

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 106-00-1-08

採購案號：tfbc-1060108

臺灣國有林地礦區生態損害補償 (含社會經濟  
價值評估)費用案

Ecological Damage Compensation (including  
Socio-cultural and Economic Evaluation) for the  
Mining Areas of National Forests in Taiwan

成果報告



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：國立中興大學

中華民國107年8月

## 目 錄

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 圖次.....                              | 3   |
| 摘要.....                              | 9   |
| ABSTRACT.....                        | 11  |
| 第一章 緒論 .....                         | 13  |
| 第一節 研究目的 .....                       | 14  |
| 第二節 計畫目標 .....                       | 15  |
| 第三節 預期效益 .....                       | 15  |
| 第四節 研究團隊 .....                       | 17  |
| 第二章 主要工作項目及期程 .....                  | 19  |
| 第一節 主要工作項目 .....                     | 19  |
| 第二節 執行政序 .....                       | 21  |
| 第三節 執行方法 .....                       | 22  |
| 第三章 國有林礦區生態補償執行架構 .....              | 25  |
| 第一節 國有林礦區生態價值評估標準作業流程 .....          | 25  |
| 第二節 國有林礦區生態補償費用執行政序 .....            | 34  |
| 第三節 森林生態系服務效益之估算： .....              | 45  |
| 第四章 生態補償概念與法律研析 .....                | 53  |
| 第一節 生態服務價值與補償概念之發展 .....             | 53  |
| 第二節 我國生態補償相關法律 .....                 | 57  |
| 第三節 各國礦業法令與於生態補償研析 .....             | 61  |
| 第四節 立法建議 .....                       | 120 |
| 第五章 礦區生態損害經濟補償文獻研析 .....             | 138 |
| 第一節 礦區經濟補償文獻 .....                   | 138 |
| 第二節 生態系統服務給付(PES)生態損害補償文獻 .....      | 151 |
| 第三節 生態系統服務給付(PES)相關文獻 .....          | 165 |
| 第四節 各國生態系統服務給付介紹 .....               | 194 |
| 第六章 礦區生態損害經濟補償效益計算 .....             | 207 |
| 第一節 生態經濟效益計算 .....                   | 207 |
| 第二節 理論模型 .....                       | 220 |
| 第三節 現場查核實證結果 .....                   | 238 |
| 第四節 結論與建議 .....                      | 303 |
| 第七章 國有林地礦區對國土保安與生物多樣性損害價值之估計 .....   | 310 |
| 第一節 問卷設計 .....                       | 310 |
| 第二節 國土保安損害價值評估 .....                 | 327 |
| 第三節 國有林地礦區森林生態系統服務之國土保安損害價值之估計 ..... | 334 |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 第四節 國有林地礦區對生物多樣性損失之估計 .....             | 352 |
| 第五節 國有林地礦區對森林生態系統服務造成之六種損失及租金溢價建議 ..... | 379 |
| 第八章 國有林礦區陸域生態資料與現場查核 .....              | 382 |
| 第一節 國有林礦區之選定 .....                      | 382 |
| 第二節 現場查核國有林礦區之生物資源 .....                | 388 |
| 第三節 土壤碳庫及立木現場調查 .....                   | 395 |
| 第四節 臺灣陸域生物資源調查相關研究資料 .....              | 405 |
| 第九章 專家座談會與審查意見 .....                    | 460 |
| 第一節 專家名單之建置 .....                       | 460 |
| 第二節 三次專家座談會紀錄 .....                     | 463 |
| 第三節 審查委員意見 .....                        | 481 |
| 第十章 結論與建議 .....                         | 508 |
| 第十一章 參考文獻 .....                         | 511 |
| 附錄 1 我國及各國法律參考 .....                    | 553 |
| 附錄 2 專家座談會議資料 .....                     | 591 |

## 圖次

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 圖 2-1 臺灣國有林地礦區生態損害補償執行方法及查核期程 .....    | 21  |
| 圖 3-1 國有林地生態系統服務價值評估流程圖 .....          | 26  |
| 圖 3-2 基於不同受益者的林地生態系服務權重分析 .....        | 33  |
| 圖 3-3 生態損害補償費用評估流程 .....               | 36  |
| 圖 6-1 效益轉移法(石平，2010) .....             | 217 |
| 圖 6-2 信大水泥公司太白山礦區及臺灣水泥公司勇士山礦區地形圖 ..... | 239 |
| 圖 6-3 臺灣近 20 年雜木價格 .....               | 243 |
| 圖 6-4 臺灣近 20 年櫟類價格 .....               | 244 |
| 圖 6-5 臺灣近 20 年楠木類價格 .....              | 244 |
| 圖 6-6 臺灣近 20 年樟樹價格 .....               | 244 |
| 圖 6-7 臺灣近 20 年木荷價格 .....               | 244 |
| 圖 8-1 林務局國有林租地礦業用地分布 .....             | 384 |
| 圖 8-2 勇士山及太白山礦區 .....                  | 385 |
| 圖 8-3 花蓮及宜蘭水泥廠區 .....                  | 386 |
| 圖 8-4 信大水泥公司太白山礦區及臺灣水泥公司勇士山礦區地形圖 ..... | 387 |
| 圖 8-5 信大太白山礦區物種調查樣點 .....              | 390 |
| 圖 8-6 臺泥公司勇士山礦區物種調查樣點 .....            | 391 |
| 圖 8-7 太白山礦區及勇士山礦區調查及土壤採樣樣點 .....       | 396 |
| 圖 8-8 現場樹高標定 .....                     | 397 |
| 圖 8-9 信大太白山礦區樣點(PP02)土壤採樣 .....        | 401 |
| 圖 8-10 信大太白山礦區樣點(PP08)土壤採樣 .....       | 402 |
| 圖 8-11 臺泥勇士礦區樣點(PP10)土壤採樣 .....        | 403 |
| 圖 8-12 臺泥勇士礦區樣點(PP14)土壤採樣 .....        | 404 |

## 表次

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 表 3-1 國有林生態環境狀況評估體系 .....                        | 27  |
| 表 3-2 國有林生態系品質評估體系 .....                         | 28  |
| 表 3-3 國有林生態系健康評估指標及量化標準 .....                    | 31  |
| 表 3-4 國有林事業區林班地作為礦業用地生態損害補償評估申請文件<br>應記載事項 ..... | 37  |
| 表 3-5 2018 年每公頃每年生物多樣性價值 .....                   | 52  |
| 表 4-1 跟礦業有關的美國聯邦法規 .....                         | 61  |
| 表 4-2 加拿大與礦業有關的法律 .....                          | 70  |
| 表 4-3 日本相關礦業之法律 .....                            | 78  |
| 表 4-4 中國關於生態與生態補償之論述整理 .....                     | 82  |
| 表 4-5 中國人大針對「生態補償」之決議內容整理 .....                  | 83  |
| 表 4-6 中國學者論述討論「生態補償」定義 .....                     | 84  |
| 表 4-7 整理中國礦產資源法與相關規章中關於環境保護、補償之規定<br>.....       | 86  |
| 表 4-8 各種保護礦產資源的費、稅、價款與基金整理 .....                 | 88  |
| 表 4-9 各國礦業法中關於生態補償之立法例整理 .....                   | 90  |
| 表 4-10 礦業規費收費表 .....                             | 97  |
| 表 4-11 礦業權費收費辦法 .....                            | 100 |
| 表 4-12 礦產權利金收費辦法 .....                           | 102 |
| 表 4-13 水土保持保證金繳納及保管運用辦法 .....                    | 105 |
| 表 4-14 農業發展條例 .....                              | 107 |
| 表 4-15 與礦業有關之規費整理與法律性質分析 .....                   | 118 |
| 表 4-16 「生態」定義之比較表 .....                          | 123 |
| 表 5-1 礦區經濟補償相關文獻 .....                           | 143 |
| 表 5-2 各國生態損害補償方式文獻整理 .....                       | 152 |
| 表 5-3 生態系統服務給付介紹 .....                           | 177 |
| 表 5-4 假想合約問卷之題項的屬性和層級 .....                      | 193 |
| 表 5-5 PES 三種付款方式與層級選項 .....                      | 193 |
| 表 5-6 中國五項 PES 計畫介紹 .....                        | 203 |
| 表 5-7 各國的生態系統服務給付 .....                          | 205 |
| 表 6-1 Meta 效益函數轉移中的變數說明 .....                    | 219 |
| 表 6-2 研究礦區之基本資料 .....                            | 238 |
| 表 6-3 宜蘭及花蓮中低海拔山區 11 種林型樹種之所屬科別 .....            | 241 |
| 表 6-4 各樹種、闊葉樹林型單位面積蓄積量 .....                     | 243 |
| 表 6-5 臺灣各樹種、闊葉樹林型之碳貯存量模式參數 .....                 | 245 |
| 表 6-6 研究礦區之近 5 年(2014-2017)年均降雨量 .....           | 248 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 表 6-7 研究礦區之年均蒸發散量與年均逕流量 .....                                                    | 249 |
| 表 6-8 研究礦區之水庫近 5 年(2012-2016)維護費用 .....                                          | 250 |
| 表 6-9 研究礦區之水庫相關資料 .....                                                          | 251 |
| 表 6-10 本計畫之 Meta 迴歸模型之變數定義 <sup>1</sup> .....                                    | 256 |
| 表 6-11 研究礦區之 7 種森林組成情境之基礎情境之林木生產效益 ..                                            | 259 |
| 表 6-12 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積碳貯存量、總碳貯存<br>量、單位面積二氧化碳貯存量、總二氧化碳貯存量 .....             | 261 |
| 表 6-13 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積年均碳吸存量、總年<br>均碳吸存量、單位面積年均二氧化碳吸存量、總年均二氧化碳吸存<br>量 ..... | 261 |
| 表 6-14 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積森林碳貯存效益 ..                                            | 262 |
| 表 6-15 研究礦區之 7 種森林組成情境之總森林碳貯存效益 .....                                            | 263 |
| 表 6-16 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積森林年均碳吸存效益<br>.....                                    | 264 |
| 表 6-17 研究礦區之 7 種森林組成情境之總森林年均碳吸存效益 .....                                          | 265 |
| 表 6-18 森林生態系水源涵養量以水文平衡收支法計算之相關文獻 ..                                              | 266 |
| 表 6-19 研究礦區之森林年均水源涵養量、年均總水源涵養量 .....                                             | 267 |
| 表 6-20 研究礦區之之水庫年均單位蓄水成本-折現率 1.25%(基礎情境)<br>.....                                 | 268 |
| 表 6-21 研究礦區之水庫年均單位蓄水成本-折現率 3% .....                                              | 268 |
| 表 6-22 研究礦區之水庫年均單位蓄水成本-折現率 5% .....                                              | 268 |
| 表 6-23 研究礦區之森林年均及 20 年單位面積水源涵養效益-方法 I ..                                         | 270 |
| 表 6-24 研究礦區之森林年均及 20 年總水源涵養效益-方法 I .....                                         | 271 |
| 表 6-25 研究礦區之森林年均及 20 年單位面積水源涵養效益-方法 II<br>.....                                  | 273 |
| 表 6-26 研究礦區之森林年均及 20 年總水源涵養效益-方法 II .....                                        | 273 |
| 表 6-27 研究礦區之森林年均及 20 年單位面積水源涵養效益-方法 III<br>.....                                 | 274 |
| 表 6-28 研究礦區之森林年均及 20 年總水源涵養效益-方法 III .....                                       | 275 |
| 表 6-29 森林水源涵養效益評估之相關文獻 .....                                                     | 276 |
| 表 6-30 Meta 迴歸模型之 OLS 模型的推估結果 .....                                              | 282 |
| 表 6-31 Meta 迴歸模型之 HET 模型的推估結果 .....                                              | 284 |
| 表 6-32 Meta 迴歸模型之 GLM 模型的推估結果 .....                                              | 286 |
| 表 6-33 Meta 模型之各變數對研究地點之效益值的影響關係 .....                                           | 288 |
| 表 6-34 OLS 模型所推估之原始資料效益值之成對 t 檢定結果 .....                                         | 289 |
| 表 6-35 HET 模型所推估之原始資料效益值之成對 t 檢定結果 .....                                         | 290 |
| 表 6-36 GLM 模型所推估之原始資料效益值之成對 t 檢定結果 .....                                         | 291 |
| 表 6-37 OLS 模型之移轉效益的相關分析結果 .....                                                  | 292 |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 表 6-38 HET 模型之移轉效益的相關分析結果.....                              | 293 |
| 表 6-40 兩研究礦區森林遊樂效益之 Meta 迴歸模型各項變數 .....                     | 296 |
| 表 6-41 兩研究礦區之每人每年各森林遊憩活動效益推估值(OLS 模型)<br>.....              | 298 |
| 表 6-42 兩研究礦區之每人每年各森林遊憩活動效益推估值(GLM 模型)<br>.....              | 298 |
| 表 6-43 兩研究礦區之每人 20 年各森林遊憩活動效益推估值(OLS 模型)<br>.....           | 298 |
| 表 6-44 兩研究礦區之每人 20 年各森林遊憩活動效益推估值(GLM 模型)<br>.....           | 298 |
| 表 6-45 兩研究礦區之 20 年各森林遊憩活動效益推估值(OLS 模型)                      | 300 |
| 表 6-46 兩研究礦區之 20 年各森林遊憩活動效益推估值(GLM 模型)<br>.....             | 300 |
| 表 6-47 森林遊樂效益評估之相關文獻 .....                                  | 302 |
| 表 6-48 兩研究礦區 4 項效益之 20 年總效益比較 .....                         | 307 |
| 表 7-1 兩礦場周邊各村里人口數與完成份數 .....                                | 328 |
| 表 7-2 信大太白山礦場周邊各村里樣本年齡分布 .....                              | 329 |
| 表 7-3 臺泥勇士山礦場周邊各村里樣本年齡分布 (和平村呈現三個部落<br>細項) .....            | 330 |
| 表 7-4 太白山周邊社區民眾為避免土壤流失及土石流風險損害民眾最<br>大願付價值之次數分配 .....       | 331 |
| 表 7-5 勇士山周邊社區民眾為避免土壤流失及土石流風險損害民眾最<br>大願付價值之次數分配 .....       | 332 |
| 表 7-6 太白山礦區之社區各 offered 金額之下之問卷數及不願意付費之<br>比例.....          | 336 |
| 表 7-7 太白山礦區對周邊社區土壤流失及土石流風險損害之無母數願<br>付價值下界之估計過程 .....       | 337 |
| 表 7-8 太白山礦區周邊社區土壤流失及土石流風險變數名稱定義及敘<br>述統計.....               | 338 |
| 表 7-9 太白山礦區對社區土壤流失及土石流風險 Probit 模型之參數估計<br>.....            | 338 |
| 表 7-10 臺泥勇士山礦區之社區各 offered 金額之下之問卷數及不願意付<br>費之比例.....       | 339 |
| 表 7-11 臺泥勇士山礦區對周邊社區土壤流失及土石流風險損害之無母<br>數願付價值下界之估計過程 .....    | 341 |
| 表 7-12 臺泥勇士山礦區周邊社區土壤流失及土石流風險變數名稱定義<br>及敘述統計(觀察值：174)。 ..... | 342 |
| 表 7-13 臺泥勇士山礦區對社區土壤流失及土石流風險 Probit 模型之參                     |     |

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 數估計.....                                                            | 343 |
| 表 7-14 兩礦場社區土壤流失及土石流風險損害每年總值 .....                                  | 345 |
| 表 7-15 兩礦場各村里與礦場距離以及戶政資料 .....                                      | 347 |
| 表 7-16 兩礦場周邊各村里每年土壤流失及土石流風險損失金額 .....                               | 348 |
| 表 7-17 過去 20 年社區土壤流失及土石流風險損害 .....                                  | 349 |
| 表 7-18 以 2018 年礦場對社區土壤流失及土石流風險損害及換算為每年<br>每公頃租金溢價 .....             | 351 |
| 表 7-19 兩礦區生物多樣性正式試訪開放性出價金額(願付價值, WTP)<br>.....                      | 352 |
| 表 7-20 全國正式抽樣調查樣本之居住且設籍地性別及年齡 .....                                 | 354 |
| 表 7-21 太白山礦區開採對生物多樣性損害各 offered 金額之下之問卷數<br>及不願意之比例 .....           | 358 |
| 表 7-22 太白山礦區開採對生物多樣性損害無母數願付價值下界<br>(Turnbull lower bound) 之估計 ..... | 358 |
| 表 7-23 礦區開採對生物多樣性損害之變數名稱定義及敘述統計 .....                               | 358 |
| 表 7-24 信大太白山礦區開採對生物多樣性損害之 Probit 模型參數估計<br>.....                    | 360 |
| 表 7-25 臺泥勇士山礦區開採對生物多樣性損害各 offered 金額之下之問<br>卷數及不願意之比例 .....         | 361 |
| 表 7-26 勇士山礦區開採對生物多樣性損害無母數願付價值下界<br>(Turnbull lower bound) 之估計 ..... | 361 |
| 表 7-27 勇士山礦區開採對生物多樣性損害之 Probit 模型參數估計 .....                         | 361 |
| 表 7-28 以 20 年期或 40 年期作線性攤提之礦場對生物多樣性損害值<br>.....                     | 362 |
| 表 7-29 以林業貸款利率作 20 年期攤提之礦場對生物多樣性損害值 .....                           | 363 |
| 表 7-30 各年太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值 (元)<br>.....                        | 364 |
| 表 7-31 各年度太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值換算<br>為每公頃租金之生態補償金溢價 (元) .....      | 365 |
| 表 7-32 以平均餘命 38.72 年作線性攤提之對生物多樣性損害值 .....                           | 366 |
| 表 7-33 礦業相關文獻估計之價值及收取方式 .....                                       | 370 |
| 表 7-34 礦區開採之六種生態損害換算成 2018 年一年租金溢價(元) .....                         | 379 |
| 表 7-35 建議在現行租金之外加徵之總生態損害溢價及其細項 .....                                | 381 |
| 表 8-1 林務局礦區租地研究地點基本資料 .....                                         | 382 |
| 表 8-2 信大太白山礦區及臺泥公司勇士山礦區哺乳類名錄 .....                                  | 392 |
| 表 8-3 信大太白山礦區及臺泥公司勇士山礦區鳥類名錄 .....                                   | 393 |
| 表 8-4 信大太白山礦區及臺泥公司勇士山礦區兩棲類類名錄 .....                                 | 394 |
| 表 8-5 太白山礦區及勇士山礦區調查樣區之胸高直徑 .....                                    | 399 |

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 表 8-6 太白山礦區及公司勇士山礦區土壤與枯枝落葉碳、氮濃度 ....           | 400 |
| 表 8-7 蘇花改工程沿線調查哺乳類名錄(鄭錫奇等，2017) .....          | 408 |
| 表 8-8 蘇花改工程沿線各施工路段之兩棲類調查名錄(鄭錫奇等，2017)<br>..... | 409 |
| 表 9-1 礦區生態損害補償專家座談會邀請名單 .....                  | 460 |

## 摘要

本計畫主要目標為擬定符合臺灣與國際現行法規執行應用之生態補償機制、量化國有林礦區生態價值、確立國有林礦區生態補償項目以及建立生態補償價值計算公式等四大項。本案執行成果如下：

- 一、完成美國、加拿大、澳洲、瑞典、日本、韓國與中國等國家之礦業法規及損害補償之法規研析。
- 二、蒐集並整理 114 篇國際礦區補償方法文獻，包括有關經濟補償文獻 32 篇，生態損害補償文獻 33 篇，生態系服務給付(Payment For Ecosystem Services, PES)文獻 39 篇。
- 三、完成分析哥斯大黎加、墨西哥、歐洲、美國、中國、南非以及巴西等 7 個國家生態系統服務給付方式。
- 四、蒐集有關臺灣陸域生物資源調查相關研究資料 399 篇，分析物種特性後，選擇以哺乳類、鳥類及兩棲類為環境變化指標物種。
- 五、以臺灣水泥公司勇士山及信大水泥公司太白山之礦區為國有林礦區現場查核之研究地點，並完成這兩處礦區生物資源資料收集及土壤碳儲存與現場立木調查。
- 六、完成水源涵養效益、碳吸存效益、森林生產、森林遊憩、國土保安以及生物多樣性等 6 項生態系服務功能之效益評估，現場查核以勇士山及太白山礦區為例進行其生態價值評估，並建立其生態補償計算公式。
- 七、本計畫採用條件評估法(contingent valuation, CVM)，採用面訪方式，對上述兩個礦區鄰近居民進行問卷調查並估計國土保安(土壤流失及土石流風險)損害值，並對全國民眾採用面訪方式進行問卷調查，估計生物多樣性損失。已完成這兩種損失之生態補償計算公式。
- 八、完成國有林地礦區對森林生態系服務所造成損失之每年每公頃補償租金溢價之建議方案。

九、邀請礦區生態復育與損害補償專家及在地民間團體代表，於民國 107 年 1 月 15 日、5 月 7 日，及 5 月 14 日分別於臺中、臺北及宜蘭舉辦三次專家座談會，廣蒐本計畫相關議題之意見。

## **ABSTRACT**

The main objectives of this project are to develop the ecological compensation mechanism referring to the current laws and regulations in Taiwan and other countries, quantify the ecological value of the state-owned forest area, establish the ecological compensation items of the state-owned forest area, and set up the calculation formula of the ecological compensation value. The results of the present study are as follows:

1. To study and analyze the mining regulations and damage compensation laws and regulations from the U.S., Canada, Australia, Sweden, Japan, Korea and China.
2. To collect in total 114 articles regarding mining compensation methods, including 32 articles on economic compensation, 33 ecological damage compensation literatures, and 39 articles of ecosystem service payment (Payment for ecosystem services, PES).
3. To analyze the methods of ecosystem service payment from 7 countries such as Costa Rica, Mexico, Europe, the United States, China, South Africa and Brazil.
4. To collect in total 399 related research articles on terrestrial biological resources in Taiwan, analyze species characteristics, and select mammals, birds and amphibians as the environmental indicators.
5. To collect the biological resources and survey the the soil carbon storage and stand woods at the sites of the state-owned forest mining area, including the mining area of the Warrior Mountain (the Taiwan Cement Company) and the Taibai Mountain (the Shin Tai Cement Company).

6. The ecological values of 6 items of ecosystem services, including water conservation, carbon sequestration, forest production, forest recreation, land security and biodiversity were evaluated in the mining area of the Warrior Mountain and the Taibai Mountain. The calculation formula of the ecological compensation have been developed.
7. Contingent valuation (CVM) was applied by interviews and questionnaire surveys on neighboring residents in the two mining area to estimate the value of the land security (i.e. soil loss and mudslide) and on national people to estimate the value of biodiversity loss, respectively. The calculation formula of ecological compensation for these two losses has been completed.
8. The proposed values for the ecological compensation caused by mining in the state-owned forest area.
9. Seminars of invited experts and representatives of the local organizations on ecological rehabilitation and damage compensation in mining areas in Taichung, Taipei and Yilan in January 15, May 7 and May 14.

## 第一章 緒論

礦產的開發與利用會擾動大量的地表，嚴重破壞原有的環境，包括水土流失、植被與生物棲地等均造成不可回復性的衝擊(劉英毓與張瑞麟 2008)。臺灣礦產開採大部分位在山區，多數土地屬於林務局所管轄之國有林地。依據估算目前租用國有林地的礦場約有 100 多筆，大部分集中在東部宜蘭、花蓮地區，而西部的礦場僅 7 筆租地(李佩吟 2015)。雖然目前礦產業使用國有林地租金已改以市價查估，且需進行水土保持計畫以及在開礦作業結束進行至少 6 年的復育造林。惟林地因開採礦而喪失之水源涵養、國土保安及生物多樣性等價值目前都尚未列入開礦者所應負擔之經費，亦即開礦者並未承擔生態損害補償之責任。目前國際上大都透過法規與稅收建立礦產資源有償使用的制度，臺灣目前仍需法令與森林服務價值評估等科學數據的支持。

由於各類型生態系所提供的生態功能不盡相同，對人類衍生的經濟價值也有所差異，因此森林生態補償的研究多以森林生態系服務功能為基礎(李文華等，2007)。Daily(1997)所編著《自然服務功能：人類社會對自然生態系之依賴性》興起了研究生態功能與效益的熱潮。生態系服務價值評估成為國際潮流始於 2005 年聯合國之「千禧年生態系統評估報告(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)」，將生態系服務劃分為：供給服務、支持服務、調節服務及文化服務等四大類別為主。2007 年八大工業國暨新興工業五國 (G8+5) 於德國波茨坦召開高峰會，於會中通過「生態系統暨生物多樣性經濟學倡議 (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)」，將森林生態系服務細分為供給(食物、原料、淡水、藥用資源)、調節(調節微氣候與改善空氣品質、碳儲存、減緩極端氣候、廢水處理、防止水土流失和維護土壤肥力、授粉、生物防治)、棲地(提供物種棲地及維護基因多樣性)與文化(休閒娛樂、旅遊、美學、文化及科學研究、精神上的感受)

等 17 項功能。惟其價值的評估及計算方式眾多，仍依各地區之環境特質而定。邱祈榮與柳婉郁(2016)基於臺灣生態環境現況的考量，建議以碳吸存、維護生物多樣性、水源涵養、森林遊樂、水土保持、林木生產價值與社區林業產值等 7 項功能進行森林生態系服務價值估算。

目前礦業用地收取費用包括礦業權申請費、礦業權費、礦產權利金、水土保持保證金、山坡地開發利用回饋金及景觀特別稅等項目，而如何對開礦者收取環境成本價金，且避免與有重複收取之情事發生，則須在科學研究基礎下計算生態損害補償費用並據以收取，將生態系服務價值予以量化並貨幣化後，即可得知實際收取生態損害補償費用或環境成本價金之上限值。後續將可提供政府作為訂定生態損害補償費用或環境成本價金的上限值參考，並與不動產估價師查估林地市價相加，作為核計租金之基礎。

本案針對林務局業務職掌相關之法令(森林法、野生動物保育法、文化資產保存法)與國內學者所量化森林生態系服務價值進行估算，參考各國法令列出相關項目收取補償費用，以維護環境正義，落實國土復育之執行。

## 第一節 研究目的

### 一、問題分析

有關林地礦區生態損害補償費用之估算牽涉到法規、稅收與合理之生態系服務價值評估。臺灣現況目前須解決問題為：

- (一)臺灣位於亞熱帶，生物多樣性高，且氣候高溫多雨、山高陡峻。若要合理評估其森林生態系服務價值，應建立臺灣本土生態環境資料，尋求量化之基準。
- (二)由於林務局主管法規以森林管理及生態保育為主，其他機關依不同法規辦法收取礦區開採者多項費用，惟費用多未落實至生態損害補償。反觀目前國際上大都透過法規與稅收建立礦產

資源有償使用的制度，例如中國實施《礦產資源補償費徵收管理規定》，英國規定每噸礦產徵一特定稅收，作為復育的基金。因此未來估算後補償價金之收取與應用之法令規範需進行探討。

## 二、解決問題重點

- (一)擬定符合臺灣與國際現行法規執行應用之生態補償機制。
- (二)確立國有林礦區生態系服務補償項目與價值。
- (三)建立生態補償價金計算之標準與公式。

## 第二節 計畫目標

- 一、收集各國有關礦區生態損害補償現行法規與執行案例，擬定符合法規與執行應用之補償機制。
- 二、評估臺灣國有林礦區生態、社會文化與經濟等各層面之市場與非市場價值。
- 三、依據聯合國評估生態系統與生物多樣性價值的計畫 TEEB 及學者所建議(碳吸存、維護生物多樣性、水源涵養、森林遊樂、水土保持、林木生產價值與社區林業產值等)7 項森林生態系服務進行價值估算，以作為臺灣國有林礦區生態損害補償費用之計算標準。

## 第三節 預期效益

鑑於森林資源之有限及重要性，本計畫期望能建立礦區森林生態補償機制，以有效保護生態環境，並達成社會正義的和諧性。本計畫預期效益如下：

- 一、彙整國際相關研究礦區生態損害補償評估方式之文獻，包括各國對於生態損害補償之法規政策制度及組織設計等，提供本國政策執行之參考。
- 二、透過國內專家學者之諮詢與座談會，釐清生態損害補償概念

及建立專家共識。

三、 完成宜蘭縣蘇澳與花蓮縣和平地區各一處國有林礦區之生態系服務之生態補償計算，提供明確礦業用地之生態損害補償價金計算方法，以利後續完善礦區承租之生態補償機制。

四、 依據 TEEB 分類體系對應林務局職掌相關之法令，參考國內學者所量化森林生態系服務價值，發展可代表臺灣礦區生態損害補償項目之價值評估架構，列出可收取之礦區生態損害補償項目及計算公式。補償之費用可提供國有林礦區保育之所需，減緩生態資源損失以及復育礦區土地達到生態資源零淨損之目標。

#### 第四節 研究團隊

| 類別    | 姓名  | 職稱                       | 最高學歷科系             | 相關專長/工作                         |
|-------|-----|--------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 主持人   | 林幸助 | 國立中興大學生命科學系/特聘教授         | 美國羅德島大學海洋學博士       | 系統生態學、濕地生態學、溪流生態學、生態模式          |
| 協同主持人 | 曾偉君 | 國立中興大學應用經濟學系/教授          | 美國馬里蘭大學農業及資源經濟學系博士 | 自然資源經濟、大傳染病之統計及經濟分析、應用計量經濟      |
| 協同主持人 | 柳婉郁 | 國立中興大學森林學系/副教授           | 國立臺灣大學農業經濟學系博士     | 森林碳吸存與氣候變遷、環境資源經濟、森林資源評價        |
| 協同主持人 | 蘇義淵 | 國立中興大學法律學系/助理教授          | 美利堅大學華盛頓法學院博士      | 國際法、國際貿易法、國際環境法、氣候變遷法與政策        |
| 協同主持人 | 薛美莉 | 行政院農業委員會特有生物研究保育中心/研究員   | 中興大學生命科學研究所博士      | 濕地生態、水質分析、濕地生態補償機制              |
| 協同主持人 | 陳添水 | 行政院農業委員會特有生物研究保育中心/助理研究員 | 中興大學生命科學研究所博士      | 遙測與地理資訊系統應用、濕地地景評估、海岸地區生態棲地變遷分析 |
| 研究人員  | 孫寶娣 | 青島理工大學土木工程學院/博士後         | 中國林業科學研究院濕地研究所博士   | 濕地生態系統服務、流域水生態、工程信息化            |
| 研究人員  | 陳恩倫 | 國立中興大學生命科學系/研究助理         | 臺灣大學森林環境暨資源學系碩士    | 現場查核與植群分析                       |
| 研究人員  | 黃琮琳 | 國立中興大學應用經濟學系/博士班         | 國立中興大學應用經濟學系博士     | 資料數據分析、軟體工程                     |
| 研究人員  | 林界丞 | 國立中興大學應用經濟學系/碩士班         | 國立中興大學應用經濟學系碩士     | 計量經濟分析                          |
| 研究人員  | 謝敬華 | 中興大學森林學系碩士               | 中興大學森林學系碩士         | 森林經濟分析                          |

| 類別   | 姓名  | 職稱                | 最高學歷科系      | 相關專長/工作 |
|------|-----|-------------------|-------------|---------|
| 研究人員 | 李岱蓉 | 中興大學森林學系學士        | 中興大學森林學系學士  | 森林經濟分析  |
| 研究人員 | 涂鳳娟 | 國立中興大學法律系法律研究所碩士生 | 國立中興大學法律系學士 | 法律研析    |
| 研究人員 | 饒心雅 | 國立中興大學法律系法律研究所碩士生 | 國立臺灣大學法律系學士 | 法律研析    |

## 第二章 主要工作項目及期程

### 第一節 主要工作項目

#### 一、彙整國際上有關研究礦區生態損害補償評估方式之文獻

收集國際 2001 年至 2016 年間礦區先進國家、國際組織或地區 (至少 6 個國家以上) 有關礦區生態損害補償之相關文獻，包括各國對於生態損害補償之法規政策制度及組織設計等。

#### 二、對應林務局主管法令之礦區生態損害補償項目

將所收集礦區生態損害補償方面之研究成果，依 TEEB 分類體系所列 17 項生態系服務類別，參考國內學者所量化建議森林生態系服務價值，勾稽林務局職掌相關之法令(如森林法、野生動物保育法、文化資產保存法等)後，列出可收取之礦區生態損害補償項目及計算公式，包括森林生產、水源涵養、碳吸存、森林遊憩、國土保安以及生物多樣性等 6 項生態系服務。

#### 三、收集及分析臺灣陸域生物資源調查相關研究資料

為建立臺灣礦區生態資料，收集並整合政府部門既有調查成果，分析礦業用地附近之陸域生物資源調查相關研究資料及研擬指標物種。

#### 四、訂出計算臺灣礦區生態損害補償計算公式

分析現有陸域研究資源及生態損害補償相關文獻等資料，依 TEEB 分類體系所列之生物多樣性類別，找出可代表臺灣礦區生物多樣性損害補償之計算公式。

#### 五、套疊林務局轄管礦區租地圖資，找出合適之研究地點，並進行野外查核

臺灣礦區主要分布於宜蘭、花蓮等地區，為估算礦區生態損害補償費用，套疊林務局目前列管之礦業用地租地，以宜蘭蘇澳地區及花蓮和平地區為主，找出 2 個適合之研究地點，分別為臺灣水泥公司勇士山及信大水泥公司太白山之礦區，

結合前人累計相關研究資料及指標物種，建立臺灣礦區生態損害補償相關資料，並至現地查核研究地點資料是否符合林務局需要。

#### 六、執行礦區國土保安與生物多樣性等生態服務功能之市場或非市場價值評估

透過抽樣調查全國居民對礦區開採的認知、礦區開採地與其生活的連結、參與土地保護意願、礦區開採造成的生態服務功能損失或礦區復育對其帶來的各類效益等資料收集，推估礦區社會經濟價值。

#### 七、辦理專家座談會，並協助林務局說明礦區生態損害補償之相關論述

邀集國內專家學者進行座談會，釐清生態損害補償概念及建立共識，協助林務局辦理礦區生態損害補償相關議題之會議或說明會，提供科學數據供與會人員參考。

#### 八、提供明確礦業用地之生態損害補償價金計算方法

藉由前揭陸域生物資源調查資料之收集、估算適合計算生態損害補償計算式，估計生態價值損毀項目及價值。

## 第二節 執行情序

本計畫整體之工作期程約只有 10 個月，為能順利完成本計畫，將八項主要工作內容歸納為三項目標，並依此訂定執行方法同時進行。分析本計畫目標及其查核點之關聯性如圖 2-1。

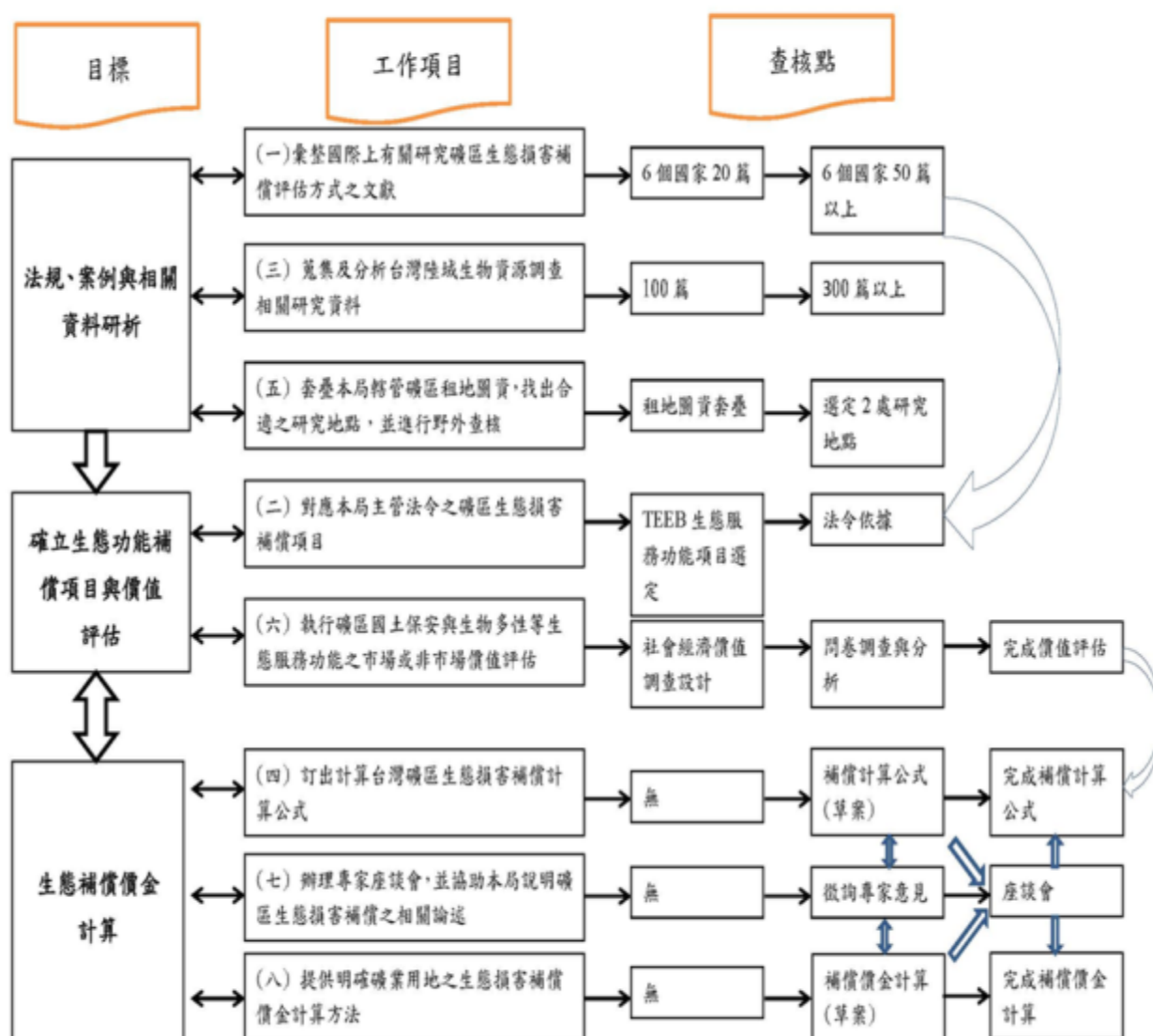


圖 2-1 臺灣國有林地礦區生態損害補償執行方法及查核期程

### 第三節 執行方法

#### 一、法規、案例與相關文獻研析

(一)彙整國際上有關研究礦區生態損害補償評估方式之文獻。

(二)收集及分析臺灣陸域生物資源調查相關研究資料。

(三)套疊林務局轄管礦區租地圖資，找出合適之研究地點，並進行野外查核。

針對此三項工作之執行方法如下：

##### 1. 彙整國際上有關研究礦區生態損害補償評估方式之文獻

本項工作透過電子資料庫進行國內外礦區相關法規與已發表復育及價值評估等文獻收集，並於彙整後分析各國對於本項議題之思維、觀念與立法原則，配合國內之現況尋求可行之方案，提供政策制定之參考。

##### 2. 收集及分析臺灣陸域生物資源調查相關研究資料

除已發表之文獻外，另以林務局、國家公園管理處以及特有生物研究保育中心現有之生物資料庫為主，收集及分析臺灣東部之陸域生物資源。其生物資料以維管束植物、哺乳類、鳥類、兩棲爬蟲、昆蟲為主。

##### 3. 套疊林務局轄管礦區租地圖資，找出合適之研究地點，並進行野外查核

依林務局所提供之圖資套疊後尋找 2 處研究地點，分別為臺灣水泥公司勇士山及信大水泥公司太白山之礦區，並進行野外調查。

#### 二、確立生態功能補償項目與價值

##### (一) 對應林務局主管法令之礦區生態損害補償項目

依據 TEEB 中 17 項生態系服務類別，王怡平與邱祈榮(2017)及邱祈榮與柳婉郁(2016)所估算臺灣森林生態系服務價值，以及森林管理委員會(Forest Stewardship Council, FSC)之森

林經營(forest management, FM)驗證項目(FSC, 2015)，選擇水源涵養、碳吸存、維護生物多樣性、森林遊樂、水土保持、林木生產價值、社區林業等 7 個項目。然「維護生物多樣性」與「水土保持」二項生態系服務價值之估算，缺乏適當的計量與計價資料。本計畫勾稽林務局職掌相關之法令(如森林法、野生動物保育法、文化資產保存法等)後，列出可收取之礦區生態損害補償項目及計算公式，量化森林生產、水源涵養、碳吸存、森林遊憩、國土保安，以及生物多樣性等 6 項服務價值，其中林木價金、水源涵養、碳吸存、森林遊憩進行模式建立與效益評估；水土保持及生物多樣性價值則進行非市場價值評估。

## (二) 執行礦區國土保安與生物多樣性等生態服務功能之市場或非市場價值評估

本項目執行包括樣區設計與前測，透過抽樣調查探討居民對礦區開採的認知、礦區開採地與其生活的連結、參與土地保護意願、礦區開採造成的生態服務功能損失或礦區復育對其帶來的各類效益等。主要工作包括：

1. 進行社會經濟價值調查的問卷設計、抽樣設計、調查方式設計。
2. 執行全國民眾問卷抽樣調查。透過抽樣訪調查全國居民，調查的內容包括受訪者的基本資料、對礦區開採的認知、礦區開採濕地與其生活的連結、參與土地保護意願、礦區開採造成的生態服務功能損失或礦區復育對其帶來的各類效益等。
3. 執行社區問卷調查。以礦區鄰近之相關社區為主，選定 2 個社區調查當地社區對於礦區復育及生態補償經濟價值之認知。

## (三) 生態補償價金計算

1. 訂出計算臺灣礦區生態損害補償價金計算

王怡平與邱祈榮(2017)估算臺灣森林生態系服務價值中，

基於 TEEB 中 17 項生態系服務類別，以及森林管理委員會 (Forest Stewardship Council， FSC)之森林經營(forest management， FM)驗證項目(FSC， 2015)，優先選擇水源涵養、碳吸存、維護生物多樣性、森林遊樂、水土保持、林木生產價值、社區林業等七個項目。但該研究指出「維護生物多樣性」與「水土保持」二項生態系服務價值之估算，缺乏適當的計量與計價資料。本計畫量化森林生產、水源涵養效益、碳吸存效益、森林遊憩、國土保安，以及生物多樣性等 6 項服務進行臺灣礦區生態損害補償價金計算，也進行生態價值之損害補償計算之情境與敏感度分析。

## 2.辦理專家座談會，並協助林務局說明礦區生態損害補償之相關論述

本計畫邀集國內專家學者以及相關社團與在地居民代表辦理 3 場座談會，以本計畫擬定之評價方案邀請各界參與並提供建言，以釐清生態損害補償概念及建立共識。

### 第三章 國有林礦區生態補償執行架構

#### 第一節 國有林礦區生態價值評估標準作業流程

國有林生態系統服務係指國有林生態系所形成及所維持的人類賴以生存的自然環境條件與效能，以及為人類直接或間接從國有林生態系得到的所有收益。由於國有林生態系統服務具有多樣性、空間分布異質性以及人類使用的選擇性等特性，因此不同服務之間會隨著人為活動和自然因素的變化出現權衡或者相互增益的變化特徵。評估國有林生態系中不同服務關係，可以深入瞭解不同服務相互關聯的作用因數和作用機制，最終建構並量化生態系服務價值的模型，指導人類合理開發利用國有林自然資源。

評估流程圖請參圖 3-1。在明確評估目的、選定評估範圍和確定評估原則基礎上，確定國有林生態特徵和生態系服務功能的組成項目，進而確定主要之服務功能、建立評估指標體系、選擇評估方法和技術、收集評估所需資料。根據收集的資料，首先對國有林生態系現狀進行調查，在了解國有林生態系現狀基礎上，評估和量化國有林生態系提供的廣泛多樣的生態系服務價值。

##### 一、國有林生態系現狀評估

國有林生態系現狀評估包括 3 方面：國有林生態環境狀況評估、國有林地生態系品質評估以及國有林地生態系健康評估。具體評估體系和指標如下：

##### (一) 國有林生態環境狀況評估

評估內容包括生態狀況和環境狀況兩方面，生態狀況評估指標包括：生態功能指數、生態結構指數和生態威脅指數；環境狀況指標包括：污染負荷指數和環境品質指數。具體評估體系以及分項指標見表

3-1。

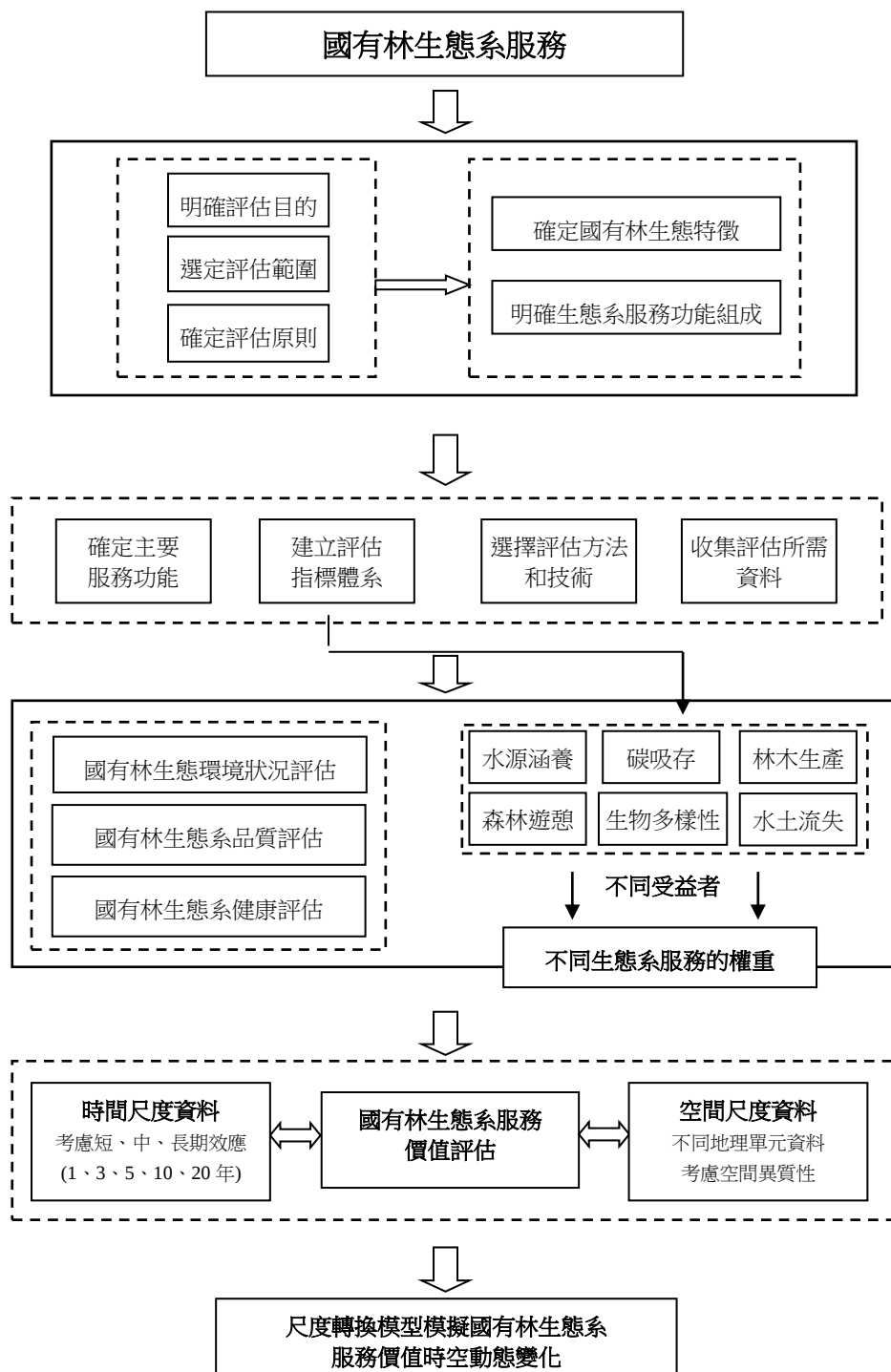


圖 3-1 國有林地生態系統服務價值評估流程圖

表 3-1 國有林生態環境狀況評估體系

| 評估內容   | 評估指數   | 指標            |
|--------|--------|---------------|
| 生態狀況指標 | 生態功能指數 | 植被覆蓋指數        |
|        |        | 受保護區域面積比      |
|        | 生態結構指數 | 林草地覆蓋率        |
|        |        | 水域面積比例        |
|        | 生態威脅指數 | 耕地和建設用地面積比    |
|        |        | 水土流失率         |
|        |        | 荒漠化面積比例       |
|        |        | 沙化土地面積比       |
| 環境狀況指標 | 污染負荷指數 | 主要污染物排放強度     |
|        |        | 污染物排放達標率      |
|        |        | 污水集中處理率       |
|        | 環境品質指數 | 水質達標率         |
|        |        | 空氣品質達標率       |
|        |        | 集中式引用水源地水質達標率 |

(二) 國有林生態系統品質評估

國有林生態系品質評估包括水環境品質、土壤環境品質、空氣環境品質和生物多樣性四方面。其中，水環境品質評估包括：地表水指數和地下水指數；物種多樣性評估包括：植物多樣性、兩生類多樣性、鳥類多樣性、哺乳類多樣性、魚類多樣性、水生底棲動物多樣性及珍稀瀕危保育物種。具體評估體系以及指標見表 3-2。

表 3-2 國有林生態系品質評估體系

| 評估內容  | 評估指數  | 指標                                                                                            |
|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 水環境品質 | 地表水指數 | 水溫、酸鹼值、溶氧量、生化需氧量、化學需氧量、氨氮、總磷、總氮、銅、鋅、氟化物、硒、砷、汞、鎘、鉛、硫化物、陰離子界面活性劑等，以及反映本地區主要水質問題的其它指標。           |
|       | 地下水指數 | 酸鹼值、氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽、揮發性酚類、氟化物、砷、汞、鉻(六價)、總硬度、鉛、氟、鎘、鐵、錳、溶解性總固體、生化需氧量、化學需氧量、硫酸鹽、氯化物、大腸菌群，以及反映本地區主要水質 |

| 評估內容       | 評估指數          | 指標                                                                                                                                                        |
|------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |               | 問題的其它指標                                                                                                                                                   |
| 土壤環境<br>品質 | 土壤環境指數        | 酸鹼值、鎘、汞、砷、銅、鉛、鉻、<br>鋅等，以及反映本地區主要土壤環<br>境問題的其它指標                                                                                                           |
| 空氣環境<br>品質 | 空氣環境指數        | SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、顆粒物（粒<br>徑≤10 μm）、顆粒物（粒徑≤2.5<br>μm）、總懸浮顆粒物（TSP）、氮氧<br>化物（NO <sub>x</sub> ）、鉛等，以及反映本<br>地區空氣環境問題的其它指標 |
| 物種多樣<br>性  | 植物多樣性         | 物種豐度或多樣性指數                                                                                                                                                |
|            | 兩生類多樣性        | 物種豐度或多樣性指數                                                                                                                                                |
|            | 鳥類多樣性         | 物種豐度或多樣性指數                                                                                                                                                |
|            | 哺乳類多樣性        | 物種豐度或多樣性指數                                                                                                                                                |
|            | 魚類多樣性         | 物種豐度或多樣性指數                                                                                                                                                |
|            | 水生底棲動物多<br>樣性 | 物種豐度或多樣性指數                                                                                                                                                |
|            | 珍稀瀕危保育物<br>種  | 物種豐度                                                                                                                                                      |

### (三) 國有林生態系健康評估

建議國有林生態系健康評估採用“壓力—狀態—回應”模型

(Pressure-State-Response，簡稱 PSR)。其中，國有林壓力評估指標包括：人口壓力、汙染物處理率、林地自然災害、林地退化；林地狀態評估指標包括：植被覆蓋率、優勢性植被覆蓋率、水土流失率、物種多樣性、棲息地狀況、初級生產力水準、洪水調控水準、觀光旅遊水準、水質狀況、水量穩定性；林地回應評估指標包括：人口健康狀況、物質生活指數、林地保護意識、環保投資指數。具體評估體系以及量化標準見表 3-3。

表 3-3 國有林生態系健康評估指標及量化標準

| 評估<br>內容 | 評估指標     | 量化標準                       |
|----------|----------|----------------------------|
| 壓力       | 人口壓力     | 以人口密度計算                    |
|          | 汙染物處理率   | 以污水、廢棄物處理率表示               |
|          | 林地自然災害   | 以災害天數計                     |
|          | 林地開挖率    | 以減少的林地面積比例表示               |
| 狀態       | 植被覆蓋率    | 植被面積/土地總面積×100%            |
|          | 優勢性植被覆蓋率 | 優勢性植被面積/土地總面積×100%         |
|          | 水土流失率    | 以水土流失面積/土地總面積表示            |
|          | 物種多樣性    | 林地動植物物種多樣性指數               |
|          | 棲息地狀況    | 野生動物棲息地和育雛地，以適宜度和占總面積表示    |
|          | 初級生產力水準  | 林地植物群落在單位時間、單位面積上產生有機物質的總量 |
|          | 觀光旅遊水準   | 以景觀美學價值高低及林地旅遊活動日的增減來衡量    |
|          | 水質狀況     | 地表水和地下水評估指標                |

| 評估<br>內容 | 評估指標   | 量化標準                          |
|----------|--------|-------------------------------|
|          | 水量穩定性  | 以林地水量的年變化來表示                  |
| 回應       | 人口健康狀況 | 以鄰近社區發病率包括死亡率統計               |
|          | 物質生活指數 | 以鄰近社區人均收入水準統計                 |
|          | 林地保護意識 | 以鄰近社區具有林地保護意識的人員<br>占總人口的比例計算 |
|          | 環保投資指數 | 以環保投入占 GDP 比重(%)來表示           |

## 二、國有林生態系服務價值評估

在對國有林地生態系統現狀評估的基礎上，可通過構建數學模型量化大尺度國有林地為人類提供廣泛而多樣的生態系統服務價值，進而評估國有林地生態系統對於人類社會與經濟福祉的貢獻。林地不同生態系服務之間存在權衡和協同的關係，需要對林地生態系服務進行權重分析並排序，確認每項生態系統服務對於林地的貢獻率。在實際的林地保護和利用過程中，需要考慮不同受益者對生態系服務關注程度的差異性，並考慮生態、經濟和社會對濕地生態系統服務的影響。

參照千年生態系統評估體系(MEA)、生物多樣性和生態系統經濟學(TEEB)評估體系和標準，國有林生態系服務主要包括供給、調節、

支持、文化四大項目。根據確定的評估指標，基於不同受益者的關注程度，可計算出每一項生態系統服務的權重。不同生態系統服務的權重分析框架圖見圖 3-2。

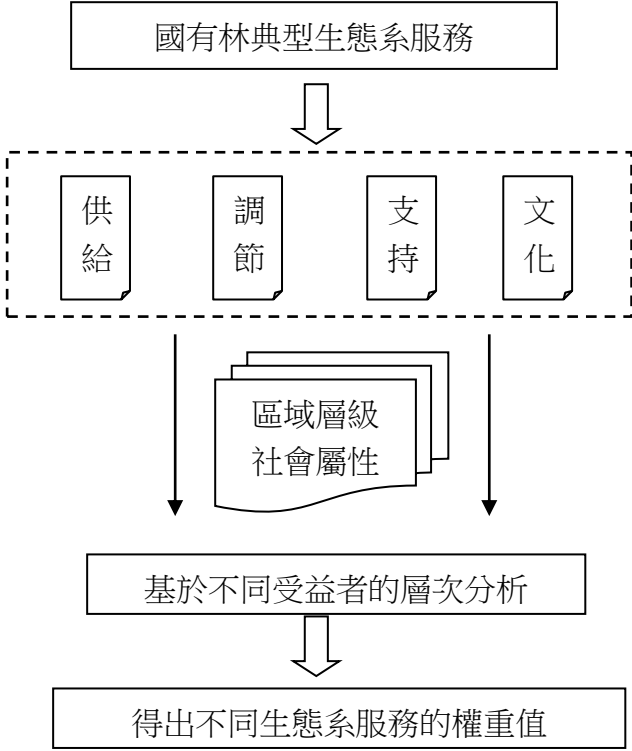


圖 3-2 基於不同受益者的林地生態系服務權重分析

結合篩選的國有林生態系服務，納入基於不同受益者關注程度的生態系服務權重值，可得到小尺度範圍內林地生態系統服務的評估價值。同時考慮到時間尺度與空間尺度的變化會影響林地生態系統的服務價值，需構建適宜的尺度轉換模型來掌握國有林地生態系統服務過程的變化規律，進而得出大範圍不同時空尺度範圍內林地生態系統服務價值演變規律，為未來實施不同國有林地不同時空格局之礦區生態補償制度等工作提供科學研究之基礎。

## 第二節 國有林礦區生態補償費用執执行程序

### 一、法理依據

依據本計畫之法理研析目前與礦業有關之規費共計13項(見表4-15)，與森林生態系服務價值相關之收費計有水土保持保證金、山坡地開發利用回饋金、植生綠化擔保金、土地改良費、景觀特別稅、國土保育費、國土影響費、國有林地佔用使用費，以及障礙木價金等。其中林務局權責所收取的費用包括土地租金、植生綠化擔保金、土地改良費、國有林地佔用使用費，以及障礙木價金等。

參照外國法例，生態補償(ecological compensation)跟生物多樣性抵換(biodiversity offset)都是經常被使用的政策工具，目的是用來減緩生物多樣性的消失率。基於污染者付費原則，開發者必須為了因開發所造成的環境減損(environmental degradation)付出賠償。在本計畫中林務局所掌管「生態補償」應屬於生態系統服務給付(Payment For Ecosystem Services, PES)，也建議「生態補償」更正為「生態損害補償」。因此，若未來要課徵生態補償費，將可視為生態系統服務給付以保育森林與林地之生態資源。

### 二、生態服務效益費用：

#### (一) 收取項目

考量 TEEB 將森林生態系的服務細分為包括供給(食物、原料、淡水、

藥用資源)、調節(調節微氣候與改善空氣品質、碳儲存、減緩極端氣候、廢水處理、防止水土流失和維護土壤肥力、授粉、生物防治)、棲地(提供物種棲地及維護基因多樣性)與文化(休閒娛樂、旅遊、美學、文化及科學研究、精神上的感受)等 17 項功能，以林務局主管職責包括森林生產、水源涵養效益、碳吸存效益、森林遊憩、國土保安，以及生物多樣性等 6 種服務功能。

另因國土保安效益與水土保持保證金及景觀特別稅或有重疊收取之可能，且與當地居民之生活相關，因此屬於區外補償(代收)，其餘 5 項(森林生產、水源涵養、碳吸存、森林遊憩以及生物多樣性)為區內徵收。整合上述建議林務局林班地礦區租用，除土地租金外應視各林地之環境狀況收取生態損害補償。

## (二) 時間軸的設定

在《礦業法》第 13 條採礦權以 20 年為限。期滿前一年至六個月間，得申請展限；每次展限不得超過 20 年。故本計畫評估 20 年以及每年的森林生態系服務效益，作為生態補償費用計算之基準。

## 三、生態損害補償費用評估流程

### (一) 生態損害補償費用評估流程

整體之流程建議先由承租單位於申請時檢附礦業用地生態損害補償

評估說明書，再由林務局進行審核並邀請專家進行現場查核，經專家會議後再核定林地租金(圖 3-3)。

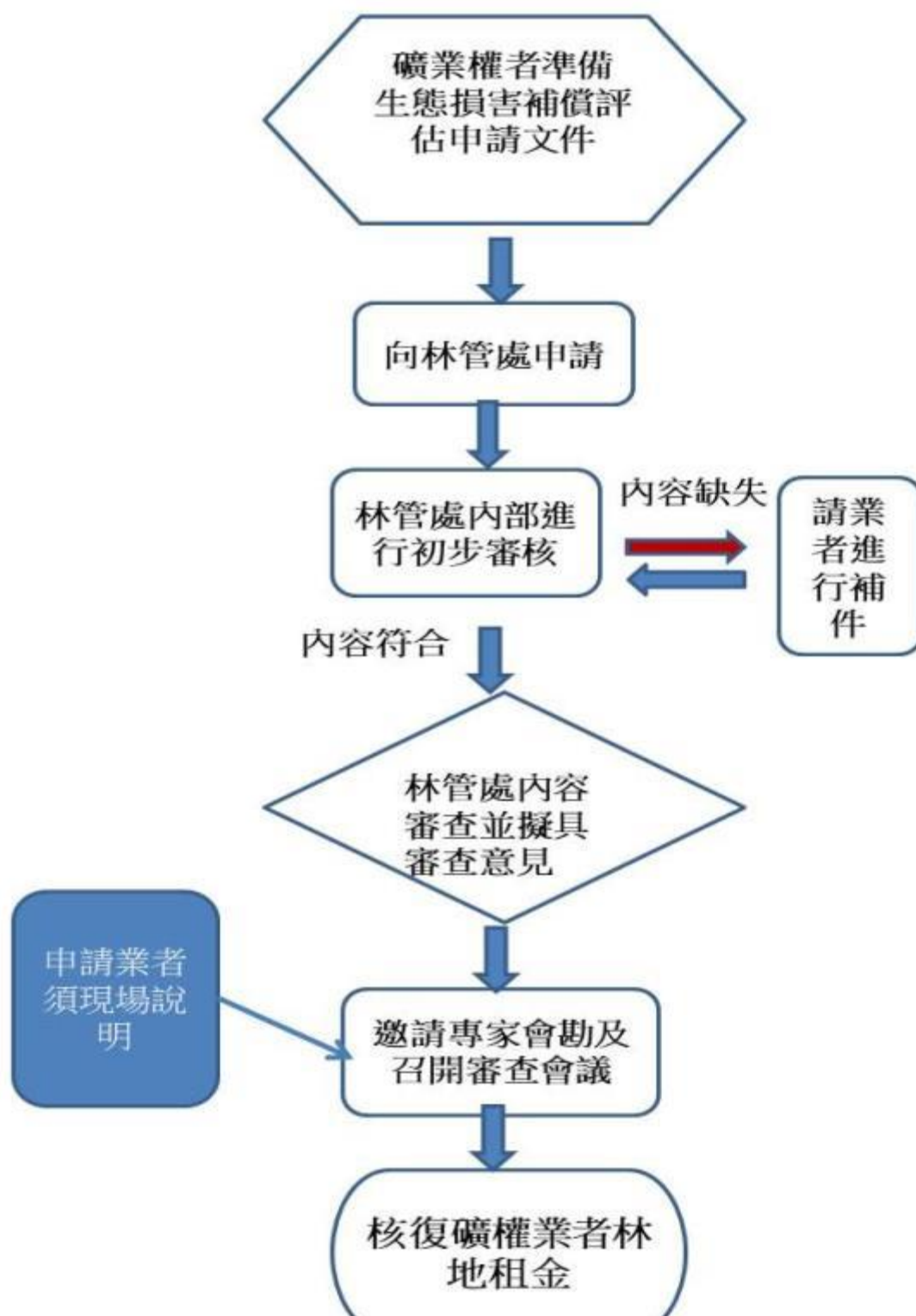


圖 3-3 生態損害補償費用評估流程

(二) 礦業用地生態損害補償評估說明書相關附表

國有林事業區林班地作為礦業用地生態損害補償評估申請文件應記

載事項詳如表 3-4。

表 3-4 國有林事業區林班地作為礦業用地生態損害補償評估申請文件應記載事項

| 規格及應記載事項             | 審查要件                                                                                                                                                                             |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 礦業用地生態損害補償評估說明書規格與內容 | <p>(一) 紙張為 A4 規格 (長 29.7 公分、寬 21 公分)，以直式橫書格式書寫，文字、圖、表及頁碼之字體及內容並應清晰可讀。</p> <p>(二) 除圖表外應採雙面印製。</p> <p>(三) 送件時一併檢附電腦檔。</p>                                                          |
| 須檢附之書圖文件             | <p>(一) 開礦行為核准相關文件。</p> <p>(二) 租地面積、位置及地籍資料，並應提供座標數位資料。</p> <p>(三) 租地使用現況，含土地利用現況及衛星航照圖等。</p> <p>(四) 開礦計畫之規模 (含採礦面積及輸送動線規劃)、性質 (開採礦種、採礦方式) 以及期程。</p> <p>(五) 自行評估開礦及輸送動線 (含道路、</p> |

|                                                          |                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          | 纜車等)對於森林生態服務功能所造成的影響。                                                                                                                                                    |
| 一、申請開礦者之姓名及住(居)所；其為法人或團體者，其名稱、營業所或事務所、設立或變更登記證明文件及代表人之姓名 | (一) 如附表 1。                                                                                                                                                               |
| 二、開礦場所及相關位置圖、開礦行為之內容及其規模                                 | <p>(一) 如附表 2。</p> <p>(二) 檢附細項</p> <p>1.需附地理位置圖，標示並說明開發區域所屬的行政區、面積、產業及人文活動、交通區位等。</p> <p>2.租地面積、位置及地籍資料，並應提供座標數位資料。</p> <p>3.開礦計畫之規模(含採礦面積及輸送動線規劃)、性質(開採礦種、採礦方式)以及期程。</p> |
| 四、開礦行為可能影響生態服務價值                                         | <p>(一) 林地現況說明內容包括:附表 3</p> <p>1.林地內重要物種及其繁殖地、覓食地、遷徙路徑或重要棲息地之使用調查結果。</p>                                                                                                  |

|                  |                                                                                                                                         |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>2.林地地表水(溪流)之水質、水量或水資源之系統（基地所在水系及集水區範圍、水文）等。</p> <p>3.土壤、地形地貌。</p> <p>4.土地使用現況（含明智利用情形）(說明地理位置、土地覆蓋與利用)。</p> <p>（二）可能影響之生態服務功能評估。</p> |
| 五、其他開礦行為相關計畫書圖文件 | <p>（一）檢附其它可述明本開礦行為計畫之相關資料，無則免附。</p>                                                                                                     |

附表 1. 申請林地租用開礦者之名稱

|               |  |
|---------------|--|
| 單位名稱          |  |
| 營業所或<br>事務所地址 |  |
| 負責人姓名         |  |
| 聯絡人電話         |  |

附註：

- 1.申請開礦者為有行為能力之自然人，應列出自然人姓名。
- 2.申請開礦者主管若以其上級機關主管擔任負責人，應事先徵得其同意。
- 3.申請開礦者如為投資財團、集團或為合夥合資機構，應在說明書說明其任務，並檢附需檢附設立文件。

附表 2. 林地租開礦計畫之內容

|         |                                                      |
|---------|------------------------------------------------------|
| 開礦行為名稱  |                                                      |
| 開礦行為之目的 | 須從計畫項目、規模、產能等開發目標，具體說明其對經濟、社會之發展等貢獻，並說明其重要性、需要性及合理性。 |
| 開礦場所位置  | 1.地理位置。<br>2.現況說明。                                   |

|      |                                                                                               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>3.土地覆蓋與周邊土地利用情形。</p> <p>所在位置、所屬行政轄區及土地使用分區、臨近鄉鎮與縣市、重要設施（附開礦範圍圖並標出與可能影響範圍）。</p>             |
| 計畫規模 | <p>1.說明開礦行為之主要規劃內容，包括構想與圖說、土地取得、平面配置、用地面積、施工及營運期程調整、營運及利用運輸路線等。</p> <p>2.開礦與輸送動線之面積與影響範圍。</p> |

註：本附表為摘要說明，細節部分可於說明書中詳述。

附表 3. 林地租開礦現況及生態服務功能評估說明書內容

| 類別         | 調查項目                                                                                                                                                                                         | 章節 | 頁數 | 未調查之原因<br>(應敘明理由) |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------------------|
| 土地使用<br>現況 | 1.現況說明<br><br>2.土地覆蓋與周邊土地利用<br>情形                                                                                                                                                            |    |    |                   |
| 環境概述       | 1.區域氣候(氣候概況敘述)<br><br>2.地面氣候<br><br><input type="checkbox"/> 降水量<br><br><input type="checkbox"/> 降水日數<br><br><input type="checkbox"/> 氣溫<br><br><input type="checkbox"/> 相對濕度<br><br>3.土壤及地形 |    |    |                   |

|       |                                                                                                                                                                                            |  |  |  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| 生態概述  | 1.林地生態與生物組成概述<br>2.林分調查<br>3.重要物種(含動植物)<br>4.重要物種棲地使用情況<br><input type="checkbox"/> 繁殖地<br><input type="checkbox"/> 覓食地<br><input type="checkbox"/> 遷徙路徑<br><input type="checkbox"/> 重要棲息地 |  |  |  |
| 水資源概述 | 1.基地所在水系及集水區範圍、水文概況<br>2.水資源(河川水量、降雨等)<br>3.水質(水溫、懸浮固體(SS)酸鹼值(pH))                                                                                                                         |  |  |  |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| 對森林生態系服務功能影響之評估 | 影響之項目<br><br><input type="checkbox"/> 森林生產<br><br><input type="checkbox"/> 水源涵養效益<br><br><input type="checkbox"/> 碳吸存效益<br><br><input type="checkbox"/> 森林遊憩<br><br><input type="checkbox"/> 國土保安<br><br><input type="checkbox"/> 生物多樣性<br><br><input type="checkbox"/> 其他 |  |  |  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

註：

1.如內容事項較多可分頁填寫。

2.開礦行為可能影響之重要濕地及其周邊環境現況如已載明部分，建議可不重複敘述。

### 第三節 森林生態系服務效益之估算：

就目前估算 6 種森林生態價值，建議可以在租金收取時計算林木生產、碳貯存、水源涵養、森林遊樂以及生物多樣性等森林生態價值。而在國土保安部分因水土保持計畫以及水土保證金的收取，為避免重複收取，僅在土石流危害發生時再收取該項費用。

各項服務效益之估算如下所述，惟各生態服務功能損失的計算公式及值，依據其公式可以計算出價金(亦即每公頃每年生態系服務價值)，為收費上限。至於實際收取多少，可依專家會議或租金比例決定。

#### 一、森林生態系服務四項效益之估算公式：

##### (一) 林木生產：

活立木潛在的價值是林木生產效益的重要組成部分。目前立木價值的計算常用方法有收益法、成本法、市場價值法等。一般採用市場價值法來評估其價值，根據當地林區森林資源統計資料和主要樹種立木市場價計算活立木蓄積年增長量價值(許紀泉，2006)，公式計算如下：

$$FP_i = S_i \times v_i \times P_i$$

FP 為區域森林生態系統木材價值(元)， $S_i$  為第  $i$  類林分類型的分布面積(ha)， $v_i$  為第  $i$  類林分單位面積的淨生長量( $m^3/ha$ )， $P_i$  為第  $i$  類林分的木材價值(元/ $m^3$ )。

##### (二) 碳貯存：

本計畫於森林碳貯(吸)存生態系統服務價值評估上，將以效益移轉法之單位價值移轉作為效益評估方法。林木的碳貯量推估模式，可將林

木材積藉由基礎木材密度換算出林木生物量，再利用林木生物量與地上部、地下部生物量的擴展係數與碳含量等轉換係數，估算出碳貯存量，採用 IPCC (2006)碳貯存量估算式，如以下公式所示：

$$C = V_t \times BD \times BEF \times (1+R) \times CF$$

其中 C (Carbon Storage)為林木每公頃碳貯存量(ton C/ha)， $V_t$  為林齡為 t 時每公頃之林木材積( $m^3/ha$ )，BD (Basic Wood Density)為基礎木材密度(ton/ $m^3$ )，BEF (Biomass Expansion Factors)為林木生物量的擴展係數，R (Ratio of Below 至 Ground Biomass to Above 至 Ground Biomass)為根莖比，CF (Carbon Fraction)為碳含量比率。

$$QRCS = QRC \times AR$$

以上公式係藉由效益移轉法估算森林之碳貯(吸)存效益，利用森林二氧化碳貯存量(ton  $CO_2/ha$ )或二氧化碳吸存量(ton  $CO_2/ha/年$ )QRC 與森林面積 AR (ha)相乘，便會得到森林總二氧化碳貯(吸)存量 QRCS。估算出森林總碳吸存量後，本計畫選擇碳價格與邊際社會損害成本做為評估森林碳吸存效益之參數：

$$VRC = QRCS \times PC$$

公式中，係以前述公式得到的森林二氧化碳吸存量，分別乘以碳價格與邊際社會損害成本 PC (元/ton)，便可得到森林總碳吸存效益 VRC (元/年)。

### (三) 水源涵養：

本計畫主要係以水文平衡收支法進行水源涵養量之評估並依據 Ninan

and Kontoleon (2016)之模式進行估算：

$$QP \times RET = QET$$

$$QP \times RIE = QIE$$

研究區域內每年平均降雨量  $QP$  (mm)分別乘以該區域平均蒸發散率

$RET$  與逕流率  $RIE$ ，即可得到區域內每年平均蒸發散量  $QET$  (mm)以

及年均逕流量  $QIE$  (mm)。

$$QV = QP \times (1 - QET/QIE)$$

$$QV \times A = QW$$

$QV$  為森林區域每單位土壤之蓄水量(mm)，利用年均降水量、蒸發量

及逕流量計算出單位蓄水量，將單位蓄水量與森林區域總面積  $A$  (ha)

相乘，經單位換算後便可得到該區林地留存之總儲水量  $QW$  ( $m^3$ /年)，

於水文平衡收支法中此為森林總水源涵養量。

$$(RC+CTM) \times D \times (1 - (1 + D)^{-LR})^{-1} \div Q_R = C_{RU}$$

$$QW \times CRU = VWC$$

在水源涵養價值評估部分，本計畫係以重置成本之水庫單位容積造價

進行估算，以上公式係以臺灣水庫建造支出  $RC$  (元)，水庫設施可運

行壽命  $LR$  (年)與折現率以及該水庫年均維護成本換算為總維護費用

現值  $CTM$  (元)，前述兩項相加後以折現率計算年金，接續再將此年

金除以該水庫總蓄水量  $QR$  ( $m^3$ )，可得到水庫單位容積造價  $CRU$  (元

/m<sup>3</sup>)。接續將所得之森林涵養水源量  $QW$  ( $m^3$ /年)與水庫單位容積造價

相乘，即可估算出此區域森林涵養水源效益價值  $VWC$  (元/年)。

(四) 森林遊樂：

本計畫採用 Meta 分析函數移轉法以估算森林遊樂效益，根據 Shreshtha and Loomis (2001)之效益移轉法估算森林遊樂價值之一般形式如下：

$$WTP_{ij} = \beta_0 + \beta_1 METHOD_{ij} + \beta_2 SITE_{ij} + \beta_3 ACTIVITY_{ij} + \beta_4 SOCECO_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

以上公式利用實證研究文獻中所估算之單位願付價格 WTP (元/人/年)，作為此函數的應變數；而作為函數的自變數包括 METHOD 為方法變數(TCM、CVM 等)，SITE 為地點特徵變數(地點資源類型等)，ACTIVITY 為遊憩活動變數(賞鳥、登山等)，SOCECO 為遊客之社會經濟變數(性別、年齡、教育程度、平均年收入等)。 $\beta_0$  為常數， $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、 $\beta_4$  為自變數之係數， $\varepsilon$  為誤差項。下標 ij 為第 j 個遊憩區域之第 i 個結果；迴歸模型的變數設定方面，可以根據政策點的人文活動或地點特徵，以及介於研究地點之間之差異，來設計 Meta 迴歸模型，使每一個變數都能符合政策點之需求，而所蒐集之文獻可能因研究方法不同而產生研究結果之差異，亦可藉由方法變數的設定加以調整，至於其他影響效果未知的變數，則可以繼續沿用研究地點的效益評估模型之變數(Rosenberger and Loomis, 2000; Woodward and Wui, 2001; Folrax, Groot and Mooij, 2002；吳珮瑛等人，2009)；而 Meta 迴歸模型建立後，可依序將不同相關變數之樣本均值分別乘以 Meta 迴歸方程式對應的係數以求出政策地點之單位消費者剩餘(元/人/年)。

## 二、森林生態系服務效益之效益值：

### (一) 林木生產效益

(1) 太白山礦區：20 年單位面積林木生產效益範圍值為 129,244.00 至 325,320.20 元/公頃，20 年總林木生產效益範圍值為 466.57 至 1,174.41 萬元。

(2) 勇士山礦區：20 年單位面積林木生產效益範圍值為 129,244.00 至 325,320.20 元/公頃，20 年總林木生產效益範圍值為 407.12 至 1,024.76 萬元。

### (二) 森林碳貯(吸)存效益

(1) 太白山礦區：20 年總森林碳貯存效益範圍值為 1,510,920.47 至 19,951,336.42 元，20 年總森林年均碳吸存效益範圍值為 50,527 至 996,126.10 元/年。

(2) 勇士山礦區：20 年森林碳貯存效益範圍值為 1,318,393.21 至 17,409,060.86 元，20 年總森林年均碳吸存效益範圍值為 44,092.19 至 869,236.77 元/年。

### (三) 森林水源涵養效益

(1) 太白山礦區：20 年單位面積森林水源涵養效益範圍值為 351,351.44 元/公頃，20 年總森林水源涵養效益範圍值為 12,683,787.07 元，年均單位面積森林水源涵養效益範圍值為 17,567.57 元/公頃/年，年均總森

林水源涵養效益範圍值為 634,189.35 元/年。

(2)勇士山礦區：20 年單位面積森林水源涵養效益範圍值為 159,699.55 元/公頃，20 年總森林水源涵養效益範圍值為 5,765,153.68 元，年均單位面積森林水源涵養效益範圍值為 7,984.98 元/公頃/年，年均總森林水源涵養效益範圍值為 288,257.68 元/年。

#### (四) 森林遊樂效益

健行：20 年健行之總森林遊樂效益範圍值為 10,521,601,020.14 至 14,973,314,782.68 元。每年每人健行之森林遊樂效益範圍值為 13,989.11 至 13,989.11 元/年/人。

觀賞野生動植物：20 年觀賞野生動植物之總森林遊樂效益範圍值為 76,228,996,768.54 至 80,481,849,263.03 元。每年每人觀賞野生動植物之森林遊樂效益範圍值為 71,218.42 至 75,191.73 元/年/人。

野餐：20 年野餐之總森林遊樂效益範圍值為 582,744,113.12 至 4,913,143,832.27 元。每年每人野餐之森林遊樂效益範圍值為 71,218.42 至 75,191.73 元/年/人。

露營：20 年露營之總森林遊樂效益範圍值為 12,207,131,959.63 至 16,611,985,577.29 元。每年每人露營之森林遊樂效益範圍值為 11,404.75 至 15,520.07 元/年/人。

綜合活動：20 年綜合活動之總森林遊樂效益範圍值為

1,956,255,846.79 至 5,616,217,262.11 元，每年每人綜合活動之森林遊樂效益範圍值為 1,827.67 至 5,247.06 元/年/人。

#### (五) 生物多樣性效益：

生物多樣性效益由於不具次級資料，因此其估算必須藉由問卷蒐集資料結合經濟模型估計。本計畫採用標準的兩階段全國抽樣調查，在 95%的信賴水準下，抽樣誤差小於 3%。結合封閉式單屆二元選擇波比(Probit)模型，得到太白山礦區國有林地生物多樣性價值為每人 293.045 元，而勇士山礦區國有林地生物多樣性價值為每人 298.316 元。

### 三、實際收取租金與林地市價及生態系服務價值之公式：

實際收取租金與林地市價及生態系服務價值之關係如式(1.)所示，並可進一步拆解為式(2.)。經專家會議決定實際收取租金後，以後各年租金可依照林業貸款利率調升。兩個公式計算如下：

公式：

每公頃每年實際收取租金=(千分之四\*每公頃林地市價)+(專家會議決定之百分比\*每公頃每年生態系服務價值) (1.)

每公頃每年實際收取租金=(千分之四\*每公頃林地市價)+(專家會議決定之百分比\*每公頃每年林木生產價值)+(專家會議決定之百分比\*每公頃每年碳貯存價值)+(專家會議決定之百分比\*每公頃每年水源涵養價值)+(專家會議決定之百分比\*每公頃每年森林遊樂)+(專家會議決定之百分比\*每公頃每年生物多樣性價值) (2.)

以太白山及勇士山為例，其 5 種價金(亦即每公頃每年生態系服務價值)如下表所示。

表 3-5 2018 年每公頃每年生物多樣性價值

|         | 太白山礦場     |
|---------|-----------|
| 1.水源涵養  | 18,491    |
| 2.碳吸存   | 11,225    |
| 3.森林生產  | 5,728     |
| 4.遊憩    | 2,401,716 |
| 5.生物多樣性 | 3,885,622 |
|         | 勇士山礦場     |
| 1.水源涵養  | 8,405     |
| 2.碳吸存   | 11,225    |
| 3.森林生產  | 5,728     |
| 4.遊憩    | 2,752,443 |
| 5.生物多樣性 | 4,533,143 |

若欲推廣至其他礦區則前四項效益，可以蒐集資料依照公式計算。而生物多樣性效益若是類似區位之國有林地礦區，則可比照太白山及勇士山收取。而若生物物種狀況明顯較差(例如種類或保育類明顯較少)之國有林地礦區，則可視其情況依物種比例打折收取。其百分比，宜由專家會議決定。

## 第四章 生態補償概念與法律研析

### 第一節 生態服務價值與補償概念之發展

#### 一、生態系暨生物多樣性之經濟倡議

八大工業國暨新興工業五國(G8+5) 2007年3月在德國波茨坦(Potsdam)召開環境部長高峰會，會中德國政府提出「發起對生物多樣性的全球經濟效益、喪失生物多樣性的價值、未能採取防護措施產生的效果以及採取有效保護措施的成本進行分析的行動」的提議，並作為生物多樣性「波茨坦倡議」的一部分，爾後2007年6月於德國海利根達姆舉行的G8高峰會中，通過該項提議並啟動「生態系暨生物多樣性之經濟倡議(TEEB)」專案，此係由德國政府與歐盟執委會(European Commission, EC)發起，聯合國環境規劃署(The United Nations Environment Programme, UNEP)主持；其重點為體現自然價值(making nature's value visible)，主要目標是將生物多樣性及生態系服務之價值納入各級決策的主流(Kumar, 2010; TEEB, 2010; Sukhdev *et al.*, 2014)。

生態系暨生物多樣性之經濟倡議(TEEB)整理 MEA(2005)所列千禧年生態系評估中生態系服務與人類福祉的關聯性之分類體系區分四大類：(1)支持功能(supporting)，是指為維持自然生態系正常運作的各項功能，包括光合作用、碳循環、氮循環、水循環、土壤形成等功能，在支持功能良好的運作下，其他三類功能方可正常運作。(2)調節功能(regulating)，是指可減輕自然環境對人類生活環境衝擊的各項功能，包括淨水功能、洪水調節、碳儲存、氣候調節、分解廢棄物等。(3)供給功能(provision)，是指生態系提供人類許多物質原料與非物質自然美景，包括水、食物、燃料、各種生產原料、生物多樣性等。(4)文化功能(cultural)，

是指人類與生態系互動後，衍生出特定的生活方式、風俗習慣，以及豐富的文化傳承(Kumar, 2010;TEEB, 2010)。

基於上述四大類功能將全球的生態系服務分為大氣調節(gas regulation)、氣候調節(climate regulation)、干擾調節(disturbance regulation)、水源調節(water regulation)、水源供給(water supply)、侵蝕控制及保留沉積物(erosion control and sediment retention)、土壤形成(soil formation)、養分循環(nutrient cycling)、廢棄物處理(waste treatment)、昆蟲授粉(pollination)、生物控制(biological control)、生物避難所(refuge)、食物供給(food production)、原物料(raw materials)、基因資源(genetic resources)、休閒遊憩(recreation)、文化價值(cultural)等 17 項服務，並用以估算各生態系服務之平均價值。

由於各類型生態系所提供的生態功能不盡相同，對人類衍生的經濟價值也有所差異。陳雅惠等(2011)整理生態系暨生物多樣性之經濟倡議(TEEB)第一階段的研究，主要是描述在開發和使用適當方法使生態系統和生物多樣性價值化時所面臨的各種挑戰，尤其是在當代及其後代間，世界各地區、不同發展程度國家間作出的選擇。而第二階段始於 2009 年 9 月，其任務是在考慮倫理和公平、自然過程、人類行為的風險以及不確定性等問題，將生態系統及其相關服務反映至特定政策上，且國家、企業和個人均需瞭解使用自然資源的代價，及不同的政策所帶來的後果。由於多數的生態系統和生物多樣性具有公共財的特性，不具市場價格，解決此問題有許多方法，尤其是可採取獎勵、政府支持和投資等方面來維護該產品的流通，其中一個方法即是生態系服務功能支付(PES)，此種方式亦可促進林業部門發展綠色經濟(green economy)(陳與李，2013)。

## 二、生態補償概念之發展

1970 年代因自然環境開發對生態造成極大的衝擊，因此生

態補償或舒緩(mitigation)之議題開始受到重視。生態補償制度以創造、復育、改善或保育棲地等方式，補償因工程開發與建設所造成生態功能或生態價值之損害，以確保整體生態品質能維持在原先或更高水準之狀態，因此補償措施須以「零淨損失」(no net loss, NNL)之概念為原則執行對生態環境之補償，即對生態資源的「資源面積」(resource acreage)及「生態功能」(ecological function)方面皆零淨損失(Gardner *et al.*, 2012)。

世界各國對於生態補償之方式不一，拉姆薩公約(Ramsar Convention on Wetlands)於2012年的科學短訊第3號(Avoiding, mitigating, and compensating for loss and degradation of wetlands in national laws and policies, Ramsar Scientific and Technical Briefing Note no. 3)中彙整世界各國濕地補償相關法規與原則，提出舒緩濕地消失及劣化之共同基本原則為：迴避衝擊、使衝擊減到最小以及補償濕地損失的生態功能。補償之方式包括直接土地補償以及貢獻其他對生態有益之補償，亦即復育(restoration)、重建(re-establishment)、收購遭受威脅之土地作為保育資產、保護(protection)、管理、教育、研究、威脅移除、銀行建立(banking)、信貸交易、信託基金等手段都可以用來進行生態補償(薛美莉等 2015)。

大部分的國家將濕地補償放置於環境影響評估法中，歐盟則以棲地命令(Habitats Directive)來保護濕地，美國的濕地法條主要源於聯邦政府淨水法修正案第404節(Clean Water Act, Section 404)，凡是屬於「美國水體」的區域，疏浚(dredged)以及回填(fill)等所有的活動，都屬於《淨水法》第404節進行管制，其目標是讓所有的地表水都需回復到原始潔淨的狀態。雖然《淨水法》第404節並沒有直接明訂「生態衝擊彌補」措施之相關條文，但由於立法精神與管制項目之涵蓋，故聯邦機構仍是依循《淨水法》第404節進行聯邦行政規則之訂定。在1990

年美國陸軍工兵團 (United States Army Corps of Engineers, ACOE) 與美國環境保護署 (USEPA) 間的協議備忘錄 (Mitigation Memorandum of Agreement between the U.S. EPA and the Department of the Army, MOA) 中，以恢復和維持國家的水域的化學、物理與生物完整性，包括濕地為原則。工兵團及環保署在 2008 年頒布、實施最新修訂的生態衝擊彌補機制之聯邦行政規則 (Final Environmental Assessment, Finding of No Significant Impact, and Regulatory Analysis for the Compensatory Mitigation Regulation)，且仍持續修正與檢討。

參照外國法例，生態補償跟生物多樣性抵換都是經常被使用的政策工具，目的是用來減緩生物多樣性的消失率。基於破壞污染者付費原則，開發者必須為了因開發所造成的環境減損 (environmental degradation) 付出賠償。既然是以開發造成的損失為計算依據，生態補償一定是以計畫 (program) 的方式作為計算損失的基礎。並透過各種方式達到補償目的，例如金錢或是保育行動。但生物多樣性抵換就只能用某一種特定的保育方法達到補償的效果，並達成零淨損失 (NTL) 或是淨收益 (net gain) 的效果。

由於採礦後的林地岩盤露出、土壤淺薄，復育造林困難，同時也影響造林成效及碳吸存效果，造成生物多樣性大量損失。為合理估算礦業用地環境成本 (environmental cost)，以達到受益者付費 (beneficiary pays principle, BPP) 及使用者付費 (user pays principle, UPP) 原則。近年來臺灣開始利用植物進行礦區復育研究 (劉 2007)，並探討礦區土地復墾 (land reclamation) 與再利用的可能性。在國外植物修復 (phytoremediation) 為礦區復育最常用的方式 (Wang 2003; Bauman *et al.* 2012)，但因礦區的土壤非常不穩定，成林期長，植被選擇不易，因此礦區復育至少要 20 年的時間才能達到「原始林標準」 (吳偉誠與張成華 2010)。目

前臺灣的礦業法中第 48 條雖明定礦業用地經使用完畢後，礦業權者應依核定之水土保持計畫，實施復整及防災措施，但對於生態補償尚無法令規範。

## 第二節 我國生態補償相關法律

### 一、濕地保育法

我國目前有關生態補償的法律，僅有濕地保育法規範補償的執行程序(附錄 1)。在濕地保育法中定義「異地補償：指以異地重建棲息地方式，復育濕地生態所實施之生態補償。」；以及「生態補償：指因開發及利用行為造成濕地面積或生態功能損失，對生態環境實施之彌補措施」，因此在補償的方式上以直接補償(異地重建)之方式為優先，其他對生態有益之補償措施為輔。

濕地保育法第二十三條則明定「重要濕地應依重要濕地保育利用計畫經營管理，除合於本法或漁業法之使用者外，於重要濕地內以生產、經營或旅遊營利為業者，應向所屬主管機關申請許可，並得收取費用；相關經營收益，應繳交一定比率之回饋金。前項經營管理之許可、收費、運用、回饋金繳交比率、會計稽核及其他應遵行事項之辦法，由主管機關定之。」，依此法條賦予主管機關收取回饋金之權利。

此外在濕地保育法第五章開發迴避、衝擊減輕及生態補償，法條第二十七條到三十二條明訂濕地補償之執行程序。並依第三十條第三項訂定「衝擊減輕及生態補償實施辦法」(附錄 1)。在該辦法中規定「濕地影響費計算公式」以及「重要濕地異地補償代金計算公式」，這兩個計算公式中將濕地損失之生態經濟價值以及濕地復育與經營管理之時間與成本生態經濟價值都列入計算。

### 二、濕地影響費計算公式

重要濕地受影響面積＝申請案基地位於重要濕地內面積＋申請案基地向外距離所包含之重要濕地面積。

每單位重要濕地損失之生態經濟價值＝每平方公尺金額（註 2）×（損失基地等級與濕地類型之復育時間／15 年）×（開發開始至完成時間＋損失基地等級與濕地類型之復育時間／2）。

註 1：申請案基地向外距離，國際級重要濕地為 50 公尺、國家級重要濕地為 30 公尺、地方級重要濕地為 10 公尺；必要時，得由主管機關視實際影響審酌衝擊減輕或替代方案之預期成效，酌予調整。

註 2：上開每平方公尺金額標準值，中央主管機關應每 5 年檢討公告。

### 三、重要濕地異地補償代金計算公式

代金＝重要濕地損失面積×（每平方公尺土地購置成本(註 1)＋每平方公尺濕地復育與經營管理成本(註 2)＋每單位重要濕地損失之生態經濟價值(註 3)）。

註 1.每平方公尺土地購置成本為該損失基地周邊一公里範圍內之平均土地公告現值。如無此項資料，則採計最接近已登錄土地之土地公告現值。

註 2.每平方公尺濕地復育與經營管理成本＝每平方公尺金額×（損失基地等級與濕地類型之復育時間/25 年）。

註 3.每平方公尺重要濕地損失之生態經濟價值，依濕地影響費計算公式第 2 點公式計算之。

註 4.重要濕地異地補償代金標準值及每平方公尺金額標準值，中央主管機關應每 5 年檢討公告。

#### 四、林務局主管法令與生態補償

目前林務局主管法令包括森林法、野生動物保育法、以及文化資產保存法等。森林法主要是規範林政、森林經營及利用、保安林、森林保護、監督及獎勵以及罰則等；野生動物保育法則是維護物種多樣性，與自然生態之平衡；文化資產保存法以保存及活用文化資產為目標，但自然地景及自然紀念物之中央主管機關為行政院農業委員會。自然地景、自然紀念物為指具保育自然價值之自然區域、特殊地形、地質現象、珍貴稀有植物及礦物。

綜觀此三項法令並無生態損害補償之名詞，僅森林法第 48-1 條為獎勵私人或團體長期造林，政府應設置造林基金；其基金來源第二項明定山坡地開發利用者繳交之回饋金，亦即當山坡地開發時開發者應依此法條繳交回饋金。其繳交義務人、計算方式、繳交時間、期限與程序及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關擬訂，報請行政院核定之。

而在「山坡地開發利用造林回饋金繳交辦法」第 5 條本回饋金之計算方式，應依其開發利用程度之類別，以水土保持主管機關核定水土保持計畫或簡易水土保持申報書之計畫面積，與其當期公告土地現值

乘積百分之六至百分之十二計算。無公告土地現值者，以毗鄰或鄰近之公告土地現值計算。第一項類別及計算回饋金之乘積比率，由主管機關公告之。

由上述法令來看，目前林務局所主管的法令中並未將開礦所造成之生態損失經濟價值與復育所需之時間與經費列入回饋金或租金的概念中。

### 第三節 各國礦業法令與於生態補償研析

#### 一、美國礦業法

美國礦業法的名稱是礦場與礦業法(Mineral Lands and Mining)，總共 32 章。<sup>1</sup>其中礦場土地與一般規定(Mineral Lands and Regulations in General)在第二章，被稱為 1872 年普通礦業法(General Mining Law of 1872)。<sup>2</sup>在美國礦業法中，並沒有關於生態補償的規定。只有在礦場的開發或是污染控制有關的情況，會危及自然資源（包括濕地或其他物種的保護），才會另外適用跟自然資源有關的法律。綜觀與美國的礦業有關的法規如下表 4-1。

表 4-1 跟礦業有關的美國聯邦法規

|    |                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | National Environmental Policy Act (NEPA)                                       |
| 2  | Clean Air Act (CAA)                                                            |
| 3  | Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)                                  |
| 4  | Clean Water Act (CWA)                                                          |
| 5  | Toxic Substances Control Act (TSCA)                                            |
| 6  | Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) |
| 7  | Federal Land Policy and Management Act                                         |
| 8  | Safe Drinking Water Act                                                        |
| 9  | Solid Waste Disposal Act                                                       |
| 10 | Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act           |
| 11 | Endangered Species Act                                                         |
| 12 | Migratory Bird Treaty Act                                                      |
| 13 | Mineral Lands and Mining Act                                                   |
| 14 | <b>Surface Mining Control and Reclamation Act</b>                              |

例如礦業業主在處理礦產環境而有污染水源、危及濕地保育，或是所有跟清潔水法(Clean Water Act)第 404 節有關的行為時，

<sup>1</sup> 30 U.S.C. § 1, Mineral Lands and Mining 1872.

<sup>2</sup> 30 U.S.C. § 21~ § 54, General Mining Law of 1872.

有關單位會引用清潔水法的規定，檢討是否有生態補償的情事發生。各機關的主管業務不同，礦業與礦場是由美國的礦業局所管理，但是濕地保育、生態補償的法律卻是由美國環保部與美國陸軍工兵署(US Army Corps)共同處理。依據美國清潔水法以及美國聯邦規則彙編(Code of Federal Regulations)第 40 冊第 230 部的規定，濕地生態補償最低的補償比例是 1:1，其濕地功能或是濕地面積都需達到補償目標。濕地的開發者也可以向濕地緩解銀行(mitigation banks)業者購買抵換額度。而為了建立緩解銀行，緩解銀行之發起人還得要先備齊緩減計畫(mitigation plan)並向美國工兵署申請許可，取得認證之證書(certification)之後，才能開始緩解銀行的運作。

另外一種會適用生態補償機制的情況是依據美國國家環境保護政策法(National Environmental Protection Policy Act, NEPA)。如果聯邦的開發政策或計畫，不管是基礎設施建設或是開發計畫會損及生態者，在從事政策評估時，就要實施政策環境影響評估。如果該開發的計畫、場址、範圍、區域等對於特定的物種、棲地、文化地點、生態棲地、自然環境等有所衝擊，並且可以確定造成衝擊的原因、種類、範圍等因素，開發單位就應該提出損害的規模以及填補生態損害的方法(compensatory measures)，再來決定補償的規模與方式，取得政府的許可後，才可以實施補償措施。在立法理由中，國會承認每個人都有享受健康環境的權利，每個人對於環境的保護、保育與強化保護都享有共同的責任。<sup>3</sup>

通常礦區開發計畫涉及的法規包括 NEPA、NEPA 規定中的環境影響評估、清潔水法第 404 節之濕地零淨損失政策、瀕危物種法(Endangered Species Act)以及原油逸散法(Oil Spill Act)中

---

<sup>3</sup> 42 U.S.C.A. § 4331. Congressional declaration of national environmental policy, (c) The Congress recognizes that each person should enjoy a healthful environment and that each person has a responsibility to contribute to the preservation and enhancement of the environment.

有關於超級基金(Super fund)應用的方式。同時應該注意的是，在野生動物保護的領域，針對動物棲地的破壞，在法律的用語是生物抵換，但都是針對特定物種，因此跟生態補償面積的計算不同，引用的法律也不一樣。在生物抵換的領域適用的法律是瀕危物種法(Endangered Species Act)。

美國針對煤礦開採後的復墾，訂定開採前繳交復墾費(Reclamation fee)的收費方式，並設置遺棄礦區回填基金(Abandoned Mine Reclamation Fund)，是依據《美國法典註釋》(United States Code Annotated/U.S.C.A.)解釋礦場與礦業法(Mineral Lands and Mining Act)第 25 章關於露天採礦控制與復墾(Surface Mining Control and Reclamation)的規範。美國露天採礦控制與復墾法(Surface Mining Control and Reclamation Act, SMCRA)制訂於 1977 年 8 月，針對煤礦的開採的行為（包含露天開採、開發礦坑）還有探礦的行為，課以繳交復墾費的作法。雖並沒有事先要求提出補償或是提出補償措施計畫的規範，但有針對開礦之後的復墾與控制加以規範。確保煤礦礦區在開採期間以及之後，煤礦開礦的行為不會影響到個人以及環境，以便確保土地可以在開礦之後再被利用，並透過積極的回填計畫降低因開採行為造成的環境影響。SMCRA 適用的區域是針對(1)露天採礦的礦區、(2)廢料區/庫(wastebanks)、(3)煤炭加工程序(coal processing)或(4)其他採礦工序可能影響的地點、(5)被遺棄的礦區、(6)在 1977 年 8 月 3 日之前因不適當回填方式而遺留迄今的地點，以及(7)依聯邦法或是州法有繼續實施回填措施責任之地點。美國有制定廢棄礦場回填基金(Abandoned Mine Reclamation Fund)，<sup>4</sup>該基金由美國內政部(Department of Interior)管轄，秘書長 (Secretary of Interior)具名管理，所以是一個國家

---

<sup>4</sup> 30 U.S.C. § 1231. Section 401. Abandoned Mine Reclamation Fund.

基金。各州也可以依據州法成立此類之廢棄礦場復墾基金。檢視該法的整體內容，生態補償並不是規範煤礦礦區開採後復原的主要目的，該法的第 515 條<sup>5</sup>也僅說明核發露天開採與復墾許可的其中一個條件是開採或復墾的實施方法(operation measure)要確定不會影響排水設施，避免讓有毒物質或污染物質影響環境，以便達成對土地的生態合理利用(ecologically sound land use)的目的。環境標準的依據則來自於國家環境政策法(NEPA)，有涉及水、空氣等議題，則需要依據聯邦水污染控制法(Federal Water Pollution Control Act)與清潔空氣法(Clean Air Act)的相關規定與標準。

依據該法第 402 條復墾費(Reclamation fee)之規定，<sup>6</sup>露天煤礦採礦業者必須按照每產出一噸的煤，就需要繳交 31.5 美分(31.5 cents)的復墾金給內政部，地下煤礦採礦業者則需要依據每噸煤 13.5 美分(13.5 cent per ton)的比率繳交；或是依照煤礦藏量之百分之十(10%)比例計算礦藏量，並以每噸收 12 美分的比例徵收復墾費。而秘書長有權利針對煤礦業者的復墾費計算方式有裁量權，可以在這兩種徵收方式，依實際狀況選擇其中一種計算方式。但是不管如何，最低的費用計算方式則是每噸 9 美分(9 cents)或是依據每噸礦藏量的百分之二(2%)計算，並依據計算結果較低的方式定之。但針對褐煤(lignite coal)的計算方式則不在此限。採礦業者必須在每一季結束前 30 日內繳納。復墾費徵收的期間自 1977 年 8 月 3 日起自 2021 年 9 月 30 日止 (August 3, 1977, and ending September 30, 2021)。依據 SMREA 的授權，將收取的復墾費成立遺棄礦區復墾基金(Abandoned Mine Reclamation Fund)，美國內政部(US Department of Interior)亦於 1977 年成立了露天採礦控制與復墾執法辦公室(Office of Surface Mining Control and Reclamation and Enforcement, 稱為

---

<sup>5</sup> 30 U.S.C. § 1265. Section 515 – Environmental Protection Performance Standards

<sup>6</sup> 30 U.S.C. § 1232. Section 402. Reclamation fee.

OSMRE)<sup>7</sup>，專職相關復墾執法與基金費用的管理。

復墾基金的分配方式(allocation of Funds)依據同條第(g)項的規定，

(1)每年秘書長應該把每年從各州收取的回填費的 50%(除印第安保留地上收取的費用外)，分配給各州一次，只要該州符合下列各項條件：a. 依據 1235 條規定而由該州政府批准的州復墾計畫(State Reclamation Plan)； b. 土地或水符合第 1234 條或是第 1240(a)條之規定者。

(2)每年秘書長應該把每年從印地安保留地收取的回填費的 50%(除印第安保留地上收取的費用外)，分配給各印地安部落一次。

(3)秘書長所分配給各州與各印地安保留地的回填費，只能用在復墾計畫之建設以及復墾計畫所需的行政費用。

(4)每個用復墾金補助的計畫不能超過三年。

主管復墾措施的監管機構包括內政部秘書長(Secretary of Interior)、印地安保留地的酋長(Head of India tribes)以及各州州長(the Governor)。應該施作回填措施的人則包括實行生態補償措施者、主持相關計畫者，另外還有土地所有人。

從這些規定來判斷，美國礦場與礦業法中關於回填費的收取方式，採取的是開採前收費或是探礦之後就開始計算收費，所以也是取得探礦權之後的收費方式。而使用復墾費的方式也有所指定，不能用於該法規定之外的其他用途。因此，比較像是我國特別公課的用法。在該復墾基金相關的規定中，沒有特別對生態、環境作定義，但從上述的相關規定中可知該基金所欲再生、修復者包含水陸兩方面的環境，且含土壤、水、河床、森林地、魚類、野生動物和水陸生植物等。

---

<sup>7</sup> Office of Surface Mining Control and Reclamation and Enforcement，網址參照 <https://www.osmre.gov/programs/aml.shtm>

## 二、加拿大礦業法

加拿大大部分的礦場均為國有，分別屬聯邦與各省政府所有，少部分為私有以及原住民所有的礦場。加拿大礦業管理單位分別為聯邦與省兩級，法律有聯邦法與各省的省法律都有管轄權。在加拿大西北地區、育空地區和印地安保留地，以及國家公園公有土地內的礦產資源、沿海大陸棚上的礦產資源所有權均屬於聯邦政府，聯邦政府該行業管理部門主要是聯邦自然資源部。其他各省的礦產資源為各省政府所有。依加拿大憲法規定，若礦場坐落在省的土地管轄範圍內，應優先適用省的礦業法律；但如果是在屬地(territories)上的礦場則適用地方的法律；若礦場跨越兩個屬地，則由聯邦的中央政府接管管轄並適用聯邦法律。另外在加拿大的礦業法中，只有省才具有關於礦業的立法權力，聯邦僅有跟鈾礦或是與鈾能源有關的礦業、或是跟聯邦皇家企業有關的礦業事務、以及坐落在聯邦土地或海岸的礦業活動等少數事項有直接立法權力，但是到目前為止沒有聯邦的礦業法出現。而如果在礦場中有涉及漁業法(Fisheries Act)、環境影響評估法(Environmental Assessment Act)與炸藥法(Explosive Act)有關的，則應適用聯邦法。

加拿大 1990 年的環境保護法(The Canadian Environmental Protection Act, 1999. CEPA)其中第 3 條有針對「生物多樣性」(biological diversity)加以定義：生物多樣性指的是所有來源的生物體的多樣性，包括但不限於前述的一般性，陸地和海洋以及其他水生生態系統及其所形成的生態複合體，包括物種和生態系統內的多樣性。<sup>8</sup>生態系統(ecosystem)的定義則是植物、動物、微生物群落，與其非生物環境相互作用的動態複合體。<sup>9</sup>但是這

---

<sup>8</sup> The Canadian Environmental Protection Act, 1999, Article 3, 原文：「the variability among living organisms from all sources, including, without limiting the generality of the foregoing, terrestrial and marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they form a part and includes the diversity within and between species and of ecosystems.」

<sup>9</sup> Article 3, 原文：「ecosystem means a dynamic complex of plant, animal and micro-organism communities and their non-living environment interacting as a functional unit.」

個環境保護法裡面沒有生態補償的定義。在賠償部分的條文，第 39 條的規定則是「任何人因違反本法或本規定的行為而遭受或即將遭受損失或損害的，可向有管轄權的法院申請禁制令，命令從事該行為的人

(a) 不得做任何法庭認為會造成或將會造成損失或損害的事情；或是

(b) 作出任何法庭認為可預防或將會防止該損失或損害的事情。

10

以及第 40 條之規定：「任何人因違反本法或本條例任何規定的行為而蒙受損失或損害的，可以在任何具有管轄權的法院提起訴訟，要求從事該行為的人

(a) 負擔相等於該人所遭受的損失或損害的金額和

(b) 支付一筆賠償金額，用以賠償該人在根據本條，就該事項及法律程序而招致的訟費。」<sup>11</sup>

依據環境保護法的規定來看，加拿大聯邦政府以及各省政府確實有權利引用環境保護法的規定，針對礦區與礦場的生態是否有因為採礦的行為有所損失而提出訴訟要求賠償，或者是採取行政行為或是措施，要求礦業經營人或開發單位就生態損失加以賠償。但是卻沒有看到政府有類似要求，顯然是低估了礦業業者的利潤與破壞活動。

加拿大聯邦的環境影響評估法(Canadian Environmental Assessment Act , CEAA)在 2012 年制定並在 2013 年的 10 月 24

---

<sup>10</sup> The Canadian Environmental Protection Act, 1999, Article 39, 原文：「Any person who suffers, or is about to suffer, loss or damage as a result of conduct that contravenes any provision of this Act or the regulations may seek an injunction from a court of competent jurisdiction ordering the person engaging in the conduct(a)to refrain from doing anything that it appears to the court causes or will cause the loss or damage;or(b)to do anything that it appears to the court prevents or will prevent the loss or damage.

<sup>11</sup> Article 40, 原文：「Any person who has suffered loss or damage as a result of conduct that contravenes any provision of this Act or the regulations may, in any court of competent jurisdiction, bring an action to recover from the person who engaged in the conduct(a)an amount equal to the loss or damage proved to have been suffered by the person;and (b)an amount to compensate for the costs that the person incurs in connection with the matter and proceedings under this section.

日生效實施。依據新制定的環境影響評估法「規劃實際活動規則之修正規則」(The Regulations Amending the Regulations Designating Physical Activities)，在原本的規則就要求所有的礦業(包含煤礦與金屬礦)都需實施環評。新修正規則中更明定 (1) 鑽石礦、(2)磷灰石礦、(3)鐵路的車廂、車斗停車場、(4)跨國或是跨省的隧道與橋樑、(5)跨越聖羅倫斯河海道的橋樑、(6)根據「加拿大石油資源法」頒布的「勘探許可證」，其中規定的第一個鑽探計畫中的海上探井；(7)油砂礦的擴充計畫等七類，都需要實施環境影響評估，檢討開礦行為對環境所產生的負面衝擊。由此一規則觀察，在加拿大是所有的礦業都被要求要實施環評。<sup>12</sup> 環境與礦業行為的規範，沒有聯邦法來規範礦業的環境保護義務與行為，而各省享有省的環境立法權，由各省以保護該省居民的環境權利為由，可以立法予以保護。因此，加拿大礦業法中第 101 條有規定，礦區的環境品質係藉由各省的環境品質法(Environment Quality Act)來作為執行環境保護活動的依據。其中關於環境影響評估之規制，則要遵守聯邦的環境影響評估法(Canadian Environmental Assessment Act , CEAA)來加以評估。加拿大環境影響評估法第 101 條規定，藉由環境品質法 (Environment Quality Act) 其中關於環境影響評估規制來加以評估規範環境與礦業行為。

加拿大跟礦業有關的聯邦稅法與稅率，聯邦收取的權利金(royalties)為 10%，依據開發後的獲利計算。如果獲利超過五百萬加幣，權利金為 5%；獲利超過五百萬到一千萬之間者，權利金為 6%；往後以賺一百萬加幣為單位，權利金就再加 1%，上限則是 14%。各省的權利金則為 5%~17%之間。加拿大礦業之營業稅稅率大約在 31%~46%之間。聯邦的礦業營業稅是為 4%(以礦業之製造值計算)。礦業公司要付給省政府的公司營業

---

<sup>12</sup> Regulations Designating Physical Activities (SOR/2012-147), Physical Activities. 網址 <http://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2012-147.pdf>.

所得稅係為 8.25%~15%，而聯邦的營業所得稅率則為 18%(2012 年 7 月 1 日後下降至 15%)，省和地方稅率為 10%~16%，其餘為礦業稅的稅率 3%~12%。礦產資源稅費制度複雜，共有 13 種(1 個聯邦、10 個省級和 2 個自治區)的稅費制度。加拿大與礦業運營有關的稅費有三類：一、聯邦所得稅，對礦業運營企業淨所得（礦業收入與運營費用、折舊、各種開採成本的差額）徵稅。二、地方所得稅，包括省及省以下地方政府的所得稅，其稅基與聯邦政府所得稅相同或者類似。三、對生產收入或者利潤獨立徵收的地方礦業稅或者權利金。

從 1980 年開始，加拿大政府就要求礦業公司需要在開採期限屆止或完成之時，復原(rehabilitate) 原礦場場址。依據國家孤立和被遺棄的採礦倡議(National Orphaned and Abandoned Mining Initiative)與國家公園法(National Parks Act)<sup>13</sup>的規定，另外還要求礦業公司必須在關閉礦場時向煤炭部(Ministry of Coal)提出「關閉計畫」(closure plan)並且提列一定金額的財務資源，確保資金可以實施關閉計畫，以免遭遇公司倒閉、破產甚至是廢棄(abandon)該礦場的情況。

從加拿大各省的立法來看生態補償的相關規定，如魁北克省的礦業法第 232.1 條-第 232.3 條關於修復和恢復計畫，<sup>14</sup>規定礦權持有人在採礦活動開始之前，必須要向省環境部部長提交修復和恢復計畫，提交計畫之目的是為了讓因採礦活動影響的土地恢復到令人滿意的狀態，且需防止因尾礦存在於現場所可能引起的環境破壞。並且在同法第 232.4 條關於提供擔保之規定中，提出必須對修復和恢復計畫所要求的工作提供擔保，省環境部部長並可依第 232.6 條之規定，視情況增加或減少擔保，使其與實施恢復和恢復計畫的可預見成本保持一致。

---

<sup>13</sup> 加拿大國家公園法中只有提及生態完整性(ecological integrity)而沒有提及生態補償。有提及補償的規定來自於第 31 條，但是針對人民財產(property)的損失或補償，而不是針對生態系統。

<sup>14</sup> Quebec Mining Act, December 1, 2016. Article 232.1.

觀察加拿大所有的礦業法規，並無相關生態補償的規定，即便是礦場關閉之後的關閉計畫也沒有要求提出生態補償的規定。事實上加拿大也沒有一套濕地保護的專法，跟濕地保育有關的法律來自於遷徙鳥類公約法(Migratory Birds Convention Act)、加拿大野生動物法(Canada Wildlife Act)、國家公園法(National Park Act)、加拿大海洋法(Canada Oceans Act)、漁業法(Fisheries Act)、加拿大環境評估法(Canada Environmental Assessment Act)與加拿大所得稅法(Income Tax Act of Canada)。其中與濕地保育有關的也是來自於聯邦濕地保育政策(Federal Policy on Wetland Conservation)，其主要目的是為了要推廣加拿大的濕地保育以達到生態與社會經濟之永續。關於生態補償的部分則是來自濕地的減緩與補償，以便達到濕地的零淨損失(no net loss)，而其主要依據來自於聯邦土地管理人指導(Guide for Federal Land Managers) 以及加拿大環境評估法(Canada Environmental Assessment Act)。加拿大的野生動物法則是以罰款(fine)的方式來處罰因行為人的行為造成生物價值(biological value)損失。

表 4-2 加拿大與礦業有關的法律

|    |                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Arctic Waters Pollution and Prevention Act                                |
| 2  | Canada Foundation for Sustainable Development Technology Act              |
| 3  | Canada Labour Code                                                        |
| 4  | Canada Lands Surveyors Act                                                |
| 5  | Canada Lands Surveys Act                                                  |
| 6  | Canada-Newfoundland Atlantic Accord Implementation Act                    |
| 7  | Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Resources Accord Implementation Act |
| 8  | Canada Oil and Gas Operations Act                                         |
| 9  | Canada Petroleum Resources Act                                            |
| 10 | Canadian Ownership and Control Determination Act                          |
| 11 | Cape Breton Development Corporation Act                                   |
| 12 | Cape Breton Development Corporation Divestiture Authorization and         |

|    |                                                     |
|----|-----------------------------------------------------|
|    | Dissolution Act                                     |
| 13 | Cooperative Energy Act                              |
| 14 | Department of Natural Resources Act                 |
| 15 | Emergency Management Act                            |
| 16 | Energy Administration Act                           |
| 17 | Energy Efficiency Act                               |
| 18 | Energy Monitoring Act                               |
| 19 | Energy Supplies Emergency Act                       |
| 20 | Explosives Act                                      |
| 21 | Export and Import of Rough Diamonds Act             |
| 22 | Extractive Sector Transparency Measures Act (ESTMA) |
| 23 | Forestry Act                                        |
| 24 | Hibernia Development Project Act                    |
| 25 | International Boundary Commission Act               |
| 26 | National Energy Board Act                           |
| 27 | Northern Pipeline Act                               |
| 28 | Nuclear Energy Act                                  |
| 29 | Nuclear Fuel Waste Act                              |
| 30 | Nuclear Liability and Compensation Act              |
| 31 | Nuclear Safety and Control Act                      |
| 32 | Oil Substitution and Conservation Act               |
| 33 | Resources and Technical Surveys Act                 |
| 34 | Territory Lands Act                                 |
| 35 | Public Lands Grants Act                             |

綜合以上法規的判斷，在加拿大的聯邦環境法律中並無關於「生態補償」的定義，與礦業有關的立法權也都位於各省管轄。從環境保護法中有包括「生物多樣性」與「生態系統」的法律定義，因此當開發計畫損及此兩個保護標的的話，依據環境影響評估法與環境保護法的規定，開發商是應該要負擔賠償責任的。只是賠償的行為並不是以「生態補償」作為名義，而是以「生物多樣性」與「生態系統」作為評估與計算賠償的對象。

加拿大礦業法第 17 條明文本法的目的，其一係在符合可持

續發展的原則之下，促進礦產探勘、開發和發展，同時確保魁北克人藉礦產資源所產生的財富；其二為確保不可再生資源用於未來世代；其三為發展魁北克對礦產資源探勘、開發和加工方面的專業知識。

為了保護自然資源及礦產資源的永續發展，對損害資源環境的行為向礦產開發主體要求補償性措施甚為重要，加拿大礦業法中對生態補償的方式，包括：

採用許可制度(prospecting license)：第 19 條、第 20 條利用探勘證的方式對礦業行為進行許可。

環境影響評估：第 101 條藉由環境品質法(Environment Quality Act)中的環境影響評估規制。

第 213 條遵守永續森林發展法(Sustainable Forest Development Act)中對於進行採礦活動的規定。此規定係為了保護湖泊、水道、沿岸地區和濕地的林地條件。

修復和恢復計畫：第 232.1 條-第 232.3 條規定礦權持有人在採礦活動開始之前，必須要向部長提交修復和恢復計畫，提交計畫的目的是為了使受採礦活動影響的土地恢復到令人滿意的狀態，且需防止尾礦存在於現場所可能引起的環境破壞。

提供擔保：第 232.4 條規定必須對修復和恢復計畫所要求的工作提供擔保，部長並可依第 232.6 條之規定，視情況增加或減少擔保，使其與實施恢復和恢復計畫的可預見成本保持一致。

保留或撤銷之決定：第 304 條規定部長可以藉由命令，對於勘探或採取的礦物攸關構成國家部分領域，為保留或撤銷之決定，且需考慮公共利益，尤其是涉及以下事項：

- 1.調查和探勘的礦業作業；
- 2.礦業，工業，港口，機場或通訊設施；
- 3.地下管道；

- 4.開發利用水力，輸電線路，儲罐或地下水庫；
- 5.建立公園或保護區；
- 6.植物生命和野生動植物保護；
- 7.保護水源頭的沙堆；
- 8.尊重根據“地下水庫規定”建立的保護區；
- 9.保護在第 232.1 和 232.11 條下的恢復和恢復工作；
- 10.根據“永續森林發展法”規定的特殊森林生態系統或生物避難所。

### 三、瑞典礦物法

瑞典有礦物法(Mineral Act, 2007)。<sup>15</sup>當中第 1 章之第 1 節是在指定適用本法的範圍，基本上所有的礦業行為都被包含在內。第 7 節是指定礦物法也需要與其他環境法規配合，例如環境法(Environmental Code)<sup>16</sup>。瑞典礦業法規定只有持有許可證(Exploration permit)者，始得為探勘行為(參 Chapter 1.Section 4)，且瑞典礦業法對於許可證還有優先許可證及開採特許權等次類別。(參 Chapter 2.Section 3、Chapter 2.Section4)

礦物法第四章是關於開發特許(Exploitation concessions)的規定。要取得特許之人需在取得特許之前繳交保證金(deposit)。繳交保證金與取得特許的依據必須遵守瑞典環境法與其他相關環境法規。所有要申請特許的申請行為都要依據第十四章關於費用與其他特別義務(Fees and other special obligations)的規定繳交申請費(application fee)。但只有針對爆破行為要求爆破特許的持有人要參考各省的規定繳交費用給聯邦政府。對於開發特定區域的特許則無類似規定。

第五章是關於補償費用(Payment of compensation)等的規定。針對第七章第二項規定因取得開採特許權而實施爆破行為的賠償，特許權的持有人必須對爆破行為所造成的損害負擔賠償費用(damage compensation)。

瑞典礦業行為對環境造成的影響有：噪音、灰塵、對景觀的侵擾、排放污染物<sup>17</sup>，是以瑞典礦業法規定勘探許可證，應附有保護公共利益或私人權利的條件，以及要求許可證持有人提供賠償的擔保(參 Chapter 2 Section 10)，且探勘行為應儘量最

<sup>15</sup> 瑞典礦物法與施行細則(Minerals Act, Minerals Ordinance)，May 3, 2007。參照

[http://resource.sgu.se/dokument/mineralnaring/SGU-rapport\\_2007-26\\_minerals-act\\_ordinance.pdf](http://resource.sgu.se/dokument/mineralnaring/SGU-rapport_2007-26_minerals-act_ordinance.pdf).

<sup>16</sup> Sweden Environmental Code, 1998. Chapter 1. 原文：「4. the use of land, water and the physical environment in general is such as to secure a long term good management in ecological, social, cultural and economic terms; and 」

<sup>17</sup> Geological Survey of Sweden, Mines and Environmental Impacts. 參照

<https://www.sgu.se/en/mineral-resources/mines-and-environmental-impact/>

小損害和侵犯他人財產、自然和文化環境。當探勘、開採工作造成損壞或侵占，許可證或特許權的持有人支付賠償金(參 Chapter 7 Section 1、Section 2、Section 3)；對於每年都有進行開採者，特許持有人應支付礦產補償金，該補償金額相當於特許經營權的礦產所涵蓋礦物的計算值的千分之二，且該金額由該年度特許經營範圍內提取，其中四分之三的補償金給礦產擁有者、四分之一的補償金給國家(參 Chapter 7 Section 7)，而 Chapter 8 Section 6 規定礦產補償金由首席礦產檢查員(Chief Mining Inspector)決定。

依據瑞典之環境法(Environmental Code)，其中第 1 章第 1 節的定義，部分有規定生態(ecological)的範圍包括土地、水等實質的生物，因此生態的保護是適用該法。另外在第 3 章的第三節也規定：「從生態學的角度來看，土地和水域是特別脆弱的，應儘可能採取措施，防止自然環境有被破壞的可能。」所以看來瑞典的環境法是承認生態的概念。所以如果陸地、水域的生態被破壞，應該依據本法的規定來保護環境，無法保護時可以提出賠償的要求。不過，因為環境法中第 7 章是針對賠償(compensation)部分的規定，第 8 章第 6 節等條文中所規定的補償金都只是補貼而已。而且不是對生態的補償，只是對財產(property)、資產的損失(damage)的補貼。另外探究瑞典環境影響評估法之規定，在第 3 節對於造成生態損害應予的補償，<sup>18</sup>此係對於已造成損害所為之補償，而第 9 節(Section 9)很特別的對將來一定會造成的損害也要事先估算以進行補償，不過也是以財產為限。所以，在瑞典的礦業法規中，沒有生態的概念與規範，也沒有把生態的內容歸類為財產之類型，所以也沒有補償

---

<sup>18</sup> 原文：「Section 3 Compensation within the meaning of this chapter shall be payable for damage caused by: 1. pollution of water areas; 2. pollution of groundwater; 3. changes in the groundwater level; 4. air pollution; 5. land pollution; 6. noise; 7. vibration; or 8. similar disturbances. The first paragraph, points 1 to 3 shall not be applicable to damage caused by activities pursued under the terms of a permit for water operations. Chapter 31 shall be applicable to such damage.」

的措施。

#### 四、日本礦業法

日本礦業法對礦業者申請礦業權係採許可制度，日本礦業法第 21 條第 1 項、第 29 條自明，同法第 21 條第 1 項、第 29 條規定原則上取得礦業權須向經濟產業部長申請並得到許可，然有第 29 條各款事由，則例外不用經由申請取得許可，第 29 條第 1 項第 5 款規定了申請試掘與既存礦區重複時不予許可；第 29 條第 1 項第 6 款規定了申請採掘與既存礦區重複時不予許可；第 29 條第 1 項第 7 款規定實施礦業權會對鄰接礦區造成顯著妨害情況下的不許可；第 29 條第 1 項第 8 款規定對健康和衛生造成有害影響、破壞公共場所的設施、妨礙保護文化遺產溫泉資源、損害農業或林業等行業的利益、違背公共福利時不予許可，亦即本款藉由具體臚列的方式規定了實質上的不許可事由；第 29 條第 1 項第 9 款則是概括規定，根據國內外國際社會經濟，在採礦時明顯與開採礦產資源不合適或可能妨礙增進公共利益，亦不應許可。

日本礦業法第 53 條及第 53 條之 2 對於有第 29 條第 1 項第 8 款行為者要求補償，亦即挖礦行為對健康和衛生造成有害影響、破壞公共場所的設施、妨礙保護文化遺產溫泉資源、損害農業或林業等行業的利益、違背公共福利，經濟產業部長應當減少礦區的一部分或取消採礦權，且採礦權持有人和礦業租賃持有人應對其造成的損失，予以補償。然日本礦業法中只規定礦業者對損害健康和衛生、公共場所的設施、文化遺產溫泉資源、農業或林業之行為應進行補償，並未規定對生態應為之補償。與礦業有關的法律上有《礦山保安法》和《金屬礦業等礦害對策特別措施法》。《金屬礦業等礦害對策特別措施法》乃係針對 20 種金屬礦，該措施法制定了礦害防治的基本方針，成立礦害防治公積金、礦害防治進度檢查及懲罰制度等。該部法律

確立了日本礦害防治的公積金制度、礦害防治工程費用補助金制度與金屬礦業事業集團融資制度。礦害防治公積金適用於礦害防治責任人負責的礦山閉坑、土地復墾及礦坑廢水處理等工作所產生的費用。按照礦害防治責任人的存在與否，礦害防治工程費用補助金、金屬礦業事業團融資金分別適用於以下兩種情況：存在礦害防治負責人，其環境破壞和污染為負責人本人造成的，治理恢復工作由礦害防治責任人負責，發生的費用適用金屬礦業事業團融資；不存在礦害防治責任人，或者礦害防治責任人滅失，治理恢復工作由當地的地方團體負責，發生的費用適用礦害防治工程費用補助金。

首先觀察日本環境影響評估法，該法第一條明文其目的係為了確保開發行為的適當性，並為當前和未來的人民健康和文化生活作出貢獻。條文中規定對環境有重大影響之大規模開發行為，及中央政府執行或須取得許可之開發行為或中央補助之開發行為，需要受到環境影響評價法之規制，而該部法律中從總則之後，依序規定方法書、環境影響評價之實施、準備書、評價書等程序事項，未見生態補償之規定。

再探日本森林法，該法規定了保安林之生態補償制度。所謂保安林係指為國家或地方政府為了防止公共災害、維持國土安全、增進國民福利，限制森林的經營和木材的生產，而這些森林若是私有林，就必須對因被指定為保安林的私有林經濟損失進行補償，補償方式有損失補償、稅制優惠、財政補貼、政策性貸款、先請國家計畫予以支持。這五種補償方式的補償條件跟標準是獨立的，用以建構森林法的補償體系，然森林法的規範主體是森林，並無涉及整個生態。

次探「公害健康被害補償法」，該法第一條明文其目的係為防止受害者因人為活動所造成之空氣污染或水質污染的健康損害，此一立法將環境污染導致的公害病作為社會性問題對待，

其補償範圍為因空氣污染及水污染致生命、身體及健康損害，而賠償基金的來源則是向排放二氧化硫(SO<sub>2</sub>) 之業者、自動車（汽車）製造業（特別是汽車公會）逐年徵收費用，即採用「污染者負荷量賦課金」之方式。然公害健康被害補償法的規範主體是空污損害之補償，並無涉及整個生態。

表 4-3 日本相關礦業之法律

|   |                |
|---|----------------|
| 1 | 礦業法            |
| 2 | 環境影響評估法        |
| 3 | 礦山保安法          |
| 4 | 金屬礦業等礦害對策特別措施法 |
| 5 | 公害健康被害補償法      |
| 6 | 森林法            |

## 五、韓國生態補償規定

韓國之立法中，關於環境權的規範在韓國憲法的第 35 條規定，以「所有公民都有權享有健康愉快的環境。國家和全體公民應努力保護環境。」說明環境的權利屬於人民的基本權利。<sup>19</sup>另一個規定是韓國的「自然環境保育法」(Nature Environment Conservation Act)<sup>20</sup>，其中第 2 條定義自然環境指的是「包括所有陸地上的生物、不含海洋之地表生物及其周遭的非動物物體之自然的狀態（包含生態系統與自然景觀）。」，而自然生態指的是「現處於自然狀態下現實的地理或地質環境，以及在上述狀態之下的所有生物。」而「生態系統」(ecosystem)指的是特定區域生物社群之物質世界或是功能性世界，並與該社群維繫的無機環境的交織。」次級生態系統指的是「一個為提高生物多樣性、強化一個生態系統連續性而發展的生物棲息地，例如野生動植物在棲息地之間移動的可能性等，或是針對特定物種

<sup>19</sup> 邱聰智，〈韓國環境保全法評介〉，《輔仁法學》，期四，頁 141。

<sup>20</sup> Id., Nature Environment Conservation Act, 參照  
<http://www.moleg.go.kr/english/korLawEng?pstSeq=57708>

改善居住條件。」所以整合「憲法」與「自然環境保育法」兩個法律的規定，可以確認在韓國的生態是環境的一部分，與環境有關的生態也是屬於人民的基本權利可以享受的範圍，國家要努力保護生態，才能照顧人民的環境健康。而生態的定義比較籠統，不容易像財產權一樣容易確認，因此在韓國也比較傾向是把生態、生態系統當成是國有的公共財，由政府來加以保護。

與生態補償觀念最接近的法律是保存濕地及其生態系統之「濕地保全法」(Wetland Conservation Act)。<sup>21</sup>「濕地保全法」條文中，第 20 條規定僅限於因濕地調查與檢驗過程中個人有所損失的部分可以賠償；以及私人土地因保育濕地之故有所徵收之必要，所討論的賠償條款。因此也都是針對財物、財產為標的，不是以生態保護作為賠償或補償的標的。

韓國的「環境影響評估法」(Environmental Impact Assessment Act, EIA) 的第 4 條規定：礦業計畫應涵括於 EIA 規範範圍，故韓國礦業的生態補償應該是規定在這種原則性的環境法規中，如果開發計畫會損及生態系統者，依據 EIA 第 6 條的規定，開發商要提出環境保育規劃(environmental conservation plan)。然而韓國 EIA 的規定似乎也不是要開發單位負擔復育費用，而是僅要求提出復育的規劃，作為影響衝擊之評估以及減少環境衝擊為主要考量。

針對生態的破壞可以參考主張補償的「自然環境保育法」的規定。依據第 46 條的規定說明，「為了有系統地保護自然環境，以及管理、利用自然資源之目的，環境部應該針對會對自然環境或生態系統產生重大影響或導致生物多樣性減少的開發

---

<sup>21</sup> Korea Law in English, Wetland Conservation Act. 參照  
[http://www.moleg.go.kr/english/korLawEng.jsessionid=A88CKLK4Wvd19jYtqRoHs1Qn503gbNSLznp31jA31aqv9hRUOihJpE1IT8D7Djyv.moleg\\_a1\\_servlet\\_engine2?pstSeq=52733&searchCondition=AllButCsfCd&searchKeyword=conservation](http://www.moleg.go.kr/english/korLawEng.jsessionid=A88CKLK4Wvd19jYtqRoHs1Qn503gbNSLznp31jA31aqv9hRUOihJpE1IT8D7Djyv.moleg_a1_servlet_engine2?pstSeq=52733&searchCondition=AllButCsfCd&searchKeyword=conservation).

計畫營運商，徵收生態系統保育合作費。」<sup>22</sup>生態系統保育合作費(The Cooperation Charge on the Conservation of Ecosystem)的收費方式，是向開發計畫之開發商或營運商收費，由韓國環境部來審議、決定，所收取的費用則根據「環境改善特別賬戶法」(the Act on Special Accounts of Environmental Improvement)之規定，成為環境改善特別賬戶的收入。「自然環境保育法」有針對礦業的活動作特別的要求，從該法第 46 條第 2 項第 2 款的規定就可以發現，<sup>23</sup>韓國礦業的生態補償應該是規定在這種原則性的環境法規中，負責機關是環境部。

另依據第 49 條的規定，可以把生態系統保育合作費應用在「以森林和山區為重點，為受損森林和山區的生態系統恢復」等相關活動的支出與花費。<sup>24</sup>依據「自然環境保育法」第 49 條的規定，生態系統保育合作費可以應用的範圍包括：(1)受損森林和山區的生態系統恢復；(2)保護和恢復生態系統和生物物種之計畫；(3)根據“野生動植物保護法”第 7 (2) 條的規定，支持棲息地外的保護組織；(4)依據本法第 14 條規定執行生態風景保護區管理基本規劃；(5)根據同法第 18 條的規定，保護土地等，以保護生態系統；(6)依照第 19 條的規定購買生態景觀保護區的土地等；(7)依照同法第 20 條第 1 款的規定，協助安裝污水處理設施；(8)依照第 22 條的規定，保護自然保護區的生態系統；(9)依照第 37 條的規定執行生物多樣性管理契約；(10)按照第 38 條所規定之保育設施的安裝和運作以及使用自然環

---

<sup>22</sup> 韓國自然環境保育法，第 46 條第 1 項規定，原文：「For the purpose of systematic conservation of the natural environment, and management and utilization of natural resources, the Minister of Environment shall levy and collect the Cooperation Charge on the Conservation of Ecosystem from the operator of development projects which have a substantial impact on the natural environment or ecosystem, or cause a decrease in biological diversity.

<sup>23</sup> 韓國自然環境保育法，第 46 條第 2 項第 2 款規定，原文：「Opencut prospecting or mining business the scale of which is larger than that prescribed by the Presidential Decree among the mining industry pursuant to all the provisions of subparagraph 2 of Article 3 of the Mining Industry Act;」

<sup>24</sup> 韓國自然環境保育法，第 49 條第 1 項規定，原文：「The collected Cooperation Charge on Conservation of the Ecosystem and the amount paid pursuant to the provisions of Article 46 (5) shall be used for the following uses: Provided, That the Cooperation Charge on the Conservation of Ecosystem created from the projects, which are in the mining industry pursuant to the provisions of subparagraph 2 of Article 3 of the Mining Industry Act, focusing on forests and mountainous areas shall be used for the projects for the ecosystem restoration of damaged forests and mountainous areas」

境；(11)按照第 44 條的規定，優先保護之生態系統的保護與恢復；(12)依照第 45 條的規定建置生態走廊計畫；(13)根據總統令之規定，為其他保護自然環境計畫等之所需。

但是生態系統保育合作費的收取與應用並不包括下列各項：(1)依據「海洋生態系統保育與管理法」所徵收的生態系統保育合作費；(2)依據韓國環境影響評估法(Environmental Impact Assessment Act)第 4 條規定需要施作環評程序與評估的計畫；(3)根據韓國「礦業法」第 3 條第 2 款的規定，採礦業中規模超過總統令規定的露天開採或採礦業務者；(4)依據韓國環境政策綱要法(Framework Act on environmental Policy)規定，開發面積超過三萬平方公尺者；(5)其他依據總統令指定會對生態系統以及利用自然資源產生實質衝擊的計畫。

所以把「自然環境保育法」的相關條文整理，可以發現關於礦場、礦區的生態補償方式是採用預先繳交費用的模式。費用的收取是由韓國環保部，針對開發計畫對生態的影響加以認定，通知開發計畫的運營商有關生態系統保育合作費的範圍與金額，並讓開發單位的運營商向政府繳納，分別把生態系統保育合作費納入環境改善特別帳戶。等到要恢復受損森林與山區的生態的時候，再由這個帳戶出資，應用在保育與復育計畫之上。作法上比較類似我國濕地保育法關於濕地基金的利用方式。依據該法的規定，除了環境部之外，要施作生態補償計畫之人，是生態補償責任人和執行保育計畫者，也是實行生態補償措施者。

## 六、中國礦業法中關於生態補償之規定

中國近年來開始鼓吹生態文明、生態補償等概念，然究竟其內容為何，因為學說理論過多，在未經統一解釋之情況下，很難形成統一的規範基礎。以下將中國環保總局與學者的論述意見加以整理，發現中國環保總局作為中央主管機關，對於「生態」的定義尚未統一。學者間的論述也多從不同的觀點切入，甚至直接切入補償的定義。這可能是直接受拉姆薩濕地公約的

影響，不過討論生態補償之前，應該先討論生態的範圍與定義內容為妥。以下表整理關於「生態」與「生態補償」的論述結果。

表 4-4 中國關於生態與生態補償之論述整理

| 無統一定義 |                                      |                                                                                                                     |
|-------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 學者觀點  | 崔金星                                  | 為使社會主體在生態環境利用方面的權利與責任相一致，依其利用環境的行為，如對生態環境造成不利影響，則根據不利影響的程度課以相應的義務，若對生態環境造成積極的增益則相應地賦予權利獎勵。                          |
|       | 李愛年                                  | 實現社會公平，可持續合理利用生態環境，國家對破壞生態功能的相關主體徵收稅費以及對為增進生態功能而有所損失的主體予以各種不同形式的獎勵與彌補。                                              |
|       | 王豐年                                  | 廣義的生態補償包括對環境污染恢復的補償和生態功能的補償，狹義的生態補償僅僅指生態功能的補償。                                                                      |
|       | 呂忠梅                                  | 狹義的生態補償是指對生態系統和自然環境的補償，廣義的生態補償則應該還包括對因生態環境保護喪失發展機會的區域內的居民進行的資金、技術、實物上的補償，政策上的優惠，以及為增進環境保護意識，提高環境保護水準而進行的研究、教育費用的支出。 |
|       | 毛顯強                                  | 通過對破壞環境的行為進行收費，從而達到減少環境破壞、恢復環境、保護資源的目的。                                                                             |
| 間接定義  | ①原國家環保總局發佈的《關於開展生態補償試點工作的指導意見》       | “以保護生態環境、促進人與自然和諧為目的，根據生態系統服務價值、生態保護成本、發展機會成本，綜合運用行政和市場手段，調整生態環境保護和建設相關各方之間利益關係的環境經濟政策。”                            |
|       | ②2013.04 國家環保總局發佈《關於生態補償機制建設工作情況的報告》 | “在綜合考慮生態保護成本、發展機會成本和生態服務價值的基礎上，採取財政轉移支付或市場交易等方式，對生態保護者給予合理補償，是使生態保護經濟外部性內部化的公                                       |

|  |  |         |
|--|--|---------|
|  |  | 共制度安排。” |
|--|--|---------|

中國開始討論「生態」與「生態補償」的觀念來自於中國中央的政策與決議文件，在此先以文獻回顧的方式，整理中國最高的立法機構針對「生態補償」所做的決議內容整理，方便釐清究竟此一觀念從何開始，亦可以驗證學者的論述是否與中國立法機構的立法意旨相符合。

表 4-5 中國人大針對「生態補償」之決議內容整理

| 序號 | 提出機關              | 檔案名稱                              | 日期         | 內容                                                                          |
|----|-------------------|-----------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 第十二屆全國人民代表大會第一次會議 | 《政府工作報告》                          | 2013.03.05 | 健全生態補償制度                                                                    |
| 2  | 第十八次全國人民代表大會      | 《堅定不移沿著中國特色社會主義道路前進 為全面建成小康社會而奮鬥》 | 2012.11.08 | 深化資源性產品價格和稅費改革，建立體現生態價值和代際補償的資源有償使用制度和生態補償制度                                |
| 3  | 第十二屆全國人大常委會       | 《國務院關於生態補償機制建設工作情況的報告》            | 2013.04.23 | 初步形成生態補償制度框架，推進重點領域生態補償實踐，加快生態補償機制建立的進程                                     |
| 4  | 中共十六屆五中全會         | 《關於制定國民經濟和社會發展第十一個五年規劃的建議》        | 2005.10.11 | “誰開發誰保護，誰受益誰補償”<br>加快建立生態補償機制                                               |
| 5  | 中共十八屆三中全會         | 《中共中央關於全面深化改革若干重大問題的決定》           | 2013.11.12 | “誰受益，誰補償”<br>健全自然資產產權制度和用途管制制度，定價自然資源與環境服務，完善重點生態功能區的生態補償機制，推動地區間建立橫向生態補償制度 |
| 6  | 國家環保局             | 《關於加強生態保護工作的意見》<br>環發[1997]758 號  | 1997.11.28 | 落實對被破壞濕地的生態補償措施，積極探索生態環境補償機制                                                |

資料來源：本報告自行整理

由表 4-5 整理的內容亦不難發現中國立法機構也沒有針對生態補償的範圍加以定義，所以也沒有針對「生態」的內涵加以定義。大多是較為口號或觀念性文字的提出。而中國人大約於 2010 年 5 月開始起草《生態補償條例》，而補償的方式仍採用傳統的補償方式，主要是財政轉移支付，徵收稅費，協商交易等多種途徑進行。但目前尚未有定案。

在中國與礦業有關的相關環境保護與生態保護的法規，也是分別立法與管理，沒有在礦業法規中包含環境保護或生態保護的規定。中國管理礦業活動的礦業法規稱為「礦產資源法」，主要是管理開礦採礦行為，並未涉及環境保護之觀念。近年來有學者鼓吹應該在礦業管理規定中納入環境與生態保育之觀念，而針對生態破壞提出的生態補償觀念仍很少，整理如下。由下表也可以發現，中國學者討論此一問題的數量與篇數並不多，而見解也不一致。

表 4-6 中國學者論述討論「生態補償」定義

| 無統一定義 |     |                                                                                                                   |
|-------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 學者觀點  | 曹明德 | 國家為實現其作為礦產資源所有者的權益，徵收礦產資源補償費，以此對相關利益受損者進行經濟補償，同時用於新技術的研發，以尋求礦產資源的替代物，最後用於恢復、整治因礦產資源開發而遭到破壞的生態環境。                  |
|       | 胡盾  | 主要表現在兩方面：其一是因採礦活動而造成了生態破壞、環境污染等問題，事後解決這些問題需要給予的資金補償，此外還包括如資金、技術和實物幫助、稅收減免等各種優惠措施，用於對礦區居民、礦業城市利用礦產資源發展經濟的能力減損給予彌補。 |
|       | 黃錫生 | 指礦山企業的採礦行為，給礦區帶來了諸多資源、生態及環境問題以及使礦業城市發展受限，因而需給予的各類補償措施的總稱。                                                         |

資料來源：本報告自行整理

中國規範礦業活動的法律是「礦產資源法」，從此部法律之結構與規定來討論「生態補償」的法律授權來源。在中國的礦業資源法中，礦產所有權屬於國家所有權，礦業權是派生權利，是國家特許給某個企業開採礦物的特許。但事實上被國家壟斷企業和地方政府(或由地方政府控制的企業)所分割，礦業權審批權由中央授權予地方政府，但礦產資源所有權與土地所有權是分離的，亦即土地所有權是地方的，但礦業資源所有權是國家的。探礦權的審批許可權主要集中在中央與省兩級政府，採礦權則由中央、省、市、縣四級政府審批。礦業權有探礦權與採礦權之分。礦業企業獲得的只是一定期限內的使用權，礦產資源的使用權期限受制於發證機關核定的開採期限，具有不確定性。相關法律法規在所有權人與採礦權人之間分配了礦產資源產權，卻沒有明確義務。這種規範方式直接導致採礦權人對礦區生態補償的責任不明。

從下表整理的內容所示，中國的礦產資源法跟瑞典的立法很類似，大多以保護財產並以賠償的方式來彌補因採礦造成的環境破壞，而且礦區的恢復也都以植樹、恢復植被的方式為主，沒有提及生態與生態補償的規定。

表 4-7 整理中國礦產資源法與相關規章中關於環境保護、補償之規定

|      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法律法規 | 《礦產資源法》                       | 第五條 國家實行探礦權、採礦權有償取得的制度；但是，國家對探礦權、採礦權有償取得的費用，可以根據不同情況規定予以減繳、免繳。具體辦法和實施步驟由國務院規定。開採礦產資源，必須按照國家有關規定繳納資源稅和資源補償費。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|      |                               | 第二十一條 關閉礦山，必須提出礦山閉坑報告及有關採掘工程、安全、土地復墾利用、環境保護的資料，並按照國家規定報請審查批准。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|      |                               | 第三十二條 開採礦產資源，必須遵守有關環境保護的法律規定，防止污染環境。開採礦產資源，應當節約用地，耕地、草原、林地因採礦受到破壞的，礦山企業應當因地制宜地採取復墾利用、植樹種草或者其他利用措施。開採礦產資源給他人生產、生活造成損失的，應當負責賠償，並採取必要的補救措施。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      | 《礦產資源法實施細則》<br>(法律授權：《礦產資源法》) | <p>第二十一條 探礦權人取得臨時使用土地權後，在勘查過程中給他人造成財產損害的，按照下列規定給以補償：</p> <p>(一)對耕地造成損害的，根據受損害的耕地面積前三年平均年產量，以補償時當地市場平均價格計算，逐年給以補償，並負責恢復耕地的生產條件，及時歸還；</p> <p>(二)對牧區草場造成損害的，按照前項規定逐年給以補償，並負責恢復草場植被，及時歸還；</p> <p>(三)對耕地上的農作物、經濟作物造成損害的，根據受損害的耕地面積前三年平均年產量，以補償時當地市場平均價格計算，給以補償；</p> <p>(四)對竹木造成損害的，根據實際損害株數，以補償時當地市場平均價格逐株計算，給以補償。</p> <p>(五)對土地上的附著物造成損害的，根據實際損害的程度，以補償時當地市場價格，給以適當補償。</p> <p>第二十二條 探礦權人在沒有農作物和其他附著物的荒嶺、荒坡、荒地、荒漠、沙灘、河灘、湖灘、海灘上進行勘查的，不予補償；但是，勘查作業不得阻礙或者損害航運、灌溉、防洪等活動或者設施，勘查作業結束後應當採取措施，防止水土流失，保護生態環境。</p> |

|       |                      |                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                      | <p>第三十一條 採礦權人應當履行下列義務：</p> <p>(一)在批准的期限內進行礦山建設或者開採；</p> <p>(二)有效保護、合理開採、綜合利用礦產資源；</p> <p>(三)依法繳納資源稅和礦產資源補償費；</p> <p>(四)遵守國家有關勞動安全、水土保持、土地復墾和環境保護的法律、法規；</p> <p>(五)接受地質礦產主管部門和有關主管部門的監督管理，按照規定填報礦產儲量表和礦產資源開發利用情況統計報告。</p> |
| 相關規章  | 《土地復墾規定》             | <p>第3條 規定了適用對象，要求在集體所有土地從事開採作業的主體（以下簡稱企業和個人）應承擔土地復墾義務。</p>                                                                                                                                                               |
|       |                      | <p>第14條 在第3條的基礎上增加了實地損失補償費的規定，即要求企業和個人如破壞土地，除承擔土地復墾任務外，還必須對土地損失支付一定的補償費。</p>                                                                                                                                             |
| 地方性立法 | 《四川省環境保護條例》          | <p>第20條 規定了開發利用礦產資源者有嚴格遵守國家有關礦產資源和生態保護的法律法規，其開發建設項目如對礦山生態環境造成不利影響的，依照環境責任原則，責令開發建設單位給予相應補償，恢復治理礦山生態環境。</p>                                                                                                               |
|       | 《徵收礦產資源補償費暫行辦法》（福建）  | <p>規定由於礦產資源是國有財產，故政府有代表國家依法徵收礦產資源補償費的權力，礦產資源補償費用於保護礦產資源和提高其利效率。</p>                                                                                                                                                      |
|       | 《四川省礦產資源補償費徵收管理暫行辦法》 | <p>規定了凡開採礦產資源，無論金屬、非金屬、能源等，都應由採礦者繳納礦產資源補償費，該補償費以原礦的銷傳收入為計征依據。</p>                                                                                                                                                        |

從中國的其他法規中整理與補償的方式有關的規定內容如表 4-8。從中可以發現即便有許多新的文件或是法令有提及「生態補償」字樣或是觀念者，在計算費率與費用的辦法上，卻顯示完全沒有考量到生態的計算方式。因此，其實中國所稱之生態補償的概念，在內容上與配套措施的規劃上，仍需要再多加補充與說明。

表 4-8 各種保護礦產資源的費、稅、價款與基金整理

|               |                                                                                                                                                                                                          |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 礦產資源補償費       | 國務院發佈《礦產資源補償費徵收管理規定》，明確規定了礦產資源補償費的計征辦法、管理方式以及使用用途等。礦產資源補償費按照礦產品銷售收入從價定率徵收，補償費費率為一平均值。礦產資源補償費由中央與地方共用，實行國家財政預算統一管理，主要用於礦產資源勘查。地方所得部分的使用由地方政府自主決定，中央所得部分至少須將礦產資源補償費的支出年度預算用於礦產資源勘查支出，剩餘部分用於保護礦產資源以及補貼徵收部門。 |
| 資源稅           | 《中華人民共和國資源稅暫行條例》及同時施行的《中華人民共和國資源稅暫行條例實施細則》，資源稅按不同的稅實行從價定率和從貨定額兩種不同的方式予以徵收。對原油、天然氣按銷售額的從價定率進行徵收，其他礦產資源產品採用從貨定額的方法進行徵收。                                                                                    |
| 探（採）礦權使用費     | 《礦產資源勘查區塊登記管理辦法》：須事先取得勘查許可證並繳納探礦權使用費，使用費總額依探礦年限與區塊面積予以確定；實行採礦權有償取得制度，採礦權使用費按礦區範圍面積逐年繳納。探礦權使用費標準：第一個勘查年度至第三個勘查年度，每平方公里每年繳納 100 元；從第四個勘查年度起，每平方公里每年增加 100 元，但是最高不得超過每平方公里每年 500 元。。                        |
| 探（採）礦權價款      | 《礦產資源開採登記管理辦法》第十條規定，如礦產地是由國家出資勘查並探明，則探（採）礦權人除相應繳納上述使用費外，還應當繳納探（採）礦權價款，數額依國土資源管理部門會同國有資產管理部門認定的評估機構，進行評估予以確定。既可一次性全額，也可以分期繳納，其中採礦權價款在不超過 6 年的期限內繳清。                                                       |
| 礦區使用費         | 《中華人民共和國對外合作開採海洋石油資源條例》和《中華人民共和國對外合作開採陸上石油資源條例》作刪修改，規定以 2011 年 11 月 1 日為界限，對在此之後成立的中外合作開採石油資源的企業，不收取礦區使用費，改征資源稅；在此之前已訂立的中外合作開採石油資源的合同，在有效期內依循舊例繳納採礦權使用費，期滿後依新法徵收資源稅。                                     |
| 礦山環境恢復治理保證金制度 | 27 個省（直轄市自治區）建立了省級層面上的保證金制度。                                                                                                                                                                             |
| 煤炭可持續發展基金     | 中國國務院國函〔2006〕52 號《國務院關于同意在山西將開展煤炭工業可持續發展政策措施試點意見的批復》正式批准在山西開展煤炭工業可持續發展政                                                                                                                                  |

|  |                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 策試點，建立煤炭開採綜合補償和生態環境恢復補償機制，將之前徵收的山西能源基地建設基金調整為煤炭可持續發展基金。山西省人民政府第 97 次常務會議決定以山西省人民政府令第 203 號頒布實施《山西省煤炭可持續發展基金徵收管理辦法》。 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

資料來源：本計畫自行整理

從上面表格可見中國的礦業法及相關規定之下，雖有使用生態補償的字眼，卻尚未有實質的作法與規定。

## 八、德國礦業法

德國聯邦礦業法第 37 條第 2 項規定<sup>25</sup>，「對因跨界採礦造成的權利損失和其他隨之而來的經濟損失應予賠償。如果資產在決策時被使用，則資產減值的程度應作為補償的依據。」第 53 條規定：「為了終止開礦之運作應準備礦山關閉計畫(closure plan)，包括對計畫終止運作的技術執行和存續時間的確切描述，證明第 55 條第 1 項第 3 款至第 13 款規定的要求，如果在第 55 條第 2 項第 1 款未規範的情況下。還提供有關拆除運營結構和設施或進一步使用的信息。礦山關閉計畫可能會被修改和更改。」<sup>26</sup>從此條規定看來，採礦許可證的簽發必須以一具體的礦山關閉報告為準。該報告需經礦業主管部門核准，內容包括停止作業後的詳細技術可行性說明與關停期限。<sup>27</sup>因此，礦山關閉計

<sup>25</sup> Section 37, Compensation. Paragraph 2, “Compensation shall be paid for the loss of rights arising from the trans-border extraction and for any other ensuing economic loss. If the asset is being utilized at the time of the decision, the extent of impairment to the asset shall be the basis for compensation.”

<sup>26</sup> Section 53, Operating plan for termination of operation, operating log, “(1) A closure plan shall be prepared for termination of operations, including an exact description of the technical execution and duration of the planned termination of operations, proof that the requirements set out in Section 55 (1) sentence 1 nos. 3 to 13 and (2) have been met, and, in cases not covered by Section 55 (2) sentence 1 no. 3, also information regarding removal of the operational structures and facilities or their further use. Closure plans may be amended and changed.”

<sup>27</sup> 德國聯邦礦業法，第 51 條(Section 51), Operating Plan Requirements. &曹霞，國外礦產開發中資源生態環境補償法律機制管窺，中國環境法網，2009。

畫是貫穿整個礦區開採計畫，一開始就要準備，不過該礦業法並沒有規範制定關閉計畫的標準。另，德國還有制定「礦山還原法」，該法要求凡是被破壞之土地（包括農地和草地等）必須還原再造，以便恢復原來的自然景觀，作為對礦區生態恢復、土地復墾工作的具體法律與執行標準依據。

### 九、各國礦業法整合

總上所述，整理上述八個國家礦業法中關於生態補償之立法例。從工業化國家的作法與立法例也可以發現，大部分的國家對於補償或是關廠計畫都是採預先制，亦即在申請探礦、採礦許可或是申請之前就要同時提出關廠計畫，相關的保證金或是復墾金也是要事先繳交。

表 4-9 各國礦業法中關於生態補償之立法例整理

| 國別  | 環境費用                                          | 法規名稱                                                                                         | 主管機關                                                                                           | 考慮自然生態                     |
|-----|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 美國  | 遺棄礦區復墾基金<br>(Abandoned Mine Reclamation Fund) | 露天採礦控制與復墾法(Surface Mining Control and Reclamation Act, SMCRA)                                | 露天採礦控制與復墾執法辦公室<br>(Office of Surface Mining Control and Reclamation and Enforcement, 稱為 OSMRE) | 有承認生態的概念與生態補償作法。           |
| 加拿大 | 在關閉礦場時提出「關閉計畫」(closure plan) 並且提列一定金額的財務資源    | 國家孤立和被遺棄的採礦倡議(National Orphaned and Abandoned Mining Initiative) & 國家公園法(National Parks Act) | 煤礦部(Ministry of Coal)                                                                          | 有承認生態的概念與生態補償作法，列在環境影響評估法。 |

|    |                                                                    |                                                                        |                                       |                      |
|----|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| 瑞典 | 無                                                                  | 礦物法(Mineral Act, 2007)<br>環境法典<br>(Environmental Code)                 | The Geological Survey of Sweden (SGU) | 有承認生態的概念，但沒有生態補償之作法。 |
| 日本 | 1.礦害防治的公積金制度<br>2.礦害防治工程費用補助金制度<br>3.金屬礦業事業集團融資制度                  | 1.礦業法第 53 條及第 53 條之 2<br>2.礦山保安法<br>3.金屬礦業等礦害對策特別措施法                   |                                       | 未見生態補償               |
| 韓國 | 生態系統保育合作費(The Cooperation Charge on the Conservation of Ecosystem) | 自然環境保育法                                                                | 韓國環境部                                 | 有承認生態的概念與生態補償作法。     |
| 德國 | 礦山關閉計畫 (closure plan)                                              | 1.聯邦礦業法第 37 條第 2 項<br>2.第 53 條<br>3.第 55 條第 1 項第 3 款至第 13 款<br>4.礦山還原法 | 主管機關                                  |                      |
| 中國 | 1.全國性法規：無<br>2.省級：礦山環境恢復治理保證金制度                                    | 1.礦產資源法<br>2. 2010 年 5 月開始起草《生態補償條例》，尚未通過。<br>3.省級、直轄市利用自治條例訂立保證金制度。   |                                       | 有概念但無作法。             |

資料來源：本計畫自行整理。

## 十、我國礦業法

在我國的礦業法規之中，「礦」以及「礦業」是分開規定的項目，但是在法律性質的定義上，都屬於是「物權」之一種。

在法律性質上，礦是屬於國有的「動產」，依據我國的礦業法第二條規定，「中華民國領域、專屬經濟海域及大陸礁層內之礦，均為國有。」所以是適用物權法規定的動產。礦業權則是依據礦業法第八條規定，「礦業權視為物權，除本法有特別規定外，準用民法不動產物權之規定。」所以也是被規定成為物權。

而礦業用地的規定則是有礦業法第 43 條規定，「礦業權者使用土地應檢具開採及施工計畫，附同圖說，向主管機關申請審查，就其必須使用之面積予以核定，並通知土地所有人及關係人。前項應檢具之書件不完備或未繳納申請費、勘查費者，主管機關得限期通知其補正或繳納；屆期不補正或不繳納者，駁回其申請。主管機關為第一項核定时，應先徵詢地政、環境保護、水土保持、其他相關主管機關及土地所有人之意見；如屬國家公園範圍時，應徵求國家公園主管機關之同意。第一項所定之土地為公有時，主管機關於核定前，應徵求該土地管理機關之同意。」根據本條之規定，礦業權者適用土地應檢具開採及施工計畫，向礦務局申請土地使用。如果土地是公有的土地，還需要取得土地管理機關的同意。因此，礦務局受理礦業權人申請使用國有林地作為礦業用地者，就需要轉徵詢林務局之意見。而林務局就需要依據森林法第 9 條規定，要會同礦務局實施實地勘察同意，而且要確定無礙國土保安及林業經營，才可以同意礦業權人之申請。如果有破壞森林之虞者，由林務局督促行為人實施水土保持處理或其他必要措施。為了要具體評估是否有確保國土保安與林業經營，林務局還訂有「申請租用國有林事業區林班地為礦業用地審核注意事項」(附錄 1) 以及標準流程，作為核准的標準。檢查該注意事項所揭示的內容，裡面並沒有包括環境、生態等用語，亦即核准同意的標準中都沒有「生態」的概念。

另外依據同法第 44 條、第 47 條之規定，礦業權人因為土

地管理機關的同意以及主管機關之核定而取得公有土地之使用權者，應該與土地所有權人及關係人協議以取得土地使用權。依據第 47 條第 2 項的規定，土地所有權人及關係人與礦業權人若無法取得協議，要向主管機關申請調解，不接受調解者則可以依法提起民事訴訟。但是訴訟期間，礦業權人可以向主管機關申請備查，先行使用土地。

關於使用土地之後的責任，依據礦業法第 48 條的規定，「礦業權人應依核定的水土保持計畫，實施復整與防災措施。租用或通過之土地使用完畢後或停止使用完成前項措施後，仍有損失時，應按其損失程度，另給土地所有人以相當之補償。」這裡出現的問題是本條規定的使用土地之後必須要實施水土保持計畫，但水土保持計畫中是否有包含「生態」的概念與內容？依據農委會於民國 93 年公布的「水土保持計畫審核監督辦法」<sup>28</sup>第四項（一）、（四）、（五）、（七）之內容，水土保持計畫之內容應包含以下資訊：

（一）水文：

- 1.降雨頻率與降雨強度分析。
- 2.開發前、中、後之逕流係數估測。
- 3.利用地下水或湧水地區，應附地下水調查資料。
- 4.環境水系圖：標示天然水系分區及面積，以像片基本圖製作。

（二）土壤：應詳細說明土壤分類及其分布、深度、物理性、化學性等。

（三）土壤流失量估算(含開發前、中、後之土砂生產量)。

（四）植生：計畫區內及周遭需實施植生調查，包括：

- 1.植生定性調查。
- 2.植生定量分析。

---

<sup>28</sup> 農水保字第 1051857707 號令。

### 3.植生適宜性評估。

由此觀之，水土保持計畫本來就不是以保護生態為立法目的的法規，其中就沒有關於生態的意涵與內容，即便上述「水土保持計畫審核監督辦法」的水土保持規劃書要求內容也僅有水文、土壤、植生等三項，也沒有關於動物、微生物等有關生態的規定。因此，在水土保持計畫中尚未加入有關於生態的概念。

由於多處礦業用地為租用林務局的國有林地而來，既然礦業相關法規中並沒有關於生態的想法，所以應該檢視國有林地的管理機關林務局所主管的森林法、行政法規與行政規則，以便了解是否有相關於「森林生態」的規定。森林法第三條規定森林以國有為原則，而且森林的定義是指「林地及其群生竹、木之總稱」。因此，原本的森林法所保護的對象是林木與林地，與森林有關的生態並沒有在第三條的定義範圍內。行政院農委會在民國 87 年(1998)開始引進「森林生態系經營」(Ecosystem management)的觀念，作為管理森林系統的參考。但是這個「生態系經營」的觀念主要是為了保育、經營和永續利用各類型森林，<sup>29</sup>所以重點是把森林此一資產活化，強調的是林業的經營，而非森林的生態。民國 93 年(2014)的森林法修正增加了第 17 條之 1 的規定，<sup>30</sup>其條文內容規定有「森林生態環境」的條文內容。然而，林務局並沒有其他行政法規接續補充法條中關於「森林生態環境」的定義，也沒有補充判斷何為「森林生態環境」的內容。依據現行林務局的行政法規，僅有在民國 94 年(2015)公告「自然保護區設置管理辦法」，<sup>31</sup>該辦法中僅提及「生態與

<sup>29</sup> 黃裕星，生物多樣性與生態系經營，農政與農情，第 101 期，2000 年 11 月。參照 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2483>

<sup>30</sup> 森林法，第 17-1 條。條文：「為維護森林生態環境，保存生物多樣性，森林區域內，得設置自然保護區，並依其資源特性，管制人員及交通工具入出；其設置與廢止條件、管理經營方式及許可、管制事項之辦法，由中央主管機關定之。」

<sup>31</sup> 林務局，農林務字第 1041701604 號令，民國 94 年 07 月 07 日，自然保護區設置管理辦法。參照

保育價值」的條件，但沒有說明何謂生態。另外同法第 38 之 2 條的規定則是以認定有「生態意義」的樹木加以保護的規定，所以也不是針對森林生態所做的定義。因此，雖然森林法中有納入「生態」字樣的文字入法，但是其他配套的法規與行政命令，卻沒有進一步的解釋何謂生態，更遑論何謂生態系統或生態環境的定義。

森林法中有關於「補償」的規定是在第 31 條。但是該條是將土地編入保安林，如果因為被編入保安林而致使對土地所有權人、竹木所有人的林木已造成直接損害者，可以向中央政府主張補償，依據森林法施行細則第 18 條的規定，該補償的內容也的確是以「竹、木山價或造林費用價」來加以計算補償的範圍，所以這種補償跟生態無關。

## 十一、生態補償之法律定義

生物資源跟植物、動物、微生物及其於生存環境中所依賴之無生命物質有關，包含生物、微生物等生物與非生物等成分構成，而且是有系統的組織在一起，具有整體的功能。因此，生態系統是指生物群集與其賴以生存的環境之間不停的進行著能量與物質的交換，形成有機整體。而生物群集與環境之間行能量交換與物質循環的基本機能單位就是「生態系統」。

德國依據「長期責任」要求。由於生態系被破壞係全部或局部難以回復，凡具有未來長時期影響的決定，都具有未來的意義；其只能經由決策者之前瞻且充滿未來世代的責任意識之行動，始能加以照顧。因此，以「自然的生態基礎」而論，國家對污染行為之干涉相關權限之必要性、空間規劃之考量因素必須及於環境保護面向、嚴重環境犯罪者之處以刑罰，以及對於各種設廠開發許可的審查程序之民眾適度參與等，在環保科

技不斷地發展，並基於為下世代負責的態度之下，立法者有事後不斷改善的義務（Nachbesserungspflicht des Gesetzgebers）。行政部門在相關法律的解釋與適用時，包括各種環境規劃與重大開發案之准駁裁決，必須考慮前述環保國條款的意涵意義。尤其值得注意者為，對於行政部門所為之規劃行為，例如國土部門之國家層級開發計畫，或屬於各部會之專業計畫（例如國家公園計畫、自然保護區計畫、交通計畫）必須與有關的環保價值為綜合的衡量，尤其應正視自然的生態基礎之重要意義，經濟發展並不具有優先性。<sup>32</sup>

從我國的法律制度來觀察，依憲法第 143 條第 2 項規定，「附著於土地之礦，及經濟上可供公眾利用之天然力，屬於國家所有，不因人民取得土地所有權而受影響。」而自然界的生態不僅附著於土地上，也附著於土地上之林木、植被、河川等附著物之上，因此應該被視為「天然力」之一種，不管這些天然力是不是坐落在公有土地或是私有土地之範圍，都是屬於國家所有。司法院大法官會議第 678 號解釋，陳新民大法官在協同意見書上即表達此一意見。憲法增修條文第 10 條第 2 項亦規定：「經濟及科學技術發展，應與環境及生態保護兼籌並顧。」另依我國環境基本法第 2 條，係指影響人類生存與發展之各種天然資源及經過人為影響之自然因素總稱，包括陽光、空氣、水、土壤、陸地、礦產、森林、野生生物、景觀及遊憩、社會經濟、文化、人文史蹟、自然遺蹟及自然生態系統等。雖然在這個定義之下，還是沒有確認「生態」的定義。不過，因為生態與生態系統都附著在土地與土地之上，構成一個系統，所以生態也是屬於國家所有的標的，要由國家加以管理。因此，對於生態的保護與保育制定管理與管制措施，是國家的權責。政府有權力制定相關法規以保護自然生態。

---

<sup>32</sup> 黃錦堂，我國環境憲法的議題，環境憲法。

我國並未有發展生態補償的法律，僅有「濕地保育法」有此一名詞與定義。參照外國法例，生態補償跟生物多樣性抵換都是經常被使用的政策工具，目的是用來減緩生物多樣性的消失率。基於污染者付費原則，開發者必須為了因開發所造成的環境減損付出賠償。既然是已開發造成的損失為計算依據，生態補償一定是以計畫的方式作為計算損失的基礎。然而，通常生態補償算是一般的補償方式，可以透過很多方式達到補償，例如金錢或是保育行動。但生物多樣性抵換就只能用某一種特定的保育方法達到補償的效果，並達成零淨損失或是淨收益(net gain)的效果。我國礦業法中並沒有相關的生態補償辦法，其他如環境影響評估法也沒有類似規定。現行法律之中，僅有濕地保育法才有生態補償之規範，但必須是礦區或礦場有涉及濕地保育法所列之重要濕地，才有適用餘地。

依據我國現行法律，礦業權人依據現行法律的要求而需要繳交的稅、費、保證金等，名稱多元未見統一。以下逐一討論其內容與相關法規：

#### (一) 礦業規費收費標準

礦業規費收費標準係源自於礦業法第 78 條規定，由經濟部礦務局負責收取。整理我國礦業相關規費表如下表。

表 4-10 礦業規費收費表 (新台幣)

| 礦業申請案 |    |              | 費用   |
|-------|----|--------------|------|
| 探礦權   | 設定 | 創始設定         | 2500 |
|       |    | 因礦區合併而設定     | 2500 |
|       |    | 因礦區分割而設定     | 2500 |
|       | 變更 | 增區或增減區       | 2500 |
|       |    | 減區           | 2500 |
|       |    | 增加礦質         | 2500 |
|       | 移轉 | 因繼承移轉        | 2500 |
|       |    | 因讓與、強制執行、或信託 | 2500 |
|       | 展限 |              | 2500 |
| 採礦權   | 設定 | 創始設定         | 5000 |

|                                   |    |              |      |
|-----------------------------------|----|--------------|------|
|                                   |    | 因礦區合併而設定     | 5000 |
|                                   |    | 因礦區分割而設定     | 5000 |
|                                   | 變更 | 增區或增減區       | 5000 |
|                                   |    | 減區           | 5000 |
|                                   |    | 更正礦質         | 5000 |
|                                   |    | 增加礦質         | 5000 |
|                                   | 移轉 | 因繼承移轉        | 5000 |
|                                   |    | 因讓與、強制執行、或信託 | 5000 |
|                                   | 展限 |              | 5000 |
| 合夥之礦業其礦業合辦人之加入、退出、繼承及其名稱、住所之變更或更正 |    |              | 1000 |
| 礦業權者名稱、住所之變更或更正                   |    |              | 1000 |
| 批註採取同一礦共生之土石                      |    |              | 2000 |
| 礦業權者開鑿井、隧通過鄰接礦區                   |    |              | 2000 |
| 自行申請廢業                            |    |              | 1000 |
| 採礦抵押權之設定或移轉                       |    |              | 5000 |
| 採礦抵押權之變更或消滅                       |    |              | 1000 |
| 採礦抵押權者名稱、住所變更或更正                  |    |              | 1000 |
| 申請發給、批註、補發或換發礦場登記證                |    |              | 2000 |
| 申報礦場停工                            |    |              | 2000 |
| 補發礦業執照                            |    |              | 1000 |
| 補發礦區圖                             |    |              | 1000 |
| 礦場名稱變更                            |    |              | 1000 |
| 申請勘查他人礦區                          |    |              | 1000 |
| 申請核定礦業用地                          |    |              | 5000 |
| 申請變更開採構想                          |    |              | 2000 |
| 礦業權者或合夥之礦業其礦業合辦人印鑑變更              |    |              | 1000 |
| <b>礦業登記</b>                       |    |              | 登記費  |
| 探礦權                               | 設定 | 創始設定         | 2000 |
|                                   |    | 因礦區合併而設定     | 2000 |
|                                   |    | 因礦區分割而設定     | 2000 |
|                                   | 變更 | 增區或增減區       | 2000 |
|                                   |    | 減區           | 2000 |
|                                   |    | 增加礦質         | 2000 |
|                                   | 移轉 | 因繼承移轉        | 2000 |
|                                   |    | 因讓與、強制執行、或信託 | 2000 |
|                                   | 展限 |              | 2000 |
|                                   |    |              | 2000 |

|                                   |    |              |            |
|-----------------------------------|----|--------------|------------|
| 採礦權                               | 設定 | 創始設定         | 2000       |
|                                   |    | 因礦區合併而設定     | 2000       |
|                                   |    | 因礦區分割而設定     | 2000       |
|                                   | 變更 | 增區或增減區       | 2000       |
|                                   |    | 減區           | 2000       |
|                                   |    | 更正礦質         | 2000       |
|                                   | 移轉 | 因繼承移轉        | 2000       |
|                                   |    | 因讓與、強制執行、或信託 | 2000       |
|                                   | 展限 |              | 2000       |
| 合夥之礦業其礦業合辦人之加入、退出、繼承及其名稱、住所之變更或更正 |    |              | 2000       |
| 礦業權者名稱、住所之變更或更正                   |    |              | 2000       |
| 批註採取同一礦共生之土石                      |    |              | 2000       |
| 礦業權者開鑿井、隧通過鄰接礦區                   |    |              | 2000       |
| 自行申請廢業                            |    |              | 2000       |
| 採礦抵押權之設定或移轉                       |    |              | 2000       |
| 採礦抵押權之變更或消滅                       |    |              | 2000       |
| 採礦抵押權者名稱、住所變更或更正                  |    |              | 2000       |
| 申請發給、批註、補發或換發礦場登記證                |    |              | 2000       |
| 申報礦場停工                            |    |              | 2000       |
| 補發礦業執照                            |    |              | 2000       |
| 補發礦區圖                             |    |              | 2000       |
| 礦場名稱變更                            |    |              | 2000       |
| 礦業權者或合夥之礦業其礦業合辦人印鑑變更              |    |              | 2000       |
| <b>礦業申請案應填發或批註礦業執照者</b>           |    |              | <b>執照費</b> |
| 探礦權                               | 設定 | 創始設定         | 5000       |
|                                   |    | 因礦區合併而設定     | 2000       |
|                                   |    | 因礦區分割而設定     | 2000       |
|                                   | 變更 | 增區或增減區       | 3000       |
|                                   |    | 減區           | 1000       |
|                                   |    | 增加礦質         | 2000       |
|                                   | 移轉 | 因繼承移轉        | 1000       |
|                                   |    | 因讓與、強制執行、或信託 | 3000       |
|                                   | 展限 |              | 3000       |
| 採礦權                               | 設定 | 創始設定         | 9000       |
|                                   |    | 因礦區合併而設定     | 3000       |
|                                   |    | 因礦區分割而設定     | 3000       |

|                                    |          |              |      |
|------------------------------------|----------|--------------|------|
|                                    | 變更       | 增區或增減區       | 5000 |
|                                    |          | 減區           | 1000 |
|                                    |          | 更正礦質         | 3000 |
|                                    | 移轉       | 因繼承移轉        | 1000 |
|                                    |          | 因讓與、強制執行、或信託 | 5000 |
|                                    | 展限       |              | 5000 |
| 合夥之礦業其礦業合辦人之加入、退出、繼承及其名稱、住所之變更或更正  |          |              | 1000 |
| 礦業權者名稱、住所之變更或更正                    |          |              | 1000 |
| 補發礦業執照                             |          |              | 1000 |
| 第五條 利害關係人申請抄發登記冊及所屬文件、礦區圖、重複礦區關係資料 |          |              | 抄錄費  |
|                                    | 登記冊及所屬文件 |              | 2000 |
|                                    | 礦區圖      |              | 2000 |
|                                    | 重複礦區關係資料 |              | 2000 |
| 凡申請派員赴礦業申請地或礦區勘查、主管機關應通知申請人繳納勘察費   |          |              | 勘察費  |

## (二) 礦業權費收費辦法

「礦業權費收費辦法」乃依礦業法第 53 條第 2 項 & 第 55 條 2 項規定訂之。自中華民國 93 年 1 月 2 日開始施行，最新修正之日期是民國 101 年 04 月 13 日的新版本，礦業權費由經濟部礦務局負責收取。整理相關收費項目與標準如下表。

表 4-11 礦業權費收費辦法

| 第 2 條 | 礦業權費之費率 |            |                                    |
|-------|---------|------------|------------------------------------|
|       | 探礦權     | 海域石油礦及天然氣礦 | 按年每萬公頃繳納新臺幣 50 元，不滿一萬公頃部分，以一萬公頃計。  |
|       |         | 陸上石油礦及天然氣礦 | 按年每公頃繳納新臺幣 150 元。                  |
|       |         | 其他各礦種      | 按年每公頃繳納新臺幣 150 元。                  |
|       | 採礦權     | 海域石油礦及天然氣礦 | 按年每萬公頃繳納新臺幣 150 元，不滿一萬公頃部分，以一萬公頃計。 |
|       |         | 陸上石油礦及天    | 按年每公頃繳納新臺幣 450 元。                  |

|                        |                                                                                        |                                                                                           |                   |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                        |                                                                                        | 然氣礦                                                                                       |                   |
|                        |                                                                                        | 其他各礦種                                                                                     | 按年每公頃繳納新臺幣 450 元。 |
| 第 3 條                  | 礦業權費                                                                                   | 每年分上、下二期徵收                                                                                | 上期之徵收起迄期間為一月至六月。  |
|                        |                                                                                        |                                                                                           | 下期之徵收起迄期間為七月至十二月。 |
|                        |                                                                                        | 主管機關應依前條核算後，分別於當年八月二十日前及次年二月二十日前，開具礦業權費繳納通知單，通知礦業權者於當年九月底前及次年三月底前，繳納當年上期及下期之礦業權費。         |                   |
|                        |                                                                                        | 礦業權者如有欠繳礦業權費，應依欠繳之先後期別依序繳納；倘未依序繳納者，主管機關得就礦業權者繳納之礦業權費，由最先欠繳期別依序抵繳，其所欠繳之礦業權費及依本法第五十六條加徵之數額。 |                   |
| 第 4 條                  | 經營海域石油礦及天然氣礦之礦業權者，依本法第 53 條第 1 項但書申請免繳當年上期及下期之礦業權費，應分別於當年七月底前及次年一月底前，敘明其特殊原因，申請主管機關核准。 |                                                                                           |                   |
| 第 5 條                  | 礦業權者依本法第五十三條第三項規定，申請核減當年上期及下期之礦業權費，應分別於次年一月底前及七月底前檢附第一款或第二款之書件，向主管機關提出申請：              |                                                                                           |                   |
|                        | 1.以營業稅申請核減者：                                                                           | (1)申請表一份                                                                                  |                   |
|                        |                                                                                        | (2)礦業權者有二以上之礦業權時，其各礦區礦種銷售所繳營業稅及數量分攤營業稅明細表；如營業稅分攤明細表所列銷售金額單價及數量與所報該期間礦業簿不符者，並應檢附營業統一發票影本。  |                   |
|                        |                                                                                        | (3)如有外銷者，其外銷證明文件正本及影本各一份。                                                                 |                   |
|                        |                                                                                        | (4)稅捐機關核章之最近一期營業人銷售額與稅額申報書收執聯正本及影本各一份。                                                    |                   |
|                        |                                                                                        | (5)營業稅繳款書收據聯正本及影本各一份。                                                                     |                   |
| 2.以礦產權利金申請核減者，檢附申請書一份。 |                                                                                        |                                                                                           |                   |
| 第 6 條                  | 礦產權利金每年分上、下二期徵收                                                                        | 上期之徵收起迄期間為一月至六月                                                                           |                   |
|                        |                                                                                        | 下期之徵收起迄期間為七月至十二月。                                                                         |                   |

|  |                                                                                             |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |                                                                                             |  |
|  | 主管機關應分別於當年八月二十日前及次年二月二十日前，開具礦產權利金繳納通知單，通知礦業權者於當年九月底前及次年三月底前繳納當年上期及下期之礦產權利金。                 |  |
|  | 礦業權者如有欠繳礦產權利金，應依欠繳之先後期別依序繳納；倘未依序繳納者，主管機關得就礦業權者繳納之礦產權利金，由最先欠繳期別依序抵繳其所欠繳之礦產權利金及依本法第五十六條加徵之數額。 |  |

### (三) 礦產權利金收費辦法

「礦產權利金收費辦法」乃依礦業法第 54 條第 2 項及第 55 條第 2 項規定訂定之。乃中華民國 93 年 6 月 16 日經濟部經礦字第 09302710150 號令訂定發布，全文 7 條，並自 93 年 1 月 2 日施行。經民國 101 年 04 月 24 日，中華民國 101 年 4 月 24 日經濟部經務字第 10104602540 號令修正發布第 6、7 條條文；並自發布日施行，礦產權利金由經濟部礦務局負責收取。關於礦業應繳納權利金的計算方式與繳納比例之規範整理如下表。

表 4-12 礦產權利金收費辦法

|       |                                                 |     |
|-------|-------------------------------------------------|-----|
| 第 2 條 | 礦產權利金之計算方式，以礦產物生產數量、礦產物價格及繳納比率三者之積計算之。          |     |
| 第 3 條 | 礦產物生產數量，以採礦權者依本法第 59 條第三項規定申報主管機關之礦業簿所載資料為參考依據。 |     |
|       | 礦產物價格以各探、採礦場之場交加權平均價格計算後定之。                     |     |
|       | 前二項礦產物生產數量及礦產物場交價格，主管機關認有必要時，得派員前往查核。           |     |
| 第 4 條 | 礦產權利金之繳納比率如下：                                   |     |
|       | 一、石油礦及天然氣礦                                      | 10% |
|       | 二、金屬礦                                           | 5%  |
|       | 三、前二款以外之其他礦種                                    | 2%  |
| 第 5 條 | 前條所定繳納比率，主管機關認有必要時，得會商相關機關調整之。                  |     |

### (四) 水土保持保證金

依據水土保持法第 8 條第 3 款規定，<sup>33</sup>探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施之治理或經營等使用行為，應經調查規劃，依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護。另依同法第 11 條規定，國有林地的國、公有林區內水土保持之處理與維護，由森林經營管理機關策劃實施。但是第 12 條進一步規定，如果水土保持義務人於山坡地或森林區內從事探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施，即應先擬具水土保持計畫，送請主管機關核定。因此，在林務主管機關同意並核定礦業權人在國有林地上實施開礦或採礦之行為之前，依本法第 12 條規定，在申請土地使用時就要具備國有地水土保持計畫，方便主管機關核定。

依據同法第 24 條之規定，<sup>34</sup>礦業權人應繳納保證金。因此，水土保持局就依據第 24 條之授權制定「水土保持保證金繳納及保管運用辦法」。主管機關係水土保持局。農委會於中華民國 85 年 2 月 10 日會內政部、交通部、經濟部、教育部、國防部、環境保護署會銜訂定發布全文 10 條。中華民國 103 年 12 月 19 日會銜修正發布第 5 條條文。設置保證金制度之主要目的，是要確定水土保持義務人有確實履行水土保持計畫。依據「水土保持法」第 24 條規定以及「水土保持保證金繳納及保管運用辦法」第 3 條與第 6 條的規定，水土保持義務人依本辦法繳交保證金之後，保證金由水土保持局依據公庫法之規定加以保管。此一保證金的收取，係為義務人就是否履行水土保持計畫所提

<sup>33</sup> 水土保持法第八條，「下列地區之治理或經營、使用行為，應經調查規劃，依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護：三、探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。」

<sup>34</sup> 水土保持法第二十四條，「有第八條第一項第三款至第五款之開發、經營或使用行為者，應繳納水土保持保證金；其繳納及保管運用辦法，由中央主管機關會同目的事業主管機關定之。前項保證金於依規定實施水土保持之處理與維護，經檢查合於水土保持技術規範後發還之。有前二條情形之一，經限期改正而屆期不改正或實施不合水土保持技術規範者，應由主管機關會同各該目的事業主管機關代為履行，並向水土保持義務人徵收費用，或自其繳納之保證金中扣抵。有前二條情形之一，經限期改正而屆期不改正或實施不合水土保持技術規範者，應由主管機關會同各該目的事業主管機關代為履行，並向水土保持義務人徵收費用，或自其繳納之保證金中扣抵。」

出之金錢擔保，而水土計畫之履行係義務人就租用土地上面所為開、採礦行為而衍生的水土保持義務，既然租地行為視為國有地而屬於私法契約行為，則繳交水土保持保證金的方式也是屬於私法的擔保契約。

表 4-13 水土保持保證金繳納及保管運用辦法

|       |                                                                                                                          |                |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 第 2 條 | 水土保持保證金依主管機關核定之水土保持計畫總工程造價之一定比例額度計算；其應繳納之比例額度如下：                                                                         |                |
|       | 一、探礦、採礦及其鑿井或設置有關附屬設施：                                                                                                    | 30%            |
|       | 二、於山坡地或森林區內取土石                                                                                                           | 30%            |
|       | 三、於山坡地或森林區內修建鐵路、公路、溝渠或農路以外之其他道路                                                                                          | 20%            |
|       | 四、於山坡地或森林區內開發建築用地                                                                                                        | 30%            |
|       | 五、於山坡地或森林區內開發高爾夫球場、堆積土石或處理廢棄物                                                                                            | 40%            |
|       | 前項水土保持計畫經主管機關核定分期施工者，其保證金，依核定之各期水土保持計畫工程造價之一定比例額度計算。                                                                     |                |
|       | 前二項應繳保證金之數額，計算至新臺幣萬元為止，未滿萬元部分不計。                                                                                         |                |
| 第 3 條 | 保證金由水土保持義務人於申領水土保持施工許可證時，向水土保持計畫核定之主管機關一次繳納；分期施工者，保證金於申領各期水土保持施工許可證時繳納。                                                  |                |
| 第 4 條 | 保證金得以現金或等值之無記名政府公債、定期存款單、銀行開立之本行支票繳納，或取具在中華民國境內營業之金融機構之書面保證。但書面保證應以該金融機構營業執照登記有保證業務者為限。                                  |                |
|       | 水土保持義務人提供金融機構之書面保證或辦理質權設定之定期存款單，應加註拋棄行使抵銷權及先訴抗辯權。                                                                        |                |
| 第 5 條 | 水土保持計畫由各級政府機關、國營事業機構或公立學校興辦者，免繳納保證金。                                                                                     |                |
| 第 6 條 | 保證金之保管，應依公庫法及其有關規定辦理。                                                                                                    |                |
| 第 7 條 | 水土保持義務人違反本法第 23 條第 1 項規定，由主管機關會同目的事業主管機關限期改正，而屆期仍不改正或實施仍不合水土保持技術規範，或令其停工、強制拆除、清除工作物而不為，經主管機關認為有必要代為履行者，其費用，應以其繳納之保證金中扣抵。 |                |
|       | 主管機關依前項規定代為履行完成後，應將動用保證金之收據，併同完工結算書及竣工圖，交付水土保持義務人。如保證金不敷扣抵時，並應限期補繳。                                                      |                |
| 第 8 條 | 主管機關會同目的事業主管機關執行代為履行時，應通知水土保持義務人，並於各該主管機關公告處公告之。                                                                         |                |
|       | 前項通知應載明事項如下：                                                                                                             | 一、代為履行事由。      |
|       |                                                                                                                          | 二、代為履行計畫之摘要。   |
|       |                                                                                                                          | 三、預定實施日期。      |
|       |                                                                                                                          | 四、代為履行計畫之經費概括。 |

|       |                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------|
|       | 五、其他。                                                    |
|       | 前項代為履行計畫，得委託或指定相關機關（構）或團體代為調查、規劃、設計、施工及監造，其費用由水土保持義務人負擔。 |
|       | 第二項第四款代為履行計畫之經費，包括調查、規劃、設計、施工、監造、管理及依前項委託所增加之費用。         |
| 第 9 條 | 保證金如有下列各款情形之一者，應一次無息發還：                                  |
|       | 一、主管機關核發水土保持完工證明書者。                                      |
|       | 二、依第七條執行代為履行完成後，其保證金經扣抵尚有餘額者。                            |
|       | 三、經主管機關撤銷水土保持施工許可證，並認定無必要代為履行者。                          |
|       | 四、水土保持計畫工程中止或廢止，經主管機關認定無必要代為履行，且由水土保持義務人繳還水土保持施工許可證者。    |

#### (五) 山坡地開發利用回饋金繳交辦法

在林務局主管的業務之內可以收取的費用是山坡地開發利用回饋金。依據森林法 87 年 5 月 27 日修正增訂第 48 之 1 條<sup>35</sup>，為獎勵私人或團體長期造林，政府應設置造林基金，第 1 項第 2 款明定山坡地開發利用者繳交之回饋金為基金來源之一。第 2 項明定回饋金應於核發山坡地開發利用許可時通知繳交，其繳交義務人、計算方式及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關擬訂，報請行政院核定。「山坡地開發利用回饋金繳交辦法」（以下簡稱本辦法）即依此法律授權訂定。查森林法增加本條之立法意旨係藉由收取回饋金之機制，抑制山坡地開發，以達成國土保安、水源涵養及減少天然災害之目標，並將所收取之回饋金，統籌運用於造林工作，以加強山坡地森林保育。

舉凡必須擬具水土保持計畫或簡易水土保持申報書之開發利用行為，必對環境造成一定程度之衝擊，故繳交義務人必須依據本辦法繳交回饋金，以為衡平。爰於本辦法第三條明定，

<sup>35</sup> 森林法 48-1 條：「為獎勵私人或團體長期造林，政府應設置造林基金；其基金來源如下：一、由水權費提撥。二、山坡地開發利用者繳交之回饋金。三、違反本法之罰鍰。四、水資源開發計畫工程費之提撥。五、政府循預算程序之撥款。六、捐贈。七、其他收入。前項第一款水權費及第四款水資源開發計畫工程費之提撥比例，由中央水利主管機關會同中央主管機關定之；第二款回饋金應於核發山坡地開發利用許可時通知繳交，其繳交義務人、計算方式、繳交時間、期限與程序及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關擬訂，報請行政院核定之。」

所謂山坡地開發利用，指水土保持法第 12 條第 1 項及第 4 項所定，應先擬具水土保持計畫或簡易水土保持申報書之行為，以利執行。凡為擬具水土保持計畫或簡易水土保持申報書之水土保持義務人，回饋金之計算方式係以核定時水土保持計畫之「計畫面積」計算之，繳交義務人得比照水土保持保證金之分期繳交比例額度，在申領水土保持施工許可證前，分期繳交回饋金。倘有擴大計畫面積之變更情事，當予加徵本回饋金；惟如減少面積，亦應退還已繳之回饋金。農業用地變更回饋金及山坡地開發利用回饋金不重複收取：於本辦法第 7 條增定第 2 項已先收繳山坡地開發利用回饋金，依據農業發展條例第 12 條規定，將收繳之回饋金之二分之一存入農業發展基金。整理相關收費辦法如下表。因此，此一回饋金的繳納是為了要鼓勵、擴大山坡地的森林保育與造林行動，藉此擴大林地面積，達到生態永續與環境永續的目的。因此徵收回饋金的目的是為了增進公眾利益所徵收的費用，所以是一種課稅手段。

表 4-14 農業發展條例

|       |                                                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第 1 條 | 本辦法依森林法第 48 條之 1 第 2 項規定訂定之。                                                                |
| 第 2 條 | 本辦法所稱山坡地，指水土保持法第 3 條第 3 款所定之山坡地。                                                            |
| 第 3 條 | 本辦法所稱山坡地開發利用，指水土保持法第 12 條第 1 項及第 4 項所定，應先擬具水土保持計畫或簡易水土保持申報書之行為。                             |
| 第 4 條 | 山坡地開發利用回饋金之繳交義務人，為擬具水土保持計畫或簡易水土保持申報書之水土保持義務人。                                               |
| 第 5 條 | 本回饋金之計算方式，應依其開發利用程度之類別，以水土保持主管機關核定水土保持計畫，或簡易水土保持申報書之計畫面積，與其當期公告土地現值乘積 6% 至 12% 計算。          |
|       | 無公告土地現值者，以毗鄰或鄰近之公告土地現值計算。                                                                   |
|       | 第一項類別及計算回饋金之乘積比率，由主管機關公告之。                                                                  |
| 第 6 條 | 水土保持主管機關核定水土保持計畫或簡易水土保持申報書前，屬應繳交本回饋金者，由主管機關計算本回饋金數額，通知繳交義務人於申領水土保持施工許可證或簡易水土保持申報書核可函前，一次繳納。 |
|       | 前項如屬分期施工者，繳交義務人得比照水土保持保證金之分期繳交比率額度，分期繳交本回饋金。                                                |

|       |                                                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | 水土保持完工前，其原計畫面積遇有變更時，主管機關應依本辦法規定，重新計算本回饋金，並與原計算金額相抵後，無息多退少補。                                         |
| 第 7 條 | 主管機關彙整收取本回饋金後，應即繳入中央主管機關所設置之林務發展及造林基金專戶儲存應用。                                                        |
|       | 山坡地開發利用案件，涉及農業用地變更回饋金案件，主管機關應依農業發展條例第十二條規定，將收繳之本回饋金二分之一存入中央主管機關設置之農業發展基金；餘二分之一存入中央主管機關設置之林務發展及造林基金。 |
| 第 8 條 | 山坡地之開發利用，有下列情形之一者，免繳交回饋金：                                                                           |
|       | 一、已依促進產業升級條例辦理土地捐贈國有或繳交回饋金。                                                                         |
|       | 二、已依森林法第四十八條之一第一項第一款、第四款提撥造林基金。                                                                     |
|       | 三、由中央、地方各級政府機關及學校興辦。                                                                                |
|       | 四、依本辦法繳交回饋金之舊有建物，經主管機關認定屬原地及原範圍或面積內改建或修建。                                                           |
|       | 五、已依農業發展條例繳交相當回饋性質之金錢或代金。                                                                           |
|       | 六、屬依水土保持計畫審核監督辦法第三條第一款、第二款或第四款規定擬具簡易水土保持申報書。                                                        |
|       | 七、依農業發展條例第八條之一第一項及第二項但書免申請建築執照。                                                                     |
| 第 9 條 | 本辦法中華民國九十六年三月一日修正施行前受理之案件，依修正施行前之規定辦理。但修正施行後之規定有利於繳交義務人者，依有利於繳交義務人之規定辦理。                            |

附表

- 一、 目的事業主管機關核發開發利用許可面積(以下簡稱核准面積)倘有包含非山坡地範圍之面積，或本辦法第七條第四款、第六款至第十三款或第十五款等情形之一時，地方主管機關於計算回饋金時應予扣除之。
- 二、 建築面積係建築主管機關核准建造執照填列之建築面積。建築面積以外面積即核准面積扣除建造執照填列之建築面積後之土地面積。
- 三、 原計算回饋金之面積變更時，地方主管機關應按變更後之面積、原計算回饋金之當期公告土地現值及乘積比率，依附表重新計算回饋金，經扣抵原計算金額後，無息多退少補。
- 四、 經目的事業主管機關認定屬臨時性開發或利用之行為，乘積比率以6%計算。

表 4-14 農業發展條例

| 款 | 開發或利用之行為 | 計算方式 |  |
|---|----------|------|--|
|---|----------|------|--|

| 次 |                        |                   | 無須申請建造執照              | 須申請建造執照                                                                                                                                                       |  |
|---|------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 一 | 探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施 | 探礦、採礦或設置有關附屬設施    | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率12% | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率12%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率12%)                                                                                                           |  |
|   |                        | 鑿井或設置有關附屬設施       | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率9%  | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率10%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率9%)                                                                                                            |  |
|   |                        | 採取土石或設置有關附屬設施     | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率12% | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率12%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率12%)                                                                                                           |  |
| 二 | 興修鐵路、公路、市區道路或供運輸用之水路   | 興修鐵路              | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率6%  | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率11%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率6%)                                                                                                            |  |
|   |                        | 興修公路、市區道路或供運輸用之水路 | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率6%  | 備註<br>一、所稱路，係以公路法第二條第一款所定「國道、省道、市道、縣道、區道、鄉道、專用公路及其用地範圍內之各項公路有關設施」。<br>二、市區道路則係以市區道路條例第二條所定「一、都市計畫區域內所有道路。二、直轄市及市行政區域以內，都市計畫區域以外所有道路。三、中央主管機關核定人口集居區域內所有道路」為限。 |  |

| 款次 | 開發或利用之行為 |  | 計算方式                                                      |                                                                                                                                                                    |                                                                                  |
|----|----------|--|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|    |          |  | 無須申請建造執照                                                  | 須申請建造執照                                                                                                                                                            |                                                                                  |
| 三  | 興建農舍     |  | 農舍用地面積×當期公告土地現值×乘積比率9%                                    | 備註<br><br>一、依農業用地興建農舍辦法第八條第三項規定，農舍用地面積為法定基層建築面積，且為農舍與農舍附屬設施之水平投影面積用地總和。<br><br>二、依本辦法第七條第七款規定，農舍用地面積以外，維持作農業使用之土地面積，免繳交回饋金。                                        |                                                                                  |
| 四  | 興建農業設施   |  | 建築面積(含農作產銷設施之農業生產設施或林業設施之林業經營設施等建築面積應予扣除)×當期公告土地現值×乘積比率6% | 一、依本辦法第七條第八款規定，興建農業設施之建築面積以外，維持作農業使用之土地面積，免繳交回饋金。<br><br>二、依本辦法第七條第九款規定，第八款建築面積內，屬申請農業用地作農業設施容許使用審查辦法第十三條第一項第一款農作產銷設施之農業生產設施或第十六條第一項第一款林業設施之林業經營設施等設施面積，應自建築面積扣除之。 |                                                                                  |
| 五  | 興辦休閒農場   |  | 建築面積×當期公告土地現值×乘積比率6%                                      |                                                                                                                                                                    | 依本辦法第七條第十款、第十三款規定，興辦休閒農場之建築面積以外，維持作農業使用之土地面積，及依休閒農業輔導管理辦法於休閒農業區內設置供公共使用之休閒農業設施之土 |

| 款次 | 開發或利用之行為            |                       | 計算方式                                                |                                                     |             |
|----|---------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|
|    |                     |                       | 無須申請建造執照                                            | 須申請建造執照                                             |             |
|    |                     |                       |                                                     |                                                     | 地面積，免繳交回饋金。 |
| 六  | 設置公園、運動場或高爾夫球場      | 設置公園、運動場              | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率6%                                | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率10%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率6%)  |             |
|    |                     | 設置高爾夫球場               | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率12%                               | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率12%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率12%) |             |
| 七  | 開發遊憩用地              | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率6%  | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率10%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率6%)  |                                                     |             |
| 八  | 設置殯葬設施              | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率8%  | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率10%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率8%)  |                                                     |             |
| 九  | 設置營建剩餘土石方處理之收容處理場所。 | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率12% | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率12%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率12%) |                                                     |             |

| 款次 | 開發或利用之行為                   |                        | 計算方式                                                |                                                    |                                                                                                                                   |
|----|----------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                            |                        | 無須申請建造執照                                            | 須申請建造執照                                            |                                                                                                                                   |
| 十  | 設置處理廢棄物設施                  | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率12%  | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率12%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率12%) |                                                    |                                                                                                                                   |
| 十一 | 設置點狀或線狀之公用事業設施             | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率6%   | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率10%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率6%)  |                                                    |                                                                                                                                   |
| 十二 | 設置路外停車場或駕訓場                | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率6%   | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率10%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率6%)  |                                                    |                                                                                                                                   |
| 十三 | 除前十二款規定外，從事須申請建造執照之山坡地建築行為 | 經建築主管機關認定為新建行為         |                                                     | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率11%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率6%) | 所稱新建行為，係指建築法第九條第一款「為新建造之建築物或將原建築物全部拆除而重行建築者」或第二款後段「但以過廊與原建築物連接者，應視為建。」之行為。                                                        |
|    |                            | 經建築主管機關認定為增加原建築面積之增建行為 |                                                     | 建築面積×當期公告土地現值×乘積比率11%                              | 一、所稱增加原建築面積之增建行為，係指建築法第九條第二款前段「於原建築物增加其面積...。」之行為。<br><br>二、依本辦法第七條第五款規定，屬改建、修建或增加原建築高度之增建行為，免繳交回饋金；依同條第六款規定，屬增加原建築面積之增建行為，其增建面積以 |

| 款次 | 開發或利用之行為              | 計算方式                 |                                                   |                             |
|----|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|
|    |                       | 無須申請建造執照             | 須申請建造執照                                           |                             |
|    |                       |                      |                                                   | 外之土地面積，亦免繳回饋金。              |
| 十四 | 其他經中央主管機關認定之山坡地開發利用行為 | 核准面積×當期公告土地現值×乘積比率6% | (建築面積×當期公告土地現值×乘積比率6%)+(建築面積以外面積×當期公告土地現值×乘積比率6%) | 如設立托育、社福及醫療設施等或其他山坡地開發利用行為。 |

#### (六) 國有林事業區出租造林地管理要點之造林林木補償金

依據「國有林出租造林地補償收回作業要點」<sup>36</sup>是針對行政院提出的「國有林出租造林地補償收回計畫」所做出的規定。依該要點之規定，林務局針對(一)土石流潛勢地區、(二)水庫集水區、(三)河川區兩側、(四)生態保護區、(五)保安林以及(六)其他經主管機關依森林法第十條規定限制採伐地區等六個區域，指定為優先收回造林的區域範圍。林務局可以依據「林務局森林調查手冊」、「國有森林林產物處分規則」、「林務局林產物處分實務」中所定的材積調查規定，辦理承租人實施造林之造林木之材積調查，調查後依據「農作改良物徵收補償費查估基準」：「無利用價值者，按造林費用計算，其造林費用基準，以查估

<sup>36</sup> 行政院農委會，農授林務字第 0921656307 號令，「國有林事業區出租造林地補償收回作業要點」。後於民國 97 年修正更名為「國有林出租造林地補償收回作業要點」。

當時行政院農業委員會公告造林貸款計畫每公頃造林費用基準計列。有利用價值者，按照山價查定，並依查估當時該木材市價減去必要之生產費用，及扣除政府分收價金為林木補償金額」。

<sup>37</sup>如果承租人放棄辦理林木調查者，則按租約面積依租地林況以每公頃定額補償費合計。其核發基準係林木以每公頃 30 萬～40 萬新台幣之標準計發；竹類之補償標準則是每公頃 30 萬；竹、木混淆林則是每公頃 30 萬。<sup>38</sup>從此一作業要點的內容觀察，所補償的內容依舊是以「林、木」作為補償的標的，也沒有提及以「生態」作為計算補償之依據。

關於礦業租用林業用地實施採礦作業，需要在採礦作業結束後復育造林，以便返還林地。在地目上，林務局並未因租賃行為而將地目變更為礦業用地，因此採礦活動結束後還是屬於林業用地，租用目的消失或是租期屆滿之後也還需要實施植生復育作業。依據林務局「國有林地暫准租賃契約書」第 15 條之規定，承租人還需要辦理至少 6 年之植生復育作業，承租者必須選擇適合當地之造林樹種，回填厚度至少 50 公分以上之客土，並於造林季節栽植，每公頃須種植 2,000 株造林木，必要時增加施肥等工作項目。最後搭配水土保持計畫的實施，直至恢復林業使用，才能完成返還的目的。<sup>39</sup>

#### (七) 植生綠化擔保金

但如果復育的目的無法達成，依據森林法第 9 條第 3 項之規定，因為採、採礦者之行為有破壞森林之虞者，由主管機關督促行為人實施水土保持處理或其他必要之措施，行為人不得

<sup>37</sup> 行政院農委會，林務局，農林務字第 0971720633 號令，「國有林出租造林地補償收回作業要點」。

<sup>38</sup> 同上註，「國有林出租造林地補償收回作業要點」第3項第5款，「租地上生長林木，經會同承租人現場核對(拍照存證，註明GPS坐標)，符合最近一期換約現場林木調查之造林樹種及存活株數者每公頃新臺幣四十萬元，其餘以每公頃新臺幣三十萬元計發。租地上生長竹類每公頃新臺幣三十萬元。木竹混淆林以已印刷最新版林班像片基 本圖判釋木、竹所占比例，依前二小目每公頃核發基準核計。列管有案已混植每公頃六百株林木者，每公頃新臺幣三十萬元，原植違規作物不予補償」。

<sup>39</sup> 李珮吟，國有林出租作為礦業用地之現況簡介，臺灣林業，第 41 卷第 6 期，2015，頁 23。

拒絕。因此林務局的「國有林地暫准租賃契約書」中還規定承租人在訂約前，需要繳納植生綠化擔保金，避免礦業業者不確實履行復育造林義務時，由林務局代為履行。<sup>40</sup>從上面的規定來看，「植生綠化擔保金」是開礦業者（承租人）或水土保持義務人跟林務局訂定的私法契約內容，故屬於私法契約的性質。

#### (八) 土地改良費

林務局的「國有林地暫准租賃契約書」中，第 17 條要求國有林地的承租人「如租用之土地於使用前確能造林者，而使用完畢後尚能改良造林者，酌收土地改良費，按照毗鄰地林地目六等則之市價百分之二十計算」。也是開礦業者（承租人）或水土保持義務人跟林務局訂定的私法契約內容，故屬於私法契約的性質。

#### (九) 租金

礦業法第 45 條規定取得土地使用權的方法僅有三種，即購用、租用與其他法律所訂之方式。因此，國有林地若經礦業權人申請並經主管機關核定後，礦業權人即可取得國有林地的土地使用權。依據「國有林地暫准租賃契約書」中第四條規定，基地按當期公告土地現值總額之百分之四計收(行政院核定之租金率標準修正時，應隨之調整)。因此租金是私法契約的對待給付。

#### (十) 佔用國有林地使用費

林務局另有頒布的「國有林地濫墾地補辦清理作業要點」，是針對原本國有林地被佔用而栽植林、木、茶樹、果樹、蔬菜等作物，但事後占用人以經公證的契約向林務局承諾恢復種植林、木。有興建水池等建物者，佔用人應繳交五年之使用費。相關林地、林相的恢復由林務局依據承諾契約予以認定，確保林地之回收。但是收取這個費用是僅在國有林地有被事實佔用

---

<sup>40</sup> 同上註。

的情況方能適用，不具有一般性質。而且因為是以事實佔用的面積與時間來計算，所以使用費的性質是私法契約。

#### (十一) 景觀特別稅

土石採取法第 3 條第 3 款規定「礦業權者在礦區內採取同一礦床共生之土石者」應取得土石採取許可。另依地方制度法第 19 條與稅法通則之規定，可依自治條例徵收土石採取景觀維護特別稅，目的是為了維護城鄉景觀之保育、延續、開發，並減輕因土石採取對交通及觀光產業之負面影響，因此各縣、市政府轄內如果有土石開採的行為，就可以依據自治條例之授權，徵收景觀特別稅。所以基於污染者付費原則，景觀特別稅的課徵是針對土石開採人就其轄下內自然資源的開採所課徵的特別稅，目的也是為了要降低其轄內環境的外部性效果，所以是特別稅的性質。

#### (十二) 國土保育法(105 年 5 月 1 日實施)

國土計畫法第 44 條規定中央主管機關應設置國土永續發展基金，並依據使用許可案件收取國土保育費。該保育費的收取是為了要「因應氣候變遷、確保國土安全、保育自然環境與人文資產促進資源與產業合理配置，強化國土整合管理機制，並復育環境敏感與國土破壞地區，追求國家永續發展」之目的所收取的費用，具有全國國民一體適用性、普遍性，可以照顧到全國人民福祉。因此保育費是賦稅的性質。依據「國土永續發展基金收支保管及運用辦法」第 4 條之規定，國家永續發展基金的用途限於「一、依本法規定辦理之補償所需支出。二、國土之規劃研究、調查及土地利用之監測。三、依前條第五款來源補助直轄市、縣（市）主管機關辦理違規查處及支應民眾檢舉獎勵。四、管理及總務支出。五、其他國土保育事項。」因此也是有專款專用的限制，所以是特別公課的賦稅。

依同法第 28 條之規定，直轄市與縣、市政府主管機關可以

向「申請核發使用許可」案件之申請人徵收國土影響費，用於改善或增建相關公共設施之用。因為是針對特定的服務、行為所課徵的費用，並且用於公共利益者，因此屬於地方稅。又因還有法定的使用範圍，限於國土影響費的用途僅限於「改善或增建相關公共設施之用」，因此應該也算是特別公課的性質。

### (十三) 國有林林產物處分規則

依據「國有林林產物處分規則」第 14 條第 6 款規定，有「伐木、造林、探礦、採礦、採取土石及公共工程，為排除障礙，須採取竹木，經查明屬實者。」林務局可以以專案方式核准採取林產物。另依第 15 條規定，林務局（管理經營機關）可以用專案方式把被稱為障礙木的林產物賣給採取人。林產物價金的計算方式是依據第 19 條規定之公式計算之。<sup>41</sup>林務局「國有林地暫准租賃契約書」中的特約事項中亦有約定「須依規定申請，核准後方可砍伐」的事項。目的是針對障礙排除處分有所依據，發揮林產物的經濟效益並且合法的處理國有林產物，符合使用者與消費者付費原則。因此障礙木價金的收取並非通案，是透過轉申請的方式實施，礦業權人不是一定要繳交這個費用，而是依個案專案申請。故不能稱為是一般的規費，僅能稱為是一種依據買賣障礙物的價金。由於是行政機關的私經濟處分行為，所以是一私法契約。

綜上所論，所有與礦業有關之規費及其所涉相關法規、以及其法律性質等分析結果整理如下表。

---

<sup>41</sup> 林產物價金由管理經營機關依下列公式計算之：

$$\text{林產物價金} = \frac{\text{林產物總市價}}{1 + \text{利潤率} + \text{資金利率}} - \text{生產費。林產物市價及生產費依時價查定之}$$

表 4-15 與礦業有關之規費整理與法律性質分析

|     | 費用名稱          | 規則名稱                 | 法律依據                              | 法律性質    | 收費機關          | 徵收目的                     |
|-----|---------------|----------------------|-----------------------------------|---------|---------------|--------------------------|
| 1.  | 礦業規費          | 礦業規費收費辦法             | 礦業法第78條                           | 規費      | 礦務局           | 服務                       |
| 2.  | 礦業權費          | 礦業權費收費辦法             | 礦業法第53條第2項&第55條2項                 | 規費      | 礦務局           | 服務                       |
| 3.  | 礦產權利金         | 礦產權利金收費辦法            | 礦業法第54條第2項&第55條第2項                | 規費      | 礦務局           | 服務                       |
| 4.  | 水土保持保證金       | 水土保持保證金繳納及保管運用辦法     | 水土保持法第8條、第24條第1項                  | 私法契約    | 水土保持局         | 擔保義務人履行水土保持實施義務          |
| 5.  | 山坡地開發利用回饋金    | 山坡地開發利用回饋金繳交辦法       | 森林法第48條之1第2項、水土保持法第12條、農業發展條例第12條 | 賦稅      | 農委會           | 擴大山坡地保育與造林面積             |
| 6.  | 土地租金          | 國有林地暫准租賃契約書          | 礦業法第48條                           | 私法契約    | 林務局           | 土地使用費                    |
| 7.  | 植生綠化擔保金       | 國有林地暫准租賃契約書第15條、第16條 | 礦業法第48條                           | 私法契約    | 林務局           | 擔保義務人履行復育造林義務            |
| 8.  | 土地改良費(停徵)     | 國有林地暫准租賃契約書第17條      | 礦業法第48條                           | 私法契約    | 林務局           | 擴大造林面積                   |
| 9.  | 景觀特別稅         | 土石採取景觀維護特別稅          | 各縣市政府之景觀特別稅徵收自治條例                 | 地方稅特別稅  | 各縣市政府財政局      | 各縣市政府維護城鄉景觀之保育、延續、開發     |
| 10. | 國土保育費         | 國土永續發展基金收支保管及運用辦法    | 國土計畫法第44條                         | 賦稅特別公課  | 內政部           | 國土規劃之研究、調查及土地利用監測、其他保育事項 |
| 11. | 國土影響費         |                      | 國土計畫法第28條、                        | 地方稅特別公課 | 直轄市與縣、市政府主管機關 | 改善或增建縣、市政府之相關公共設施之用      |
| 12. | 國有林地佔用使用費(停徵) | 國有林地濫墾地補辦清理作業要點      |                                   | 私法契約    | 行政院農業委員會      | 收回被佔用之國有林地               |
| 13. | 障礙木價金         | 國有林林產物處分規則           |                                   | 私法契約    | 林務局           | 買賣處分                     |

資料來源：法務部全國法規資料庫與本計畫計畫自行

檢討上述十三個收費法規與辦法，從整理的表格上，當可

發現徵收這些費用的性質有六個是私法契約，三個是規費，兩個賦稅性質，另外有兩個是地方稅。以規範目的來討論，水土保持金與山坡地開發利用回饋金的收費依據，乃是以減少天然災害，避免對國民健康、財產產生影響為目的，與保護自然生態沒有保護管理目的上的直接關聯。各種費用的收取也都有其特定的目的，沒有重複。因此，若未來要課徵生態補償費，以保育森林與林地外之生態資源，在現行法律規範之下，較不至於有重複課徵費用的結果發生。

## 第四節 立法建議

### 一、「生態」定義

生態一詞在我國的法律系統中算是一個新的名詞，也還沒有法律針對何為生態的內容與定義加以確認。依據外國學者 Salwasser 的定義，生態系可定義為有機體的族群與牠們生存的環境，包括所有植物、動物、土壤、水、氣候、人類及生命過程的交互影響(1993)。<sup>42</sup> 總和學者 O'Neil、Urban、Allen、Starr、Koestler、Bourgeron & Jenson 等人的研究，亦可得出生態系(Ecosystem)有四大特點：(1)生態系是動態的，一直在演替變化，使得生態系能向各種方向發展；<sup>43</sup> (2)生態系在組織層級上是屬於地區性的、暫時性的。各個層級都可組織成一個體系，而在此體系中，每個層級擁有不同的功能，但同時又是整個整體的一部分；<sup>44</sup> (3)生態系有其生物、生態、經濟及社會的限制。(4)生態系型態及過程並不是完全可預測的，程度也會因時空、組織層級不同而不一樣。<sup>45</sup> 因此，生態(Ecology)指的是生物與生物之間的關係，以及生物與非生物環境之間彼此互動的空間與相關聯性；而生態系指的則是特定環境內生物的交互作用。不過這些生命科學研究的定義，在我國都沒有被現行的法律所接受。

檢討憲法中的規定，自然環境、生態與生態系統都不是憲法中保障人民基本權利中的一種，所以，中華民國國民不能主張「環

---

<sup>42</sup> Salwasser H., D.W. MacCleery&T.A. Snellgrove 1993 An ecosystem perspective on sustainable forestry and new directions for the U.S. National Forest System. In: Aplet G.H.,N.Johnson.,J.T. Olson& A.V. Alaric eds. Defining sustainable forestry. Washington, D.C.: Island Press p44-89. (引自 Thomas & Arbelbide, 1997)

<sup>43</sup> O'Neill R.V., D.L. DeAngelis., J.B. Waide & T.F.H. Allen 1986 A hierarchical concept of ecosystems. Princeton, NJ : Princeton University Press.272p(引自 Thomas & Arbelbide, 1997)

<sup>44</sup> Allen T.F.H.& T.B. Starr 1982 Hierarchy: Perspective for ecological complexity. Chicago: University of Chicago Press. 310pp. (引自 Thomas & Arbelbide, 1997)

<sup>45</sup> Bourgeron P.S.& M.E. Jensen 1994 An overview of ecological principles for ecosystem management. In: Jensen & Bourgeron tech. Eds. Eastside ecosystem health assessment -Volume II: ecosystem management: principle and application. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-318. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. p51-64. (引自 Thomas & Arbelbide, 1997)

境權」、「生態與生態系統」等為人民基本權利。但是在憲法第十三章第三節關於基本國策的規範中，憲法第 143 條規定「經濟上可供公眾利用之天然力，屬於國家所有」，不因人民取得土地而受到影響。人類以往都從自然環境中獲得經濟價值，例如圈養動物、砍伐林木，種植作物，並從這些行為中發展文明與科技。聯合國在 2005 年提出生態系統服務的觀念，<sup>46</sup>近一步提出養分循環、土壤形成等生態系統過程，是支持、產生生態系統服務的方式。人類雖然不是這個生態系統服務形成的過程，也不會直接利用這種生態系統，但是生態系統服務卻是形成生態與估算生態價值不可或缺的要害，所以和生態息息相關。因此生態與生態系統也算是「自然力」的一部分。以德國憲法為例，學者楊承燁亦指出德國基本法第 1 條第 3 項的擴張解釋是可以把自然力納入國家保護義務的標的。<sup>47</sup>因此，生態與生態系統應該也是「自然力」的一部分，屬於國有，是國家保護義務的標的。

## 二、現行法條中「生態」定義

如同先前的討論，不論是森林法、礦業法亦或是跟動物保護有關的動物保護法、野生動物保護法、濕地保育法等，都沒有相關於「生態」的規範。但是在森林法第三條就有規定森林視為國家所有權歸屬規範，<sup>48</sup>並且由林務局加以管理；礦物則有礦業法第二條規定所有位於中華民國領域、專屬經濟海域及大陸礁層的礦均為國有。所以礦物的所有權人也是國家，透過礦業法的規範指定礦務局作為管理單位。而在野生動物保育法中第一條的立法目的指出：「為保育野生動物，維護物種多樣性，與自然生態之平衡，特制定本法。」雖然後面的條文中沒有說明何謂生態，但至少在該法中可以確認「野生動物」與「物種多樣性」是野生動物保育法的主要保護標的與任務，而且「保育」與「維護」野生

<sup>46</sup> Millennium Ecosystem Assessment: A Toolkit for Understanding and Action, Protecting Nature's Service, Protecting Ourselves, 1, Island Press (2007).

<sup>47</sup> 楊承燁，論國家之基本權保護義務：以德國憲法法學之發展為中心，173，元照出版社(2017)。

<sup>48</sup> 森林法第三條第二項：「森林以國有為原則。」

動物的責任都是國家應該承擔。雖然森林法後來在民國 93(2004)年修法的時候增加第 17-1 條規定，並在條文中增加「維護生態環境」、「保存生物多樣性」等字眼，但綜觀該條立法理由與法條內容，該法條是為了設立自然保護區而增加之條文，亦即設置自然保育區的目的是為了「維護森林生態環境」、「保存生物多樣性」。所以保護的標的自然保育區，不是以森林的生態、生態系為標的。另外，森林法裡面也沒有其他法條再進一步的說明「森林生態環境」的內容與定義，使得生態環境的內容變得沒有標準，使行政機關可以自行定義。也因為沒有定義「生態環境」，所以未來也無從估算森林的生態價值與估算損害賠償的範圍。這種依個案、依實際狀況調整的生態環境，會使法律的一般性、普遍性的效用受到質疑與侵害。

另外我國的濕地保育法中也有關於「生態補償」的規定，只是這個規定保護的標的是濕地上的生態與濕地面積，主要是為了達到濕地面積「零淨損失」的目的，所以不是針對生態所做的規範。依據濕地保育法第 4 條定義的規定，「生態補償」的定義是「指因開發及利用行為造成濕地面積或生態功能損失，對生態環境實施之彌補措施」，並沒有針對何謂「生態環境」作出定義。基於濕地保育法第 15 條與 19 條關於重要濕地明智利用計畫內容的要求，參照濕地保育法施行細則第 7 條規定應該要考慮「生物資源、水資源、土地及環境變遷」等因素。另參照同法第 27 條的規定，主要是要求所有開發的行為應該避免發生在重要濕地的土地範圍，如果各級政府經過明智利用評估程序並且徵詢中央政府意見之後認為開發、利用行為會影響重要濕地之虞者，應該依序採取迴避、衝擊減輕措施或替代方案、異地補償與生態補償措施。並依第 28 條之規定，實施異地補償應考量「生物棲地多樣性、棲地連結性、生態效益、水資源關聯性、鄰近土地使用相容性、土地使用趨勢及其他因素」。因此，綜觀濕地保育法中濕地

生態的規範，應該包括有生物資源、水資源、土地（棲地）、環境變遷等四種。這已經是我國現行法規中針對「生態」的定義有較清楚精確內容的一套法律。

不過應該注意的是這些生態的定義是針對實施濕地保育所需，是否可以擴大到其他自然資源的保育，則有待討論，畢竟森林與礦物是森林法與礦業法特定保護的對象，其所處環境與條件畢竟和濕地不同。要做援引適用的話，需要進一步討論其中的差異，並且針對森林生態的需求做調整。或者需要做進一步的修法建議，針對森林生態的內容作法條內容的調整。

依據本團隊的研究，研究礦區生態損害的方式是利用條件評估法 (contingent evaluation, VCM) 來計算、並利用水文平衡收支法來估算森林水源涵養量、利用效益移轉法來計算碳吸存效益、以及利用市場價值法或替代價格法來計算森林生產效益，最後還利用效益移轉法計算森林的遊憩效益。在物種調查部分則包含動物（哺乳類、兩棲類、鳥類）與植物（含珍稀類與瀕絕類）。

表 4-16 「生態」定義之比較表

| 本案研究調查之「生態」 | 濕地保育法之「生態」 |
|-------------|------------|
| 物種(生物多樣性)   | 生物資源       |
| 森林水源涵養量     | 水資源        |
| 國土保安價值      | 土地（棲地）     |
| 礦區生態損害      | X          |
| 碳吸存效益       | X          |
| 森林生產效益      | X          |
| 森林遊憩效益      | X          |
| X           | 環境變遷       |

資料來源：本報告自行整理

因此，若未來需要針對國有林地出租給礦業使用，而需要評估是否要增加因為森林的「生態」被破壞而向礦業權人求償，或

者主張恢復的話，可以確認的是生態是屬於憲法規定中「自然力」的一部分，自然力屬於國有也是國家的保護義務之一。因此國家有管理保護的義務，因此在法律上林務局的確有管理保護的責任。如果因為出租給礦業權人使用致使森林的生態受損，依法的確可以要求破壞森林生態之人回復原狀或是負擔補償責任。

生態的內容也應該再加以確認，因為依據損害補償的原則是填補損害，要先確定生態的內容與定義，才能比較因實施採礦行為實際的損害範圍，也才能估算損害價值，最後也才能依此要求礦業權人實施補償。因此需要確認生態的定義內容。雖然依據濕地保育法及其施行細則的規定，濕地生態的內容包括生物資源、水資源、土地（棲地）、環境變遷等四種。然而本計畫針對國有林地生態的評估內容包括物種（生物與植物）、森林水源涵養量、碳吸存效益、森林生產效益、森林遊憩效益、國土保安效益等六種項目加以量化，找出可以計算生態的方式，並以此作為計算補償範圍的依據。

因此，建議未來要增加關於生態的定義。生態：意指動物、植物、水、林木、微生物等生物之間的關係，以及前述生物與其生存環境（含土壤、岩石、水、空氣）間之關係。有關生態的評估項目應包括物種（生物與植物）、森林水源涵養量、礦區生態損害、碳吸存效益、森林生產效益、森林遊憩效益、國土保安效益等。

### 三、現行恢復林地行為之法律性質

目前國有林地是依據礦業法的規定將土地租給礦業權人使用。依據礦業法的規定，關於土地使用權的取得方式，是依據礦業法第 43 條的規定，由主管機關（礦務局）徵求土地管理機關（國有林地之管理單位為林務局）同意後（包含同意購用或租用），

由礦業主管機關核定，取得土地之使用權，<sup>49</sup>但礦業權人應該跟土地所有權人協議土地使用權。依據大法官會議第 695 號解釋，此類協議使用土地的協議係為私法契約。另依礦業法第 45 條之規定，若協議不成而且也調解不成者，該使用土地之協議亦是適用民事訴訟法之程序處理爭議。因此，協議土地使用權以及使用方式的行為，依礦業法的規定是屬於民事行為，是私法契約。

國有林地的土地主管機關的核定，屬於行政處分。礦業權人與土地所有權人協議取得土地使用權，屬履行補助行為，是私法（民事）關係，有爭議時要協調，協調不成就可以提出民事訴訟。依據大法官會議解釋第 540 號與第 695 號解釋提出的雙階段理論，土地使用權的核定屬於公法行為，而土地使用權的使用協議就屬於私法行為、私法契約。既然租用土地使用權的行為屬私法契約，則林務局一旦同意並核定將國有林地出租給礦業權人使用，林務局依舊為國有林地之出租人。既為出租人，若在租約期滿之後要將該國有林地收回，並要向承租人（礦業權人）主張要針對採、開礦行為所造成的生態破壞進行補償，出租人林務局就應該在出租之租賃契約上載明有哪些生態是原本就存在該國有林地上的。按民法的規定，出租人之義務就是要保持交付的土地「合於所約定使用收益之狀態」。另依據民法第 432 條之規定，「承租人應以善良管理人之注意，保管租賃物，租賃物有生產力者，並應保持其生產力。承租人違反前項義務，致租賃物毀損、滅失者，負損害賠償責任。但依約定之方法或依物之性質而定之方法為使用、收益，致有變更或毀損者，不在此限。」因此，作為國有林地出租人的林務局，必須在出租之前先確認土地的「合理使用狀態」，而拿到土地使用權核定的礦業權人也才有保持租賃土地「合理使用狀態」的義務。也就是說，如果林務局要向礦業權人主張「生態補償」的補償責任，或是要求礦業權人要恢復森林的「生態」，

---

<sup>49</sup> 礦業法第 45 條。

那麼林務局就需要在核定土地使用權之時、或是最晚應該在簽訂租用契約之時，先提出租用林地之「生態」的狀態，一級生態的狀態就是林地的合理使用狀態。在核定土地使用權之時或是林地租用契約書中有載明林地上的「生態狀態」者，未來租賃/租用期間屆滿，又發現礦業權人已經破壞林地上面所有的植被與生態的話，出租人才可以依據「林地生態的合理使用狀態」被礦業權人破壞消失，向租用人（礦業權人）主張補償，或是主張回復原狀。因此，林務局必須就自己轄下所有的林地先做好生態調查，做好調查資料，確定林地土地上的生態，並確定該土地之生態處於「合理使用狀態」。這樣才可以在收到礦務局通知核定土地使用之時表示意見，或者是在跟礦業權人簽訂林地租用契約時，可以載明於租用契約之上。不僅方便計算生態補償的範圍，也可以計算恢復林地生態所需要的經費。最大的顧慮是林務局轄下管理的林地範圍廣大，包括國有林與保安林，如果要林務局先做生態調查建立生態資料，可能在費用上與時間上都是一大挑戰。主要的原因就是應用雙階段理論解釋核定行為與林地租用行為，以及目前林務局是採用國有地租用契約的方式與礦業權人協議土地使用方式。

採用雙階段理論的結果會讓林務局負擔龐大的生態調查費用，建立林地生態的合理使用狀態。為了要讓林務局擺脫龐大生態調查費用的困境，其中一個解決方式可能是不要採用雙階段理論的解釋方式，而是採用私經濟行政（國庫行政）理論<sup>50</sup>來理解礦業用地核定與林地租用的行為。行政機關在法定職權內為了達成法定義務，可以使用私法行為之方式完成行政目的或公共利益。依礦業法第7條的規定，礦業權是為物權，準用民法關於不動產物權的規定。而國家需要礦業權人與礦業把礦藏開採出來，所以礦業權應該是屬於礦務局要完成「利用國家礦產，促進經濟永續

---

<sup>50</sup> 私經濟行政是指國家非居於公權力主體地位行使其統治權，而處於私人相當之法律地位，並在私法支配下所為之各種行為。

發展」所實施的管理行為。把協助礦業權人取得土地實施開礦、採礦行為應該是包含在此一管理行為之下。再加上礦業權人在取得土地使用核可之後還要跟土地所有權人協議土地使用方式，依據礦業法第 47 條的規定，這個協議的行為也是民事行為。既然從一開始礦業權是屬於民法的不動產物權的性質，取得礦業權、取得礦業土地是屬民事行為，取得土地的使用方式也屬於民事行為，在此一過程中依據礦業法的規定都應該是屬於私經濟行政行為。為了要免除林務局調查國有林地生態的責任與支出，林務局應考慮在核定階段表達意見之後，如果是核可礦業權人可以使用國有林地當礦業用地，在協議土地使用方式時應該改以設定地上權的方式，讓礦業權人取得國有林地的地上權。依據礦業法第 45 條第一項第三款的規定，除了購用、租用之外，還可以有其他法律所訂之方式可以為之。礦業權法既然在礦業法中被視為物權，並準用民法不動產物權之規定，而民法不動產物權是允許設定地上權令所有權人收取利益。因此，在國有林地上設定地上權確實是法律所允許的方式之一。設定地上權的優點是地上權是物權，需經過土地登記才發生效力；且地上權設定的期間可以超過七十年（依「國有非公用土地設定地上權作業要點」，<sup>51</sup>對公有土地設定地上權的存續期間限制不可超過七十年）；地上權人固然可以把權利讓與第三人，但也可以透過契約約定的方式限制轉讓；地上權的成立可以支付地租或是不支付地租，也可以選擇用別支付方式；地上權人不得請求土地所有權人修繕土地；另外地上權存續期間屆至之後，依據民法第 839 條規定，地上權人應該回復土地原狀。因此如果國有林地上有林木、生態，也可以令地上權人恢復原狀，或是令地上權人負擔生態補償責任。

---

<sup>51</sup> 內政部地政司，地政法規查詢系統，國有非公用土地設定地上權作業要點，第 5 條，。參照網址

<https://www.land.moi.gov.tw/law/pda/mainframe.asp?LCID=141&lawname=%A4%BD%A6%B3%A4g%A6a%B8g%C0%E7%A4%CE%B3B%B2z%AD%EC%ABh&lcmmod=>

採用私經濟行政與地上權設定的土地取得方式，林務局可以免除生態調查的責任，令礦業權人自行調查生態，然後交由林務機關與礦業機關審核。設定地上權依舊是私法契約，地上權的設定期間屆滿之後，地上權人依舊要負擔補償責任。但是可以藉此調查到國有林地被當作礦業用地土地上的生態狀況。節省開支，藉此建立生態的資料，方便林務局管理並計算生態的範圍與價值。

#### 四、礦區生態系統保育費

##### (一) 共同設計國有林地生態之審查準則與技術準則

因為我國現行的規定是以經濟部礦務局作為管理礦區、開採行為管理、礦物、礦藏等專屬與礦物、礦業管理有關的專業機關，對於生態、生物保護、與環境污染控制並非專家。不過就是因為探勘與開採礦區才會發生污染環境以及破壞環境與生態的問題，也是因為開發的行為才會造成環境損害。因此不能讓礦務局獨自承擔管理礦業與兼顧環境保護與回復、復原的行為，畢竟礦務局並非環境與生態保育之專業。同時，主管環境保護與生態保育的部門也不可能就有探勘礦藏與開發礦區的專業，因此也無法評估究竟是哪些礦業的開發行為，抑或是不同礦藏的開發方式會對自然環境產生不同的影響。因此，很明顯的管理礦區的生態、環境保護需要跨部會的合作與協商。至少目前在我國主管野生動物、生態保護、森林保護、植林造林的單位隸屬行政院農委會林務局，主管礦區、礦業、礦藏的是經濟部礦務局，主管水土保持與山坡地保護的單位是行政院農委會的水土保持局。但主管水污染、地下水、土壤污染的機關卻是行政院環保署。由於各有專業，為了避免有所偏頗或是避免增加行政程序，應該避免由一個機關負擔所有的審查責任。因此，建議可以參考美國濕地保育法律的立法方式。亦即由這些有涉機關全部集合起來，針對礦業開發、開採行為提供專業的

評估程序與標準，然後共同撰寫、製作評量準則、標準、評估的方法論與程序。這樣可以把所有單位的關注重點都聚集在礦業行為，因此可以評估針對不同的礦業行為會產生何種影響，而由主管單位提供意見與礦業機關結合。就類似美國的清潔水法第 404 條以下規定，由美國內政部的野生動物與魚類署、美國陸軍工兵部以及環境保護署，以各自不同專業為出發點，針對濕地可能遇到的開發行為進行討論、設定限制並形成準則，共同針對濕地的生態做成一個準則規範與標準。不僅申請人有一個固定且統一的標準可以遵守，增加對行政官的信賴；行政機關也可以因為有一個共同的標準，所以不會做出不協調甚至是歧異的見解。因此，可以建議可以在法條中規定，所有有涉及生態復原的機關（礦務局、林務局、水土保持局、環保署）要在新法實施的一年或二年之內，共同制定礦區生態回復或恢復的評估準則，該準則部分更應該包含評估方法論的制定、公告、相關程序與標準。這樣才可以提供各方一個完整且統一的規定依據。

## (二) 國有林地生態系統保育費的評估方式

生態系統保育費是依據先前所討論的國有林地生態的評估項目，亦即包括森林水源涵養量、碳吸存、森林生產、森林遊憩、生物多樣性、國土保安效益等六種項目加以量化，然後加總的數字。這個數字代表國有林地生態的價值，亦代表礦業權人實際實施開礦、採礦行為之後對國有林地生態造成的損害。因為開礦行為對國有林地生態造成的減損、滅失，林務機關得以此一損失的價值向礦業權人主張，請求礦業權人繳交礦區生態系統保育費用，作為賠償國有林地生態減損、滅失的補償。因此，林務局應針對會對國有林地之自然環境或生態系統產生重大影響或導致生物多樣性減少的開採、開礦計畫之採礦權人與礦業權人徵收生態系統保育費。

國有林地生態系統保育費的計算項目以及計算方法，可以由主管機關依據行政程序公告加以確認。本計畫建議國有林地生態系統的生態檢驗項目應包括礦區生態損害(生物與植物)、森林水源涵養量、碳吸存效益、森林生產效益、森林遊憩效益、國土保安效益等項目。每一項目的計算方式，本計畫亦有提出建議計算的方法與方法論，未來可以讓主管機關參考。針對國有林地生態系統所實施的調查，就可以求得生態系統服務的價值，可以依此作為生態系統保育費用計算的依據。

向礦業權人收取國有林地生態系統保育合作費之後，可以參考前述韓國自然環境保育法的作法，將保育費用專款專用，專門用在保育自然環境的範圍。本計畫建議該費用可以應用的範圍包括：(1)受損森林和山區生態系統恢復；(2)保護和恢復生態系統和生物物種之計畫；(3)根據“野生動植物保護法”第8條的規定，支持動物保護區；(4)支持植林、造林與植被恢復計畫；(5)根據同法第1條的規定，保護土地等，以保護生態系統；(6)依照第19條的規定購買生態景觀保護區的土地等；(7)協助安裝污水處理設施；(8)保護自然保護區的生態系統；(9)執行生物多樣性管理契約；(10)執行保育設施的安裝和運作以及使用自然環境；(11)優先保護之生態系統的保護與恢復；(12)建置生態走廊計畫；(13)其他法律之規定，為其他保護自然環境計畫等之所需。

## **五、閉礦後礦區回復計畫**

### **(一) 建議制定礦區復原法**

在現行的礦業法架構之下並沒有關於採礦後關礦、復原甚至是修復礦區生態的規定。因此可以在現行的礦業法架構之中，新增加一個章在第四章礦業權費及礦產權利金之後。在規費之後規範要求礦業權者或是礦業所有權人應該承擔關閉礦場或是

有礦場廢棄之可能發生，而有修復或是復原自然環境與生態之必要情況發生時，礦業權者或是礦業所有權人應該在完成開礦或採礦行為之後，負擔修復或回復的責任。由於復原或回復的行為是會發生在關閉礦場之後，而繳交修復金/回復金的期間可能是會在採礦期間亦或是更早的探礦、採礦許可獲准之前就要預先繳交。因此可以參考德國的立法例，要求礦業權者或是礦業所有權人在申請開採，甚至是探礦之前就要承擔回復環境與生態的責任。因此應該要制定礦區修復或回復義務與承擔費用的規定，甚至應該考慮是否應該跟我國水土保持法的水土保持保證金制度一樣，令礦業權人一開始在取得核定前就要繳交礦區復原的保證金，確定礦業權人會實施礦區復原計畫。

因此，建議可以參考美國與韓國立法例，制定礦區復原法，並且指定開礦的場域可以適用回復或復原的規定，例如美國法就有說明可以適用復墾法的區域是針對(1)露天採礦的礦區、(2)廢料區/庫(wastebanks)、(3)煤炭加工程序(coal processing)或(4)其他採礦工序可能影響的地點、(5)被遺棄的礦區、(6)在 1977 年 8 月 3 日之前因不適當回填方式而遺留迄今的地點，以及(7)依聯邦法或是州法有繼續實施回填措施責任之地點。

## (二) 礦區生態復原法主管機關之設計

在主管機關的指定部分，因為可能還是會有片段、不一致的現象發生，因此也可以學習美國清潔水法第 404 條的立法例，在濕地開發許可的核發，美國陸軍工兵署可有權決定是否同意會經過濕地的開發案，而環境保護署也會因自己的專業來評估濕地開發發案的核准與否。但是美國的立法例把最後的決定權交給環境保護署，並同意環保署可以否決(veto)工兵部的核可，而自己重新決定。這樣可以節省行政訴願與訴訟的機會。我國的法制上還沒有這樣的安排過。但針對這種跨學科與跨專業的事項，特別需要最終事權統一的安排。因為礦場開發是礦務局

的專業，似乎可以授權給礦務局審核礦區開發、探勘、探礦等相關行為的評估，並授與准駁的權力。但是針對同一個申請案，應該讓林務局也針對開發行為對自然環境的影響，或是回復行為是否可以達成生態回復的標準，也應該讓林務局表示准駁。由於最後因為是要達成生態環境恢復、回復的目的，還是要交付給林務局有最後、最終的決定權。亦即林務局在必要的時候，可以否決礦務局的開發決定與許可，而由林務局作最後准駁開採、恢復的許可核准。

### (三) 徵收礦區生態回復費

礦區生態回復費用與國有林地生態系統保育費不同。保育費的徵收目的是開礦、採礦行為對國有林地的生態造成的破壞、滅失所實施的補償行為，所以是補償費；而礦區生態回復費是要求礦業權人在實施採礦/開礦行為之後，就已經被破壞的礦區生態加以恢復的行為，亦即把已經被破壞的環境，透過人為的行動將林木、植被恢復，在一段時間的努力後將被開發的國有林地生態回復到開發之前的條件，或類似的條件。因此，國有林地生態系統保育費是一種補償費的性質，而礦區生態回復費用比較像是保證金或是代金的性質，用來確保礦業權人會在開礦行為後實施礦區生態回復行為；如若礦業權人不實施回復行為，至少政府已經收取了生態回復費，可以用該筆費用支付礦區生態的回復行為。

是故，本計畫建議參考美國礦場與礦業法中第 30 章關於廢棄礦坑再生基金（Abandoned Mine Reclamation Fund）之設立。避免開礦之礦業權人在完成開礦行為後，惡意棄置礦區。而且探礦權人與採礦權人應該在申請取得土地使用權之時，或是在提出開採環境影響評估之時就提出礦區生態復育計畫，交由主管機關審查，結果均為通過之後，方得向中央主管機關承租國有林地，與林務局協議國有林的使用方式，並繳交租金與礦區

生態回復費。礦區生態回復費之收取金額、收取方式、退還時間，由中央主管機關另行訂定之。

另外徵收礦區生態回復費的方式，最好也是以特別公課的方式來徵收。而且礦業權人應該在申請土地使用核可時，就應該準備礦區生態復墾計畫書（同時包含開採、探礦與復原等三個計畫）向林務局與礦務局申請。經過審核後，主管機關林務局應該針對生態恢復部分的費用核定一個金額，令繳交到林務局指定的帳戶。當然，對於回復金的用法也一定要在修法的過程中闡明並列明使用的方式、用途與目的，以便符合特別公課的要求。建議的方式為「探礦權人與採礦權人申請之開採環境影響評估與復育計畫經主管機關審查，結果均為通過之後，方得向中央主管機關承租國有林地並繳交租金與復墾費。復墾費之收取金額、收取方式、退還時間，由中央主管機關另行訂定之。」

#### (四) 礦區生態回復費之計算方式

最後則應該針對生態補償費用的內容加以規定，並且應該在法條中明定生態補償的範圍，亦即可以參考先前調查生態的範圍包括物種（動物與植物）、森林水源涵養量、礦區生態損害、碳吸存效益、森林生產效益、森林遊憩效益、國土保安效益等七種項目。只要確定其範圍，就可以計算生態的價格，以便計算生態回復金的總額。因為林務局是國有林地的所有權人與管理人，因此把國有林地出租給礦業權人作為礦業用地使用時，需要提供國有林地的「合理使用狀態」供與開礦權人使用。因此，林務局就需要自己先調查、確認國有林地的生態狀況與生態價值，才可以在礦業權人破壞國有林地的生態之時，在事後提出損害或是破壞的範圍，才方便計算補償的範圍與金額。也才能夠依此來估算回復金的收取範圍與數額。

更好的立法草案是可以針對各種生態範圍，列出計算的公

式與標準，方便申請人製作申請書。主管機關也可以縮減審核與監督之時間。因此，可以在未來的立法部分增加生態補償審核主管機關的設定、增加生態補償費的徵收、指定礦區生態恢復基金的設置、生態恢復計畫書的標準與準則的制定、生態恢復與補償的方法論、評估程序與標準、生態補償的範圍、計算生態補償的公式等項目。

#### (五) 本計畫對於礦區生態補償法案(草案)之建議

| 法條內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 立法建議                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第一條 立法目的                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 為保護礦區之生態與生態系，確保生物多樣性之存續並維持自然生態環境，特制定本法。                                                                                                                |
| <p>第二條 用語定義</p> <p>一、生態：意指動物、植物、水、林木、微生物等生物之間的關係，以及前述生物與其生存環境（含土壤、岩石、水、空氣）間之關係。</p> <p>二、自然生態：意指現處於自然狀態下現實的地理或地質環境，以及自然狀態之下的所有生物與微生物。</p> <p>三、生態系統：意指特定區域生物與生物之間，以及生物與無機生物間交互作用之環境。</p> <p>四、自然環境：意指包括所有陸地上的生物、不含海洋之地表生物及其周遭的非動物物體之自然的狀態（包含生態系統與自然景觀）。</p> <p>五、國有林地生態價值估算：意指包括物種（動物與植物）、森林水源涵養量、礦區生態損害、碳吸存效益、森林生產效益、森林遊憩效益、水土保持效益等七項估算項目。</p> | <p>一、依據德國學者恩斯特海克爾於 1866 年提出之定義。</p> <p>二、參考韓國自然環境保育法之定義。</p> <p>三、以 1935 年英國學者 Tansley 提出的「生態系統」觀念為依據。又參考韓國自然環境保育法之定義。</p> <p>四、參考韓國自然環境保育法第二條之定義。</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>六、生態保育費:指探礦權人或開礦權人因實施探礦或開礦之行為，致使國有林地上之生態與生態系統減損減失所應繳交之補償費用。</p> <p>七、生態回復費:意指指探礦權人或開礦權人因實施探礦或開礦之行為之後，或已決定關礦之後，依據生態回復計畫內容所應採取恢復礦區自然生態之措施而產生的費用。主要目的係為恢復已經被破壞的礦區生態，並以恢復到未實施探礦或採礦之行為前之自然狀態為目的。</p>                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                     |
| <p>第三條 主管機關</p> <p>中央主管機關為行政院農委會林務局，專職評估國有林地生態之評估、估算與保護。經濟部礦務局專職開礦、採礦行為、技術之評估與審核。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>一、確定主管機關為林務局。</p> <p>二、參考美國清潔水法，由不同的專業機關負責審查。</p> <p>三、依據司法院大法官會議第 540 號與 695 號解釋所採之雙階段理論分工。</p> |
| <p>第四條 環境影響評估與礦區生態回復計畫評估</p> <p>為了有系統地保護自然環境以及管理、利用自然資源之目的，凡向林務局租用國有林地作為礦業使用者，礦業權人與採礦權所有人應針對開採行為實施開礦環境影響評估以及礦區回復計畫評估。開採環境影響評估報告應送交礦務局審查，礦區回復計畫則應送交與林務局審查。</p> <p>開礦環境影響評估的項目應包括但不限於下列事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物種（動物與植物）、</li> <li>2. 森林水源涵養量、</li> <li>3. 礦區生態損害、</li> <li>4. 碳吸存效益、</li> <li>5. 森林生產效益、</li> <li>6. 森林遊憩效益、</li> <li>7. 水土保持效益</li> </ol> <p>前第一項環境影響評估報告與開墾計</p> | <p>一、參考美國清潔水法，由不同的專業機關負責審查。並授與主管保育復育之林務局有最終決定之權力。</p>                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>畫之審查，如有不同審查結果者，中央主管機關林務局應再做審議，並已再審議之結論為最終之決議。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| <p><b>第五條 生態系統保育費</b></p> <p>林務局應該針對會對自然環境或生態系統產生重大影響或導致生物多樣性減少的開採、開礦計畫之採礦權人與礦業權人徵收生態系統保育費。</p> <p>國有林地生態系統保育費的計算項目應包括但不限於下列評估項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物種（動物與植物）、</li> <li>2. 森林水源涵養量、</li> <li>3. 礦區生態損害、</li> <li>4. 碳吸存效益、</li> <li>5. 森林生產效益、</li> <li>6. 森林遊憩效益、</li> <li>7. 水土保持效益</li> </ol> <p>前項評估項目的方法、技術，由林務局另以施行細則訂定之。</p> <p>生態系統保育費由林務局收取，該合作費的收支、經營、管理方法由林務局與金融專業機關會商制定之。</p> <p>生態系統保育費可以應用的範圍包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)受損森林和山區生態系統恢復；</li> <li>(2)保護和恢復生態系統和生物物種之計畫；</li> <li>(3)根據“野生動植物保護法”第8條的規定，支持動物保護區；</li> <li>(4)支持造林、植被回復之行動；</li> <li>(5)根據同法第1條的規定，保護土地等，以保護生態系統；</li> <li>(6)依照第19條的規定購買生態景觀保護區的土地等；</li> <li>(7)協助安裝污水處理設施；</li> <li>(8)保護自然保護區的生態系統；</li> <li>(9)執行生物多樣性管理契約；</li> <li>(10)執行保育設施的安裝和運作以及</li> </ol> |  |

|                                                                                                                                                                                      |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>使用自然環境；</u></p> <p>(11)優先保護之生態系統的保護與恢復；</p> <p>(12)建置生態走廊計畫；</p> <p>(13)其他法律之規定，為其他保護自然環境計畫等之所需。</p>                                                                           |                                                                                                    |
| <p>第六條 礦區生態回復費之徵收</p> <p>探礦權人與採礦權人申請之開採環境影響評估與生態回復計畫經主管機關審查，結果均為通過之後，方得向中央主管機關承租國有林地並應繳交租金與礦區生態回復費。</p> <p>礦區生態回復費的使用，應依回復計畫之內容執行之。</p> <p>礦區生態回復費之收取金額、收取方式、退還時間，由林務局另以施行細則訂定之。</p> | <p>一、參考美國礦場與礦業法中第 30 章關於廢棄礦坑再生基金（Abandoned Mine Reclamation Fund）之設立。避免開礦之礦業權人在完成開礦行為後，惡意棄置礦區。</p> |

## 第五章 礦區生態損害經濟補償文獻研析

關於礦區生態損害經濟補償共蒐集整理了 114 篇文獻，許多是整體生態損害賠償，依照 TEEB 服務價值分類細分的文獻中加以勾稽，以生物多樣性最多，其次是水源，再次是國土保安。本計畫將其分為三小節：第一節是礦區經濟補償相關文獻(32 篇)，第二節是生態損害補償相關文獻(33 篇)，第三節為生態系統服務給付(PES)相關文獻(39 篇)。

### 第一節 礦區經濟補償文獻

我們蒐集整理 1998-2017 年的國際礦區經濟補償文獻，可以依照方法，效益種類，徵收對象及標準來加以分類(表 5-1)分析如下：

#### 一、方法分類

礦區經濟補償文獻，以方法而言可分為四類：1.條件評估法(contingent valuation; CVM) 2.選擇性試驗法(choice experiments; CE) 3.其他方法(如市場法，或個案研究) 4.無明確方法或並未敘明方法者。

CVM 和 CE 是礦區經濟補償估計的兩大主流方法，各有優缺點。當被評估的好處是多維的，且它們之間的權衡是特別有意義時，CE 方法比 CVM 更為自然 (Garrod 和 Willis, 2000)。但 CE 相對於 CVM 的缺點是通常需要更多的問題，導致無聊和疲勞，提高了訊息傳遞的風險，並需要巧妙的推斷來恢復所需的願付價值(willingness to pay;

WTP)答案(Lim *et al* , 2016)。

有人懷疑 CV 方法的實用性，因為它從調查對象中收集信息。國家海洋和大氣管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration; NOAA)認為只要觀察到 NOAA 提出的指導方針(Arrow 等，1993)，CVM 方法可以產生可用於公共行政部門和司法部門決策的可靠數值訊息。此外，遵循 NOAA 指南可以確保 CVM 方法的有效性和準確性 (Lim *et al* , 2016)。因此本計畫使用的方法是 CVM。

## 二、效益種類

以效益或成本種類而言可分為五類: 1.礦區土地補償 2.礦區恢復偏好 3.礦區恢復對生物之益處 4.礦區對環境影響(含界定) 及 5.其他(如礦區開發價值的分配、從業人員所得等)。

我們委託一家專業調查公司進行調查。該公司從全國人口分層隨機抽取大約 1068 戶家庭的有效樣本，以獲取有關礦區經濟補償的訊息以及其社會經濟特徵。我們希望在 CVM 調查中向受訪者傳達大量解釋性訊息，說明有無採礦情況下環境差異之視覺卡片 (Yoo and Kwak，2009; Ezebilo，2013)，因此採用面訪，在調查中選出 20 歲至 65 歲的成人進行面談。訪員從受訪者的填答中看出，他們的 WTP 回應是否有很大的困難。

調查由三部分組成。第一個部分介紹礦區的一般背景訊息和可能的污

染項目，然後詢問受訪者對它們的看法，清楚地向受訪者說明要評估的礦區情況；第二部分包括關於補救礦區生態污染外部性的 WTP 問題。這些問題確保在問題合理、可理解和有意義的背景下提出。格式將採用前側及在正式問卷中採用文獻推薦的封閉式問法，採用效用差異或支出函數法之一，並採單界或雙界模型。若考慮 WTP 為零的受訪者，則採用 Spike 函數。

### 三、徵收對象及標準

礦區經濟補償文獻，研究有針對家庭做的，也有針對採礦公司做的，但是在徵收對象及標準上並不明確。這方面可能涉及經濟學的高斯理論(Coase Theorem)提及的所欲評估的對象之財產權歸屬，亦即是公司應該享有汙染及破壞環境之權利呢？還是大眾應該享有未採礦前之生態環境之權利？或是社區居民應該享有未採礦前之生態環境之權利？進一步則有賴法律面的礦區文獻加以釐清。

### 四、國內礦區經濟補償文獻

分析目前國內礦區經濟補償文獻，以方法而言可分：1.條件評估法(contingent valuation; CVM)(劉彥政，1995) 2.市場價值或取代價值法(高嘉鴻，2009; 謝志業，2013)。

劉彥政(1995) 分析水泥業東移對花蓮地區環境景觀影響之成本——條件評估法之應用研究方法採用 CVM 法，包括當地環境景觀影響個

人願付價值之變數，價值則包括使用價值、存在價值、遺贈價值以及總價值，並加總個人願付價值，用以計算水泥業東移對花蓮地區環境景觀影響之成本。該研究發現，水泥業東移若未做好污染防治措施，而造成花蓮地區景觀資源破壞與空氣品質劣化，其每年損失的社會成本高達數十億元。該文在 CVM 法、水泥業、景觀及空氣污染等研究方法研究的產業、地點和本案重疊，因此相當值得引用。

高嘉鴻(2009)針對和平地區礦業開發探討其環境經濟效果，研究方法採用環境成本效益評估方法(environmental benefit cost analysis method)中之市場價值評估法(market valuation method)及趨避行為法(avoiding behavior method)。其地點花蓮縣秀林鄉和平地區為本案選擇礦區之一，也為我國水泥主要供應區。該文發現和平礦業開發區之資源開發，以 30 年估計其淨現值 (net present value) 大於零，故本區之礦產資源開發具有環境經濟效益。

謝志業(2013)針對臺灣礦業開發探討其環境經濟影響，研究方法採用市場價值評估法針對各礦區之礦種進行環境經濟評估分析。該研究主要探討大理石、白雲石、蛇紋石、矽砂及瓷土礦場之環境經濟分析，收集各礦種礦區的背景資料、儲量資料及各種環境影響因子去評估其環境經濟效益，並利用市場價值評估法針對各礦區之礦種進行環境經濟評估之研究。

## 五、對本計畫啟示

綜觀國際礦區經濟補償方法，本計畫使用的方法是 CVM，採用面訪。

在效益種類方面，礦區復原對生物之益處對本案之生物多樣性損失甚具參考性。礦區土地補償及礦區對環境影響則對本案之生物多樣性損失及社區損害估計甚為重要。數篇國內文獻在方法及地點上亦甚具參考價值。

表 5-1 礦區經濟補償相關文獻

| 年份   | 作者                  | 徵收對象及標準                                                           | 效益種類               | 篇名                                                                                                                                                                 | 主要發現/建議                                                         | 調查地點/國家                                                                             |
|------|---------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2017 | Mishra ,<br>Mishra  | Odisha household                                                  | 土地徵用偏好             | Determinants of households' resistance against land acquisition for mining: Experiences at Talcher coalfields in India                                             | 受訪者的偏好會因為內、外在條件而有明顯的區別                                          | India ,<br>Odisha                                                                   |
| 2017 | Gulley              | US , Nevada and worldwide                                         | 水銀洩露對環境影響估價        | Valuing environmental impacts of mercury emissions from gold minig: Dollar per troy ounce estimates for twelve open-pit , small-scale , and artisanal mining sites | 每生產一盎司黃金，其水銀洩露對環境影響的估價，露天礦 (< 5 USD)、手工採礦 (200 ~ 3200 USD)      | US ,<br>Nevada and worldwide                                                        |
| 2000 | Pactwa ,<br>Wozniak | Poland                                                            | 開礦主要領導公司對礦區土地補償的政策 | Environmental reporting policy of the mining industry leaders in Poland                                                                                            | 主要的開礦公司在礦區開發過程中，陸續將「環境永續」、「非財務報表領導」、「綠色企業」以及「支持環境投資的地方政府預算」列為重點 | Poland                                                                              |
| 2017 | Yang ,<br>Zhao , Ho | China , Shaanxi , Shanxi , Shandong , Jiangsu , Chongqing , Hunan | 礦區土地補償             | Mining-induced displacement and resettlement in China: A study covering 27 villages in 6 provinces                                                                 | 中國六省 27 個村莊因採礦而受影響，其中有達三分之二的住民沒有得到適當的補償以及安置                     | China ,<br>Shaanxi ,<br>Shanxi ,<br>Shandong ,<br>Jiangsu ,<br>Chongqing ,<br>Hunan |
| 2017 | Adoneng-Kissi       | Ghana , Prestea                                                   | 礦區土地補償             | Poverty and mine's compensation package: Experiences of local farmers in Prestea mining community                                                                  | 礦區開發的補償來自於開礦公司，但仍不足以彌補未開發前的農業收入，即使以總包裹方式，亦不足以彌補                 | Ghana ,<br>Prestea                                                                  |

| 年份   | 作者                                                        | 徵收對象及標準                                            | 效益種類                             | 篇名                                                                                                                        | 主要發現/建議                                                              | 調查地點/國家                                               |
|------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 2017 | Lawer ,<br>Lukas ,<br>Jorgensen                           | Ghana , Krobo                                      | 礦區開發價值的分配                        | The neglected role of local institutions in the 'resource curse' debate. Limestone mining in the Krobo region of Ghana    | 自然資源的開發收益多以國家總收益來衡量,但實質給予開採地的利益並不多,本文說明既有的地方調權社會結構(酋長文化)扮演很重要的角色     | Ghana ,<br>Krobo                                      |
| 2016 | Galas ,<br>Galas                                          | Poland , Czech Republic ,<br>Slovakia ,<br>Hungary | V4(維謝格拉德集團/中歐四國)各國間因應礦區對環境影響界定比較 | The qualification process of mining projects in environmental impact assessment: Criteria and thresholds                  | 與歐盟相比較,V4(波蘭、捷克、斯洛伐克、匈牙利)對於各礦區與環境保護指標有較明確及清楚的界定                      | Poland ,<br>Czech Republic ,<br>Slovakia ,<br>Hungary |
| 2016 | Yarram ,<br>Rice                                          | Executives of mining and non-mining firms          | 從業人員所得                           | Executive compensation among Australian mining and non-mining firms: Risk taking , long and short-term incentives         | 機動薪資制度並沒有明顯證明在礦業與非礦業公司之間有所不同                                         | Australia                                             |
| 2016 | Lim ,<br>Min , Yoo                                        | Korea , Janghang                                   | 礦區污染修復之公共價值估算                    | The public value of contaminated soil remediation in Janghang copper smelter of Korea                                     | 千戶家庭訪問得到的 WTP 為 USD 1.37 per year , 擴展至全國則為 USD 204 million/per year | Korea ,<br>Janghang                                   |
| 2016 | Wilker ,<br>Rusche ,<br>Benning ,<br>MacDonald ,<br>Blaen | Germany ,<br>Belgium                               | 礦區恢復偏好                           | Applying ecosystem benefit valuation to inform quarry restoration planning                                                | 相較於林地以及農地,採石礦區恢復為自然保護區較受青睞                                           | Germany ,<br>Belgium                                  |
| 2015 | Sergeant ,<br>Poesen ,<br>Duchateau ,<br>Vranken          | Belgian ,<br>Limburg                               | 地下採礦社經估價                         | A methodological framework to assess the socio-economic impact of underground quarries: A case study from Belgian Limburg | 提供地下採礦估價的框架,以及依據社經歷史資料估得,礦區開採及社經收益大於成本                               | Belgian ,<br>Limburg<br>Riemst                        |

| 年份   | 作者                                                         | 徵收對象及標準                        | 效益種類                 | 篇名                                                                                                                                         | 主要發現/建議                                                       | 調查地點/國家                        |
|------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 2015 | Rolfe ,<br>Windle                                          | Brisbane residents             | 礦區發展偏好               | Testing attribute selection and variation in a choice experiment to assess the tradeoffs associated with increased mining development      | 以下是選來測試用的選項：礦區內工作機會、礦區工作所得、非礦區工資率、環保監測                        | Australia ,<br>Queensland      |
| 2014 | Kidido J.K ,<br>Ayitey J.Z ,<br>Kuusaana E.D ,<br>Gavu E.K | Ghana                          | 礦區賠償法令的實施困境          | Who is the rightful recipient of mining compensation for land use deprivation in Ghana                                                     | 在迦納，礦區開發會影響到的土地不只是所有者，亦包含使用者，所以在實施賠償法令時，需要訂立「施行法」的法令以明確界定權利範圍 | Ghana                          |
| 2013 | Windle ,<br>Rolfe                                          | Australia , Surat Basin        | 從業人員聚落偏好             | Using discrete choice experiments to assess the preferences of new mining workforce to commute or relocate to the Surat Basin in Australia | 從業人員在研究區域之內與之外的偏好考量主要來自於所得以及生活成本                              | Australia ,<br>Surat Basin     |
| 2012 | Burton ,<br>Zahedi ,<br>White                              | Australia ,<br>South-West Area | 礦區恢復對於生物有益 (TEEB 生物) | Public preferences for timeliness and quality of mine site rehabilitation. The case of bauxite minig in Western Australia                  | 公有礦區的回復對於脊椎動物棲息地是有益的                                          | Australia ,<br>South-West Area |
| 2011 | Careddu ,<br>Siotto                                        | Italia , Sardinia Orosei       | 礦區對環境影響及數值模擬         | Promoting ecological sustainable planning for natural stone quarrying. The case of the Orosei Marble Producing Area in Eastern Sardinia    | 探討採石場對環境的影響（現況），以及利用三維地理拓撲模型模擬未來 10、30 以及 50 年的影響             | Italia ,<br>Sardinia Orosei    |
| 2010 | Pemberton ,<br>Harris-Charles ,<br>Patterson-Andrews       | Caribs ,<br>Cominica           | 礦區開發價值偏好             | Cultural bias in contingent valuation of copper mining in the Commonwealth of Dominica                                                     | 銅礦開採價值估價具有文化偏差效益                                              | Caribs ,<br>Cominica           |
| 2003 | Damigos ,<br>Kaliampakos                                   | Greece , Athens                | 恢復礦區偏好估價             | Assessing the benefits of reclaiming urban quarries: a CVM analysis                                                                        | 採石礦區的恢復提供區域居民活動空間以及提供政府收益                                     | Greece ,<br>Athens             |

| 年份   | 作者                                                                                             | 徵收對象及標準                   | 效益種類                       | 篇名                                                                                                                                       | 主要發現/建議                                      | 調查地點/國家                   |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|
| 2000 | McLeod                                                                                         | Fiji                      | 礦區土地補償                     | Compensation for landowners affected by mineral development: the Fijian experience                                                       | 礦區開發會徵用原民土地，斐濟沒有全面且公平的補償制度，本文探討現況問題以及未來方向    | Fiji                      |
| 1998 | Bennagen                                                                                       | Pilipinas ,<br>Marinduque | 礦區土地補償                     | Estimation of Environmental Damages from Mining Pollution: The Marinduque Island Mining Accident                                         | 針對 Marinduque 礦區開發引發的環境污染做一補償估價的框架分析         | Pilipinas ,<br>Marinduque |
| 2016 | Squadrone ,<br>Burioli ,<br>Monaco ,<br>Koya ,<br>Prearo ,<br>Gennero ,<br>Dominici ,<br>Abete | Congo , Katanga           | 礦區對環境及食物魚影響估計<br>(TEEB 生物) | Human exposure to metals due to consumption of fish from an artificial lake basin close to an active mining area in Katanga (D.R. Congo) | 使用中的礦區產生的危害金屬成分會透過影響當地湖泊內的常見食用魚種，直接影響當地居民的健康 | Congo ,<br>Katanga        |

| 年份   | 作者                                                       | 徵收對象及標準          | 效益種類      | 篇名                                                                                                                                                          | 主要發現/建議                          | 調查地點/國家          |
|------|----------------------------------------------------------|------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 2012 | Mwitwa ,<br>German ,<br>Muimba-Kankolongo ,<br>Puntodewo | Congo and Zambia | 礦區對環境影響估計 | Governance and sustainability challenges in landscapes shaped by mining: Mining-forestry linkages and impacts in the Copper Belt of Zambia and the DR Congo | 礦區的發展造成森林地區的增長為負相關，與非伐木業經濟活動為負相關 | Congo and Zambia |

|      |                                                                   |                          |                        |                                                                                        |                                                                       |                            |
|------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 2002 | Kambani                                                           | Zambia                   | 礦區對環境影響估計              | Small-scale mining and cleaner production issues in Zambia                             | 過往人力開採的礦區在未來提高產量時，在避免已有的環境影響下，需要提高採礦技術以及環境管理能力                        | Zambia                     |
| 2014 | Garcia ,<br>Veiga ,<br>Cordy ,<br>Suescun ,<br>Molina ,<br>Roeser | Antioquia ,<br>Colombia  | 收購價格影響<br>礦區污染程度<br>估計 | Artisanal gold mining in Antioquia , Colombia: a successful case of mercury reduction  | 合理的收購價將可以使礦區的汞污染降低 63%                                                | Antioquia ,<br>Colombia    |
| 2010 | Parise                                                            | Apulian Karst ,<br>Italy | 礦區對環境影響估計              | The Impacts of Quarrying in the Apulian Karst                                          | 不受管理的過度開採以及沒有復育的計畫，讓 Apulian Karst 的自然景觀正被人為改變中，將會帶來包含水資源、生態系統的喪失     | Apulian<br>Karst , Italy   |
| 2001 | Sadek ,<br>Chahine                                                | Lebanon                  | 礦區發展偏好                 | Environmental Management of Quarries as Waste Disposal Facilities                      | 這篇論文討論了使用廢棄採石場作為土地填埋場的許多問題，特別是有關沉降，穩定性和水文地質背景的問題                      | Lebanon                    |
| 年份   | 作者                                                                | 徵收對象及標準                  | 效益種類                   | 篇名                                                                                     | 主要發現/建議                                                               | 調查地點/國家                    |
| 2014 | Thompson ,<br>Jackson ,<br>Garbutt ,<br>Quartermaine              | North Yorkshire ,<br>UK  | 礦區發展偏好                 | Managing Landscape Change With Respect To Future Mineral Extraction In North Yorkshire | 本文收集關於景觀、歷史環境和自然環境的證據，說明採礦活動與之密不可分。礦物開採可持續方法發展的關鍵原則的確定，強調綜合性、多面向方法的需要 | North<br>Yorkshire ,<br>UK |

|      |                                                      |                         |                             |                                                                                                                                     |                                                                                                                 |                         |
|------|------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 2014 | Ngongolo<br>， Mtoka ，<br>Mahulu                      | Wazo Hill ，<br>Tanzania | 礦區恢復對於<br>生物有益<br>(TEEB 生物) | The Abundance and pollinators' impact on seed<br>setting of <i>Leucaena leucocephala</i> in Wazo Hill<br>restored Quarry ， Tanzania | 透過銀合歡種子的品質來分析礦區有<br>無恢復是有差異的。恢復的礦區，種子<br>的活力及數量較高，可能因為生態系統<br>的恢復對生物多樣性是正面影響的                                   | Wazo Hill ，<br>Tanzania |
| 2013 | Ngongolo<br>， Mtoka                                  | Wazo Hill ，<br>Tanzania | 礦區恢復對於<br>生物有益<br>(TEEB 生物) | Using Butterflies to Measure Biodiversity Health<br>in Wazo Hill Restored Quarry                                                    | 以蝴蝶當作採石場生物多樣性恢復的<br>指標。研究顯示，在 36 種當地已知的<br>品種，恢復區有顯著的正向差異                                                       | Wazo Hill ，<br>Tanzania |
| 2004 | Ahlheim ，<br>Fror ，<br>Lehr ，<br>Wagenhals<br>， Wolf | East Germany            | 恢復礦區偏好<br>估價                | Contingent Valuation of Mining Land<br>Reclamation in East Germany                                                                  | 恢復礦區的人口的總體支付意願，總體<br>而言，年度支付意願達 270 萬歐元。                                                                        | East<br>Germany         |
| 2007 | Koch ，<br>Hobbs                                      | Western Australia       | 礦區恢復對於<br>生物有益<br>(TEEB 生物) | Synthesis: Is Alcoa Successfully Restoring a<br>Jarrah Forest Ecosystem after Bauxite Mining in<br>Western Australia?               | 使用數字記分卡測量 Alcoa 復原礦區<br>的各種方法。整體分數根據所用的輸入<br>參數計算，得到分數在 90%和 92%之<br>間。Alcoa 的礦山恢復在恢復 Jarrah 森<br>林生態系統，基本上是成功的 | Western<br>Australia    |

| 年份   | 作者                 | 徵收對象及標準                   | 效益種類   | 篇名                                                                                                                                              | 主要發現/建議                 | 調查地點/國<br>家               |
|------|--------------------|---------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 2005 | Ramcharan<br>， Dey | Barbados ， West<br>Indies | 礦區發展偏好 | The role of environmental factors in industrial site<br>selection activities: a case of limestone quarry<br>expansion in Barbados ， West Indies | 環境與社會因素是最終選址建議的關<br>鍵因素 | Barbados ，<br>West Indies |

| 年份   | 作者  | 徵收對象及標準                          | 效益種類                                    | 篇名                             | 主要發現/建議                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 調查地點/國家       |
|------|-----|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2013 | 謝志業 | Taiwan                           | 各礦區礦產、大氣品質、水品質、固體廢棄物汙染、噪音、土地利用(TEEB 水源) | 臺灣礦業開發之環境經濟研究                  | 大理石對於環境經濟分析顯示對於開發 30 年之過程中影響環境之淨現值為 39.18 億元；開採之總淨現值為 113 億元，比環境資源價值高出許多，故研究分析結果臺灣大理石開發具有環境經濟之效益                                                                                                                                                                                                       | 臺灣            |
| 2009 | 高嘉鴻 | 採礦公司，礦業權費、礦產權利金(依礦業法第 53、54 條規定) | 礦產資源(價值構成：有用性、稀少性、所有權的存在)               | 和平地區礦業開發之環境經濟研究                | <p>1. 和平礦業開發區之礦產價值，經研究分析結果，於民國 99 年預估可達 30 億元，以開採 30 年估計，礦產總價值之現值約 354 億元。礦產資源開發成本，民國 99 年約 2 億 5,954 萬元，以開發 30 年估算，約為 35.7 億元。顯示本區資源開發具有環境經濟之效益。</p> <p>2. 2009 年，採礦業者要負擔採礦山的稅費占產值的 20%~35% 不等，有些稅費結構礦山企業是缺乏合理性的。</p> <p>3. 現行礦產權利金是依據礦石開採量徵收和並且依級差收取租金。但臺灣礦產資源與世界其他國家的資源相比，大部分資源屬劣等資源，採級差租金徵收不合理</p> | 臺灣，花蓮縣秀林鄉和平地區 |
| 1995 | 劉彥政 | 水泥業者                             | 花蓮地區景觀資源的使用價值、存在價值、遺贈價值以及總價值(TEEB 景觀)   | 水泥業東移對花蓮地區環境景觀影響之成本—條件評估法之應用研究 | <p>分析方法採用條件評估法(CVM)，包括當地環境景觀影響個人願付價值之變數，價值則包括使用價值、存在價值、遺贈價值以及總價值，並加總個人願付價值，用以計算水泥業東移對花蓮地區環境景觀影響之成本。研究發現，水泥業東移若未作好汙染防治措施，而造成花蓮地區景觀資源破壞與空氣品質劣化，其每年損失的社會成本高達數十億元。</p> <p>1. 作者有做國內水泥業產業關聯效果</p>                                                                                                           | 臺灣，花蓮         |

| 年份 | 作者 | 徵收對象及標準 | 效益種類 | 篇名 | 主要發現/建議                                                                                                                                                                                              | 調查地點/國家 |
|----|----|---------|------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |    |         |      |    | <p>分析(水泥業向前連鎖及向後連鎖效果均&lt;1,此類型產業不易帶動其他產業起飛)</p> <p>2. 水泥業造成的環境汙染：景觀、空氣汙染、噪音、水汙染、資源耗竭、生態負面影響</p> <p>3. 問卷也有請居住於花蓮地區但目前<br/>在其他縣市讀書的學生填寫</p> <p>4. 遊客對維持花蓮地區景觀之平均使用價值為 1416 元/年。(論文 p128 頁、p131 頁)</p> |         |

## 第二節 生態系統服務給付(PES)生態損害補償文獻

國內外生態損害賠償的例子共有 33 個例子(表 5-2)，分成生態損害賠償者、收費者、破壞地點、研究背景、計算公式及支付方式、支付價錢/研究結果、來源等 7 個部分。在生態損害賠償者部分，主要由環境污染者或者當地政府賠償；收費者部分，生態補償主要支付給主要是受到損害影響的農民、牧民以及當地居民；破壞地點部分，列出生態損害補償實施的地點，而所蒐集的資料大部分來自中國大陸，共 18 筆資料，破壞地區在海域濕地地區佔 9 筆資料，農林牧地 8 筆，礦區 6 筆，河流流域與池塘 6 筆，水庫 4 筆；研究背景部分，提到研究原因以及過去實施生態補償方式以及現況等細節；計算公式及支付方式，包括成本效益分析、市場價值法、棲息地等值分析法、選擇實驗法、條件評估法以及其他方式計算應補償金額；支付價錢/研究結果列出算出的補償金額，有一些是主要利用破壞環境的獲益來抽成賠償金、復育其他地區來彌補所破壞的地區，以及常見的金錢賠償方式；來源的部分，附上收集文獻的來源。

表 5-2 各國生態損害補償方式文獻整理

| 生態損害補償者     |  | 收費者                | 破壞地點               | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 來源                          |
|-------------|--|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 法國國家林業部門    |  | 受颶風 Klaus 影響之林業相關者 | 法國西南部 Aquitaine 區域 | 2009 年 1 月 24 日法國西南部受到颶風 Klaus 影響，受理賠償區域集中在 Aquitaine 區域(95%)，並以沿海松樹受損較嚴重。有研究評估出沿海松樹林總經濟損失達 13.4-17.7 億歐元。因此法國政府以補貼利率貸款(12.5 百萬歐元)、存儲區域補貼(25 百萬歐元)、交通補貼(56 百萬歐元)和轉運補貼(46 百萬歐元)的形式提供了 138.5 百萬歐元的補償計畫，此補償計畫於颶風後六週內制定，接續在 2009 年 6 月 3 日被歐盟委員會批准。然而一些利益相關者對運輸和存儲補貼的相對重要性提出許多批評，其中部分批評指責此計畫過分利於運輸，導致補貼洩漏，造福於外國加工業。 | 考量這項計畫投入的資金，研究者認為整個森林部門之政策意義應進行檢視，特別是針對此計畫在不同活動(儲存、運輸、轉運等)和經濟變量(木材生產、消費及價格)之間的分配，對法國林業部門經濟的影響尚不明確，因為實際上很難對未發生之計畫或替代方案進行評估。此研究旨在通過分析 Klaus 颶風後的補償計畫，在部分均衡經濟模型框架下的影響。為此研究者模擬 Klaus 颶風對法國森林的實際影響，以及法國森林部門模型(French Forest Sector Model, FFSM, 法國森林部門之生物經濟局部均衡模型)中補償計畫之經濟影響。接續研究者對計畫在談判過程中與沒有計畫的情景相比的影響探討，經由比較交通導向型援助方案與存儲型方案(簡稱觀察計畫)獲得結果，並對經濟主體盈餘和木材價格的影響進行詳細的分析。 | 假設森林每年退化率為 5%，談判達成的補償計畫與沒有計畫的情況相比，該計畫增加 14% 的意外收入。而儲存比例增加，颶風後價格將下降，與運輸情景相比，儲存情景之價格反彈較晚發生。另外在其“糧食安全行動計畫”預測總盈餘增長中表示，觀察計畫有利於林業部門。假設森林退化率為 5%/年，2009-2020 年期間的盈餘收益將近 44 百萬歐元。最後研究者表示，將部分運輸補貼重新分配到儲存將會增加總盈餘折扣收益(將 20 百萬歐元的運輸補貼重新分配到儲存中+ 70%)，並為運輸重新分配 20 百萬歐元的儲存補貼，將使總貼現收益減少 57%，此總體影響表示增加儲存也會增加法國整體森林部門的總剩餘。 | Caurla <i>et al.</i> (2015) |
| 瑞典採礦公司 LKAB |  | -                  | 瑞典 Mertainen 鐵礦區   | 瑞典國有礦業公司 LKAB 在 Mertainen 礦區會影響涵蓋 1220 公頃的森林和濕地棲息地，雖然它不是一個保護區，但是具有很高的保護價值，擁有物種保護條例(Species Protection Ordinance)所列的一些稀有物種，原住民薩米人(Sami)將之                                                                                                                                                                        | LKAB 與 Jukkasjärvi 森林公園土地所有者簽署協議，在 Kuosajänkkä 面積 2600 公頃的範圍內保護受 Mertainen 礦區影響約相同大小的面積，協議時間為 50 年。Mertainen 是瑞典第一個開發自己森林和濕地景觀測量單位的案例。損失總額(The Sum of Losses)利用定量的標準化評分方法(Standardised Scoring Method)來計算，使用地區 x 品質(Area x Quality)指標(Metric)，稱為棲息地公頃(Habitat Hectares, Hha)。有 4 個棲息地，每個棲息地分為三個級別(Condition Classes) (最高、高和普通的自然值(Highest,                     | 補償 488 Hha，由於具有不確定性(Uncertainty)，因此 38 Hha 作為額外的補償。其中 424 Hha 用於保護(Protection)，64 Hha 用於復育(Restoration)，如增加死木和控制火燒。                                                                                                                                                                                      | Koh <i>et al.</i> (2017)    |

|                 |  |      |                                 |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                            |                       |
|-----------------|--|------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                 |  |      |                                 | 用於馴鹿放牧(Reindeer Grazing)。(TEEB 生物)                                                                                                                                                                      | High and Ordinary natural values))。算出 Mertainen 礦區造成的損失總和為 450.09 Hha。                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            |                       |
| 迦納採礦公司          |  | 迦納農民 | 非洲<br>迦納<br>Wassa 金礦區           | 迦納主要大型礦業公司的補償方案 (Compensation Package)的設計和應用仍無法減輕當地農民的貧困情況。儘管採金礦使黃金盛產(Gold Boom)，但由於大型礦業公司造成農民農業損失，使失業和貧困加劇。此外，當地人民在黃金礦業中獲得有薪工作的前景很少。因此補償方案是公司企業社會責任 (Corporate Social-Responsibility，CSR)之一，以減輕當地農民貧困。 | 迦納政府頒發給大型礦業公司 GSR 在 Prestea 地區進行露天採礦作業的許可證，導致大面積的森林和農田區域被伐除用於採礦作業，影響了 Prestea 社區當地農民的生計，因此 GSR 設計並實施一個計畫，以補償農田受到影響的當地農民，補償方案包括接受銷毀農作物的費用，但不包括農地和建築物的費用。                                                                                                                                          | 採礦公司支付給農民作為補償，農民支付收到的 20% (Compensation Package) 金額給土地所有者，土地所有者支付收到的 1/3 金額給管轄機構 (Traditional Authority)。                                                  | Adonteng-Kissi (2017) |
| 北京政府、門頭溝政府、採礦公司 |  | -    | 中國<br>北京<br>門頭溝 (Mentougou) 煤礦區 | 研究提出煤礦區水生生態服務的評估與補償方式，利用成本效益分析來評估煤礦開採對門頭溝區當地水生生態服務、經濟和社會的影響，損失達 5,540 萬美元。煤礦企業、門頭溝以及北京政府均需依比例對受損區進行賠償。(TEEB 水源)                                                                                         | 煤礦企業、門頭溝政府和北京政府受益於煤礦開採，因此必需根據水環境生態服務損害估計的結果，向門頭溝的受損地區提供補償。然而，門多溝的大部分煤礦都被迫關閉，因此 1996 年至 2003 年的累計虧損只能由門頭溝和北京政府賠償。目前由門頭溝經營的兩個國有煤炭企業和 10 個鄉鎮煤炭企業支付損失。<br>成本效益分析(Cost-Benefit Analysis)估算煤礦開採對水環境服務的損害。根據成本效益分析的結果，設計補償制度，包括財務補償、補充水資源、能力建設援助 (Capacity-Building Assistance)和產業支持(Industry Support)。 | 在運營期間，生產每噸煤炭需要支付 0.22 美元。當有足夠的財政資源來完全實施付款計畫時，門頭溝政府必須一次性支付 31 億美元，而北京政府應提供 523 萬美元的一次性賠償。                                                                   | Bai et al. (2011)     |
| 採礦公司            |  | 中國農民 | 中國<br>煤礦區                       | 煤炭資源開採對耕地資源有不同程度的影響。因此需要發展綠色採礦，減少對耕地資源的破壞，並採取適當有效的措施，彌補耕地資源的損失。利用地理資訊系統模擬煤炭資源勘查對耕地的影響，分析對耕地的補償方式。(TEEB 國土保安)                                                                                            | 賠償公式如下：<br>受煤礦損壞的耕地的補償金額=不同時期的下陷耕地 (Subsided Arable Land)的開墾費(Reclamation Costs)總額+損壞時期的耕地損失+淨減少的耕地面積賠償                                                                                                                                                                                          | 在採礦完成後，礦區對耕地資源的損害賠償往往無法兌現，原因如下：首先，一次性賠償的成本很大，採礦企業難以支付，其次，耕地下沉(Arable Land Subsidence)若不及時進行土地復墾(Reclamation)，可能導致一些耕地被完全放棄。所以應考慮到耕地開墾費用和農田損失的賠償額，才全面確定賠償額。 | Li et al. (2009)      |

|        |  |      |          |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                     |                           |
|--------|--|------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 中國採礦業者 |  | 中國農民 | 中國礦區     | 中國的地下採礦造成地下陷，使數百萬農民被迫出走。根據陝西、山西、山東、江蘇，重慶，湖南等地的農戶調查和半結構訪談，研究採礦導致的移民(Mining-Induced Displacement and Resettlement，MIDR)，發現採礦造成的損害賠償不足，受訪者對搬遷村的生活費用上漲表示擔憂。採礦造成的損失賠償很少提供，除非土地和住房的損害已經到無法控制的程度，因此，流離失所和重新安置通常被認為是唯一的解決方案。採礦區包括煤、鉛、鋅、錳等礦物。 | 房屋補償有三種方法，第一個是家庭補償(Household-Based Compensation)，無論個人數量多少，每個戶均獲得固定金額(例如重慶秀山縣)或實物支付(如陝西省寶縣)。第二種方法是以面積為基礎，按照房屋總面積乘以預設標準(Pre-Set Standard)計算，可能依建築材料有所不同。第三種方法，每個家庭成員可獲得指定面積大小(Specified Area Size)乘以固定補償(Fixed Compensation)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 山東省：以建築面積為 150 元人民幣/平方公尺的建築物進行補償，磚建房屋的補償金額則為 250 元人民幣/平方公尺。                                                         | Yang <i>et al.</i> (2017) |
| 中國政府   |  | 煤礦城市 | 中國萍鄉市煤礦區 | 以煤炭開採為主要經濟模式的城市常常會有生態枯竭、經濟失調和自然資源枯竭的社會問題。目前，中國這些城市的補償主要是基於武斷政策(Arbitrary Policies)而不是科學的策略。                                                                                                                                          | 補償機制由兩部分組成，(1)中央政府建立資源枯竭地區生態恢復和管理資金(Ecological Recovery And Management Funds of Resource Depletion Region)對耗盡煤炭的城市進行補償。(2)與其他地區交換煤炭資源，形成良性的煤炭資源生產和消費圈。補償資金主要用於及時整改當地生態環境污染和採礦破壞情形，盡快恢復當地生態功能，同時支持在煤耗城市的煤炭工人的養老保險和員工再就業培訓。<br>$V = V_{TA} + V_{TB} = \alpha_B Q_{TB} + \beta \sum_{i=1}^n P_{Bi} Q_{Bi} (1+r)^{r-1} + \alpha_A Q_{TA} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{P_{Ai} Q_{Ai}}{(1+r)^i}$ <p><math>V_{TB}</math> 是過去採礦價值的補償標準(Compensation Standard)；<math>V_{TA}</math> 是未來採礦價值的補償標準；<math>Q_{TA}</math> 和 <math>Q_{TB}</math> 是該地區在過去採礦和未來採礦期間向國家或其他地區提供的煤炭資源。</p> | 估計 1998 - 2007 年期間累計煤炭價格為 82，218，500 美元。2008 年至 2019 年依萍鄉市的補償標準(Present Compensation Standard)為賠償金額為 47,686,100 美元。 | Liu and Zhuang (2011)     |

|         |  |           |                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               |                                  |
|---------|--|-----------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 中國環境污染者 |  | -         | 中國黃河三角洲濕地                       | 黃河三角洲濕地面積廣闊，在東北亞，以及西太平洋地區是重要的鳥類遷徙地、越冬棲息地和繁殖地。但近年來，濕地面積大幅縮小，嚴重破壞生態功能。因此，制定合理的標準和濕地生態補償方案，對濕地生態系統的開發和保護具有重要意義。                                           | 利用遙感圖像(Remote Sensing Images)，基於幾何校正(Geometric Correction)、波段組合(Band Combination)和圖像增強遙感圖像(Image Enhancement Of Remote Sensing Images)，識別每個濕地類型的紋理、形狀和其他特質。同時採用物件導向分類方法(Object-Oriented Classification Method)，並使用 ERDAS 軟體對研究區域的濕地進行自動分類。另外為提高自動分類的準確性，採用人工視覺解釋，透過 ARCMAP 軟件修改、細節化和補充濕地自動分類結果，得到濕地類型、面積、植被類型數據，以及 2001 年和 2008 年的空間和時間變化。採用市場價值、環境保護投資成本等方法，生態補償標準公式如下： $EC = EC_1 + EC_2$<br>EC 是濕地生態補償， $EC_1$ 是濕地生態破壞的損失， $EC_2$ 是濕地環境污染的損失。 | 賠償 6,599 元人民幣/公頃                              | Mei ,<br>and<br>Haozhe<br>(2016) |
| 中國水電公司  |  | 受水電工程影響居民 | 中國西藏旁多水利樞紐工程(Pond o hydropower) | 水電開發的生態補償應內化(Internalize)水電工程及其相關移民安置和環境損失等外部成本(Exterior Costs)。但是，目前的補償政策法規中很少考慮到移民安置的外部性問題(Externalities)。研究根據人權福利變化(Human Welfare Change)，制定生態補償方法。 | 通過結合選擇實驗與隨機式用模型(random utility model)，來識別和評估受訪者對環境、社會和文化屬性的偏好，找出水電安置的生態補償標準，並根據移民的偏好，考慮濕地地區的各種補償方案。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 90-127.69 元人民幣/戶/年                            | Yu et al.<br>(2016a)             |
| 中國水電公司  |  | -         | 中國西藏旁多水利樞紐工程(Pond o hydropower) | 由於大面積的棲息地被淹沒，水力發電庫被認為是排放溫室氣體的潛在重要來源。從碳儲量平衡的觀點，提出服務對服務(Service-To-Service)的生態分析。考慮被淹沒的農田、草原和林地所喪失的碳封存生態服務是能否能用草原復育(Grassland Rehabilitation)計畫來抵消。      | 結合棲息地等值分析(Habitat Equivalency Analysis, HEA)與碳儲量估計值，建立淹沒地區的綜合生態補償計算方法。估計與環境損害相關的生態服務損失，以及恢復措施以抵消這些損失，使用生態度量(ecological metric)來衡量生態棲息地服務的變化，量化所涉區域隨時間的影響程度。收益和損失以“公頃-服務-年(Hectare-Service-Years)”和“貼現服務年(Discounted Service Acre Years, DSAY)”為單位量化，以便與過去和未來的變化相比。研究測量出水庫建設和營運造成碳儲量損失為 124,662 噸。                                                                                                                                                | 對 17.80、8.90 和 5.93 千公頃的輕度、中度或重度退化的草原進行補償性恢復。 | Yu et al.<br>(2016b)             |

|              |  |           |                  |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                            |
|--------------|--|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 中國小紅河流域環境污染者 |  | -         | 中國小紅河流域          | 採用生態補償方式，研究河流上下游地區自然、社會和經濟相互作用，以控制污染物排放。研究提供一方法，用於流域生態保護機制，改善流域生態補償制度。                                                                              | 用訊息熵法(Information Entropy Method)構建總污染物分配模型(Total Pollutant Allocation Model)，包括反映人口、經濟結構、生產水平、污染控制和水環境等因素的一系列指標。用資本投入與污染物排放量之間的關係來計算污染物的單位價值，根據污染物總量構建流域水環境生態補償標準的定量模型。以中國的小紅河流域的化學需氧量(Cheical Oxygen Demand，COD)為主要污染評價指標，計算 2008 年至 2012 年水環境生態補償價值。                                          | 2012 年污染物處置資金為 11.08 億元人民幣(122,097.70 噸污染物)。                                                                 | Guan <i>et al.</i> (2016)  |
| 中國各區森林環境污染者  |  | -         | 中國北京森林地          | 北京生態林在維護城市生態安全方面有關鍵作用，其中 91%生態系統位於山區。為了解決與生態保護和環境有關的問題，2004 年以來，地方政府針對山區生態林實施生態補償計畫，但目前在北京進行的生態補償計畫仍有付款標準的問題。                                       | $S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ei} \times L_i$ <p>其中，S 為各區生態補償標準(人民幣 / 公頃)，<math>V_{ei}</math> 為第 i 個林區的生態系統服務價值(人民幣/ 公頃)，<math>L_i</math> 為第 n 個林區的調整指標值(Adjusting Indicator Value)，n 是每個區域的林區數。</p>                                                                                          | 1607-2051 元人民幣 / 公頃                                                                                          | Sheng <i>et al.</i> (2017) |
| 中國沿海環境污染者    |  | -         | 中國福建省東南沿海        | 經濟快速增長導致中國許多沿海地區的生態退化嚴重，因此引入海洋生態損害賠償(Marine Ecological Damage Compensation，MEDC)措施，考慮生態服務的空間變化，包括世界各地沿海水域不同類型的海洋使用。而計算結果顯示，許多對生態系統的損害在現行制度下沒有受充分補償。 | <p>生態破壞的計算為：</p> $ED_{ik}^{LS} = ED_{ik} \frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r}$ <p>其中，<math>ED^{LS}</math> 是一次性支付生態破壞(Lump-Sum Payment For The Ecological Damage)；r 是社會貼現率(Social Discount Rate)；n 是年數。對於生態系統服務的永久性損失，例如沿海填海，生態破壞可計算為 <math>ED / r</math>。</p>                                           | 一次付款 321-628 元人民幣/ 平方公尺                                                                                      | Rao <i>et al.</i> (2014)   |
| 中國水電公司       |  | 受水電工程影響居民 | 中國湖北省十堰市西北部丹江口水庫 | 大型水利工程為緩解中國水壓力的重要方式，但卻導致大量生態移民。合理的生態補償政策對於永續生態工程極為重要，因為傳統方法未能計算當地居民的合理性可持續補償。以南水北調中線工程為例，提出基於生態足跡理論的新模式，來計算生態移民的損失，提供更合理的補償金額。                      | <p>生態足跡(Ecological Footprint，EF)為生產資源所需的土地和水域生態系統的面積。基於 EF 的生態補償計算可以客觀的反映當地生態條件。比較生態赤字與生態剩餘(Ecological Deficit And Ecological Surplus)，可算出對生態移民的影響。</p> $EF = N * ef = N * r_j \sum (aa_i) = N * r_j * \sum (C_i / P_i)$ <p>N：群體；<br/> ef：平均 EF；<br/> i：消耗(Consumption)和投資種類；<br/> j：生產空間種類；</p> | 農田、牧場、林地、漁場和建地的補償金額分別為 4,318.53 元人民幣/ 公頃，223.05 元人民幣/ 公頃，308.41 元人民幣/ 公頃，904.69 元人民幣/ 公頃，56,651.62 元人民幣/ 公頃。 | Wei and Xia (2012)         |

|               |  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                         |                    |
|---------------|--|--------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|               |  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>a：生物學第 i 種商品資本的生產空間(公頃)；</p> <p>C<sub>i</sub>：第 i 種商品的資本消耗；</p> <p>P<sub>i</sub>：第 i 種商品的全球平均生產力(時間 / 公頃)；</p> <p>r<sub>j</sub>：均衡因子(林地：1.1，牧地：0.5，農田：2.8，漁場：0.2，建地(Built-Up Land)：2.8)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |                    |
| 馬耳他籍油輪(塔斯曼海輪) |  | 天津市海洋局 | 南太平洋的塔斯曼海 | 2011 年 6 月，中國渤海灣最大的海上油田(蓬萊油田)遭遇兩次漏油事件。根據美國石油巨頭康菲石油中國公司(ConocoPhillips China Inc.，COPC)的估計，該事件在海洋釋出約 723 桶(115 立方公尺)的石油，2632 萬桶(416.45 立方公尺)的礦物油泥被釋放到海底，造成大量水生動物死亡。以先前案例，2002 年 11 月 23 日，滿載原油的馬耳他籍油輪“塔斯曼海”輪與中國大連“順凱一號”輪在天津大沽錨地東部海域 23 海里處發生碰撞並導致原油洩漏，污染天津海域和部分唐山海域，作為賠償機制之參考。 | 天津海洋局根據海洋環境損害賠償、海灘恢復費用、浮游植物恢復費用、游泳生物(Nekton)恢復費用、生態管理研究費用和監測評估費用等進行索賠。但是，天津海事法院判決只需支付海洋環境的損害和監督評估費用的 2 項費用。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 102,581,000 元人民幣(=海洋環境的損害和監督評估費用+一項未說明費用，據估計大約 723 桶(115 立方公尺)的油被釋放到海裡，2620 桶(416.45 立方公尺)的礦物油泥被釋放到海底。) | Liu and Zhu (2014) |
| 中國水源環境污染者     |  | -      | 中國山西省新安泉  | 研究討論並推廣一種完善生態補償機制，以創造水源保護與經濟發展的雙贏局面。根據一般生態補償標準文獻和新安泉地區的具體情況，選擇生態服務提供成本和生態價值作為計算依據。                                                                                                                                                                                            | $M_f = [C_t + KD_t(V - C_t)] \times \frac{W_r}{W_t} \times \left(1 + \frac{P_t M_t}{M_b} \times KE_t \times KL_t\right)$ <p>賠償金額(M<sub>f</sub>)；提供生態服務的成本(C<sub>t</sub>)；年單位化學需氧量(Chemical Oxygen Demand，COD)的減排量(M<sub>t</sub>)；假設要求的水質標準為 S(mg/L)，當水質是 Q<sub>t</sub>而不是 S 時，應補償(P<sub>t</sub>)；補償調整係數(Compensation Adjustment Coefficient，KD<sub>t</sub>)；生態系統服務價值(V)；最初設定賠償基數(M<sub>b</sub>)；供水調節係數(KV<sub>t</sub>)；水源面積(W<sub>r</sub>)；總供水(W<sub>t</sub>)；效率調整係數(KE<sub>t</sub>)；區域差異係數(KL<sub>t</sub>)</p> | 10,950 km <sup>2</sup> 水資源保護區的損害賠償金額：2294.45 萬元人民幣/年                                                    | Shen et al. (2010) |
| 中國河北省張家口市     |  | 中國北京市  | 中國北京市官亭水庫 | 官亭水庫是北京的主要水源之一，1997 年以來水質差，是由於張家口(上游)與北京官亭水庫盆地(下游)之間的用水糾紛，研究利用生態補償作為經濟激勵解決紛爭。                                                                                                                                                                                                 | 建立由北京和張家口的收入函數(Revenue Functions)組成的模型，計算各種情況下的生態補償。收入函數包括水的社會經濟效益、污染控制成本和下游地區的環境外部性(包括財務和生態損失)。根據收入函數，計算出確切支付情況。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 流入北京的水的品質為 V 級時，須支付北京 2,215,685,134.67 人民幣                                                              | Han et al. (2010)  |

|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  |  | <p> <math>W(q, L) = f(q) - g(q, L)</math><br/> <math>W(q, L)</math>: 用水的好處; <math>q</math> 是區域用水量; <math>L</math> 是水質。<br/> <math>f(q) = f_1 + f_2 + f_3</math><br/> <math display="block">= \left[ \epsilon \frac{(Y_i - Y_{oi})V}{M - C} \right] (1+r)^t q x_1</math> <math display="block">+ \left[ \frac{10000}{q_i} \times \beta \times f \right] (1+r)^t q x_2</math> <math display="block">+ S_1 (1+r)^t q x_3</math> <math>f_1</math> 是水對於農業的好處; <math>f_2</math> 為水對於工業的好處; <math>f_3</math> 水對於生命(Life)的好處; <math>q</math> 是該地區的總用水量; <math>x_1</math> 是該地區農業用水的水量係數(Water Quantity Coefficient); <math>x_2</math> 該地區工業用水的水量係數; <math>x_3</math> 該地區生命之水的水量係數; <math>\epsilon</math> 是灌溉效益的分擔係數(Sharing Coefficient); <math>Y_i</math> 是灌溉農作物的產量(公斤/公頃); <math>Y_{oi}</math> 是旱地作物產量(公斤/公頃); <math>V</math> 為作物價格(人民幣 / kg); <math>M</math> 是灌溉配額(Irrigation Quota)(<math>m^3</math> / ha); <math>C</math> 為灌溉區供水成本(元人民幣 / <math>m^3</math>); <math>q_i</math> 是 1 萬元人民幣產值(<math>m^3</math> / 1 萬元人民幣)的用水量; <math>\beta</math> 是工業供水的分擔係數; <math>f</math> 是產出的淨率(Net Rate); <math>S_1</math> 為生活用水價格(元人民幣 / <math>m^3</math>); <math>r</math> 是年利率(%)。 </p> <p> <math display="block">g(q, L) = \sum_{i=1}^3 \Delta F_i = \sum_{i=1}^3 \{F_i (1+r)^t \gamma_i\}</math> <math display="block">= \sum_{i=1}^3 \{F_i \left( K_i \frac{e^{\alpha(L-LTH)} - 1}{e^{\alpha(L-LTH)} + 1} + M_i \right) \} (1+r)^t</math> <math>\Delta F_i</math> (<math>i = 1, 2, 3</math>) 是農業、工業和生活的水損失; <math>K_i</math> 是各類用水中, 水污染最大的潛在經濟損失係數; <math>M_i</math> 是各類水品質經濟損失的對稱轉折點(Symmetrical Turning Point); <math>i</math> 是各類用水的水污染價格因子; <math>L</math> 為水品質, <math>LTH</math> 為水品質經濟損失曲線 (Water Quality Economic Losses Curve)轉折點 (Inflection Point)的水質。 </p> |  |  |
|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|       |  |      |                         |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                             |                                |
|-------|--|------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 越南政府  |  | 越南農民 | 越南 Bac Kan 省 Ba Be 國家公園 | <p>陸地生物多樣性受到森林砍伐的嚴重威脅。利用財政激勵方式可以鼓勵當地人民參與生物多樣性保護。經濟補償估計保護土地利用產生的機會成本。假設農民厭惡風險(Risk Averse)，研究採用決策的不確定性方式(Decision-Making Under Uncertainty Approach)，補償越南 Ba Be 國家公園及周邊地區的居民。</p>               | <p>基於負指數效用函數(Negative Exponential Utility Function)來估計厭惡風險決策者的確定性當量(Certainty Equivalent, CE)。</p> $CE = E(NPV) - \frac{\alpha}{2} \times \alpha_{NPV}^2$ <p>其中，CE 是確定性當量，E(NPV)是預期的 NPV，a 是定額厭惡風險程度的常數，<math>\alpha_{NPV}^2</math> 是 NPV 的變異數(Variance)，量測不確定性。</p> $\sum_{i \in N} f_i = 1 ; cov_{i,j} = k_{i,j} \sigma_i \sigma_j ; f_i, f_j \geq 0 ; cov_{i,i} = var_i$ <p><math>f_i</math> 是特定資產的重量 (Portfolio Weight)；<math>\sigma_i</math> 是資產 i 的收益標準差；<math>k_{i,j}</math> 是收益資產(Returns Asset)i 和資產 j 之間的相關係數；<math>cov_{i,j}</math> 是收益資產和資產 j 之間的協變異數(Covariance)，<math>var_i</math> 是資產 i 的變異數。</p> $C = CE_p - CE_t$ <p>其中，C 是年度補償，<math>CE_p</math> 和 <math>CE_t</math> 分別是水稻和天然林土地利用方式的確定性當量。</p> | <p>在生態恢復和緩衝區(Ecological Rehabilitation and Buffer Zones)保護天然林，須支付中度厭惡風險的農民 228 美元/公頃/年。</p> <p>在嚴格保護區(Strict Protection Zone)則需支付中度厭惡風險的農民 334 美元/公頃/年。</p> | Adhikari <i>et al.</i> (2017)  |
| -     |  | -    | 中國福州沿海區域                | <p>城市規劃與區域生態系統服務價值之間的動態聯繫使永續發展目標更易實現。結合城市擴張和生態補償，構建城市生態協調發展模式(Urban-Ecological Coordinated Development Model, UECDM)，旨在找到新的城市擴張模式。研究領域包括密集的城市地區，福州市、福樂市、長樂市、平潭縣、羅源縣、連江縣、閩侯縣等，面積 5806 平方公里。</p> | <p>UECDM 由三個模塊(Modules)組成：城市擴張預測、生態補償和空間模擬(Spatial Simulation)，模擬福州地區的城市擴張和生態補償。根據對生態系統服務價值(Ecosystem Services Value, ESV)資本化(Capitalization)的研究，都市化造成的區域性 ESV 損失可以透過相應的措施(如退耕還林、退耕還田)得到補償。UECDM 模擬城市擴張和相應的生態補償，找到新的城市擴張模式，保持 ESV 的動態平衡。</p> $ESV = \sum (A_i \times VC_i)$ <p>其中，ESV 代表生態系統服務的年總價值(元人民幣/年)；A 代表 i 型土地的面積；<math>VC_i</math> 表示類型 i 土地 ESV 的係數(元人民幣/公引(Hectometer)<sup>2</sup>/年)。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>城市土地面積擴大 12,805 公頃，ESV 總損失 6.88 億元人民幣。為了平衡區域性 ESV，耕地 1,142 公頃，其他土地 3,316 公頃，應轉為林地；耕地 2588 公頃；其他土地 2,027 公頃轉為海浦地(Tidal Flats)。</p>                        | Fan <i>et al.</i> (2016)       |
| 環境污染者 |  | -    | 法國布列斯特                  | <p>研究的目的是比較環境破壞引起生態系統服務不同維護成本的假設情況。使用千年生態系統評估</p>                                                                                                                                              | <p>採用 3：1 的比例(三個單位紅藻球 (Maerl)補償一個單位紅藻球)，是以前在美國研究中補償珊瑚礁的比例，而紅藻球床的生物特性非常接近珊瑚礁。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>需 2,738.65 公頃的紅藻球床來補償 1,120 公頃的受損地區(即 2.45 公頃賠償每 1 受損公頃數)</p>                                                                                            | Vaissière <i>et al.</i> (2013) |

|       |  |   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  |                             |
|-------|--|---|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|       |  |   | 灣<br>(Bay of Brest)                  | (Millennium Ecosystem Assessment, MEA)類別的生態系統服務，選擇幾個生態指標，使用生境等效性分析(Habitat Equivalency Analysis, HEA)評估補償措施的成本。量化 2010 年布列斯特灣漏油事件造成的損失。                                                                                                                                 | 等效方法(Equivalency Method)是具有生物物理度量(Biophysical Metric)的服務到服務方式(Service-To-Service Method)。收益和損失被量化為“公頃-服務-年”，以貼現服務英畝年(Discounted Service Acre-Years, DSAY)表示。<br>$V_I A_I I (1+r)^{-tI} = V_R A_R R (1+r)^{-tR}$<br>$V_I$ 是受影響的生態系統或功能的價值； $V_R$ 是補償生態系統或功能價值的金額； $I$ 是影響的強度； $R$ 是補償的強度； $-tI$ 是影響的時間尺度， $-tR$ 是補償的時間尺度； $r$ 是貼現率<br>； $A_I$ 是受影響的土地(受損面積)的英畝數， $A_R$ 是補償面積(補償面積)的英畝數。HEA 目標是計算補償區域大小( $A_R$ )                    |                                                                                                                  |                             |
| 環境污染者 |  | - | 法國諾曼底 - 布列塔尼海灣(Norm and-Breton Gulf) | 發展水產養殖等活動需要評估不同層次和相關服務對生物多樣性的潛在影響，研究海藻養殖場安裝對生態系統服務的潛在影響以及補償費用的評估，制定生物物理和社會經濟指標。在諾曼底 - 布列塔尼(聖馬洛)海灣，法國分析海藻養殖場的案例研究。                                                                                                                                                       | 考慮地理資訊系統和棲地等效性分析(Habitat Equivalency Analysis, HEA)的多標準方法(Multi-Criteria Approach)。前者用於得到生物物理生態系統服務和社會經濟指標，後者用於評估補償文化和供應生態系統服務損失所需成本。使用 Visual HEA 軟體應用 HEA 方法，生態系統服務指標包括選擇適當的指標。使用公頃作為每個生態系統服務的等效方法(Equivalency Method)的度量(Metric)。由於影響造成的損失和賠償所得的收益以貼現服務英畝-年(Discounted Service Acre-Years, DSAYS)計算。3%的利率被廣泛用於計算過去和未來的損失和收益相當值。                                                                                                | 需 2.585 公頃的紅藻球(Maerl)床補償 1 公頃受損區域。                                                                               | Cabral <i>et al.</i> (2016) |
| 環境污染者 |  | - | 中國海域                                 | 目前，中國參照國際公約和其他國家制度，建立負債制度(Liability Scheme)和基金計畫(Fund Scheme)組成的兩級補償制度(Two-Tier Compensation Regime)。雖然其重要部分幾乎與國際公約相同，但仍存在若干重大差異，包括責任豁免(Liability Exemption)和第三方責任(Third Party Liability)的規範、資金收集和使用、徵收金額(Levied Contribution)和特別提款權天花板(Special Drawing Right Ceiling)。 | 以成本效益分析(Cost Effectiveness Analysis)、線性和非線性回歸分析(Linearly and Non-Linearly Regression Analysis)為理論模型，計算補償金額，關鍵參數包括石油類型、物理化學特徵和油量、位置、環境條件和響應成本(Response Costs)。<br>$HY = HY_{ZJ} + HY_H + HY_P + HY_M$<br>$HY_{ZJ} = HY_E + HY_W$<br>$HY_E = \sum_{i=1}^n hy_i$<br>$HY_W = W_p + W_q * W_c$<br>$HY_H = hy_{hc} + hy_{hb}$<br>$HY_P = \sum E_i + M$<br>其中，海洋生態損失為 $HY$ ； 海洋生態直接損失為 $HY_{ZJ}$ ； 棲息地恢復費用為 $HY_H$ ； 物種恢復為 $HY_P$ ； 調查和評 | 單位補償量為 2.5 人民幣 /每公升油，約為國際油污賠償基金(International Oil Pollution Compensation Fund, IOPC)組織提供補償的 1/13(31.7 人民幣 /每公升油) | Zhang <i>et al.</i> (2014)  |

|      |  |          |          |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   |                                  |
|------|--|----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|
|      |  |          |          | 2000 年 4 月至 2005 年 12 月間，中國水域發生約 50 次重大漏油事件，但只有 1 個要求賠償海洋生態損失，突顯中國海洋生態法不足。                                                                                                               | 估費用為 $HY_M$ 。直接損失為 $HY_{ZJ}$ ；服務功能損失為 $HY_E$ ；環境承載能力損失為 $HY_W$ ；建築費用( $W_p$ )；交易費用( $W_q$ )；污染水量( $W_c$ )                                                                                                                                                     |                                                   |                                  |
| -    |  | 受環境污染影響者 | -        | 研究決策者對特定數量的生態破壞給予的補償情況。賠償方式可以貨幣或環境單位(Monetary and Environmental Units)的形式補償，以實現三個目標：(1)最小化補償相關的成本，(2)沒有總福利損失(No Aggregate Welfare Loss)，以及(3)最低限度的環境補償要求。                                | $C(dq_2, MC) = nMC + 1_{(MC>0)} + FC_{MC} + a(dq_2)^2$<br>成本函數分為三個組成部分：總和分量(lump sum component, $nMC$ )，以貨幣方式平均補償所有人(Agents)、與貨幣補償相關的固定成本(fixed cost, $FC_{MC}$ )和與生態恢復成正比的成本。其中， $MC = dW_i \forall i$ ，為貨幣補償； $dq_2$ 是環境補償， $C$ 是與補償相關的成本函數(Cost Function)。 | 在某些情況下，貨幣和環境賠償可以是使成本最小化的選擇。                       | Gastineau and Taugourdeau (2014) |
| -    |  | 中國受影響地區  | 中國新鄭市青衣江 | 水污染補償是治理和管理水污染的重要經濟手段之一，補償量化是水污染生態補償的關鍵。生態經濟學的能量分析法 (Emergy Analysis) 被引入水污染生態補償的量化研究，計算主要污染物( $NH_4N$ 和 $COD$ )的水污染補償標準，結果顯示六個控制區(Control Section)的 $NH_4N$ 補償均高於 $COD$ 。               | $C = \frac{\max_{i=1, 2, 3 \dots n} W_i \times EM_W}{EDR \times W_s}$<br>$C$ 是單位水的水污染生態補償(¥/t)； $\max W$ 是稀釋不同污染物所需最大水量( $m^3$ )； $EDR$ 是流域的能源貨幣比 (Emergy Currency Ratio)( $sej/\text{¥}$ )； $EM_w$ 是水資源的生態經濟價值( $sej/m^3$ )； $W_s$ 是待稀釋的污水量( $m^3$ )         | (1)長沙市和山大橋的補償最高，為 93.99 元/噸<br>(2)胡同閘閘 74.07 元/噸， | Wu <i>et al.</i> (2017)          |
| 中國政府 |  | 三江流域牧民   | 中國三江流域草原 | 三江水源自然保護區生態保護與建設項目 (Three-Rivers Headwater Nature Reserve Ecological Protection, TREPCP)是中國政府大規模生態保護計畫。中國大陸的環境保護計畫越來越強調監管計畫的市場化。結果顯示，因為其科學測量不足、缺乏監測和執法不力，導致市場機制在這個例子並無法發揮功效。該計畫旨在為當地牧民提供 | 在 2013 年夏天對當地牧民進行了一次家庭調查，以了解他們對草原退化的看法、他們對搬遷和生態補償計畫的態度，以及所需的賠償額。調查問卷由多項選擇題和開放式問題組成。牧民將答案標示在兩張付款卡 (Payment Cards)上，價格從 100 元到 30 萬元以上。調查數據能計算牧民接受補償的意願，65%的牧民願意參與生態補償計畫。                                                                                       | 牧民願意接受的補償金額中位數為 80 元人民幣/畝/年。                      | Wang <i>et al.</i> (2016)        |

|        |  |          |                         |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                               |
|--------|--|----------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|
|        |  |          |                         | 經濟獎勵，提供額外的收入來源 來改善牧民的生活，同時緩解草原生態系統的退化。                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                               |
| 德國薩克森州 |  | 德國薩克森州漁民 | 德國薩克森州池塘                | 研究區域位於德國薩克森州以東的上盧薩特河丘陵和池塘景觀(Upper Lusatia)。5000 公頃的池塘主要用於生產鯉魚(Carp)。池塘為許多瀕危物種的棲息地，包括歐洲水獺。而水獺是歐洲和國家法律(European and national law)的保護物種，漁民為了保護漁貨，非法屠殺水獺。為了提高物種的接受程度，防止非法屠殺，薩克森州利用損害賠償制度補償養魚者的經濟損失。 | 預先補償計畫(稱為：瀕危物種飼養棲息地(Support Of Feeding Habitat For Endangered Species))是農業環境計畫的一部分，幾乎專門用於保護水獺。該計畫根據個人漁業和保護機構簽訂的合約(實施五年)。由於為預先支付，沒有進行監視水獺數量，因此搜索和獲得資訊用於確認水獺數量和分布的費用 (search and information costs) 為所有花費。支付金額是根據預期虧損之估計，並依實際結果而收取補償金額。 | 每年支付漁民 103 歐元/公頃池塘面積，用於養殖額外的魚，作為水獺食物。                 | Schwerdtner and Gruber (2007) |
| 瑞典政府   |  | 瑞典牧民     | 瑞典中南部牧地                 | 對損害賠償進行具可靠性的核查是公眾對損害賠償的信任基礎。在瑞典，驗證者(verifiers)(決定牲畜所有者在襲擊後是否應得到補償)根據動物屍體上的捕食者咬痕與 DNA 唾液分析，正確識別殺死牲畜的兇手。瑞典中南部的綿羊捕食者包括狼、猞猁(lynx)，以及其他可能屠殺牲畜的食肉動物：棕熊、紅狐(Vulpes vulpes)和狗(Canis lupus familiaris)。   | 牧民提出補償申請後，通常會在四周內得到補償。在核查攻擊之後，所有受傷、死亡或失蹤的羊都以比市場價值略高的賠償額賠償(這筆費用大約是 350 歐元，包括所有的實驗室費用，而公羊，羊和羊羔的賠償分別是 290、190 和 130 歐元)。報告可疑攻擊的所有農場都不會由驗證者訪問。除非驗證者認為綿羊死亡原因為大型食肉動物所造成，否則不予賠償。                                                             | 2014 年狼和猞猁分別襲擊 421 和 163 隻羊，對綿羊的年賠償為 15,600-20,000 歐元 | López-Bao et al. (2017)       |
| 印度政府   |  | 印度農民     | 印度中部 Tadoba-Andhari 保護區 | 野生動物園附近保育物種對農作物的損害是一個重要的問題。由於保護作物的措施在動物密度較高的地區難以獲得成功，因此應採取某種形式的賠償來避免當地農民的不滿。一般的補償方法是受害人提出索賠，由賠償機構核實或協商，並                                                                                        | 第 i 位農民的賠償= $\left(\frac{X_{avg}-Y_{avg}}{Y_{avg}}\right)Y_i$<br>$X_{avg}$ = 有圍欄的農場單位面積平均產量。<br>$Y_{avg}$ = 無圍欄的農場單位面積的平均產量。<br>$Y_i$ =農民的收益。<br>利用自動化軟體( Automated Software)計算和支付補償金額，可由公園管理單位進行，也可委託其他機構(如合作銀行或其他地方組織)              | 農民的補償金為 17,523 盧比/公頃/年                                | Watve et al. (2016)           |

|                         |  |         |                |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                          |                                                                         |                                  |
|-------------------------|--|---------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                         |  |         |                | 支付約定金額。這種方法的主要缺點是難以客觀地評估損害。研究提出替代的補償模型，基於農作物淨損失，而不是視覺估計的損害。                                                                                                                 |                                                                                                                                                          |                                                                         |                                  |
| 波蘭狩獵俱樂部 (Hunting clubs) |  | 波蘭農民    | 波蘭東北部森林與農田     | 研究 2011-2013 年波蘭東部分散於森林和農田間的低地。當地越來越多的野豬對農田的傷害導致波蘭東北部農民和獵人之間的衝突增加。研究的目的是評估野豬作物損失和補償以及野豬管理的財政平衡。在作物受損地區，穀物占最大比例(50.2%)，其次是草原(24.0%)和油菜籽(21.2%)。                              | 野豬造成的損害賠償是根據作物受損面積和農作物的市場價格，由狩獵俱樂部支付給農民。損害支付的文件包括在狩獵俱樂部的年度報告中，包括損害發生的日期、損壞的作物的類型和面積，以及受到野豬銷毀影響的農民的補償金額。                                                  | 2011-2013 年，農田遭受野豬損害 (1,365 例)總面積達 1000.4 公頃。農民收到 432,600 歐元作為野豬銷毀作物的賠償 | Bobek <i>et al.</i> (2017)       |
| 匈牙利政府                   |  | 匈牙利農民   | 匈牙利蒂薩河 (Tisza) | 降低河流洪峰的水庫通常建在農田上，農民將土地納入水庫的意願主要取決於補償金額。研究提出一個新的補償方案，賠償包括無條件的年度支付和以洪水為條件支付。兩級支付方案 (Two-Tier Payment Scheme)能引導農民選擇降低土地利用損害農作物，確保農民自願參與。                                      | $M = a + pr$<br>利用水力經濟模型(Hydro-Economic Model)。<br>M 為總預期貨幣補償金額； P 為水庫的洪水風險； 無條件(固定)年支付 a； 有條件的賠償支付 r。                                                   | 補償金額 39 歐元/公頃/年                                                         | Weikard <i>et al.</i> (2017)     |
| 捷克共和國政府                 |  | 捷克共和國漁民 | 捷克共和國魚塘區       | 受居民破壞和狩獵，歐亞水獺(Lutra lutra L.)在中歐幾乎滅絕。近年來，由於保育工作，水獺逐漸返回原棲息地，例如捷克共和國的魚塘區。水獺掠食引起商業魚類資源大量流失，與漁民發生衝突。自 2000 年以來，捷克漁業可要求水獺損害賠償。然而，對水獺的非法殺戮依然普遍。研究進行問卷調查利益相關者對捷克共和國水獺捕食和損害賠償計畫的看法。 | 在捷克共和國，根據第 115/2000 號立法，自 2000 年以來，對特定受保護物種造成的損害可申請賠償。根據這項法令，受影響的漁民可以在損害發生後六個月內就池塘和河流的商業魚類，因水獺造成的損害，要求賠償。根據環境部(Ministry of Environment)推薦的方法進行專家評估全部賠償金。 | 在 2000 - 2006 年期間，當地政府批准 654 項賠償要求，支付養魚者 3,000 多萬捷克克朗。                  | Václavíková <i>et al.</i> (2011) |

|                                                           |   |         |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                           |                                 |
|-----------------------------------------------------------|---|---------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 國際油污賠償基金 (International Oil Pollution Compensation, IOPC) |   | 韓國漁民    | 韓國西部海域                      | 1995 年至 2010 年期間，韓國發生了 16 起溢油事件，其中包括 2007 年的河北漏油事件( Hebei Spirit Oil Spill, HSOS)，是韓國史上最大的漏油事故(77,857 桶)。然而，由於沒有足夠的自然資源損害評估 (Natural Resource Damage Assessment, NRDA)程序，並且韓國沒有建立國際上可接受的經濟量化方法，所以對於這些事故，從未向國際油污賠償基金 (International Oil Pollution Compensation Fund, IOPC)要求環境損害賠償。 | $V_s \sum_{t=t_0}^{T_F} \frac{S_t}{(1+r)^{(t-t_0)}} = V_p \sum_{t=P_0}^{T_L} \frac{P_t}{(1+r)^{(t-P_0)}}$ <p>使用美國 NRDA 的棲息地等效分析(Habitat Equivalency Analysis)。</p> <p>其中，<math>V_s</math>是受損害的棲息地提供的每單位服務價值。<br/> <math>V_p</math>是恢復的棲息地提供的每單位服務價值。<br/> <math>S_t</math>是在時間(t)，棲息地的損失量<br/> <math>P_t</math>在時間(t)恢復棲息地的數量<br/> <math>t_0</math>是發生溢油事故的時間<br/> <math>T_F</math>是服務完全恢復的時間<br/> <math>P_0</math>是恢復棲息地計畫開始的時間<br/> <math>T_L</math>是恢復棲息地計畫最後時間</p> | 漁業棲息地損失賠償為 1.194 億美元(34,703.5 公頃海域受到油污污染)。                                                                | Kim <i>et al.</i> (2017)        |
| -                                                         | - | -       | 法國聖布里厄 (Saint-Brieuc)灣風力發電區 | 聖布里厄海灣(Saint-Brieuc)是法國首批參與開發海上風電場的地點之一。利用選擇實驗法來調查當地社區對於各種補償措施的偏好。對正在規劃海上風力發電場的聖布里厄灣的遊客進行調查，確定他們對各種補償方式的偏好：例如，貨幣補償、公有資產投資或生態恢復。                                                                                                                                                    | 利用選擇實驗法(Choice Experiment Method)、2 種多元邏輯(Multinomial Logit, MNL)模型和 1 個潛在類別(Latent Class, LC)模型，探討社區的偏好和異質性的來源。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 當地社區居民認為，如果能遵循可持續性原則，並且排除可能會引起賄賂的貨幣交易，例如使用生態恢復方式，其補償效果最好。                                                 | Kermagoret <i>et al.</i> (2016) |
| 中國政府                                                      |   | 中國湖北省農戶 | 中國湖北省農地                     | 農業廢棄物污染問題引起世界各國的廣泛關注，解決這個問題其中一個有效措施是落實補償政策，藉此鼓勵人們參與農業廢棄物的回收利用。研究旨在估算農戶回收農業廢棄物的意願。                                                                                                                                                                                                  | 採用條件評估法(Contingent Valuation Method)，透過非參數和參數估計法(Non-Parametric and Parametric Estimate)，計算農戶參與農業廢棄物回收的補償標準。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 農戶願意接受(Willingness To Accept, WTA)的最大期望值為 42.14* 12 = 505.68 元人民幣/年/戶，最低期望值為 505.68* 82.1% = 415.16 元/年/戶 | He <i>et al.</i> (2016)         |

### 第三節 生態系統服務給付(PES)相關文獻

#### 一、生態系統服務給付(PES)之應用與政策

##### (一) 生態系統服務給付對貧困居民的影響

Wang *et al.* (2017) 使用經濟模型來分析在 PES 方案中影響願付價值(WTP)和願意接受(WTA)的因素。研究證明，生態系統服務買家和供應者之間的財富差距 (Wealth Disparity) 可以增加交易 (Transactions)。此外，當買家和賣家之間存在財富差距時，較富裕的一方將對該計畫作出更多貢獻，而較窮的人口將從中獲益更多。在這些條件下，PES 可以使社會更進步，緩解原先存在的經濟不平等現象。因此，生態系統服務給付計畫可以和減貧計畫進行整合。

Wang *et al.* (2017) 指出生態系統服務給付 (PES) 在減輕貧困方面的有效性幾乎沒有相關證據。因此利用中國東南部昌定縣農村生計的調查數據，對 PES 的參與者和非參與者的綜合生活影響進行評估。結果指出，PES 對參與者有益。但是，對於非參與者來說，則有負面影響。因為參與者的生計資產 (Livelihood Assets) 受一系列政策和制度鞏固。這些制度授權參與者獲得自然資源，排除非參與者使用自然資源。非參與者獲得極少的涓滴效益 (Trickle-Down Benefits) 和顯著的負面影響，因此整體生計受負面影響。

Pagiola *et al.* (2005) 指出早期 PES 的效率和公平性分離，因此認為 PES 主要是用來作為提高自然資源管理效率的手段，而不一定能減輕貧困和改善生計。Pagiola *et al.* (2008) 指出，在尼加拉瓜，較貧窮的土地所有者能夠作為生態系統服務提供者，從而受益於該計畫。然而，有關 PES 計畫對扶貧的影響的證據仍然存在爭議。在對拉丁美洲其他八項生態系統倡議的審查中，Grieg-Gran *et al.* (2003) 發現，一些措施反而歧視了貧困的小農戶，因為 PES 需要正式的土地所有權權利才能獲得付款條件。

Diswandi (2017) 指出 PES 概念主要基於科斯坦經濟學理論 (Coasean Economics Theory)，強調生態系統服務為自願性或基於市場的交易。而在發展中國家中許多 PES 是基於庇古經濟理論 (Pigouvian Economic Theory)，允許政府通過監管、稅收或補貼方式進行干預。West Lombok Indonesia 區開發一種結合科斯坦和庇古理論的混合 PES，結合自願市場和強制性政策制度。此研究評估該混合 PES 生物多樣性計畫如何減輕貧困。研究指出，混合 PES 系統在短期內無助於減輕貧困，但長期而言有助於減輕貧困。

Hayes *et al.* (2015) 探討厄瓜多支付計畫與社區改變共同放牧地 (Shared Grazing Lands) 規則之關係，並評估使參與者社區改變其土地利用規則之原因。分析厄瓜多高地參與社區 (n = 44) 的普查，對非參與者社區 (n = 23) 和家庭調查問卷 (n = 420)，顯示自參與計畫以來，大多數參與社區都加強了土地使用規則。而制定新規則的社區更有可能具有組織性，並有內部監

督和執法機制。較貧窮的社區也更有可能制定新的規則，較富裕的社區更有可能維持現有土地使用規則。研究顯示平均每年支付金額與社區是否改變放牧規則無顯著關係。雖然平均而言，修改規則的人收到更多的付款金額。

## (二) 生態系統服務給付優缺點

Chan *et al.* (2017) 指出 PES 受到很多批評，因此其研究中描述與 PES 設計相關的七大問題，並將其用來改善生態系統服務給付。生態系統服務給付的問題包括：(1) 新的外部性 (New Externalities)，(2) 權利和責任的錯位 (Misplacement)，(3) 現有動機受到排擠 (Crowding out)，(4) 效率-權益權衡 (Tradeoffs)，(5) 監督成本 (Monitoring costs)，(6) 適用性有限 (Limited applicability)，(7) 自上而下的機構 (Top-Down Prescription / Alienating agency)。以上問題導致許多生態系統服務計畫因此受益有限，不利於持續性發展。

Muradian *et al.* (2010) 指出 Engel *et al.* (2008) 倡導的方法非常重視降低交易成本、分配產權，以及在擁有或管理自然資產和/或其相關服務（即生態系統服務提供者）和願意維護或加強自然資源的人（即生態系統服務買家）之間建立付款服務。值得注意的是，土地所有權和使用權以及服務商業化的權利在發展中國家可能難以實現。Vatn (2010) 進一步指出，各樣的 PES 案例取決於國家和/或社區參與，因此從買方的角度來看，可能不被視為自願性市場交易 (voluntary market transactions)。例如，河流流域的 PES 計畫，上游土地管理者因為改善其土地利用方式而得到獎勵，但用水者可能不知道自己為了 PES 計畫而提供更高的水費。

Wunder *et al.* (2008) 指出許多 PES 根本沒有得到監督，或只有被鬆散的監督。此外，付款為事先一次付清而不是連續的給付，而且不是依照真正提供的服務給付。監測往往只限於檢查對土地利用變化的遵守情況，而不是驗證實際提供目標生態系統服務的變化。

Wood *et al.* (2017) 指出哥斯大黎加於 2006 年建立國家生物走廊計畫 (National Biological Corridor Program)。分析森林變化結果顯示，計畫實施期間森林覆蓋率下降，城市和牧場土地面積卻增加。此外，與生物走廊以外的區域相比，生物走廊區域的森林損失比例也更高。在整個研究區域中，區塊指標 (Patch Metrics) 顯示生態區塊數量減少，平均區塊大小略下降。這表示目前國家生物走廊計畫並沒有增加生態廊道的連接性和增加森林保護。

Alarcon *et al.* (2017) 研究沙佩科(Chapeco)生態走廊 PES 計畫，對 21 個市的百位農民進行調查，使用最大似然和模型選擇方法測試數據。結果顯示，幾乎所有接受訪問的農民 (94%) 都表示有興趣參加以森林保護為重點的生態系統服務計畫，但只有 48% 想參與森林恢復計畫。生態足跡計畫模式

(100%)，農民收入(65%)和教育水平(54%)是影響農民參與所需最低限度資金的重要變量。平均而言，若農民參與森林恢復計畫(185.56 美元/公頃)，會要求比保護計畫(116.53 美元/公頃)高 35%的金額。PES 計畫的森林覆蓋率淨增幅微不足道，然而，生態系統服務可以透過制止森林退化和幫助遏制小規模和非法砍伐森林來提供額外的補貼。農民對於森林恢復計畫的興趣低，可能會危害 PES 計畫的目標，對該地區執行國家森林法有不利影響。為了克服這個制約因素，PES 計畫管理者應與農民合作，提高農民認識對季節性缺水、高度侵蝕和水污染的區域的森林恢復的重要性。

Rodríguez-Robayo *et al.* (2016) 過去十年來，墨西哥實施 PES 計畫，其中近 20%的受益人是原住民社區，研究分析 PES 成果與原住民社區特徵(如身分和語言、世界觀和領土、政府、集體工作和家庭經濟)之間的關係。地點位於瓦哈卡州(Oaxaca)四個 Zapotec 社區，結果顯示，將 PES 計畫用於原住民社區保護其身分和語言很重要。

### (三) 生態服務提供者/受益者對於生態系統服務不同付費方式的偏好與參與動機

Vorlaufer *et al.* (2017) 指出由於集約農業的利潤可能高於現金支付，因此生態服務提供者比起傳統現金支付可能更偏好實物(In-Kind)支付。從甘比亞的離散選擇實驗研究小農對 PES 合約的偏好。研究結果指出，比起現金支付，甘比亞 PES 的接受者更重視農業投入(In-Kind Agricultural Inputs)，即使投入的貨幣價值低於現金支付，PES 可以成功地保護森林並使小農農業更集約化。研究也發現，在未來三年內打算砍伐森林的生態服務提供者，需要提供較高的付款才願意加入 PES 計畫，但如果 PES 的設計適當也可能增加其加入的動機。

Randrianarison *et al.* (2017) 假設對於貧窮的土地使用者來說，PES 付款的時間安排有影響。例如食物供應的季節，以及文化事件(如割禮和葬禮等)發生的高峰，他們在這些日子比較不需要錢。如果土地使用者在不同的時間點需要的付款不同，那麼 PES 計畫就可以在土地使用者最需要的時間點付款，那麼原本固定的金援可以提高土地使用者所提供的生態系統服務。此研究在馬達加斯加(Madagascar)西南部的馬哈菲利(Mahafaly)高原進行了選擇實驗，該地區符合上述標準，以測試付款時間的重要性。結果發現，受訪者如果在食物短缺的月份可以收到錢，他們願意接受較少的錢，和舉辦文化活動時不同，反而不太需要錢。結論是，可以選擇適當時間點支付具有上述特徵的區域的生態系統服務提供者，來增加 PES 的成本效益(Cost-Effectiveness)。

Markova-Nenova and Wätzold (2017) 研究一組先進國家的公民，他們通過捐款來支付發展中國家的公共環境財(Public Environmental Goods)。此研

究根據馬達加斯加多刺森林保護區（Malagasy spiny forest）的案例，進行選擇實驗，以得到德國科特布斯（Cottbus）公民的偏好。結果指出，總體來說，受訪者想要自己的捐款被用於平等或有利於窮人的分配，以及瞭解其捐款對當地受益人的分配資訊。

Midler *et al.* (2015) 研究 PES 以個人或集體獎勵的方式支付對於集體保育成果的影響，分析確認不同獎勵類型、農民的社會偏好、社會關係和溝通之間的相互作用，對秘魯安第斯農民進行田野實驗。結果發現，PES 可以有效地保護農業生物多樣性，而對個人進行獎勵可能比對集體獎勵更有效。集體獎勵若有集體性的溝通，即能在群體中對保育產生正面影響。

Kaczan and Swallow (2013) 指出 PES 計畫的付款旨在透過直接誘因鼓勵土地管理者提供生態系統服務。由於參與 PES 計畫是自願性的，因此有效的方案的設計需要考慮農民的偏好。研究使用選擇實驗法來量化農民偏好。坦桑尼亞的東烏桑巴拉（East Usambara）山脈為國際上公認的“生物多樣性熱點”，在當地評估四種付款方式的偏好：1. 每年向個人農民支付固定金額現金，2. 每年向個人農民支付不固定金額現金 3. 以農民名義向農村每年支付固定金額現金，4. 一次付清糞便肥料錢。研究發現，利用糞便肥料付款可以顯著激勵農民參與，然而此方法對於集體而言激勵效果不顯著。另外，參與的可能性和條件的嚴格性呈非線性。在外部有效性測試中，發現平均接受意願（Willingness To Accept，WTA）值與維持土地利用的機會成本相近。

Martin-Ortega *et al.* (2013) 整合拉丁美洲水生生態系統服務支付（Payments for Water Ecosystem Services，PWS）文獻，進行系統性彙編和回顧，分析了 40 個不同方案中共 310 個 PWS 交易。流域服務的購買方一般使用現金支付（佔 93.4%），但有時以實物支付（佔 8.0%）和其他財務支付方式（佔 3.6%）。近三分之一（31.1%）的買家支付的水費（無論是家庭用還是農業用）方式為提高現有的水費或創造出一個之前不存在的費用。服務賣家多數收到現金支付（佔 76.5%），但實物收益也是常見的（23.6%），例如玻利維亞的 Los Negros 計畫，其中提供服務的土地所有者在蜂巢中支付以支持替代生計（Asquith *et al.*, 2008）。10.6% 的交易中，賣方利用其他財務安排進行補償，例如提供低息貸款。有關收到的付款的貨幣的 211 筆交易，大多數情況下為（或可以轉換為）美元/每年/每公頃。賣方收據率（rates of receipts）的平均價值高於買方付款的 60% 以上，表示來自外部代理人的資本流入。這可以用補貼資金來解釋，這些補貼資金隨著時間的推移產生財務回報。許多計畫採用分層付款（Tiered Payment）或價格差異化（Price Differentiation）。然而，此研究指出，付款也因其他因素而異。區分了五個因素：（1）行動類型：擴大咖啡種植（Coffee Shade）與將土地轉為農林業的付款金額不同（75% 的價格差異主要是基於此因素），（2）土地特徵：付款取決於森林類型（初級或次級）或邊坡的差異（24%），（3）行動數量（7.9

％)，(4) 該地區的面積 (4.4％) 和，(5) 其他特徵，包括土地所有權、以前在該地區的干預或一個地區的環境品質 (8.7％)。賣方收到付款少於交易的一半的頻率為 45.5％。約一半的交易其付款方式是年度給付，其中兩個交易，賣家支付一次總付金額。

#### (四) 改進與強化生態系統服務給付的建議

Jack and Santos (2017) 指出環境服務支付計畫的成果評估大多數都側重立即的環境影響，而沒有考慮對社會經濟或其他土地利用 (Leakage) 的影響，例如將農業或其他對環境有害的活動，從合約地 (contracted) 移轉到非合約地，或因停止土地生產，使土地密集型產品 (land-intensive goods) 無法產出。這兩種類型都會降低 PES 計畫的“附加性 (additionality)”。研究認為透過一些方式，例如拍賣 (auctions)，可能有助於減輕對不利生計的影響。在馬拉威 (Malawi) 小農農民的造林 (afforestation) 合約分配情況，家庭被隨機分配參與合約或是以拍賣方式參加，合約根據樹木生存結果給予三年付款。非隨機分配合約的家庭當比較組，結果顯示，隨機分配合約的家庭有農場內土地利用不佳 (Within-Farm Leakage) 的問題。隨機分配合約的家庭也更可能有家庭勞動力短缺的問題。若是利用拍賣方式來分配合約時，這些不利影響就會減少。結果顯示，在一般的標準評估中經常忽視 PES 對土地不良的利用和不利於生計的影響，這些可以透過改進合約的方式來降低發生率。

Phan *et al.* (2017) 分析越南在一個共同機構協調機制下、不同歷史機構背景和組織設計下的森林生態系統服務 (Payments for Forest Ecosystem services, PFES) 之兩種付款方式，以衡量其交易成本 (Transaction Costs, TC)。由於參與率、森林生態系統服務提供者的類型和支付方式不同，兩種 PFES 方案的 TC 有顯著的差異。為了降低交易成本，此研究提出以下政策建議。首先，對於大量個人參與者，應使用組織合約，而不是使用現有的個人合約，如此一來似乎可減少交易成本。為了提高效率，農民應根據森林的相對位置進行有效分組，以減少前往森林的時間。同時，透過組織合約，貨幣可以分配給組織成員提名的代表，節省時間和人力，而這需要組織內的彼此信任和透明公開。第二個建議是，多加利用遙感技術和地理資訊系統 (Geographic Information Systems, GIS)，因為 (1) 這讓現場監測的需求減少，使 TC 大幅度減少 (Banks-Leite *et al.*, 2015)，(2) 能有效和準確地監測森林面積、邊界和森林品質，例如，Son La 的 PFES 計畫主要是基於 2000 年代初的家庭土地分配紀錄，而這些紀錄非準確和最新 (To *et al.*, 2012)。然而遙感技術由於缺乏專業知識和設施，只能在有限的範圍應用。

Scheufele and Bennett (2017) 提出一個基於使用需求和供給的 PES 方案，估算環境服務的“市場結算 (Market Clearing)”價格，以提高資源利用效率。

所提出的計畫可使買家和供應者透過 PES 賺取盈餘，而不是限制供應者只能從間接回饋（Indirect Returns）和訊息租金（Informational Rents）獲得收益。賺取盈餘的機會可以激勵生態服務供應者和買家進行交易，符合供應與需求。透過一些激勵措施，鼓勵供應者開發具有成本效益的供應方式，其中可以利用創新的方式，鼓勵降低邊際成本。據研究所知，迄今尚未開發出類似這種生態系統服務給付。

Silva *et al.* (2016) 研究指出拉丁美洲的法律沒有具體的環境服務之明確定義、量化和評價的機制，生態系統服務給付（PES）也沒有編入機構和財務計畫。因此到目前為止，拉美地區的生態系統服務給付（PES schemes in Latin America, PES-LA）主要是在小範圍地區實施。這裡的農民們認為 PES 應該基於機會成本法（Opportunity Cost, OC），絕大多數農民都喜歡以現金付款。利益相關方（Stakeholders）也認為政府（聯邦，州或市）應增加財政鼓勵措施，以促進對於環境服務的保護。他們認為，相關產業應該為環境退化和自然資源利用付出代價。此研究將巴西聖保羅州的甘蔗帶的 PES 計畫（PES-RC）與拉丁美洲的 PES 成功案例（PES-LA）作比較，分析四個主要的 PES 的特點：辨別確認所要交易的生態系統服務、空間尺度（Spatial Scale）、ES 提供者和受益人之間的交易類型和相關的成員。研究利益相關者對於 PES 的特點的判斷，發現利益相關者對於交易類型的看法（PES-RC 傾向使用現金支付，而成功 PES-LA 案例傾向使用實物支付）與成功案例不同，因此此研究提出，當在規劃和實施新的 PES 計畫時，是否應優先考慮利益相關者的意見或是成功（或失敗）案例。結論認為利益相關方的參與應該被納入建立 PES 的參考。

Zanella *et al.* (2014) 結合定性和定量研究方法，討論農民參與巴西三種 PES-水計畫的原因。結果顯示，關於生態系統服務的產生或保障、權力下放（Decentralized）的治理結構以及代表機構參與方案設計及實施等的分歧意見、資訊的獲取和環境問題是農民參與 PES-水計畫的重要因素。這表示制定一個能與計畫受益人溝通和磋商的策略是重要的。研究發現，非經濟因素對於決定土地使用決定至關重要。例如，集中治理（Centralized Governance）使農民參與度提高，但可能破壞信用建設（Trust Building）。參與度增加，可以使更多潛在受益者獲得訊息，但在巴西的 PES 環境中，參與者之間的溝通卻往往被忽視。

Lurie *et al.* (2013) 指出 PES 漸漸被認為是保護和強化生態系統供應的一種方式，因為可以透過各種付款方式連結受益人和服務提供者。而水務公司是發展這些市場的關鍵因素，因為其功用通常位於在 PES 購買者和提供者之間，此研究探討當地 PES 市場的潛力和水務公司對自願獎勵計畫

（Voluntary Incentives Program, VIP）的案例研究，該計畫是由尤金水電局（Eugene Water and Electric Board, EWEB）在俄勒岡州（Oregon）的生物多樣性公約倡議，來探索社會對於 PES 可接受性問題。研究發現，當地市

場強烈支持該計畫，以及認同 EWEB 在提供者和採購者之間的所扮演的重要功能。研究結果指出，水務公司是當地市場推動力的一個重大潛力，應適當設計當地 PES 計畫以滿足當地市場需求。

Cranford and Mourato (2011) 指出安第斯生態系統協會 (La Asociación Ecosistemas Andinos, ECOAN) 透過社區保育的方式，推廣環境保護主義的態度、行為和規範。從許多 PES 的文獻以及對於 PES 的態度的研究文獻，發現如果從人類行為的角度來看，以兩階段方式能使 PES 最有效地實施。因此，在建構 PES 時，第一階段需考慮到社區保育對於支持新行為和態度的認知和結構。第二階段利用基於市場的機制 (例如，碳信用額度 (Carbon Credits)、水費 (Water Payments) 和綠色商品的價格溢價 (Price Premium On Green Commodities) 等)，來提供更明確的獎勵，從而加強社區的保育行為。Farley and Costanza (2010) 提出使用 PES 系統的原則：(1) 測量：PES 需要繼續開發更好的方法，以多尺度測量、建模和來評價生態系統服務，(2) 聯合性質 (Bundling)：大多數生態系統服務的每個服務的相對生產率各不相同，隨地點以及時間都有所不同，因此不應只考慮單一價值，而是必須全面考慮到生態系統服務價值，使社會的受益最大化，(3) 規模匹配

(Scale-Matching)：管理生態系統服務的機構的空間和時間尺度必須與服務本身的規模相匹配。例如地方、區域和地區機構以及短、中、長的時間尺度，(4) 財產權：建立適當的產權制度對實施生態系統服務至關重要。有鑑於大多數生態系統服務具有公共物品性質，因此我們可以使用現有的私有財產權，改變產權制度，使生態系統服務不會私有化，(5) 分配問題：需考慮體系的成本和收益分配。PES 系統應設計確保窮人的生活，因為他們往往更加依賴生態系統服務。應該由富裕的國家從欠發達國家生物多樣性和生態系統中獲得的服務付費，(6) 可持續資金：生態服務支付系統應將受益者與生產者聯繫起來，應從受益人收取費用，以支付生產者繼續提供服務，(7) 適應性管理：有鑑於生態系統服務測量、監測、估值和管理中存在顯著的不確定性，我們應該不斷收集和整合資訊以學習和適應新的改進。要做到這一點，我們應該評估現有生態支付系統，並設計新系統作為實驗，從中我們可以更有效地量化性能，(8) 教育與政治：成功實施生態服務支付系統的兩個關鍵因素是散播 PES 系統的知識和提高實施的政治意願。這些都可以透過教育針對公眾和民選官員進行傳播，(9) 參與：所有利益相關者 (地方、區域和全球性) 應參與制定和實施生態服務支付系統。利益相關方的認知與參與有助於分配適當責任，以可信且公認的規則，使 PES 可以有效地執行，(10) 政策一致性：當 PES 具有一致的政策進行生態系統的使用和管理時，PES 系統為最有效。如果其他政策提供相反的獎勵措施 (例如補貼使用水，能源等) 時，會降低 PES 的有效性。

Chervier *et al.* (2017) 估計柬埔寨保護生物多樣性的 PES 計畫對於民眾的森林價值觀的影響，並評估特定感知價值與保護行為之間的相關性。研究

結果指出，PES 計畫對森林價值觀的影響很大，從與物質相關

（Subsistence-Related）轉成與金錢相關（Money-Related）的價值觀，這些變化對計畫的永續性造成影響，因為強調金錢價值的個人，在最終付款結束後，更常違反保護森林的規定。

Sims and Alix-Garcia (2016) 指出，保護區（Protected Areas, PAs）和 PES 是墨西哥實現國際「減少濫伐及森林退化造成的溫室氣體排放」（Reducing Emission from Deforestation and Degradation, REDD）協議的兩種機制。研究估計，2000 年墨西哥的 PAs 和 PES 對當地的森林保護、減貧和人口變化的影響。兩種政策皆可保護森林，減少約 20-25% 森林覆蓋率損失。PES 對於減輕貧困的效果較低，而 PAs 對於生計影響中等（Neutral）。研究指出結合永續性金援（Sustainable Financing）、有彈性的分區（Flexible Zoning）和確定當地經濟目標，更可能保護森林而不傷害居民生計。

Page *et al.* (2015) 指出 PES 計畫需要評估，以確保達到預期的結果。生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）評估從 PES 得到的益處是否被以下缺點抵銷（1）環境衝擊移轉（Displacement of Environmental Impact）到其他農產品供應鏈，（2）將環境衝擊移至另一影響類別（Impact Category）（稱為環境權衡（Environmental Trade-Offs）），（3）土地所有者財產間的環境影響（活動轉移（Activity Shifting）），和（4）對其他地方的間接環境影響（間接土地利用變化，用以補償實施 PES 的地方的損失）。

Lansing (2013) 指出未來政策應加強林業與農業以外的產業之間的聯繫，而不是作為種植園農業（Plantation Agriculture）的附屬物，如此一來就可以去除對農業的惡性和隱性支持（“Hidden” Supports）。以哥斯大黎加（Costa Rica）而言，林業部門與種植園農業的聯繫，導致 PES 的再造林支付成為種植園農業的間接補貼（Indirect Subsidies for Plantation Agriculture）。

Sattler *et al.* (2013) 分析 PES 的特徵，包括：PES 類型、支付的生態系統服務（例如服務類型）、付款細節（例如資金來源、投入與產出支付（Input-vs. Output-Based Payments）等）、參與者（例如市場、政府或民間的參與者）、持續時間（短期或長期）和空間尺度（本地和全球）。然後將分類系統應用於來自德國和美國的 22 個經專家判斷評估為成功的 PES 案例。比較分析（Comparative Analysis, CA）PES 特性與 PES 成功的相關性，結果顯示，中介參與（Intermediary Involvement）、政府的參與、合約時間長短、共同利益、PES 合約的自願性，以及基於產出（output-based）等 PES 特徵對於 PES 計畫是否成功尤為重要。

Yanosky (2016) 研究指出，巴拉圭森林保護計畫（Paraguay Forest Conservation Project, PFCP）保護森林，使可用耕地減少，不會損害農業永續性，PES 能改變保護森林的行為，但家庭年齡和替代收入等因素也有影響。研究提出以下建議：（1）保留殘餘森林的支付應繼續進行。雖然對森林保護效應可能不是非常大。此外，以減少可耕地作為付款條件並不會

危及農業的永續性。(2) 雖然仍繼續支付林地，但不建議鼓勵更多的家庭參與，防止不正當補貼，造成更多的原生林被故意清除，用於出售木材後再造林。(3) 必須設計技術援助，使其不會對森林保護產生反效果。為了促進這一點，需要進行更多的民族研究，以調查農民對替代收入的看法(4) 由於轉移耕作不是主要威脅，因此應調查森林砍伐或森林退化等威脅，並設計干預措施（如招聘更多護林員阻止柴火收集）。(5) 採取干預年輕家庭的措施更具成本效益，因老年人家庭的農業面積減少，因此不需要太多干預。

Daniels *et al.* (2010) 指出 PES 是影響私人土地和哥斯大黎加土地使用決策的主流工具，研究調查 PES 對森林覆蓋率的影響，國家研究指出，PES 沒有降低森林砍伐率。然而，在哥斯大黎加北部，卻有研究指出 PES 能避免森林砍伐。故此研究結果指出，在不了解 PES 實際執行情況下，不可能適當地評估其影響。

Kolinjivadi *et al.* (2014) 指出，為了建立有效機制來管理流域資源，需要了解人類福祉與生態管理之間的關係。研究指出，只有符合以下幾點，PES 對水資源管理才有益：(1) 水平治理層級(Horizontal Coordination)能反映出流域貨物和服務的經濟特徵，(2) 支付方式是經過社會談判，而不是對過度簡化的流域服務效率宣稱 (Efficiency Claims) 來判斷是否支付，(3) 支付能克服與流域貨物和服務相關的外在限制，加強自由度 (Freedom To Do)。

Yeboah *et al.* (2015) 指出非點源 (Non point source, NPS) 污染對於全球流域管理仍然是一個問題。安裝過濾條是控制 NPS 污染和農業逕流的機制。此研究調查農業土地所有者對於參與過濾條帶保護計畫的決定。使用密歇根州薩吉諾灣流域農業地主調查的回答，研究土地所有者、社會心理和人口因素，結果顯示，透過增加租金支付、縮短合約期限，教育土地所有者了解計畫以及其利益，將能增加參與度。

#### (五) PES 政策應用於農業上的建議

Kaczan *et al.* (2017) 指出 PES 計畫常以規定的土地管理總體成果為條件，向一個群體付款。這種組織合約 (Collective Contracting) 適合具有共同土地所有權或決策權，因為組織合約不需要調查花費高的個人層面訊息

(Individual-Level Information) 的結果，也可以有額外性的調節

(Conditioning on Additionality)，例如，生態系統服務的成效需要明顯高於原本預定的基線 (Baseline) 的結果，才能接受 PES 付款。然而，組織合約經常有搭便車問題 (Freeriding)，破壞團體成果。但因為社會互動在組織程序 (Collective Processes) 中至關重要，因此額外性的調節 (Conditioning on Additionality) 若高於基線，可提高貢獻較低者的參與，提高總體成果。

Banerjee *et al.* (2017) 農業生產者的參與和協調土地使用是提升私人土地對生態系統服務的效率的關鍵因素。然而從政策設計角度考量，參與 PES

計畫來協調土地管理的選擇有交易成本。因此研究交易成本對於農業生產者的參與和協調土地利用的影響。結果指出，交易成本高或低，對於參與度和成果影響大，如果交易成本較高，參與度和成果較低，並且會受到過去的交易成本的影響。透過交流 (Communication) 可以提高參與率和成果，這對於面臨高交易成本的參與者而言，效果更大。

Sun and Lu (2015) 研究指出，來自政府上層一級到下級的財政轉移 (Fiscal Transfer) 不足以提供生態系統服務。因此，有必要建立一套有效的評估體系使支付生態服務提供者的金額可以直接與成效掛鉤。

Leimona and Carrasco (2017) 指出 PES 拍賣 (Conservation Auctions) 能幫助了解提供服務的農民的機會成本，以及農民所需的補助金額。研究印尼 Lampung 地區咖啡農民的流域服務拍賣，拍賣參與者的教育程度低、資產數低、種植面積小。結果顯示，土地面積較大的農民更有可能贏得合約，因為具有規模經濟。而大多數農民認為拍賣是一種公平的自我選擇機制 (Self-Selection Mechanism)，不受權力或社會地位影響。無法遵守合約 (Non-compliance) 與勞動力短缺，以及擁有土地所有權的時間短有關。然而，最終投標的結果並無法預測農民是否會遵守合約，因此必須確保農民了解合約拍賣的目的，並找出農民在履行合約的過程中可能遇到的困難，如此一來才能增加用於拍賣的 PES 在保育環境方面的成功率。

Mahanty *et al.* (2013) 調查七項 PES 計畫，評估 PES 計畫對於農民生計的影響以及對 REDD+ 的影響，這些計畫為參與者提供了一些好處，例如為參與的家庭帶來少量的額外收入，PES 的支付也用於投資社區基礎設施和服務。然而，支付金額通常遠低於參與者在整個計畫的機會成本，會減少 PES 對促進當地生計的正面影響，破壞 PES 計畫的永續性。將交易和監控費用 (Transaction and Monitoring Costs) 從中介機構 (Intermediaries) 轉交給參與者，也會減少當地參與者 (Local Actors) 的利潤。

Page *et al.* (2015) 指出雖然 PES 通常實施在農地尺度 (Farm Scale)，但可能具有本地和遠程的環境影響。同樣地，特定生態系統의 PES 通常與其他生態系統服務無意中進行權衡。生命週期評估 (Life Cycle Assessment, LCA) 能解決環境權衡 (Trade-Offs) 和場外效應 (Off-Site Effects) 等問題，可有效評估 PES 計畫的實施是否會移轉 (Displacement) 影響到其他類別的環境。LCA 也能解決一次和二次洩漏 (Leakage) 問題。雖然 LCA 被廣泛使用，但如何處理複雜供應鏈系統的過度簡化、數據和假設相關的不確定性，以及與估計間接和反彈效應 (Rebound Effects) 的挑戰是目前的關鍵問題。

Page and Bellotti (2015) 指出 PES 計畫的前提是具有大規模成本效益。然而，農民參與自願保護計畫的意願受到心理、財政和社會因素的影響，需要逐項評估。澳洲兩個地方土地服務供給區調查農民對農場生態系統服務的價值觀、動機和參與保護計畫的障礙。結果指出，無論年齡、性別、農

耕年數、擁有面積和年總農業收入，農民都認為生態服務對永續發展至關重要。非經濟動機與農民對環境的態度和價值觀以及是否參與與保護計畫高度相關。缺乏認識和資訊與不參與保護計畫相關。探討農民對於參與各種碳減排、水質提供和生物多樣性保護方面等意願，以及對農民有吸引力的合約期限和支付金額等，將有助於發展適合農民（Farmer-Friendly）的環保計畫。

Lee (2017) 指出小農農業碳市場計畫（Smallholder Agricultural Carbon Market Projects）有潛力實現氣候智慧農業（climate-smart agriculture, CSA），對於糧食安全、減緩氣候變化和適應氣候變化，為“三贏”策略。農民的參與至關重要，但是他們的永續性土地管理受到資格、意願和參與能力的限制。研究探討肯亞農業碳計畫如何促進小農參與，結果顯示制度條件和農民觀點、國際合作的必要性和高度協同的重要性。建立社會資本和採用參與式學習方法可以增加參與度，並創建具有包容性的（Inclusive）氣候智慧農業計畫。

Zandersen *et al.* (2016) 指出根據現行的 IPCC 指導方針（Guidelines），減少耕作（Reduced Tillage）具有巨大的潛力實現具有成本效益的氣候減緩政策。如果利用常規耕作（Conventional Tillage）來代替減少耕作，十年後，原先的碳儲存將被釋放出來，換句話說，也就是沒有永久性（Permanence），國家的支付將付諸流水。為了確保永久性，須繼續應用減少耕作，因為即使偶爾全耕耕作（Full Tillage），也將顯著降低減少耕地的 SOC 儲量（Pierce *et al.*, 1994; Smith *et al.*, 1998; Parker *et al.*, 2009）。實際應用方面，PES 計畫將需透過合約作為傳統碳減排計畫的替代計畫，諸如風險匯總（Risk Pooling）、信貸緩衝（Credit Buffers）、噸年方法（Ton-Year Approach）和暫時碳信用額度（Carbon Credits）等（Dutschke and Angelsen, 2008）。

McGrath *et al.* (2017) 研究印尼 Sumberjaya 地區農民特徵與其拍賣公平性/滿意度之間的關係，以及對社區社會動態（Community Social Dynamics）的影響。研究顯示，允許所有人參與的公平的拍賣過程（Fair Auction Process），在個人層面上（Individual Level）認為這是公平的，然而，在社區層面上（community level），個人覺得受到更多的社會影響。結果也指出，訊息的品質是增加公平性和減少社區影響的主要因素。

## 二、生態系統服務給付計算方式

許多國家皆有 PES 計畫或類似 PES 的計畫，以現金支付或實物支付補助的方式，保護當地的自然資源。本單元結合各國 PES 計畫整理成表(表 5-3)，將其分成生態系統服務提供者、生態服務付費者、研究或計畫的實施地點、研究背景、計算公式及支付方式、支付價錢或研究結果的介紹，最後附上研究文章的來源。能幫助了解各種不同的生態系統服務給付方式。其中，大部分的環境服務付費者由當地政府支付，少數是由非政府組織、已開發國家、公共集資、稅收、環境污染者，以及水電公司支付，主要支付給擁有土地的環境提供者，以村莊、家戶或個人為單位，其中一個是支付給印度政府，大多數以普通人為支付族群，有一些研究專門為貧困地區人民設計適合的 PES 計畫。環境服務提供的生態地區主要為森林、濕地、水源地、農地、捕魚地。研究實施地點涵蓋歐洲（英國、丹麥、義大利、芬蘭、西班牙）、北美洲（墨西哥、美國）、南美洲（巴西、剛果、厄瓜多、尼加拉瓜、巴拉圭、哥斯大黎加、玻利維亞）、大洋洲（澳洲）、非洲（坦尚尼亞、尚比亞、烏干達、莫三比克、馬達加斯加、肯亞、馬拉威）、亞洲（菲律賓、尼泊爾、越南、日本、印度、印尼、中國大陸、吉爾吉斯），其中來自巴西（共 6 筆）的研究最多。支付的方式由選擇試驗法、保護成本法、市場價值法、機會成本法等計算出應支付金額，主要的支付方式為現金支付，少數為實物支付（糞肥），有些合約如果中途停止，需要付違約金，以確保計畫能夠順利實施。

表 5-3 生態系統服務給付介紹

| 服務提供者   | 付費者     | 地點     | 研究背景                                                                                                                                                                                                                        | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 支付價錢/研究結果                                                                                                     | 來源                        |
|---------|---------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 管理林地的農民 | -       | 坦尚尼亞農地 | 假想合約規定為持續 10 年，若過早離開合約(即違反合約條件)將罰款約 35 美元，並停止進一步付款。這個罰款金額與目前砍伐受保護樹種的違規罰款相當。農民也被告知必須將所有擁有或管理的土地納入計畫。因為如果允許農民保有一部分土地，他們有可能進行森林砍伐，並同時從 PES 獲得收益，這被稱為農場洩漏(On-Farm Leakage)。對計畫設計的不同要素計算出願望接受(WTA)值。計算出足以說服中位數農民接受 PES 的 10 年合約。 | 假設農民由於遵守 PES 合約要求，管理實踐發生變化導致效用(Utility)損失，且因 PES 支付而獲得效用(Utility)。如果該選擇的淨效用大於無合約或其他任何選擇，那麼假設農民就會選擇 PES 合約。從合約中得到的整體效用以效用函數(Utility Function)表示：<br>$U_i(P_h) = U(Z_h; X_i)$ 其中 $P_h$ 是第 $h$ 次 PES 計畫場景(Scenario)， $U_i(P_h)$ 是從該場景導出的效用， $Z_h$ 是 $P_h$ 的屬性(包括支付(Payment))的向量(Vector)， $X_i$ 是第 $i$ 個農民的特點。                                 | (1) 如果沒有糞便肥料支付和適度的條件制度：需要支付約 28 美元/年/英畝<br>(2) 如果根據甘蔗的價格每年付款金額不同：所需的付款金額為 79 美元/年<br>(3) 提供每英畝價值約 140 美元的糞便肥料 | Kaczan and Swallow (2013) |
| 小農      | 政府      | 尚比亞農地  | 對尚比亞小農的 PES 進行選擇性實驗，計算金額補助對於受訪者接受 PES 的比例的影響。                                                                                                                                                                               | 選擇實驗中，每個替代的 PES 合約皆有一組屬性。假設受訪者(n)在 $j = 1, \dots, J$ 合約之間選擇，每個選擇會生成一個效用 $U_{nj}$ 。假設受訪者會選擇接受效用最大的合約。 $U_{nj}$ 為合約(j)對於受訪者(n)的整體效用， $V_{nj}$ 為可觀察到的組成效用份子(Observed Utility Component)， $\varepsilon_{nj}$ 為無法觀察到的組成效用分子(Unobserved Utility Component)， $U_{nj}$ 由 $V_{nj}$ 和 $\varepsilon_{nj}$ 組成。<br>$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj}$ | 當支付比例從每年每英畝 20 美元漲為 40 美元時，願意簽 PES 合約的比例從 60% 提高到近 90%，低於和超出此金額範圍的付款，只對受訪者的選擇有微小影響。                           | Vorlauffer et al. (2017)  |
| 紅樹林漁民   | 中央與地方政府 | 菲律賓    | 共設計 136 個來自 Pedada 和 Bugtong-bato 地區的村民的調查問卷。其中 27 人為女性，109 人為男性。問卷由三部分組成。第一部分為受訪者的基本細節(例如年齡和職業)、第二部分為所有收入的資訊，以及漁民獲得的捕撈數據。第三部分為有多個選項的排列題。根據碳市場獲得的碳價格，得到每個家庭每年 PES 的金額。                                                      | 進行選擇排名(Choice Ranking Exercise)，以了解如何最有效地付款來改善生計和漁民福祉。隨機選出一組漁民列出可能改善他們的生計和福祉的所有假想投機(Ventures)，將其列一個單子，然後用於選擇排名(Choice Ranking Exercise)。要求受訪者將單子上的投機選項以 1 到 5。1 為最受偏好，5 為最不受偏好。                                                                                                                                                            | (1) Pedada 地區為 20-50 美元/戶/年<br>(2) Bugtong-bato 地區為 77-192 美元/戶/年<br>(3) Panay 島平均為 46-114 美元                 | Thompson et al. (2017)    |

| 服務提供者         | 付費者   | 地點                               | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                                                      | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                                          | 來源                          |
|---------------|-------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 發展中國家的森林管理者   | 先進國家  | 五個 REDD + 國家 (巴西、剛果、厄瓜多、尼泊爾和烏干達) | 為了測試森林面積對經濟發展的邊際影響，使用 1990 - 2014 年期間五個 REDD + 國家的數據：巴西，剛果，厄瓜拉多，尼泊爾和烏干達。這五個 REDD + 國家在 2014 年佔世界森林面積的 13.38 %。                                                                                                                                                            | 五個國家的區域與 GDP 之間的關係可以使用 R 軟體的局部線性回歸模型模擬。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | (1) 尼泊爾具有最大的邊際效應，即森林碳儲量邊際效應 (-459.98 美元/噸)<br>(2) 烏干達森林碳儲量邊際效應最小 (-207.16 美元/噸)。<br>(3) 巴西森林碳儲量邊際效應 -361.02 美元/噸<br>(4) 剛果森林碳儲量邊際效應 -218.19 美元/噸<br>(5) 厄瓜拉多森林碳儲量邊際效應 -382.47 美元/噸 | Sheng <i>et al.</i> (2017)  |
| 社區            | 墨西哥政府 | 墨西哥                              | PES 計畫常以規定的土地管理總體成果為條件，向一個群體付款。這種組織合約 (Collective Contracting) 適合具有共同土地所有權或決策權，因為組織合約不需要調查花費高的個人層面訊息 (Individual-Level Information) 的結果，也可以有額外性調節 (Conditioning on Additionality)，例如，生態系統服務的成效需要明顯高於原本預定的基線 (Baseline) 的結果，才能接受 PES 付款。然而組織合約常有搭便車問題 (Freeriding)，破壞團體成果。 | i 為個人；g 為貢獻；y 為捐款 (Endowments) y、社區的大小為 n；a 為向社區金額； $\pi_i$ 為每個人收益：<br>$\pi_i = y - g_i + \frac{a}{n} \sum_{i=1}^n g_i$                                                                                                                                                                                                                                  | 因為社會互動在組織程序 (Collective Processes) 中至關重要，因此額外性的調節 (Conditioning on Additionality) 若高於基線，可提高貢獻較低者的參與，提高總體成果。                                                                        | Kaczan <i>et al.</i> (2017) |
| 參與 PFES 計畫的家庭 | 越南政府  | 越南和平省 (Hoa Binh)                 | 考察越南 PES 的制度設計和實際績效，以越南和平省大巴區森林環境服務給付計畫 (Payments for Forest Environmental Services Program, PFES) 作為案例，研究 PES 方案的設計和實施是否有助於中央政府的目標：(1) 讓利益相關者參與森林經營；(2) 減少政府對森林保護的預算；(3) 維持對森林資源政治控制 (Political Control)。                                                                | 計算 PFES 金額需考慮到 K 係數，由 K <sub>1</sub> 到 K <sub>4</sub> 四個要素組成。森林狀況和產量 (即 K <sub>1</sub> )，森林利用 (Forest Use) (即 K <sub>2</sub> )，森林起源 (即 K <sub>3</sub> ) 和保護難度 (即 K <sub>4</sub> ) 保護林包括天然林和人造林，其中天然林的 K 等於 1，而人造林 K 為 0.8。生產林 (主要是人造林)。在實踐中，可只使用 K <sub>3</sub> 係數，簡化 PFES 金額。給森林所有者的總付款 (扣除用於支付中央和省級行政費用和應急基金的總金額 15.5% 之後) 將按平均每單位計算支付 1 公頃森林面積的 K 係數。 | 在越南，PFES 計畫是由上而下的方式實施。參與家庭由政府引導，作為森林守護者，而非森林所有者。中央部門設計因不完善，導致低層部門的績效差，缺乏策略管理，也難以了解計畫是否改善生態系統。                                                                                      | Tran <i>et al.</i> (2016)   |
| 服務            | 服     | 不限地                              | 研究將多個購買者納入生態系統服務支付計畫，該                                                                                                                                                                                                                                                    | 實驗中，三名玩家 (Players) 被隨機分配到一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 研究指出，探索談判的條件的                                                                                                                                                                      | Smith                       |

| 服務提供者          | 付費者   | 地點                     | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                                                             | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 支付價錢/研究結果                                                                                                         | 來源                       |
|----------------|-------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 提供者            | 務購買者  | 區                      | 方式有許多好處，包括成本共享(Costsharing)、擴大融資範圍(Expanded Financing and Broadened Scope)。此研究利用談判和具有約束力的前承諾付款(Binding Pre-Commitments)，解決集體行動問題(Collective Action Problem)。實驗有兩個購買者，尋求提供商可以接受的付款金額，同時對各方對該付款的金額達成協議。探索談判的條件的複雜性，包括購買者之間的不對稱性(Asymmetries Between The Purchasers)、資訊不完全和利潤的不確定性。 | 組。兩名玩家作為 ES 購買者，第三名玩家作為 ES 的提供者。實驗中使用中性標籤標記玩家 1、2 跟 3。購買者和提供者開始一個預設付款方式(Default Payment)。每個參與者被告知，他們可以以交易付款(Deal Payment)代替預設付款(Default Payment)，但必須三名成員都同意這一安排。對於兩個買家來說，若交易支付大於預設付款，就會傾向達成協議。而提供者的交易總額為零，為了說服供應者放棄預設付款的費用，兩名買方一起提供付款給提供者。實驗的挑戰是購買者同意每個應該貢獻多少，以說服提供者同意交易。對於每個購買者，希望盡自己能付出最少金額，希望另一個購買者能提供足夠的資金，且提供商也同意交易。 | 複雜性改變談判達成的協議的容易程度，以及各方收益的相對規模(Relative Size Of The Payoffs)。研究調查結果整體上為正面，在許多情況下，多個購買者的 PES 計畫可以成功協商出一個大家都同意的付款金額。 | and Day (2018)           |
| 稅收、民間組織、遊客支付費用 | 村莊    | 日本東京市                  | 為了使日本 Tai Hamlet 村莊參與東方白鸛保護工作，利用一些方式提供村莊經濟補助                                                                                                                                                                                                                                     | 1. 民間組織東方白鸛濕地保護區(Wetlands Action Circle for Oriental White Storks, WACOWS)工作的直接財政捐助村莊(2012 年 528,000 日圓)<br>2. 遊客到村里支付的費用(2012 年每位訪客約 50,000 日圓)<br>3. 遊客使用公共設施(如社區中心)支付的費用。村莊每年收到約為 8,750 美元，相當於村莊年度預算的 25%。利用村莊稅 (hamlet tax) (Ku-hi) 收取保育資金。                                                                           | 2010 年，根據每個家庭的收入水平和財務狀況，每月支付金額為 2,800 至 5,400 日圓。從保護中獲得的資金用於免除八月份的村莊稅，作為七月份參與保育的補償。也就是說，每戶收到 2800-5400 日圓。        | Ishihara et al.(2017)    |
| -              | 尼泊爾政府 | 尼泊爾 Sundari jal 流域國家公園 | 此研究指出 PES 不該僅僅只是收入的考量，首先，人類福祉應包括能自由選擇或有能力作出任何所希望的事情，擴大 PES 對人類福祉的內涵。其次，應用社會多標準評估(Multi-Criteria Evaluation)作為決策支持架構，一共分成 3 種替代付款方式，最後對於各種選擇的成果進行排名。                                                                                                                              | $\Lambda = \{\lambda_p\}$ , $p = 1, 2, \dots, P$ $\sum_{p=1}^P \lambda_p = 1$<br>式子為每個 P 社會行為者(Social Actors)的權重向量(Vector of Weights)，其中 A：替代方式的總數， $\lambda$ ：每個社會行為者的權重，表示其對於決策的相對重要性                                                                                                                                   | 各種付款方式中，在實現生活價值方面，C3 得分最高，其次是 A3 和 C2，維持現狀 A1 排名最低。                                                               | Kolinjivadi et al.(2015) |

| 服務提供者      | 付費者      | 地點                           | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                                             | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                               | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                                          | 來源                              |
|------------|----------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 印度坦米爾納德邦政府 | 英國布里斯托人民 | 印度坦米爾納德邦 (Tamil Nadu)        | 英國布里斯托(Bristol)的 The Converging World(TCW)顧問公司的開發中世界夥伴關係模式 (World Partnership Model)，以互利的方式解決碳排放問題，將能源生產的運營盈餘再投資到熱帶乾燥常綠林(Tropical Dry Evergreen Forest，TDEF)進行復育，發揮倍增效應(Multiplier Effect)。去除二氧化碳的理論費用為每噸二氧化碳當量 0.0058 英鎊 (約 0.01 美元/噸二氧化碳當量)。                   | 2015 年 12 月坦米爾納德邦(Tamil Nadu)由 The Converging World 顧問公司計畫的風力發電機組的安裝和運營成本以及可再生能源銷售到電網的預期收入和盈餘，以及將能源銷售收入計畫再投資到 TDEF 生態環境，可由 TCW 賬戶直接獲得。根據合作夥伴的文件，計算這一年度投資和相關的二氧化碳當量吸存量以及 TDEF 潛在年度恢復面積。                                                                                  | 英國布里斯托(Bristol)市和縣累積的二氧化碳當量排放量為 256,55 萬噸二氧化碳當量，可以利用其 442,500 人的一次性投資(3,556 英鎊)，在 TCW 模式下，於坦米爾納德邦投入 2.1 兆瓦(MW)的風力發電機組。                                                             | Everard <i>et al.</i> (2017)    |
| 環境服務提供者    | 公共集資     | 印尼龍目島 (Lombok)森林             | 研究印尼案例，減少 PES 市場的機制(Market-Based Mechanisms)，而將 PES 用於增加保護環境的資金來源。                                                                                                                                                                                               | 利用強制性支付(Mandatory Financial Contributions)方式，由服務受益人付費，同時，某些類型環境服務也利用簽署合約的方式，自願支付給服務提供商。                                                                                                                                                                                 | 可以將 PES 作為補充“污染者付費原則”的方式。在“污染者”無法是付款人的情況下(例如，發展中國家的農村人口，無力支付其負面影響)，PES 為公共行動集資。                                                                                                    | Pirard (2012)                   |
| 提供環境服務的農民  | 英國政府     | 英國農地                         | 因為沒有可用的研究數據，因此用敘述性偏好法 (Stated preference, SP)來進行實驗。利用選擇實驗法(Choice Experiment, CE)來引導出農民在氣候調節服務的 PES 市場中可能表現的行為。                                                                                                                                                  | 使用潛在類別模型(latent class model, LCM)估計願意接受(Willingness to Accept, WTA)，因為該模型可以提供最佳的實驗數據統計描述，也可以評估農民的異質性。                                                                                                                                                                   | 若農民採用保育耕種法，LCM 估計最高估計為每公頃碳吸存價值最高為 125.29 英鎊。                                                                                                                                       | Aslam <i>et al.</i> (2017)      |
| 森林土地擁有者    | 墨西哥政府    | 墨西哥 Flor de Cacao 農地 (Ejido) | 自 2003 年以來，墨西哥一直是生態系統執行方面的先驅，目前有超過 260 萬公頃的土地有生態系統服務合約。恰帕斯州 Benemérite de las Americas 自治市的農地。Benemérite de las Americas 的政府機構位於 PES 計畫的生物多樣性保護領域。在 2010 年，它也被包括在拉康頓雨林特別計畫(Special Programme of the Lacandon Rainforest)，這是早期的 REDD + 目的為促進拉康登雨林保護區保育和恢復周邊城市的森林。 | Flor de Cacao 是位於毗鄰瓜地馬拉 (Guatemala) 對 82 個社區接受恰帕斯州 (Chiapas)提供生物多樣性相關生態系統服務付款的森林擁有者，進行選擇實驗法。探討個人對合約內容選項的偏好，包括由誰決定包含在合約中的內容、技術中介類型 (Technical Intermediary)、付款方式和獎勵類型 (個人現金支付或集體支付)。結果指出農民比較不願意集體決定與森林保護有關的議題，以及分配集體支付。即使補償金額低於現有的合約，農民仍強烈偏好對個人現金支付，且大多數參與者在執行 PES 時，希望有 | (1) 雖然參與者可以申請國家或特別計畫，後者支付金額較高，為每公頃 1000 墨西哥幣(約 77 美元/公頃)。<br>(2) 國家計畫為一次性支付個人 550 墨西哥幣 /公頃 (約 42 美元/公頃)<br>(3)在 2011 年，CONAFOR 的 REDD + PES 特別計畫中每公頃支付增加 450 墨西哥幣，同時也增加對森林經營計畫的要求。 | Costed oat <i>et al.</i> (2016) |

| 服務提供者 | 付費者  | 地點                   | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                     | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                   | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                                                                                                    | 來源                             |
|-------|------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|       |      |                      |                                                                                                                                                                                                                                          | 外部服務提供者(External Service Providers)的幫助。社區領導者對於調節個人偏好和加強工作組織的參與方面發揮關鍵作用。因此，研究認為接受永續發展計畫的意願受到地方治理(Local Governance)因素影響很大。因此以個人支付或集體支付，分為現金或投資方式，可以促使農民參與墨西哥的生態系統服務支付計畫。農民組成小組與 CONAFOR 簽約，但每個成員須證明他們都有森林所有權。 |                                                                                                                                                                                                                                              |                                |
| 農地擁有者 | 中國政府 | 中國長江黃河流域             | 此研究在中國農村，發展一個遊戲理論模型(Game-Theory Model)，描述一般農民和農村領導之間土地權屬的談判過程。這種模式可以預測關於中國兩種生態保育服務(即斜坡土地轉換計畫(Sloping Land Conversion Programme, SLCP)和生態公益林補償計畫(Ecological Public-Benefit Forest Compensation Programme, EPBFCP))對土地使用權(Land Tenure)的影響。 | 斜坡土地轉換計畫(SLCP)除了提供免費樹苗外，還向入住的土地持有人每年提供實物支付和現金支付以彌補種植收入(Cropping Revenues)的損失。結果指出，SLCP 可增加農村領導人 SLCP 土地重新分配的議價成本(Bargaining Costs)，提高土地所有權的安全性。另一方面，農民對於以個人身分參與 EPBFCP 計畫的動機較低，這會妨礙國家將公共林業分配給個體戶。           | (1) 由於中國南部和北部作物產量差異巨大，長江流域年均糧食實物補助為 2.25 噸/公頃，在黃河流域為 1.50 噸，<br>(2) 兩個地區的年均現金補助皆為每公頃 300 元<br>(3) 如果種植經濟樹木(能產出水果和堅果等，提供額外收入)，則補助 5 年，<br>(4) 如果種植生態樹木(Ecological Trees)(僅提供環境服務，不直接為土地所有者帶來經濟利益)，則補助 8 年。SLCP 計畫也要求在指定地點種植至少佔 80% 農田面積的生態樹木。 | Liu <i>et al.</i> (2018)       |
| 畜牧業農民 | 巴西政府 | 巴西托坎廷斯州(Tocantins)牧場 | 研究調查 PES 條件(Conditionality)類型對於支付的影響，實施森林砍伐和農業生產的 PES 實驗(Lab-In-The-Field Experiment)，探討何時需支付，以及何時不需支付。實驗還測試合約期間的變化(Variations In Contract Period)以及支付波動(Payment Volatility)。                                                            | 設計一個模擬遊戲來描述巴西牛牧場主的決策情況。玩家(Player)可以藉由毀林使現有牧場粗放化，或不毀林，使牧場集約化。該模型限制土地和資本(Land and a Capital Constraint)。                                                                                                      | (1)若以森林碳儲量(forest carbon stock)為條件的支付，可以降低森林砍伐速度。<br>(2) 若以森林碳儲量變化(forest carbon stock-change)的支付，則更能降低森林砍伐。                                                                                                                                 | Reutemann <i>et al.</i> (2016) |

| 服務提供者      | 付費者    | 地點                              | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                  | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                          | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                                                             | 來源                       |
|------------|--------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|            |        |                                 |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                    | (3)以森林碳儲量為條件，會增加牛群生產。<br>(4)而以森林碳儲量變化為條件的支付不會對牛群生產(Cattle production)造成影響。<br>(5)若合約時間短，會造成付款期結束後，農民大幅砍伐森林。而付款波動(Payment Volatility)則對森林砍伐沒有顯著影響。                                                     |                          |
| 水資源環境服務提供者 | 中國政府   | 中國湖北省和河南省丹江口水庫                  | 跨界水移轉(Interbasin Water Transfer, IBWT)計畫能有效克服水資源和水需求分配不均造成的水資源短缺。但是，這些計畫也可能造成水源區與水接收區(Water Receiving Area)之間的衝突。PES 能用不同計算方式算出支付標準，解決水資源衝突。然而，這些不同的計算方法，很少應用於評估 IBWT 計畫，也沒有研究對這些計算支付方式進行比較。                                          | 採用保護成本法(Conservation Cost Method CCM)，市場價值法(Market Value Method, MVM)和支付能力法(Payment Ability Method, PAM)作為中國南水北調計畫(South-to-North Water Diversion Project)的中期計畫(Middle Route Project)的支付標準，該計畫為世界上最大的 IBWT 計畫。                                     | (1)基於 CCM 的支付為：723 億元人民幣，用於水源地的環境保護和經濟損失賠償。<br>(2)基於 MVM 的支付為：824.4 億元人民幣，除了用於環境保護和經濟損失賠償外，還用於促進水源地的經濟發展。<br>(3)基於 PAM 的支付為：1097.4 億元人民幣，能大幅加速水源地區的經濟發展，然而，這個方法只能作為參考價值(Reference Value)，以發展水接受區域的經濟。 | Sun <i>et al.</i> (2017) |
| 水資源環境服務提供者 | 印尼水電公司 | 印尼楠榜省(Lampung) Sumber Jaya 區的森林 | 將 PES 用於對抗楠榜省 Sumber Jaya 區的森林退化和沈積。數據和資訊來自與主要利益相關者(即農民團體(賣家)、買家(用水者)、促進者(Facilitators)(中間人(Mediators))、相關機構，以及當地村莊非正式領導者(Informal Leaders))進行的一系列焦點小組討論(Focus Group Discussions, FGD)。FDG 於 2011 年 2 月-2011 年 5 月在 Sumber Jaya 地區舉行。 | Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)水電公司使用企業社會責任(Corporate Social Responsibility, CSR)資金，獎勵上游地區的農民保護森林。世界農業森林中心(World AgroForestry Centre, ICRAF)在 2004 年頒發“獎勵上游貧窮農民環境服務計畫”(Rewarding Upland Poor for Environmental Services, RUPES)，幫助建立 PES，並提供監 | (1)如果農民團體能夠將水濁度降低 30%(例如從 100 公克土壤/升至 70 公克土壤/升)，就會支付價值 2,000 萬印尼幣(約 2000 美元)的微型水電電動渦輪機(Micro Hydropower)。如果濁度降低小於 30%，則以現金方式支付。                                                                      | Fauzi and Anna (2013)    |

| 服務提供者  | 付費者    | 地點                                  | 研究背景                                                                                                                                             | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                     | 來源                          |
|--------|--------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|        |        |                                     |                                                                                                                                                  | 測計畫。<br>PES 主要目標有兩個：(1)減少沉積物，確保水流向水壩，(2)恢復受砍伐的森林區，並確保上游社區可維持生計。根據水的濁度作為評估標準。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | (2)若濁度降低小於 10%，支付 250 萬印尼幣(250 美元)。<br>(3)濁度降低 10%至 20%，支付 500 萬印尼幣(500 美元)。<br>(4)濁度降低 21%至 29%，支付 750 萬印尼幣(750 美元)。                         |                             |
| 莫三比克農民 | 莫三比克政府 | 莫三比克 Angoni a、Tsangan o，和 Barue 區農地 | 如果小額農民的碳吸存獲益可以量化，則小農可以採用 PES 的保護性農業(Conservation Agricultural Practices，CAPS)來提高家庭收入並涵蓋所需的技術成本，促進碳吸存交易市場。研究莫三比克農民採用 CAPS 的碳抵消(Carbon Offsets)市場。 | 從歐洲能源交易所股票市場(European Energy Exchange Stock Market)獲得 2012 年至 2020 年的碳價格，利用碳市場價格來計算 CAPS 採用者，執行免耕(No-Tillage)和殘留保留(Residue Retention)，以 CAPS 方式管理，在 20 年內封存碳的假設付款(Hypothetical Payments)。<br>$NPV = \sum_{k=0}^{19} \sum_{t=1+k}^{20} \sum_{i=1}^{M_k} (\delta^{t-1} p_t A_{ik} C_t - H_k R)$ 其中 k = 0，... 19 為採用組(Adoption Cohorts)(0 表示第一採用組(Firstadopters))； t = 1，... 20 為模擬期(2012 - 2032 年)； i = 1，... M <sub>k</sub> 指定由第 k 個群組在以 CAPS 方式管理下的地數(Number of Plots)； $\delta = 1 / (1 + r)$ 是 r = 10%的折扣因子(Discount Factor)； A 是根據 CAPS 方式管理的土地面積(公頃)； C 是一塊土地的碳吸存量(噸 ha <sup>-1</sup> )； H 是在群組 k (Cohort k)中接受 PES 支付的家庭數； R 是採用所需技術成本(例如，種植者的花費(the Cost of a Jab Planter))； p 是碳交換價格(carbon exchange price)(美元噸 <sup>-1</sup> )。 | 假設在 20 年的時間內累計採用率為 60%，PES 參與者的收入比中途退出的人增加兩倍。在低採納率(Adoption Plateau) (20%)和高氮肥率(High Nitrogen Fertilizer Rate)下，回饋給社區的淨現值為 98,383,769,993 美元。 | Simone <i>et al.</i> (2017) |

| 服務提供者   | 付費者     | 地點                                | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                                        | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                         | 來源                                  |
|---------|---------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 馬達加斯加農民 | 馬達加斯加政府 | 馬達加斯加西南方馬哈菲利高原 (Mahafaly plateau) | 假設對於貧窮的土地使用者來說，PES 付款的時間安排有影響，例如，食物供應的季節，以及文化事件(如割禮和葬禮等)發生的高峰，他們在這些日子比較不需要錢。如果土地使用者在不同的時間點需要的付款不同，那麼 PES 計畫就可以在土地使用者最需要的時間點付款，那麼原本固定的金援可以提高土地使用者所提供的生態系統服務。                                                                                                 | 此研究在馬達加斯加(Madagascar)西南部的馬哈菲利(Mahafaly)高原進行了選擇實驗，該地區符合上述標準，以測試付款時間的重要性。結果發現，受訪者如果在食物短缺的月份可以收到錢，他們願意接受較少的錢，和舉辦文化活動時不同，反而不太需要錢。<br>當地土地使用者避免在多刺林地區(Spiny Forests)需砍伐和燃燒的農業(Slash-And-Burn Agriculture)時，可以得到 PES 補償。土地使用者可以利用補償來購買糧食，提高農地生產力(例如施肥)。                                                                                                                                                    | 以六月為基準值 0，則<br>(1)從 6 月到 12 月，PES 可少支付 10,171 馬達加斯加幣(2.88 歐元)。<br>(2)從 6 月到 2 月，PES 可少支付 14,219 馬達加斯加幣(4.02 歐元)<br>(3)從 12 月到 2 月，PES 可少支付 4,047 馬達加斯加幣(1.15 歐元)。 | Randrianarison <i>et al.</i> (2017) |
| 肯亞農民    | 肯亞政府    | 肯亞 Kisumu 和 Kitale 區農地            | 肯尼亞農業碳計畫(Kenya Agricultural Carbon Project, KACP)在肯亞西部 Kisumu 和 Kitale 地區各佔地 4.5 萬公頃。農業是肯亞西部的主要經濟基礎，由於人口和人口密度增加(150-350 人/平方公里)，土地面臨越來越大的壓力。該地區農場的平均規模為 0.6 公頃。該地區的農民具有土地所有權(customary land tenure)，即社區承認的私有土地權利，儘管此權利可能不被法律承認。主要作物是玉米和豆類，蔬菜和其他作物如花生，木薯和高粱。 | 農民必須擁有超過 0.5 公頃的農地，才能參加 KACP，並且至少在農場採取一項可持續農業土地管理(Sustainable Agricultural Land Management, SALM)作法。算在碳信用額度(Carbon Credits)的 SALM 作法包括，作物殘留物管理(Crop Residue Management)、堆肥(Composting)、覆蓋作物(Cover Crops)和農林業。計畫的文件宣傳碳支付的好處，並可以提高作物生產力。根據計算，農民平均可節約 1.37 噸二氧化碳當量/公頃/年。世界銀行生物碳基金(World Bank BioCarbon Fund, WBBCF)承諾以 4 美元/噸二氧化碳當量的價格購買。雖然該計畫不提供免費的工具、幼苗、現金或信貸，而員工(Staff)會提供免費的研討會(Workshops)培訓感興趣的農民。 | 農民平均收到 3.29 美元/公頃/年農民保留碳支付的 60%。其餘的則給承擔運營費用計畫開發商(Project Developer)。                                                                                              | Lee (2017)                          |

| 服務提供者  | 付費者       | 地點        | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                 | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 支付價錢/研究結果                                                                                                           | 來源                       |
|--------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 馬拉威農民  | 馬拉威政府     | 馬拉威林地     | 指出環境服務支付計畫的成果評估大多數都側重立即的環境影響，而沒有考慮對社會經濟或其他土地利用(Leakage)的影響，例如將農業或其他對環境有害的活動，從合約地(Contracted)移轉到非合約地，或因停止土地生產，使土地密集型產品(Land-Intensive Goods)無法產出。這兩種類型都會降低 PES 計畫的“附加性(Additionality)”。研究認為透過一些方式，例如拍賣(Auctions)，可能有助於減輕對不利生計的影響。     | 在馬拉威(Malawi)小農農民的造林(Afforestation)合約分配情況，家庭被隨機分配參與合約或是以拍賣方式參加，合約根據樹木生存結果給予三年付款。參加該計畫的農民的植樹合約提供前期的投入和培訓，並在三年內以四個間隔支付農民存活下來的樹的費用。                                                                                                                                                                   | 農民需在半英畝的土地上種植 50 棵樹，每棵倖存的樹上可獲得 60 尚比亞幣，最大可能在 12,000 尚比亞幣(或約 85 美元)                                                  | Jack and Santos (2017)   |
| 丹麥農民   | 丹麥政府      | 丹麥農地      | 土壤有機碳(Soil Organic Carbon, SOC)在調控全球碳循環及其反饋有關鍵作用。世界許多地區的土壤碳儲量減少，這些減少通常與農業有關。在丹麥，研究指出土壤碳儲量正在下降。PES 的支付對氣候變化管理是否有效，取決於碳同化能力(Carbon Assimilation Capacity)的空間分布、當前的土地利用、避免排放的價值(The Value of Avoided Emissions)和土地所有者參與增加 SOC 計畫的目標和偏好。 | 在不同的情景下繪製碳吸存潛力，從土地利用自願協議的邊際成本來評估潛在的碳吸存價值，並將其與丹麥氣候政策中使用的邊際減排成本曲線(Marginal Abatement Costs Curve)進行比較。根據現行 IPCC 指導方針，發現減免耕作(Reduced Tillage)具有很大的潛力實現具有成本效益的氣候減緩政策。WTA <sub>1</sub> 匯率 1EUR = 7.45 丹麥幣                                                                                              | (1)若耕地減少(Reduced Tillage)為 25%，農民平均每年每公頃需 22 歐元。<br>(2)若耕種減少 50%時，平均每年每公頃需為 48 歐元。<br>(3)若耕地減少為 75%，平均每年每公頃需 57 歐元。 | Zander sen et al. (2016) |
| 尼加拉瓜農民 | 尼加拉瓜非政府組織 | 尼加拉瓜生物保護區 | 位於尼加拉瓜東南部 Indio-Maíz 生物保護區成立於 1990 年，是尼加拉瓜最大的保護區之一，面積達 26.4 萬公頃，是中美洲生物走廊的一部分，為各種瀕危物種的所在地。即使是一個嚴格保護區，法律不允許人類活動，但複雜的社會政治和經濟動態，導致農業邊界逐漸從緩衝區轉移到保護區，此地擁有悠久粗放牛的歷史。                                                                         | 2006 年，Conservación con Desarrollo 發起一項 PES 計畫，由歐洲非政府組織資助並設計，向歐洲公眾出售森林保護證書(Forest Protection Certificates)。在這個計畫中，非政府組織支付 Indio-Maíz 緩衝區的農民，以保護其農場剩餘的森林。目標是為森林創造貨幣價值，產生額外的收入，從而抑制農民進入並進一步移入保護區。只有合法擁有最低 10 公頃林地的農戶才有資格與非政府組織簽訂為期 5 年的合約。每戶森林的最大規模是 100 公頃，合約下的森林必須不受干擾。參與者還負責防止其他居民偷採火/木材和偷獵野生動物。 | 農民每年可獲得 28.5 美元/公頃。由於非政府組織認為這些付款很低，農民可以自由選擇他們希望包括的森林，並沒有義務保存所有的森林。                                                  | Van Hecken et al. (2017) |

| 服務提供者        | 付費者        | 地點                | 研究背景                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 支付價錢/研究結果                                                                                                                   | 來源                         |
|--------------|------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 西西里農民        | 西西里政府      | 義大利西西里農地          | 廢棄農田(Abandonment of Agricultural Land)會對生態系統功能產生若干後果。若植被恢復和土壤有機質的增加，會造成溫室氣體排放增加，因此廢棄農地可能是碳吸存和減少人為二氧化碳排放的重要低成本策略。為了量化廢棄農地對 SOC 的影響，根據 IPCC 方法分析西西里採樣和文獻數據，廢棄農田土壤的 SOC 平均增加 $9.03 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ，14,337 公頃的廢棄農地，二氧化碳排放總量減少 887,745 百萬克二氧化碳。                                                                              | 保費的有效性(Effectiveness of Premiums, EP)指出，每歐元每公頃( $\text{Mg C€}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ )的 SOC 數量計算如下：<br>$E_p = \text{Premium} / \Delta \text{SOC}_{ij}$ 其中 $\Delta \text{SOC}_{ij}$ :在特定土壤區域(i)中的每個生物氣候(j)的農業廢棄後的第一階段的 SOC (The First Stage of Succession After Agricultural Land Abandonment) | 2013 年 12 月底，實施放棄措施後，農民收到的支付 (Premium)從 738.02 歐元/公頃/年調至 600 歐元/公頃/年 (2000-2006 年)，至 320 歐元/公頃/年(2007-2013 年)。              | Novara et al. (2017)       |
| 巴拉圭農民        | 巴拉圭 NGO 組織 | 巴拉圭 La Amistad 森林 | La Amistad 定居者持續砍伐森林的潛在威脅促使 Guyra Paraguay(GP)和 World Land Trust(WLT)啟動巴拉圭森林保護計畫(Paraguay Forest Conservation Project, PFCP)，預計持續至 2030 年，並可能擴展到其他領域。主要目標是保護和提高 La Amistad 森林的品質來發揮碳吸存功能。PFCP 產生的自願碳單位(Voluntary Carbon Units)由石油天然氣公司 (Swire Pacific Offshore, SPO)購買，以抵消其碳排放。<br>此計畫不支付農戶重新種植森林 (Reforestation)，而是支付維持殘留的森林。 | 這筆支付金額旨在與清除林地作為培育棉花的預期收入競爭，作為勸阻農業擴張的動力。為了不對定居者不利，每年支付每公頃 65 美元的重新造林地區（自然再生和/或種植植樹）。75%將支付給個別家庭，25%將用作分期付款，從政府購買合法所有權。假設兩公頃森林參與 PFCP，那麼一個有八公頃土地的家庭，可以期待七年後獲得土地所有權。每五年，GP 和定居者之間的合約更新一次，並且可以調整落實 PFCP 的剩餘森林面積。另一個 PFCP 目標是提供技術和財政援助，以提高 La Amistad 的農業生產力和利潤，而不是只依靠清除更多的土地來擴大農業生產。             | 由農戶自願參加 PFCP，每年支付 170 美元/每公頃原始森林。                                                                                           | Yanosky (2016)             |
| 哥斯大黎加森林土地擁有者 | 哥斯大黎加環境    | 哥斯大黎加森林           | PES 計畫常排除小型土地所有者，因為交易成本相對較高。研究旨在揭示當地中介機構在 PES 計畫的作用，調查哥斯大黎加 PES 計畫三個中介機構 (非政府組織、生產者合作社和縣農業中心)，根據採訪、住戶調查和 PES 合約，考察三個組織之間在 PES 計畫中納入小型土地所有者的差異，並了解造成差異的根本原因。                                                                                                                                                                    | (1)再造林:利用早期林業補貼的剩餘金額，如果只使用某些本地物種，支付將增加到 1470 美元<br>(2)森林保護: 包括保護水資源和保護環境保育的差距(Protection in Conservation Gaps)，兩者的支付一樣高。<br>(3)森林再生:包括在前牧場(Pastures)再生、指                                                                                                                                     | (1) 再造林:980 美元/公頃/年<br>(2) 森林保護:640-800 美元/公頃/年<br>(3) 森林再生:410-640 美元/公頃/年<br>(4) 農林業:1.3 美元/每棵樹/年<br>(5) 森林管理:500 美元/公頃/年 | Bosselmann and Lund (2013) |

| 服務提供者    | 付費者     | 地點                                          | 研究背景                                                                                                                                                                                            | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                             | 來源                                 |
|----------|---------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|          | 服務使用者   |                                             |                                                                                                                                                                                                 | 定森林生產區域和 CDM 地區的再生，後者支付較高。<br>(4)農林業:也適用於小型造林(<2 公頃)。應用於種植咖啡農林業的農民。如果只使用某些本地物種，支付將增至 1.95 美元/每棵樹/年<br>(5)森林管理:在 2002 年受環保團體壓力而停止支付，於 2010 年重新開始。                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                       |                                    |
| 巴西水資源提供者 | 巴西政府、稅收 | 巴西 Minas Gerais 州、Paraná 州、Espírito Santo 州 | 結合定性和定量研究方法，討論農民參與巴西三種 PES-水計畫的原因。發現非經濟因素對於決定土地使用至關重要。例如，集中治理(Centralized Governance)使農民參與度提高，但可能破壞信用建設(Trust Building)。參與度增加，可以使更多潛在受益者獲得訊息，雖然在巴西的 PES 環境中，參與者之間的溝通卻往往被忽視。                     | Extrema 計畫:支付主要來源-市政預算；次要來源-公私合作夥伴關係(Public-Private Partnerships)和區域流域委員會的資金(Piracicaba 和 Jaguari 河流域委員會-ComitêPCJ)，合約 4 年，可續約。<br>ProdutorES 計畫:資金來源為，國家水資源基金(FUNDAGUA)、石油和天然氣特許權(Oil and Gas Royalties)使用費的 3%、國家預算，合約 3 年。按照邊坡、森林級別(Forest Stage Level)，以及該地區法團(OCs)的估計支付。<br>Oásis 計畫:資金來源為，稅收當地水務公司毛利潤(1%)、市環保基金(Municipal Environmental Fund)，合約 4 年。 | Extrema 計畫:農場固定支付 176 巴西幣/頃/年<br>ProdutorES 計畫:水體 100 公尺內森林支付 146 巴西幣/頃/年<br>Oásis 計畫:維護水泉的支付範圍 20-200 巴西幣/頃/年                                                        | Zanella et al. (2014)              |
| 發展中國家    | 先進國家的公民 | 馬達加斯加多刺森林保護區                                | 研究一組先進國家的公民，他們通過捐款來支付發展中國家的公共環境財(Public Environmental Goods)。此研究根據馬達加斯加多刺森林保護區(Malagasy spiny forest)的案例，進行選擇試驗法，以得到德國科特布斯(Cottbus)公民的偏好。結果指出，總體來說，受訪者想要自己的捐款被用於平等或有利於窮人的分配，以及瞭解其捐款對當地受益人的分配資訊。 | 利用選擇試驗法，算出支付者的 WTP。選擇試驗法中有三種支付方式：(1)每個人都相同-如果只有這些社區參與，所有家庭獲得相等數量的商品(Common Goods)或支付金額。(2)支付低收入家庭更多-約一半的支付給前 1/3 最貧窮的家庭。(3)未知分配(Unknown Distribution)-由於來自其他地區的移民，社區沒有普遍的傳統，因此支付分配方式不可預測。可能所有的家庭支付相同額，或低收入家庭獲得更多，或者富裕家庭獲得更多。這種分配能評估分配問題對受訪者是否重要。                                                                                                            | (1)保護森林：受訪者願意平均支付 0.74 歐元/平方公里。<br>(2)支付低收入家庭更多的 WTP：24.41 歐元<br>(3)相等分配 WTP 為：10.76 歐元。<br>(4)未知分配 WTP 為-22.54，負 WTP 值可以解釋為受訪者希望獲得有關付款分配的信息。不知道付款如何分配會降低受訪者的保護計畫的效用。 | Markov a-Nenova and Wätzold (2017) |

| 服務提供者      | 付費者      | 地點                    | 研究背景                                                                                                                                                                                  | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                                                                                        | 支付價錢/研究結果                                                                                                 | 來源                                |
|------------|----------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 吉村民爾吉斯上游村民 | 吉爾吉斯下游村民 | 吉爾吉斯共和國 Chon-Aksuu 流域 | 中亞區域環境中心(Central Asian Regional Environmental Centre, CAREC)認為上游森林退化,及放牧模式變化,造成土壤壓實,對下游水質的影響越來越大。他們與地方用水協會、村莊牧場委員會(Village Pasture Committee)、林業企業地方辦事處和村級政府聯合舉辦 PES 計畫,將類似的計畫擴大為國家級。 | PES 計畫基於下游用水戶每年向上游生態系統管理人提供勞力,幫助改善放牧,以改善下游的水質。<br>勞力包括沿著水道建設圍欄,在不開放區域恢復上游集水區內的植被。透過這種獎勵計畫減少上游的生態系統退化,並改善下游的水質。                                                                                                                                                   | (1)如果提供勞動力的人數從第一週到第四週持續增加,則捐贈給學校圖書館 100 美元。<br>(2)根據工作的努力程度提供獎勵。最努力的個人將在週周結束時由 Ayil okmotu(吉爾吉斯地方政府)公開表揚。 | Kolinji vadi <i>et al.</i> (2016) |
| 越南農民       | 越南       | 越南西北部 Yen Bai 省農地     | 比較有利於農戶重新造林 2 種 PES 計畫,Payments for forests(PFF) 計畫每年支付休耕土地(Retired Land)。Terraces for forests (TFF)計畫每年支付傾斜土地轉換為梯田的費用,以及休耕土地的費用。                                                     | TFF 計畫將傾斜的土地轉變為森林並現金支付。而 PFF 計畫,現金支付是唯一的方式。                                                                                                                                                                                                                      | (1) TFF 計畫:每年支付農民森林的維護費用,從每年每公頃 0 美元到 500 美元。<br>(2) PFF 計畫:從每年每公頃 300 美元到 700 美元不等。                      | Jourdai n <i>et al.</i> (2014)    |
| 密西根農民      | 密西根政府    | 美國密西根薩吉諾灣流域農地         | 非點源(Non Point Source, NPS)污染是全球流域管理的問題。安裝農業最佳管理措施(Best Management Practices, BMPs)如過濾條(Filter Strip)是控制 NPS 污染和農業徑流的機制。PES 計畫鼓勵採用 BMPs。研究考察如何讓農業土地所有者參與過濾條帶保護計畫。                      | 隨機實用模型(Random Utility Model)用於估計程序特徵,社會心理因素和人口統計學與參與 Conservation Reserve Enhancement Program(CREP)過濾條計畫的關係。邊際替代率(Marginal Rate of Substitution, MRS)計算土地所有者願意接受(或放棄)土地租金的金額。                                                                                    | 土地租金:1 美元/英畝/年,或一次付清每英畝 8.50 美元/英畝。                                                                       | Yeboah <i>et al.</i> (2015)       |
| 澳洲原住民      | 澳洲環境污染者  | 澳洲北部                  | 市場手段( Market-Based Instruments MBIs, MBI)的優點是具成本效益,研究指出 PES 計畫也可以產生社會共同效益,從而增加總體福利。澳大利亞北部原住民生活品質保障計畫分成 3 種:服務提供者的直接得到報酬(Remuneration)、服務提供者在承擔服務過程中獲得的利益,與報酬無關、前兩種類型的混合。              | 澳洲北部絕大多數 PES 投資是澳洲政府關心我們的國家計畫(Australian Government's Caring for our Country program)。計畫參與是自願性,評估成果對環境的貢獻,報酬按科學估計,由污染者以碳減排方式支付。支付澳洲原住民護林員(ranger)團體在北部 28,000 平方公里土地進行火災管理、雜草管理、野生動物控制、策略性土地焚燒(Strategic Land Burning)和沿海復原(Rehabilitation),以部分抵銷液化天然氣工廠的溫室氣體排放。 | 減少每噸二氧化碳當量支付 23 澳元。                                                                                       | Greiner and Stanley (2013)        |

| 服務提供者      | 付費者         | 地點                    | 研究背景                                                                                                                                       | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                                                       | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                         | 來源                            |
|------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 芬蘭森林土地擁有者  | 芬蘭自然旅遊業者和遊客 | 芬蘭東北部<br>Ruka-Kuusamo | 研究評估景觀和娛樂價值交易(Landscape And Recreational Values Trading, LRVT)的潛力，側重於 LRVT 對生態系統服務提供和社會資本的技術可行性、制度背景和潛在盈餘。                                 | 在場景 1，只有景觀區(Landscape Permission Area)禁止砍伐森林；在情景 2，景觀和遊憩地區禁止砍伐森林；在場景 3，則延遲砍伐森林。基於各種場景的目標函數值(Objective Function Values)之間的差異來算出機會成本。                                                             | (1)買家(自然旅遊業者和遊客)。在一般的情況下，該地區森林的淨收入總額每年超過 50 萬芬蘭幣(約 40 芬蘭幣/頃)。<br>(2)場景 2 中，機會成本是該地區總林業收入的 1/3。<br>(3)在場景 3，如果延緩所有森林砍伐，機會成本就是收入的一半以上，為 13,000 芬蘭幣。 | Tikkanen <i>et al.</i> (2017) |
| 越南水資源服務提供者 | 越南水利公司、旅遊業者 | 越南森林                  | PES 對於保護生態系統的環境品質(如森林的過濾水的能力)和改善當地生計方面的影響往往未知。因此，為了產生有效結果，決策者必須制定評估系統。分析森林環境支付計畫(Payment for Forest Environmental Services program, PFES)。 | 越南第 99 號法令定義四個生態系統服務：(1)流域保護(包括土壤保護、減少水庫、河流和河流的侵蝕和沉積，以及流域保護、生產用水和人們日常需求的監管和維護)，(2)保護自然景觀美麗和保護森林生態系統旅遊服務(3)森林碳匯，防止森林退化和減少溫室氣體排放以及永續性發展森林(4)提供產卵地區(Spawning Grounds)、飼料來源和天然種子，以及使用森林產出的水，用於水產養殖。 | (1) 水電站(Hydropower Plants)每生產一千瓦，支付 20 越幣(或 0.1 美元)<br>(2) 供水公司生產 1 立方米的飲用水，支付 40 越幣(或 0.2 美元)，<br>(3) 旅遊業支付總收入的 1-2 %                            | Pham <i>et al.</i> (2015)     |
| 印尼咖啡農民     | 環境服務受益者     | 印尼 Lampung 地區         | PES 拍賣 (Conservation Auctions) 能幫助了解提供服務的農民的機會成本，以及農民所需的補助金額。研究印尼 Lampung 地區咖啡農民的流域服務拍賣，拍賣參與者的教育程度低、資產數低、種植面積小。                            | 82 名拍賣參賽者出價 70 公頃土地進行土壤保護。<br>一開始支付 50% 金額；一年後 50% 取決於成效，每三個月監測一次，為期一年；如果合約內容沒有在中期監測完成一半，則合約終止。                                                                                                 | 土地 25 公頃的平均價格為 1550,000 印度幣(Indonesian Rupiah, IDR)(1 美元= 13,000 IDR)                                                                             | Leimon a and Carrasco (2017)  |

| 服務提供者      | 付費者        | 地點                               | 研究背景                                                                                                                                                                                | 計算公式及支付方式                                                                                                                                      | 支付價錢/研究結果                                                                                                              | 來源                            |
|------------|------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 厄瓜多農民      | 環境服務受益者    | 厄瓜多農地                            | 在 Intag 地區進行選擇試驗法，鼓勵農民將農地轉為農林地                                                                                                                                                      | 以信用為基礎的 PES(Credit-based PES，CB-PES)方式，若農民符合合約標準，將農地轉為農林地，則租金利率會較低，且償還時間增加。                                                                    | 若將一公頃土地轉為農林業，則支付金額約 70 美元/公頃/年，一半以上的家庭願意接受有條件貸款(Conditional Loans) 2,500 美元，償還時間四年以上。                                  | Cranford (2014)               |
| 巴西水資源服務生產者 | 巴西水資源服務受益者 | 巴西 PiracicabaCapiuari-Jundiaí 流域 | PiracicabaCapiuari-Jundiaí 流域的 Produtor deÁgua 計畫。巴西流域服務支付計畫(Payments For Watershed Services，PWS)始於 2001 年，由巴西水務局(National Water Agency，ANA)制定。該計畫的首要任務是制定法律和行政架構，提出財政獎勵措施，以改善土地利用。 | 參與者條件要求：永久保存區域(Areas of Permanent Preservation，APP)的最小部分必須是森林、須持有財產法律文件。<br>合約實施長度：3 年                                                         | (1)使用土壤保持方式種植作物，支付 25-75 巴西幣/頃/年。<br>(2)河岸森林恢復，支付 83 元或 125 元巴西幣/頃/年。<br>(3)保護沿岸森林，按森林類別和土地所有者的參與程度，支付 44-125 巴西幣/頃/年。 | Richards <i>et al.</i> (2017) |
| 巴西農民       | 生態服務受益者    | 巴西南部農地                           | 研究沙佩科(Chapeco)生態走廊 PES 計畫，對 21 個市的百位農民進行了測試。農民對於生態恢復活動的興趣低可能會危害 PES 計畫的目標，對該地區執行“國家森林法”造成不利影響。因此 PES 計畫管理者應與農民合作，提高農民對於季節性缺水、高度侵蝕和水污染區域的森林恢復之重要性的認識。                                | 使用具有二項式誤差分布的廣義線性混合模型(Generalized Linear Mixed Models，GLMM)和線性混合模型來分析農民參與計畫所需最小金額(Minimum Amount Of Money，MAM)                                  | (1)森林恢復，支付 185.56 美元/公頃/年<br>(2)森林保護，支付 116.53 美元/公頃/年計畫                                                               | Alarcon <i>et al.</i> (2017)  |
| 厄瓜多農民      | 厄瓜多政府      | 厄瓜多安第斯山脈農地                       | 探討厄瓜多 Programa Socio Bosque(PSB)計畫與放牧地的規則之關係，並評估使參與者社區更有可能改變其土地利用規則的原因。                                                                                                             | PSB 合約規定，不得焚燒、狩獵、實施農業，或引進非本地物種或任何可能影響指定區域保護價值的活動。此外，將放牧限制在半密集程度以下，合約時間為 20 年，每年支付兩次。若不遵守土地使用限制，則會暫停付款和處罰。社區負責制定適當的管理規則，並將這些規則傳達給所有成員。PSB 負責監督， | (1)將放牧限制在半密集程度以下，支付 22,232 美金/年<br>(2)完全禁止放牧，支付 10,462 美金/年                                                            | Hayes <i>et al.</i> (2015)    |

| 服務提供者    | 付費者   | 地點                 | 研究背景                                                                                                                                | 計算公式及支付方式                                                                                                                                                    | 支付價錢/研究結果                                                                                                                                                        | 來源                          |
|----------|-------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|          |       |                    |                                                                                                                                     | 社區則負責向 PSB 回報任何違法行為。                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                  |                             |
| 巴西農民     | 巴西政府  | 巴西 Mato Grosso 州森林 | 調查在馬托格羅索(Mato Grosso)的 CotriguaçuSemper Verde(CSV)計畫，以停止養牛的方式來保護森林。                                                                 | $\sum_{t=1}^{t=10} I_{ij} e^{-rt}$ 其中 $I_{ij}$ 是社區(i)的每年每公頃收入、經濟活動(j)、r 是真正的貼現率(Discount Rate)。                                                              | Vale Verde 社區，支付 250,522 巴西幣/年<br>Santa Luzia 社區，支付 57,799 巴西幣/年<br>Entre Rios 社區，支付 59,705 巴西幣/年<br>NovaEsperança 社區，支付 93,171 巴西幣/年<br>中大型生產者，支付 103,908 巴西幣/年 | Guerra (2016)               |
| 南美洲農民    | 非政府組織 | 南美洲玻利維亞、秘魯安地斯山脈    | 在玻利維亞和秘魯的安第斯山脈高原建立 2 個試點，用於保護魁北克藜麥(Chenopodium Quinoa)作物多樣性。國際生物多樣性組織(Bioversity International)與國際非政府組織合作執行這些計畫，支付給耕種被忽視的藜屬品種的社區農業。 | 每個地點都有 4000 美元的預算，因此可以從此競標中選出最優惠的出價，直到達到預算限額為止<br>每個選定的團體根據僅支付每公頃要求的付款，補償其保護成本(Conservation Costs)。由於所要求的支付金額因群體而異，所以稱為歧視性支付規則(Discriminatory Payment Rule)。 | (1)玻利維亞地區，支付 10.45 美元/頃/年<br>(2)秘魯地區，支付 37.04 美元/頃/年                                                                                                             | Narloch et al. (2013)       |
| 中國大陸農民   | 中國政府  | 中國西雙版納傣族自治州橡膠種植區   | 單一種植(Monoculture)橡膠種植園於東南亞地區迅速擴增，而西雙版納州是中國大陸生物多樣性和橡膠生產的中心。原生森林漸轉化為橡膠種植園，研究旨在鼓勵將單一種植橡膠轉化為農林橡膠。                                       | 如果高度低於 900 公尺地區，20%的橡膠樹由原生樹木替代，則支付金錢。<br>高於 900 米的地區，100%的樹木被原生樹木取代，則付錢。                                                                                     | 總共支付 340 億人民幣/年                                                                                                                                                  | Smajgl et al. (2015)        |
| 西班牙森林擁有者 | 西班牙納稅 | 西班牙加泰隆尼亞森林         | 在加泰羅尼亞的阿勒頗松林(Aleppo pine)的四個管理情景中評估願意支付：(1)被動，(2)以木材為主進行管理，(3)改善生物多樣性 和，(4)預防野火。                                                    | 森林經營變化的機會成本為支付下限，社會對於改善生態系統服務供應的意願支付為上限。計算補償盈餘(Compensating Surplus, CS)情景。CS 表示加泰羅尼亞納稅人在 PES 計畫中的最大 WTP。                                                    | 預防森林火，如果支付達 120 歐元/公頃/年，即使私人收入為負值，森林擁有者才願意接受。                                                                                                                    | Górriz-Mifsud et al. (2016) |

| 服務提供者 | 付費者 | 地點 | 研究背景 | 計算公式及支付方式 | 支付價錢/研究結果 | 來源 |
|-------|-----|----|------|-----------|-----------|----|
|       | 人   |    |      |           |           |    |

根據（表 5-3）其中 Kaczan and Swallow（2013）在坦尚尼亞進行選擇實驗法的假想合約之題項，來量化 PES 計畫中生態系統服務提供者對於經費供給支付的不同方式的偏好。在選擇實驗中，參與者被要求在問卷中對假想商品/結果之間進行選擇，表 5-4 列出其屬性敘述和層級，其中敘述的部分，解釋屬性的細節。

表 5-4 假想合約問卷之題項的屬性和層級

| 屬性(Attribute)                               | 敘述                                                            | 層級(Levels)     |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| 個人支付(Individual payment)                    | 為維護農林業，支付給農民(每英畝每年付款)                                         | 0，21，50，176 美元 |
| 共同支付(Collective payment)                    | 支付給村莊，以維持農林業(每英畝每年付款)                                         | 0，21，50，176 美元 |
| 提前支付一次性採購化肥<br>(Upfront fertilizer payment) | 提前支付一次性採購化肥的價錢(價值為每英畝約 140 美元)                                | 0，140 美元       |
| 條件低(Conditionality low)                     | 沒有檢查 - 農民需要記錄農業活動供審計                                          | 是，否            |
| 條件中等(Conditionality moderate)               | 雇用當地的村民每年一次檢查農場，確保沒有樹木從森林和農林被砍除                               | 是，否            |
| 條件高(Conditionality high)                    | 林業官員組織每年兩次檢查農場，確保沒有樹木從森林裡或農林業被去除，並確保有足夠的樹苗可以進行林相更新，且樹木為當地的物種。 | 是，否            |

根據表 5-3 其中 Kolinjivadi *et al.* (2015)在尼泊爾 Sundarijal 流域國家公園地區研究居民對於 PES 保護水域的三種付款方式及層級（如表 5-5）的選項。

表 5-5 PES 三種付款方式與層級選項

| 付款方式             | 層級                                                                                                       |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 無付款(No Payments) | A1：維持現狀 - 維持或加強 Shivapuri 國家公園的流域服務，不管理干預，也沒有企圖改善該地區生計或其他經濟活動。<br>A2：生態保護 - 不付款，但搬移在國家公園內的所有村民，維護需保護水質和提 |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | <p>供下游供水的地區。</p> <p>A3：工程選擇 (Engineered Option) - 提供亞洲開發銀行(Asian Development Bank)貸款，在下游水域建設水庫設施，以提高供水和品質，還有許多能恢復環境和改善生計等項目。</p>                                                                                                                |
| 針對性的付款(Targeted Payments)   | <p>B1：預期提供 (Expected Provision) - 支付給改善水質最多的家庭。</p> <p>B2：最小成本(Minimal Cost)－ 支付給土地利用變化的機會成本最低的家庭。</p> <p>B3：市場一體化(Market Integration) - 支付資金用來進行技術培訓，建立小額信貸，目標是經濟轉型。</p> <p>B4：扶貧(Pro-Poor)－ 支付給為最貧窮的家庭或受水資源影響最多的家庭，而不參考提供流域服務或服務提供者的機會成本。</p> |
| 平價支付 (Egalitarian Payments) | <p>C1：平等個人(Equal-Individual)- 向國家公園內的所有住戶支付一定金額。</p> <p>C2：共同商品(Common Goods)－ 支付給 Sundarjal 政府，投資於所有村民，提供小額貸款、培訓技能或友善生態的農業技術。</p> <p>C3：公民決定/緩衝區用戶(Citizen Decision/Buffer Zone User)－ 支付給與國家公園緩衝區相關的本地用戶，投資用戶的集體利益</p>                        |

#### 第四節 各國生態系統服務給付介紹

##### 一、哥斯大黎加

根據 Schomers and Matzdorf(2013)的整理，哥斯大黎加(Costa Rica) PES 計畫為“Pagos por Servicios Ambientales (PSA)”，成立於 1996 年，並於 1997 年實施 (Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2007; Rodriguez, 2002)。PSA 計畫針對森林的四個環境服務：(1)溫室氣體減排，(2)水文服務，(3)風景，(4)生物多樣性 (Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2007)。

為了將保護區外的景觀納入環境因素，支付金錢給私人森林土地所有者，用於森林保護或重新造林，全國各地的付款金額是一樣的，只有在保護和再造林合約之間才有差異 (Pagiola, 2008)。95%的簽約為保護森林，截至 2005 年底，哥斯大黎加約有 10%的森林土地被納入

了 PSA 計畫。該計畫被批評為缺乏定位 (Targeting)，付款沒有考慮到機會成本和缺乏額外性 (Additionality)，即支付原本就應該提供的服務 (Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2007; Daniels *et al.*, 2010)。若沒有提供付款，土地所有者對法律限制的反對可能會更高，這表示監管機制有效，而土地使用者可以提出對強制性土地利用變化的貨幣補償。大部分計畫經費來自對化石燃料的強制稅，每年約 1,000 萬美元 (Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2007; Pagiola, 2008)。還有諸如全球環境基金 (Global Environment Facility, GEF)、世界銀行、保護國際 (Conservation International) 以及德國援助機構 KfW 等捐助該計畫，並付錢維護生物多樣性和其他全球利益 (如碳封存) (Blackman and Woodward, 2009; Pagiola, 2008)。國內用水戶支付水服務的費用，2005 年引入特別保護費 (Conservation Fee) 的強制性水費，從自願協議轉為強制性水費 (Pagiola, 2008)。2001 年，挪威京都清潔發展機制 (Kyoto's Clean Development Mechanism, CDM) 之下，購買價值 200 萬美元的碳補償 (Carbon Offsets)，只能進行再造林活動 (Subak, 2000; Corbera *et al.*, 2009)。

## 二、墨西哥

根據 Schomers and Matzdorf (2013) 的整理，墨西哥的國家 PES 計畫，最初稱為 "Pagos por Servicios Ambientales Hydrolo'gicos" (PSA-H)，於

2003 年推出 (Southgate and Wunder, 2009)。該計畫在全國實施，防止含水層過度開採。按照統一的付款方式，用於現有森林保護，僅區分雲林與其他森林區 (Munoz-Pina *et al.*, 2008)。墨西哥 PES 計畫向私人土地所有者分配付款 (Alix-Garcia *et al.*, 2009)。強制性水費確保了該計畫的資金來源，連結水資源受益者與供應者。然而該 PES 計畫缺乏定位，最初計畫的過度開發的含水層以及邊緣社區沒有受到妥善處理，因此，該計畫的成本效益受到批評 (Alix-Garcia *et al.*, 2009; Corbera, 2010)。Alix-Garcia *et al.* (2009) 付款金額足以吸引大量的參與者，但其實選擇參與的人常常本來就無意砍伐森林。結果表示政府執行 PES 計畫所需要的機會成本較低，故用較低的成本，即能達到目標結果。經過農民和森林組織成功遊說之後，PSA-H 計畫在 2004 年被擴大成 PSA-CABSA (Corbera, 2010)。PSA-CABSA 支付：

1. 森林碳固定以製止氣候變化，
2. 支持生物多樣性保護的農村社區，
3. 發展農林系統，特別是樹蔭下生長的咖啡種植園 (Kosoy *et al.*, 2008)。

在 2006 年所有的國家林業計畫被併成一個 PES 政策架構，稱為 Pro-Arbol (Kosoy *et al.*, 2008; Corbera, 2010)。

### 三、歐洲

根據 Schomers and Matzdorf (2013) 的整理，在歐盟，PES 的討論可追溯到 1970 年代，比拉丁美洲早很多。最早的文章發表於 1974 年，

在奧地利調查“農業生態服務的 PES (Deficiency Payments as Compensation for The Ecological Services of Agriculture)” (Kaiser, 1974)。Giessubel-Kreusch (1988) 發表“透過 PES 保護農業環境 (Stimulation of Environmental Protection Through Payments for Positive Environmental Effects Emanating from Agriculture)” 。 Pevetz (1992) 在 1992 年提出農業政策付款不應僅是社會援助，而應作為真正的生態服務付款的必要性。在 1980 年代，國家 PES 計畫在各成員國實行 (Baylis et al., 2006)。1992 年，經歷馬克沙裡 (MacSharry) 改革導致歐盟改變國家層面的協調政策 (Baylis et al., 2008 年)。EC 2078/92 號法規引入農業環境計畫 (Agri-Environmental Programs, AEPs)，作為歐盟成員國共同農業政策 (Common Agricultural Policy, CAP) 的補充 (Baylis et al., 2008; Baylis et al., 2006)。AEP 付款給選擇自願實施改善環境和/或維護農村的保護工作的農民。然而，引入 AEP 也引發爭議，即 AEP 是生產補貼，提供更收入轉移給農民，或者是鼓勵生產最佳的正面和負面外部性的工具 (Baylis et al., 2006)。歐盟內獲得單一農場付款 (Single Farm Payments) 的農民需要遵守最低限度的良好農業規範 (Good Farming Practice, GFP)。可以自願性超過 GFP 基礎，獲得 PES 形式的額外補助 (Baylis et al., 2008)。AEP 是由各種不同的農業環境計畫和措施組成，用以減少負面外部因素

(例如減少硝酸鹽和農藥污染，以及轉變為粗放的耕地等)，和提供積極的外部性 (Baylis *et al.*, 2008)。在歐盟，大約有 20% 的農田在農業環境計畫中，以減少現代農業對環境的負面影響，成本約 15 億美元 (Scherr *et al.*, 2007)。AEPs 往往缺乏針對重要領域，因此，經常獲得不滿意和無效的結果 (Uthes *et al.*, 2010; Haaren and Bathke, 2008; Bertke *et al.*, 2005; Groth, 2005)。

#### 四、美國

根據 Schomers and Matzdorf (2013) 的整理，美國政府促進保育的激勵措施歷史比歐盟更久。在 1930 年代，保護儲備計畫 (Conservation Reserve Program, CRP) 保護土壤，並減少某些作物的生產以防止剩餘過多 (Baylis *et al.*, 2008)。1985 年農場法案 (Farm Bill) 調整美國的農業政策，整合環境和農業收入。反對沼澤地變耕地以及反對開發易受侵蝕土地 (Swampbuster and Sodbuster) 被納入農場法案，以阻止將濕地和易受侵蝕的土地轉為農田 (Baylis *et al.*, 2008)。保護儲備計畫 (Conservation Reserve Program, CRP) 排除易受侵蝕的土地作為耕田 (Dobbs, 2006)。1996 年，農場法案引入環境質量獎勵計畫 (Environmental Quality Incentives Program, EQIP)，並在 2002 年創建保護安全計畫 (Conservation Security Program, CSP)。EQIP 和 CSP 是聯邦政府農業的 PES (Dobbs, 2006)。

## 五、中國

根據 Schomers and Matzdorf (2013) 的整理，在中國，PES 計畫最常用生態補償 (Eco-Compensation)，而目前尚無明確的生態補償定義。它可以被理解為旨在提供公共物品的經濟手段。根據 Xiong and Wang (2010) 將生態補償定義為“透過收費 (或補償) 增加損害 (或保護) 環境行為的成本 (或收入) 的轉移補償機制 (Fiscal Transfer Compensation Mechanism)，並鼓勵經營者減少 (或增加) 由於外部非經濟 (或外部經濟) 帶來的損害 (或保護)，以達到保護資源的目的。這符合 Muradian *et al.* (2010) 對 PES 的定義，即提高徵收費用以減少負面外部性，或以不同形式提供補償，以提供正面的外部性 (Xiong and Wang, 2010; Qiu *et al.*, 2008)，後者符合 Pigouvian PES 概念。然而，生態補償實際上與 PES 相矛盾，因為 PES 的支付實際上是對合法的土地使用限制的補償，因此並沒有提供經濟動力 (Economic Incentive) 去改變土地利用 (Mullan *et al.*, 2011)。

Pan *et al.* (2017) 指出中國正全面實施五項 PES 計畫 (如表 5-6 所示)，重要生態功能區和草原保護區，由中央政府出資。中央和地方政府都為促進非商業性森林和流域保護的 PES 作出貢獻。恢復礦區環境的資金由政府 and 企業共同資助。政府付款需要依“改善生態補償機制準則 (Guidelines on Improving Ecocompensation Mechanism)”納入年度

預算，使這些付款成為長期的政策。到 2006 年底為止，中央政府投入超過 85 億美元（5,550 億人民幣）。森林相關服務的支付是最早和最廣泛實施的 PES，到 2016 年為止，中央政府共支付 9,270 萬公頃的生態林。從 2001 年到 2016 年，總支出達 170 億美元（約 1,115 億人民幣），2016 年支付 25 億美元（165 億元人民幣）（NDRC，2016；Wang，2016）。中央政府每年向相關省級政府支付經費，每公頃用於草地放牧（Grassland Abandoned Grazing）為 14 美元（90 元人民幣），每公頃 5.8 美元（37.5 美元）用於永續牧業用地（Sustainable Pasture Land）（OMF and OMA，2016）。2011 年至 2016 年，中央財政投入 148 億美元（961 億元人民幣），涵蓋 13 個省份，25,500 萬公頃天然草原（MOF，2016; Wu，，2016 年）。水污染的原因主要是非法排放，因此應用 PES 來解決水質下降，可能反而支付污染者。因此，流域 PES 的水質改善標準應該更高。在中國，礦場環境恢復的籌資機制是否應該為 PES 計畫，仍然存在爭議。反對者聲稱礦工正在摧毀環境，因此會發生 PES 支付破壞者，而不是保護者的情況。而支持者認為，該計畫符合開採礦產資源的人應該恢復環境的規則，由於採礦為不可避免的，恢復礦區環境的資金機制有助於避免採礦後果更糟。雖然這個計畫並沒有被列入國務院最近出版關於 PES 的文件，但研究人員通常將其看作是 PES 計畫（Niu *et al.*，2017）。目前有兩

種方式來資助恢復採礦點的環境。對於廢棄的中大型採礦點，中央政府自 2003 年以來設立了特別基金，截至 2012 年底，已有 37 億美元（2,340 億元人民幣）用於恢復廢棄礦場（Xu，2013）。另外，2006 年建立強制性採礦點環境恢復機制（Li，2015），要求礦產公司按照估計的恢復成本，從收入中收取一定的資金，這些資金只能用於採礦點的環境恢復。如果破壞者不想進行恢復工作，當局將進行干預，使用存款（Deposited Funds）投標（Bids）進行恢復。到 2015 年底，中國各省級政府都制定了有關 PES 方案的具體指導方針。2006 年至 2012 年期間，至少存放了 96 億美元（612 億人民幣），但有些破壞者仍未及時存入其應繳的資金（Xu，2013）。在中國，PES 計畫是鼓勵生態系統服務提供的長期機制，而不是一次性付款。

表 5-6 整理中國目前實施生態系統服務給付的情形，分為計畫、付錢者、收錢者、收錢條件以及付錢準則。在計畫的部分，中國目前將生態系統服務給付依地區以及生態類型分成 5 種類，分別為重點生態功能區 PES、非商業性森林 PES、草地保護 PES、流域保護 PES、用於恢復採礦點的 PES。在付錢者部分，描述生態系統服務給付計畫經費的提供者。在收錢者部分，描述生態系統服務給付計畫經費的接收者。在收錢條件部分，描述經費接收者若要拿到生態系統服務給付計畫經費提供者的經費，所要改善環境程度或方式等條件。付錢準則部分，

描述生態系統服務給付的經費是要獎勵誰或是要誰付錢之原則。

表 5-6 中國五項 PES 計畫介紹

| 計畫                                                     | 付錢者           | 收錢者                                                                     | 收錢條件                      | 付錢準則                                                 |
|--------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------|
| 重點生態功能區<br>PES(PES for Key<br>Eco Functional<br>Zones) | 中央政府          | 生態功能區的縣政府<br>(County government)                                        | 限制工業化及城市<br>化，有做到保護<br>工作 | 獎勵管理者(Steward<br>rewarded)                           |
| 非商業性森林<br>PES(PES for<br>Noncommercial<br>Forest)      | 中央政府及地<br>方政府 | 私有/公有森林的土地<br>擁有者； 國有林管理<br>者(Steward Agents Of<br>State-Owned Forests) | 停止商業採伐，<br>實行可持續管理        | 獎勵管理者(Steward<br>rewarded)                           |
| 草地保護<br>PES(PES for<br>Grassland<br>Conservation)      | 中央政府          | 牧民                                                                      | 放棄放牧或實行<br>擁擠放牧           | 獎勵管理者 (Steward<br>rewarded)                          |
| 流域保護<br>PES(PES for<br>Watershed<br>Conservation)      | 根據合<br>約規定    | 根據合約規定                                                                  | 水品質符合規定<br>的標準            | 獎勵管理者(Steward<br>rewarded)/污染一方<br>付錢(Polluter Pays) |
| 用於恢復採礦點<br>的 PES(PES for<br>Restoring Mining<br>Sites) | 中央政<br>府      | 地方政府                                                                    | 恢復採礦場環境                   | 受益方付錢<br>(Beneficiary pays)                          |
|                                                        | 開發者           | 回復者                                                                     |                           |                                                      |

## 六、南非

根據 Schomers and Matzdorf(2013)的整理，南非工作水項目(Working for Water Program，WfW)於1995年成立，為作為公共扶貧(Public Poverty Relief Work Program)的政府計畫。由於內容包括流域的水文功能和生物多樣性的恢復，因此這個計畫被包括在 PES 計畫中。

WfW 計畫沒有支付給利用土地變更，來提供或保存某些環境服務的土地管理者，而是支付給失業的人，在私人、公共或公共山區流域和

沿岸地區，來清除入侵植物物種並恢復自然資源。WfW 計畫的資金主要來自公共貧困計畫（Public Poverty Programs）和水費（Water Tariffs）（Swallow et al.，2010； Turpie et al.，2008）。南非的 WfW 計畫不是將外部因素（Externalities）內在化的經濟機制，而是一個公眾就業計畫。但 WfW 計畫代表了一種財富轉移，有助於保護環境服務。

## 七、巴西

根據 Schomers and Matzdorf（2013）的整理，巴西目前既沒有國家級的 PES 計畫，也沒有承認環境服務（ES）及其經濟價值的法律概念（Costenbader，2009）。然而，ES 的概念化和國家 PES 計畫目前正在討論中（Farley and Costanza，2010）。如果獲得認可，巴西的 PES 概念將依照 Proguante 計畫中 ES 的定義（Costenbader，2009）。

Proambiente 基於社會環境服務計畫（Programme of Socio-Environmental Services），由社會環境基金（Social-Environmental Fund）向小型生產者支付環境服務（Hall，2008b）。社會環境服務計畫於 2000 年，由亞馬遜地區由民間社會組織（農村工會、社區團體和環境非政府組織）形成，並於 2004 年從這些民間社會組織轉到環境部（Ministry of the Environment）（Hall，2008a）。依照 Proambiente 計畫，以小額支付的方式，供給提供生態系統服務的農民，其提供的

生態系統服務例如：1. 減少或避免森林濫砍濫伐，2. 碳儲存 (Carbon Sequestration)，3. 恢復生態系統的水文功能，4. 土壤保持，5. 維持生物多樣性，和 6. 減少森林火災 (Hall, 2008a)，並減少因農業造成的 ES 損失 (Boerner et al., 2007)。巴西的 PES 計畫將包括減少因毀林和森林退化產生的排放 (Reduced Emissions from Deforestation and Degradation, REDD) 以及碳儲存 (Costenbader, 2009)。

以上提及的國家在 (表 5-7) 整理歸納其生態系服務給付的方式，分成國家、經費來源、實施內容三部分。在國家部分，以有實施生態服務給付的國家作為分類，在經費來源部分，描述各國從何得到其生態系服務給付的經費來源。在實施內容部分，描述其實施方式、過去及目前進展、生態系服務給付的金額

表 5-7 各國的生態系統服務給付

| 國家    | 經費來源                                           | 實施內容                                                                                                |
|-------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 哥斯大黎加 | 對化石燃料的強制稅，還有諸如全球環境基金、世界銀行、保護國際以及德國援助機構 KfW 等捐助 | 大部分計畫經費來自對化石燃料的強制稅，每年約 1000 萬美元。國外政府或機構付錢維護生物多樣性和其他全球利益(如碳封存)。例如 2001 年，挪威購買價值 200 萬美元的碳補償，進行再造林活動。 |
| 墨西哥   | 墨西哥政府                                          | 付款與現有森林保護有關，並按照統一的付款方式分配，僅區分森林與其他森林區，2006 年所有的國家林業計畫被併成一個 PES 政策架構，稱為 Pro-Arbol。                    |
| 歐洲    | 歐盟各國                                           | AEP 付款給選擇自願實施改善環境和/或維護農村的保護工作的農民，用以減少負面外部因素(例如減少硝酸鹽和農藥污染，以及轉變為粗放的耕地等)和提供積極的外部性。                     |
| 美國    | 美國政府                                           | 保護安全計畫(Conservation Security Program, CSP)是促進保護和改善工作土地(Working Lands)的自願性計畫。工作土地包括                  |

|    |           |                                                                                                              |
|----|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |           | 耕地、草地、草原土地、改良牧場，以及作為農業附近的林地。該計畫用於 50 個州、加勒比地區和太平洋流域地區(Pacific Basin Area)。該計畫為所有生產者提供獲利機會，不論其經營規模、作物產量或地理位置。 |
| 中國 | 中國中央政府    | 國家重要生態功能區和草原保護區，由中央政府出資。恢復礦區環境的資金由政府和企业共同資助。                                                                 |
| 南非 | 公共貧困計畫和水費 | WfW 計畫沒有支付給利用土地變更，來提供或保存某些環境服務的土地管理者，而是支付給失業的人在私人、公共或公共山區流域和沿岸地區，來清除入侵植物物種並恢復自然資源。                           |

來源：Schomers and Matzdorf (2013)、USDA (2017) 以及本計畫整理

## 第六章 礦區生態損害經濟補償效益計算

### 第一節 生態經濟效益計算

#### 一、水源涵養效益

在水源涵養效益之計算主要分為三大部分，一為估算森林水源涵養量方式；二為藉由生態系服務價值評估方法，將森林水源涵養量估算具體價值；三是使用水文平衡收支法，而水源涵養價值評估則是採用水庫單位容積造價來評估森林水源涵養之效益。

#### (一) 水源涵養量之估算方法—水文平衡收支法

水文平衡收支法(water balance, water budget)是將森林生態系統視為一封閉系統，直接考慮土壤中水源的輸入與輸出，被廣泛運用於許多水資源涵養量的計算上。水文平衡收支法為研究水源涵養機理的基礎(孫立達、朱金兆，1995)，其中降水量與森林蒸散量等其他消耗之差便是森林水源涵養量，再將森林水源涵養量(蓄水量)乘上區域之森林面積，即可得到森林總水源涵養量。公式計算如下：

$$Q_W = (Q_P - Q_{ET}) \times A \times 10^{-1} \quad (1)$$

$$Q_V = Q_P - Q_{IE} - Q_{ET} \quad (2)$$

$$Q_{IE} = Q_P - Q_{ET} \pm \Delta S \quad (3)$$

肖寒等(2000)將水文平衡收支法整理為式(1)， $Q_W$ 為每年平均森林總水源涵養量( $m^3$ )，或稱森林總蓄水量， $Q_P$ 為年均降水量(mm)， $Q_{ET}$ 為年均蒸發散量(mm)， $A$ 為森林面積(ha)。此公式僅考慮降雨量減去蒸

發散量，然而影響水源涵養的因子有許多，因此中國國家林業局(2008)提及使用水文平衡收支法時應因地制宜，以經驗取得適合當地的逕流係數，其所使用之公式為式(2)，式中  $Q_V$  為每單位面積土壤蓄水量(mm)， $Q_{IE}$  為年均逕流量(mm)，除蒸發散量以外另外將逕流量也納入考量，而每單位面積土壤蓄水量乘以林地面積，經單位換算後亦可得到森林總水源涵養量。

式(3)與前兩式有些差異，此式並非直接估算森林之水源涵養量，而是在於探討年均降水量、蒸發散量、逕流量以及  $\Delta S$  地下水滲透量(mm)之間的關聯性，從式中可得知年均逕流量隨年均蒸發散量而變化，年均逕流量則受到不同的土地利用型影響(陸象豫，1996)。

$$Q_V = \theta \times Q_P \quad (4)$$

除上述 3 個公式子，亦有研究將資料彙整，計算出經驗公式，將蒸發散與逕流以係數取代，如公式(4)中的  $\theta$  便取決於不同的林型或土地條件，由此可看出水文平衡收支法計量項目較為精細且多樣化(周佐辰，2011)。

## (二) 水源涵養量價值評估—重置成本法

$$V_{WC} = Q_W \times C_{RU} \quad (5)$$

$V_{WC}$  為森林每年涵養水源之平均效益價值(元)， $Q_W$  為經由前述方法估算出的年均森林總水源涵養量( $m^3$ )， $C_{RU}$  為水庫單位容積造價(元/ $m^3$ )。

在計算生態系水源涵養服務時，目前大多以水庫單位儲水容積造價計

算，以人工建造物取代生態系原有的功能，屬於市場價值法中的重置成本。部分文獻中稱為影子工程法或替代工程法，此價格可能還包含營運費、維護費等。一般水庫在建造時，預設使用年限為 50 年，隨著水庫的使用時間增加、設備折舊，必須多乘上貼現率(discount rate)，或將幣值改變的情況考慮進去。

Ninan and Inoue (2013)使用水庫儲水成本估算日本森林保護區的水源涵養效益，水庫的儲存成本 137.15 日圓/ $\text{m}^3$ /年，約新臺幣 39.32 元；Ninan and Kontoleon (2016)則用此法評估印度國家公園的水源涵養價值，顯示其 Kabini 水壩每  $\text{m}^3$  蓄水之貼現成本為 0.58 盧比/ $\text{m}^3$ /年，約新臺幣 0.27 元；中國國家林業局(2008)的《森林生態系統服務功能評估規範》亦使用此方法，故許多文獻依循此方法，採用的水庫造價在 0.86 - 6.11 人民幣/ $\text{m}^3$  之間，約 4.25 - 30.20 元新臺幣；而臺灣翡翠水庫的單位容積造價約 86.8 元/ $\text{m}^3$  (周佐辰，2011)，比日本與中國高出許多；北京市森林生態系統之水源涵養價值，單指土壤蓄水量部分，由 Zhang (2010)以水庫單位容積造價估算為 21.5 億人民幣，約 103.2 億元新臺幣。

本計畫主要參照 2016 年 Ninan and Kontoleon 之生態服務價值評估研究方法進行森林水源涵養效益價值的估算，其研究所使用之水文平衡收支法及重置成本法—水庫單位容積造價，具備操作相對簡單、資料

獲取相對容易、所需時間以及花費較少等優點。森林水源涵養量的水文平衡收支法計算上，本計畫除了將 Ninan and Kontoleon (2016)之研究方法做為參考依據，也嘗試仿照肖寒等(2000)以及中國國家林業局(2008)所提供之規範與方法進行估算，詳細過程之公式補充如下：

$$Q_P \times R_{ET} = Q_{ET} \quad (6)$$

$$Q_P \times R_{IE} = Q_{IE} \quad (7)$$

研究區域內每年平均降雨量  $Q_P$  (mm)分別乘以該區域平均蒸發散率

$R_{ET}$ 與逕流率  $R_{IE}$ ，可得到區域內每年平均蒸發散量  $Q_{ET}$  (mm)以及年

均逕流量  $Q_{IE}$  (mm)。

$$Q_V = Q_P \times (1 - Q_{ET}/Q_{IE}) \quad (8)$$

$$Q_V = Q_P - Q_{ET} \quad (9)$$

$$Q_V = Q_P - Q_{IE} - Q_{ET} \quad (10)$$

$$Q_V \times A = Q_W \quad (11)$$

$Q_V$ 為森林區域每單位土壤之蓄水量(mm)，利用年均降水量、蒸發量

及逕流量計算出單位蓄水量之公式(8) - (9)依順序分別標註為方法 I

(Ninan and Kontoleon, 2016)、方法 II (肖寒等, 2000)與方法 III (中

國國家林業局, 2008)，單位蓄水量與森林區域總面積  $A$  (ha)相乘，經

單位換算後便可得到該區林地留存之總儲水量  $Q_W$  (m<sup>3</sup>)，於水文平衡

法中此為森林水源涵養量。

$$(R_C + C_{TM}) \times D \times (1 - (1 + D)^{-L_R})^{-1} \div Q_R = C_{RU} \quad (10)$$

$$Q_W \times C_{RU} = V_{WC} \quad (11)$$

公式(10)係以臺灣水庫建造支出  $R_C$  (元)，水庫設施可運行壽命  $L_R$  (年)

與折現率( $D$ )以及該水庫年均維護成本換算為總維護費用現值  $C_{TM}$

(元)，前述兩項相加後以折現率( $D$ )計算年金，接續再將此年金除以該水庫總蓄水量  $Q_R$  ( $m^3$ )，可得到水庫單位容積造價  $C_{RU}$  (元/ $m^3$ )。公式(11)將所得之森林涵養水源量  $Q_W$  ( $m^3$ /年) 與水庫單位容積造價相乘，即可估算出此區域森林涵養水源效益價值  $V_{WC}$  (元/年)。本計畫所採用之水文平衡收支法為研究水源涵養量之基礎，且廣泛被運用於估算各類型土地利用中水源涵養量研究中，此法所需之資料相對容易取得，且其參數所涵蓋的因素較廣泛且複雜(如森林與位置特性、冠層覆蓋、土壤剖面、降雨事件的雨量、模式及強度、地形等)，較適合做整體區域之概況評估，而在諸多評估水源涵養量方法中，Ninan and Kontoleon (2016)研究表示依照評估區域所提供之水文效益或服務面向作為選擇方法的基礎較為合適。另外相對水文平衡收支法，有學者表示以退水曲線位移法評估小區域尺度之水源涵養量較為合適，且此法所考量之參數也相對水文平衡收支法單純，僅需集水區圖資、年降雨量與河川日流量做為資料基礎，繪製其河川流量歷線並利用 A. T. Rutledge 於美國地質調查局(USGS)於 1993 年開發之 RORA 軟體以 Rorabaugh 之退水曲線參數進行計算，其中連續的河川日流量歷線資料是必要條件(周子暉，2016)，本計畫區域所選定之礦區分別位處和平溪流域(臺泥勇士山礦區)，以及東澳北溪流域(信大太白山礦區)，經濟部水利署所提供之資料中僅有和平溪之日流量資料，故在執行此

較為精細之小區域尺度評估上有所困難。而本計畫主要是期望依據礦區周遭之森林概況進行復原模擬評估，因此在缺乏相關河川資料以及期望以動態過程檢視評估區域之水源涵養量，本計畫最終選取水文平衡收支法進行評估，並從經驗公式中選取三種水文平衡收支法進行評估與結果比對，以利後續政策參考。

## 二、碳吸存效益

1997 年生效之京都議定書(Kyoto Protocol)第 3.3 與 3.4 條規範提到：

「森林具有正的外部效益，政府或社會應對私有土地建立經濟誘因機制，以促使私有地主造林，提升森林正外部性」；又如被視為延續京都議定書之巴黎協議(Paris Agreement)，協議中第 5 條亦鼓勵各國實施及支持「減少毀林及森林退化造成的溫室氣體排放倡議(Reduce Emissions from Deforestation and Degradation, REDD)」行動，以及期望各先進國家能夠在開發中國家進行保育、森林永續發展和促進森林碳儲存等各項活動。本計畫擬使用效益移轉法進行森林碳吸存效益評估，效益移轉法主要是透過既有且與研究主題相關的文獻，將其研究成果移轉到尚未進行評估的地區，而轉移目的在於降低新研究所需耗費的時間與成本。此方法為一種次級價值法，利用既有文獻的研究成果，探索其他相同或相似的環境財價值(Colombo and Hanley, 2008；Iovanna and Griffiths, 2006；Johnston and Rosenberger, 2010；Smith et

*al.*，2002)。效益移轉法主要有下列兩種轉移方法（Johnston and Rosenberger，2010；Rosenberger and Loomis，2000）：

### （一）單位價值轉移

單位價值轉移（Unit Transfer）假設先前研究之研究地點的單位價值可以代表政策地點（Policy Site）<sup>52</sup>，利用過去研究之單位價值資料，來評估本計畫區域之生態系統服務價值。

### （二）函數轉移

函數轉移（Function Transfer）是將研究地點的效益函數（Benefit Function），轉移到政策地點之價值估計研究中進行計算，其功能旨在解釋某些生態系統服務的經濟成本或效益。部分研究人員認為函數轉移較單位轉移方法更加可靠，因為函數轉移法能夠包含更豐富的資訊，且在轉移過程中囊括更完備的各項因素（Bateman *et al.*，2011；Kirchhoff *et al.*，1997；Loomis，1992），然而考量價值評估研究之成本與時間等因素，並期望先以此方法作為篩選技術，再行決定是否進行更詳細更高成本的初始價值評估研究（Bergstrom and Civita，1999；Colombo and Hanley，2008；Johnston and Rosenberger，2010；Mavsar *et al.*，2013；Richardson *et al.*，2015；Smith *et al.*，2002），本計畫於農業碳吸存生態系統服務價值評估上，將以效益移轉法之單位價值轉

---

<sup>52</sup> 在效益移轉法中，研究地點（Study Site）為過去進行相關研究之研究區域，而政策地點(Policy Site)則為被進行效益轉移的目標區域（Rosenberger and Loomis，2000；朱美琴、蔡明芳，2016；張薇文，2003；鄭蕙燕，1995）。

移作為效益評估方法。

姚銘輝及陳守泓（2005）表示臺灣在碳平衡方面的研究較集中在森林地區，森林二氧化碳通量來源可分為以下三部分：

- （1）植物葉片因光合作用對二氧化碳之吸收
- （2）土壤根部或微生物之呼吸量
- （3）植株地上部之呼吸量

$$Q_{RCS} = Q_{RC} \times A_R \quad (12)$$

公式（12）係藉由效益移轉法估算森林之碳吸存效益，利用森林年度平均二氧化碳吸存量  $Q_{RC}$ （公噸/公頃）與森林面積  $A_R$ （公頃）相乘，便會得到森林年度總二氧化碳吸存量  $Q_{RCS}$ 。估算出森林總碳吸存量後，Ninan and Kontoleon（2016）研究表示，許多研究者主要使用以下三種替代方法，進行碳吸存服務之效益價值評估：（1）碳稅法或碳價格，此方法之資料相對容易獲取；（2）造林成本法，此方法可利用資料則較少且取得困難；（3）邊際社會損害成本，此成本即為額外排放碳到大氣中所造成的經濟損失。本計畫亦參照其建議並依據現有資料，選擇碳價格做為評估森林碳吸存效益之參數：

$$V_{RC} = Q_{RCS} \times P_C \quad (13)$$

公式（13）中，係以前述公式得到的森林二氧化碳吸存量，分別乘以碳價格  $P_C$ （元/公噸），便可得到森林總碳吸存效益  $V_{RC}$ （元/年）。

### 三、森林生產效益

森林生產效益是指森林生態系統為社會提供具有一定價值的各種產品的數量和價值量。根據森林每年向社會提供的木材、竹材、薪材、木本油料及其它林副產品的實物量（體積或重量），用這些實物量的價格作為森林生產效益的經濟計量值（李玉斌，2011）。

（一）繆建群等（2017）利用市場價值法計算江西高天岩自然保護區產品供給（Primary Production）的總經濟價值，產品供給主要指林木產品和林副產品（具體包括：花卉種植、繁育苗木、活立木蓄積和藥材等）。

$$V_p = \sum M_i \times P_i \quad (14)$$

$V_p$  為產品供給的總經濟價值（元）， $M_i$  為第  $i$  種產品的產量（元）， $P_i$  為第  $i$  種產品的價格（元/ $m^3$ ）。

（二）活立木潛在的價值是森林生產效益的重要組成部分。目前立木價值的計算常用方法有收益法、成本法、市場價倒算法等。一般採用市場價值法來評估其價值，根據當地林區森林資源統計資料和主要樹種立木市場價計算活立木蓄積年增長量價值（許紀泉，2011）。

$$FP = S_i \times v_i \times P_i \quad (15)$$

$FP$  為區域森林生態系統木材價值， $S_i$  為第  $i$  類林分類型的分布面積（ha）， $v_i$  為第  $i$  類林分單位面積的淨生長量（ $m^3/ha$ ）， $P_i$  為第  $i$  類

林分的木材價值（元/m<sup>3</sup>）。

(三) 替代價格方法被用來評估非木材林產品或林副產品(Non-Timber Forest Products，NTFPs)。市場價格或當地市場上接近替代品的價格被用來評估薪材、竹子、蜂蜜、野果、堅果、塊莖和灌木等非木材林產品（Ninan and Kontoleon，2016）。

$$V_{NTFP} = \sum_{i=1}^n X_i \times P_i \quad (16)$$

$V_{NTFP}$  為非木材林產品的總經濟價值， $X_i$  為第  $i$  種非木材林產品的產量（m<sup>3</sup>）， $P_i$  為第  $i$  個非木材林產品的價格（元/m<sup>3</sup>）。

#### 四、森林遊憩效益

效益轉移法有兩大類，即數值轉移(Value Transfer)和函數轉移(Function Transfer)，前者又可以分為點對點轉移(Single Point Estimate Transfer)和平均值轉移(Average Value Transfer)；後者分為需求函數轉移(Demand Function Transfer)和 Meta 分析函數轉移(Meta-Analysis Benefit Transfer)(石平，2010)，如下圖 2 所示。

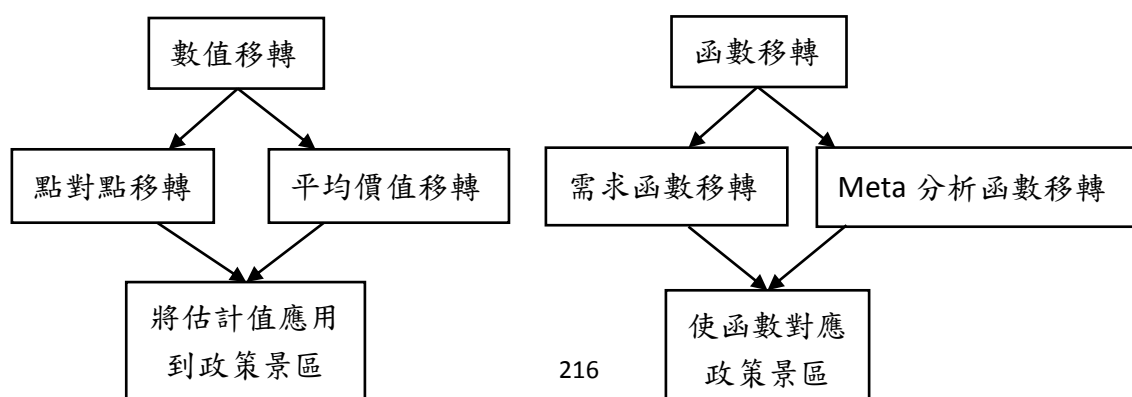


圖 6-1 效益轉移法(石平，2010)

從整體來說，函數轉移法比數值轉移法更有優勢，如 Loomis(1992) 用平均值轉移法和函數轉移法評價美國三個不同洲釣魚活動之遊憩效益，其結果為函數轉移法之誤差比平均轉移法為低，且 Bergstrom *et al.* (1999)也通過實證中效益檢驗，函數轉移法較數值轉移法好。因函數轉移法考慮了不同地區之間人口統計特徵、環境屬性等方面之不同(趙玲、王爾大，2011)，故大多以函數轉移法作為遊憩效益之計算。而本計畫是利用 Meta 分析函數轉移法，是將大量現有的遊憩資源效益評價的實證研究作為樣本，通過多元迴歸分析方法以估計效益轉移函數，因其考慮了不同研究區域之間之差異性，使轉移結果更加趨於遊憩效益真實分布的平均值，而使轉移誤差降低，相較於需求函數轉移法會由於變量之差異而產生較高之轉移誤差(趙玲、王爾大，2011)，且根據 Brouwer and Spaninks (1999)之研究也證實 Meta 分析函數轉移法為較好之效益轉移方法，其在環境資源經濟效益研究應用很廣，最早將 Meta 分析進行遊憩效益評價為 Smith and Kaoru(1992)已移 Walsh *et al.*(1989)的兩篇文章，之後研究項目廣泛運用包括濕地(Brouwer *et al.*，1999)、地下水評價(Boyle *et al.*，1994)等，故本計畫用 Meta 分析函數轉移法作為估算森林遊憩效益，根據 Shreshtha and Loomis(2001)

之效益轉移法估算森林遊憩價值之一般形式如下：

$$CS_{ij} = \beta_0 + \beta_1 METHOD_{ij} + \beta_2 SITE_{ij} + \beta_3 ACTIVITY_{ij} + \beta_4 SOCECO_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (17)$$

公式(17)利用實證研究文獻中算出的單位消費者剩餘  $CS$  (元/人/日)，作為此函數的應變數；而作為函數的自變數包括  $METHOD$  為方法變數(TCM、CVM 等)， $SITE$  為景區特徵變數(景區資源類型等)， $ACTIVITY$  為遊憩活動變數(賞鳥、登山等)， $SOCECO$  為遊客之社會經濟變數(性別、年齡、教育程度、平均年收入等)。 $\beta_0$  為常數， $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、 $\beta_4$  為自變數之係數， $\varepsilon$  為誤差項。下標  $ij$  為第  $j$  個遊憩區域之第  $i$  個結果，依照效益轉移所需要使用的變數進行下列說明，如下表 19 所示，利用下方變數建立 Meta 迴歸模型，之後依序將不同樣本均值相關數據分別乘以 Meta 迴歸方程式對應的係數以求出景區地點的單位消費者剩餘(元/人/日)。

表 6-1 Meta 效益函數轉移中的變數說明

| 類型     | 解釋說明                      |                                 |
|--------|---------------------------|---------------------------------|
| 應變數    | 單位消費者剩餘                   | 連續變數(元/人/日)                     |
| 自變數    |                           |                                 |
| 方法變數   | 評價方法                      | 虛擬變數(CVM=1, TCM=0)              |
|        | 電話調查方式                    | 虛擬變數(電話調查方式=1, 其他地區=0)          |
|        | 支付卡問卷形式                   | 虛擬變數(支付卡問卷形式=1, 否=0)            |
|        | 開放式問卷形式                   | 虛擬變數(開放式問卷形式=1, 否=0)            |
|        | 二分試選擇                     | 虛擬變數(CVM 採取二分試選擇=1, 否=0)        |
|        | 單邊界                       | 虛擬變數(單邊界=1, 否=0)                |
|        | CVM 非參數估計                 | 虛擬變數(CVM 採取試求均值=1, 否=0)         |
|        | 個人旅行成本法                   | 虛擬變數(個人旅行成本法=1, 否=0)            |
|        | 時間成本                      | 虛擬變數(在旅行成本法中考慮時間成本=1, 否=0)      |
|        | 工資比率是否提供                  | 虛擬變數(在旅行成本法提供工資比率=1, 否=0)       |
|        | 工資比例                      | 連續變數(因在旅行成本法中計算時間成本需按固定的工資比例計算) |
| 景區特徵變數 | 國家森林遊樂區                   | 虛擬變數(景區為國家森林遊樂區=1, 否=0)         |
|        | 國家公園                      | 虛擬變數(景區為國家公園=1, 否=0)            |
|        | 野生動物保護區                   | 虛擬變數(景區為野生動物保護區=1, 否=0)         |
|        | 自然保護區                     | 虛擬變數(景區為自然保護區=1, 否=0)           |
|        | 自然保留區                     | 虛擬變數(景區為自然保留區=1, 否=0)           |
|        | 濕地                        | 虛擬變數(資源類型為濕地=1, 否=0)            |
|        | 河流                        | 虛擬變數(資源類型為河流=1, 否=0)            |
|        | 水資源的質量改善                  | 虛擬變數(評價為水資源的質量改善=1, 否=0)        |
| 遊憩活動變數 | 山林類活動                     | 虛擬變數(涉及山林類活動=1, 否=0)            |
|        | 水上活動                      | 虛擬變數(涉及水上活動=1, 否=0)             |
|        | 與生物有關活動                   | 虛擬變數(涉及與生物有關活動=1, 否=0)          |
|        | 綜合性活動                     | 虛擬變數(涉及綜合性活動=1, 否=0)            |
|        | 主要活動類型個數                  | 連續變數(個)                         |
| 社會經濟變數 | 男性比例                      | 連續變數(%)                         |
|        | 平均年齡                      | 連續變數(歲)                         |
|        | 平均年收入                     | 連續變數(元)                         |
|        | 大學以上比例                    | 連續變數(%)                         |
| 評價年分   | 連續變數(如：1962=1、1962=2....) |                                 |
| 樣本數    | 連續變數(個)                   |                                 |

資料來源：石平(2010)；本計畫整理

## 第二節 理論模型

### 一、林木生產效益

森林生產效益是指森林生態系統為社會提供具有一定價值的各種產品的數量和價值量。根據森林每年向社會提供的木材、竹材、薪材、木本油料及其它林副產品的實物量(體積或重量)，用這些實物量的價格作為林木生產效益的經濟計量值(李玉斌，2011)。

(一) 繆建群等人(2017)利用市場價值法計算江西高天岩自然保護區產品供給(Primary Production)的總經濟價值，產品供給主要指林木產品和林副產品(具體包括：樹皮、樹脂、種實、落枝、樹葉、灌藤、竹筍、草類、菌類等)，公式計算如下：

$$V_P = \sum_{i=1}^n M_i \times P_i \quad (1)$$

$V_P$  為產品供給的總經濟價值(元)， $M_i$  為第  $i$  種產品的產量( $m^3$ )， $P_i$  為第  $i$  種產品的價格(元/ $m^3$ )。

(二) 活立木潛在的價值是林木生產效益的重要組成部分。目前立木價值的計算常用方法有收益法、成本法、市場價值法等。一般採用市場價值法來評估其價值，根據當地林區森林資源統計資料和主要樹種立木市場價計算活立木蓄積年增長量價值(許紀泉，2006)，公式計算如下：

$$FP_i = S_i \times v_i \times P_i \quad (2)$$

$FP$  為區域森林生態系統木材價值(元)， $S_i$  為第  $i$  類林分類型的分布面積(ha)， $v_i$  為第  $i$  類林分單位面積的淨生長量( $m^3/ha$ )， $P_i$  為第  $i$  類林分的木材價值(元/ $m^3$ )。

(三) 替代價格方法被用來評估非木材林產品或林副產品(Non-Timber Forest Products, NTFPs)。市場價格或當地市場上接近替代品的價格被用來評估薪材、竹子、蜂蜜、野果、堅果、塊莖和灌木等非木材林產品(Ninan and Kontoleon, 2016)，公式計算如下：

$$V_{NTFP} = \sum_{i=1}^n X_i \times P_i \quad (3)$$

$V_{NTFP}$  為非木材林產品的總經濟價值(元)， $X_i$  為第  $i$  種非木材林產品的產量( $m^3$ )， $P_i$  為第  $i$  個非木材林產品的價格(元/ $m^3$ )。

本計畫最終使用公式(2)進行林木生產效益評估，考量林木生產效益除了森林木材價值外，須扣除木材生產所需花費之伐採成本以進行林木生產效益評估，而本計畫並未考慮造林成本之原因為兩研究礦區未進行採礦作業之前，屬天然闊葉雜木林，故無需考量造林成本。而為得知兩研究礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之每年林木生產效益，本計畫採用年金終值公式，將 20 年林木生產效益換算成年金，如公式(4)所示：

$$B = F \times \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (4)$$

上述公式中  $B$  為年金(元)， $F$  為年金終值(元)， $i$  為利率， $n$  為期

數，本計畫之利率採用行造林貸款優惠利率 1.25%計算。

## 二、碳貯(吸)存效益

1997 年生效之京都議定書(Kyoto Protocol)第 3.3 與 3.4 條規範提到：「森林具有正的外部效益，政府或社會應對私有土地建立經濟誘因機制，以促使私有地主造林，提升森林正外部性」；又如被視為延續京都議定書之巴黎協議(Paris Agreement)，協議中第 5 條亦鼓勵各國實施及支持「減少毀林及森林退化造成的溫室氣體排放倡議(Reduce Emissions from Deforestation and Degradation, REDD)」，以及期望各先進國家能夠在開發中國家進行保育、森林永續發展和促進森林碳貯存等各項活動。本計畫使用效益移轉法進行森林碳貯(吸)存效益評估，效益移轉法主要是透過既有且與研究主題相關的文獻，將其研究成果移轉到尚未進行評估的地區，而移轉目的在於降低新研究所需耗費的時間與成本。此方法為一種次級價值法，利用既有文獻的研究成果，探索其他相同或相似的環境財價值(Smith *et al.*, 2002; Iovanna and Griffiths, 2006; Colombo and Hanley, 2008; Johnston and Rosenberger, 2010)。效益移轉法主要包含下列兩種移轉方法(Johnston and Rosenberger, 2010; Rosenberger and Loomis, 2000)：

### (一) 單位價值移轉

單位價值移轉(Unit Transfer, Value Transfer)假設先前研究之研究地點的單位價值可以代表政策地點(Policy Site)，以過去研究之單位價值資

料評估本計畫區域之生態系統服務價值。

## (二) 函數移轉

函數移轉(Function Transfer)是將研究地點的效益函數(Benefit Function)，移轉到政策地點之價值估計研究中進行計算，其功能旨在解釋某些生態系統服務的經濟成本或效益。部分研究人員認為函數移轉較單位移轉方法更加可靠，因為函數移轉法能夠包含更豐富的資訊，且在移轉過程中囊括更完備的各項因素(Loomis, 1992; Kirchhoff *et al.*, 1997; Bateman *et al.*, 2011)。然而本計畫考量價值評估研究之成本與時間等因素，且期望先以效益移轉法作為篩選技術，再行決定是否進行更詳細更高成本的初始價值評估研究(Bergstrom and Civita, 1999; Smith *et al.*, 2002; Colombo and Hanley, 2008; Johnston and Rosenberger, 2010; Mavsar *et al.*, 2013; Richardson *et al.*, 2015)，因此本計畫於森林碳貯(吸)存生態系統服務價值評估上，將以效益移轉法之單位價值移轉作為效益評估方法。

林木的碳貯量推估模式，可將林木材積藉由基礎木材密度換算出林木生物量，再利用林木生物量與地上部、地下部生物量的擴展係數與碳含量等轉換係數，估算出碳貯存量，採用 IPCC (2006)碳貯存量估算式，如公式(5)所示：

$$C = V_t \times BD \times BEF \times (1+R) \times CF \quad (5)$$

其中 C (Carbon Storage)為林木每公頃碳貯存量(ton C/ha)， $V_t$ 為林齡為

$t$  時每公頃之林木材積( $m^3/ha$ )， $BD$  (Basic Wood Density)為基礎木材密度( $ton/m^3$ )， $BEF$  (Biomass Expansion Factors)為林木生物量的擴展係數， $R$  (Ratio of Below-Ground Biomass to Above-Ground Biomass)為根莖比， $CF$  (Carbon Fraction)為碳含量比率。

姚銘輝及陳守泓(2005)表示臺灣在碳平衡方面的研究較集中在森林地區，森林二氧化碳通量來源可分為以下三部分：(1)植物葉片因光合作用對二氧化碳之吸收；(2)土壤根部或微生物之呼吸量；(3)植株地上部之呼吸量。

$$Q_{RCS} = Q_{RC} \times A_R \quad (6)$$

公式(6)係藉由效益移轉法估算森林之碳貯(吸)存效益，利用森林二氧化碳貯存量( $ton\ CO_2/ha$ )或二氧化碳吸存量( $ton\ CO_2/ha/年$ ) $Q_{RC}$ 與森林面積  $A_R$  ( $ha$ )相乘，便會得到森林總二氧化碳貯(吸)存量  $Q_{RCS}$ 。估算出森林總碳吸存量後，Ninan and Kontoleon (2016)研究表示，許多研究者主要使用以下三種替代方法，進行碳吸存服務之效益價值評估：(1)碳稅法或碳價格，此方法之資料相對容易獲取；(2)造林成本法，此方法可利用資料則較少且取得困難；(3)邊際社會損害成本，此成本即為額外排放碳到大氣中所造成的經濟損失。本計畫亦參照其建議並依據現有資料，選擇碳價格與邊際社會損害成本做為評估森林碳吸存效益之參數：

$$V_{RC} = Q_{RCS} \times P_C \quad (7)$$

公式中，係以前述公式得到的森林二氧化碳吸存量，分別乘以碳價格與邊際社會損害成本  $P_C$  (元/ton)，便可得到森林總碳吸存效益  $V_{RC}$  (元/年)。

### 三、水源涵養效益

水文平衡收支法(Water Balance, Water Budget)是將森林生態系統視為一封閉系統，直接考慮土壤中水源的輸入與輸出，被廣泛運用於許多水資源涵養量的計算上。水文平衡收支法為研究水源涵養的基礎(孫立達、朱金兆，1995)，其中降水量與森林蒸散量等其他消耗之差便是森林水源涵養量，再將森林水源涵養量(蓄水量)乘上區域之森林面積，即可得到森林總水源涵養量。公式計算如下：

$$Q_w = (Q_P - Q_{ET}) \times A \times 10^{-1} \quad (8)$$

$$Q_V = Q_P - Q_{IE} - Q_{ET} \quad (9)$$

$$Q_{IE} = Q_P - Q_{ET} \pm \Delta S \quad (10)$$

肖寒等(2000)將水文平衡收支法整理為式(8)， $Q_w$  為每年平均森林總水源涵養量( $m^3$ )，或稱森林總蓄水量， $Q_P$  為年均降水量(mm)， $Q_{ET}$  為年均蒸發散量(mm)， $A$  為森林面積(ha)，此式僅考慮降雨量減去蒸發散量，然而影響水源涵養的因子有許多，因此中國國家林業局(2008)提及使用水文平衡收支法時應因地制宜，以經驗取得適合當地的逕流係數，其所使用之公式為式(9)，式中  $Q_V$  為每單位面積土壤蓄水量(mm)， $Q_{IE}$  為年均逕流量(mm)，除蒸發散量以外另外將逕流量也納入

考量，而每單位面積土壤蓄水量乘以林地面積，經單位換算後亦可得到森林總水源涵養量。公式(10)與前兩式有些差異，此式並非直接估算森林之水源涵養量，而是在於探討年均降水量、蒸發散量、逕流量以及  $\Delta S$  地下水滲透量(mm)之間的關聯性，從式中可得知年均逕流量隨年均蒸發散量而變化，年均逕流量則受到不同的土地利用型影響(陸象豫，1996)。

$$Q_V = \theta \times Q_P \quad (11)$$

除公式(8)至(10)外，亦有研究將研究資料彙整，計算出經驗公式，將蒸發散量與逕流量以係數取代，如公式(11)中的  $\theta$  便取決於不同的林型或土地條件，由此可看出水文平衡收支法計量項目較為精細且多樣化(周佐辰，2011)。

$$V_{WC} = Q_W \times C_{RW} \quad (12)$$

$V_{WC}$  為森林每年涵養水源之平均效益價值(元)， $Q_W$  為經由前述方法估算出的年均森林總水源涵養量( $m^3$ )， $C_{RW}$  為水庫單位容積造價(元/ $m^3$ )，在計算生態系水源涵養服務時，目前大多以水庫單位儲水容積造價計算，以人工建造物取代生態系原有的功能，屬於市場價值法中的重置成本，部分文獻中稱為影子工程法或替代工程法，此價格可能還包含營運費、維護費等。一般水庫在建造時，預設使用年限為 50 年，隨著水庫的使用時間增加、設備折舊，必需多乘上折現率(Discount Rate)，或將幣值改變的情況考慮進去。

Ninan and Inoue (2013)使用水庫儲水成本估算日本森林保護區的水源涵養效益，水庫每年每立方公尺蓄水量之儲存成本為 137.15 日圓，約新台幣 39.32 元；Ninan and Kontoleon (2016)則用此法評估印度國家公園的水源涵養價值，顯示其 Kabini 水壩每立方公尺蓄水之折現成本為每年 0.58 盧比，約新台幣 0.27 元；中國國家林業局(2008)公告之《森林生態系統服務功能評估規範》亦使用此方法，故許多文獻依循此方法，採用的水庫造價介於每立方公尺 0.86 至 6.11 人民幣之間，約 4.25 至 30.20 元新台幣；而臺灣翡翠水庫的單位容積造價為每立方公尺 86.8 元(周佐辰，2011)，較日本與中國高出許多；北京市森林生態系統之水源涵養價值，若單指土壤蓄水量部分，Zhang (2010)之研究評估其水庫單位容積造價為 21.5 億人民幣，換算約 103.2 億元新台幣。

本計畫主要係以水文平衡收支法進行水源涵養量之評估，此法為研究水源涵養量之基礎，且廣泛被運用於估算各類型土地利用中水源涵養量研究中，其所需之資料相對容易取得，且參數所涵蓋的因素較廣泛且複雜(如森林與位置特性、冠層覆蓋、土壤剖面、降雨事件的雨量、模式及強度、地形等)，較適合做整體區域之概況評估，而在諸多評估水源涵養量方法中，Ninan and Kontoleon (2016)研究表示依照評估區域所提供之水文效益或服務面向作為選擇方法的基礎較為合適。另

外於森林水源涵養量之水文平衡收支法計算上，本計畫依據 Ninan and Kontoleon (2016)、肖寒等(2000)以及中國國家林業局(2008)所提供之模式進行估算：

$$Q_P \times R_{ET} = Q_{ET} \quad (13)$$

$$Q_P \times R_{IE} = Q_{IE} \quad (14)$$

研究區域內每年平均降雨量  $Q_P$  (mm) 分別乘以該區域平均蒸發散率  $R_{ET}$  與逕流率  $R_{IE}$ ，即可得到區域內每年平均蒸發散量  $Q_{ET}$  (mm) 以及年均逕流量  $Q_{IE}$  (mm)。

$$Q_V = Q_P \times (1 - Q_{ET}/Q_{IE}) \quad (15)$$

$$Q_V = Q_P - Q_{ET} \quad (16)$$

$$Q_V = Q_P - Q_{IE} - Q_{ET} \quad (17)$$

$$Q_V \times A = Q_W \quad (18)$$

$Q_V$  為森林區域每單位土壤之蓄水量(mm)，利用年均降水量、蒸發量及逕流量計算出單位蓄水量之公式(15)至(17)依順序分別標註為方法 I (Ninan and Kontoleon, 2016)、方法 II (肖寒等，2000)與方法 III (中國國家林業局，2008)，將單位蓄水量與森林區域總面積  $A$  (ha) 相乘，經單位換算後便可得到該區林地留存之總儲水量  $Q_W$  (m<sup>3</sup>/年)，於水文平衡收支法中此為森林總水源涵養量。

即使相對水文平衡收支法，退水曲線位移法較適合進行小區域尺度之水源涵養量評估，此法所考量之參數也相對水文平衡收支法單純，僅需集水區圖資、年降雨量與河川日流量做為資料基礎，其中連續的河川日流量歷線資料為必要條件 (周子暉，2016)。然而本計畫區域所

選定之礦區分別位處和平溪流域(臺泥勇士山礦區)，以及東澳北溪流域(信大太白山礦區)，經濟部水利署所提供之資料中僅有和平溪之日流量資料，故在執行此較為精細之小區域尺度評估上有所困難。而本計畫主要是期望依據礦區周遭之森林概況進行復原模擬評估，因此在缺乏相關河川資料以及期望以動態過程檢視評估區域之水源涵養量，本計畫最終選取水文平衡收支法進行評估，並從經驗公式中選取三種水文平衡收支法進行評估與結果比對，以利後續政策參考。

$$(R_C + C_{TM}) \times D \times (1 - (1 + D)^{-L_R})^{-1} \div Q_R = C_{RU} \quad (19)$$

$$Q_W \times C_{RU} = V_{WC} \quad (20)$$

在水源涵養價值評估部分，本計畫係以重置成本之水庫單位容積造價進行估算，此法除了操作相對簡單、資料獲取較容易、所需時間以及花費較少等優點外，其所估算之結果亦較為貼近市場價值(Ninan and Kontoleon, 2016)。公式(19)係以臺灣水庫建造支出  $R_C$  (元)，水庫設施可運行壽命  $L_R$  (年)與折現率以及該水庫年均維護成本換算為總維護費用現值  $C_{TM}$  (元)，前述兩項相加後以折現率計算年金，接續再將此年金除以該水庫總蓄水量  $Q_R$  ( $m^3$ )，可得到水庫單位容積造價  $C_{RU}$  (元/ $m^3$ )。公式(20)將所得之森林涵養水源量  $Q_W$  ( $m^3$ /年)與水庫單位容積造價相乘，即可估算出此區域森林涵養水源效益價值  $V_{WC}$  (元/年)。

#### 四、森林遊樂效益

由於本計畫之研究地點之森林已開發成礦區，因此本計畫於森林遊樂

效益部分，並非採用森林遊樂效益較常使用之條件評估法(CVM)或旅行成本法(TCM)，主要係以效益移轉法進行較全面性之評估，進一步推估其做為遊憩使用時之森林遊樂效益。非市場財貨之價值評估，特別是要利用問卷調查蒐集原始資料的條件評估法(Contingent Valuation Method, CVM)，雖是當前認為可以評估到較廣泛之價值內涵的方法(Freeman, 2003)，然而往往需要花費大量的時間與金錢(Shrestha and Loomis, 2001； Barton, 2002)，且常常礙於研究經費與時間的限制，以致於無法隨時執行新的研究計畫。因而在許多情況下，該資源之價值不是被忽略，不然就是一直沿用過去評估的結果，如此使得相關當局無法對資源做即時有效的管理與規劃；然而，效益移轉法能解決非市場價值評估法在使用上所面臨的時間及經費上的限制，進而提高非市場財貨之價值評估效率，於是此一方法在過去曾被廣泛地應用(Loomis and White, 1996; Shrestha and Loomis, 2001; Downing and Ozuna, 1996; VandenBerg *et al.*, 2001; Barton, 2002)，效益移轉法是利用過去對特定資源之價值的評估結果，移轉到另一個未評估的資源，以推估出此一資源之價值，或是移轉到更多類似的資源價值上，過去曾經被研究或評估過之對象稱為研究地點(Study Site)，未研究而被移轉之對象稱為政策地點(Policy Site)(吳珮瑛等人，2009)。

Rosenberger and Loomis(2000)將效益移轉法歸類為兩大類，即為數值

移轉(Value Transfer)和函數移轉(Function Transfer)。前者可分為點對點移轉(Single Point Estimate Transfer)和平均值移轉(Average Value Transfer)；後者則可分為效益函數移轉(Benefit Function Transfer)和Meta 分析函數移轉(Meta-Analysis Benefit Transfer)(趙玲，2013)，如圖 6-1 所示。

整體而言，函數移轉法較數值移轉法更有優勢，是因為前者可以降低許多效益移轉的誤差，如 Loomis (1992)使用平均值移轉法和函數移轉法評價美國三個不同州釣魚活動之遊憩效益，其結果為函數移轉法之誤差比平均值移轉法為低，且 Bergstrom 等人(1999)也通過實證效益檢驗，顯示函數移轉法較數值移轉法好，因函數移轉法考慮地區、人口統計特徵、環境屬性等方面之差異(趙玲與王爾大，2011)，故大多以函數移轉法作為遊憩效益之計算。

此外，研究地點必須符合幾項基本原則才能進行效益移轉，吳珮瑛等人(2009)整理出選擇研究地點的五個原則：第一個基本原則就是研究地點與政策地點的研究對象有相同或相似的性質，並且擁有相同或相似的價值內涵(Boyle and Bergstrom, 1992; Desvousges, Naughton and Parsons, 1992; Arrow *et al.*, 1993; 蕭代基，2002)；第二個基本原則是政策地點必須選擇安全可靠的研究結果作為資料來源，也就是說我們所選擇的研究地點也一樣要擁有可靠的資料，研究者採用穩健的經濟方

法，經過正確的分析步驟而推估出其結果，方能作為政策地點有效的資料來源(Desvousge, Naughton and Parsons, 1992)，如此才能避免造成效益移轉的誤差(Boyle and Bergstrom, 1992)；第三個基本原則是研究地點與政策點必須擁有非常相似或相同的人文背景與社會經濟特徵，並且有相似的財產權分配與市場條件。如此利用研究地點之研究結果所推估之價值，才能充分反映政策地點之人文背景與社會經濟特徵。若兩者的特徵差異太大，研究地點所評估之價值又僅能反映當地的人文背景與社會經濟特徵，如此就未必能充分反映政策地點的情況，以致無法進行有效的效益移轉，而且研究地點之間的研究背景也不能相差太多，才能避免各篇研究之間的差異而降低效益移轉的有效性(Desvousges, Naughton and Parsons, 1992; Boyle and Bergstrom, 1992; Rosenberger and Loomis, 2000; Shrestha and Loomis, 2001)。

但是實際的情形是能夠蒐集到的資料是相當有限的，在短時間內一般是無法找到很多研究背景與政策地點相當接近的研究，於是我們勢必放寬研究地點之研究背景，才能蒐集更多與政策點相關的特定財貨之研究結果，於是研究地點的來源會出現跨國、跨年代之情形，尤其是以Meta分析作為資料分析工具之效益移轉，更容易面臨這樣的情形。這些來自跨國、跨年代的研究地點與政策地點之間的差異就是各國所使用的貨幣單位不同，其研究所評估之價值表現的方式也不同，年代的差異也會使貨幣價值產生折現的問題。為了克服研究地點與政策地

點之間的差異問題，在進行效益移轉之前，必須對所蒐集之研究結果進行適當處理，包括統一貨幣單位與考慮通貨膨脹(Inflation)之影響。例如可以採用購買力平價指數(Purchasing Power Parity Index, PPP)或消費者物價指數(Consumer Price Index, CPI)，以調整跨國、跨年代之研究地點所評估之結果；選擇研究地點的第四個基本原則為我們所設定的效益移轉模型必須採用容易取得資料，而且能夠有效解釋研究地點與政策地點之特性的變數。也就是說，要配合政策地點所評估之資源特徵與所蒐集資料的形式，來設定最適合的解釋變數，同時還要包括能充分解釋政策地點與研究地點之人文背景與社會經濟特徵之變數，才能推估出有效的效益模型；選擇研究點之最後一項基本原則為從研究地點開始研究的時間到政策地點移轉的完成時間，這段期間內所產生的變化影響都要列入考慮，例如考慮貨幣的匯率兌換與效益現值轉換等(Boyle and Bergstrom, 1992; Desvousges, Naughton and Parsons, 1992; 蕭代基等，2002)。

為了解決效益移轉在資料蒐集相對困難的問題，環境經濟學家以Meta 分析作為效益移轉資料蒐集的分析工具(Shrestha and Loomis, 2001)。Meta 分析函數移轉法是以蒐集大量現有相關資源效益評估之實證研究作為樣本，透過多元迴歸分析以估計 Meta 效益移轉迴歸模型，如此不僅能更有系統的利用已存在之研究結果而達到效益移轉之

目的，也能利用迴歸分析來推估模型中各變數對政策地點效益的影響 (Shrestha and Loomis, 2001)，且亦考量不同研究區域間之差異性，使移轉結果更趨近於資源評估效益實際分布的平均值，以降低移轉誤差，此法與效益函數移轉法相比，較不易有變數之差異且移轉誤差較小 (吳珮瑛等人，2009)。Brouwer and Spaninks (1999)之研究也證實 Meta 分析函數移轉法為較佳之效益移轉法，其在環境資源經濟效益研究應用層面較廣。最早將 Meta 分析進行遊憩效益評價為 Smith and Kaoru (1990)以及 Walsh 等人(1989)的兩篇文章，之後研究項目廣泛運用包括濕地(Brouwer *et al.*, 1999; Woodward and Wui, 2001)與地下水評價 (Boyle, 1994)等。Shrestha and Loomis (2001)亦以 Meta 分析進行戶外遊憩活動效益評估。

本計畫採用 Meta 分析函數移轉法以估算森林遊樂效益，根據 Shreshtha and Loomis (2001)之效益移轉法估算森林遊樂價值之一般形式如下：

$$WTP_{ij} = \beta_0 + \beta_1 METHOD_{ij} + \beta_2 SITE_{ij} + \beta_3 ACTIVITY_{ij} + \beta_4 SOCECO_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (21)$$

公式(21)利用實證研究文獻中所估算之單位願付價格  $WTP$  (元/人/年)，作為此函數的應變數；而作為函數的自變數包括  $METHOD$  為方法變數(TCM、CVM 等)， $SITE$  為地點特徵變數(地點資源類型等)， $ACTIVITY$  為遊憩活動變數(賞鳥、登山等)， $SOCECO$  為遊客之社會

經濟變數(性別、年齡、教育程度、平均年收入等)。 $\beta_0$  為常數， $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、 $\beta_4$  為自變數之係數， $\varepsilon$  為誤差項。下標  $ij$  為第  $j$  個遊憩區域之第  $i$  個結果；迴歸模型的變數設定方面，可以根據政策點的人文活動或地點特徵，以及介於研究地點之間之差異，來設計 Meta 迴歸模型，使每一個變數都能符合政策點之需求，而所蒐集之文獻可能因研究方法不同而產生研究結果之差異，亦可藉由方法變數的設定加以調整，至於其他影響效果未知的變數，則可以繼續沿用研究地點的效益評估模型之變數(Rosenberger and Loomis, 2000; Woodward and Wui, 2001; Folrax, Groot and Mooij, 2002；吳珮瑛等人，2009)；而 Meta 迴歸模型建立後，可依序將不同相關變數之樣本均值分別乘以 Meta 迴歸方程式對應的係數以求出政策地點之單位消費者剩餘(元/人/年)。

使用 Meta 迴歸模型來推估與預測未來時間點類似資源之非市場價值，最重要的必須確認由 Meta 迴歸模型所評估之效益價值，與原始研究所獲得的實際價值之差異是否在可接受的範圍內，以此評估 Meta 迴歸模型的效益移轉結果。相關檢定常用的方法包括成對 t 檢定(Paired t-Test)與相關分析(Correlation Analysis)等方法(Shrestha and Loomis, 2001; 吳珮瑛等人，2009)：

#### 1. 成對 t 檢定

成對 t 檢定是用來檢驗 Meta 迴歸模型所推估之效益價值( $WTP^{Meta}$ )與

原始研究所得到的效益價值( $WTP^{True}$ )，在統計上是否具有一致的結果。利用 Meta 迴歸模型所推估之效益值與原始研究之實際價值間的差異，來進行成對 t 檢定，亦即可以將用於 Meta 迴歸模型所有原始資料之各篇文獻的研究成果，與利用 Meta 迴歸模型所推估之效益值做比較。假設  $\mu_D$  是指各篇文獻的推估效益值與實際價值之間的差異之期望值平均數，其檢定之假設為

$$H_0 : \mu_D = 0$$

$$H_1 : \mu_D \neq 0 \quad (22)$$

成對 t 檢定的統計量可表示為

$$t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{S_D / \sqrt{n_p - 1}} \quad (23)$$

(23)中的自由度(d.f.)為  $n_p - 1$ ，其中  $D$  為介於每組 Meta 迴歸模型所推估的效益與原始研究所得的實際價值之間的差異； $\bar{D}$  是指各組效益差的平均數； $S_D$  是指各組效益差的標準差； $n_p$  是指成對 t 檢定用來檢定的文獻數目。如果 t 值具有統計上的顯著，則拒絕  $H_0$ ，表示 Meta 迴歸模型與原始研究所推估的效益價值存在差異，亦即 Meta 迴歸模型所推估之效益價值無法表現政策點之效益價值，反之，如果 t 值小於自由度之下的臨界值( $t_{np-1}$ )，則接受  $H_0$ ，表示 Meta 迴歸模型所推估之效益值與原始研究所獲得之實際價值之間不存在差異，亦即利用此模型能進行特定資源之效益移轉，其所推估之效益值能有效反映特定資

源之實際價值。

## 2. 相關分析

相關分析是用來描述兩個變數之間的相關程度，通常會結合迴歸分析，以估計由迴歸模型所推估之結果與原始資料的接近程度。相關分析亦可用來評估 Meta 迴歸模型所推估之效益值，與原始研究所得到的實際價值之間的一致性，一般以 Pearson's 相關係數(Correlation Coefficient,  $\gamma$ )來表現介於兩個效益值之間的相關程度，其檢定之假設如(24)式所示

$$H_0 : \gamma = 0$$

$$H_1 : \gamma \neq 0 \quad (24)$$

其 t 檢定的統計量可表示為

$$t = \frac{\gamma}{\sqrt{\frac{1-\gamma^2}{n-2}}} \quad (25)$$

若檢定結果之 t 統計量大於所選定的顯著水準下的臨界值，則拒絕  $H_0$ ，表示兩個效益值之間存在顯著的關係，也就是說，當相關係數大於 0 時，Meta 迴歸模型所推估之效益值與原始研究所得之實際值之間存在正相關，前者會因後者所得到的值愈大而推估出愈大的效益值。反之，相關係數小於 0 時，則 Meta 迴歸模型所推估之效益值與原始研究所得到的實際值有反向的變動趨勢。若相關分析檢定結果為 t 統計量小於臨界值，則接受  $H_0$ ，表示兩個效益值沒有顯著相關性。

### 第三節 現場查核實證結果

#### 一、參數設定

##### (一) 研究區域相關參數

##### 研究區域範圍及區域面積

本計畫之研究區域為太白山礦區及勇士山礦區，兩礦區皆位於林務局國有林礦區租地範圍內。表 6-2 為研究礦區之基本資料，太白山礦區位於宜蘭縣南澳鄉東岳村，面積約 36.1 公頃，海拔高程介於 544 至 1,055 公尺，由信大水泥公司承租；勇士山礦區位於花蓮縣秀林鄉和平村，面積約 31.5 公頃，海拔高程介於 746 至 1,202 公尺，由臺灣水泥公司承租。

表 6-2 研究礦區之基本資料

| 礦區  | 縣市  | 鄉鎮市 | 村里  | 面積(ha) | 高程(m)     |
|-----|-----|-----|-----|--------|-----------|
| 太白山 | 宜蘭縣 | 南澳鄉 | 東岳村 | 36.1   | 544-1,055 |
| 勇士山 | 花蓮縣 | 秀林鄉 | 和平村 | 31.5   | 746-1,202 |

資料來源：本計畫整理。

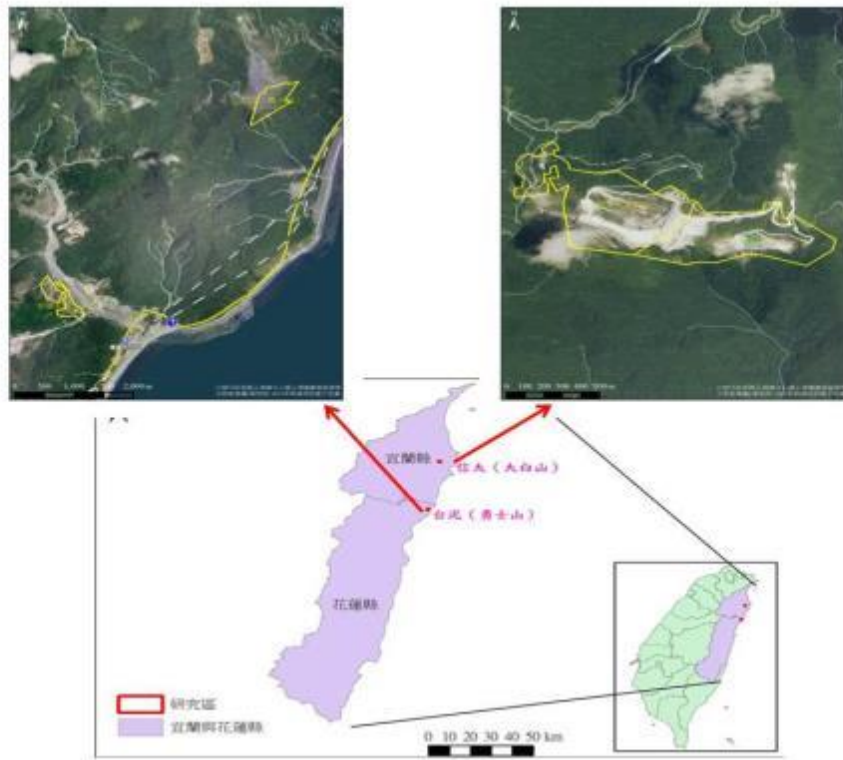


圖 6-2 信大水泥公司太白山礦區及臺灣水泥公司勇士山礦區地形圖

資料來源：本團隊製作(2017)

### 研究區域之森林假設

由於本計畫評估之區域為國有林礦區租地，其地表森林已全數轉變為採礦區之裸露地，而為評估此地區因土地利用型的轉換而損失之生態系服務正向效益，故本計畫提出三點假設來進行說明：

假設 1：本計畫所選取之研究礦區，其採礦年份皆已超過 20 年，故本計畫假設兩研究礦區之森林倘若未進行採礦，其林齡至少 20 年以上。

假設 2：依據研究礦區之海拔高程範圍，本計畫假設兩研究礦區之森林原先皆為臺灣低海拔地區之天然闊葉雜木林。

假設 3：樹種組成之假設方面，本計畫根據蘇鴻傑(1984)發表之

臺灣山地植群帶，依垂直海拔分布將臺灣森林分為榕楠林帶(0-500 m)、楠櫨林帶(500-1,500 m)、櫟林帶(1,500-2,500 m)、鐵杉雲杉林帶(2,500-3,100 m)、冷杉林帶(3,100-3,600 m) 以及高山植群帶(3,600m 以上)。推估研究礦區之海拔高程範圍皆屬於榕楠林帶以及楠櫨林帶，其中榕楠林帶以各種桑科榕屬和樟科楠木類植物為主要喬木；楠櫨林帶則以樟科楠木類和殼斗科櫨木類為主要喬木。

此外，本計畫亦根據行政院農業委員會特有生物研究保育中心於 2012 年至 2016 年執行之「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳-東澳、南澳-和平、和中-大清水)施工中暨營運階段指標生物研究計畫」，將宜蘭及花蓮中低海拔山區劃分為 11 種林型，分別是樟樹-樹杞林型、大葉雀榕-樹杞林型、青剛櫟-雀榕林型、鵝掌柴-樹杞林型、水同木-澀葉榕林型、水同木-茄苳林型、森氏紅淡比-山香圓林型、杜英-香楠林型、構樹-小葉桑林型、血桐-構樹林型、木麻黃-海欖果林型，這些林型所包含樹種之科別如表 6-3 所示。

本計畫根據上述所列之樹種中，考慮林木生產效益及碳吸存效益參數有臺灣本土資料之樹種，抑或相同科別之樹種，假設兩研究礦區未進行採礦前之森林樹種包含殼斗科的櫨櫟類、樟科的楠木類、樟科的樟樹以及山茶科的木荷，以此 4 種樹種進行後續效益推估。雖然木麻黃科的木麻黃有臺灣本土資料，有鑑於木麻黃並非臺灣原生種，大

多為人工純林，與本計畫之兩研究礦區未進行採礦作業之前為天然闊葉雜木林不符，故本計畫未將木麻黃納入為未進行採礦前森林之情境分析。

表 6-3 宜蘭及花蓮中低海拔山區 11 種林型樹種之所屬科別

| 林型          | 樹種科別      |
|-------------|-----------|
| 樟樹－樹杞林型     | 樟科、紫金牛科   |
| 大葉雀榕－樹杞林型   | 桑科、紫金牛科   |
| 青剛櫟－雀榕林型    | 殼斗科、桑科    |
| 鵝掌柴－樹杞林型    | 五加科、紫金牛科  |
| 水同木－澀葉榕林型   | 桑科        |
| 水同木－茄苳林型    | 桑科、大戟科    |
| 森氏紅淡比－山香圓林型 | 山茶科、省沽油科  |
| 杜英－香楠林型     | 杜英科、樟科    |
| 構樹－小葉桑林型    | 桑科        |
| 血桐－構樹林型     | 大戟科、桑科    |
| 木麻黃－海欖果林型   | 木麻黃科、夾竹桃科 |

資料來源：特有生物研究保育中心(2017)；本計畫整理。

## (二) 林木生產效益相關參數

### 1. 林木材積推估

有鑑於本計畫評估之區域為國有林礦區租地，其地表森林已全數轉變為採礦區之裸露地，無法實際現場調查其原有森林之樹種組成及各項性態值分布並配合各樹種材積式以進行林木材積推估，故本計畫對兩礦區未進行採礦前之森林進行情境分析，以推估兩礦區森林之林木材積。

本計畫除了假設兩礦區未進行採礦前之森林樹種包含殼斗科的

櫟類、樟科的楠木類、樟科的樟樹以及山茶科的木荷之外，本計畫亦根據第四次森林資源調查報告(行政院農業委員會林務局，2016)之各林型主要樹種單位面積蓄積，取得天然林闊葉樹林型的單位面積蓄積，將其與殼斗科的櫟類、樟科的楠木類、樟科的樟樹以及山茶科的木荷 20 年生以上之單位面積蓄積量(表 6-4)納入兩礦區森林之林木材積推估中；然而，山茶科的木荷 20 年生以上之單位面積蓄積量無臺灣本土資料，故本計畫根據李沛(2015)研究中國福建省木荷人工林林分動態生長模擬，其假設木荷人工林處於自然條件下，對不同地位指數及初植密度之林分進行生長量預測；考量中國福建省與臺灣地理位置相近，故本計畫將其所模擬 20 年生之木荷單位面積蓄積量取得平均值，進行兩礦區未進行採礦前之森林進行林木材積推估之情境分析。包括以下 7 種情境假設：

情境 1：假設兩礦區森林之樹種組成皆為櫟類。

情境 2：假設兩礦區未進行採礦前之森林之樹種組成皆為楠木類。

情境 3：假設兩礦區未進行採礦前之森林之樹種組成皆為樟樹。

情境 4：假設兩礦區未進行採礦前之森林之樹種組成皆為木荷。

情境 5：假設兩礦區未進行採礦前之森林皆為天然闊葉林。

情境 6：假設兩礦區未進行採礦前之森林為櫟類、楠木類、樟樹、木荷混合組成。

情境 7：假設兩礦區未進行採礦前之森林為櫟櫟類、楠木類、樟樹、木荷以及天然闊葉林混合均勻組成。

表 6-4 各樹種、闊葉樹林型單位面積蓄積量

| 樹種/林型 | 單位面積蓄積量( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) | 林齡(年)            | 參考文獻              |
|-------|-----------------------------------|------------------|-------------------|
| 櫟櫟類   | 102.25                            | 20-30            | 鄭欽龍 (2009)        |
| 楠木類   | 122.87                            | 20-30            | 鄭欽龍 (2009)        |
| 樟樹    | 186.11                            | 20               | 林俊成 (2002)        |
| 木荷    | 150.23                            | 20               | 李沛 (2015)         |
| 木麻黃   | 154.10                            | 31               | 陳財輝等 (1990)       |
| 天然闊葉林 | 198.95                            | 20 <sup>53</sup> | 行政院農業委員會林務局(2016) |

註：本計畫整理

## 2. 木材價格

圖 6-3 至圖 6-7 為本計畫根據行政院農業委員會林務局(2018)木材資訊市價系統之最新公告木材市價單一樹種報表，經由查詢所取得之近 20 年各樹種木材每年平均價格，其中本計畫採用雜木價格作為天然闊葉林價格。其中近 20 年之雜木價格波動範圍為 2,338 至 2,713 (元/ $\text{m}^3$ ) (圖 6-3)；櫟櫟類價格波動範圍為 2,654 至 2,879 (元/ $\text{m}^3$ ) (圖 6-4)；楠木類價格價格波動範圍為 2,776 至 3,315 (元/ $\text{m}^3$ ) (圖 6-5)；樟樹價格波動範圍為 2,460 至 3,241 (元/ $\text{m}^3$ ) (圖 6-6)；木荷價格波動範圍為 2,721 至 4,003 (元/ $\text{m}^3$ ) (圖 6-7)；本計畫後續將各樹種之最新公告木材價格進行敏感度分析，以進行林木生產效益之評估。

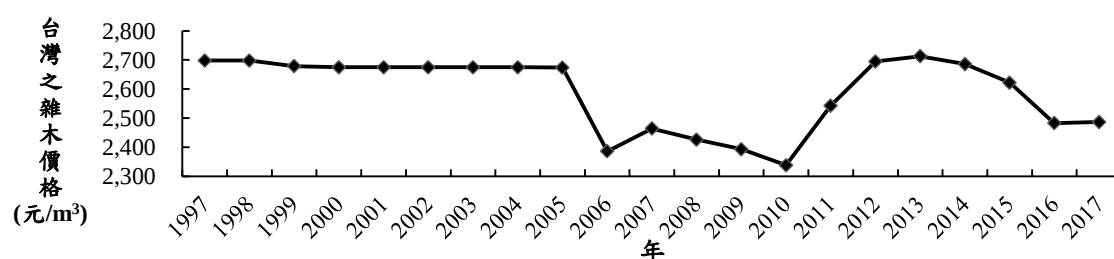


圖 6-3 臺灣近 20 年雜木價格

<sup>53</sup> 本研究假設臺灣天然闊葉林平均林齡為 20 年。

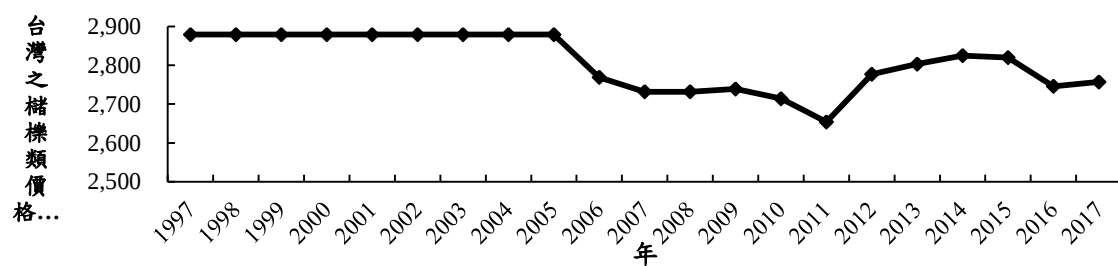


圖 6-4 臺灣近 20 年櫟類價格

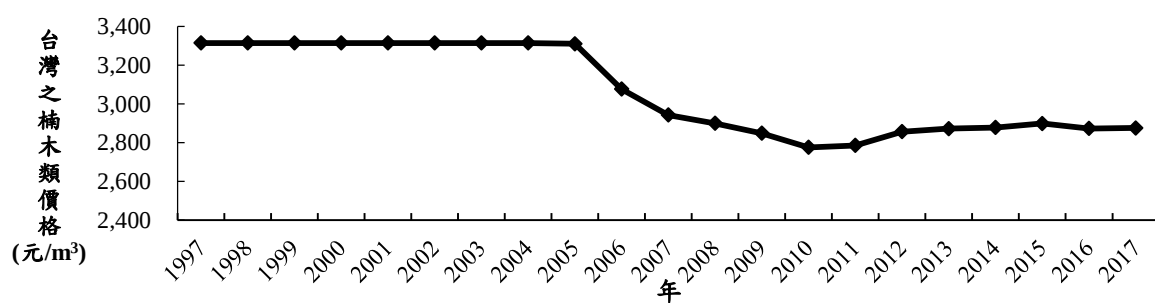


圖 6-5 臺灣近 20 年楠木類價格

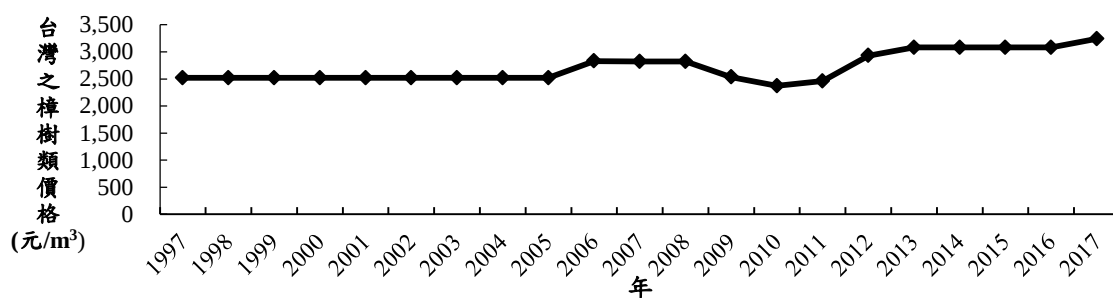


圖 6-6 臺灣近 20 年樟樹價格

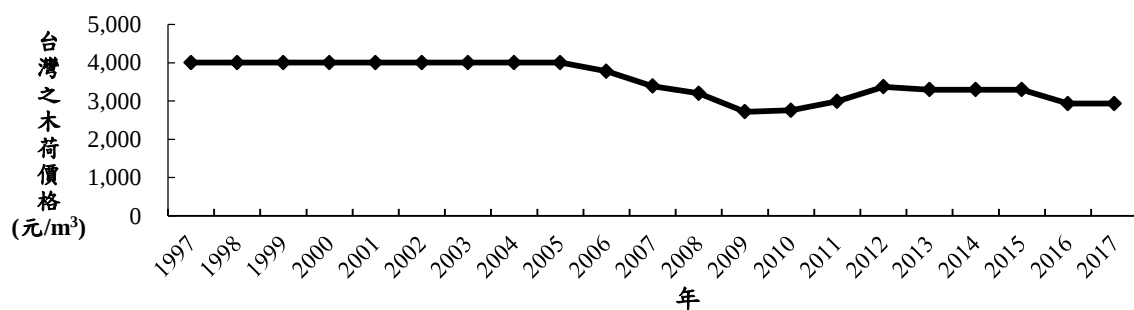


圖 6-7 臺灣近 20 年木荷價格

## 伐採成本

本計畫之伐採成本係依據鄭欽龍與施友元(2006)之研究，將南投林區管理處 46 筆國有林出租造林地的林木伐採作業成本及其作業狀況資料進行多元迴歸分析，以每筆承租林地的伐採成本為應變數，以伐採林木之利用材積、伐木工資及至最近木材市場之運輸距離為自變數，並將 46 筆資料之平均利用材積、平均伐木工資及平均運輸距離代入，可推估國有林出租造林地每立方公尺林木的平均伐採成本為 1,493 (元/m<sup>3</sup>)。

### (三) 森林碳吸存效益相關參數

為評估兩研究礦區之森林碳吸存效益，本計畫亦比照林木生產效益之林木材積推估方式，對兩礦區未進行採礦前之森林之樹種組成進行 7 種情境假設，利用 IPCC (2006) 公式推估兩礦區之碳貯量(ton/ha)，進而求得兩礦區之碳吸存量(ton/ha/年)，再使用效益移轉法評估森林碳吸存效益，表 6-5 為 IPCC 公式所需各項參數。

表 6-5 臺灣各樹種、闊葉樹林型之碳貯存量模式參數

| 樹種/林型 | $V_t$ (m <sup>3</sup> /ha) | $BD$ (ton/m <sup>3</sup> ) | $BEF$ | $R$   | $CF$   |
|-------|----------------------------|----------------------------|-------|-------|--------|
| 櫟櫟類   | 102.25                     | 0.58                       | 1.40  | 0.240 | 0.4691 |
| 楠木類   | 122.87                     | 0.46                       | 1.40  | 0.240 | 0.4693 |
| 樟樹    | 186.11                     | 0.37                       | 1.34  | 0.410 | 0.4700 |
| 木荷    | 136.40                     | 0.61                       | 1.40  | 0.240 | 0.4687 |
| 木麻黃   | 154.10                     | 0.67                       | 1.40  | 0.210 | 0.4661 |
| 天然闊葉林 | 198.95                     | 0.56                       | 1.40  | 0.240 | 0.4691 |

資料來源：林裕仁等(2002)、行政院環境保護署(2017)、李宣德與馮豐隆(2010)、陳財輝與呂錦明(1988)、林天書與伊華文(1992)

## 1. 基礎木材密度

根據林天書與伊華文(1992)研究結果指出單刺楮、小西氏石櫟之基礎木材密度(BD)皆為 0.58 公噸/立方公尺，用以代表楮櫟類之基礎木材密度。根據林裕仁等人(2002)測定臺灣地區主要用材比重，結果指出香楠之基礎木材密度為 0.46 公噸/立方公尺，用以代表楠木類之基礎木材密度；樟樹之基礎木材密度為 0.37 公噸/立方公尺；木荷之基礎木材密度為 0.61 公噸/立方公尺；木麻黃之基礎木材密度為 0.67 公噸/立方公尺。依據 2017 年國家溫室氣體排放清冊報告，其指出天然闊葉林型之基礎木材密度為 0.56 公噸/立方公尺。

## 2. 生物量擴展係數

本計畫根據李宣德與馮豐隆(2010)之臺灣地區樟樹生物量擴展係數(BEF)之建立，其結果指出樟樹之生物量擴展係數為 1.34。另根據 2017 年國家溫室氣體排放清冊報告，其指出闊葉林型之生物量擴展係數為 1.40，本計畫用以代表楮櫟類、楠木類、木荷、木麻黃、天然闊葉林之生物量擴展係數。

## 3. 根莖比

本計畫根據李宣德與馮豐隆(2010)之臺灣地區樟樹生物量擴展係數之建立，其研究指出樟樹之根莖(RS)比為 0.410。另根據陳財輝與呂錦明(1988)研究表示木麻黃之根莖比為 0.210。而 2017 年國家溫

室氣體排放清冊報告中，其指出闊葉林型之根莖比為 0.240，因此本計畫用此數值代表櫟櫟類、楠木類、木荷、天然闊葉林之生物量擴展係數。

#### 4. 碳含量比率

根據林裕仁等人 (2002) 測定臺灣地區主要用材比重，結果指出楠木類之碳含量比率(CF)為 0.4693；樟樹之碳含量比率為 0.4700；木荷之碳含量比率為 0.4687；木麻黃之碳含量比率為 0.4661。根據 2017 年國家溫室氣體排放清冊報告，其指出闊葉林型之之碳含量比率為 0.4691，用以代表櫟櫟類、天然闊葉林之碳含量比率。

#### 5. 碳價格

本計畫之碳價格參數共有 3 種：(1) 依據行政院環境保護署 (2015) 之溫室氣體減量及管理法，假設每公噸二氧化碳之碳價格 1,500 元；(2) 由於臺灣並無碳交易市場，因此亦將參考歐盟排放交易體系(EU Emissions Trading System, EU ETS)於 2017 年 10 月公告之碳價格每公噸二氧化碳 6.94 歐元(約每公噸 247.89 元新台幣)；(3) 依據美國跨部會工作小組利用三個整合性評估模型結果加以估算 2015 年每公噸 CO<sub>2</sub> 在折現率分別為 5%、3%、2.5%下的社會碳成本(Social Cost of Carbon, SCC)平均值，依序為 11、36 及 56 (美元/ton)。為適用臺灣現況，本計畫先將其先換算為 2007 年之新台幣幣值再以最新公

告之躉售物價定基指數將 2007 年幣值換算成 2018 年新台幣幣值的社會碳成本，依序在折現率 5%、3%、2.5% 分別為 326.33、1067.98 及 1661.29 (元/ton)。本計畫採納上述三種碳價格參數以利後續進行碳吸存效益評估之比較。

## (二) 水源涵養相關參數

### 1. 年均降雨量

本計畫所使用之年平均降雨量參數，係依據行政院經濟部水利署 (2015a) 以交通部中央氣象局資料編製之臺灣地區近 10 年(2005-2014) 降雨量，以及交通部中央氣象局(2017a)於 2015 至 2017 年每月氣象資料整理之年均降雨量資料，並自 28 個氣象觀測站中選取鄰近太白山礦區及勇士山礦區之氣象觀測站，利用礦區年平均降雨量避免受到相對較乾旱的 2014 年降雨量影響，以期此資料可相對較接近現今趨勢。表 6-6 即為研究礦區近 5 年(2014-2017)年均降雨量，其中太白山礦區因其地理位置選用位於宜蘭縣的蘇澳與宜蘭氣象觀測站，勇士山礦區則選用同樣位於花蓮縣的花蓮氣象觀測站。

表 6-6 研究礦區之近 5 年(2014-2017)年均降雨量

| 礦區  | 年別<br>氣象<br>測站 | 2013 年  | 2014 年  | 2015 年  | 2016 年  | 2017 年  | 5 年平均<br>值 |
|-----|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| 太白山 | 蘇澳             | 4,265.1 | 2,723.4 | 4,069.1 | 4,724.1 | 4,765.3 | 4,109.4    |
|     | 宜蘭             | 2,552.8 | 2,095.0 | 2,579.4 | 2,678.0 | 3,327.9 | 2,646.6    |
|     | 平均值            | 3,408.9 | 2,409.2 | 3,324.3 | 3,701.0 | 4,046.6 | 3,378.0    |

|     |    |         |         |         |         |        |         |
|-----|----|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| 勇士山 | 花蓮 | 1,970.9 | 1,226.6 | 1,784.6 | 3,109.2 | 1948.2 | 2,007.9 |
|-----|----|---------|---------|---------|---------|--------|---------|

註：年均降雨量之單位為毫米(mm)。

資料來源：行政院經濟部水利署 (2015a)；交通部中央氣象局 (2017a)；本計畫整理。

## 2. 年均蒸散量與年均逕流量

本計畫原先屬意於利用宜蘭縣與花蓮縣之水文相關資料，進而區別太白山礦區和勇士山礦區之蒸發散率及逕流率差異，然礙於臺灣區域性水文資料與相關文獻結果仍有些不足，因此本計畫採用行政院經濟部水利署(2015b)水資源運用實況之全臺灣蒸發散率 68.28%以及逕流率 25.36%，經換算公式求得太白山礦區以及勇士山礦區之年均蒸發散量參數與年均逕流量參數，詳如表 6-7 所示。

$$R_{ET} = \frac{Q_{ET}}{Q_P} \quad (26)$$

$$R_{IE} = \frac{Q_{IE}}{Q_P} \quad (27)$$

公式(26)與公式(27)即為換算公式，利用年降雨量  $Q_P$  (mm)、年蒸發量  $Q_{ET}$  (mm)以及年逕流量  $Q_{IE}$  (mm)，取得年蒸發率  $R_{ET}$  及年逕流率  $R_{IE}$  (又可稱為逕流係數，Runoff Coefficient, RC)後，便可計算出蒸發/逕流率，再利用年平均降雨量減去此比例即可得到有效降雨量 (Effective Rainfall, ER)，有研究者認為農林作物的水源涵養功能即為有效降雨量(Ninan and Inoue, 2013; Ninan and Kontoleon, 2016)。

表 6-7 研究礦區之年均蒸發散量與年均逕流量

| 礦區  | 年均降雨量   | 蒸發散率  | 年均蒸發散量 | 逕流率   | 年均逕流量   |
|-----|---------|-------|--------|-------|---------|
| 太白山 | 3,378.0 | 25.36 | 856.7  | 68.28 | 2,306.5 |
| 勇士山 | 2,007.9 | 25.36 | 509.2  | 68.28 | 1,370.9 |

註：年均降雨量、年均蒸發量及年均逕流量之單位為毫米(mm)，蒸發散率與逕流率則為百分比(%)。

資料來源：行政院經濟部水利署 (2015b)；本計畫整理。

### 3. 水庫相關資料

臺灣現今由行政院經濟部水利署公告實際運轉且有營運統計資料之水庫共有 95 座，其中包含 40 座主要水庫，依重要性又可區分出 17 座重要水庫，此 17 座重要水庫佔 40 座主要水庫總容量之 96.26%，佔 95 座公告水庫總容量之 91.67%，其功能有防洪、灌溉、給水及發電等(行政院經濟部水利署，2017a)。依據全國已知水庫集水區位及水庫管理機關(構)表(行政院經濟部水利署，2011)，以重要水庫與主要水庫為優先選擇，本計畫於太白山礦區選用集水區位分布於宜蘭縣的霧社、石門及德基水庫，勇士山礦區則選用集水區位分布於花蓮縣的德基與翡翠水庫。

本計畫主要利用水庫之年均維護費用、興建費用、蓄積量、現年壽命、假設壽命以及折現率進行水源涵養之單位水價計算，其中表 6-9 為研究礦區之水庫年均維護費用，此部分資料係取自行政院經濟部水利署(2017b)所提供之 2012 年至 2016 年水庫安全評估及更新維護改善執行成果報表，本計畫將水庫自籌經費與補(捐)助經費合併為維護費用，並計算各水庫 2012 年至 2016 年之年均維護費用。

表 6-8 研究礦區之水庫近 5 年(2012-2016)維護費用

| 礦區 | 水庫名稱 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 年平均 |
|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|

|          |             |            |            |             |            |             |
|----------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 霧社水庫     | 4,873,061   | 423,000    | 2,041,000  | 8,711,000   | 2,152,500  | 3,640,112   |
| 太白山 石門水庫 | 242,397,000 | 54,609,000 | 51,806,000 | 181,118,000 | 91,805,000 | 124,347,000 |
| 德基水庫     | 18,744,000  | 18,216,000 | 14,686,000 | 7,290,000   | 4,593,000  | 12,705,800  |
| 勇士山 德基水庫 | 18,744,000  | 18,216,000 | 14,686,000 | 7,290,000   | 4,593,000  | 12,705,800  |
| 翡翠水庫     | 13,983,000  | 19,486,000 | 390,000    | 750,000     | 15,505,000 | 10,022,800  |

註：維護費用之單位皆為元。

資料來源：行政院經濟部水利署(2017ab)；行政院經濟部水利署(2011)；本計畫整理。

本計畫所使用之水庫相關資料如表 6-10 所示，其中水庫有效蓄積量為水庫總容量中可調節並提供有效使用水量的部分容量，亦即總容量扣除呆容量的部分，而呆容量為出水口以下之容量，又稱為無用容量，這部分的蓄水無法放乾，因此容量主要用於蓄砂以及決定最低出水位標高之位置(行政院經濟部水利署，2017a)。而在估算水庫現年經濟成本時，會使用各水庫之現年壽命以進行折現計算，而水庫現年壽命便是根據各水庫完工時間推算至 2016 年計算取得。

表 6-9 研究礦區之水庫相關資料

| 礦區  | 水庫名稱 | 集水區位之縣市                     | 興建費用<br>(百萬元) | 有效蓄積量<br>(萬 m <sup>3</sup> ) | 年均維護<br>費用(萬元) | 完工時間<br>(西元年) | 現年壽<br>命(年) |
|-----|------|-----------------------------|---------------|------------------------------|----------------|---------------|-------------|
| 太白山 | 霧社水庫 | 南投縣、花蓮縣                     | 376.08        | 4,486.02                     | 364.01         | 1959          | 58          |
|     | 石門水庫 | 新北市、桃園縣、新竹縣、<br>苗栗縣、台中市、宜蘭縣 | 3,183.00      | 19,912.00                    | 12,434.70      | 1964          | 53          |
|     | 德基水庫 | 新竹縣、苗栗縣、台中市、<br>南投縣、宜蘭縣、花蓮縣 | 5,120.00      | 14,948.20                    | 1,270.58       | 1973          | 44          |
| 勇士山 | 德基水庫 | 新竹縣、苗栗縣、台中市、<br>南投縣、宜蘭縣、花蓮縣 | 5,120.00      | 14,948.20                    | 1,270.58       | 1973          | 44          |
|     | 翡翠水庫 | 新北市、宜蘭縣                     | 11,450.00     | 33,427.80                    | 1,002.28       | 1987          | 30          |

資料來源：行政院經濟部水利署(2017ab)；行政院經濟部水利署(2011)；本計畫整理。

關於水庫之假設壽命，臺灣一般公共建設經濟壽命為 50 年，主要是基於回收成本考量，因此水庫預設之使用年限亦是如此。然而依據美

國墾務局(Bureau of Reclamation)「建立水庫永續發展規劃方針」計畫報告所述，墾務局所管轄之水庫約有 50%壽命皆大於 60 年，近 20% 水庫有至少 80 年之壽命，而其管轄 7%之水庫則已經使用超過沉積物設計壽命(Sediment Design Life)，意即 100 年之年限(Collins, 2015)。

目前國內也有水庫自完工日期至今超過 50 年仍持續正常運轉者，如石門水庫(53 年)、烏山頭水庫(87 年)等，因此本計畫假設水庫可持續運行壽命為 100 年。

而本計畫所使用之折現率，係根據造林貸款要點，採用現行造林貸款優惠利率 1.25%進行計算(行政院農業委員會農業金融局，2016)。

#### **(四) 森林遊樂效益**

##### **1. 資料蒐集與處理**

效益轉移法最大的困難就在於難以蒐集到大量相關的、資訊充足的且品質良好的文獻。為了要克服此困難，目前最具體的做法是建立一個全新的資料庫，鼓勵研究者公布實證結果(Loomis and Rosenberger, 2006; Rosenberger and Stanley, 2006; Spash and Vatn, 2006; Wilson and Hoehn, 2006; 郭柏亨，2008)。

由於國際間的努力，至今為止陸續建立了許多線上資料庫 (McComb *et al.*, 2006)，其中最受歡迎的三個資料庫分別是「環境評估查詢目錄」(Environmental Valuation Reference Inventory, EVRI)、  
「Envalue」以及「生態服務資料庫」(Ecosystem Services Database,

ESD)。這些資料庫的資料都非常健全，而且每一個研究地點，彼此都可以互相對照、比較，比起之前研究者要投入非常多時間和精力在資料的蒐集和分類，著實方便許多。不過，在使用資料庫時仍要注意的是，資料庫每一筆資料看起來雖然非常相似，但其實大部分研究地點都有它具體分析和政策目的，彼此在內容和功能上也非常多變 (McComb *et al.*, 2006; 郭柏亨, 2008)。

本計畫為了在短時間內蒐集大量的文獻，以關鍵字「遊憩價值或遊憩效益(Recreation Value or Recreation Benefit)」等在國內外期刊文獻資料庫來蒐集大量國內外與自然資源之遊憩價值評價的相關研究，資料庫包括「EVRI」、「Science Direct」、「華藝線上圖書館」與「臺灣博碩士論文知識加值系統」等，並將所蒐集文獻的詳細資訊輸入 Excel 表格中，建立自然資源之遊憩價值評估的實證研究數據庫。經過大量蒐集文獻之結果，總共蒐集國外文獻 163 篇與國內文獻 37 篇，共計 200 篇，包含 440 筆評價結果，作為 Meta 效益移轉迴歸模型的樣本，所涵蓋的評價年份從 1977 至 2016 年，研究地點之特徵包括地理位置與資源屬性，研究地點跨及美洲、亞洲、歐洲、非洲以及其他地區，研究資源屬性包括森林、熱帶雨林，野生或保育動植物，海洋、珊瑚礁、海岸、河岸湖泊與休閒漁業，濕地、動植物棲息地、綠地景觀與休閒農場以及其他自然資源。

在資料篩選和處理過程中，由於所蒐集的文獻來自世界各國，財貨之平均 WTP 與平均年收入之貨幣單位都不同，為了使不同來源文獻之數據具有可比性且能夠順利使用 Meta 迴歸模型進行效益移轉，Shrestha and Loomis(2001)曾在研究中利用 1996 年之 PPP 來調整各國之貨幣單位與貨幣價值，而由於 PPP 是以購買力來調整貨幣單位與價值，在使用上可能會使各國的所得水準產生明顯的變化，無法提供一個比較穩定且客觀的貨幣兌換指標(吳珮瑛等，2009)，故本計畫在此不採用 PPP 來調整各國之貨幣單位與價值，而是統一先將各國貨幣價值以當年之匯率轉換為新台幣之後，再透過以歷年的消費者物價指數(Consumer Price Index, CPI)，統一將各年份的評價結果以 2017 年為基準進行調整。

由於文獻中 WTP(Willingness to Pay)值評價單位不一致，因此本計畫統一認定每人每次的消費者剩餘等於每人每年的消費者剩餘，前提是假設遊客每年只到景點旅遊一次。而資料缺漏的社會經濟變數，包含受訪者男性比例、大學以上比例、平均年齡、平均年收入，本計畫則以所有樣本之平均值代替。

## **2. Meta 迴歸模型之變數設定**

本計畫之 Meta 迴歸模型之變數設定，依照 Shrestha and Loomis (2001)之效益移轉法估算森林遊樂價值之一般形式，自變數的部分，可分為

研究方法變數、地點特徵變數、遊憩活動變數以及社會經濟變數四大類別，地點特徵變數將研究地點之地理位置分為歐洲、北美、亞太地區以及其他地區，分別以  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  以及  $P_4$  四項虛擬變數來表示屬於不同地理位置的研究地點；研究地點之資源屬性分為森林、高山與熱帶雨林，野生或保育動植物，海洋、珊瑚礁、海岸、河岸湖泊與休閒漁業，濕地、動植物棲息地、綠地景觀與休閒農場以及其他資源屬性，分別以  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  以及  $S_5$  五項虛擬變數來表示屬於不同資源屬性的研究地點；遊憩活動變數包括爬山、健行、賞景、觀賞野生動植物、野餐、露營、狩獵、溫泉浴、騎車、釣魚、潛水、游泳、划船、滑雪、以及綜合遊憩活動，分別以  $A_1$  至  $A_{15}$  十五項虛擬變數來表示不同的遊憩活動；社會經濟變數包括男性比例、大學以上比例、平均年齡以及平均年收入，分別以  $Sex$ 、 $Edu$ 、 $Age$  以及  $Inc$  四項虛擬變數來表示；上述自變數皆為虛擬變數；應變數的部分則是 WTP，為連續變數。Meta 迴歸模型之變數定義及各項變數之平均數與標準差，如表 6-10 所示。

表 6-10 本計畫之 Meta 迴歸模型之變數定義<sup>1</sup>

| 變數名稱          | 變數定義                                  | 平均數       | 標準差        | 參考文獻                                               |
|---------------|---------------------------------------|-----------|------------|----------------------------------------------------|
| 應變數           |                                       |           |            |                                                    |
| WTP           |                                       | 9,129.379 | 75,110.653 |                                                    |
| 自變數           |                                       |           |            |                                                    |
| <b>研究方法變數</b> |                                       |           |            |                                                    |
| RP            | 虛擬變數(研究方法為顯示性偏好=1，否=0)                | 0.632     | 0.483      | Lindhjem(2007)、<br>Shrestha and<br>Loomis (2001)   |
| SP            | 虛擬變數(研究方法為敘述性偏好=1，否=0)                | 0.355     | 0.479      |                                                    |
| RPSP          | 虛擬變數(研究方法為顯示性偏好+敘述性偏好=1，否=0)          | 0.011     | 0.106      |                                                    |
| OE            | 虛擬變數(研究方法為顯示性偏好與開放式詢價法=1，否=0)         | 0.130     | 0.336      |                                                    |
| PC            | 虛擬變數(研究方法為顯示性偏好與支付卡詢價法=1，否=0)         | 0.082     | 0.274      |                                                    |
| <b>地點特徵變數</b> |                                       |           |            |                                                    |
| Europe        | 虛擬變數(地位於歐洲=1，否=0)                     | 0.273     | 0.446      | Reynaud and<br>Lanzanova<br>(2017)、吳珮瑛等人<br>(2009) |
| NorthAmerica  | 虛擬變數(地點位於北美=1，否=0)                    | 0.377     | 0.485      |                                                    |
| PacificAsia   | 虛擬變數(地點位於亞太地區=1，否=0)                  | 0.295     | 0.457      |                                                    |
| Otherreg      | 虛擬變數(地點位於其他=1，否=0) <sup>2</sup>       | 0.032     | 0.176      |                                                    |
| Forest        | 虛擬變數(資源屬性為森林、高山與熱帶雨林=1，否=0)           | 0.625     | 0.485      |                                                    |
| Wildelife     | 虛擬變數(資源屬性為野生或保育類動植物=1，否=0)            | 0.236     | 0.425      |                                                    |
| Ocean         | 虛擬變數(資源屬性為海洋、珊瑚礁、海岸、河川湖泊與休閒漁業=1，否=0)  | 0.343     | 0.475      |                                                    |
| Wetland       | 虛擬變數(資源屬性為濕地、動植物棲息地、綠地景觀與休閒農場=1，其他=0) | 0.184     | 0.388      |                                                    |
| Otherres      | 虛擬變數(資源屬性為其他，否=0) <sup>3</sup>        | 0.018     | 0.134      |                                                    |
| <b>遊憩活動變數</b> |                                       |           |            |                                                    |
| Climbing      | 虛擬變數(遊憩活動為爬山=1，否為=0)                  | 0.007     | 0.082      | 趙玲(2013)、楊秋霖<br>(2005)                             |
| Walking       | 虛擬變數(遊憩活動為健行=1，否為=0)                  | 0.027     | 0.163      |                                                    |
| Sightseeing   | 虛擬變數(遊憩活動為賞景=1，否為=0)                  | 0.007     | 0.082      |                                                    |
| Wlviewing     | 虛擬變數(遊憩活動為觀賞野生動植物=1，否為=0)             | 0.061     | 0.240      |                                                    |
| Picnicking    | 虛擬變數(遊憩活動為野餐=1，否為=0)                  | 0.030     | 0.170      |                                                    |
| Camping       | 虛擬變數(遊憩活動為露營=1，否為=0)                  | 0.023     | 0.149      |                                                    |
| Hunting       | 虛擬變數(遊憩活動為狩獵=1，否為=0)                  | 0.032     | 0.176      |                                                    |
| Hotspring     | 虛擬變數(遊憩活動為溫泉浴=1，否為=0)                 | 0.005     | 0.067      |                                                    |
| Biking        | 虛擬變數(遊憩活動為騎車=1，否為=0)                  | 0.009     | 0.095      |                                                    |
| Fishing       | 虛擬變數(遊憩活動為釣魚=1，否為=0)                  | 0.061     | 0.236      |                                                    |
| Diving        | 虛擬變數(遊憩活動為潛水=1，否為=0)                  | 0.007     | 0.082      |                                                    |

|                      |                                   |             |             |                          |
|----------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| <i>Swimming</i>      | 虛擬變數(遊憩活動為游泳=1，否為=0)              | 0.009       | 0.095       |                          |
| <i>Boating</i>       | 虛擬變數(遊憩活動為划船=1，否為=0)              | 0.009       | 0.095       |                          |
| <i>Skiing</i>        | 虛擬變數(遊憩活動為滑雪=1，否為=0)              | 0.002       | 0.048       |                          |
| <i>Mixact</i>        | 虛擬變數(遊憩活動為綜合=1，否為=0) <sup>4</sup> | 0.705       | 0.457       |                          |
| <b><u>社會經濟變數</u></b> |                                   |             |             |                          |
| <i>Sex</i>           | 受訪者之男性比例                          | 0.530       | 0.071       | 趙玲(2013)、吳珮瑛<br>等人(2009) |
| <i>Edu</i>           | 受訪者之大學以上比例                        | 0.560       | 0.097       |                          |
| <i>Age</i>           | 受訪者平均年齡(歲)                        | 39.604      | 3.942       |                          |
| <i>Inc</i>           | 受訪者平均年收入(元)                       | 674,958.790 | 289,898.409 |                          |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>樣本數為 440 個。<sup>2</sup>其他地區包括中東地區、非洲等所有其他地區。<sup>3</sup>其他資源屬性包括沙漠、峽谷。<sup>4</sup>綜合遊憩活動代表該篇文獻並非評價單一遊憩活動。

## 二、實證模擬結果分析

### (一) 林木生產效益評估結果

本計畫利用各樹種、闊葉樹林型單位面積蓄積量(表 6-5)計算兩研究礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之單位面積蓄積量，將其與兩研究礦區面積相乘後得到兩研究礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之總蓄積量。並利用各樹種之每單位蓄積量之木材價格與伐採成本，經由計算便能得到兩研究礦區 20 年前倘若未進行採礦作業之 7 種森林組成情境之單位面積林木生產效益與總林木生產效益，換言之，即為兩研究礦區 20 年前進行採礦作業後至今所之林木生產效益。除基礎情境之之評估結果外，本計畫亦對木材價格與伐採成本個別進行敏感度分析，得以了解木材價格與伐採成本之變動下對林木生產效益評估結果之影響。

如表 6-11 所示，在 20 年單位面積林木生產效益的部分，以「情境 3：樟樹」的單位面積林木生產效益最高，為 325,320.28 元/公頃；「情境 1：槠櫟類」的單位面積林木生產效益最低，為 129,244.00 元/公頃。在 20 年總林木生產效益的部分，由於太白山礦區的面積較勇士山礦區大，因此太白山礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之總林木生產效益皆較勇士山礦區高。以太白山礦區而言，「情境 3：樟樹」的總林木生產效益最高，為 1,174.41 萬元；「情境 1：槠櫟類」的總

林木生產效益最低，為 466.57 萬元。以勇士山礦區而言，「情境 3：樟樹」的總林木生產效益最高，為 1,024.76 萬元；「情境 1：櫟櫟類」的總林木生產效益最低，為 407.12 萬元。而為得知兩研究礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之每年林木生產效益，本計畫採用年金終值公式將 20 年林木生產效益換算年金，利率則採用行造林貸款優惠利率 1.25% 計算；每年單位面積林木生產效益的部分，以「情境 3：樟樹」的單位面積林木生產效益最高；「情境 1：櫟櫟類」的單位面積林木生產效益最低。在每年總林木生產效益的部分，由於太白山礦區的面積較勇士山礦區大，因此太白山礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之總林木生產效益皆較勇士山礦區高。以太白山礦區而言，「情境 3：樟樹」的總林木生產效益最高；「情境 1：櫟櫟類」的總林木生產效益最低。以勇士山礦區而言，「情境 3：樟樹」的總林木生產效益最高；「情境 1：櫟櫟類」的總林木生產效益最低。

表 6-11 研究礦區之 7 種森林組成情境之基礎情境之林木生產效益

| 礦區  | 情境      | 面<br>積<br>(ha) | 單位面積<br>蓄積量<br>(m³/ha) | 總蓄積量<br>(m³) | 基礎情境                              |                               |                                  | 基礎情境之<br>每年總林木<br>生產效益<br>(元/y) |
|-----|---------|----------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|     |         |                |                        |              | 基礎情境之 20<br>年單位面積林木<br>生產效益(元/ha) | 之 20 年總<br>林木生產<br>效益<br>(萬元) | 每年單位面<br>積林木生產<br>效益(元<br>/ha/y) |                                 |
| 太白山 | 1：櫟櫟類   | 102.25         | 3,691.26               | 129,244.00   | 466.57                            | 7,343.69                      | 265,107.37                       |                                 |
|     | 2：楠木類   | 122.87         | 4,435.61               | 169,929.21   | 613.44                            | 9,655.44                      | 348,561.53                       |                                 |
|     | 3：樟樹    | 36.1           | 186.11                 | 6,718.57     | 325,320.28                        | 1,174.41                      | 18,484.83                        |                                 |
|     | 4：木荷    | 150.23         | 5,423.30               | 216,331.20   | 780.96                            | 12,292.02                     | 443,742.03                       |                                 |
|     | 5：天然闊葉林 | 198.95         | 7,182.10               | 197,756.30   | 713.9                             | 11,236.59                     | 405,640.90                       |                                 |

|     |              |        |          |            |          |           |            |
|-----|--------------|--------|----------|------------|----------|-----------|------------|
|     | 6：4 樹種       | 140.37 | 5,067.18 | 210,206.17 | 758.84   | 11,944.00 | 431,178.27 |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 | 152.08 | 5,490.16 | 207,716.20 | 749.86   | 11,802.52 | 426,070.81 |
| 勇士山 | 1：櫟類         | 102.25 | 3,220.88 | 129,244.00 | 407.12   | 7,343.69  | 231,326.37 |
|     | 2：楠木類        | 122.87 | 3,870.41 | 169,929.21 | 535.28   | 9,655.44  | 304,146.48 |
|     | 3：樟樹         | 186.11 | 5,862.47 | 325,320.28 | 1,024.76 | 18,484.83 | 582,271.99 |
|     | 4：木荷         | 150.23 | 4,732.25 | 216,331.20 | 681.44   | 12,292.02 | 387,198.73 |
|     | 5：天然闊葉林      | 198.95 | 6,266.93 | 197,756.30 | 622.93   | 11,236.59 | 353,952.59 |
|     | 6：4 樹種       | 140.37 | 4,421.50 | 210,206.17 | 662.15   | 11,944.00 | 376,235.89 |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 | 152.08 | 4,790.58 | 207,716.20 | 654.31   | 11,802.52 | 371,779.24 |

資料來源：本計畫整理。

## (二) 碳貯(吸)存效益評估結果

本計畫利用臺灣各樹種、闊葉樹林型之碳貯存量模式參數(表 6-5)與兩研究礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之單位面積蓄積量與總蓄積量計算兩研究礦區 20 年前倘若未進行採礦作業至今之 7 種森林組成情境之單位面積森林碳貯存量與總森林碳貯量，並將碳貯存量除以碳原子量 12，再乘以二氧化碳分子量 44，可得單位面積森林二氧碳貯存量與總森林二氧碳貯存量(表 6-12)；將森林碳貯存量除以林齡便得到森林碳吸存量(表 6-13)；並利用五種每公噸二氧化碳之碳價格，經由計算便能得到兩研究礦區 20 年前倘若未進行採礦作業之 7 種森林組成情境之之單位面積森林碳貯(吸)存效益與總森林碳貯(吸)存效益；換言之，即為兩研究礦區 20 年前進行採礦作業後至今之森林碳貯(吸)效益。

表 6-12 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積碳貯存量、總碳貯存量、單位面積二氧化碳貯存量、總二氧化碳貯存量

| 礦區  | 情境           | 面積<br>(ha) | 單位面積<br>碳貯存量(ton<br>C/ha) | 總碳貯存量(ton<br>C) | 單位面積二氧<br>化碳貯存量(ton<br>CO <sub>2</sub> /ha) | 總二氧化碳貯<br>存量(ton CO <sub>2</sub> ) |
|-----|--------------|------------|---------------------------|-----------------|---------------------------------------------|------------------------------------|
| 太白山 | 1：櫟櫟類        |            | 48.30                     | 1,743.47        | 177.08                                      | 6,392.71                           |
|     | 2：楠木類        |            | 46.05                     | 1,662.31        | 168.84                                      | 6,095.12                           |
|     | 3：樟樹         |            | 61.15                     | 2,207.50        | 224.21                                      | 8,094.16                           |
|     | 4：木荷         | 36.1       | 74.56                     | 2,691.77        | 273.40                                      | 9,869.83                           |
|     | 5：天然闊葉林      |            | 90.73                     | 3,275.32        | 332.67                                      | 12,009.52                          |
|     | 6：4 樹種       |            | 57.51                     | 2,076.26        | 210.89                                      | 7,612.96                           |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 |            | 64.16                     | 2,316.07        | 235.24                                      | 8,492.27                           |
| 勇士山 | 1：櫟櫟類        |            | 48.30                     | 1,521.31        | 1,521.31                                    | 5,578.13                           |
|     | 2：楠木類        |            | 46.05                     | 1,450.49        | 1,450.49                                    | 5,318.46                           |
|     | 3：樟樹         |            | 61.15                     | 1,926.21        | 1,926.21                                    | 7,062.77                           |
|     | 4：木荷         | 31.5       | 74.56                     | 2,348.78        | 2,348.78                                    | 8,612.18                           |
|     | 5：天然闊葉林      |            | 90.73                     | 2,857.97        | 2,857.97                                    | 10,479.22                          |
|     | 6：4 樹種       |            | 57.51                     | 1,811.70        | 1,811.70                                    | 6,642.89                           |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 |            | 64.16                     | 2,020.95        | 2,020.95                                    | 7,410.15                           |

資料來源：本計畫整理

表 6-13 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積年均碳吸存量、總年均碳吸存量、單位面積年均二氧化碳吸存量、總年均二氧化碳吸存量

| 礦區  | 情境           | 面積<br>(ha) | 單位面積<br>蓄積量<br>(m <sup>3</sup> /ha) | 總蓄積量<br>(m <sup>3</sup> ) | 單位面積<br>年均碳吸存量<br>(ton C/ha/y) | 總年均碳吸存量<br>(ton C/y) | 單位面積年均二<br>氧化碳吸存量<br>(ton CO <sub>2</sub> /ha/y) | 總年均二氧化碳<br>吸存量(ton<br>CO <sub>2</sub> /y) |
|-----|--------------|------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 太白山 | 1：櫟櫟類        |            | 102.25                              | 3,691.23                  | 1.61-2.42                      | 58.12-87.36          | 5.90-8.87                                        | 213.10-320.32                             |
|     | 2：楠木類        |            | 122.87                              | 4,435.61                  | 1.54-2.30                      | 55.59-83.03          | 5.65-8.43                                        | 203.84-304.44                             |
|     | 3：樟樹         |            | 186.11                              | 6,718.57                  | 3.06                           | 110.47               | 11.22                                            | 405.05                                    |
|     | 4：木荷         | 36.1       | 150.23                              | 5,423.30                  | 3.73                           | 134.65               | 13.67                                            | 493.72                                    |
|     | 5：天然闊葉林      |            | 198.95                              | 7,182.10                  | 4.53                           | 163.53               | 16.61                                            | 599.61                                    |
|     | 6：4 樹種       |            | 140.37                              | 5,067.18                  | 2.49-2.88                      | 89.89-103.97         | 9.13-10.56                                       | 329.60-381.22                             |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 |            | 152.08                              | 5,490.16                  | 2.89-3.21                      | 104.33-115.88        | 10.60-11.77                                      | 382.54-424.89                             |
| 勇士山 | 1：櫟櫟類        |            | 102.25                              | 3,220.88                  | 1.61-2.42                      | 50.72-76.23          | 5.90-8.87                                        | 185.97-279.51                             |
|     | 2：楠木類        |            | 122.87                              | 3,870.41                  | 1.54-2.30                      | 48.51-72.45          | 5.65-8.43                                        | 177.87-265.65                             |
|     | 3：樟樹         | 31.5       | 186.11                              | 5,862.47                  | 3.06                           | 96.39                | 11.22                                            | 353.43                                    |
|     | 4：木荷         |            | 150.23                              | 4,732.25                  | 3.73                           | 117.50               | 13.67                                            | 430.83                                    |
|     | 5：天然闊葉林      |            | 198.95                              | 6,266.93                  |                                | 142.70               | 16.61                                            | 523.23                                    |

4.53

|              |        |          |           |              |             |               |
|--------------|--------|----------|-----------|--------------|-------------|---------------|
| 6：4 樹種       | 140.37 | 4,421.50 | 2.49-2.88 | 78.28-90.64  | 9.13-10.56  | 287.02-332.34 |
| 7：4 樹種+天然闊葉林 | 152.08 | 4,790.58 | 2.89-3.21 | 91.16-101.05 | 10.60-11.77 | 334.25-370.51 |

資料來源：本計畫整理。註：1.林齡為範圍值，故碳吸存量為範圍值。

如表 6-14 所示，以單位面積森林碳貯存效益而言，以「情境 5：天然闊葉林」的單位面積森林碳貯存效益最高，範圍值為 82,466.50-552,668.60 元/公頃；「情境 2：楠木類」的單位面積森林碳貯存效益最低，範圍值為 41,853.75-280,492.74 元/公頃。如表 22 所示，總森林碳貯存效益的部分，由於太白山礦區的面積較勇士山礦區大，因此太白山礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之總森林碳貯存效益皆較勇士山礦區高。以太白山礦區而言，「情境 5：天然闊葉林」的總森林碳貯存效益最高，範圍值為 2,977,040.65-19,951,336.42 元；「情境 2：楠木類」的總森林碳貯存效益最低，範圍值為 1,510,920.47-10,125,788.05 元。以勇士山礦區而言，「情境 5：天然闊葉林」的總森林碳貯存效益最高，範圍值為 2,597,694.75-17,409,060.86 元；「情境 2：楠木類」的總森林碳貯存效益最低，範圍值為 1,318,393.21-8,835,521.43 元(表 6-15)。

表 6-14 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積森林碳貯存效益

| 情境                | 碳價格(元/ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                       |                       |                       |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   | 247.89 <sup>1</sup>         | 326.33 <sup>2</sup> | 1,067.98 <sup>3</sup> | 1,500.00 <sup>4</sup> | 1,661.29 <sup>5</sup> |
| 單位面積森林碳貯存效益(元/ha) |                             |                     |                       |                       |                       |
| 1：櫟櫟類             | 43,897.21                   | 57,787.63           | 189,122.08            | 265,625.30            | 294,187.44            |
| 2：楠木類             | 41,853.75                   | 55,097.56           | 180,318.27            | 253,260.20            | 280,492.74            |
| 3：樟樹              | 55,580.65                   | 73,168.08           | 239,457.79            | 336,322.70            | 372,486.78            |
| 4：木荷              | 67,773.77                   | 89,219.46           | 291,989.31            | 410,104.14            | 454,201.79            |

|              |           |            |            |            |            |
|--------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 5：天然闊葉林      | 82,466.50 | 108,561.43 | 355,289.93 | 499,010.98 | 552,668.60 |
| 6：4 樹種       | 52,276.34 | 68,818.18  | 225,221.86 | 316,328.09 | 350,342.19 |
| 7：4 樹種+天然闊葉林 | 58,314.38 | 76,766.83  | 251,235.48 | 352,864.67 | 390,807.47 |

資料來源：本計畫整理。註：1.歐盟碳價格。2.折現率 5%之美國社會碳成本。3.折現率 3%之美國社會碳成本 4.《溫室氣體管理法》碳價格。5.折現率 2.5%之美國社會碳成本。

表 6-15 研究礦區之 7 種森林組成情境之總森林碳貯存效益

| 礦區  | 情境           | 碳價格(元/ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                       |                       |                       |
|-----|--------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|     |              | 247.89 <sup>1</sup>         | 326.33 <sup>2</sup> | 1,067.98 <sup>3</sup> | 1,500.00 <sup>4</sup> | 1,661.29 <sup>5</sup> |
|     |              | 總森林碳貯存效益(元)                 |                     |                       |                       |                       |
| 太白山 | 1：櫟櫟類        | 1,584,689.22                | 2,086,133.50        | 6,827,307.06          | 9,589,073.44          | 10,620,166.65         |
|     | 2：楠木類        | 1,510,920.47                | 1,989,022.05        | 6,509,489.59          | 9,142,693.19          | 10,125,788.05         |
|     | 3：樟樹         | 2,006,461.55                | 2,641,367.53        | 8,644,426.26          | 12,141,249.48         | 13,446,772.88         |
|     | 4：木荷         | 2,446,632.93                | 3,220,822.64        | 10,540,813.97         | 14,804,759.53         | 16,396,684.65         |
|     | 5：天然闊葉林      | 2,977,040.65                | 3,919,067.63        | 12,825,966.35         | 18,014,296.44         | 19,951,336.42         |
|     | 6：4 樹種       | 1,887,176.04                | 2,484,336.43        | 8,130,509.22          | 11,419,443.91         | 12,647,353.06         |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 | 2,105,148.96                | 2,771,282.67        | 9,069,600.65          | 12,738,414.42         | 14,108,149.73         |
| 勇士山 | 1：櫟櫟類        | 1,382,762.06                | 1,820,310.40        | 5,957,345.50          | 8,367,197.05          | 9,266,904.41          |
|     | 2：楠木類        | 1,318,393.21                | 1,735,573.26        | 5,680,025.55          | 7,977,696.27          | 8,835,521.43          |
|     | 3：樟樹         | 1,750,790.55                | 2,304,794.39        | 7,542,920.42          | 10,594,165.06         | 11,733,333.68         |
|     | 4：木荷         | 2,134,873.61                | 2,810,413.10        | 9,197,663.16          | 12,918,280.47         | 14,307,356.41         |
|     | 5：天然闊葉林      | 2,597,694.75                | 3,419,685.05        | 11,191,632.69         | 15,718,845.93         | 17,409,060.86         |
|     | 6：4 樹種       | 1,646,704.86                | 2,167,772.79        | 7,094,488.66          | 9,964,334.71          | 11,035,778.98         |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 | 1,836,902.83                | 2,418,155.24        | 7,913,917.46          | 11,115,236.96         | 12,310,435.36         |

資料來源：本計畫整理。註：1.歐盟碳價格。2.折現率 5%之美國社會碳成本。3.折現率 3%之美國社會碳成本 4.《溫室氣體管理法》碳價格。5.折現率 2.5%之美國社會碳成本。

如表 6-16 所示，以單位面積森林年均碳吸存效益而言，以「情境 5：

天然闊葉林」的單位面積森林年均碳吸存效益最高，範圍值為

4,117.45-27,594.03 元/公頃/年；「情境 2：楠木類」的單位面積森林年

均碳吸存效益最低，範圍值為 1,400.58-14,004.67 元/公頃/年。如表 6-17

所示，總森林年均碳吸存效益的部分，由於太白山礦區的面積較勇士

山礦區大，因此太白山礦區未進行採礦作業前之 7 種森林組成情境之

總森林年均碳吸存效益皆較勇士山礦區高。以太白山礦區而言，「情境 5：天然闊葉林」的總森林年均碳吸存效益最高，範圍值為 148,637.32-996,126.10 元/年；「情境 2：楠木類」的總森林年均碳吸存效益最低，範圍值為 50,527.42-505,763.13 元/年。以勇士山礦區而言，「情境 5：天然闊葉林」的總森林年均碳吸存效益最高，為 129,703.4-869,236.77 元/年；「情境 2：楠木類」的總森林年均碳吸存效益最低，為 44,092.19-441,321.69 元/年。

表 6-16 研究礦區之 7 種森林組成情境之單位面積森林年均碳吸存效益

| 情境           | 碳價格(元/ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                       |                       |                       |
|--------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|              | 247.89 <sup>1</sup>         | 326.33 <sup>2</sup> | 1,067.98 <sup>3</sup> | 1,500.00 <sup>4</sup> | 1,661.29 <sup>5</sup> |
|              | 單位面積森林年均碳吸存效益(元/ha/y)       |                     |                       |                       |                       |
| 1：櫟櫟類        | 1,462.55-2,198.78           | 1,925.35-2,894.55   | 6,301.08-9,472.98     | 8,850.00-13,305.00    | 9,801.61-14,735.64    |
| 2：楠木類        | 1,400.58-2,089.71           | 1,843.76-2,750.96   | 6,034.09-9,003.07     | 8,475.00-12,645.00    | 9,386.29-14,004.67    |
| 3：樟樹         | 2,781.33                    | 3,661.42            | 11,982.74             | 16,830.00             | 18,639.67             |
| 4：木荷         | 3,388.66                    | 4,460.93            | 14,599.29             | 20,505.00             | 22,709.83             |
| 5：天然闊葉林      | 4,117.45                    | 5,420.34            | 17,739.15             | 24,915.00             | 27,594.03             |
| 6：4 樹種       | 2,263.24-2,617.72           | 2,979.39-3,446.04   | 9,750.66-11,277.87    | 13,695.00-15,840.00   | 15,167.58-17,543.22   |
| 7：4 樹種+天然闊葉林 | 2,627.63-2,917.67           | 3,459.10-3,840.90   | 11,320.59-12,570.12   | 15,900.00-17,655.00   | 17,609.67-19,553.38   |

資料來源：本計畫整理。註：1.歐盟碳價格。2.折現率 5%之美國社會碳成本。3.折現率 3%之美國社會碳成本 4.《溫室氣體管理法》碳價格。5.折現率 2.5%之美國社會碳成本。

表 6-17 研究礦區之 7 種森林組成情境之總森林年均碳吸存效益

|     |              | 碳價格(元)               |                       |                       |                       |                       |
|-----|--------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 礦區  | 情境           | 247.89 <sup>1</sup>  | 326.33 <sup>2</sup>   | 1,067.98 <sup>3</sup> | 1,500.00 <sup>4</sup> | 1,661.29 <sup>5</sup> |
|     |              | 總森林碳吸存效益(元/y)        |                       |                       |                       |                       |
| 太白山 | 1：櫟標類        | 52,825.36-79,404.12  | 69,540.92-104,530.03  | 227,586.54-342,095.3  | 319,650.00-480,480.0  | 354,020.90-532,144.41 |
|     |              |                      |                       | 5                     | 0                     |                       |
|     | 2：楠木類        | 50,527.42-75,467.63  | 66,515.84-99,347.91   | 217,686.36-325,135.8  | 305,745.00-456,660.0  | 338,620.74-505,763.13 |
|     |              |                      |                       | 3                     | 0                     |                       |
|     | 3：樟樹         | 100,407.84           | 132,179.97            | 432,585.30            | 607,575.00            | 672,905.51            |
|     | 4：木荷         | 122,388.25           | 161,115.65            | 527,283.09            | 740,580.00            | 820,212.10            |
|     | 5：天然闊葉林      | 148,637.32           | 195,670.73            | 640,371.49            | 899,415.00            | 996,126.10            |
|     | 6：4 樹種       | 81,704.54-94,500.63  | 107,558.37-124,403.5  | 352,006.21-407,135.3  | 494,400.00-571,830.0  | 547,561.18-633,316.97 |
|     |              |                      | 2                     | 4                     | 0                     |                       |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 | 94,827.84-105,330.94 | 124,834.28-138,660.8  | 408,545.07-453,795.3  | 573,810.00-637,365.0  | 635,509.88-705,898.73 |
|     |              |                      | 8                     | 8                     | 0                     |                       |
|     | 1：櫟標類        | 46,100.10-69,261.57  | 60,687.59-91,178.33   | 198,612.24-298,398.8  | 278,955.00-419,107.5  | 308,950.10-464,347.17 |
|     |              |                      |                       | 7                     | 0                     |                       |
|     | 2：楠木類        | 44,092.19-65,825.86  | 58,044.32-86,655.24   | 189,961.60-283,596.7  | 266,805.00-398,317.5  | 295,493.65-441,321.69 |
|     |              |                      |                       | 1                     | 0                     |                       |
| 勇士山 | 3：樟樹         | 87,611.76            | 115,334.81            | 377,456.17            | 530,145.00            | 587,149.72            |
|     | 4：木荷         | 106,798.45           | 140,592.75            | 460,117.82            | 646,245.00            | 715,733.57            |
|     | 5：天然闊葉林      | 129,703.4            | 170,745.65            | 558,799.18            | 784,845.00            | 869,236.77            |
|     | 6：4 樹種       | 71,149.39-82,388.72  | 93,663.24- 108,459.04 | 306,531.62-354,953.8  | 430,530.00-498,540.0  | 476,823.46-552,146.34 |
|     |              |                      |                       | 3                     | 0                     |                       |
|     | 7：4 樹種+天然闊葉林 | 82,857.23-91,850.68  | 109,075.80-120,915.0  | 356,972.32-395,718.6  | 501,375.00-555,795.0  | 555,286.18-615,557.78 |
|     |              |                      | 5                     | 3                     | 0                     |                       |

資料來源：本計畫整理。註：1.歐盟碳價格。2.折現率 5%之美國社會碳成本。3.折現率 3%之美國社會碳成本 4.《溫室氣體管理法》碳價格。5.折現率 2.5%之美國社會碳成本。

### (三) 水源涵養效益評估結果

本計畫根據水文平衡收支法，利用兩研究礦區之年均雨量、年蒸發散量以及年逕流量，依三種方法計算得到兩研究礦區 20 年前倘若未進行採礦作業之森林水源涵養量佔降雨量之比例，與相關文獻計算結果整理於表 6-18。其中多數文獻之森林水源涵養佔降雨量之比例皆維持

於 55-65%，中國甘肅省石羊河流域則是因其研究區域之氣候環境特徵而有較低比例(趙軍、陳姍，2011)。本計畫之太白山礦區依不同方法所計算之森林水源涵養量佔降雨量之比例分別為 62.86%(方法 I)、74.63%(方法 II)及 6.35%(方法 III)；勇士山礦區依不同方法所計算之森林水源涵養量佔降雨量之比例分別為 62.86% (方法 I)、74.64% (方法 II)及 6.36%(方法 III)。三種方法中以方法 I 之比例與相關文獻比較後，較貼近臺灣整體環境之森林水源涵養佔降雨量之比例，方法 II 僅考慮年均降雨量及年均蒸發散量之關係，或許有高估森林水源涵養佔降雨量之比例之可能性，而方法 III 其比例則有過分低估的傾向，因臺灣為一位處於亞熱帶季風型氣候區且四周環海之島嶼，每年平均降雨量皆大於 2000 毫米，森林覆蓋率達 60.71%，即使受到地勢陡峭河流短而湍急等地形因素影響，亦不至於使臺灣森林水源涵養功能較中國甘肅省差。

表 6-18 森林生態系水源涵養量以水文平衡收支法計算之相關文獻

| 相關文獻(年分)                          | 研究地點          | 森林涵養水源量佔降雨量之比例(%) |
|-----------------------------------|---------------|-------------------|
| 李俊梅等(2007)                        | 中國-雲南         | 55.00             |
| 趙軍、陳姍(2011)                       | 中國-甘肅省石羊河流域   | 25.00             |
| Ninan and Inoue (2013)            | 日本            | 65.00             |
| Krishnaswamy <i>et al.</i> (2013) | 印度-西高止山脈北卡納達縣 | 61.25             |
| 本計畫 (2018)                        | 太白山礦區         | 方法 I：62.86        |
|                                   |               | 方法 II：74.63       |
|                                   |               | 方法 III：6.35       |
|                                   |               | 方法 I：62.86        |
| 本計畫 (2018)                        | 勇士山礦區         | 方法 II：74.64       |
|                                   |               | 方法 III：6.36       |
|                                   |               |                   |

資料來源：本計畫整理。

本計畫根據三種方法計算得到兩研究礦區未進行採礦作業前之森林年均每單位水源涵養量，與兩研究礦區面積相乘，得到兩研究礦區之森林年均總水源涵養量(表 6-19)；並根據兩研究礦區之集水區範圍選擇適當之水庫，利用水庫建造費用、年均維護費用、折現率、水庫壽命以及水庫蓄水量計算兩研究礦區之單位蓄水成本，其中折現率除採用現行造林貸款優惠利率 1.25%進行計算外，本計畫亦考慮折現率變動為 3%與 5%下之單位蓄水成本，得以了解折現率變動下對森林水源涵養評估結果之影響。

表 6-19 研究礦區之森林年均水源涵養量、年均總水源涵養量

| 礦區  | 面積<br>(ha) | 方法 I            |                               | 方法 II           |                               | 方法 III          |                               |
|-----|------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
|     |            | 年均水源涵<br>養量(mm) | 年均總水源<br>涵養量(m <sup>3</sup> ) | 年均水源涵<br>養量(mm) | 年均總水源<br>涵養量(m <sup>3</sup> ) | 年均水源涵<br>養量(mm) | 年均總水源<br>涵養量(m <sup>3</sup> ) |
| 太白山 | 36.1       | 2,123.31        | 766,516.46                    | 2,521.30        | 910,189.30                    | 214.80          | 77,542.80                     |
| 勇士山 | 31.5       | 1,262.10        | 397,560.25                    | 1,498.70        | 472,090.50                    | 127.80          | 40,257.00                     |

資料來源：行政院經濟部水利署(2015a)；交通部中央氣象局(2017a)；行政院經濟部水利署(2015b)；Ninan and Kontoleon (2016) (方法 I)、肖寒等(2000) (方法 II)、中國國家林業局(2008) (方法 III)；本計畫整理。

如表 6-20 所示，折現率為 1.25%之基礎情境下，計算得到臺灣霧社水庫單位蓄水成本約為 0.29 元/立方公尺、石門水庫單位蓄水成本約為 1.42 元/立方公尺、德基水庫單位蓄水成本約為 0.78 元/立方公尺、翡翠水庫單位蓄水成本約為 0.67 元/立方公尺。如表 28 所示，折現率為 3%下，計算得到臺灣霧社水庫單位蓄水成本約為 0.56 元/立方公尺、石門水庫單位蓄水成本約為 3.09 元/立方公尺、德基水庫單位蓄

水成本約為 1.54 元/立方公尺、翡翠水庫單位蓄水成本約為 1.33 元/立方公尺。如表 6-29 所示，折現率為 5% 下，計算得到臺灣霧社水庫單位蓄水成本約為 1.08 元/立方公尺、石門水庫單位蓄水成本約為 7.30 元/立方公尺、德基水庫單位蓄水成本約為 3.10 元/立方公尺、翡翠水庫單位蓄水成本約為 2.68 元/立方公尺。

表 6-20 研究礦區之之水庫年均單位蓄水成本-折現率 1.25%(基礎情境)

| 礦區  | 水庫名稱 | 總維護費用(元)          | 年金(元)          | 蓄積量<br>(萬 m <sup>3</sup> ) | 單位蓄水成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) |
|-----|------|-------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|
| 太白山 | 霧社水庫 | 355,135,997.30    | 12,850,593.77  | 4,486.02                   | 0.29                          |
|     | 石門水庫 | 12,908,935,191.44 | 282,804,154.91 | 19,912.00                  | 1.42                          |
|     | 德基水庫 | 1,475,069,253.00  | 115,903,585.52 | 14,948.20                  | 0.78                          |
| 勇士山 | 德基水庫 | 1,475,069,253.00  | 115,903,585.52 | 14,948.20                  | 0.78                          |
|     | 翡翠水庫 | 1,384,617,787.00  | 225,559,150.80 | 33,427.80                  | 0.67                          |

資料來源：本計畫整理

表 6-21 研究礦區之水庫年均單位蓄水成本-折現率 3%

| 礦區  | 水庫名稱 | 總維護費用(元)          | 年金(元)          | 蓄積量<br>(萬 m <sup>3</sup> ) | 單位蓄水成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) |
|-----|------|-------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|
| 太白山 | 霧社水庫 | 410,658,863.40    | 24,897,661.96  | 4,486.02                   | 0.56                          |
|     | 石門水庫 | 16,262,521,731.07 | 615,385,929.44 | 19,912.00                  | 3.09                          |
|     | 德基水庫 | 2,168,151,449.46  | 230,645,693.94 | 14,948.20                  | 1.54                          |
| 勇士山 | 德基水庫 | 2,168,151,449.46  | 230,645,693.94 | 14,948.20                  | 1.54                          |
|     | 翡翠水庫 | 2,587,008,231.05  | 444,224,509.70 | 33,427.80                  | 1.33                          |

資料來源：本計畫整理

表 6-22 研究礦區之水庫年均單位蓄水成本-折現率 5%

| 礦區  | 水庫名稱 | 總維護費用(元)          | 年金(元)            | 蓄積量<br>(萬 m <sup>3</sup> ) | 單位蓄水成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) |
|-----|------|-------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 太白山 | 霧社水庫 | 589,017,007.55    | 48,624,615.78    | 4,486.02                   | 1.08                          |
|     | 石門水庫 | 25,679,992,698.49 | 1,454,208,146.23 | 19,912.00                  | 7.30                          |
|     | 德基水庫 | 4,070,664,319.66  | 463,054,509.37   | 14,948.20                  | 3.10                          |
| 勇士山 | 德基水庫 | 589,017,007.55    | 48,624,615.78    | 14,948.20                  | 3.10                          |
|     | 翡翠水庫 | 25,679,992,698.49 | 1,454,208,146.23 | 33,427.80                  | 2.68                          |

資料來源：本計畫整理

本計畫分別根據水文平衡收支法之方法 I、II、III 計算所得之年均總水源涵養量與水庫平均單位蓄水成本計算兩研究礦區未進行採礦作業前之森林年均水源涵養效益。本計畫目的為計算兩研究礦區 20 年前倘若未進行採礦作業，至今所能提供之森林水源涵養效益；換言之，為計算兩研究礦區 20 年前進行採礦作業後至今之森林水源涵養效益，故本計畫後續將年均森林水源涵養效益換算成 20 年森林水源涵養效益。由於太白山礦區年均總水源涵養量、平均單位蓄水成本皆較勇士山礦區高，故太白山年均森林水源涵養效益與 20 年森林水源涵養效益皆較勇士山礦區高。如表 6-23 至表 6-28 所示，當折現率由 1.25% 增加為 3% 與 5% 時，兩研究礦區未進行採礦前之森林水源涵養效益皆隨之增加，表示折現率越高，則森林水源涵養效益越高。

如表 6-23, 6-24 所示，在方法 I 的部分，以太白山礦區而言，折現率為 1.25% 時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 17,567.57 元、20 年每單位面積森林水源效益為 351,351.44 元、年均總森林水源涵養效益為 634,189.35 元、20 年總森林水源涵養效益為 12,683,787.07 元；折現率為 3% 時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 42,085.40 元、20 年每單位面積森林水源效益為 841,708.06 元、年均總森林水源涵養效益為 1,325,690.19 元、20 年總森林水源涵養效益為 26,513,803.75 元；折現率為 5% 時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 93,156.62

元、20 年每單位面積森林水源效益為 1,863,132.48 元、年均總森林水源涵養效益為 2,934,434.65 元、20 年總森林水源涵養效益為 58,688,673.01 元。以勇士山礦區而言，折現率為 1.25%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 7,984.98 元、20 年每單位面積森林水源效益為 159,699.55 元、年均總森林水源涵養效益為 288,257.68 元、20 年總森林水源涵養效益為 5,765,153.68 元；折現率為 3%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 18,122.90 元、20 年每單位面積森林水源效益為 362,458.04 元、年均總森林水源涵養效益為 570,871.41 元、20 年總森林水源涵養效益為 11,417,428.30 元；折現率為 5%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 36,485.62 元、20 年每單位面積森林水源效益為 729,712.36 元、年均總森林水源涵養效益為 1,149,296.97 元、20 年總森林水源涵養效益為 22,985,939.39 元。

表 6-23 研究礦區之森林年均及 20 年單位面積水源涵養效益-方法 I

| 礦區          | 面積<br>(ha) | 單位面積<br>水源涵養<br>量(m³/ha) | 折現率 1.25%(基礎情境)     |                             |                         | 折現率 3%              |                        |                        | 折現率 5%              |                        |                        |
|-------------|------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
|             |            |                          | 平均單                 | 年均單                         | 20 年單位                  | 平均單                 | 年均單位                   | 20 年單位                 | 平均單                 | 年均單位                   | 20 年單位                 |
|             |            |                          | 位蓄水<br>成本<br>(元/m³) | 位面積<br>水源涵<br>養效益<br>(元/ha) | 面積水源<br>涵養效.益<br>(元/ha) | 位蓄水<br>成本<br>(元/m³) | 面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) | 面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) | 位蓄水<br>成本<br>(元/m³) | 面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) | 面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) |
| 太<br>白<br>山 | 36.1       | 21,233.14                | 0.83                | 17,567.<br>57               | 351,351.44              | 1.73                | 42,085.40              | 841,708.06             | 3.83                | 93,156.62              | 1,863,132.<br>48       |
| 勇<br>士<br>山 | 31.5       | 12,620.96                | 0.73                | 7,984.9<br>8                | 159,699.55              | 1.44                | 18,122.90              | 362,458.04             | 2.89                | 36,485.62              | 729,712.3<br>6         |

資料來源：本計畫整理

表 6-24 研究礦區之森林年均及 20 年總水源涵養效益-方法 I

| 礦區          | 面<br>積<br>(ha) | 總水源涵<br>養量(m <sup>3</sup> ) | 折現率 1.25%(基礎情境)           |            |                   | 折現率 3%                        |              |               | 折現率 5%                    |                  |                   |
|-------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|------------|-------------------|-------------------------------|--------------|---------------|---------------------------|------------------|-------------------|
|             |                |                             | 平均單                       |            |                   | 單位                            |              |               | 平均單                       |                  |                   |
|             |                |                             | 位蓄水                       | 年均總水源      | 20 年總水源           | 蓄水                            | 年均總水源        | 20 年總水源       | 位蓄水                       | 年均總水源            | 20 年總水源           |
|             |                |                             | 成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) | 涵養效益(元)    | 涵養效益<br>(元)       | 成本<br>(元<br>/m <sup>3</sup> ) | 涵養效益<br>(元)  | 涵養效益(元)       | 成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) | 涵養效益<br>(元)      | 涵養效益<br>(元)       |
| 太<br>白<br>山 | 36.1           | 766,516.46                  | 0.83                      | 634,189.35 | 12,683,787.0<br>7 | 1.73                          | 1,325,690.19 | 26,513,803.75 | 3.83                      | 2,934,434.6<br>5 | 58,688,673.0<br>1 |
| 勇<br>士<br>山 | 31.5           | 397,560.25                  | 0.73                      | 288,257.68 | 5,765,153.68      | 1.44                          | 570,871.41   | 11,417,428.30 | 2.89                      | 1,149,296.9<br>7 | 22,985,939.3<br>9 |

資料來源：本計畫整理

如表 6-25,6-26 所示，在方法 II 的部分，以太白山礦區而言，折現率為 1.25%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 20,860.37 元、20 年每單位面積森林水源效益為 417,207.38 元、年均總森林水源涵養效益為 753,059.32 元、20 年總森林水源涵養效益為 15,061,186.44 元；折現率為 3%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 49,973.73 元、20 年每單位面積森林水源效益為 999,474.52 元、年均總森林水源涵養效益為 1,574,172.36 元、20 年總森林水源涵養效益為 3,1483,447.29 元；折現率為 5%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 110,617.54 元、20 年每單位面積森林水源效益為 2,212,350.73 元、年均總森林水源涵養效益為 3,484,452.40 元、20 年總森林水源涵養效益為 69,689,048.04 元。以勇士山礦區而言，折現率為 1.25%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 9,481.91 元、20 年每單位面積森林水源

效益為 189,638.28 元、年均總森林水源涵養效益為 342,297.09 元、20 年總森林水源涵養效益為 6,845,941.75 元；折現率為 3%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 21,520.39 元、20 年每單位面積森林水源效益為 430,407.72 元、年均總森林水源涵養效益為 677,892.16 元、20 年總森林水源涵養效益為 13,557,843.11 元；折現率為 5%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 43,325.54 元、20 年每單位面積森林水源效益為 866,510.87 元、年均總森林水源涵養效益為 1,364,754.62 元、20 年總森林水源涵養效益為 27,295,092.36 元。

表 6-25 研究礦區之森林年均及 20 年單位面積水源涵養效益-方法 II

|             |      |           | 折現率 1.25%(基礎情境) |           |            | 折現率 3% |                            |            | 折現率 5% |            |              |
|-------------|------|-----------|-----------------|-----------|------------|--------|----------------------------|------------|--------|------------|--------------|
| 礦區          | 面    | 單位面積      | 平均單             | 年均單位      | 20 年單位     | 平均單    | 年均單位面<br>積水源涵養<br>效益(元/ha) | 20 年單位     | 平均單    | 年均單位       | 20 年單位       |
|             | 積    | 水源涵養      | 位蓄水             | 面積水源      | 面積水源       | 位蓄水    |                            | 面積水源       | 位蓄水    | 面積水源       | 面積水源         |
|             | (ha) | 量(m³/ha)  | 成本              | 涵養效益      | 涵養效益       | 成本     |                            | 涵養效益       | 成本     | 涵養效益       | 涵養效益         |
|             |      |           | (元/m³)          | (元/ha)    | (元/ha)     | (元/m³) |                            |            | (元/ha) | (元/m³)     | (元/ha)       |
| 太<br>白<br>山 | 36.1 | 25,213.00 | 0.83            | 20,860.37 | 417,207.38 | 1.73   | 49,973.73                  | 999,474.52 | 3.83   | 110,617.54 | 2,212,350.73 |
| 勇<br>士<br>山 | 31.5 | 14,987.00 | 0.73            | 9,481.91  | 189,638.28 | 1.44   | 21,520.39                  | 430,407.72 | 2.89   | 43,325.54  | 866,510.87   |

資料來源：本計畫整理

表 6-26 研究礦區之森林年均及 20 年總水源涵養效益-方法 II

| 礦區          | 面積<br>(ha) | 總水源涵養<br>量(m³) | 折現率 1.25%(基礎情境) |            |               | 折現率 3% |                  |                   | 折現率 5% |                  |                   |
|-------------|------------|----------------|-----------------|------------|---------------|--------|------------------|-------------------|--------|------------------|-------------------|
|             |            |                | 平均單             |            |               | 平均單    |                  |                   | 平均單    |                  |                   |
|             |            |                | 位蓄水             | 年均總水源      | 20 年總水源       | 位蓄水    | 年均總水             | 20 年總水            | 位蓄水    | 年均總水             | 20 年總水            |
|             |            |                | 成本              | 涵養效益(元)    | 涵養效益(元)       | 成本     | 源涵養效             | 源涵養效              | 成本     | 源涵養效             | 源涵養效              |
|             |            |                | (元/m³)          |            |               | (元/m³) | 益(元)             | 益(元)              | (元/m³) | 益(元)             | 益(元)              |
| 太<br>白<br>山 | 36.1       | 910,189.30     | 0.83            | 753,059.32 | 15,061,186.44 | 1.73   | 1,574,172.<br>36 | 31,483,447.<br>29 | 3.83   | 3,484,452.4<br>0 | 69,689,048.<br>04 |
| 勇<br>士<br>山 | 31.5       | 472,090.50     | 0.73            | 342,297.09 | 6,845,941.75  | 1.44   | 677,892.16       | 13,557,843.<br>11 | 2.89   | 1,364,754.6<br>2 | 27,295,092.<br>36 |

資料來源：本計畫整理

如表 6-27, 6-28 所示，在方法 III 的部分，以太白山礦區而言，折現率為 1.25%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 1,777.18 元、20 年每單位面積森林水源效益為 35,543.63 元、年均森林水源涵養效益為 64,156.25 元、20 年森林水源涵養效益為 1,283,124.91 元；折現率為 3%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 4,257.47 元、20 年每單位面積森林水源效益為 85,149.38 元、年均森林水源涵養效益為

134,110.27 元、20 年森林水源涵養效益為 2,682,205.40 元；折現率為 5%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 9,423.97 元、20 年每單位面積森林水源效益為 188,479.33 元、年均森林水源涵養效益為 296,854.95 元、20 年森林水源涵養效益為 5,937,098.92 元。以勇士山礦區而言，折現率為 1.25%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 808.56 元、20 年每單位面積森林水源效益為 16,171.20 元、年均森林水源涵養效益為 29,189.01 元、20 年森林水源涵養效益為 583,780.18 元；折現率為 3%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 4,257.47 元、20 年每單位面積森林水源效益為 85,149.38 元、年均森林水源涵養效益為 57,806.51 元、20 年森林水源涵養效益為 1,156,130.21 元；折現率為 5%時之年均每單位面積森林水源涵養效益為 3,694.54 元、20 年每單位面積森林水源效益為 73,890.76 元、年均森林水源涵養效益為 116,377.95 元、20 年森林水源涵養效益為 2,327,559.09 元。

表 6-27 研究礦區之森林年均及 20 年單位面積水源涵養效益-方法 III

| 礦區          | 面<br>積<br>(ha) | 單位面<br>積水源<br>涵養量<br>(m <sup>3</sup> /ha) | 折現率 1.25%(基礎情境)                         |                                    |                                  | 折現率 3%                                  |                                    |                                  | 折現率 5%                                  |                                |                                  |
|-------------|----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
|             |                |                                           | 平均單<br>位蓄水<br>成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) | 年均單<br>位面積<br>水源涵<br>養效益<br>(元/ha) | 20 年單位<br>面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) | 平均單<br>位蓄水<br>成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) | 年均單<br>位面積<br>水源涵<br>養效益<br>(元/ha) | 20 年單位<br>面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) | 平均單<br>位蓄水<br>成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) | 年均單位<br>面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) | 20 年單位<br>面積水源<br>涵養效益<br>(元/ha) |
| 太<br>白<br>山 | 36.1           | 2,148.00                                  | 0.83                                    | 1,777.18                           | 35,543.63                        | 1.73                                    | 4,257.47                           | 85,149.38                        | 3.83                                    | 9,423.97                       | 188,479.33                       |
| 勇<br>士<br>山 | 31.            | 1,278.00                                  | 0.73                                    | 808.56                             | 16,171.20                        | 1.44                                    | 1,835.13                           | 36,702.55                        | 2.89                                    | 3,694.54                       | 73,890.76                        |

資料來源：本計畫整理

表 6-28 研究礦區之森林年均及 20 年總水源涵養效益-方法 III

| 礦區          | 面積<br>(ha) | 總水源涵<br>養量(m <sup>3</sup> ) | 折現率 1.25%(基礎情境)                         |              |              | 折現率 3%                      |                  |              | 折現率 5%                                    |              |              |
|-------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|------------------|--------------|-------------------------------------------|--------------|--------------|
|             |            |                             | 平均單<br>位蓄水<br>成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) | 年均總水         | 20 年總水       | 平均單位                        | 年均總水             | 20 年總水       | 平均                                        | 年均總水         | 20 年總水       |
|             |            |                             |                                         | 源涵養效<br>益(元) | 源涵養效<br>益(元) | 蓄水成本<br>(元/m <sup>3</sup> ) | 源<br>涵養效益<br>(元) | 源涵養效<br>益(元) | 單位<br>蓄水<br>成本<br>(元<br>/m <sup>3</sup> ) | 源涵養效<br>益(元) | 源涵養效<br>益(元) |
| 太<br>白<br>山 | 36.1       | 77,542.80                   | 0.83                                    | 64,156.25    | 1,283,124.91 | 1.73                        | 134,110.27       | 2,682,205.40 | 3.83                                      | 296,854.95   | 5,937,098.92 |
| 勇<br>士<br>山 | 31.5       | 40,257.00                   | 0.73                                    | 29,189.01    | 583,780.18   | 1.44                        | 57,806.51        | 1,156,130.21 | 2.89                                      | 116,377.95   | 2,327,559.09 |

資料來源：本計畫整理

根據上述評估結果，本計畫整理森林水源涵養效益評估的其他相關文獻，僅列森林年均單位蓄水價格與本計畫結果做比較，如表 6-29，其中若單看臺灣之文獻，範圍由 0.64 至 86.8 元/立方公尺。以李國忠(1995)之研究結果為最低價格，可能與此研究所使用之機會成本—蓄積生長量法具有關聯性。至於計算出最高價格之研究(周佐辰，2011)，則是使用重置成本—水庫單位容積造價方法，推論與其研究區域以及方法計算之細項有所關連。本計畫評估結果太白山礦區與勇士山礦區分別為 0.83、0.73 元/m<sup>3</sup>，與李國忠(1995)以及 Ninan and Kontoleon (2016)

之研究價格相近。前者研究亦是以臺灣作為研究地點，而後者研究則為本計畫主要參照之方法。本計畫之評估結果相較大多數其他研究評估結果較低，推測其原因為依照兩研究礦區所選用之水庫其建造費用與維護費用低、選用之折現率太低所致。另外若與研究時間較相近之吳俊賢等(2004)研究結果相比較，推測受到研究區域、基礎資料時間差異以及選用方法不同之影響，雖不如周佐辰(2011)之水價差距，其結果仍高於本研究所評估之單位蓄水價格。表 6-29 中若與其他國家一同觀察，森林水源涵養每單位蓄水體積之價格範圍增廣自 0.25 至 86.8 元/立方公尺，以 Ninan and Kontoleon (2016)於印度卡納塔克邦 Nagarhole 國家公園之研究為最低價格，推測不同國家總體經濟狀況及評估之尺度差異皆可能為影響價格之其中一項重要因素。

表 6-29 森林水源涵養效益評估之相關文獻

| 相關文獻(按年分)     | 地點                  | 計算方法        | 單位體積價格(元/m <sup>3</sup> ) |
|---------------|---------------------|-------------|---------------------------|
| 陳信雄、李錦育(1986) | 臺灣                  | 市場價格        | 6.6                       |
|               |                     | 自來水價格       |                           |
| 任憶安等(1988)    | 臺灣                  | 重置成本        | 50.3                      |
|               |                     | 水庫單位容積造價    |                           |
|               |                     | 森林水源涵養之機會成本 |                           |
| 李國忠(1995)     | 臺灣                  | 面積生長量法      | 0.97                      |
|               |                     | 森林水源涵養之機會成本 |                           |
|               |                     | 蓄積生長量法      |                           |
| 鄭欽龍(1995)     | 臺灣                  | 市場價格        | 21.56                     |
|               |                     | 生產函數法       |                           |
| 吳俊賢等(2004)    | 臺灣<br>(南投、台中、苗栗、彰化) | 市場價格        | 15.36                     |
|               |                     | 生產函數法       |                           |
| 周佐辰(2011)     | 臺灣(台北)              | 重置成本        | 86.8                      |
|               |                     | 水庫單位容積造價    |                           |

|                              |           |                  |        |
|------------------------------|-----------|------------------|--------|
| 趙軍、陳姍(2011)                  | 中國(石羊河流域) | 重置成本<br>水庫單位容積造價 | 4.02*  |
| 陳彩虹、肖默(2011)                 | 中國(長株潭城市) | 市場價格<br>自來水價格    | 6.54*  |
| 李惠萍等(2012)                   | 中國(小隴山)   | 重置成本<br>水庫單位容積造價 | 28.56* |
| Ninan and Inoue<br>(2013)    | 日本        | 重置成本<br>水庫單位容積造價 | 37.14* |
| Häyhä <i>et al.</i> (2015)   | 義大利       | 市場價格<br>自來水價格    | 42.83* |
| Ninan and<br>Kontoleon(2016) | 印度        | 重置成本<br>水庫單位容積造價 | 0.25*  |
| 本計畫-太白山礦區<br>(2018)          | 臺灣        | 重置成本<br>水庫單位容積造價 | 0.86   |
| 本計畫-勇士山礦區<br>(2018)          | 臺灣        | 重置成本<br>水庫單位容積造價 | 0.73   |

資料來源：本計畫整理。註：\*表示皆以 2018 年匯率換算成新台幣。

#### (四) 森林遊樂效益評估結果

本計畫採用 OLS 迴歸方法作為推估 Meta 迴歸模型之推估方法，且為了選取最適合做為 Meta 迴歸模型之函數型式，也同時採用過去文獻上推估模型時常用的四種函數型式，即線型、線型對數、半對數與雙對數函數型式(Johnston *et al.*；黃珮晴，2005)，來推估 Meta 迴歸模型中所有的參數值，根據變數定義與各種函數型式之定義，Meta 迴歸模型之設定如(28)、(29)、(30)、(31)式之所示。

$$WTP = \beta_0 + \beta_1 RP + \beta_2 SP + \beta_3 RPSP + \beta_4 OE + \beta_5 PC + \beta_6 P_1 + \beta_7 P_2 + \beta_8 P_3 + \beta_9 P_4 + \beta_{10} S_1 + \beta_{11} S_2 + \beta_{12} S_3 + \beta_{13} S_4 + \beta_{14} S_5 + \beta_{15} A_1 + \beta_{16} A_2 + \beta_{17} A_3 + \beta_{18} A_4 + \beta_{19} A_5 + \beta_{20} A_6 + \beta_{21} A_7 + \beta_{22} A_8 + \beta_{23} A_9 + \beta_{24} A_{10} + \beta_{25} A_{11} + \beta_{26} A_{12} + \beta_{27} A_{13} + \beta_{28} A_{14} + \beta_{29} A_{15} + \beta_{30} Sex + \beta_{31} Edu + \beta_{32} Age + \beta_{33} Inc \quad (28)$$

$$WTP = \beta_0 + \beta_1 RP + \beta_2 SP + \beta_3 RPSP + \beta_4 OE + \beta_5 PC + \beta_6 P_1 + \beta_7 P_2 + \beta_8 P_3 + \beta_9 P_4 + \beta_{10} S_1 + \beta_{11} S_2 + \beta_{12} S_3 + \beta_{13} S_4 + \beta_{14} S_5 + \beta_{15} A_1 + \beta_{16} A_2 + \beta_{17} A_3 + \beta_{18} A_4 + \beta_{19} A_5 + \beta_{20} A_6 + \beta_{21} A_7 + \beta_{22} A_8 + \beta_{23} A_9 + \beta_{24} A_{10} + \beta_{25} A_{11} + \beta_{26} A_{12} + \beta_{27} A_{13} + \beta_{28} A_{14} + \beta_{29} A_{15} + \beta_{30} LnSex + \beta_{31} LnEdu + \beta_{32} LnAge + \beta_{33} LnInc \quad (29)$$

$$LnWTP=\beta_0+\beta_1RP+\beta_2SP+\beta_3RPSP+\beta_4OE+\beta_5PC+\beta_6P_1+\beta_7P_2+\beta_8P_3+\beta_9P_4+\beta_{10}S_1+\beta_{11}S_2+\beta_{12}S_3+\beta_{13}S_4+\beta_{14}S_5+\beta_{15}A_1+\beta_{16}A_2+\beta_{17}A_3+\beta_{18}A_4+\beta_{19}A_5+\beta_{20}A_6+\beta_{21}A_7+\beta_{22}A_8+\beta_{23}A_9+\beta_{24}A_{10}+\beta_{25}A_{11}+\beta_{26}A_{12}+\beta_{27}A_{13}+\beta_{28}A_{14}+\beta_{29}A_{15}+\beta_{30}Sex+\beta_{31}Edu+\beta_{32}Age+\beta_{33}Inc$$

(30)

$$LnWTP=\beta_0+\beta_1RP+\beta_2SP+\beta_3RPSP+\beta_4OE+\beta_5PC+\beta_6P_1+\beta_7P_2+\beta_8P_3+\beta_9P_4+\beta_{10}S_1+\beta_{11}S_2+\beta_{12}S_3+\beta_{13}S_4+\beta_{14}S_5+\beta_{15}A_1+\beta_{16}A_2+\beta_{17}A_3+\beta_{18}A_4+\beta_{19}A_5+\beta_{20}A_6+\beta_{21}A_7+\beta_{22}A_8+\beta_{23}A_9+\beta_{24}A_{10}+\beta_{25}A_{11}+\beta_{26}A_{12}+\beta_{27}A_{13}+\beta_{28}A_{14}+\beta_{29}A_{15}+\beta_{30}LnSex+\beta_{31}LnEdu+\beta_{32}LnAge+\beta_{33}LnInc$$

(31)

由於只有連續變數才能取對數值，因此在線型函數模型中，僅對連續變數作對數的調整。此外，Meta 迴歸模型之原始資料很有可能使模型的殘差項具有非均齊變異性(Heteroscedasticity)與自我相關(Auotocorrelation)等特性(吳珮瑛等人，2009)，故本計畫除了採用 OLS 來推估 Meta 迴歸模型之外，亦採用經過修正模型殘差項之非均齊變異性的 HET 模型與修正模型殘差項之自我相關的 GLM 模型來修正模型之殘差項。HET 模型是將原始資料使用 Box-Cox transformation 轉換為符合統計分析假設前提的資料來推估 Meta 迴歸模型，GLM 模型則是使用 GLS 來推估 Meta 迴歸模型。

本計畫使用 R 統計軟體來推估 Meta 迴歸模型中各種變數之參數值，三種推估方法所推估之 Meta 迴歸模型，結合四種函數型式之推估結果整理如表 6-30-表 6-32，所有變數對研究地點之效益值之影響關係，如表 6-33 所示。

由表 6-30 所示，在 OLS 模型所推估之 Meta 迴歸模型，四種函數型

式之模型係數值顯著的自變數數量為  $\text{Doublelog} > \text{Semilog} > \text{Linear} > \text{Linearlog} = 0$ ；由表 6-31 所示，在 HET 模型所推估之 Meta 迴歸模型，四種函數型式之模型係數值顯著的自變數數量為  $\text{Linearlog} = \text{Doublelog} > \text{Linear} = \text{Semilog}$ ；由表 6-32 所示，在 GLM 模型所推估之 Meta 迴歸模型四種函數型式之模型係數值顯著的自變數數量為  $\text{Doublelog} > \text{Linear} = \text{Linearlog} > \text{Semilog} = 0$ 。

由表 6-33 所示，研究方法變數的部分，對研究地點之遊憩效益的影響關係為正向的有顯示性偏好(RP)、顯示性偏好+敘述性偏好(RPSP)以及顯示性偏好與開放式詢價法(OE)，而對研究地點之遊憩效益的影響關係為負向的有敘述性偏好(SP)以及顯示性偏好與支付卡法(PC)，表示使用顯性偏好以及顯示性偏好+敘述性偏好為研究方法之遊憩效益高於敘述性偏好，且使用開放式詢價法為研究方法之遊憩效益高於支付卡法；地點特徵變數的部分，三種推估模型與四種函數型式結果並不完全一致，例如地理位置為其他地區、資源屬性為野生動植物、海洋以及其他資源屬性之 OLS 與 GLM 模型之 Linear 與 Linearlog 不同於其餘八種不同函數型式之推估模型對研究地點之遊憩效益之影響關係；遊憩活動變數的部分，三種推估模型與四種函數型式結果並不完全一致，例如健行、賞景、露營、狩獵、溫泉、騎車等遊憩活動之 OLS 與 GLM 模型之 Linear 與 Linearlog 不同於其餘八種不同函數

型式之推估模型對研究地點之遊憩效益之影響關係；社會經濟變數的部分，對研究地點之遊憩效益的影響關係為正向的有教育程度(*Edu*)以及平均年收入(*Inc*)，表示教育程度為大學以上對研究地點之遊憩效益高於大學以下，此與余家斌等人(2017)、Rathnayake(2016)以及林晏州與林寶秀(2007)研究結果相同，而與陳宗玄與陸地(2006)相異，以及年收入越高，則研究地點之遊憩效益越高，此亦與 Rathnayake(2016)、林晏州與林寶秀(2007)以及陳宗玄與陸地(2006)研究結果相同，而與余家斌等人(2017)相異。

若分析 Meta 迴歸模型之整體解釋能力，OLS 模型所推估之 Meta 模型中，Semilog( $R^2=0.2946$ )與 Doublelog( $R^2=0.2996$ )的判定係數相對高於 Linear( $R^2=0.0657$ )與 Linearlog( $R^2=0.0656$ )，而 HET 模型所推估之 Meta 模型中，四種函數型式的判定係數差異不大，其中以 Linearlog( $R^2=0.3005$ )最高。此外，GLM 模型所推估之 Meta 模型中，赤池信息準則(Akaike Information Criterion, AIC)和貝葉斯信息準則 Bayesian Information Criterion, BIC)是衡量統計模型擬合資料之優良性，AIC 和 BIC 越小，表示統計模型擬合資料越優良，Linear(AIC=10436.17)與 Linearlog(AIC=10405.36)相對低於 Semilog(AIC=1758.80)與 Doublelog(AIC=1725.10)的 AIC，Linear(BIC=10576.31)與 Linearlog(BIC=10576.31)相對低於

Semilog( $BIC=1898.94$ )與 Doublelog( $BIC=1865.24$ )的 BIC，此結果表示

Linear 與 Linearlog 之模型較優良，而其中 Linearlog 又較 Linear 優良。

表 6-30 Meta 迴歸模型之 OLS 模型的推估結果

| 變數                  | Linear              | Linearlog        | Semilog         | Doublelog       |
|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 常數項                 | 1157.49             | 7834.08          | 7.78            | 7.48            |
| <i>RP</i>           | 5499.91             | 6353.41          | 0.25            | 0.26            |
| <i>SP</i>           | -3678.08            | -3156.72         | -0.08           | -0.07           |
| <i>RPSP</i>         | 5925.69             | 6661.90          | 1.19            | 1.22            |
| <i>OE</i>           | 7435.97             | 7653.13          | 0.24            | 0.25            |
| <i>PC</i>           | -5282.44            | -5043.13         | <b>-0.65*</b>   | <b>-0.68**</b>  |
| <i>Europe</i>       | -2157.34            | -8371.68         | <b>-1.36**</b>  | <b>-2.26***</b> |
| <i>NorthAmerica</i> | 564.96              | -5434.50         | -0.54           | <b>-1.44**</b>  |
| <i>PacificAsia</i>  | -1592.34            | -6861.74         | -0.81           | <b>-1.72***</b> |
| <i>Otherreg</i>     | 9249.64             | 4439.15          | <b>-1.48*</b>   | <b>-2.08***</b> |
| <i>Forest</i>       | -9592.64            | -9769.12         | <b>-1.69***</b> | <b>-1.71***</b> |
| <i>Wildelife</i>    | <b>-36632.07***</b> | -36281.23        | 0.09            | 0.16            |
| <i>Ocean</i>        | 12237.33            | 12704.32         | <b>-1.01***</b> | <b>-1.00***</b> |
| <i>Wetland</i>      | -3812.27            | -2814.52         | <b>-0.96***</b> | <b>-0.89***</b> |
| <i>Otherres</i>     | -6859.18            | -7085.64         | 0.47            | 0.47            |
| <i>Climbing</i>     | -38235.69           | -37435.04        | -2.11           | -2.10           |
| <i>Walking</i>      | -11393.12           | -11073.92        | <b>1.28*</b>    | <b>1.23*</b>    |
| <i>Sightseeing</i>  | -24788.34           | -24182.23        | 0.53            | 0.56            |
| <i>Wlviewing</i>    | <b>49809.50*</b>    | <b>50314.49*</b> | <b>1.43**</b>   | <b>1.40**</b>   |
| <i>Picnicking</i>   | -20792.03           | -20359.49        | -0.15           | -0.15           |
| <i>Camping</i>      | -9862.16            | -9499.18         | 0.06            | 0.06            |
| <i>Hunting</i>      | -9591.30            | -9352.44         | 0.93            | 0.91            |
| <i>Hotspring</i>    | -31702.98           | -32090.41        | 1.54            | 1.46            |
| <i>Biking</i>       | -29262.96           | -29345.86        | 1.48            | 1.39            |
| <i>Fishing</i>      | 5891.43             | 6147.03          | <b>1.26*</b>    | <b>1.28**</b>   |
| <i>Diving</i>       | -39008.30           | -38139.16        | <b>2.72**</b>   | <b>2.78**</b>   |
| <i>Swimming</i>     | -3694.38            | -3576.76         | 0.31            | 0.29            |
| <i>Boating</i>      | -32431.95           | -31957.43        | -0.28           | -0.28           |
| <i>Skiing</i>       | -21567.37           | -20631.92        | 2.88            | 2.93            |
| <i>Mixact</i>       | -20135.17           | -19076.26        | 0.84            | 0.91            |
| <i>Sex</i>          | 22751.29            |                  | -1.40           |                 |
| <i>LnSex</i>        |                     | 19220.24         |                 | -0.46           |
| <i>Edu</i>          | 28468.06            |                  | <b>2.82***</b>  |                 |
| <i>LnEdu</i>        |                     | 11037.90         |                 | <b>1.20***</b>  |
| <i>Age</i>          | 40.86               |                  | -0.03           |                 |
| <i>LnAge</i>        |                     | 1915.22          |                 | -1.80*          |

|              |                       |          |                           |                |
|--------------|-----------------------|----------|---------------------------|----------------|
| <i>Inc</i>   | $6.37 \times 10^{-3}$ |          | $1.08 \times 10^{-6}$ *** |                |
| <i>LnInc</i> |                       | 2969.81  |                           | <b>0.62***</b> |
| $R^2$        | 0.0657                | 0.0656   | 0.2946                    | 0.2996         |
| <i>D.W.</i>  | 1.252                 | 1.245    | 1.219                     | 1.198          |
| <i>Log-L</i> | -5537.51              | -5167.68 | -844.40                   | -827.55        |
| <i>F</i>     | 0.86                  | 0.86     | <b>5.13***</b>            | <b>5.25***</b> |

資料來源：本計畫整理

註：\*、\*\*、\*\*\*分別表示在 10%、5%、1%顯著水準之下具有統計顯著性。

表 6-31 Meta 迴歸模型之 HET 模型的推估結果

| 變數                  | Linear          | Linearlog       | Semilog         | Doublelog       |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 常數項                 | 7.77            | 7.37            | 7.75            | 7.49            |
| <i>RP</i>           | 0.25            | 0.27            | 0.25            | 0.26            |
| <i>SP</i>           | -0.07           | -0.06           | -0.08           | -0.07           |
| <i>RPSP</i>         | 1.19            | 1.22            | 1.19            | 1.22            |
| <i>OE</i>           | 0.24            | 0.25            | 0.24            | 0.25            |
| <i>PC</i>           | <b>-0.65*</b>   | <b>-0.68**</b>  | <b>-0.65*</b>   | <b>-0.68**</b>  |
| <i>Europe</i>       | <b>-1.35**</b>  | <b>-2.27***</b> | <b>-1.36**</b>  | <b>-2.27***</b> |
| <i>NorthAmerica</i> | -0.54           | <b>-1.45**</b>  | -0.54           | <b>-1.44**</b>  |
| <i>PacificAsia</i>  | -0.81           | <b>-1.72***</b> | -0.81           | <b>-1.72***</b> |
| <i>Otherreg</i>     | <b>-1.47*</b>   | <b>-2.08***</b> | <b>-1.48*</b>   | <b>-2.08***</b> |
| <i>Forest</i>       | <b>-1.69***</b> | <b>-1.71***</b> | <b>-1.69***</b> | <b>-1.71***</b> |
| <i>Wildelife</i>    | 0.09            | 0.16            | 0.10            | 0.16            |
| <i>Ocean</i>        | <b>-1.01***</b> | <b>-1.00***</b> | <b>-1.02***</b> | <b>-1.00***</b> |
| <i>Wetland</i>      | <b>-0.97***</b> | <b>-0.90***</b> | <b>-0.97***</b> | <b>-0.89***</b> |
| <i>Otherres</i>     | 0.47            | 0.46            | 0.48            | 0.47            |
| <i>Climbing</i>     | -2.11           | -2.10           | -2.11           | -2.10           |
| <i>Walking</i>      | <b>1.28*</b>    | <b>1.23*</b>    | <b>1.28*</b>    | <b>1.23*</b>    |
| <i>Sightseeing</i>  | 0.53            | 0.55            | 0.53            | 0.56            |
| <i>Wlviewing</i>    | <b>1.43**</b>   | <b>1.39**</b>   | <b>1.43**</b>   | <b>1.40**</b>   |
| <i>Picnicking</i>   | -0.15           | -0.16           | -0.15           | -0.15           |
| <i>Camping</i>      | 0.06            | 0.05            | 0.07            | 0.06            |
| <i>Hunting</i>      | 0.93            | 0.91            | 0.93            | 0.91            |
| <i>Hotspring</i>    | 1.54            | 1.45            | 1.55            | 1.46            |
| <i>Biking</i>       | 1.49            | 1.39            | 1.49            | 1.39            |
| <i>Fishing</i>      | <b>1.26*</b>    | <b>1.28**</b>   | <b>1.26*</b>    | <b>1.28**</b>   |
| <i>Diving</i>       | <b>2.72**</b>   | <b>2.77**</b>   | <b>2.72**</b>   | <b>2.78**</b>   |
| <i>Swimming</i>     | 3.20            | 0.29            | 0.31            | 0.29            |
| <i>Boating</i>      | -0.28           | -0.28           | -0.27           | -0.28           |
| <i>Skiing</i>       | 2.88            | 2.92            | 2.89            | 2.93            |
| <i>Mixact</i>       | 0.84            | 0.90            | 0.85            | 0.91            |
| <i>Sex</i>          | -1.41           |                 | -1.40           |                 |
| <i>LnSex</i>        |                 | -0.46           |                 | -0.46           |
| <i>Edu</i>          | <b>2.82***</b>  |                 | <b>2.82***</b>  |                 |
| <i>LnEdu</i>        |                 | <b>1.19***</b>  |                 | <b>1.20***</b>  |
| <i>Age</i>          | -0.03           |                 | -0.04           |                 |
| <i>LnAge</i>        |                 | -1.79*          |                 | -1.80           |

|                       |                                |                  |                                |                  |
|-----------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
| <i>Inc</i>            | <b>1.09×10<sup>-6</sup>***</b> |                  | <b>1.08×10<sup>-6</sup>***</b> |                  |
| <i>LnInc</i>          |                                | 0.63***          |                                | <b>0.62***</b>   |
| <i>R</i> <sup>2</sup> | <b>0.2951***</b>               | <b>0.3005***</b> | <b>0.2946***</b>               | <b>0.2996***</b> |
| <i>D.W.</i>           | 1.218                          | 1.197            | 1.219                          | 1.198            |
| <i>Log-L</i>          | -834.24                        | -832.54          | -834.59                        | -833.03          |
| <i>F</i>              | 5.14                           | 5.27             | 5.13                           | 5.25             |

資料來源：本計畫整理

註： \*、\*\*、\*\*\*分別表示在 10%、5%、1%顯著水準之下具有統計顯著性。

表 6-32 Meta 迴歸模型之 GLM 模型的推估結果

| 變數                  | Linear              | Linearlog           | Semilog | Doublelog       |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------|-----------------|
| 常數項                 | 1157.49             | 7834.08             | 7.78    | 7.49            |
| <i>RP</i>           | 5499.91             | 6353.41             | 0.25    | 0.26            |
| <i>SP</i>           | -3678.08            | -3156.72            | -0.08   | -0.07           |
| <i>RPSP</i>         | 5925.69             | 6661.90             | 1.19    | 1.22            |
| <i>OE</i>           | 7435.96             | 7653.13             | 0.24    | 0.25            |
| <i>PC</i>           | -5282.44            | -5043.13            | -0.65   | <b>-0.68*</b>   |
| <i>Europe</i>       | -2157.34            | -8371.68            | -1.35   | <b>-2.27**</b>  |
| <i>NorthAmerica</i> | 564.96              | -5434.50            | -0.54   | -1.44           |
| <i>PacificAsia</i>  | -1592.33            | -6861.74            | -0.81   | -1.72           |
| <i>Otherreg</i>     | 9249.64             | 4439.15             | -1.48   | <b>-2.08*</b>   |
| <i>Forest</i>       | -9592.64            | -9767.12            | -1.69   | <b>-1.71***</b> |
| <i>Wildelife</i>    | <b>-36632.07***</b> | <b>-36281.23***</b> | 0.10    | 0.16            |
| <i>Ocean</i>        | 12237.33            | 12704.32            | -1.02   | <b>-1.00***</b> |
| <i>Wetland</i>      | -3812.27            | -2814.52            | -0.97   | <b>-0.89***</b> |
| <i>Otherres</i>     | -6859.18            | -7085.64            | 0.47    | 0.46            |
| <i>Climbing</i>     | -38235.69           | -37435.04           | -2.11   | -2.10           |
| <i>Walking</i>      | -11393.12           | -11073.92           | 1.28    | <b>1.23*</b>    |
| <i>Sightseeing</i>  | -24788.34           | -24182.23           | 0.54    | 0.56            |
| <i>Wlviewing</i>    | <b>49809.50*</b>    | <b>50314.49*</b>    | 1.43    | <b>1.39**</b>   |
| <i>Picnicking</i>   | -20792.03           | -20359.49           | -0.15   | -0.15           |
| <i>Camping</i>      | -9862.15            | -9499.18            | 0.07    | 0.06            |
| <i>Hunting</i>      | -9591.30            | -9352.44            | 0.93    | 0.91            |
| <i>Hotspring</i>    | -31702.98           | -32090.41           | 1.55    | 1.46            |
| <i>Biking</i>       | -29262.96           | -29345.86           | 1.49    | 1.39            |
| <i>Fishing</i>      | 5891.43             | 6147.03             | 1.26    | <b>1.28*</b>    |
| <i>Diving</i>       | -39008.30           | -38139.16           | 2.72    | <b>2.77**</b>   |
| <i>Swimming</i>     | -3694.38            | -3576.76            | 0.32    | 0.29            |
| <i>Boating</i>      | -32431.95           | -31957.43           | -0.28   | -0.28           |
| <i>Skiing</i>       | -21567.37           | -20631.92           | 2.89    | 2.93            |
| <i>Mixact</i>       | -20135.17           | -19076.26           | 0.85    | 0.91            |
| <i>Sex</i>          | 22751.29            |                     | -1.40   |                 |
| <i>LnSex</i>        |                     | 19220.24            |         | -0.46           |
| <i>Edu</i>          | 28468.06            |                     | 2.82    |                 |
| <i>LnEdu</i>        |                     | 11037.90            |         | <b>1.20***</b>  |
| <i>Age</i>          | -40.86              |                     | -0.04   |                 |

|              |          |          |                    |                |
|--------------|----------|----------|--------------------|----------------|
| <i>LnAge</i> |          | 1915.22  |                    | -1.80          |
| <i>Inc</i>   | 0.01     |          | $1 \times 10^{-6}$ |                |
| <i>LnInc</i> |          | 2969.80  |                    | <b>0.62***</b> |
| <i>AIC</i>   | 10436.17 | 10405.36 | 1758.80            | 1725.10        |
| <i>BIC</i>   | 10576.31 | 10545.50 | 1898.94            | 1865.24        |
| <i>Log-L</i> | -5183.09 | -5167.68 | -844.40            | -827.55        |

資料來源：本計畫整理

註：\*、\*\*、\*\*\*分別表示在 10%、5%、1%顯著水準之下具有統計顯著性。

表 6-33 Meta 模型之各變數對研究地點之效益值的影響關係

| 變數           | OLS 模型 |           |         |           | HET 模型 |           |         |           | GLM 模型 |           |         |           |
|--------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|
|              | Linear | Linearlog | Semilog | Doublelog | Linear | Linearlog | Semilog | Doublelog | Linear | Linearlog | Semilog | Doublelog |
| 常數項          | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         |
| RP           | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         |
| SP           | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| RPSP         | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         |
| OE           | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         |
| PC           | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| Europe       | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| NorthAmerica | +      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | +      | -         | -       | -         |
| PacificAsia  | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| Otherreg     | +      | +         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | +      | +         | -       | -         |
| Forest       | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| Wildelife    | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Ocean        | +      | +         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | +      | +         | -       | -         |
| Wetland      | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| Otherres     | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Climbing     | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| Walking      | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Sightseeing  | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Wlviewing    | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         |
| Picnicking   | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| Camping      | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Hunting      | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Hotspring    | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Biking       | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Fishing      | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | +      | +         | +       | +         |
| Diving       | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Swimming     | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Boating      | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -      | -         | -       | -         |
| Skiing       | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Mixact       | -      | -         | +       | +         | +      | +         | +       | +         | -      | -         | +       | +         |
| Sex          | +      |           | -       |           | -      |           | -       |           | +      |           | -       |           |
| LnSex        |        | +         |         | -         |        | -         |         | -         |        | +         |         | -         |
| Edu          | +      |           | +       |           | +      |           | +       |           | +      |           | +       |           |

|              |   |   |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| <i>LnEdu</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Age</i>   | + | - | - | - | - | - |
| <i>LnAge</i> | + | - | - | - | + | - |
| <i>Inc</i>   | + | + | + | + | + | + |
| <i>LnInc</i> | + | + | + | + | + | + |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>「+」表示該變數與研究地點具有正向的影響關係，「-」表示該變數與研究地點具有負向的影響關係。<sup>2</sup>標記「灰底」的變數表示為顯著項。

為了進一步確認 Meta 迴歸模型的移轉效果，本計畫採用成對 t 檢定，將所有用來推估 Meta 迴歸模型的原始資料重新代入此所建構之 Meta 迴歸模型，以求取各項研究地點的效益推估值，再將這些效益推估值與原始研究所獲得的實際價值作比較，進行成對 t 檢定，亦即將 440 筆原始資料重新代入 Meta 迴歸模型中，以獲得 440 個效益推估值，進而與各筆原始研究所獲得 440 個實際價值比較。三種推估模型之原始資料效益之成對 t 檢定結果如表 6-34 至表 6-36 所示，檢定結果除了 HET 模型之 Linear 與 Linearlog 所推估之 Meta 模型拒絕  $H_0$  之外，其餘十種不同函數型式之推估模型皆接受  $H_0$ ，表示在 1% 的顯著水準下，效益推估值與實際價值有顯著差異。

表 6-34 OLS 模型所推估之原始資料效益值之成對 t 檢定結果

| 項目               | OLS 模型     |            |            |            |
|------------------|------------|------------|------------|------------|
|                  | Linear     | Linearlog  | Semilog    | Doublelog  |
| $WTP^{True}$     | 9,129.379  | 9,129.379  | 9,129.379  | 9,129.379  |
| $WTP^{Meta}$     | 12,320.150 | 9,083.382  | 1,577.274  | 1,171.998  |
| $\Delta WTP$     | 3,190.775  | -45.997    | -7,552.110 | -7,957.380 |
| $S_D$            | 72,771.400 | 72,772.040 | 75,143.610 | 75,143.610 |
| n-1              | 439        | 439        | 439        | 439        |
| $S_D/\sqrt{n-1}$ | 3,473.189  | 3,473.220  | 3,586.409  | 3,586.409  |
| t                | -0.920     | 0.013      | 2.108      | 2.221      |

|                   |          |          |          |          |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| 檢定結果 <sup>1</sup> | 接受 $H_0$ | 接受 $H_0$ | 接受 $H_0$ | 接受 $H_0$ |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>在 1%顯著水準之檢定結果。

表 6-35 HET 模型所推估之原始資料效益值之成對 t 檢定結果

| 項目               | HET 模型           |                 |            |            |
|------------------|------------------|-----------------|------------|------------|
|                  | Linear           | Linearlog       | Semilog    | Doublelog  |
| $WTP^{True}$     | 9,129.379        | 9,129.379       | 9,129.379  | 9,129.379  |
| $WTP^{Meta}$     | 342,022,666.500  | 71,523,945.860  | 1,052.912  | 1,182.058  |
| $\Delta WTP$     | 342,013,537.100  | 71,514,816.480  | -8,076.467 | -7,947.321 |
| $S_D$            | 1797,882,971.000 | 336,123,652.100 | 75,180.614 | 75,155.513 |
| n-1              | 439              | 439             | 439        | 439        |
| $S_D/\sqrt{n-1}$ | 85,808,272.501   | 16042,306.645   | 3,588.175  | 3,586.977  |
| t                | -3.99            | -4.463          | 2.253      | 2.218      |
| 檢定結果             | 拒絕 $H_0$         | 拒絕 $H_0$        | 接受 $H_0$   | 接受 $H_0$   |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>在 1%顯著水準之檢定結果。

表 6-36 GLM 模型所推估之原始資料效益值之成對 t 檢定結果

| 項目               | GLM 模型     |            |                 |            |
|------------------|------------|------------|-----------------|------------|
|                  | Linear     | Linearlog  | Semilog         | Doublelog  |
| $WTP^{True}$     | 9,129.379  | 9,129.379  | 9,129.379       | 9,129.379  |
| $WTP^{Meta}$     | 11,844.513 | 9,084.498  | 95,514,123.100  | 1,178.439  |
| $\Delta WTP$     | 2,715.134  | -44.881    | 95,504,993.720  | -7,950.940 |
| $S_D$            | 72,802.170 | 72,772.037 | 834,948,001.200 | 75,156.251 |
| n-1              | 439        | 439        | 439             | 439        |
| $S_D/\sqrt{n-1}$ | 3,474.658  | 3,473.220  | 39,849,893.885  | 3,587.012  |
| t                | -0.782     | 0.013      | -2.399          | 2.219      |
| 檢定結果             | 接受 $H_0$   | 接受 $H_0$   | 接受 $H_0$        | 接受 $H_0$   |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>在 1%顯著水準之檢定結果。

此外，本計畫除了採用成對 t 檢定外，亦採用相關分析來檢定 Meta 迴歸模型的移轉效果，即是利用 Meta 迴歸模型推估之 440 筆原始資料的效益值，與原始研究所獲得的實際價值的相關係數來檢定。三種推估模型之原始資料效益之成對 t 檢定結果如表 6-37 至表 6-39 所示，檢定結果只有 OLS 模型之 Linear 與 Linearlog、GLM 模型之 Linear 與 Linearlog 所推估之 Meta 模型拒絕  $H_0$ ，表示在 1%的顯著水準下，效益推估值與實際價值有顯著相關性，其餘八種不同函數型式之推估模型皆接受  $H_0$ ，表示在 1%的顯著水準下，效益推估值與實際價值無顯著相關性。

綜合成對 t 檢定與相關分析檢定結果，可以確認 Meta 迴歸模型的移轉效果，以 OLS 模型之 Linear 與 Linearlog、GLM 模型之 Linear 與 Linearlog 所推估之 Meta 模型較佳，意即效益推估值與實際價值差異較小，故本計畫之後進一步推估兩研究礦區之森林遊樂效益時，主要

以此四種函數型式之推估模型進行推估。

表 6-37 OLS 模型之移轉效益的相關分析結果

| 項目                        | OLS 模型   |           |          |           |
|---------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|                           | Linear   | Linearlog | Semilog  | Doublelog |
| $\gamma$                  | 0.256    | 0.256     | 0.067    | 0.083     |
| $\gamma^2$                | 0.066    | 0.066     | 0.004    | 0.007     |
| $1-\gamma^2$              | 0.934    | 0.934     | 0.996    | 0.993     |
| $n-2$                     | 438      | 438       | 438      | 438       |
| $\sqrt{(1-\gamma^2)/n-2}$ | 0.046    | 0.046     | 0.048    | 0.048     |
| t                         | 5.542    | 5.542     | 1.405    | 1.743     |
| 檢定結果                      | 拒絕 $H_0$ | 拒絕 $H_0$  | 接受 $H_0$ | 接受 $H_0$  |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>在 1%顯著水準之檢定結果。

表 6-38 HET 模型之移轉效益的相關分析結果

| 項目                        | HET 模型   |           |          |           |
|---------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|                           | Linear   | Linearlog | Semilog  | Doublelog |
| $\gamma$                  | 0.006    | 0.013     | 0.066    | 0.083     |
| $\gamma^2$                | 0.000036 | 0.000169  | 0.004356 | 0.006889  |
| $1-\gamma^2$              | 0.999964 | 0.999831  | 0.995644 | 0.993111  |
| $n-2$                     | 438      | 438       | 438      | 438       |
| $\sqrt{(1-\gamma^2)/n-2}$ | 0.047780 | 0.047777  | 0.047677 | 0.047979  |
| t                         | 0.126    | 0.272     | 1.384    | 1.74      |
| 檢定結果                      | 接受 $H_0$ | 接受 $H_0$  | 接受 $H_0$ | 接受 $H_0$  |

資料來源：本計畫整理

表 6-39 GLM 模型之移轉效益的相關分析結果

| 項目                        | GLM 模型   |           |           |           |
|---------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | Linear   | Linearlog | Semilog   | Doublelog |
| $\gamma$                  | 0.255    | 0.256     | -0.001    | 0.083     |
| $\gamma^2$                | 0.065025 | 0.065536  | 0.000001  | 0.006889  |
| $1-\gamma^2$              | 0.934975 | 0.934464  | 0.999999  | 0.993111  |
| $n-2$                     | 438      | 438       | 438       | 438       |
| $\sqrt{(1-\gamma^2)/n-2}$ | 0.046202 | 0.046189  | 0.047781  | 0.047616  |
| t                         | 5.519214 | 5.542372  | -0.020928 | 1.743075  |
| 檢定結果                      | 拒絕 $H_0$ | 拒絕 $H_0$  | 接受 $H_0$  | 接受 $H_0$  |

資料來源：本計畫整理

為了推估兩研究礦區之森林遊樂效益，本計畫代入 Meta 迴歸模型之各項變數如表 6-40 所示，研究方法變數的部分，採用原始樣本資料的平均數；地點特徵變數的部分，地理位置將亞太地區 (PacificAsia) 代入 1，其餘地理位置變數則代入 0，資源類型將森林 (Forest) 代入 1，其餘資源類型變數則代入 0；遊憩活動變數的部分，本計畫共分成四種森林遊憩活動以及綜合遊憩活動加以評估森林遊樂效益，包含健行 (Walking)、觀賞野生動植物 (Wlviewing)、野餐 (Picnicking)、露營 (Camping) 以及綜合遊憩活動 (Mixact)，評估各森林

遊憩活動時代入 1，其餘遊憩活動變數則代入 0；社會經濟變數的部分，本計畫原本有意代入兩研究礦區所在縣市之宜蘭縣與花蓮縣之遊客社會經濟變數，得以加以區別兩研究礦區之森林遊樂效益，然而，有鑑於查詢交通部觀光局之觀光統計資料庫與宜蘭縣與花蓮縣政府之統計資料後並無所獲，故本計畫最終考量代入臺灣本土資料，性別(Sex)採用 2017 年來台旅客之性別比例 0.47，年齡(Age)採用 2017 年來台旅客之年齡，教育程度(Edu)與平均年收入(Inc)則代入原始樣本之平均數。

有鑑於本計畫進行 Meta 迴歸模型移轉效果之檢定後，以 OLS 模型之 Linear 與 Linearlog、GLM 模型之 Linear 與 Linearlog 所推估之 Meta 模型較佳，故本計畫推估兩研究礦區之森林遊憩效益時，主要以此四種函數型式之推估模型進行推估。表 6-41 與表 6-42 為各森林遊憩活動變數代入 OLS 與 GLM 之 Meta 迴歸模型所推估之效益值，貨幣單位皆為新台幣元(2018 年)。當森林遊憩活動為「健行」時，其森林遊樂效益範圍值為 9,830.01-13,989.11 元/年/人；森林遊憩活動為「觀賞野生動植物」時，其森林遊樂效益範圍值為 71,218.42-75,191.73 元/年/人；森林遊憩活動為「野餐」時，其森林遊樂效益範圍值為 544.44-4,590.20 元/年/人；森林遊憩活動為「露營」時，其森林遊樂效益範圍值為 11,404.75-15,520.07 元/年/人；森林遊憩活動為「綜合

活動」時，其森林遊樂效益範圍值為 1,827.67-5,247.06 元/年/人。然而，本計畫目的為計算兩研究礦區 20 年前倘若未進行採礦作業，至今所能提供之森林遊樂效益，故由上述 20 年每人每年森林遊樂效益，可進一步透過折現率計算至今 20 年後之每人總森林遊樂效益，折現率則採用行造林貸款優惠利率 1.25%，計算結果當森林遊憩活動為「健行」時，其 20 年森林遊樂效益範圍值為 234,396.743-279,782.17 元/人；森林遊憩活動為「觀賞野生動植物」時，其 20 年森林遊樂效益範圍值為 1,698,204.35 - 1,792,947.99 元/人；森林遊憩活動為「野餐」時，其 20 年森林遊樂效益範圍值為 12,982.18 - 109,453.39 元/人；森林遊憩活動為「露營」時，其 20 年森林遊樂效益範圍值為 271,946.44 -370,076.31 元/人；森林遊憩活動為「綜合活動」時，其 20 年森林遊樂效益範圍值為 43,580.82 - 125,116.23 元/人。

表 6-40 兩研究礦區森林遊樂效益之 Meta 迴歸模型各項變數

| 變數名稱                      | 森林遊憩活動 |         |        |        |                   |
|---------------------------|--------|---------|--------|--------|-------------------|
|                           | 健行     | 觀賞野生動植物 | 野餐     | 露營     | 綜合活動 <sup>1</sup> |
| <i>RP</i>                 | 0.632  | 0.632   | 0.632  | 0.632  | 0.632             |
| <i>SP</i>                 | 0.355  | 0.355   | 0.355  | 0.355  | 0.355             |
| <i>RPSP</i>               | 0.011  | 0.011   | 0.011  | 0.011  | 0.011             |
| <i>OE</i>                 | 0.13   | 0.13    | 0.13   | 0.13   | 0.13              |
| <i>PC</i>                 | 0.082  | 0.082   | 0.082  | 0.082  | 0.082             |
| <i>Europe</i>             | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>NorthAmerica</i>       | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>PacificAsia</i>        | 1      | 1       | 1      | 1      | 1                 |
| <i>Otherreg</i>           | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Forest</i>             | 1      | 1       | 1      | 1      | 1                 |
| <i>Wildelife</i>          | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Ocean</i>              | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Wetland</i>            | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Otherres</i>           | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Climbing</i>           | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Walking</i>            | 1      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Sightseeing</i>        | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Wlviewing</i>          | 0      | 1       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Picnicking</i>         | 0      | 0       | 1      | 0      | 0                 |
| <i>Camping</i>            | 0      | 0       | 0      | 1      | 0                 |
| <i>Hunting</i>            | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Hotspring</i>          | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Biking</i>             | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Fishing</i>            | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Diving</i>             | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Swimming</i>           | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Boating</i>            | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Skiing</i>             | 0      | 0       | 0      | 0      | 0                 |
| <i>Mixact</i>             | 0      | 0       | 0      | 0      | 1                 |
| <i>Sex</i> <sup>2</sup>   | 0.47   | 0.47    | 0.47   | 0.47   | 0.47              |
| <i>LnSex</i> <sup>2</sup> | -0.747 | -0.747  | -0.747 | -0.747 | -0.747            |
| <i>Edu</i> <sup>3</sup>   | 0.56   | 0.56    | 0.56   | 0.56   | 0.56              |
| <i>LnEdu</i> <sup>3</sup> | -0.580 | -0.580  | -0.580 | -0.580 | -0.580            |

|                           |        |        |        |        |        |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Age</i> <sup>4</sup>   | 39.694 | 39.694 | 39.694 | 39.694 | 39.694 |
| <i>LnAge</i> <sup>4</sup> | 3.681  | 3.681  | 3.681  | 3.681  | 3.681  |
| <i>Inc</i> <sup>5</sup>   | 674958 | 674958 | 674958 | 674958 | 674958 |
| <i>LnInc</i> <sup>5</sup> | 13.422 | 13.422 | 13.422 | 13.422 | 13.422 |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>綜合活動代表並非評價單一遊憩活動。<sup>2</sup>*Sex* 採用 2017 年來台旅客之性別比例。<sup>3</sup>*Edu* 採用原始樣本之平均數。<sup>4</sup>*Age* 採用 2017 年來台旅客之年齡。<sup>5</sup>*Inc* 採用原始樣本之平均數。

表 6-41 兩研究礦區之每人每年各森林遊憩活動效益推估值(OLS 模型)

| 森林遊憩活動  | OLS 模型(元/年/人) |           |                      |                        |
|---------|---------------|-----------|----------------------|------------------------|
|         | Linear        | Linearlog | Semilog <sup>1</sup> | Doublelog <sup>1</sup> |
| 健行      | 13,989.11     | 9,830.01  | 1,254.80             | 856.85                 |
| 觀賞野生動植物 | 75,191.73     | 71,218.42 | 1,457.87             | 1,015.63               |
| 野餐      | 4,590.20      | 544.44    | 300.29               | 215.57                 |
| 露營      | 15,520.07     | 11,404.75 | 370.46               | 265.94                 |
| 綜合活動    | 5,247.06      | 1,827.67  | 808.14               | 622.20                 |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>效益值已由 LnWTP 值轉換為 WTP 值。<sup>2</sup>貨幣單位為新台幣元(2018 年)。

表 6-42 兩研究礦區之每人每年各森林遊憩活動效益推估值(GLM 模型)

| 森林遊憩活動  | GLM 模型(元/年/人) |           |                      |                        |
|---------|---------------|-----------|----------------------|------------------------|
|         | Linear        | Linearlog | Semilog <sup>1</sup> | Doublelog <sup>1</sup> |
| 健行      | 13,195.39     | 9,831.88  | 23,355.36            | 865.46                 |
| 觀賞野生動植物 | 74,398.01     | 71,220.29 | 27,135.06            | 1,015.63               |
| 野餐      | 3,796.48      | 546.31    | 5,589.15             | 217.73                 |
| 露營      | 14,726.36     | 11,406.62 | 6,964.51             | 268.61                 |
| 綜合活動    | 4,453.34      | 1,829.54  | 15,192.88            | 628.46                 |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>效益值已由 LnWTP 值轉換為 WTP 值。<sup>2</sup>貨幣單位為新台幣元(2018 年)。

表 6-43 兩研究礦區之每人 20 年各森林遊憩活動效益推估值(OLS 模型)

| 森林遊憩活動  | OLS 模型(元/人)  |              |                      |                        |
|---------|--------------|--------------|----------------------|------------------------|
|         | Linear       | Linearlog    | Semilog <sup>1</sup> | Doublelog <sup>1</sup> |
| 健行      | 333,570.55   | 234,396.74   | 29,920.73            | 20,431.60              |
| 觀賞野生動植物 | 1,792,947.99 | 1,698,204.35 | 34,762.93            | 24,217.71              |
| 野餐      | 109,453.39   | 12,982.18    | 7,160.42             | 5,140.27               |
| 露營      | 370,076.31   | 271,946.44   | 8,833.62             | 6,341.34               |
| 綜合活動    | 125,116.23   | 43,580.82    | 19,270.11            | 14,836.37              |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>效益值已由 LnWTP 值轉換為 WTP 值。<sup>2</sup>貨幣單位為新台幣元(2018 年)。

表 6-44 兩研究礦區之每人 20 年各森林遊憩活動效益推估值(GLM 模型)

| 森林遊憩活動  | GLM 模型(元/人)  |              |                      |                        |
|---------|--------------|--------------|----------------------|------------------------|
|         | Linear       | Linearlog    | Semilog <sup>1</sup> | Doublelog <sup>1</sup> |
| 健行      | 314,644.28   | 234,441.33   | 556,908.93           | 20,636.91              |
| 觀賞野生動植物 | 1,774,021.72 | 1,698,248.94 | 647,035.93           | 24,217.71              |
| 野餐      | 90,527.13    | 13,026.77    | 133,273.37           | 5,191.78               |

|      |            |            |            |           |
|------|------------|------------|------------|-----------|
| 露營   | 351,150.29 | 271,991.03 | 166,068.85 | 6,405.01  |
| 綜合活動 | 106,189.96 | 43,625.41  | 362,274.46 | 14,985.64 |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>效益值已由 LnWTP 值轉換為 WTP 值。<sup>2</sup>貨幣單位為新台幣元(2018 年)。

取得 20 年每人之森林遊樂效益後，本計畫為推估兩研究礦區之 20 年總森林遊樂效益，進一步選擇鄰近兩研究礦區之位於宜蘭縣與花蓮縣之國家森林遊樂區，取得其一年之總遊客人數，以計算兩研究礦區之 20 年總森林遊樂效益。然而兩研究礦區之面積只有約 30 多公頃，而位於宜蘭縣與花蓮縣之國家森林遊樂區，包括太平山、池南、富源等國家森林遊樂區面積介於 100 至 1000 多公頃。此外，本計畫查詢交通部觀光局之國內主要觀光遊憩據點遊客人數統計及宜蘭縣主要觀光遊憩據點遊客人次概況後，得知位於宜蘭縣的觀光遊憩據點大多位於宜蘭縣北部或靠近濱海，例如北關海潮公園、外澳濱海遊憩區等，而本計畫位於宜蘭縣之太白山礦區位於宜蘭縣南部且接近位於花蓮縣北部之勇士山礦區，故本計畫考量評估尺度與遊憩區地理位置、資源屬性之合理性，兩研究礦區皆選用位於花蓮縣的林田山林業文化園區，其面積約 14 公頃，較符合兩研究礦區之面積尺度，取得其最新統計之一年遊客人數為 44,888 人(花蓮縣政府，2017)，最終計算兩研究礦區 20 年總森林遊樂效益。結果如表 6-45 與表 6-46 所示，當森林遊憩活動為「健行」時，其 20 年總森林遊樂效益範圍值為 10,521,601,020.14- 14,973,314,782.68 元；森林遊憩活動為「觀賞野生

動植物」時，其 20 年總森林遊樂效益範圍值為 76,228,996,768.54 - 80,481,849,263.03 元；森林遊憩活動為「野餐」時，其 20 年總森林遊樂效益範圍值為 582,744,113.12- 4,913,143,832.27 元；森林遊憩活動為「露營」時，其 20 年總森林遊樂效益範圍值為 12,207,131,959.63 - 16,611,985,577.29 元；森林遊憩活動為「綜合活動」時，其 20 年總森林遊樂效益範圍值為 1,956,255,846.79 - 5,616,217,262.11 元。

表 6-45 兩研究礦區之 20 年各森林遊憩活動效益推估值(OLS 模型)

| 森林遊憩活動  | GLM 模型(元)         |                   |                      |                        |
|---------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------------|
|         | Linear            | Linearlog         | Semilog <sup>1</sup> | Doublelog <sup>1</sup> |
| 健行      | 14,973,314,782.68 | 10,521,601,020.14 | 1,343,081,539.09     | 917,133,739.85         |
| 觀賞野生動植物 | 80,481,849,263.03 | 76,228,996,768.54 | 1,560,438,542.71     | 1,087,084,717.52       |
| 野餐      | 4,913,143,832.27  | 582,744,113.12    | 321,416,923.31       | 230,736,441.97         |
| 露營      | 16,611,985,577.29 | 12,207,131,959.63 | 396,523,738.42       | 284,650,226.73         |
| 綜合活動    | 5,616,217,262.11  | 1,956,255,846.79  | 864,996,744.50       | 665,974,923.19         |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>效益值已由 LnWTP 值轉換為 WTP 值。<sup>2</sup>貨幣單位為新台幣元(2018 年)。

表 6-46 兩研究礦區之 20 年各森林遊憩活動效益推估值(GLM 模型)

| 森林遊憩活動  | GLM 模型(元)         |                   |                      |                        |
|---------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------------|
|         | Linear            | Linearlog         | Semilog <sup>1</sup> | Doublelog <sup>1</sup> |
| 健行      | 14,123,752,558.25 | 10,523,602,584.12 | 24,998,527,936.57    | 926,349,496.99         |
| 觀賞野生動植物 | 79,632,287,038.61 | 76,230,998,332.52 | 29,044,148,986.38    | 1,087,084,717.52       |
| 野餐      | 4,063,581,607.85  | 584,745,677.10    | 5,982,375,027.26     | 233,048,408.91         |
| 露營      | 15,762,434,056.42 | 12,209,133,523.60 | 7,454,498,573.33     | 287,508,074.76         |
| 綜合活動    | 4,766,655,037.69  | 1,958,257,410.76  | 16,261,776,102.66    | 672,675,345.92         |

資料來源：本計畫整理

註：<sup>1</sup>效益值已由 LnWTP 值轉換為 WTP 值。<sup>2</sup>貨幣單位為新台幣元(2018 年)。

根據上述評估結果，本計畫整理森林遊樂效益評估的其他相關文獻，與兩研究礦區之森林遊憩效益之單位願付價格結果做比較，如表 6-47，

其中若單看臺灣之文獻，範圍由 897 至 7,659 元/年/人，以吳珮瑛與廖珮吟(2008)評估雪霸國家園之結果為最低價格，至於楊蕙玟(2014)評估陽明山國家公園之結果為最高價格；本計畫評估森林綜合活動之遊憩效益為 1,827.67 至 5,247.06 元/年/人，與大多數研究評估結果相近，如表 6-47，若與其他國家一同觀察，森林遊樂效益單位願付價格之範圍為 897 至 8,204 元/年/人，以 Demeke *et al.*(2016)評估南非 Kruger National Park 之研究為最高價格，推測不同國家總體經濟狀況及評估之尺度差異皆可能為影響價格之其中一項重要因素。

表 6-47 森林遊樂效益評估之相關文獻

| 相關文獻(按年分)                       | 地點                              | 評估方法  | 森林遊樂效益值<br>(元/年/人)          |
|---------------------------------|---------------------------------|-------|-----------------------------|
| 汪真滿與陳凱俐(2000)                   | 臺灣-太平山森林遊樂區                     | 旅行成本法 | 1,461                       |
| 廖祥亨(2003)                       | 臺灣-陽明山國家公園                      | 旅行成本法 | 4,009                       |
| 劉癸君(2003)                       | 臺灣-阿里山森林遊樂區                     | 旅行成本法 | 1,053                       |
| 李柏儒(2007)                       | 臺灣-杉林溪森林遊樂區                     | 條件評估法 | 1,475                       |
| 陳宛君與廖學誠(2007)                   | 臺灣-崙埤九寮溪自然生態園區                  | 旅行成本法 | 4,703                       |
|                                 | 臺灣-墾丁國家公園                       |       | 2,674                       |
|                                 | 臺灣-玉山國家公園                       |       | 1,060                       |
| 吳珮瑛與廖珮吟(2008)                   | 臺灣-陽明山國家公園                      | 旅行成本法 | 2,456                       |
|                                 | 臺灣-太魯閣國家公園                      |       | 1,994                       |
|                                 | 臺灣-雪霸國家公園                       |       | 897                         |
| 楊蕙玟(2014)                       | 臺灣-陽明山國家公園                      | 旅行成本法 | 7,659                       |
| Keske and Mayer(2014)           | 美國-Quandary Peak                | 條件評估法 | 3,806*                      |
|                                 |                                 |       | 3,950*                      |
| Richardson <i>et al.</i> (2014) | 美國- Yellowstone National Park   | 條件評估法 | 1,230*                      |
| Sardana <i>et al.</i> (2016)    | 美國-USDA Forest Service Region 8 | 旅行成本法 | 1,879*                      |
|                                 |                                 |       | 6,890*                      |
| Demeke <i>et al.</i> (2016)     | 南非-Kruger National Park         | 旅行成本法 | 7,009*                      |
|                                 |                                 |       | 8,140*                      |
|                                 |                                 |       | 8,204*                      |
| 本計畫(2018)                       | 臺灣                              | 效益移轉法 | 1,827.67-5,247.06<br>(綜合活動) |

資料來源：本計畫整理。註：\*表示皆以 2018 年匯率換算成新台幣。

#### 第四節 結論與建議

##### 研究結論

礦產的開發與利用會擾動大量的地表，嚴重破壞原有的環境，包括水土流失、植被與生物棲地等均造成不可回復性的衝擊(劉英毓、張瑞麟，2008)。以臺灣而言，礦產開採大部分位在山區，因此多數土地屬於行政院農業委員會林務局所管轄之國有林地；依據行政院農業委員會林務局於 2017 年彙整之礦業用地資料，共有 129 家礦業公司承租 655 公頃國有林，租用國有林地的礦場約有 100 多筆，其中 18 筆為保安林，大部分集中在東部宜蘭、花蓮地區，而西部的礦場僅 7 筆租地。雖然目前礦產業使用國有林地租金已改以市價查估，且需進行水土保持計畫以及在開礦作業結束進行至少 6 年的復育造林(李佩吟，2015)。但是，在開礦期間，林地因開採礦而喪失之水源涵養、國土保安及生態保育等森林生態系服務價值，目前都尚未列入開礦者所應負擔之經費，亦即開礦者並未承擔生態損害補償(Eco-compensation)之責任。

據此，依據 TEEB 分類體系所列 17 項生態系服務類別並對應行政院農業委員會林務局業務職掌相關之法令，為了避免所評估之功能涵蓋範圍與類別內涵重疊性過高，本計畫選擇可代表臺灣礦區生態損害補償之生態系服務價值，包括林木生產、碳貯(吸)存、水源涵養、森林

遊樂等四項，作為臺灣礦區生態損害補償費用計算之基礎；其中林木生產效益採用市場價值法評估、碳貯(吸)存效益採用效益移轉法評估、水源涵養效益採用水文平衡法評估水源涵養量再使用重置成本法評估效益、森林遊樂效益則採用效益移轉法評估；其次，本計畫將生態服務價值計算進行情境與敏感度分析。

由於國有林礦區大都位在東部宜蘭、花蓮地區，因此本計畫依森林生態服務功能價值評估執行之考量，選定宜蘭縣、花蓮縣各一處礦區，分別為信大水泥公司位於太白山礦區及臺灣水泥公司位於勇士山礦區為本計畫之研究地點，提供礦業用地之生態損害補償費用之計算方法與實證分析，期能提供行政院農業委員會林務局未來規劃礦區承租業者生態損害補償機制之參考。

在《礦業法》第 13 條採礦權以 20 年為限。期滿前一年至六個月間，得申請展限；每次展限不得超過 20 年，且由於兩研究礦區採礦年份至今皆約 20 年，故本計畫評估 20 年以及每年的四項森林生態系服務效益以提供政府作為生態補償費用計算之參考。四項森林生態系服務效益評估結果分別如下所示：

### **(一)、林木生產效益**

(1)太白山礦區：20 年單位面積林木生產效益範圍值為

129,244.00-325,320.20 元/公頃，20 年總林木生產效益範圍值為

466.57-1,174.41 萬元。

(2)勇士山礦區：20 年單位面積林木生產效益範圍值為

129,244.00-325,320.20 元/公頃，20 年總林木生產效益範圍值為

407.12-1,024.76 萬元。

## **(二)、森林碳貯(吸)存效益**

(1)太白山礦區：20 年總森林碳貯存效益範圍值為

1,510,920.47-19,951,336.42 元，20 年總森林年均碳吸存效益範圍值為

50,527-996,126.10 元/年。

(2)勇士山礦區：20 年森林碳貯存效益範圍值為

1,318,393.21-17,409,060.86 元，20 年總森林年均碳吸存效益範圍值為

44,092.19-869,236.77 元/年。

## **(三)、森林水源涵養效益**

(1)太白山礦區：20 年單位面積森林水源涵養效益範圍值為 351,351.44

元/公頃，20 年總森林水源涵養效益範圍值為 12,683,787.07 元，年均

單位面積森林水源涵養效益範圍值為 17,567.57 元/公頃/年，年均總森

林水源涵養效益範圍值為 634,189.35 元/年。

(2)勇士山礦區：20 年單位面積森林水源涵養效益範圍值為 159,699.55

元/公頃，20 年總森林水源涵養效益範圍值為 5,765,153.68 元，年均

單位面積森林水源涵養效益範圍值為 7,984.98 元/公頃/年，年均總森

林水源涵養效益範圍值為 288,257.68 元/年。

#### **(四)、森林遊樂效益**

(1)健行：20 年健行之總森林遊樂效益範圍值為 10,521,601,020.14-14,973,314,782.68 元。每年每人健行之森林遊樂效益範圍值為 13,989.11-13,989.11 元/年/人。

(2)觀賞野生動植物：20 年觀賞野生動植物之總森林遊樂效益範圍值為 76,228,996,768.54-80,481,849,263.03 元。每年每人觀賞野生動植物之森林遊樂效益範圍值為 71,218.42-75,191.73 元/年/人。

(3)野餐：20 年野餐之總森林遊樂效益範圍值為 582,744,113.12-4,913,143,832.27 元。每年每人野餐之森林遊樂效益範圍值為 71,218.42-75,191.73 元/年/人。

(4)露營：20 年露營之總森林遊樂效益範圍值為 12,207,131,959.63 - 16,611,985,577.29 元。每年每人露營之森林遊樂效益範圍值為 11,404.75-15,520.07 元/年/人。

(5)綜合活動：20 年綜合活動之總森林遊樂效益範圍值為 1,956,255,846.79 - 5,616,217,262.11 元，每年每人綜合活動之森林遊樂效益範圍值為 1,827.67-5,247.06 元/年/人。

表 6-48 兩研究礦區 4 項效益之 20 年總效益比較

| 礦區  | 林木生產              | 碳貯存                        | 水源涵養          | 森林遊樂               |
|-----|-------------------|----------------------------|---------------|--------------------|
| 太白山 | 466.57-1,174.41 萬 | 1,510,920.47-19,951,336.42 | 12,683,787.07 | 1,956,255,846.79 - |
| 勇士山 | 407.12-1,024.76 萬 | 1,318,393.21-17,409,060.86 | 5,765,153.68  | 5,616,217,262.11   |

資料來源：本計畫整理。註：貨幣單位為新台幣元(2018 年)。

## 一、研究建議

### (一) 政策建議

1.本計畫所計算之四項生態系服務價值之範圍值為實際向礦區承租業者收取生態損害補償費用之上限值，後續將可提供政府作為訂定生態損害補償費用的參考依據，且生態補償費用進一步可與林地市價合併以提高國有林地租金，有鑑於森林資源之有限及重要性，實際收取之生態補償費用期能提供國有林礦區生態復育之所需，以有效保護生態環境，並達成社會正義的和諧性。

2.本計畫以太白山礦區與勇士山礦區為例，運用此兩個案之實證研究以說明四項森林生態損害補償費用之生態系服務價值評估方法與計算方式，期能提供政府未來規劃礦區承租業者森林生態損害補償機制之參考並擬定符合臺灣與國際現行法規執行應用之補償機制；未來政府欲計算某一個案之生態損害補償費用時，則可依據國有林地分級分區，評估個案之林地情況，來選取欲向礦區承租業者收取之森林生態

系服務效益之損失類別，以避免收取生態系服務效益類別產生矛盾之情況。

## (二) 研究建議

1.森林生態系服務系統服務功能為一複雜且多面向的體系，其功能之分類涵蓋領域甚廣，各項功能或服務之間難免有所遺漏或重疊部分，而本計畫所選擇的四項生態系服務價值僅為其中一部分，且森林生態系服務於效益價值評估時所需考量之因素與評估方法眾多，不同尺度差異的研究區域也會影響其功能之評估方法，因此在建立整體森林生態補償費用機制考量時須謹慎選取評估之功能或服務類別，以避免有高估或低估之總效益價值呈現。為了更加精準且有效的對森林生態系服務功能進行評估，本計畫建議後續研究不斷重複驗證並改進原有之方法，或提出新的評估方法，而除了方法應即時更新外，針對不同評估區域做為評估對象時，應審慎考量該區域之環境等多項因素，因地制宜的採取合適之方法以降低泛用化基礎資料所造成與實際狀況的差異，然而即使無法非常準確的評估出實際價值，亦可對此森林生態系統服務功能的基本價值有個大概的認知。

2.本計畫在林木生產效益與碳貯存效益評估上，由於缺乏兩研究礦區未進行採礦作業前之森林生態調查資料，無法得知森林原本的樹種組成、胸徑、樹高、林齡等基礎資料，導致本計畫最後採用前人研究之

調查資料與相關理論進行未進行採礦作業前森林之情境假設，故建議後續研究進行森林生態系補償費用之評估時，應在礦區承租業者進行採礦作業之前，即先對其承租礦區之森林進行生態調查，盤點礦區原有之森林資源，以利生態補償費用評估及收取。

## 第七章 國有林地礦區對國土保安與生物多樣性損害價值之估計

本計畫針對國人共收集 1,721 份的問卷樣本，結合理論及實證，以估計出國有林地礦區對森林生態系統服務之國土保安（土壤流失及土石流風險）（第五種損害）及生物多樣性損害（第六種損害）之價值，並以太白山與勇士山礦區為例進行研究。本計畫總共進行 11 次訪問調查，包括 5 次非正式訪問以檢視問卷之合理性及文字之接受度，並進行 3 次正式試訪（2 次社區，1 次全國）。社區正式試訪及正式訪問調查之目的在估計兩礦區對森林生態系服務之國土保安（土壤流失及土石流風險）損害，總計回收問卷 600 份。全國正式試訪及正式訪問調查目的在估計兩礦區對森林生態系服務之生物多樣性損害，總計回收問卷 1,121 份，在 95%信心水準下，抽樣誤差小於 3%。合計回收問卷 1,721 份，達成計量估計目的也超出合約要求的份數。

### 第一節 問卷設計

問卷設計可分為礦區周邊社區問卷設計（目的是估計國土保安—土壤流失及土石流風險之損失）及全國問卷設計（目的是估計生物多樣性之損失），又可分為正式試訪問卷與正式問卷。正式試訪問卷採取開放式詢價法，此目的是要得到受訪者願付價值的次數分配表，並將此價金分布運用在正式問卷中。此外，亦透過試訪測試受訪者答題之流暢性。而正式問卷的願付價值採取封閉式詢價法。其中太白山周邊社區問卷、勇士山周邊社區及全國問卷等三種正式問卷(問卷 I、II 以及 III)。

社區問卷分為五大部分，第一部分：礦區相關資訊；第二部分：森林及採礦；第三部分：民眾最小願接受價值；第四部分：民眾最大願付價值；第五部分：個人基本資料。各個社區正式問卷有 16 種問卷（組別），其差異是 4 種願付價值關鍵金額與 4 種願付價值關鍵金額之配對（ $4 \times 4 = 16$ ），受訪者隨機面對 16 種問卷之其中一種問卷。

國家海洋和大氣管理局(NOAA)方針建議以願付價值而非願意接受金額(willingness to accept, WTA)為評價方式之較佳選擇,但基於社區居民是潛在受害者,在心態上很難要他們直接回答願意付多少錢來避免土壤流失及土石流風險,因此問卷的第三部分先建構受訪者願意接受金額的情境及其相關的問題,之後再接續第四部分,詢問願付價值問題。這種設計的確有效降低拒絕回答關鍵金額選項的樣本比例(有回答願意接受金額問題的幾乎都有回答願付價值問題)。而關鍵願付價值問題的形式看來像選擇性試驗法格式,但實為單界二元選擇條件評估法的格式,我們發現採用這種格式對於傳遞資訊給受訪者以及易作答方面都具有優勢。

全國問卷有四大部分,第一部分:生物種類敘述;第二部分:民眾最大願付價值;第三部分:產業資訊及森林;第四部分:個人基本資料。全國正式問卷也有16種問卷,其差異是A地4種願付價值關鍵金額與B地4種願付價值關鍵金額之配對( $4 \times 4 = 16$ ),受訪者也是隨機面對16種問卷之其中一種問卷。為了有效降低拒絕回答關鍵金額選項的樣本比例。我們採用了「1、為了避免假設性的A地B地的生物多樣性受損的願付價值,再告知;2、此二地為信大太白山礦區及臺泥勇士山礦區,且不能往回修改答案」的設計,這樣做對於本計畫之目的—估計該兩塊土地生物多樣性受損值的金額沒有影響,但的確有效降低拒絕回答關鍵金額選項的樣本比例。此外,為了減少文獻提及的受訪者有對道德上合宜的事情會傾向於回答Yes的現象,以使估計結果更可靠,我們多次提醒受訪者目前計算既有類似礦區租金的潛在購買金額,以使他們較敢回答心中的真實金額而不需畏縮。我們並儘量縮短問卷長度,以使受訪者較有耐心認真回答。以上這些設計,都是為了降低拒絕回答的樣本比例及提高結果之可靠度。

## 一、問卷 I

### 國有林礦區開採造成土石流及土壤流失之意見調查 —太白山礦場周邊社區(正式)問卷之部分內容 組別:A)

## WA01

您好，這份研究，希望透過問卷調查能獲知，民眾對於「礦區的開採，可能造成土石流的危險及土壤流失問題」的看法。（以下略）

### 第一部分：礦區相關資訊

Q1.請問您是否聽過「太白山礦場」？（單選）

- ☐1.是/聽過   ☐2.只知附近有礦場但不知名字   ☐3.否/不知道有礦場（跳問Q3）

Q2.請問您是否知道「信大水泥公司」有在「太白山礦場」開採？（單選）

- ☐1.知道   ☐2.不知道

Q3.您覺得下列哪個廠對地方經濟貢獻較重要？（單選）

- ☐1.信大水泥公司   ☐2.南方澳漁港   ☐3.兩者都重要   ☐4.不知道/不清楚

- ☐5.其他（請說明\_\_\_\_\_）

Q4.請問您或您的親人（親戚及家人）是否有在下列地方工作？（單選）

- ☐1.信大水泥公司   ☐2.南方澳漁港   ☐3.兩者都有   ☐4.兩者都沒有

- ☐5.其他（請說明\_\_\_\_\_）

### 第二部分：森林及採礦

Q5.請問您覺得森林有哪些功能？（可複選）

- ☐01.提供藥材   ☐02.調節氣候   ☐03.國土保安（防止土石流）

- ☐04.淨化空氣   ☐05.其他（請說明\_\_\_\_\_）

Q6.請問您是否受到採礦的影響？（可複選）

- ☐01.感受到噪音   ☐02.感受到空氣變差   ☐03.砂石車使交通變危險

- ☐04.感受到土石流危險增加   ☐05.感受到水質變差   ☐06.地震時危險增加

- ☐07.礦場離居住地方越來越近   ☐08.炸山的聲響/恐慌   ☐09.對生態維護影響

- ☐10.開採時間未規範（如：用餐/午休有聲音干擾）

- ☐11.其他（請說明\_\_\_\_\_）   ☐12.沒有甚麼影響

### 第三部分：民眾最小願接受價值

\*信大「太白山礦場」向林務局租 36.1 公頃地（左圖紫色圓圈中之黃色區域，也就是右邊放大圖的紅色區域）來採礦。



Q7.[請問您對「信大水泥公司」在「太白山礦場」的開採，對土石流及土壤流失]的擔心程度為何？]（單選）☐1.非常不擔心 ☐2.不擔心 ☐3.普通 ☐4.擔心 ☐5.非常擔心 ☐6.不知道 ☐7.沒意見

Q8、因為採礦可能會造成土壤流失及土石流的風險，政府考慮要求採礦公司給予民眾補償費。

請問您願不願意接受補償？

☐a.願意。您最喜歡用什麼方式接受補償？（單選）

- ☐1.現金補償 ☐2.給村公所經費 ☐3.將錢做為強化水土保持工程之用  
☐4.「減稅」 ☐5.其他（請說明\_\_\_\_\_）

☐b.看金額大小再決定。您最喜歡用什麼方式接受補償？（單選）

- ☐1.現金補償 ☐2.給村公所經費 ☐3.將錢做為強化水土保持工程之用  
☐4.「減稅」 ☐5.其他（請說明\_\_\_\_\_）

☐c.不願意。您不願意的理由是：（單選）（回答後，請跳答 Q11）

☐1.土石流的危險及土壤流失風險太高

☐2.我不願意為環境及自然資源議題讓步

☐3.其他（請說明\_\_\_\_\_）

☐d.不知道。請問您不知道/無法決定的原因是....？\_\_\_\_\_

Q9.以下想請問您有關「信大在太白山礦區，向林務局租的 36.1 公頃地的開採，可能造成土石流的危險及土壤流失」您願意接受補償價值的問題。不包括採礦的其他影響！

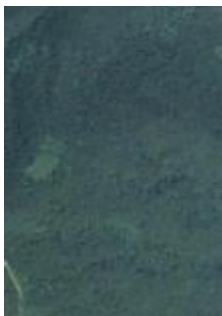
以下左右兩個狀態，請勾選您較喜歡的一個：

|                                                                                                              |                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              |                                                                                                                                     |
| 狀態一                                                                                                          | 狀態二                                                                                                                                 |
|  <p>原本林木豐富<br/>（土石穩固）</p> |  <p>36.1 公頃地目前有一部分地表裸露<br/>（可能有土石流的危險及土壤流失）</p> |
| 您每年收到 0 元                                                                                                    | 您每年收到 <u>12 萬元</u>                                                                                                                  |

#### 第四部分：民眾最大願付價值

Q10. 以下左右兩個狀態，請勾選您較喜歡的一個：

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

| 狀態一                                                                                                        | 狀態二                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>原本林木豐富<br/>(土石穩固)</p> |  <p>36.1 公頃地目前有一部分地表裸露<br/>(可能有土石流的危險及土壤流失)</p> |
| 您每年支付 2 萬 4 千元                                                                                             | 您每年支付 0 元                                                                                                                         |

Q11.您看過齊柏林執導的紀錄片《看見臺灣》嗎？（單選）

- ☐1.沒有聽過      ☐2.聽過未看過      ☐3.看過新聞報導但未看過紀錄片  
☐4.看過紀錄片

## 第五部分：個人基本資料（略）

| 組別   | Q9 狀態二金額  | Q10 狀態一金額 |
|------|-----------|-----------|
| WA01 | \$120,000 | \$24,000  |
| WA02 | \$120,000 | \$15,000  |
| WA03 | \$120,000 | \$12,000  |
| WA04 | \$120,000 | \$10,000  |
| WA05 | \$96,000  | \$24,000  |
| WA06 | \$96,000  | \$15,000  |
| WA07 | \$96,000  | \$12,000  |
| WA08 | \$96,000  | \$10,000  |
| WA09 | \$50,000  | \$24,000  |
| WA10 | \$50,000  | \$15,000  |
| WA11 | \$50,000  | \$12,000  |

|      |          |          |
|------|----------|----------|
| WA12 | \$50,000 | \$10,000 |
| WA13 | \$15,000 | \$24,000 |
| WA14 | \$15,000 | \$15,000 |
| WA15 | \$15,000 | \$12,000 |
| WA16 | \$15,000 | \$10,000 |

## 二、問卷 II.

### 國有林礦區開採造成土石流及土壤流失之意見調查 — 勇士山礦場周邊社區（正式）問卷之部分內容

|     |         |         |         |         |         |       |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 組別： | A) WB01 | B) WB02 | C) WB03 | D) WB04 | E) WB05 |       |
|     | F) WB06 | G) WB07 | H) WB08 | I) WB09 | J) WB10 |       |
|     | K) WB11 | L) WB12 | M) WB13 | N) WB14 | O) WB15 | PWB16 |

您好，這份研究，希望透過問卷調查能獲知，民眾對於「礦區的開採，可能造成土石流的危險及土壤流失問題」的看法。（以下略）

## 第一部分：礦區相關資訊

Q1.請問您是否聽過和平（部落）與和中（部落）之間有個「勇士山礦場」？（單選）

- ☐1.是/聽過    ☐2.只知附近有礦場但不知名字    ☐3.否/不知道有礦場(跳問Q3)

Q2.請問您是否知道「勇士山礦場」是「臺灣水泥（臺泥）公司」在開採？（單選）

- ☐1.知道    ☐2.不知

Q3.您覺得下列哪個廠對地方經濟貢獻最重要？（單選）

- ☐1.臺泥和平廠    ☐2.和平發電廠    ☐3.和平港    ☐4.三者都重要  
☐5.不知道/不清楚    ☐6.其他（請說明\_\_\_\_\_）

Q4.請問您或您的親人（親戚及家人）是否有在下列地方工作？（可複選）

- ☐1.臺泥和平廠    ☐2.和平發電廠    ☐3.和平港    ☐4.三者都沒有  
☐5.其他（請說明\_\_\_\_\_）  
☐6.自己曾經在水泥公司或礦區工作過（目前轉職/退休）

## 第二部分：森林及採礦

Q5.請問您覺得森林有哪些功能？（可複選）

- ☐01.提供藥材    ☐02.調節氣候    ☐03.國土保安（防止土石流）  
☐04.淨化空氣    ☐05.其他（請說明\_\_\_\_\_）

Q6.請問您是否受到採礦的影響？（可複選）

- ☐01.感受到噪音    ☐02.感受到空氣變差    ☐03.砂石車使交通變危險  
☐04.感受到土石流危險增加    ☐05.感受到水質變差    ☐06.地震時危險增加  
☐07.礦場離居住地方越來越近    ☐08.炸山的聲響/恐慌    ☐09.對生態維護影響  
☐10.開採時間未規範（如:用餐/午休有聲音干擾）  
☐11.其他（請說明\_\_\_\_\_）    ☐12.沒有甚麼影響

### 第三部分：民眾最小願接受價值

\*臺泥「勇士山礦場」向林務局租 31.5 公頃地（左圖黃色區域，也就是右邊放大圖的紅色區域）來採礦。



Q7.請問您對『「臺泥公司」在「勇士山礦場」開採，對土石流及土壤流失問題的』擔心程度為何？（單選）

- ☐1.非常不擔心    ☐2.不擔心    ☐3.普通    ☐4.擔心    ☐5.非常擔心  
☐6.不知道    ☐7.沒意見

Q8、因為採礦可能會造成土壤流失及土石流的風險，政府考慮要求採礦公司給予民眾補償費。

請問您願不願意接受補償？

☐a.願意。您最喜歡用什麼方式接受補償？（單選）

- ☐1.現金補償    ☐2.給村公所經費    ☐3.將錢做為強化水土保持工程之用  
☐4.「減稅」    ☐5.其他（請說明\_\_\_\_\_）

☐b.看金額大小再決定。您最喜歡用什麼方式接受補償？（單選）

- ☐1.現金補償    ☐2.給村公所經費    ☐3.將錢做為強化水土保持工程之用

☐4.「減稅」     ☐5.其他（請說明\_\_\_\_\_）

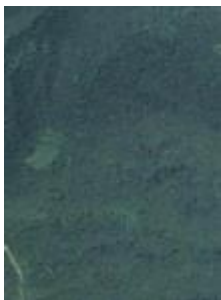
☐c.不願意。您不願意的理由是：（單選）（回答後，請跳答 Q11）

- ☐1.土石流的危險及土壤流失風險太高
- ☐2.我不願意為環境及自然資源議題讓步
- ☐3.其他（請說明\_\_\_\_\_）

☐d.不知道。請問您不知道/無法決定的原因是....？\_\_\_\_\_

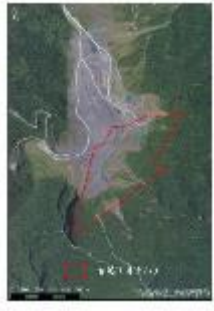
Q9.以下想請問您有關「勇士山礦區，向林務局租的 31.5 公頃地的開採，可能造成土石流的危險及土壤流失」您願意接受補償價值的問題。不包括採礦的其他影響!

以下左右兩個狀態，請勾選您較喜歡的一個：

| 狀態一                                                                                                           | 狀態二                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>原本林木豐富<br/>(土石較穩固)</p> |  <p>31.5 公頃地目前有一部分地表裸露<br/>(可能有土石流的危險及土壤流失)</p> |
| 您每年收到 0 元                                                                                                     | 您每年收到 <u>24 萬元</u>                                                                                                                  |

#### 第四部分：民眾最大願付價值

Q10. 以下左右兩個狀態，請勾選您較喜歡的一個：

| 狀態一                                                                                                         | 狀態二                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>原本林木豐富<br/>(土石較穩固)</p> |  <p>31.5 公頃地目前有一部分地表裸露<br/>(可能有土石流的危險及土壤流失)</p> |
| 您每年支付 1 萬 8 仟元                                                                                              | 您每年支付 0 元                                                                                                                         |

Q11. 您看過齊柏林執導的紀錄片《看見臺灣》嗎？ (單選)

- ☐ 1. 沒有聽過     
 ☐ 2. 聽過未看過     
 ☐ 3. 看過新聞報導但未看過紀錄片  
☐ 4. 看過紀錄片

#### 第五部分：個人基本資料 (略)

#### 組別金額表 (略)

### 三、問卷 III

#### 國有林礦區開採造成生物多樣性損害之意見調查

##### －全國正式問卷部分內容

|     |         |         |         |         |         |       |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 組別: | A) WC01 | B) WC02 | C) WC03 | D) WC04 | E) WC05 |       |
|     | F) WC06 | G) WC07 | H) WC08 | I) WC09 | J) WC10 |       |
|     | K) WC11 | L) WC12 | M) WC13 | N) WC14 | O) WC15 | PWC16 |

您好，這份研究，希望透過問卷能獲知，民眾對於「人們的破壞，造成東部兩小塊林地的生物棲地損失」的看法。（以下略）

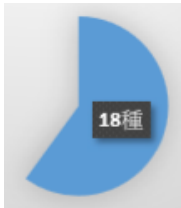
## 第一部分：生物種類敘述

Q1.您覺得[經濟發展]跟[生態環境]哪個重要？（單選）

- ☐1.經濟    ☐2.生態    ☐3.差不多一樣重要    ☐4.不知道/不清楚

東部山區有 A 及 B 兩個林地，原本生態不錯。下列為可能在那出現的動物種類。

Q2.您覺得 A 地及 B 地哪個生態比較豐富？（單選）

|                                                                                                | <input type="checkbox"/><br>A 地                                                     | <input type="checkbox"/><br>B 地                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                | 宜蘭<br>(海拔 544~1055 公尺)                                                              | 花蓮<br>(海拔 746~1202 公尺)                                                                |
| 面積                                                                                             | 37 甲<br>(占臺灣林地的 0.0017%)                                                            | 32 甲<br>(占臺灣林地的 0.0015%)                                                              |
| <br>(哺乳) 動物  |   |   |
| <br>(大型) 鳥類 |  |  |
| <br>蛙類      |  |  |

**提醒事項:**

\* 然而，因為人們的破壞，現在上述動物已無法在 A 地及 B 地裸露的地表生活。

\* 請注意，並沒有造成任何動物絕種，只是使它們占全國的數量稍微下降，因為其他地方還有很多類似的林地。

\* 根據估計，全臺灣每人付費五元，就可以買下其中一塊地，而使臺灣上述的動物數量增加十萬分之一左右。

## 第二部分：民眾最大願付價值

為了讓上述兩塊地回復為林地，我國有一個「專責機構」，負責執行林地復育之業務。回答下列問題時請注意：

- 1、您的所得有限，且有各種重要用途。
- 2、除了這個議題，臺灣所面臨之生態或環境保護議題還有很多。
- 3、以下問題僅針對「讓 A 地及 B 地回復為林地，以涵養動植物」！不包括其他環境保護及保育議題。

**Q3.請問您願不願意付費來「讓上述兩塊地回復為林地」？（單選）（您若不支付此費用，則上述「專責機構」將無法推行 A B 兩地復育為林地之業務。）**

☐ 1.願意。您喜歡用什麼方式支付？（單選）[續問 Q4]

☐ 11.「課徵保育稅」      ☐ 12.「捐款」      ☐ 19.其他\_\_\_\_\_（請填寫）

☐ 2.不願意。您不願意的理由是:（單選）

☐ 21.政府應該付費（請跳答第三部分 Q6）

☐ 22.破壞林地者應該付費（請跳答第三部分 Q6）

☐ 23.我不願意為環境及自然資源議題付費（請跳答第三部分 Q6）

☐ 24.我的所得不足以付費 [續問 Q4]

☐ 29.其他:請說明 \_\_\_\_\_ [續問 Q4]

☐ 9.不知道。請問為什麼不知道: \_\_\_\_\_ [續問 Q4]

**Q4.以下是 A 地（面積 37 甲-占臺灣林地的 0.0017%。約 25 個棒球場大小）復育後可能的狀態。根據現行估計，全臺灣每人付費 5 元，就可以買下這塊地進行復育，而使臺灣下列的動物數量增加十萬分之一左右。您願意付的錢可能比 5 元多，也可能比 5 元少。**

|                                                                                     |                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A 地 面積 37 甲</b><br><b>復育後可能狀態</b>                                                | <br>林木      豐富 |
|  | 12 種（含 6 種保育類）                                                                                     |

|                                                                                                                            |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| (哺乳)動物                                                                                                                     |                 |
| <div>(大類</div> <div></div> <div>型)鳥</div> | 15 種 (都保育類)     |
| <div>蛙類</div> <div></div>                 | 13 種 (含 2 種保育類) |
| 其他動物，微生物，<br>植物 (包括藥材)                                                                                                     | 有               |

請問您個人是否願意 (一次性) 支付 \$200 元，來保育這小塊林地上的動植物？

☐1.願意 ☐2.不願意

Q5.以下是 B 地 (面積 32 甲-占臺灣林地的 0.0015%。約 22 個棒球場大小) 復育後可能的狀態。根據現行估計，全臺灣每人付費 5 元，就可以買下這塊地進行復育，而使臺灣下列的動物數量增加十萬分之一左右。您願意付的錢可能比 5 元多，也可能比 5 元少。

|                                                                                                                                          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| B 地 面積 32 甲<br>復育後可能狀態                                                                                                                   |                 |
| <div>林木</div> <div></div> <div>豐富</div>              |                 |
| <div>(哺</div> <div></div> <div>乳)</div> <div>動物</div> | 18 種 (含 6 種保育類) |
| <div>(大</div> <div></div> <div>型)</div> <div>鳥類</div> | 21 種 (都保育類)     |

|                       |                                                                                   |                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 蛙類                    |  | 13 種（含 2 種保育類） |
| 其他動物，微生物，<br>植物（包括藥材） |                                                                                   | 有              |

請問您個人是否願意（一次性）支付 \$200 元，來保育這小塊林地上的動植物？

☐1.願意 ☐2.不願意

### 第三部分：產業資訊及森林（訪員請注意：不能往回修改答案）

Q6.請問您覺得森林有哪些功能？（可複選）

☐01.孕育野生動植物 ☐02.調節氣候 ☐03.淨化空氣 ☐04.其他（請說明\_\_\_\_\_）

Q7.請問您是否聽過下列水泥公司？（可複選）

☐1.「信大水泥公司」 ☐2.「臺灣水泥（臺泥）公司」 ☐3.「亞洲水泥公司」  
☐4.都沒有 ☐5.不知道/不清楚

Q8.您覺得水泥公司能提供就業機會重不重要？（單選）

☐1.重要 ☐2.普通 ☐3.不重要 ☐4.不知道/不清楚

Q9.請問您是否聽過下列礦場？（可複選）

☐1.「（信大）太白山礦場」 ☐2.「（臺泥）勇士山礦場」 ☐3.「（亞泥）新城山礦場」  
☐4.都沒有 ☐5.不知道/不清楚

Q10.請問您居住的地方附近是否有礦場？（單選）

☐1.有（目前） ☐2.有（以前） ☐3.沒有 ☐4.不知道/不清楚

Q11.請問您生活當中實際感受到採礦對您的影響有那些？（可複選）

☐01.感受到噪音 ☐02.感受到空氣變差 ☐03.砂石車使交通變危險  
☐04.感受到土石流危險增加 ☐05.感受到水質變差 ☐06.地震時危險增加  
☐07.礦場離居住地方越來越近 ☐08.炸山的聲響/恐慌 ☐09.對生態維護影響  
☐10.開採時間未規範（如：用餐/午休有聲音干擾）  
☐11.其他（請說明\_\_\_\_\_） ☐12.沒有甚麼影響

\* A 地就是信大「太白山礦場」在宜蘭縣向林務局租的 36.1 公頃（37 甲左右）林地。

\* B 地就是臺泥「勇士山礦場」在花蓮縣向林務局租的 31.5 公頃（32 甲左右）林地。

### 第四部分：個人基本資料（略）

（註：山羌-梁彥禎攝，艾氏樹蛙-林明璋攝，藍腹鵲-顏維釗攝。）

## 第二節 國土保安損害價值評估

### 一、礦區對國土保安損害之抽樣設計及進行

森林生態系服務之國土保安(土壤流失及土石流風險)損害，主要潛在受害者是周邊社區居民。以臺泥公司勇士山礦區邊界外擴 5 公里區域所涵蓋行政區域，僅花蓮縣秀林鄉和平村與宜蘭縣南澳鄉澳花村，而信大水泥公司太白山礦區外擴 5 公里區域所涵蓋行政區域，則包括宜蘭縣蘇澳鎮之新城里、永春里、永樂里、東澳里及聖愛里、冬山鄉安平村、大同鄉寒溪村、南澳鄉之東岳村南澳村及碧候村。行政區(村，里)的選取原則是若村里的百分之五十以上面積被礦場周圍 5 公里範圍所涵蓋，則將設籍於該行政區的 20 歲以上成年人口列為抽樣的母體範圍。依此原則於勇士山礦場周邊社區選取花蓮縣秀林鄉和平村與宜蘭縣南澳鄉澳花村。太白山礦場周邊社區選取宜蘭縣南澳鄉之東岳村、南澳村、及蘇澳鎮之永樂里。如此調查具有抽樣比例高且兩礦區抽樣比例相近的優點。

由研究團隊及專業調查公司於 2017 年 12 月以面訪方式進行正式試訪 87 份，並委託專業調查公司以面訪方式進行正式問卷數 513 份(表 7-1)，合計 600 份，達成社區問卷預計目標及合約要求。於 2017 年 12 月至 2018 年 1 月進行太白山礦區之社區正式問卷調查，而於 2018 年 1 月至 2 月進行臺泥(勇士山)礦區之社區正式問卷調查。專業調查公司有督導員及複查員以求整體問卷調查確實。為求代表性之周延，原則上每 2 戶只抽 1 位，太白山社區 859 戶中，有高達 242 份完成問卷，勇士山社區 869 戶中，有高達 286 份完成問卷(參見表 7-1)。考量調查的各種實務困難(例如：不在家)，此填答比率很高，具有代表性。表 7-2 為太白山礦場周邊各村里樣本年齡分布，表 7-3 為勇士山礦場周邊各村里樣本年齡分布，和平村因為是蘇花公路沿線呈現現狀分布的三個小部落，因此呈其現三個部落細項，除了南澳樣本數比母體比例稍低以外，其餘特性與母體資料相近。

表 7-1 兩礦場周邊各村里人口數與完成份數

|       |        | 戶籍人數  | 完成份數 | 拒訪 | 接觸數 | 成功率(a) |
|-------|--------|-------|------|----|-----|--------|
| 太白山礦場 | 蘇澳鎮永樂里 | 530   | 50   | 18 | 90  | 55.56% |
|       | 南澳鄉東岳村 | 592   | 62   | 15 | 116 | 53.45% |
|       | 南澳鄉南澳村 | 1,569 | 130  | 12 | 215 | 60.47% |
| 小計    |        |       | 242  | 45 | 421 | 57.48% |
| 勇士山礦場 | 南澳鄉澳花村 | 975   | 103  | 8  | 140 | 73.57% |
|       | 秀林鄉和平村 | 1,791 | 183  | 37 | 323 | 56.65% |
| 小計    |        |       | 286  | 45 | 463 | 61.77% |
| 總計    |        | 5,457 | 528  | 90 | 884 | 59.73% |
| 太白山礦場 | 戶數 859 | 2,691 | 242  |    |     |        |
| 勇士山礦場 | 戶數 869 | 2,766 | 286  |    |     |        |

a:完成份數/接觸數。接觸數減去完成數及拒訪之餘數為空戶、非住戶、沒人在家、中途拒訪、其他，及作廢。

若兩社區合併，依照戶計算，抽樣誤差正負 4.21%。

再經檢查刪除 15 份不夠理想之問卷，得到 513 份。

表 7-2 信大太白山礦場周邊各村里樣本年齡分布

|       |         | Total  | 宜蘭縣-蘇澳鎮<br>永樂里 | 宜蘭縣-南澳鄉<br>東岳村 | 宜蘭縣-南澳鄉<br>南澳村 |
|-------|---------|--------|----------------|----------------|----------------|
| Total |         | 238    | 50             | 60             | 128            |
|       |         | 100.0% | 100.0%         | 100.0%         | 100.0%         |
| S3.年齡 | 20-29 歲 | 32     | 4              | 7              | 21             |
|       |         | 13.4%  | 8.0%           | 11.7%          | 16.4%          |
|       | 30-39 歲 | 32     | 3              | 14             | 15             |
|       |         | 13.4%  | 6.0%           | 23.3%          | 11.7%          |
|       | 40-49 歲 | 33     | 9              | 5              | 19             |
|       |         | 13.9%  | 18.0%          | 8.3%           | 14.8%          |
|       | 50-59 歲 | 63     | 13             | 16             | 34             |
|       |         | 26.5%  | 26.0%          | 26.7%          | 26.6%          |
|       | 60 歲及以上 | 78     | 21             | 18             | 39             |
|       |         | 32.8%  | 42.0%          | 30.0%          | 30.5%          |

表 7-3 臺泥勇士山礦場周邊各村里樣本年齡分布（和平村呈現三個部落細項）

|       |         | Total  | 宜蘭縣-澳花村 | 花蓮縣秀林鄉-和平村和平部落 | 花蓮縣秀林鄉-和平村和中部落 | 花蓮縣秀林鄉-和平村和仁部落 |
|-------|---------|--------|---------|----------------|----------------|----------------|
| Total |         | 275    | 97      | 86             | 82             | 10             |
|       |         | 100.0% | 100.0%  | 100.0%         | 100.0%         | 100.0%         |
| S3.年齡 | 20-29 歲 | 39     | 17      | 13             | 8              | 1              |
|       |         | 14.2%  | 17.5%   | 15.1%          | 9.8%           | 10.0%          |
|       | 30-39 歲 | 47     | 10      | 11             | 23             | 3              |
|       |         | 17.1%  | 10.3%   | 12.8%          | 28.0%          | 30.0%          |
|       | 40-49 歲 | 44     | 15      | 18             | 11             | 0              |
|       |         | 16.0%  | 15.5%   | 20.9%          | 13.4%          | 0.0%           |
|       | 50-59 歲 | 65     | 22      | 25             | 18             | 0              |
|       |         | 23.6%  | 22.7%   | 29.1%          | 22.0%          | 0.0%           |
|       | 60 歲及以上 | 80     | 33      | 19             | 22             | 6              |
|       |         | 29.1%  | 34.0%   | 22.1%          | 26.8%          | 60.0%          |

## 二、太白山礦區對國土保安損害之社區問卷正式試訪結果及正式問卷出價金額之決定

2017 年 12 月至太白山礦區周邊社區以開放式問卷正式試訪得 42 份，勇士山礦區周邊社區正式試訪得 46 份。扣除位於行政區外及填答不完整者，太白山共獲得願付價值 29 份，扣除極端值後，整理受訪者的最小願接受價值及最大願付價值，將問卷的價金排列取第 20、40、60、80 百分位數附近之整數，得到\$24,000，\$15,000，\$12,000，\$10,000，將於之後正式問卷作為各組出價金額。

表 7-4 太白山周邊社區民眾為避免土壤流失及土石流風險損害民眾最大願付價值之次數分配

| 金額     | 次數 |
|--------|----|
| 0      | 4  |
| 5,000  | 1  |
| 6,000  | 3  |
| 10,000 | 3  |
| 12,000 | 9  |
| 13,000 | 1  |
| 20,000 | 1  |
| 24,000 | 4  |
| 36,000 | 3  |
| 總和     | 29 |

### 三、勇士山礦區對國土保安損害之社區問卷正式試訪結果及正式問卷出價金額之決定

勇士山礦區正式試訪 46 份扣除填答不完整者，共獲得願付價值 35 份，扣除極端值後，整理受訪者的最小願接受價值及最大願付價值，將問卷的出價排列取第 20、40、60、80 百分位數附近之整數，得到\$18,000，\$12,000，\$7,200，\$6,000，將於之後正式問卷作為各組出價金額。

表 7-5 勇士山周邊社區民眾為避免土壤流失及土石流風險損害民眾最大願付價值之次數分配

| 金額      | 次數 |
|---------|----|
| 0       | 4  |
| 1,200   | 2  |
| 1,800   | 2  |
| 2,400   | 1  |
| 5,000   | 1  |
| 6,000   | 7  |
| 7,200   | 1  |
| 10,000  | 1  |
| 12,000  | 10 |
| 18,000  | 1  |
| 20,000  | 1  |
| 24,000  | 3  |
| 120,000 | 1  |
| 總和      | 35 |

**四、兩礦區對森林生態系服務之生物多樣性損害之抽樣設計及進行**  
 礦區對森林生態系服務之生物多樣性損害（第六種損害），主要潛在受害者是全國民眾。因此我們委託專業調查公司採用面訪之方式，針對 20 歲至 70 歲的成人，依人口分配的情形，按照母體比例配置進行全國分層隨機抽樣調查。全國正式試訪回收問卷 51 份，正式訪問調查回收問卷 1,070 份，依照 Dillman（2000）公式（參見公式 7-1），在 95%信心水準下，抽樣誤差小於 3%。以上總計回收問卷 1,121 份。達成問卷預計目標及合約要求。

$$N_s = \frac{(N_p)(p)(1-p)}{(N_p-1)(B/C)^2 + (p)(1-p)} \quad (7-1)$$

$N_s$  = 樣本數    $N_p$  = 母體數       $(p)(1-p)$ ：設  $p=0.5$  （此為最保守策略）  
 $B$ ：可容忍的抽樣誤差       $C$ ：95%信賴區間所對應的值為 1.96

### 第三節 國有林地礦區森林生態系統服務之國土保安損害價值之估計

#### 一、估算理論與公式

本節針對礦區森林生態系統服務之國土保安損失—包括土壤流失及土石流風險損害價值加以估計，這是兩個礦區之個案研究。土壤流失及土石流風險損害之承受者是周圍社區居民，因此本計畫以條件評估法來估計民眾對於沒有土壤流失及土石流風險之願付價值，條件評估法在這主題上是合適的方法。條件評估法（蕭代基等，2002；鄭蕙燕與羅炳和，2005；吳珮瑛等，2014）及願付價值的方法可以應用在生態（蕭代基等，1998；吳珮瑛與鄧福麒，2003；許舒涵等，2014；李俊鴻等，2013；Kubo and Shoji，2014；Hamed *et al.*，2016）、健康（傅祖壇與林億明，2014），及其他缺乏市場價格資料（闕雅文與陳麗婷，2014）的議題。本計畫使用條件評估法裡的單界二元選擇法（single-bounded dichotomous choice）。單界二元選擇法屬於封閉式詢價法，調查員直接詢問受訪者當非市場財貨發生變化時，「願意」或「不願意」支付問卷中所給定的金額（陳明健等，2003）。以下參考 Hanemann *et al.*（1991）與 Kanninen（1993）及吳珮瑛等（2014）之研究內容加以說明。單界二元選擇模型中給定一個出價金額（ $B_i$ ），其支付可使環境財或公共財得到改善。受訪者面對該出價金額（ $B_i$ ），可以選擇是否願意支付。因此根據受訪者的回答，將會有 2 種可能的結果：（1）回答「願意支付」機率分配  $\pi^Y$ （2）回答「不願意支付」機率分配  $\pi^N$ 。

受訪者回答「願意支付」，可得其機率：

$$\pi^N(B_i) = P_r(\text{Yes to } B_i) = P_r(B_i \leq WTP_{\max}) = 1 - G(B_i; \theta) \quad (7-2)$$

受訪者回答「不願意支付」，可得其機率：

$$\pi^N(B_i) = P_r(\text{No to } B_i) = P_r(B_i > WTP_{\max}) = G(B_i; \theta) \quad (7-3)$$

其中  $G(\cdot)$  為累加機率分配

$\theta$  為參數向量

WTP<sub>max</sub> 為第  $i$  個受訪者心中最大的願付價值

給定  $N$  個受訪者樣本及  $B_i$  出價的條件下，可得到對數概似函數（log-likelihood function）：

$$\begin{aligned}\ln L^S(\theta) &= \sum_{i=1}^N \{d_i^Y \ln \pi^Y(B_i) + d_i^N \ln \pi^N(B_i)\} \\ &= \sum_{i=1}^N \{d_i^Y \ln [1 - G(B_i; \theta)] + d_i^N \ln G(B_i; \theta)\}\end{aligned}$$

(7-4)

其中假如受訪者回答「願意支付」時， $d_i^Y = 1$ ， $d_i^N = 0$ ；反之，當受訪者回答「不願意支付」時， $d_i^Y = 0$ ， $d_i^N = 1$ 。

此外，連結願付價值與解釋變數，可表示為：

$$WTP = X_i' \cdot \theta + \varepsilon_i \quad (7-5)$$

其中  $X_i$  為外生變數向量

$\theta$  為參數向量

$\varepsilon_i$  為殘差項

本計畫透過 (7-5) 式估計出各個參數數值，根據這些參數值帶入常用公式即可得到受訪者的願付價值。

## 二、社區土壤流失及土石流風險損害估計—太白山礦區

2017 年 12 月至 2018 年 1 月委由專業公司進行信大太白山礦區之社區正式問卷調查，而於 2018 年 1 月至 2 月進行臺泥勇士山礦區之社區正式問卷調查。各礦區都有 16 種問卷組別。每一組之差異在於願意接受金額之金額（price offered）及願付價值之金額，受訪者隨機回答一組問卷。太白山進卷 242 份（1 份未編號現場作廢），刪除 4 份。勇士山進卷 286 份（1 份未編號現場作廢），刪除 11 份。最終得到太白山礦區之社區 238 及勇士山礦區之社區 275 份問卷，合計 513 份，加上正式試訪 87 份，社區問卷合計為 600 份。考量設籍而不住當地及拒訪者，具有相當之代表性，其敘述統計之詳細說明如下。

太白山礦區之社區 242 份問卷中，刪除 4 份，得到 238 份進行敘述統計，進一步扣除不願意回答最大願付價值關鍵問項者，得到 116 份問卷，表 7-6 為這 116 份問卷，對於封閉式單界二元選擇問項各 offered 金額之下之問卷份數及不願意付該金額(以享有原先國有林地無該礦區故對社區土壤流失及土石流風險較低之環境狀態)，而寧願接受現狀之比例。

表 7-6 太白山礦區之社區各 offered 金額之下之問卷數及不願意付費之比例

| offered 金額 (單位:元) | 份數 | 不願意支付之份數 | 不願意支付之比例 |
|-------------------|----|----------|----------|
| 10,000            | 28 | 19       | 0.678    |
| 12,000            | 30 | 16       | 0.533    |
| 15,000            | 28 | 19       | 0.678    |
| 24,000            | 30 | 21       | 0.700    |

首先進行無母數願付價值下界之估計 (Turnbull lower bound)

(Turnbull, 1976, Haab and McConnell, 2002)。包括 Turnbull 無母數願付價值下界平均值 (式 7-6) 及 Turnbull 無母數願付價值下界變異數(式 7-7) 因為不願意之比例並非單調遞增，因此計算時必須先將第二列併格到第一列 (表 7-7)。最後得到願付價值下界之平均值為 8,260.00 元，其標準差為 1,083.49 元。

$$E_{LB}(WTP) = \sum_{j=0}^{M^*} t_j (F_{j+1}^* - F_j^*) \quad (7-6)$$

$$V(E_{LB}(WTP)) = \sum_{j=1}^{M^*} \frac{F_j^*(1-F_j^*)}{T_j^*} (t_j - t_{j-1})^2 \quad (7-7)$$

$E_{LB}(WTP)$ ：無母數願付價值下界平均值

$M^*$ ：若非單調遞增則併格後之出價組數

$V(E_{LB}(WTP))$ ：無母數願付價值下界變異數

$t_j$ ：各組 offered 金額 (單位:元)

$T_j^*$ ：各組出價份數

$N_j$ ：不願意支付之份數

$F_j$ ：不願意支付之比例

Fj\*：若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例

fj\*：若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例增額

表 7-7 太白山礦區對周邊社區土壤流失及土石流風險損害之無母數願付價值下界之估計過程

| offered 金額<br>(單位:元) tj | 份數 Tj | 併格後之份數<br>Tj* | 不願意支<br>付之份數<br>Nj | 不願意支<br>付之比例<br>Fj | 若非單調遞增<br>則併格後之不<br>願意支付之比<br>例 Fj* | 若非單調遞增<br>則併格後之不<br>願意支付之比<br>例增額 fj* |
|-------------------------|-------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 10,000                  | 28    | 58            | 19                 | 0.678              | 0.605                               | 0.605                                 |
| 12,000                  | 30    | P             | 16                 | 0.533              | Pooled back                         | Pooled back                           |
|                         |       | ooled back    |                    |                    |                                     |                                       |
| 15,000                  | 28    | 28            | 19                 | 0.678              | 0.678                               | 0.073                                 |
| 24,000                  | 30    | 30            | 21                 | 0.700              | 0.700                               | 0.022                                 |
| 24,000+                 | —     | —             | —                  | 1                  | 1                                   | 0.300                                 |

接著遵循支出函數法之設定，採線性願付價值函數，以 GAUSS 程式進行單界二元選擇 Probit 模型之估計。表 7-8 為變數名稱定義及其敘述統計，表 7-9 為信大太白山礦區對社區土壤流失及土石流風險 Probit 模型之參數估計。由參數估計值可知：非常擔心信大在太白山礦區開採造成土壤流失及土石流風險比其他人願意付費，這與文獻上對環境品質的期待與願付價值成正相關（Damigos, *et al.*, 2003；Ahlheim, *et al.*, 2004；Pemberton, *et al.*, 2010；Rolfe, *et al.*, 2014；Wilker, *et al.*, 2016）是一致的。原住民比其他人願意付費，這或許是因為原住民住得更接近礦區。看過或聽過”看見臺灣”紀錄片的人比其他人願意付費。而退休者比其他人不願意付費，這可能是因為其收入較低，這與文獻提及受訪者的收入常與願付價值成正相關（Damigos, *et al.*, 2003；Ahlheim, *et al.*, 2004；Pemberton, *et al.*, 2010；Rolfe, *et al.*, 2014；Wilker, *et al.*, 2016）。總之，這些參數符號大致符合研究預期。唯獨 offered 金額越高，越不願意付費，符號符合預期，但不具統計顯著性，是美中不足之處。

表 7-8 太白山礦區周邊社區土壤流失及土石流風險變數名稱定義及敘述統計

| 變數名稱     | 編號 | 定義                                            | 平均數   |
|----------|----|-----------------------------------------------|-------|
| price    | 1  | offered 金額（萬元）                                | 1.534 |
| ONE      | 2  | 常數項                                           | 1.000 |
| Abor     | 3  | =1 代表原住民； =0 otherwie                         | 0.655 |
| Env      | 4  | =1 代表環保團體； =0 otherwie                        | 0.068 |
| Family   | 5  | 家庭人數                                          | 5.448 |
| Marri    | 6  | =1 代表已婚； =0 otherwie                          | 0.767 |
| Seen     | 7  | =1 代表看過”看見臺灣”紀錄片； =0 otherwie                 | 0.275 |
| Cash     | 8  | =1 代表喜好金錢為支付工具； =0 otherwie                   | 0.439 |
| Constru  | 9  | =1 代表喜好將現金作為水土保持工程之用； =0 otherwie             | 0.267 |
| Worry    | 10 | =1 代表非常擔心信大在太白山礦區開採造成土壤流失及土石流風險； =0 otherwie. | 0.431 |
| Work     | 11 | =1 代表自己或親人在信大水泥工作； =0 otherwie.               | 0.034 |
| Heard    | 12 | =1 代表聽過太白山礦場； =0 otherwie.                    | 0.370 |
| YL       | 13 | =1 代表永樂里； =0 otherwie.                        | 0.267 |
| DY       | 14 | =1 代表東岳村； =0 otherwie.                        | 0.258 |
| Male     | 15 | =1 代表男性； =0 otherwie.                         | 0.517 |
| Age40s   | 16 | =1 代表 40~49 歲； =0 otherwie.                   | 0.137 |
| Age50s   | 17 | =1 代表 50~59 歲； =0 otherwie.                   | 0.215 |
| NotKnow  | 18 | =1 代表不知道信大有在太白山開採； =0 otherwie                | 0.103 |
| Job1     | 19 | =1 代表軍警； =0 otherwie                          | 0.034 |
| Job7     | 20 | =1 代表家管； =0 otherwie                          | 0.301 |
| Job8     | 21 | =1 代表退休； =0 otherwie                          | 0.181 |
| Adult    | 22 | 家中成人數                                         | 3.870 |
| Impact1  | 23 | =1 代表感受到噪音； =0 otherwie                       | 0.043 |
| Impact2  | 24 | =1 代表感受到空氣變差； =0 otherwie                     | 0.215 |
| Impact8  | 25 | =1 代表感受到炸山的聲響或恐慌； =0 otherwie                 | 0.043 |
| HeNoSeen | 26 | =1 代表聽過但未看過”看見臺灣”紀錄片； =0 otherwie             | 0.137 |
| SeenNews | 27 | =1 代表 看過新聞報導但未看過”看見臺灣”紀錄片； =0 otherwie        | 0.267 |

表 7-9 太白山礦區對社區土壤流失及土石流風險 Probit 模型之參數估計

| 變數名稱   | 編號 | 參數估計值    | 標準差   |
|--------|----|----------|-------|
| price  | 1  | -0.188   | 0.304 |
| ONE    | 2  | -1.844** | 0.910 |
| Abor   | 3  | 0.800*   | 0.485 |
| Env    | 4  | 0.887    | 0.592 |
| Family | 5  | -0.060   | 0.083 |
| Marri  | 6  | 0.192    | 0.427 |
| Seen   | 7  | 0.873*   | 0.457 |
| Cash   | 8  | -0.057   | 0.365 |

|                               |    |          |        |
|-------------------------------|----|----------|--------|
| Constru                       | 9  | 0.616    | 0.388  |
| Worry                         | 10 | 0.583*   | 0.332  |
| Work                          | 11 | -0.669   | 0.855  |
| Heard                         | 12 | 0.305    | 0.444  |
| YL                            | 13 | -0.282   | 0.619  |
| DY                            | 14 | -0.036   | 0.380  |
| Male                          | 15 | 0.424    | 0.431  |
| Age40s                        | 16 | -0.561   | 0.496  |
| Age50s                        | 17 | 0.150    | 0.378  |
| NotKnow                       | 18 | -0.505   | 0.616  |
| Job1                          | 19 | -0.180   | 0.987  |
| Job7                          | 20 | -0.014   | -0.014 |
| Job8                          | 21 | -1.387** | 0.589  |
| Adult                         | 22 | 0.147    | 0.141  |
| Impact1                       | 23 | 1.782    | 1.223  |
| Impact2                       | 24 | -0.370   | 0.468  |
| Impact8                       | 25 | -1.369   | 1.034  |
| HeNoSeen                      | 26 | 1.358*** | 0.520  |
| SeenNews                      | 27 | 0.041    | 0.437  |
| Log-likelihood                |    | -55.24   |        |
| Restrictedlog-likelihood      |    | -75.34   |        |
| Likelihoodratioindex (L.R.I.) |    | 0.266    |        |

\*表示該係數在 10%信賴水準下顯著；\*\*表示該係數在 5%信賴水準下顯著；\*\*\*表示該係數在 1%信賴水準下顯著。

### 三、社區土壤流失及土石流風險損害估計—勇士山礦區

勇士山礦區之社區 286 份問卷中，刪除 11 份，得到 275 份進行敘述統計，再扣除不願意回答最大願付價值關鍵問項者，得到 174 份問卷，表 7-10 為 174 份問卷，對於封閉式單界二元選擇問項各 offered 金額之下份數及不願意付該金額（以享有原先國有林地無該礦區故對社區土壤流失及土石流風險較低之環境狀態），而寧願接受現狀之比例。

表 7-10 臺泥勇士山礦區之社區各 offered 金額之下之問卷數及不願意付費之比例

| offered 金額（單位:元） | 份數 | 不願意之份數 | 不願意之比例 |
|------------------|----|--------|--------|
| 6,000            | 40 | 32     | 0.800  |
| 7,200            | 46 | 39     | 0.847  |
| 12,000           | 42 | 35     | 0.833  |
| 18,000           | 46 | 40     | 0.869  |

首先進行無母數願付價值下界之估計（Turnbull lower bound）

（Turnbull，1976；Haab and McConnell，2002）（表 7-11）。因為不願意之比例並非單調遞增，因此計算時必須先將第三列併格到第二列。最後得到願付價值下界之平均值為 2,806.80 元，其標準差為 659.44

元。太白山願付價值較勇士山願付價值高的原因之一可能是太白山礦區周邊社區周邊社區居民平均所得較高，原因之二可能是臺泥勇士山礦區周邊社區民眾有較高比例自己或親人在水泥業工作。

表 7-11 臺泥勇士山礦區對周邊社區土壤流失及土石流風險損害之無母數願付價值下界之估計過程

| offered 金額（單位：元） $t_j$ | 份數 $T_j$ | 併格後之份數 $T_j^*$ | 不願意支付之份數 $N_j$ | 不願意支付之比例 $F_j$ | 若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例 $F_j^*$ | 若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例增額 $f_j^*$ |
|------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 6,000                  | 40       | 40             | 32             | 0.8            | 0.8                         | 0.8                           |
| 7,200                  | 46       | 88             | 39             | 0.847          | 0.84                        | 0.04                          |
| 12,000                 | 42       | Pooled back    | 35             | 0.833          | Pooled back                 | Pooled back                   |
| 18,000                 | 46       | 46             | 40             | 0.869          | 0.869                       | 0.029                         |
| 18000+                 | —        | —              | —              | 1              | 1                           | 0.131                         |

接著遵循支出函數法之設定，採線性願付價值函數，以 GAUSS 程式進行單界二元選擇 Probit 模型之估計。表 7-12 為變數名稱定義及其敘述統計。

表 7-12 臺泥勇士山礦區周邊社區土壤流失及土石流風險變數名稱定義及敘述統計(觀察值：174)。

| 變數名稱     | 編號 | 定義                                        | 平均數    |
|----------|----|-------------------------------------------|--------|
| price    | 1  | offered 金額 (萬元)                           | 1.093  |
| ONE      | 2  | 常數項                                       | 1.000  |
| Abor     | 3  | =1 代表原住民； =0 otherwie                     | 0.787  |
| Family   | 4  | 家庭人數                                      | 4.833  |
| Marri    | 5  | =1 代表已婚； =0 otherwie                      | 0.729  |
| Seen     | 6  | =1 代表看過”看見臺灣”紀錄片； =0 otherwie             | 0.385  |
| Constru  | 7  | =1 代表喜好將現金作為水土保持工程之用； =0 otherwie         | 0.252  |
| Work     | 8  | =1 代表自己或親人在臺泥工作；=0 otherwie.              | 0.183  |
| Heard    | 9  | =1 代表聽過勇士山礦場； =0 otherwie                 | 0.362  |
| OH       | 10 | =1 代表澳花村； =0 otherwie                     | 0.339  |
| HJ       | 11 | =1 代表和中部落； =0 otherwie                    | 0.304  |
| Male     | 12 | =1 代表男性； =0 otherwie                      | 0.557  |
| Age40s   | 13 | =1 代表 40~49 歲； =0 otherwie                | 0.155  |
| Age50s   | 14 | =1 代表 50~59 歲； =0 otherwie                | 0.224  |
| NotKnow  | 15 | =1 代表不知道臺泥有在勇士山開採； =0 otherwie            | 0.132  |
| Econ4    | 16 | =1 代表臺泥和平廠和平發電廠及和平港三者都重要； =0 otherwie     | 0.637  |
| Job1     | 17 | =1 代表軍警； =0 otherwie                      | 0.0229 |
| Job7     | 18 | =1 代表家管； =0 otherwie                      | 0.293  |
| Job8     | 19 | =1 代表退休； =0 otherwie                      | 0.149  |
| J10      | 20 | =1 代表一般自由業； =0 otherwie                   | 0.034  |
| TL       | 21 | =1 代表泰雅族血統； =0 otherwie                   | 0.436  |
| Impact1  | 22 | =1 代表感受到噪音； =0 otherwie                   | 0.097  |
| Impact2  | 23 | =1 代表感受到空氣變差； =0 otherwie                 | 0.402  |
| Impact8  | 24 | =1 代表感受到炸山的聲響或恐慌； =0 otherwie             | 0.103  |
| Adult    | 25 | 家中成人數                                     | 3.695  |
| Edu4     | 26 | =1 代表高中職； =0 otherwie                     | 0.316  |
| NoSeen   | 27 | =1 代表沒有聽過”看見臺灣”紀錄片； =0 otherwie           | 0.224  |
| NWorry   | 28 | =1 代表對勇士山礦場造成土石流及土壤問題不擔心； =0 otherwie     | 0.137  |
| NKWorry  | 29 | =1 代表對勇士山礦場造成土石流及土壤問題不知道； =0 otherwie     | 0.017  |
| NOpWorry | 30 | =1 代表對勇士山礦場對土石流及土壤問題沒意見； =0 otherwie      | 0.040  |
| Power    | 31 | =1 代表自己或親人曾在和平電廠工作； =0 otherwie           | 0.0459 |
| None     | 32 | =1 代表自己或親人不曾在臺泥和平廠和平電廠或和平港工作； =0 otherwie | 0.477  |
| EverWork | 33 | =1 代表自己曾在水泥公司或礦區工作 (目前轉職/退休)； =0 otherwie | 0.080  |

表 7-13 為臺泥勇士山礦區對社區土壤流失及土石流風險 Probit 模型之參數估計。由參數估計值可知：感受到採礦噪音者比其他人願意付費這與文獻上對環境品質的期待與願付價值成正相關(Damigos, *et al.* , 2003；Ahlheim, *et al.* , 2004；Pemberton, *et al.* , 2010；Rolfe, *et al.* , 2014；Wilker, *et al.* , 2016) 是一致的。聽過勇士山礦場者比其他人願意付費。軍警比其他人願意付費，在原住民居住區，軍警是社經地位較高的職業，這與文獻提及受訪者的收入常與願付價值成正相關是一致的。offered 金額越高越不願意付費。男性比較不願意付費。而已婚者比其他人不願意付費。總之，這些參數符號大致符合研究預期。

表 7-13 臺泥勇士山礦區對社區土壤流失及土石流風險 Probit 模型之參數估計

| 變數名稱    | 編號 | 參數估計值    | 標準差   |
|---------|----|----------|-------|
| price   | 1  | -0.819** | 0.379 |
| ONE     | 2  | -0.528   | 0.884 |
| Abor    | 3  | -0.911   | 0.649 |
| Family  | 4  | 0.107    | 0.123 |
| Marri   | 5  | -0.732*  | 0.378 |
| Seen    | 6  | 0.550    | 0.428 |
| Constru | 7  | 0.572    | 0.383 |
| Work    | 8  | 0.484    | 0.517 |
| Heard   | 9  | 0.678*   | 0.346 |
| OH      | 10 | 0.928    | 0.728 |
| HJ      | 11 | 0.814    | 0.534 |
| Male    | 12 | -0.972** | 0.479 |
| Age40s  | 13 | -0.465   | 0.463 |
| Age50s  | 14 | 0.309    | 0.379 |
| NotKnow | 15 | 0.698    | 0.473 |
| Econ4   | 16 | 0.404    | 0.351 |
| Job1    | 17 | 3.055*** | 1.042 |
| Job7    | 18 | -0.332   | 0.504 |
| Job8    | 19 | 0.239    | 0.534 |
| J10     | 20 | -0.0233  | 0.792 |
| TL      | 21 | 0.565    | 0.725 |
| Impact1 | 22 | 1.068**  | 0.493 |
| Impact2 | 23 | 0.041    | 0.355 |
| Impact8 | 24 | -0.590   | 0.508 |
| Adult   | 25 | -0.276   | 0.177 |
| Edu4    | 26 | 0.343    | 0.347 |
| NoSeen  | 27 | 0.522    | 0.498 |
| NWorry  | 28 | 0.282    | 0.520 |
| NKWorry | 29 | 0.779    | 1.234 |

| 變數名稱           | 編號 | 參數估計值  | 標準差   |
|----------------|----|--------|-------|
| NOpWorry       | 30 | -0.317 | 0.826 |
| Power          | 31 | 1.130  | 0.855 |
| None           | 32 | 0.157  | 0.447 |
| EverWork       | 33 | 1.008  | 0.614 |
| Log-likelihood |    | -53.39 |       |

\*表示該係數在 10%信賴水準下顯著；\*\*表示該係數在 5%信賴水準下顯著；\*\*\*表示該係數在 1%信賴水準下顯著。卡方臨界值：46.753

#### 四、兩礦場對周邊社區土壤流失及土石流風險損害每年總值

將太白山礦區周邊社區民眾平均願付價值（每人每年）8,260 元，以及勇士山礦區周邊社區民眾平均願付價值為（每人每年）2,806 元，乘以各社區成年人口數，再乘以樣本中有答願付價值問項之比例，可以得到每年太白山礦區周邊社區民眾的願付價值為 7,267,722 元，每年勇士山礦區周邊社區民眾的願付價值為 3,333,818 元（表 7-14）。總之，太白山國有林地礦區對社區土壤流失及土石流風險損害為每年 7,267,722 元，而勇士山國有林地礦區對社區土壤流失及土石流風險損害為每年 3,333,818 元。

表 7-14 兩礦場社區土壤流失及土石流風險損害每年總值

|           | 土壤流失及<br>土石流<br>風險損害<br>每年總值（元） | 樣本中有答 WTP<br>問項之比例 | 社區成人數 | 平均願付價值 |
|-----------|---------------------------------|--------------------|-------|--------|
|           |                                 |                    |       | （每人每年） |
| 太白山礦場周邊社區 | 7,267,722                       | 0.487              | 1,807 | 8,260  |
| 勇士山礦場周邊社區 | 3,333,818                       | 0.633              | 1,880 | 2,806  |

#### 五、經濟補償效益計算公式及兩礦場周邊各村里每年土壤流失及土石流風險損失金額

接著計算兩礦場周邊各村里每年土石流風險損失金額。這也是維護森林每年能增加的經濟效益，亦即將上述太白山國有林地礦區對社區土壤流失及土石流風險每年損害，以及勇士山國有林地礦區對社區土壤流失及土石流風險每年損害，合理地攤在各村里。首先，各村里成人數目越多則其損害越大。其次，距離礦場越近則其損害越大。其估算式如公式（7-8）所示：

$$DMG_i = (ADU_i / DS_i) / (\sum_i (ADU_i / DS_i) \times DMGT) \quad (7-8)$$

其中， $DMG_i$  為第  $i$  個村里之土壤流失及土石流風險損失額

$DS_i$  為第  $i$  個村里與礦場距離

$ADU_i$  為第  $i$  個村里成人數

$DMGT$  為某礦場周邊各村里每年土石流風險損失金額

$DMG_i$  乘以第  $i$  個村里原住民人口比例，則得到第  $i$  個村里原住民之土壤流失及土石流風險損失額。其估算式如公式 (7-9) 所示：

$$ADG_i = ABO_i / NOB_i \times DMG_i \quad (7-9)$$

$ADG_i$  為第  $i$  個村里原住民之土壤流失及土石流風險損失額

$NOB_i$  為第  $i$  個村里原住民之戶籍人數

$ABO_i$  為第  $i$  個村里原住民數

將兩礦場各村里與礦場距離以及戶政資料(表 7-15)帶入公式(7-8)，則可得到兩礦場周邊各村里每年土壤流失及土石流風險損害金額(含原住民細項)(表 7-16，方案 A 這一欄)。當初信大(太白山)礦區土壤及土石流風險損害估計之行政區(村，里)的選取原則是，若村里的百分之五十以上面積被礦場周圍 5 公里範圍所涵蓋，則將設籍於該行政區的 20 歲以上成年人口列為抽樣的母體範圍，而據此選定 3 個村里。然而若依照信大(太白山)礦區外擴 5 公里區域所涵蓋之行政區域(不論涵蓋多少)，則包括宜蘭縣蘇澳鎮之新城里、永春里、永樂里、東澳里及聖愛里、冬山鄉安平村、大同鄉寒溪村、南澳鄉之南澳村、碧候村、東岳村等 10 村里。因此，依樣可以依照公式 5 及 6 攤提得到方案 B 之損害值。而臺灣水泥勇士山礦場不論採取百分之五十以上面積被礦場周圍 5 公里範圍所涵蓋為原則，或是礦區外擴 5 公里區域所涵蓋之行政區域(不論涵蓋多少)都計入的原則，其結果都是同樣的 2 個村里。進一步利用公式 (7-9)，可得到各礦場周邊村里原住民每年損失。太白山礦場對南澳鄉東岳村每年造成之土壤流失及土石流風險損失為 1,202,937，其中包括太白山礦場對南澳鄉東岳村原住民每年造成之土壤流失及土石流風險損失為 1,114,549 元。

表 7-15 兩礦場各村里與礦場距離以及戶政資料

|       |        |    | 與礦場距離 a | 戶籍人數 b | 戶數 b  | 成人數 c | 原住民數 d |
|-------|--------|----|---------|--------|-------|-------|--------|
| 太白山礦場 | 蘇澳鎮永樂里 |    | 4.5     | 532    | 193   | 370   | 8      |
|       | 南澳鄉東岳村 |    | 1.4     | 558    | 174   | 382   | 517    |
|       | 南澳鄉南澳村 |    | 3.4     | 1,474  | 491   | 1,055 | 1,265  |
| 小計    |        |    |         | 2,564  | 858   | 1,807 | 1,790  |
|       | 冬山鄉安平村 |    | 7.0     | 870    | 282   | 596   | 2      |
|       | 大同鄉寒溪村 |    | 13.5    | 1,124  | 358   | 754   | 1,014  |
|       | 新城里    |    | 6.3     | 1,482  | 513   | 1,056 | 17     |
| 外環村里  | 永春里    |    | 6.6     | 665    | 305   | 481   | 52     |
|       | 東澳里    |    | 7.1     | 391    | 142   | 288   | 2      |
|       | 聖愛里    |    | 5.9     | 3,293  | 1,140 | 2,438 | 67     |
|       | 碧候村    |    | 5.6     | 1,240  | 394   | 828   | 1,157  |
| 小計    |        |    |         | 9,065  | 3,134 | 6,441 | 2,311  |
|       |        |    |         |        |       |       |        |
| 勇士山礦場 | 南澳鄉澳花村 |    | 8.2     | 922    | 297   | 614   | 849    |
|       | 秀林鄉和平村 | 和平 | 2.6     |        |       |       |        |
|       |        | 和中 | 1.9     | 1,809  | 572   | 1,266 | 1,311  |
|       |        | 和仁 | 4.8     |        |       |       |        |
| 小計    |        |    |         | 2,731  | 869   | 1,880 | 2,160  |
| 整體    |        |    |         | 5,295  | 1,727 | 3,687 | 3,950  |

a: 使用 ArcGIS 軟體計算之行政區重力中心與礦場距離。b: 資料來源: 內政部統計處社會經濟資料服務平台 <https://goo.gl/ubYSTH> https。  
c: 資料來源: 國發會政府資料開放平台 <https://data.gov.tw/dataset/32973>。d: 資料來源: 現住原住民人口按性別、身分、原住民族別分  
(更新至 107 年 4 月) <https://goo.gl/3Lk2jy>。

表 7-16 兩礦場周邊各村里每年土壤流失及土石流風險損失金額

|       |        | 方案 A. 五村里   | 方案 B.十二村里   |                |    |           |
|-------|--------|-------------|-------------|----------------|----|-----------|
|       |        | 各礦場周邊村里每年損失 | 各礦場周邊村里每年損失 | 各礦場周邊村里原住民每年損失 |    |           |
| 太白山礦場 | 蘇澳鎮永樂里 | 898,095     | 362,491     | 5,451          |    |           |
|       | 南澳鄉東岳村 | 2,980,356   | 1,202,937   | 1,114,549      |    |           |
|       | 南澳鄉南澳村 | 3,389,272   | 1,367,984   | 1,174,016      |    |           |
| 小計    |        | 7,267,722   |             |                |    |           |
|       | 冬山鄉安平村 |             | 375,367     | 863            |    |           |
|       | 大同鄉寒溪村 |             | 246,232     | 222,135        |    |           |
|       | 新城里    |             | 738,977     | 8,477          |    |           |
| 外環村里  | 永春里    |             | 321,298     | 25,124         |    |           |
|       | 東澳里    |             | 178,831     | 915            |    |           |
|       | 聖愛里    |             | 1,821,752   | 37,066         |    |           |
|       | 碧候村    |             | 651,853     | 608,221        |    |           |
| 小計    |        |             | 7,267,722   | 3,196,817      |    |           |
|       |        |             |             |                |    |           |
| 勇士山礦場 | 南澳鄉澳花村 | 336,794     | 336,794     | 310,128        |    |           |
|       | 秀林鄉和平村 |             |             |                | 和平 | 939,034   |
|       |        | 2,997,025   | 2,997,025   | 2,171,973      | 和中 | 1,170,772 |
|       |        |             |             |                | 和仁 | 62,168    |
| 小計    |        | 3,333,819   | 3,333,819   | 2,482,101      | 小計 | 2,171,973 |
| 整體    |        | 10,601,541  | 10,601,541  | 5,678,918      |    |           |

(單位：元，每年)

表 7-17 過去 20 年社區土壤流失及土石流風險損害

| 年代   | 太白山礦場     | 勇士山礦場損害    | 太白山礦場社區原住民 | 勇士山礦場社區原住民 |
|------|-----------|------------|------------|------------|
|      | 土石流風險損害   | 土石流風險損害    | 所受土石流風險損害  | 所受土石流風險損害  |
| 2018 | 7,267,722 | 3,333,819  | 3,196,817  | 2,482,101  |
| 2017 | 7,177,997 | 3,292,661  | 3,757,350  | 2,451,458  |
| 2016 | 6,089,380 | 3,252,010  | 3,118,370  | 2,421,193  |
| 2015 | 6,001,857 | 3,211,862  | 3,079,872  | 2,391,302  |
| 2014 | 6,915,414 | 3,172,210  | 3,041,849  | 2,361,780  |
| 2013 | 6,830,039 | 3,133,046  | 3,004,295  | 2,332,622  |
| 2012 | 6,745,717 | 3,094,367  | 2,967,205  | 2,303,824  |
| 2011 | 6,662,437 | 3,056,165  | 2,930,573  | 2,275,382  |
| 2010 | 6,580,184 | 3,018,434  | 2,894,393  | 2,247,291  |
| 2009 | 6,498,948 | 2,981,170  | 2,858,660  | 2,219,546  |
| 2008 | 6,418,714 | 2,944,365  | 2,823,368  | 2,192,145  |
| 2007 | 6,339,470 | 2,908,015  | 2,788,511  | 2,165,081  |
| 2006 | 6,261,205 | 2,872,114  | 2,754,085  | 2,138,352  |
| 2005 | 6,183,906 | 2,836,655  | 2,720,084  | 2,111,952  |
| 2004 | 6,107,562 | 2,801,635  | 2,686,503  | 2,085,879  |
| 2003 | 6,032,106 | 72,767,047 | 2,653,364  | 2,060,127  |
| 2002 | 5,957,689 | 2,732,886  | 2,620,579  | 2,034,693  |
| 2001 | 5,884,137 | 2,699,146  | 2,588,226  | 2,009,574  |
| 2000 | 5,811,493 | 2,665,824  | 2,556,273  | 1,984,764  |
| 1999 | 5,739,747 | 2,632,912  | 2,524,714  | 1,960,261  |

| 年代        | 太白山礦場       | 勇士山礦場損害    | 太白山礦場社區原住民 | 勇士山礦場社區原住民 |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|
| 1998      | 5,668,885   | 2,600,407  | 2,493,545  | 1,936,060  |
| 1998-2017 | 127,906,940 | 58,672,932 | 5,626,179  | 43,683,286 |

\*本表以林業貸款利率 1.25%作 20 年期折現，可以得到過去 20 年各年礦場對社區土壤流失及土石流風險損害值。

以 1 年之社區土壤流失及土石流風險損害金額再除以信大太白山礦場在宜蘭縣向林務局租的 36.1 公頃林地以及臺泥勇士山礦場在花蓮縣向林務局租的 31.5 公頃林地作線性攤提，可以得到每年太白山及勇士山礦場對社區土壤流失及土石流風險損害值換算為每公頃租金之生態補償金溢價（元）（表 7-18）。太白山礦場對周邊村里造成土石流風險損害換算為每年每公頃租金溢價（元）為 201,517 元，其中包括太白山礦場對周邊村里原住民造成土石流風險損害換算為每年每公頃租金溢價 88,640（元）。綜合以上各數據，第一年可依此作為國有林地礦區森林生態系統服務之土壤流失及土石流風險損害這塊的損害值溢價（上限）。此後以林業貸款利率 1.25% 每年調升，40 年後重新評估。

表 7-18 以 2018 年礦場對社區土壤流失及土石流風險損害及換算為每年每公頃租金溢價

| 太白山礦場                | 勇士山礦場                | 太白山礦場                      | 勇士山礦場                      |
|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| 每年對社區土壤流失及土石流風險損害（元） | 每年對社區土壤流失及土石流風險損害（元） | 每年對社區原住民造成之土壤流失及土石流風險損害（元） | 每年對社區原住民造成之土壤流失及土石流風險損害（元） |
| 7,274,770            | 3,337,813            | 3,199,917                  | 2,485,075                  |
| 太白山礦場對周邊村里造成土石流風險損害  | 勇士山礦場對周邊村里造成土石流風險損害  | 太白山礦場對周邊村里原住民造成土石流風險損害     | 勇士山礦場對周邊村里原住民造成土石流風險損害     |
| 換算為每年每公頃租金溢價（元）      | 換算為每年每公頃租金溢價（元）      | 換算為每年每公頃租金溢價（元）            | 換算為每年每公頃租金溢價（元）            |
| 201,517              | 105,962              | 88,640                     | 78,891                     |

#### 第四節 國有林地礦區對生物多樣性損失之估計

生物多樣性損害之全國問卷於 2018 年 4 月進行正式試訪，回收 51 份有效問卷，4~5 月進行全國正式抽樣調查訪問，總計回收 1070 份問卷（51+1070=1121 份，符合契約規定）以 1,070 份計，在 90%的信賴水準下，抽樣誤差小於 3%。

一、兩礦區對生物多樣性損害之正式試訪結果及正式問卷出價金額之決定

於 2018 年 4 月以開放式問卷正式試訪得 51 份，其中有 36 份有願付價值之出價，扣除 2 筆 1 萬元以上之極端值，共獲得願付價值 34 份，將之由小排到大（表 7-19）。

表 7-19 兩礦區生物多樣性正式試訪開放性出價金額（願付價值，WTP）

| 序號 | 太白山生物多樣性 WTP<br>之出價金額(元) | 勇士山生物多樣性 WTP<br>之出價金額(元) |
|----|--------------------------|--------------------------|
| 1  | 5                        | 5                        |
| 2  | 5                        | 5                        |
| 3  | 5                        | 5                        |
| 4  | 5                        | 5                        |
| 5  | 10                       | 10                       |
| 6  | 10                       | 10                       |
| 7  | 10                       | 20                       |
| 8  | 20                       | 20                       |
| 9  | 50                       | 50                       |
| 10 | 50                       | 50                       |
| 11 | 50                       | 50                       |
| 12 | 50                       | 50                       |
| 13 | 50                       | 60                       |
| 14 | 50                       | 100                      |
| 15 | 100                      | 100                      |
| 16 | 100                      | 100                      |
| 17 | 100                      | 100                      |
| 18 | 100                      | 100                      |
| 19 | 100                      | 100                      |
| 20 | 100                      | 100                      |
| 21 | 100                      | 100                      |
| 22 | 100                      | 100                      |
| 23 | 100                      | 100                      |

| 序號 | 太白山生物多樣性 WTP<br>之出價金額(元) | 勇士山生物多樣性 WTP<br>之出價金額(元) |
|----|--------------------------|--------------------------|
| 24 | 100                      | 100                      |
| 25 | 100                      | 100                      |
| 26 | 100                      | 100                      |
| 27 | 100                      | 150                      |
| 28 | 200                      | 200                      |
| 29 | 200                      | 300                      |
| 30 | 500                      | 500                      |
| 31 | 500                      | 500                      |
| 32 | 500                      | 500                      |
| 33 | 1,000                    | 1,000                    |
| 34 | 1,000                    | 1,000                    |

將問卷的出價取第 20、40、60、80 百分位數，得到太白山礦區生物多樣性損害各組出價金額\$10，\$50，\$100，\$200，以及得到勇士山礦區生物多樣性損害各組出價金額\$20，\$60，\$100，\$200 將於之後正式問卷作為各組出價金額。於 2018 年 4~5 月進行全國正式抽樣調查訪問，總計回收 1,070 份問卷，表 7-20 為樣本之設籍地性別及年齡，與我國母體比例相符合，這 1,070 人之中願意回答付費問題者 740 人，不願意回答付費問題者 330 人（這 330 人中，認為政府應該付費 151 人，破壞林地者應該付費 160 人，我不願意為環境及自然資源議題付費 0 人，我的所得不足以付費 15 人，怕設實際管理被汙錢 1 人，跟我無關 1 人），不知道 0 人。願意付費 740 人及我的所得不足以付費 15 人合計 755 人為可進行估計願付價值之樣本，佔全部樣本的 70.56%。

表 7-20 全國正式抽樣調查樣本之居住且設籍地性別及年齡

|          |     |       | Total  | 地區別           |               |               |               |
|----------|-----|-------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|          |     |       |        | 北部<br>(基隆-新竹) | 中部<br>(苗栗-雲林) | 南部<br>(嘉義-屏東) | 東部<br>(宜蘭-台東) |
| Total    |     |       | 1,070  | 470           | 264           | 290           | 46            |
|          | 直列% |       | 100.0% | 100.0%        | 100.0%        | 100.0%        | 100.0%        |
| S1.居住且設籍 | 宜蘭縣 | Count | 21     | 0             | 0             | 0             | 21            |
|          |     | 直列%   | 2.0%   | 0.0%          | 0.0%          | 0.0%          | 45.7%         |
|          | 基隆市 | Count | 17     | 17            | 0             | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 1.6%   | 3.6%          | 0.0%          | 0.0%          | 0.0%          |
|          | 台北市 | Count | 121    | 121           | 0             | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 11.3%  | 25.7%         | 0.0%          | 0.0%          | 0.0%          |
|          | 新北市 | Count | 189    | 189           | 0             | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 17.7%  | 40.2%         | 0.0%          | 0.0%          | 0.0%          |
|          | 桃園市 | Count | 100    | 100           | 0             | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 9.3%   | 21.3%         | 0.0%          | 0.0%          | 0.0%          |
|          | 新竹市 | Count | 19     | 19            | 0             | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 1.8%   | 4.0%          | 0.0%          | 0.0%          | 0.0%          |
|          | 新竹縣 | Count | 24     | 24            | 0             | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 2.2%   | 5.1%          | 0.0%          | 0.0%          | 0.0%          |
|          | 苗栗縣 | Count | 25     | 0             | 25            | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 2.3%   | 0.0%          | 9.5%          | 0.0%          | 0.0%          |
|          | 台中市 | Count | 128    | 0             | 128           | 0             | 0             |
|          |     | 直列%   | 12.0%  | 0.0%          | 48.5%         | 0.0%          | 0.0%          |

|       |     |       | 地區別           |               |               |               |
|-------|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Total |     |       | 北部<br>(基隆-新竹) | 中部<br>(苗栗-雲林) | 南部<br>(嘉義-屏東) | 東部<br>(宜蘭-台東) |
|       | 彰化縣 | Count | 57            | 0             | 57            | 0             |
|       |     | 直列%   | 5.3%          | 0.0%          | 21.6%         | 0.0%          |
|       | 南投縣 | Count | 23            | 0             | 23            | 0             |
|       |     | 直列%   | 2.1%          | 0.0%          | 8.7%          | 0.0%          |
|       | 雲林縣 | Count | 31            | 0             | 31            | 0             |
|       |     | 直列%   | 2.9%          | 0.0%          | 11.7%         | 0.0%          |
|       | 嘉義市 | Count | 12            | 0             | 0             | 12            |
|       |     | 直列%   | 1.1%          | 0.0%          | 0.0%          | 4.1%          |
|       | 嘉義縣 | Count | 23            | 0             | 0             | 23            |
|       |     | 直列%   | 2.1%          | 0.0%          | 0.0%          | 7.9%          |
|       | 台南市 | Count | 87            | 0             | 0             | 87            |
|       |     | 直列%   | 8.1%          | 0.0%          | 0.0%          | 30.0%         |
|       | 高雄市 | Count | 130           | 0             | 0             | 130           |
|       |     | 直列%   | 12.1%         | 0.0%          | 0.0%          | 44.8%         |
|       | 屏東縣 | Count | 38            | 0             | 0             | 38            |
|       |     | 直列%   | 3.6%          | 0.0%          | 0.0%          | 13.1%         |
|       | 台東縣 | Count | 10            | 0             | 0             | 0             |
|       |     | 直列%   | .9%           | 0.0%          | 0.0%          | 21.7%         |
|       | 花蓮縣 | Count | 15            | 0             | 0             | 0             |
|       |     | 直列%   | 1.4%          | 0.0%          | 0.0%          | 32.6%         |
| S2.性別 | 男   | Count | 531           | 228           | 133           | 146           |
|       |     |       |               |               |               | 24            |

|       |         |       | Total | 地區別           |               |               |               |
|-------|---------|-------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|       |         |       |       | 北部<br>(基隆-新竹) | 中部<br>(苗栗-雲林) | 南部<br>(嘉義-屏東) | 東部<br>(宜蘭-台東) |
|       |         | 直列%   | 49.6% | 48.5%         | 50.4%         | 50.3%         | 52.2%         |
|       | 女       | Count | 539   | 242           | 131           | 144           | 22            |
|       |         | 直列%   | 50.4% | 51.5%         | 49.6%         | 49.7%         | 47.8%         |
| S3.年齡 | 20-24 歲 |       | 100   | 40            | 26            | 27            | 7             |
|       |         | 直列%   | 9.3%  | 8.5%          | 9.8%          | 9.3%          | 15.2%         |
|       | 25-29 歲 |       | 101   | 44            | 26            | 27            | 4             |
|       |         | 直列%   | 9.4%  | 9.4%          | 9.8%          | 9.3%          | 8.7%          |
|       | 30-34 歲 |       | 105   | 45            | 30            | 27            | 3             |
|       |         | 直列%   | 9.8%  | 9.6%          | 11.4%         | 9.3%          | 6.5%          |
|       | 35-39 歲 |       | 128   | 58            | 33            | 32            | 5             |
|       |         | 直列%   | 12.0% | 12.3%         | 12.5%         | 11.0%         | 10.9%         |
|       | 40-44 歲 |       | 118   | 54            | 28            | 32            | 4             |
|       |         | 直列%   | 11.0% | 11.5%         | 10.6%         | 11.0%         | 8.7%          |
|       | 45-49 歲 |       | 113   | 49            | 27            | 31            | 6             |
|       |         | 直列%   | 10.6% | 10.4%         | 10.2%         | 10.7%         | 13.0%         |
|       | 50-54 歲 |       | 115   | 50            | 26            | 34            | 5             |
|       |         | 直列%   | 10.7% | 10.6%         | 9.8%          | 11.7%         | 10.9%         |
|       | 55-59 歲 |       | 113   | 50            | 27            | 31            | 5             |
|       |         | 直列%   | 10.6% | 10.6%         | 10.2%         | 10.7%         | 10.9%         |
|       | 60-64 歲 |       | 99    | 45            | 23            | 27            | 4             |
|       |         | 直列%   | 9.3%  | 9.6%          | 8.7%          | 9.3%          | 8.7%          |

|  |         |     | 地區別   |               |               |               |               |
|--|---------|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|  |         |     | Total | 北部<br>(基隆-新竹) | 中部<br>(苗栗-雲林) | 南部<br>(嘉義-屏東) | 東部<br>(宜蘭-台東) |
|  | 65-69 歲 |     | 78    | 35            | 18            | 22            | 3             |
|  |         | 直列% | 7.3%  | 7.4%          | 6.8%          | 7.6%          | 6.5%          |

表 7-21 為這 755 份問卷，對於封閉式單界二元選擇問項各 offered 金額之下之問卷份數及不願意付該金額以保育信大太白山礦區的物種之答案。首先進行無母數願付價值下界之估計（Turnbull lower bound）（Turnbull，1976；Haab and McConnell，2002）（表 7-22）。得到願付價值下界之平均值為 170.36 元，其標準差為 3.36 元。

表 7-21 太白山礦區開採對生物多樣性損害各 offered 金額之下之問卷數及不願意之比例

| offered 金額（單位:新台幣元） | 份數  | 不願意支付之份數 | 不願意支付之比例 |
|---------------------|-----|----------|----------|
| 10                  | 187 | 1        | 0.00534  |
| 50                  | 194 | 8        | 0.0412   |
| 100                 | 193 | 13       | 0.0673   |
| 200                 | 181 | 44       | 0.243    |

表 7-22 太白山礦區開採對生物多樣性損害無母數願付價值下界（Turnbull lower bound）之估計

| offered 金額（單位:元） tj | 份數 Tj | 併格後之份數 Tj* | 不願意支付之份數 Nj | 不願意支付之比例 Fj | 若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例 Fj* | 若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例增額 fj* |
|---------------------|-------|------------|-------------|-------------|-------------------------|---------------------------|
| 10                  | 187   | 187        | 1           | 0.00534     | 0.00534                 | 0.00534                   |
| 50                  | 194   | 194        | 8           | 0.0412      | 0.0412                  | 0.0358                    |
| 100                 | 193   | 193        | 13          | 0.0673      | 0.0673                  | 0.0261                    |
| 200                 | 181   | 181        | 44          | 0.243       | 0.243                   | 0.175                     |
| 200+                | —     | —          | —           | 1           | 1                       | 0.756                     |

註:因為無需併格，所以  $T_j = T_j^*$ ,  $F_j = F_j^*$

表 7-23 為礦區開採對生物多樣性損害之 Probit 模型變數名稱定義及敘述統計。以此遵循支出函數法之設定，採線性願付價值函數，以 GAUSS 程式進行單界二元選擇 Probit 模型之估計得到表 7-24 之結果。

表 7-23 礦區開採對生物多樣性損害之變數名稱定義及敘述統計

| 編號 | 變數名稱     | 定義                               | 平均數   | 標準差   |
|----|----------|----------------------------------|-------|-------|
| 1  | Price4   | 信大太白山礦區開採對生物多樣性損害 offered 金額（百元） | 0.888 | 0.701 |
| 1' | Price5   | 臺泥勇士山礦區開採對生物多樣性損害 offered 金額（百元） | 0.953 | 0.668 |
| 2  | ONE      | 常數項                              | 1.000 | 0.000 |
| 3  | OtherPay | =1 代表喜好以其他方式支付； =0 otherwise     | 0.025 | 0.156 |
| 4  | Tax      | =1 代表喜好以賦稅方式支付； =0 otherwise     | 0.279 | 0.449 |

|   |       |                                   |       |       |
|---|-------|-----------------------------------|-------|-------|
|   |       | otherwise                         |       |       |
| 5 | Funcl | =1 代表覺得森林有孕育野生動植物功能； =0 otherwise | 0.913 | 0.280 |
| 6 | N     | =1 代表住北部； =0 otherwise            | 0.495 | 0.500 |
| 7 | S     | =1 代表住南部； =0 otherwise            | 0.254 | 0.435 |
| 8 | DC    | =1 代表住在六都； =0 otherwise           | 0.739 | 0.439 |

觀察值數目：755。變數 2~8 對”信大太白山礦區開採對生物多樣性損害之 Probit 模型參數估計”或是對”臺泥勇士山礦區開採對生物多樣性損害之 Probit 模型參數估計”都是一樣的。

表 7-24 信大太白山礦區開採對生物多樣性損害之 Probit 模型參數估計

| 變數名稱                      | 編號 | 參數估計值     | 標準差   |
|---------------------------|----|-----------|-------|
| Price4                    | 1  | -0.870*** | 0.116 |
| ONE                       | 2  | 1.977***  | 0.308 |
| OtherPay                  | 3  | -1.992*** | 0.336 |
| Tax                       | 4  | -0.116    | 0.179 |
| Func1                     | 5  | 0.427*    | 0.225 |
| N                         | 6  | 0.854***  | 0.206 |
| S                         | 7  | 0.762***  | 0.228 |
| DC                        | 8  | -0.476**  | 0.210 |
| Restricted Log-likelihood |    | -223.873  |       |
| Log-likelihood            |    | -156.330  |       |

\*表示該係數在 10%信賴水準下顯著；\*\*表示該係數在 5%信賴水準下顯著；\*\*\*表示該係數在 1%信賴水準下顯著。

由參數估計值可知，信大太白山礦區開採對生物多樣性損害 offered 金額越高，越不願意付費；在支付工具方面，喜好以其他方式支付者，比較不願意付費。住北部或住南部者比較願意付費。住在六都者比較不願意付費，或許因為住在六都者比較沒有住在丘陵地等靠近森林的地方而較無機會與動植物接觸。覺得森林有孕育野生動植物功能者比較願意付費。這些參數符號大致符合研究預期。其中覺得森林有孕育野生動植物功能者，比較願意付費這點，也與文獻上對環境品質的期待與願付價值成正相關（Damigos, *et al.*，2003；Ahlheim, *et al.*，2004；Pemberton, *et al.*，2010；Rolfe, *et al.*，2014；Wilker, *et al.*，2016）是一致的。接著進行臺泥勇士山礦區開採對生物多樣性損害之估計。表 7-25 為臺泥勇士山礦區開採對生物多樣性損害各 offered 金額之下之問卷數及不願意之比例。

表 7-25 臺泥勇士山礦區開採對生物多樣性損害各 offered 金額之下之問卷數及不願意之比例

| offered 金額 (單位:元) | 份數  | 不願意支付之份數 | 不願意支付之比例 |
|-------------------|-----|----------|----------|
| 20                | 184 | 8        | 0.0434   |
| 60                | 194 | 8        | 0.0412   |
| 100               | 188 | 10       | 0.0531   |
| 200               | 189 | 43       | 0.227    |

對於封閉式單界二元選擇問項各 offered 金額之下之問卷份數及不願意付該金額以保育臺泥勇士山礦區的物種之答案。首先進行無母數願付價值下界之估計 (Turnbull lower bound) (Turnbull, 1976; Haab and McConnell, 2002) (表 7-26)。因為不願意之比例並非單調遞增，因此計算時必須先將第二列併格到第一列。最後得到願付價值下界之平均值為 172.21 元，其標準差為 3.32 元。

表 7-26 勇士山礦區開採對生物多樣性損害無母數願付價值下界 (Turnbull lower bound) 之估計

| offered 金額 (單位:元) $t_j$ | 份數 $T_j$ | 併格後之份數 $T_j^*$ | 不願意支付之份數 $N_j$ | 不願意支付之比例 $F_j$ | 若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例 $F_j^*$ | 若非單調遞增則併格後之不願意支付之比例增額 $f_j^*$ |
|-------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 20                      | 184      | 378            | 8              | 0.0434         | 0.0423                      | 0.0423                        |
| 60                      | 194      | Pooled back    | 8              | 0.0412         | Pooled back                 | Pooled back                   |
| 100                     | 188      | 188            | 10             | 0.0531         | 0.0531                      | 0.0108                        |
| 200                     | 189      | 189            | 43             | 0.227          | 0.227                       | 0.174                         |
| 200+                    | —        | —              | —              | —              | 1                           | 0.773                         |

以此遵循支出函數法之設定，採線性願付價值函數，以 GAUSS 程式進行單界二元選擇 Probit 模型之估計得到表 7-27 之結果。

表 7-27 勇士山礦區開採對生物多樣性損害之 Probit 模型參數估計

| 變數名稱                      | 編號 | 參數估計值      | 標準差   |
|---------------------------|----|------------|-------|
| Price4                    | 1  | -0.797***  | 0.111 |
| ONE                       | 2  | 1.617***   | 0.283 |
| OtherPay                  | 3  | -2.1552*** | 0.330 |
| Tax                       | 4  | -0.0833    | 0.176 |
| Func1                     | 5  | 0.681***   | 0.220 |
| N                         | 6  | 0.369*     | 0.197 |
| S                         | 7  | 0.516**    | 0.215 |
| DC                        | 8  | -0.132     | 0.189 |
| Restricted Log-likelihood |    | -230.836   |       |
| Log-likelihood            |    | -176.387   |       |

\*表示該係數在 10%信賴水準下顯著；\*\*表示該係數在 5%信賴水準下顯著；\*\*\*表示該係數在 1%信賴水準下顯著。

由參數估計值可知，臺泥勇士山礦區開採對生物多樣性損害 offered 金額越高，越不願意付費；在支付工具方面，喜好以其他方式支付者，比較不願意付費。住北部或住南部者比較願意付費，覺得森林有孕育野生動植物功能者比較願意付費。這與也與文獻上對環境品質的期待與願付價值成正相關(Damigos, *et al.*；2003；Ahlheim, *et al.*，2004；Pemberton, *et al.*，2010；Rolfe, *et al.*，2014；Wilker, *et al.*，2016) 是一致的。以上這些參數符號大致符合研究預期。

將表 7-24 以及表 7-27 之參數估計值帶入常用的福利值計算公式，可得到太白山礦區國有林地開採對生物多樣性造成之損害值(平均願付價值)為每人 293.045 元，而勇士山礦區國有林地開採對生物多樣性造成之損害值(平均願付價值)為每人 298.316 元。

將此金額以 20 年期或 40 年期作線性攤提之礦場對生物多樣性損害值如表 7-28。而以林業貸款利率 1.25%作 20 年期折現，可以得到過去 20 年各年礦場對生物多樣性損害值(表 7-29)。

表 7-28 以 20 年期或 40 年期作線性攤提之礦場對生物多樣性損害值

| 20 年期                                               |                                                     | 40 年期                                               |                                                     |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 太白山礦場每年<br>對生物多樣性損害值<br>以 20 年期作線性攤提之<br>每年損失(每人，元) | 勇士山礦場每年<br>對生物多樣性損害值<br>以 20 年期作線性攤提之<br>每年損失(每人，元) | 太白山礦場每年<br>對生物多樣性損害值<br>以 40 年期作線性攤提之<br>每年損失(每人，元) | 勇士山礦場每年<br>對生物多樣性損害值<br>以 40 年期作線性攤提之<br>每年損失(每人，元) |
| 14.652                                              | 14.916                                              | 7.326                                               | 7.458                                               |

表 7-29 以林業貸款利率作 20 年期攤提之礦場對生物多樣性損害值

|       | 太白山礦場各年<br>對生物多樣性損害值<br>(以攤提 20 年計算, 每人/元) | 勇士山礦場各年<br>對生物多樣性損害值<br>(以攤提 20 年計算, 每人/元) |
|-------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 2017  | 16.445                                     | 16.741                                     |
| 2016  | 16.242                                     | 16.534                                     |
| 2015  | 16.042                                     | 16.330                                     |
| 2014  | 15.844                                     | 16.129                                     |
| 2013  | 15.648                                     | 15.930                                     |
| 2012  | 15.455                                     | 15.733                                     |
| 2011  | 15.264                                     | 15.539                                     |
| 2010  | 15.076                                     | 15.347                                     |
| 2009  | 14.890                                     | 15.157                                     |
| 2008  | 14.706                                     | 14.970                                     |
| 2007  | 14.524                                     | 14.785                                     |
| 2006  | 14.345                                     | 14.603                                     |
| 2005  | 14.168                                     | 14.423                                     |
| 2004  | 13.993                                     | 14.245                                     |
| 2003  | 13.820                                     | 14.069                                     |
| 2002  | 13.650                                     | 13.895                                     |
| 2001  | 13.481                                     | 13.723                                     |
| 2000  | 13.315                                     | 13.554                                     |
| 1999  | 13.150                                     | 13.387                                     |
| 1998  | 12.988                                     | 13.221                                     |
| total | 293.045                                    | 298.316                                    |

## 二、太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值

為使對問題之理解及填答周全，生物多樣性全國總損害研究之年齡設定為 20-69 歲人口，根據內政部資料，全國 20-69 歲人口為 11,984,953 人。而本計畫抽樣資料中，可進行願付價值估計之樣本比例為 70.29%。忽略 70 歲以上及 19 歲以下人口，以 11,984,953 乘以 70.29% 乘以表 7-29 之數據，可以得到各年太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值（元）（表 7-30）。

表 7-30 各年太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值（元）

|      | 太白山礦場各年對生物多樣性損害之全國總損害值（元） | 勇士山礦場各年對生物多樣性損害值之全國總損害值（元） |
|------|---------------------------|----------------------------|
| 2018 | 140,270,972               | 142,793,998                |
| 2017 | 138,539,232               | 141,031,110                |
| 2016 | 136,828,871               | 139,289,985                |
| 2015 | 135,139,626               | 137,570,356                |
| 2014 | 133,471,235               | 135,871,956                |
| 2013 | 131,823,442               | 134,194,525                |
| 2012 | 130,195,992               | 132,537,802                |
| 2011 | 128,588,634               | 130,901,533                |
| 2010 | 127,001,120               | 129,285,465                |
| 2009 | 125,433,205               | 127,689,348                |
| 2008 | 123,884,647               | 126,112,936                |
| 2007 | 122,355,207               | 124,555,986                |
| 2006 | 120,844,649               | 123,018,258                |
| 2005 | 119,352,740               | 121,499,514                |
| 2004 | 117,879,249               | 119,999,520                |
| 2003 | 116,423,950               | 118,518,044                |
| 2002 | 114,986,617               | 117,054,859                |
| 2001 | 113,567,029               | 115,609,737                |
| 2000 | 112,164,967               | 114,182,456                |

|                 |               |               |
|-----------------|---------------|---------------|
| 1999            | 110,780,214   | 112,772,796   |
| 1998            | 109,412,558   | 111,380,540   |
| 1998-2017 total | 2,468,673,187 | 2,513,076,725 |

### 三、太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值換算為每公頃租金之生態補償金溢價

上述金額分別以信大太白山礦場在宜蘭縣向林務局租的 36.1 公頃林地，以及臺泥勇士山礦場在花蓮縣向林務局租的 31.5 公頃林地作線性攤提。可以得到各年太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值換算為每公頃租金之生態補償金溢價（元）（表 7-31）。

表 7-31 各年度太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值換算為每公頃租金之生態補償金溢價（元）

|      | 太白山礦場每年對生物多樣性損害值（換算為每年每公頃租金，元） | 勇士山礦場每年對生物多樣性損害值（換算為每年每公頃租金，元） |
|------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2018 | 3,885,622                      | 4,533,142                      |
| 2017 | 3,837,652                      | 4,477,178                      |
| 2016 | 3,790,273                      | 4,421,904                      |
| 2015 | 3,743,480                      | 4,367,313                      |
| 2014 | 3,697,264                      | 4,313,395                      |
| 2013 | 3,651,619                      | 4,260,144                      |
| 2012 | 3,606,537                      | 4,207,549                      |
| 2011 | 3,562,012                      | 4,155,604                      |
| 2010 | 3,518,037                      | 4,104,300                      |
| 2009 | 3,474,604                      | 4,053,630                      |
| 2008 | 3,431,708                      | 4,003,585                      |
| 2007 | 3,389,341                      | 3,954,158                      |
| 2006 | 3,347,497                      | 3,905,342                      |
| 2005 | 3,306,170                      | 3,857,127                      |
| 2004 | 3,265,353                      | 3,809,509                      |
| 2003 | 3,225,040                      | 3,762,478                      |

|                  |            |            |
|------------------|------------|------------|
| 2002             | 3,185,225  | 3,716,027  |
| 2001             | 3,145,901  | 3,670,150  |
| 2000             | 3,107,063  | 3,624,840  |
| 1999             | 3,068,704  | 3,580,089  |
| 1998             | 3,030,819  | 3,535,890  |
| 1998-2017(Total) | 68,384,299 | 79,780,213 |

#### 四、以平均餘命攤提之國有林地礦區開採對森林生態系統服務之生物多樣性損害值

本計畫之年齡設定為 20-69 歲人口，根據內政部資料，20 歲平均餘命 60.58 年，70 歲平均餘命 15.96 年。兩者加總除以 2 可以得到平均餘命 38.27 年（表 7-32）。將信大太白山礦區國有林地開採對生物多樣性造成之損害值（平均願付價值）每人 293.045 元，以及臺泥勇士山礦區國有林地開採對生物多樣性造成之損害值（平均願付價值）每人 298.316 元，以平均餘命 38.72 年作線性攤提，可以得到每年對生物多樣性損害值分別為 7.657 元及 7.704 元。此數據再乘以全國 20-69 歲人口 11,984,953 人，並乘以本計畫抽樣資料中，可進行願付價值估計之樣本比例 70.29%，可以得到各年太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值。此金額再除以信大「太白山礦場」在宜蘭縣向林務局租的 36.1 公頃林地，以及臺泥「勇士山礦場」在花蓮縣向林務局租的 31.5 公頃林地作線性攤提，可以得到以平均餘命 38.72 年作線性攤提之每年太白山及勇士山礦場對生物多樣性之全國總損害值換算為每公頃租金之生態補償金溢價(元)。綜合以上分析，可以得到太白山礦場每年對生物多樣性損害值，換算為每年每公頃租金溢價為 1,786,822（元）。而勇士山礦場每年對生物多樣性損害值，換算為每年每公頃租金溢價為 2,060,324（元）。

表 7-32 以平均餘命 38.72 年作線性攤提之對生物多樣性損害值

|                                                         |                                                         |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 太白山礦場每年對生物多樣性損害值<br>(以平均餘命 38.72 年作線性攤提)<br>(單位：每人/元/年) | 勇士山礦場每年對生物多樣性損害值<br>(以平均餘命 38.72 年作線性攤提)<br>(單位：每人/元/年) |
| 7.657                                                   | 7.704                                                   |

|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 太白山礦場每年對生物多樣性損害值之全國總損失（元）       | 勇士山礦場每年對生物多樣性損害值之全國總損失（元）       |
| 64,504,279                      | 64,900,217                      |
| 太白山礦場每年對生物多樣性損害值換算為每年每公頃租金溢價（元） | 勇士山礦場每年對生物多樣性損害值換算為每年每公頃租金溢價（元） |
| 1,786,822                       | 2,060,324                       |

平均餘命資料來源：

[https://www.moi.gov.tw/stat/node.aspx?cate\\_sn=&belong\\_sn=5992&sn=6026](https://www.moi.gov.tw/stat/node.aspx?cate_sn=&belong_sn=5992&sn=6026)

## 五、國有林地礦區開採對森林生態系統服務生物多樣性損害之經濟補償效益計算公式

國有林地礦區開採對森林生態系統服務之生物多樣性損害值之經濟補償效益計算公式如（7-10）以及（7-11）所示：

$$BDPK_{TB,s} = BDPK_{TB,2018} \times \prod_{t=2019}^s (1 + FIN_t) \quad (7-10)$$

$$BDPK_{YS,s} = BDPK_{YS,2018} \times \prod_{t=2019}^s (1 + FIN_t) \quad (7-11)$$

其中， $BDPK_{TB,s}$  為欲計算的西元 s 年太白山國有林地礦區開採，對森林生態系統服務之生物多樣性損害值之經濟補償效益（每公頃，元）； $BDPK_{YS,s}$  為欲計算的西元 s 勇士山國有林地礦區開採，對森林生態系統服務之生物多樣性損害值之經濟補償效益（每公頃，元）； $BDPK_{TB,2018}$  為 2018 年太白山國有林地礦區開採，對森林生態系統服務之生物多樣性損害值之經濟補償效益（每公頃，元）； $BDPK_{YS,2018}$  為 2018 年勇士山國有林地礦區開採，對森林生態系統服務之生物多樣性損害值之經濟補償效益（每公頃，元）； $FIN_t$  為西元第 t 年之林業貸款利率。

例如，假設 2019、2020、2021 林業貸款利率分別為 1.25%、1.25% 以及 1.5%，則 2021 年太白山國有林地礦區開採，對森林生態系統服務之生物多樣性損害值之經濟補償效益為每公頃  $3885622 \times (1+0.0125) \times (1+0.0125) \times (1+0.015) = 4,043,120$  元。

## 文獻與本計畫估計的損失之橫向比較

橫向比較別人做的類似的研究，所得到的金額及其方法及各方面和我們的異同。在太白山礦區周邊社區民眾對「恢復未採礦時原有林地樣貌，以減少土壤流失及土石流的風險」平均願付價值為（每人每年）8,260 元。臺泥勇士山礦區周邊社區民眾平均願付價值為（每人每年）2,806 元。臺灣銀行牌告匯率為 1 美元換 29.73 台幣，就平均願付價值而言，信大太白山礦區以及臺泥勇士山礦區的土壤流失及土石流風險損害金額估計值分別為 277.83USD 及 94.38 USD（每人每年）。文獻中，對於估計願付價值大多都是基於較大規模的，只針對礦區有限範圍內的比較少（表 7-33）。若是直接受影響的群體而言，其願付金額就會較高，以信大礦區以及臺泥礦區而言，其規模與文獻中所提及的，有程度上的相關連與可比性（Gulley, 2017; Pactwa, *et al.*, 2017; Windle, *et al.*, 2012; Burton, *et al.*, 2012; Pemberton, *et al.*, 2010; Bennagen, 1998）。本計畫估計土壤流失及土石流風險的是直接受影響的群體，因此橫向比較結果足以佐證我們的願付價值所估算之金額具有相當的可靠度。

信大太白山礦區國有林地開採對生物多樣性造成之損害值（平均願付價值）為每人 293.045 元（9.85USD），而臺泥勇士山礦區國有林地開採對生物多樣性造成之損害值（平均願付價值）為每人 298.316 元（10.034）。對比文獻遊客或是較不直接有關係的群眾，他們的願付價格大約會在 10 USD 的範圍（Lim, *et al.*, 2016; Wilker, *et al.*, 2016; Lim, *et al.*, 2016; Wilker, *et al.*, 2016; Sergeant, *et al.*, 2015; Rolfe, *et al.*, 2014; Damigos, *et al.*, 2003; Ahlheim, *et al.*, 2004）。本計畫估計礦區國有林地開採對生物多樣性造成之損害值是較不直接有關係的群眾。再與非礦區相關之保育文獻比較，Kontoleon and Swanson（2003）則使用條件評估法估計經濟合作發展組織（OECD）國家的公民對保護大熊貓的願付價值。發現每人願意支付 4.53 美元用於購買額外 200 公頃熊貓所需的棲息地的財產權，以保護熊貓。

Wickramarachchi and Gunawardena（2012）利用條件評估法估計住戶

保育斯里蘭卡豹（Sri Lankan leopard）的非使用價值，其 WT 為每戶每年 192 台幣 6.45USD，橫向比較結果足以佐證我們的願付價值的值是可靠的。

表 7-33 礦業相關文獻估計之價值及收取方式

| 年分   | 作者              | 篇名                                                                                                                                                               | 研究方法                                                                                                     | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                   | 價值<br>(金額)                                                    | 徵收單位及<br>金額用途           | 收取方<br>式(一<br>次、一<br>年等) | 主要發現/建議                                                                         | 調查地點/<br>國家   |
|------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2017 | Gulley          | Valuing environmental impacts of mercury emissions from gold minig: Dollar per troy ounce estimates for twelve open-pit, small-scale, and artisanal mining sites | calibrated benefit transfer approach                                                                     | 水銀洩露對環境影響估價               | Nevada mining operator | 1 ~ 5 USD ; 200 ~ 600 USD ; 500 ~ 3200 USD<br>三種不同開採法、三個不同價格~ | Nevada State government | 每次／每金衡盎司產量               | 採用了依開礦方式不同而洩漏出的汞量之不同的徵收措施(2006)，八年之後，汞洩漏量有改善                                    | United States |
| 2017 | Pactwa, Wozniak | Environmental reporting policy of the mining industry leaders in Poland                                                                                          | financial data statistic                                                                                 | 開礦主要領導公司對礦區土地補償的政策        | Mining operator        | 11 ~ 33 % protection budget from mining revenue               | Poland                  | 每年                       | 開礦公司的營收不是很明確的，但由環境保護組織收得的預算數成長(11~33%, 2013~2015)表明了，立法收取因不同採礦型別以及規模算得的採礦費用是實用的 | Poland        |
| 2017 | Yang, Zhao, Ho  | Mining-induced displacement and resettlement in China: A study covering 27 villages in 6 provinces                                                               | literature review of government and media reports, farm household survey, and semi-structured interviews | 礦區土地補償                    | 非徵收，官方補償               | 20% ~ 33% 全新遷住地新房成本做為拆遷補償                                     | China                   | 一次                       | 陝西，山西，山東，江蘇的地下採礦補償沒有明確規範，本文建議儘速確立因地下採礦造成的損害進行                                   | China         |

| 年分   | 作者            | 篇名                                                                                                               | 研究方法                                                                            | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                                                           | 價值<br>(金額)                                         | 徵收單位及<br>金額用途               | 收取方<br>式(一<br>次、一<br>年等) | 主要發現/建議                                                                                                | 調查地點/<br>國家 |
|------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|      |               |                                                                                                                  |                                                                                 |                           |                                                                |                                                    |                             |                          | 相關立法                                                                                                   |             |
| 2017 | Adoneng-Kisi  | Poverty and mine's compensation package: Experiences of local farmers in Prestea mining community                | mixed method techniques                                                         | 礦區土地補償                    | 非徵收，補償方案                                                       | 77.5% 認為補償方案不良                                     | Ghana, Golden Star Resource | 一次                       | 研究發現，補償不足以減輕貧困，因為採行的方案與原農業的價值不相匹配                                                                      | Ghana       |
| 2016 | Yarram, Rice  | Executive compensation among Australian mining and non-mining firms: Risk taking, long and short-term incentives | Empirical analysis, panel random effects models, ASX database from 2005 to 2013 | 從業人員所得                    | Australian mining and non-mining firms CEOs, from 2005 to 2013 | 礦業公司 1000 美元的市值變化，CEO 有 31.3 美分的變動；非礦業公司則為 18.2 美分 |                             |                          | 研究結果為最佳化契約理論提供了佐證，而且反應在礦業和礦業公司的管理權力方法；與非礦業公司相比，這些礦業公司的薪酬績效敏感性（PPS）始終高於所有類型的薪酬，尤其是礦業公司在長期激勵薪酬方面表現出高 PPS | Australia   |
| 2016 | Lim, Min, Yoo | The public value of contaminated soil remediation in Janghang copper smelter of Korea                            | one-and-one-half-bounded dichotomous choice question, spike model to            | 礦區污染修復之公共價值估算             | Janghang copper smelter                                        | 全國調查抽樣 1000 戶，估算出每戶平均支付意                           | Korea，評估補救被銅冶煉廠因砷、鎘、鉛等重     | 一次                       | 擴大對全國人口的價值每年可以得到 304 億韓元(2570 萬美                                                                       | Korea       |

| 年分   | 作者                                                    | 篇名                                                                                               | 研究方法                                           | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                                                              | 價值<br>(金額)                      | 徵收單位及<br>金額用途                                                                           | 收取方<br>式(一<br>次、一<br>年等) | 主要發現/建議                                                                                                                                                         | 調查地點/<br>國家                |
|------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|      |                                                       |                                                                                                  | analyze zero<br>WTP responses                  |                           |                                                                   | 願計算為每<br>戶 1627 韓元<br>(1.37 美元) | 金屬污染的<br>土壤修復的<br>公眾價值                                                                  |                          | 元)。以此總<br>值，套用社會貼<br>現率為 5.5%，<br>在未來 10 年的<br>公共價值總額<br>達到 2417 億韓<br>元 (204.0 百萬<br>美元)                                                                       |                            |
| 2016 | Wilker,<br>Rusche,<br>Benning,<br>MacDonald,<br>Blaen | Applying ecosystem<br>benefit valuation to<br>inform quarry restoration<br>planning              | Ecosystem<br>benefit<br>valuation, TCM,<br>CVM | 礦區恢復偏<br>好                | Publics, 103<br>face-to-face<br>interviews,<br>questionnair<br>es | EUR 6.48 ~<br>14.92             | EU<br>INTERREG<br>IVB North<br>West Europe<br>project<br>RESTORE<br>，用於採石<br>場的情景恢<br>復 | 一次                       | 在三個採石場<br>的不同恢復情<br>景 (自然保護<br>區，林地，農田)<br>之中，自然保護<br>區在受訪者中<br>最受青睞；向利<br>益相關者展示<br>生態系統的益<br>處可能會提高<br>相關大眾對於<br>恢復環的知<br>識；不同採石場<br>的知名度可能<br>亦會影響 WTP<br>估計 | Germany,<br>Belgium,<br>UK |
| 2015 | Sergeant,<br>Poesen,<br>Duchateau,<br>Vranken         | A methodological<br>framework to assess the<br>socio-economic impact<br>of underground quarries: | Travel cost<br>method                          | 地下採礦社<br>經估價              | Belgian,<br>Limburg,<br>Riemst                                    | 生態和文化<br>歷史價值：<br>180000 歐元     | Belgian<br>Limburg，估<br>算採石場的                                                           | 一次                       | Riemst 提供了<br>4131 名遊客的<br>數據，其中 4001                                                                                                                           | Belgium                    |

| 年分   | 作者               | 篇名                                                                                                                                                           | 研究方法                                                  | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                                                    | 價值<br>(金額)                  | 徵收單位及<br>金額用途                                           | 收取方<br>式(一<br>次、一<br>年等) | 主要發現/建議                                                                                                                           | 調查地點/<br>國家                  |
|------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|      |                  | A case study from<br>Belgian Limburg                                                                                                                         |                                                       |                           |                                                         | (2012 年價<br>值)              | 娛樂價值                                                    |                          | 人是比利時<br>人，130 人是外<br>國遊客，該樣本<br>代表每年接待<br>採石場的 24 000<br>名遊客；若採石<br>場崩塌時，部分<br>文化歷史和生<br>態價值將會喪<br>失，這相當於每<br>年 350 歐元的放<br>棄收益。 |                              |
| 2014 | Rolfe,<br>Windle | Testing attribute<br>selection and variation in<br>a choice experiment to<br>assess the tradeoffs<br>associated with<br>increased mining<br>development      | mixed logit<br>models, using<br>© Nlogit5<br>software | 礦區發展偏<br>好                | Surat Basin<br>in southern<br>Queensland,<br>Australia  | USD 1.29 ~<br>6.93          | Australia, 評<br>估當地社區<br>增加採礦活<br>動對社會，<br>經濟和環境<br>的影響 | 一次                       | 知識相關性比<br>知識內涵更重<br>要；改變屬性組<br>合可以影響福<br>利估計；估計值<br>可能會因屬性<br>之間的潛在相<br>互作用（非獨立<br>性）不同而不同                                        | Australia,<br>Queenslan<br>d |
| 2012 | Windle,<br>Rolfe | Using discrete choice<br>experiments to assess the<br>preferences of new<br>mining workforce to<br>commute or relocate to<br>the Surat Basin in<br>Australia | Choice<br>experiments                                 | 從業人員聚<br>落偏好              | Employee in<br>Surat Basin<br>in southern<br>Queensland | 需額外增加<br>薪水：USD 59<br>~ 998 | 檢驗主要城<br>市中心的居<br>民如果考慮<br>在快速增長<br>的資源區域<br>就業，他們      | 一次                       | 選擇實驗可用<br>於評估和補償<br>限制潛在勞動<br>力在採礦業就<br>業的因素；為了<br>吸引城市居民                                                                         | Australia                    |

| 年分   | 作者                                                         | 篇名                                                                                                                                        | 研究方法                                                | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                                                              | 價值<br>(金額)                         | 徵收單位及<br>金額用途                   | 收取方<br>式(一<br>次、一年<br>等) | 主要發現/建議                                                                                                                    | 調查地點/<br>國家 |
|------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|      |                                                            |                                                                                                                                           |                                                     |                           |                                                                   |                                    | 將如何考慮<br>通勤或搬遷<br>選擇            |                          | 在偏遠地區開<br>採礦區，需要大<br>筆的薪酬支付                                                                                                |             |
| 2012 | Burton,<br>Zahedi,<br>White                                | Public preferences for<br>timeliness and quality of<br>mine site rehabilitation.<br>The case of bauxite<br>mining in Western<br>Australia | Choice<br>Modelling                                 | 礦區恢復對<br>於生物有益            | bauxite<br>mining in the<br>south-west<br>of Western<br>Australia | 原位礦山復<br>原：USD<br>77.39 Millions   | Australia                       | 一次                       | 公眾對脊椎動<br>物棲息地的再<br>生產具有相對<br>高的價值，並且<br>傾向於原位礦<br>山復原而不是<br>環境補償；此估<br>計以 20 年為恢<br>復期，若時間縮<br>短為 15 年，則<br>會再增加為<br>134% | Australia   |
|      | Pemberton,<br>Harris-Charle<br>s,<br>Patterson-An<br>drews | Cultural bias in<br>contingent valuation of<br>copper mining in the<br>Commonwealth of<br>Dominica                                        | multivariate<br>analysis of<br>variance<br>(MANOVA) | 礦區開發價<br>值偏好              | Dominica,<br>citizen and<br>visitors                              | EC 110.15 ~<br>152.40 million      | 推估文化偏<br>見導致 WTP<br>過高估計或<br>低估 | 一次                       | 實驗以及數據<br>分析結果表<br>示，文化差異比<br>個人收入更為<br>影響 WTP 的金<br>額；解決這個問<br>題的一個辦法<br>是單獨估算人<br>口中每個群體<br>的支付意願                        | Dominica    |
| 2003 | Damigos,<br>Kaliampakos                                    | Assessing the benefits of<br>reclaiming urban<br>quarries: a CVM                                                                          | CVM                                                 | 恢復礦區偏<br>好估價              | Galatsi<br>citizen, 200                                           | EC 30.75,<br>49.47, 58.20<br>for 3 | 推算對於廢<br>棄採石場的                  | 一次                       | 支付意願與家<br>庭收入、教育水                                                                                                          | Greece      |

| 年分   | 作者                                                                                   | 篇名                                                                                                                                                         | 研究方法                                                                                 | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                                        | 價值<br>(金額)                                          | 徵收單位及<br>金額用途                                  | 收取方<br>式(一<br>次、一年<br>等) | 主要發現/建議                                                                                                                | 調查地點/<br>國家 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|      |                                                                                      | analysis                                                                                                                                                   |                                                                                      |                           |                                             | difference<br>cases                                 | 恢復支出意<br>願                                     |                          | 平是正相關，與<br>家庭規模為負<br>相關；總體 WTP<br>規模會因推估<br>地的人口數大<br>小有關；總金額<br>在 EC 0.23 ~<br>0.52 million                           |             |
| 1998 | Bennagen                                                                             | Estimation of<br>Environmental Damages<br>from Mining Pollution:<br>The Marinduque Island<br>Mining Accident                                               | Contingent<br>valuation,<br>Travel cost,<br>Hedonic<br>property value                | 礦區土地補<br>償                | Marcopper<br>Mining<br>Corporation<br>(MMC) | P21.6 million                                       | 對於 Boac<br>居民的補償                               | 一次<br>性<br>分階段<br>賠償     | 進行有系統的<br>自然資源損害<br>評估，分為三個<br>階段：損害估<br>計、量化以及測<br>定；清楚界定賠<br>償責任和效率                                                  | Pilipinas   |
| 2016 | Squadrone,<br>Burioli,<br>Monaco,<br>Koya, Prearo,<br>Gennaro,<br>Dominici,<br>Abete | Human exposure to<br>metals due to<br>consumption of fish from<br>an artificial lake basin<br>close to an active mining<br>area in Katanga (D.R.<br>Congo) | Direct Mercury<br>Analyzer,<br>Inductively<br>Coupled<br>Plasma-Mass<br>Spectrometry | 礦區對環境<br>及食物魚影<br>響估計     | Katanga ,<br>Tshangalele<br>citizen         | 魚類中的金<br>屬含量相對<br>較高，特別是<br>鈷，銅，還有<br>鋁、鐵、錳、<br>鋅和鎘 | 利用科學估<br>計採礦污染<br>Tshangalele<br>區域水域造<br>成的影響 | 一次<br>性<br>抽樣            | 採礦活動造成<br>的金屬污染令<br>人非常擔憂，因<br>為食用重度污<br>染的魚類對當<br>地居民造成潛<br>在的健康風<br>險；銅和鈷的最<br>低風險劑量超<br>標，特別是在最<br>接近受污染的<br>礦山溢出的地 | Congo       |

| 年分   | 作者                      | 篇名                                                                                                                           | 研究方法                          | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                                           | 價值<br>(金額)                                         | 徵收單位及<br>金額用途   | 收取方<br>式(一<br>次、一<br>年等) | 主要發現/建議                                                                                                    | 調查地點/<br>國家 |
|------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|      |                         |                                                                                                                              |                               |                           |                                                |                                                    |                 |                          | 點；其他研究發現居住在加丹加採礦或煉油場附近的受試者中存在高濃度的金屬，證實他們顯著地暴露於這些金屬的環境污染環境中                                                 |             |
| 2014 | Ngongolo, Mtoka, Mahulu | The Abundance and pollinators' impact on seed setting of <i>Leucaena leucocephala</i> in Wazo Hill restored Quarry, Tanzania | Mann-Whitney U test statistic | 礦區恢復對於生物有益                | Wazo hill quarry area, Dar-es-Salaam, Tanzania | Mann-Whitney U test statistic = 36.500, $P > 0.05$ | 統計採樣估計礦區的恢復是否有益 | 一次性評估                    | 在恢復區和未恢復區在種子環境上的比較中，恢復區的種子數量顯著增加，因為傳粉媒介對種子設置的影響對解釋這一點至關重要；其他因素如養分，日光，害蟲和疾病也需要考慮；不良的雜草控制、間隔和養分供應等管理措施亦會有負效應 | Tanzania    |

| 年分   | 作者                                            | 篇名                                                                                                                          | 研究方法                                                                        | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象                      | 價值<br>(金額)                                                                                                                         | 徵收單位及<br>金額用途                     | 收取方式(一<br>次、一年<br>等) | 主要發現/建議                                                                                                                         | 調查地點/<br>國家    |
|------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2013 | Ngongolo,<br>Mtoka                            | Using Butterflies to<br>Measure Biodiversity<br>Health in Wazo Hill<br>Restored Quarry                                      | Kruskal-Wallis<br>Test Statistic<br>and<br>Mann-Whitney<br>U test statistic | 礦區恢復對<br>於生物有益            | Wazo Hill                 | Shannon-Wein<br>er index (H')<br>= 0.346528,<br>Significant ;<br>Margalef's<br>diversity<br>index (D) =<br>1.73981,<br>Significant | 透過蝴蝶的<br>統計採樣估<br>計礦區的恢<br>復是否有益  | 一次性<br>評估            | 從這項研究得<br>出的結論是，植<br>被恢復對蝴蝶<br>的多樣性有正<br>面影響，但不影<br>響蝴蝶的多樣<br>性                                                                 | Tanzania       |
| 2004 | Ahlheim,<br>Fror, Lehr,<br>Wagenhals,<br>Wolf | Contingent Valuation of<br>Mining Land<br>Reclamation in East<br>Germany                                                    | CVM, logit,<br>tobit model                                                  | 恢復礦區偏<br>好估價              | Germany,<br>Wahlkreise    | 4.39 Euro per<br>family ; 2.7<br>Millionen<br>Euro total                                                                           | Germany, 恢<br>復褐煤開採<br>後的願付價<br>值 | 每年                   | 收入、家庭組<br>成、擁有較多的<br>休閒時間、參與<br>體育活動等，都<br>跟 WTP 有正向<br>關係，值得一提<br>的是，東德人對<br>他人的信任度<br>較低，加上心理<br>上存有剝削<br>感，所以與 WTP<br>有反向的關係 | Germany        |
| 2007 | Koch, Hobbs                                   | Synthesis: Is Alcoa<br>Successfully Restoring a<br>Jarrah Forest Ecosystem<br>after Bauxite Mining in<br>Western Australia? | Literature<br>review,<br>numerical<br>scorecard                             | 礦區恢復對<br>於生物有益            | Western<br>Australia      | overall scores:<br>90 ~ 92%                                                                                                        | Australia, 評<br>估鋁礦場恢<br>復的狀態     | 一次性                  | 對於 Alcoa 礦山<br>的恢復作業，對<br>於 Jarrah 地區的<br>生態是成功的                                                                                | Australia      |
| 2005 | Ramcharan,<br>Dey                             | The role of<br>environmental factors in<br>industrial site selection                                                        | comparative<br>matrix                                                       | 礦區發展偏<br>好                | West Indies ,<br>Barbados | support a<br>25~50 year<br>development                                                                                             | Barbados ,<br>用以評估採               | 一次性                  | 本計畫顯示，雖<br>然物流和資源                                                                                                               | West<br>Indies |

| 年分 | 作者 | 篇名                                                                                 | 研究方法 | 效益種類<br>(e.g.礦區<br>土地補償、) | 徵收對象 | 價值<br>(金額) | 徵收單位及<br>金額用途 | 收取方<br>式(一<br>次、一年<br>等) | 主要發現/建議                                                 | 調查地點/<br>國家 |
|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------|------|------------|---------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|
|    |    | activities: a case of<br>limestone quarry<br>expansion in Barbados,<br>West Indies |      |                           |      | horizon    | 礦場址的依<br>據    |                          | 可用性等經濟<br>因素可能有利<br>於特定地點，但<br>環境和社會因<br>素對最終選擇<br>至關重要 |             |

## 第五節 國有林地礦區對森林生態系統服務造成之六種損失及租金溢價建議

本節探討國有林地礦區對森林生態系統服務造成之六種損失及其補償租金溢價建議(兩個礦區之個案研究)，首先將國有林地礦區對森林生態系統服務造成之六種損害，以林務貸款利率作 20 年攤提，可以得到各種損害補償之 2018 年一年之租金溢價，亦即現行林務局對礦區業者所收租金以外之加收金額，如表 7-34 上半部所示。表的下半部顯示各種損害加總的金額。至於各礦區應該計算哪幾種生態損害，以及各損害之百分比，則應由專家會議決定。例如宜蘭縣之信大（太白山）研究礦區部分位屬保安林，則土石流風險或許該計入生態損害金額中。

表 7-34 礦區開採之六種生態損害換算成 2018 年一年租金溢價(元)

| 損害名稱             |           | 太白山礦場       | 勇士山礦場       |
|------------------|-----------|-------------|-------------|
| 1.水源涵養           |           | 667,517     | 264,752     |
| 2.碳吸存            |           | 405,207     | 353,574     |
| 3.森林生產           |           | 206,786     | 180,436     |
| 4.遊憩             |           | 86,701,956  | 86,701,956  |
| 5.土石流風險          |           | 7,274,770   | 3,337,813   |
| 6.生物多樣性          |           | 140,270,972 | 142,793,998 |
| 水源涵養及碳<br>吸存     | (1+2)     | 1,072,725   | 618,327     |
| 水源涵養碳吸<br>存土石流風險 | (1+2+5)   | 8,347,494   | 3,956,140   |
| 水源涵養碳吸<br>存生物多樣性 | (1+2+6)   | 141,343,697 | 143,412,325 |
| 不計土石流生<br>物多樣性   | (1+2+3+4) | 87,981,466  | 87,500,719  |
| 不計林產遊憩           | (1+2+5+6) | 148,618,467 | 146,131,811 |

|                      |             |             |
|----------------------|-------------|-------------|
| 六大生態損害 (1+2+3+4+5+6) | 235,527,209 | 233,014,203 |
|----------------------|-------------|-------------|

註：這是針對整個礦場之租金溢價

將上述租金溢價分別除以兩個礦區面積，可以得到 2018 年一年每公頃各生態損失之經濟補償租金溢價。

我們接著計算甲乙丙丁四個方案，是兩礦區生態損害換算成每公頃收費金額的一個特例。這是舉例說明各礦區採計幾種生態損害，以及各損害之百分比，對於在現行林務局礦區租金之外，增加之每年每公頃生態損害溢價會有甚麼影響(表 7-35)。

甲案其內容為水源涵養及碳吸存之生態損失之經濟補償租金溢價，以信大太白山礦場而言，其值為每年每公頃 29,715 元。乙案其內容為水源涵養碳吸存之生態損失金額，再加上生物多樣性之生態損失金額，乘以百分之二，此乃比照經濟部礦業局礦產權利金收費辦法第四條(石油礦及天然氣礦金屬礦以外之其他礦種)礦產權利金之繳納比率，以信大太白山礦場而言，這三項之和為每年每公頃 78,306 元。丙案其內容為水源涵養碳吸存之生態損失金額，再加上生物多樣性之生態損失金額，乘以百分之十，此百分之十乃比照經濟部礦業局礦產權利金收費辦法第四條之特定礦產種類最高比例計算，以信大太白山礦場而言，這三項之和為每年每公頃 391,533 元。丁案其內容為水源涵養碳吸存以及生物多樣性之生態損失金額之和，以信大太白山礦場而言，其值為 2018 年一年每公頃 3,915,337 元。每年可依照林業貸款利率增加，以抵銷通貨膨脹物價上漲等因子。

由於生物多樣性是表 7-35 之主要收取來源，且本計畫發現儘管兩礦區生物多樣性略有差異但其每公頃之租金溢價差異不大，因此將來若是類似區位之國有林地礦區，亦可比照收取對森林生態系統服務造成之損失之租金溢價。而若生物的物種狀況明顯較差(例如種類或保育類明顯較少)之國有林地礦區，則可視其情況依物種比例打折收取。其百分比，宜由專家會議決定。

表 7-35 建議在現行租金之外加徵之總生態損害溢價及其細項

(單位:元/公頃/年)

|    | 信大太白山礦場     | 臺泥勇士山礦場   |
|----|-------------|-----------|
|    | I.加徵之生態損害溢價 |           |
| 甲案 | 29,715      | 19,629    |
| 乙案 | 78,306      | 91,055    |
| 丙案 | 391,533     | 455,277   |
| 丁案 | 3,915,337   | 4,552,772 |

## 第八章 國有林礦區陸域生態資料與現場查核

### 第一節 國有林礦區之選定

依據林務局於 2017 年彙整之礦業用地資料，總計 129 家礦業公司承租 655ha 國有林，其中 18 筆為保安林。經本團隊以林務局提供轄區礦業用地租地之圖資套疊，共計有 419 筆，面積合計 582.2ha，主要位於宜蘭縣蘇澳鎮與南澳鄉，花蓮縣秀林鄉、萬榮鄉及卓溪鄉等鄉鎮(圖 8-1)。依野外勘查與生態服務功能價值評估執行之考量，初步選出 6 處礦區，包括位於宜蘭縣南澳鄉之潤泰（蘭崁山）、信大（太白山）及臺泥（太白山）等 3 處礦區，以及位於花蓮縣秀林鄉之亞泥（新城山）、臺泥（勇士山）及幸福水泥（和仁）等 3 處礦區。作為現地查核之地點，其基本資料及現場情況詳如表 8-1、圖 8-2、圖 8-3。其中，亞泥（新城山）屬於國家公園所轄非林務局礦業用地租地。6 處礦區海拔高度介於 39 m~1,274 m，面積介於 18.4 ha~36.1 ha。

表 8-1 林務局礦區租地研究地點基本資料

| 編號 | 礦區       | 縣市  | 鄉鎮市 | 高程(m)     | 面積(ha) | 備註         |
|----|----------|-----|-----|-----------|--------|------------|
| 1  | 潤泰（蘭崁山）  | 宜蘭縣 | 南澳鄉 | 978~1,274 | 23.3   |            |
| 2  | 信大（太白山）  | 宜蘭縣 | 南澳鄉 | 544~1,055 | 36.1   |            |
| 3  | 臺泥（太白山）  | 宜蘭縣 | 南澳鄉 | 736~969   | 18.4   |            |
| 4  | 亞泥（新城山）  | 花蓮縣 | 秀林鄉 | 193~496   | 34.1   | 非林務局礦業用地租地 |
| 5  | 臺泥（勇士山）  | 花蓮縣 | 秀林鄉 | 746~1,202 | 31.5   |            |
| 6  | 幸福水泥（和仁） | 花蓮縣 | 秀林鄉 | 39~274    | 28.5   |            |

經考量各礦區之生物資料的取得以及未來問卷調查之操作，我們選定信大水泥公司位於太白山礦區及臺灣水泥公司位於勇士山礦區為本計畫現

場查核之研究地點。

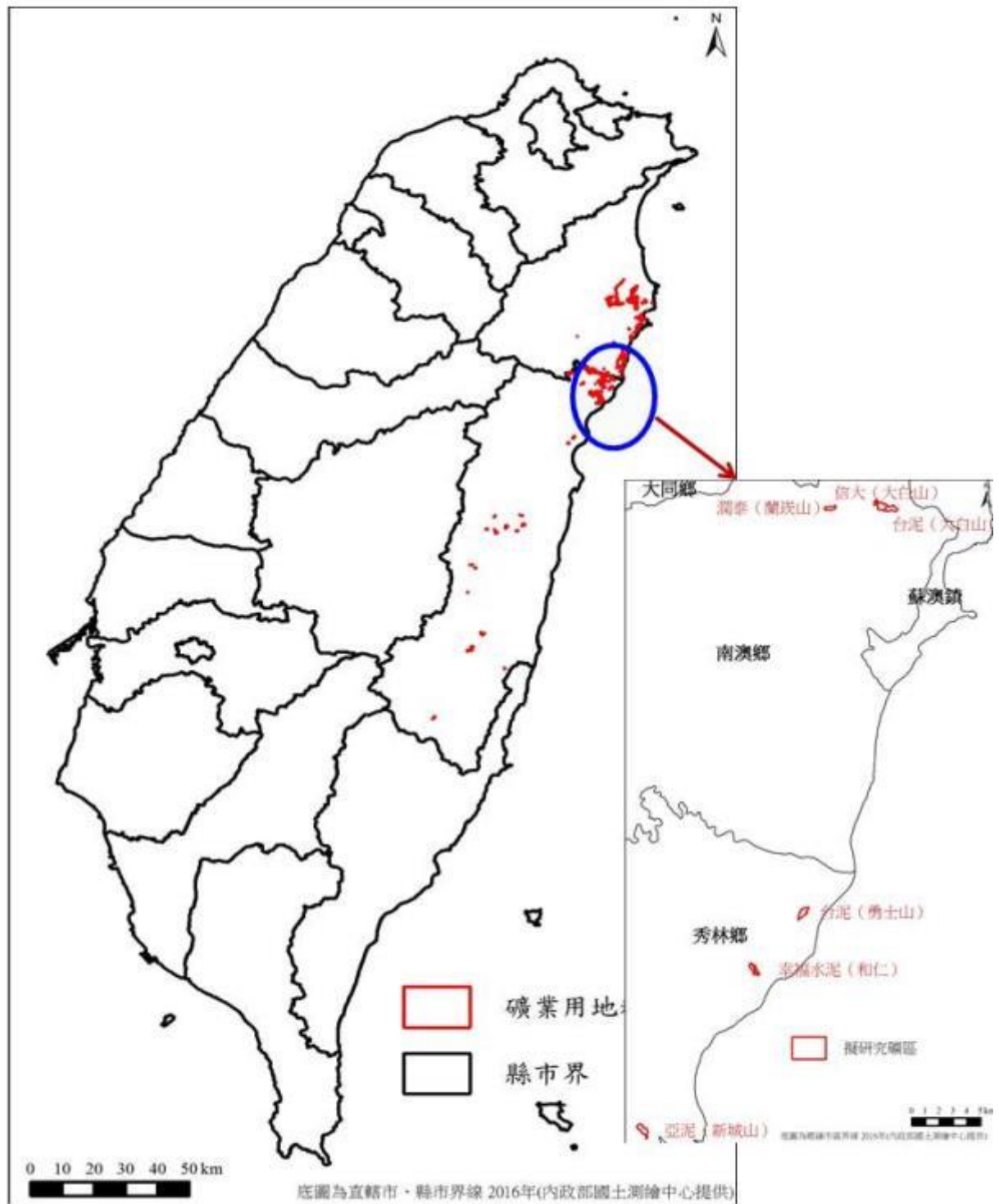


圖 8-1 林務局國有林租地礦業用地分布

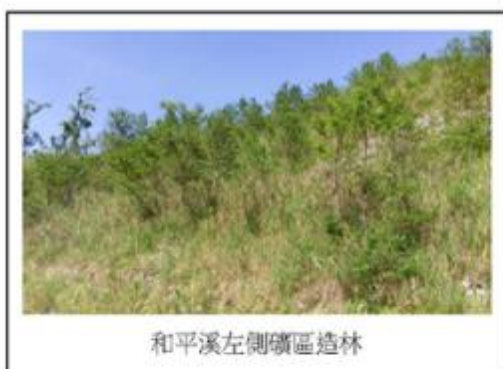


圖 8-2 勇士山及太白山礦區



亞泥花蓮廠



亞泥花蓮廠



台泥和平廠



台泥和平廠



秀林和仁礦區



幸福水泥東澳廠



秀林和仁礦區

圖 8-3 花蓮及宜蘭水泥廠區

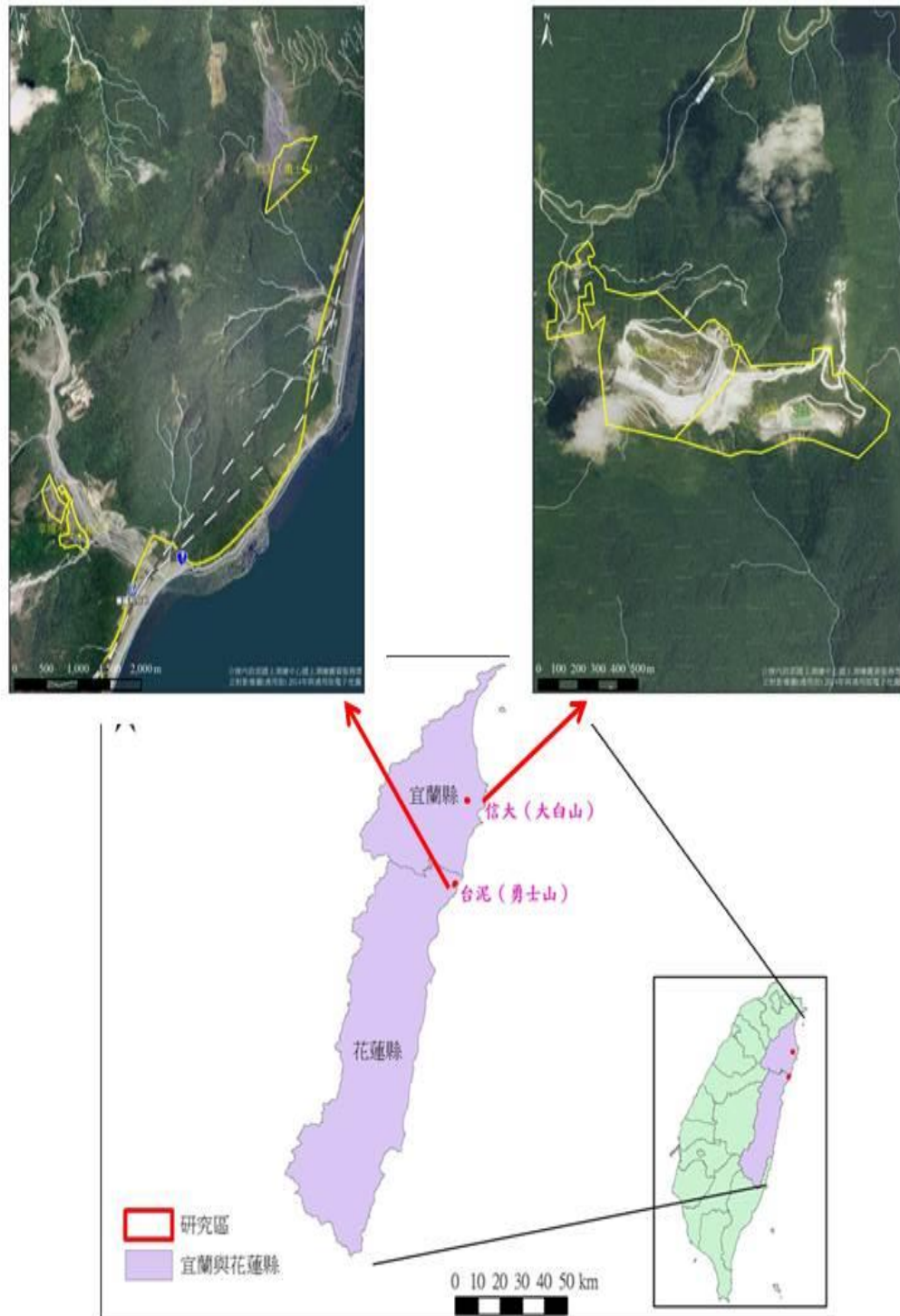


圖 8-4 信大水泥公司太白山礦區及臺灣水泥公司勇士山礦區地形圖

## 第二節 現場查核國有林礦區之生物資源

現有礦區開礦時程已久，因此其地景以及森林動植物資源均與原來之森林有所差異，因此以礦區周邊的生物資源作為採礦前後之比較。另考量動物移動之範圍以及植物分布之狀況，以礦區外擴 5 公里為生物資料收集與現場查估之範圍。就目前選取礦區與特有生物研究保中心自 2012 年至 2016 年蘇花改工程沿線調查樣區之點位資料套疊後(圖 8-5, 8-6)，再由樣區所調查到之物種選定易受開礦影響、代表性、民眾認知度以及保育性的物種作為森林態系生物多樣性服務功能之評價依據。保育類等級依行政院農業委會公告分為 I：表示瀕臨絕種野生動物；II：表示珍貴稀有野生動物；III：表示其他應予保育之野生動物。

### 一、各類野生動物之調查方法

#### (一) 哺乳類

紅外線自動照相機：為補充其他哺乳類動物資料，本計畫選擇適當的調查點架設紅外線自動照相機，拍攝感應範圍內經過的野生動物（主要為中大型哺乳動物）。

#### (二) 鳥類

調查採用圓圈法（定點法）為主，以穿越線法為輔。距離分成每 5m、25~100m 和 100m 以上為一分段。方位則分為 8 個方向。每個樣區每季白天調查 1 至 2 次。夜間則視情況為之，記錄所聽（或所見）的鳥種與數量等資料。

#### (三) 兩棲類

兩棲類採用沿線調查法，每個樣區各進行日間及夜間的兩棲類調查，主要包括鳴叫計數法及目視遇測法。於夜間進行兩棲類調查（包含成蛙及蝌蚪），另在日間則以目視、翻尋石塊、倒木發現物種，並檢視及紀錄因路死（road-kill）效應導致之動物死亡個體。

### 二、現場查核礦區之基本生態資源

#### (一) 哺乳類

將套疊後兩處礦區篩選哺乳動物之資料詳如表 8-2，考量上述條件在臺泥勇士礦區計有 18 種哺乳類；信大太白山礦區計有 12 種哺乳類。其中列為珍貴稀有保育類(II)穿山甲、食蟹獐、臺灣野山羊、麝香貓等 4 種；其他應予保育類(III)山羌、臺灣獼猴、白鼻心 3 種。所有哺乳類均為臺灣特有(亞)種。

## (二) 鳥類

鳥類部分篩選出大型猛禽與地表活動鳥類如環頸雉、藍腹鵲及深山竹雞等(表 8-3)，在此兩處礦區出現大型猛禽與地表活動鳥類均為保育類野生動物，其中林鵲及遊隼為瀕臨滅絕保育類(I)。深山竹雞、臺灣松雀鷹、蛇鵲、黃嘴角鴉、領角鴉、鳳頭蒼鷹、藍腹鵲、環頸雉等 8 種為臺灣特有種。

## (三) 兩棲類

兩棲類因對於環境較為敏感，因此就蛙類族群數量及棲息特性來看，面天樹蛙、艾氏樹蛙、黑眶蟾蜍及盤古蟾蜍為指標物種(表 8-4)，其中活動範圍較小，且依賴完整林相的蛙種(如艾氏樹蛙)受開發工程的影響較為明顯。在這兩個礦區中莫氏樹蛙及貢德氏赤蛙均屬於珍貴稀有保育類(II)，面天樹蛙、盤古蟾蜍、褐樹蛙及莫氏樹蛙為特有種。

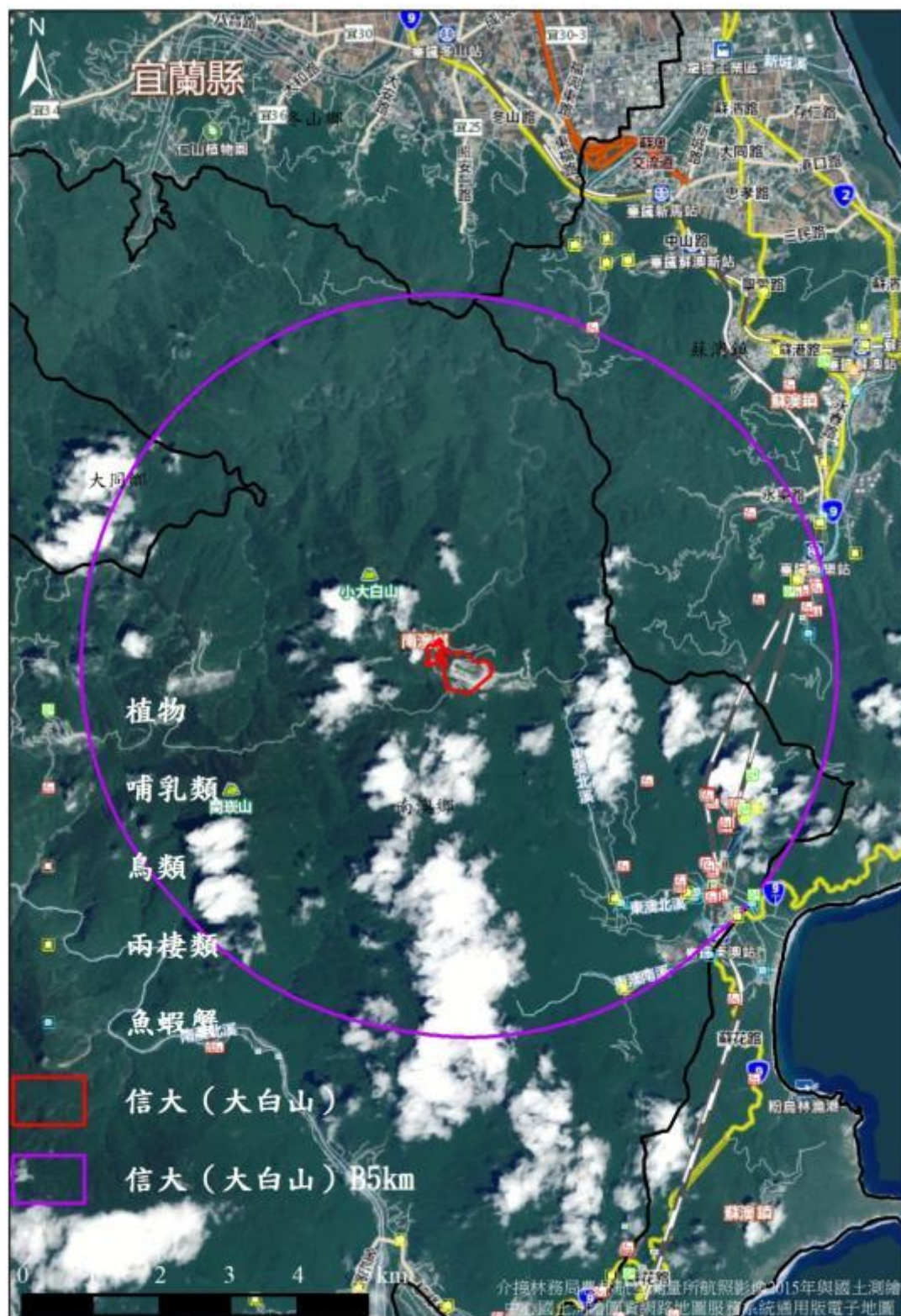


圖 8-5 信大太白山礦區物種調查樣點

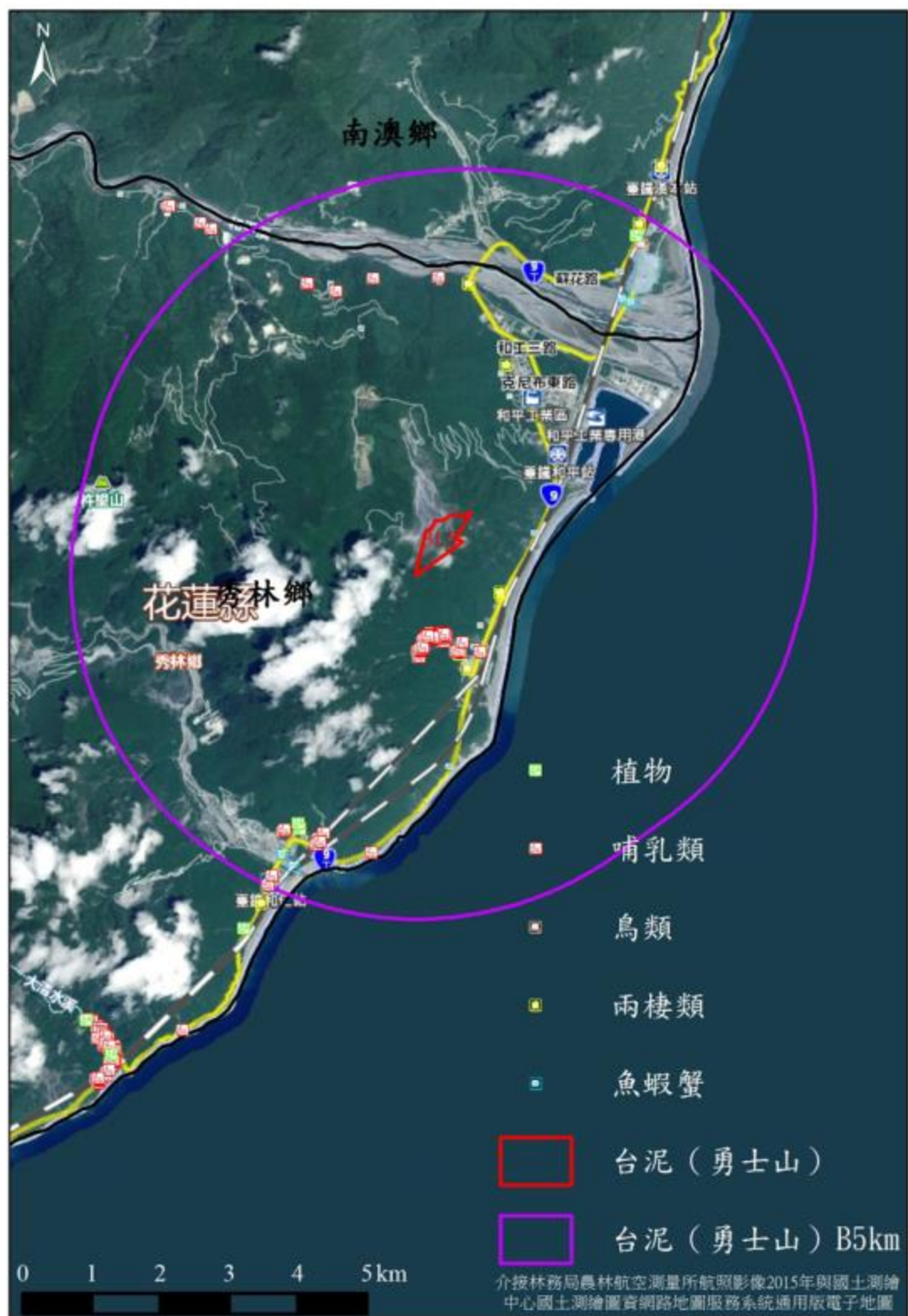


圖 8-6 臺泥公司勇士山礦區物種調查樣點

表 8-2 信大太白山礦區及臺泥公司勇士山礦區哺乳類名錄

| 物種    | 學名                                         | 特有性     | 保育等級 | 勇士山礦區 | 太白山礦區 |
|-------|--------------------------------------------|---------|------|-------|-------|
| 大赤鼯鼠  | <i>Petaurista philippensis grandis</i>     | 特有亞種-ES |      | ◎     |       |
| 小黃腹鼠  | <i>Rattus losea</i>                        | 特有種-E   |      | ◎     |       |
| 山羌    | <i>Muntiacus reevesi micrurus</i>          | 特有亞種-ES | III  | ◎     | ◎     |
| 白面鼯鼠  | <i>Petaurista alborufus lena</i>           | 特有亞種-ES |      | ◎     | ◎     |
| 白鼻心   | <i>Paguma larvata taivana</i>              | 特有亞種-ES | III  | ◎     | ◎     |
| 赤腹松鼠  | <i>Callosciurus erythraeus taiwanensis</i> | 特有亞種-ES |      | ◎     | ◎     |
| 刺鼠    | <i>Niviventer coninga</i>                  | 特有種-E   |      | ◎     | ◎     |
| 長尾麝鼯  | <i>Crocidura rapax kurodai</i>             | 特有種-E   |      | ◎     |       |
| 穿山甲   | <i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>     | 特有亞種-ES | II   | ◎     | ◎     |
| 食蟹獾   | <i>Herpestes urva formosanus</i>           | 特有亞種-ES | II   | ◎     | ◎     |
| 臭鼯    | <i>Suncus murinus</i>                      |         |      | ◎     |       |
| 鹿野氏鼯鼠 | <i>Mogera kanoana</i>                      | 特有種-E   |      | ◎     | ◎     |
| 臺灣彩蝠  | <i>Kerivoula sp.</i>                       |         |      | ◎     |       |
| 臺灣野山羊 | <i>Capricornis swinhoei</i>                | 特有種-E   | II   | ◎     |       |
| 臺灣野豬  | <i>Sus scrofa taivanus</i>                 | 特有亞種-ES |      | ◎     | ◎     |
| 臺灣葉鼻蝠 | <i>Hipposideros armiger terasensis</i>     | 特有種-E   |      | ◎     | ◎     |
| 臺灣葉鼻蝠 | <i>Hipposideros armiger terasensis</i>     | 特有種-E   |      |       |       |
| 臺灣獼猴  | <i>Macaca cyclopis</i>                     | 特有種-E   | III  | ◎     | ◎     |
| 鼬獾    | <i>Melogale moschata subaurantiaca</i>     | 特有亞種-ES |      | ◎     | ◎     |
| 麝香貓   | <i>Viverricula indica taivana</i>          | 特有亞種-ES | II   |       | ◎     |
|       |                                            |         | 合計   | 18 種  | 12 種  |

表 8-3 信大太白山礦區及臺泥公司勇士山礦區鳥類名錄

| 物種    | 學名                              | 特有性   | 保育等級 | 勇士山礦區 | 太白山礦區 |
|-------|---------------------------------|-------|------|-------|-------|
| 日本松雀鷹 | <i>Accipiter gularis</i>        |       | II   | ◎     |       |
| 北雀鷹   | <i>Accipiter nisus</i>          |       | II   | ◎     |       |
| 臺灣松雀鷹 | <i>Accipiter virgatus</i>       | 特有種-E | II   | ◎     | ◎     |
| 灰面鵟鷹  | <i>Butastur indicus</i>         |       | II   | ◎     | ◎     |
| 赤腹鷹   | <i>Accipiter soloensis</i>      |       | II   | ◎     | ◎     |
| 東方蜂鷹  | <i>Pernis ptilorhynchus</i>     |       | II   | ◎     | ◎     |
| 東方澤鵟  | <i>Circus spilonotus</i>        |       | II   | ◎     | ◎     |
| 林鵟    | <i>Ictinaetus malayensis</i>    |       | I    | ◎     | ◎     |
| 紅隼    | <i>Falco tinnunculus</i>        |       | II   | ◎     |       |
| 蛇鵟    | <i>Spilornis cheela</i>         | 特有種-E | II   | ◎     | ◎     |
| 魚鷹    | <i>Pandion haliaetus</i>        |       | II   | ◎     | ◎     |
| 黃嘴角鴉  | <i>Otus spilocephalus</i>       | 特有種-E | II   | ◎     | ◎     |
| 黑翅鳶   | <i>Elanus caeruleus</i>         |       | II   | ◎     |       |
| 遊隼    | <i>Falco peregrinus</i>         |       | I    | ◎     | ◎     |
| 領角鴉   | <i>Otus lettia</i>              | 特有種-E | II   | ◎     | ◎     |
| 鳳頭蒼鷹  | <i>Accipiter trivirgatus</i>    | 特有種-E | II   | ◎     | ◎     |
| 褐鷹鴉   | <i>Ninox japonica</i>           |       | II   | ◎     | ◎     |
| 鵟     | <i>Buteo buteo</i>              |       | II   | ◎     |       |
| 藍腹鵟   | <i>Lophura swinolii</i>         | 特有種-E | II   | ◎     | ◎     |
| 深山竹雞  | <i>Arborophila crudigularis</i> | 特有種-E | III  | ◎     | ◎     |
| 環頸雉   | <i>Phasianus colchicus</i>      | 特有種-E | II   | ◎     |       |
|       |                                 | 合計    |      | 21 種  | 15 種  |

表 8-4 信大太白山礦區及臺泥公司勇士山礦區兩棲類類名錄

| 物種     | 學名                                | 特有性   | 保育等級 | 臺泥勇士山礦區 | 信大太白山礦區 |
|--------|-----------------------------------|-------|------|---------|---------|
| 小雨蛙    | <i>Microhyla fissipes</i>         |       |      | ◎       | ◎       |
| 日本樹蛙   | <i>Buergeria japonica</i>         |       |      | ◎       | ◎       |
| 艾氏樹蛙   | <i>Kurixalus eiffingeri</i>       |       |      | ◎       | ◎       |
| 面天樹蛙   | <i>Kurixalus idiootocus</i>       | 特有種-E |      | ◎       | ◎       |
| 莫氏樹蛙   | <i>Rhacophorus moltrechti</i>     | 特有種-E | II   | ◎       | ◎       |
| 拉都希氏赤蛙 | <i>Hylarana latouchii</i>         |       |      | ◎       | ◎       |
| 貢德氏赤蛙  | <i>Hylarana guentheri</i>         |       | II   | ◎       | ◎       |
| 斯文豪氏赤蛙 | <i>Odorrana swinhoana</i>         |       |      | ◎       | ◎       |
| 腹斑蛙    | <i>Rana adenopleura</i>           |       |      | ◎       |         |
| 黑眶蟾蜍   | <i>Duttaphrynus melanostictus</i> |       |      | ◎       | ◎       |
| 盤古蟾蜍   | <i>Bufo bankorensis</i>           | 特有種-E |      | ◎       | ◎       |
| 澤蛙     | <i>Fejervarya limnocharis</i>     |       |      | ◎       | ◎       |
| 布氏樹蛙   | <i>Polypedates braueri</i>        |       |      | ◎       | ◎       |
| 褐樹蛙    | <i>Buergeria robusta</i>          | 特有種-E |      |         | ◎       |
|        |                                   | 合計    |      | 13 種    | 13 種    |

### 第三節 土壤碳庫及立木現場調查

#### 一、樣區選定

於花蓮秀林及宜蘭南澳，共進行選定七個樣區（樣區 PP02、08、10、11、14、15、19 等七個樣區，圖 8-7），樣區之設置主要考慮海拔、地形等環境變化與植物組成，舉凡植物社會可能有變化之地點儘量於環境及林相均勻之地點取樣。樣區大小為 10 m × 25 m，由 10 個 5 m × 5 m 之小區組成，調查時將植物區分為喬木層（overstory）及地被層（understory）。凡胸徑大於 1 cm 者，列入喬木層，記錄植物種類、胸徑；胸徑小於 1 cm 之樹種、草本及蕨類，記錄植物種類及覆蓋度。每一個樣區進行土壤採樣、胸高與樹高調查。

#### 二、現地調查

##### （一）胸徑樹高調查

胸徑以直徑尺調查樣區胸徑大於 1 cm 之喬木，並記錄其樹種。樹高調查以樹高雷射測距儀，由兩位人員執行樹高之調查。步驟如下：

1. 至選定樹種旁，確認標號及樹種。
2. 以雷射測距儀所發出之紅光點，點出選定樹種末梢枝條之最高葉片。
3. 確認葉片後，人員立於上坡處，雷射測距儀置於胸高處，紅光點點出最高葉片，讀取數據並記錄之。如此以完成一株樹高之調查，樣區內行每木調查。

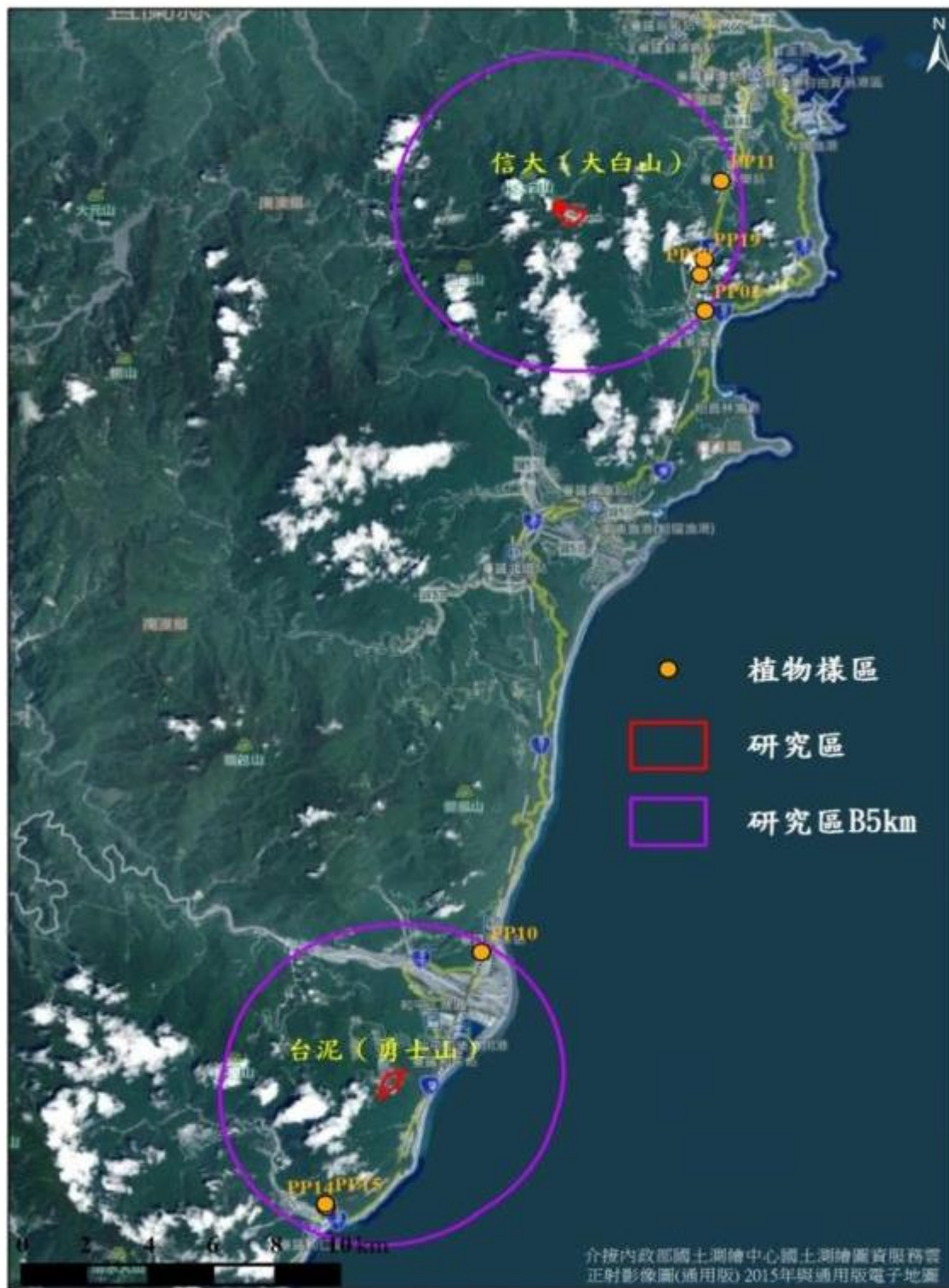


圖 8-7 太白山礦區及勇士山礦區調查及土壤採樣樣點



圖 8-8 現場樹高標定

## (二) 土壤採樣

每個樣區皆由十個小樣區所組成，土壤採樣不若樹高調查需每小區皆採樣。本次採樣已擬定每樣區採兩份土樣，原則上，樣區順坡設置則採上下坡各一，橫坡設置則採左右各一的方式取樣。

1. 採土範圍大小為 20cm X 20cm，以自備之 35cm 長尺圈圍（如圖 8-9 所示）。

2. 採集目標：枯枝落葉層、腐植層及表土層。

3. 方法：

(a) 於圈圍範圍內，收集範圍內之枯枝落葉，收納於八號封口袋內。

(b) 刮除表土層上之雜物，放置土壤採集筒。

(c) 以土壤採集鎚及輔助工具，敲擊土壤採集筒直至整筒沒入土壤內。

(d) 刮除土壤採集筒旁之土壤，直至土壤採集筒整筒顯現。刮除之土壤收集約 500g（約一採集鏟之量），收納於十號封口袋內，以為土壤碳及氮含量測定用。

(e) 以採集鏟由土壤採集筒底部鏟入，蓋上土壤採集筒之上蓋，以採集鏟將

土壤採集筒移出，翻面蓋上土壤採集筒之下蓋，上下蓋與筒身間以膠帶黏貼，以防脫蓋並標上樣區編號以資區別。

### (三) 土壤分析：

1. 採集之土壤先行秤重，並於冷凍乾燥後進行土壤有機碳、氮分析。另部分土壤依土壤分析方法進行容積密度、pH 值分析。
2. 容積密度(總體密度)：將小鋼管打入土壤中，將金屬管採樣器連土取出，切去兩端管口外面多餘的土，使土壤體積恰好等於金屬管體積，用以測定總體密度之方法。
3. 土壤碳、氮含量：土壤有機質的主要來源為植物殘體，當這些殘體進入土壤後，受微生物作用形成腐植質。本計畫採用元素分析儀進行土壤中碳及氮含量，土壤中的碳為碳匯價值推估之重要依據。
4. 土壤酸鹼度(pH 值)：土壤酸度決定氫離子的產生及對鹽基有作用的可置換陽離子的流失量。土壤 pH 值就是指土壤中溶解性氫離子濃度的負對數，利用玻璃電極 pH 計來測量。本實驗取土與水 1:1 混合，放置 1 小時，並間斷予以攪拌 2 次，再以 pH 計測其 pH 值。

## 三、調查結果

(一)胸徑、樹高：調查樣區之胸徑、樹高如表 8-5。由於調查樣區多為次生林，因此其胸高直徑較低。在樣區中最大林木直徑為 240 公分樹種為白匏仔，最高樹高 15.1 公尺之樟樹，顯示此兩區之林相以楠榕林型居多。本現場調查之結果未來將用於換算為林木生產之價值以及估計地上部生物量。

表 8-5 太白山礦區及勇士山礦區調查樣區之胸高直徑

| 樹高(m)    |      |       |      |       | 胸徑(cm) |       |      |        |
|----------|------|-------|------|-------|--------|-------|------|--------|
| 樣區代<br>號 | Mean | StDev | Min. | Max.  | Mean   | StDev | Min. | Max.   |
| PP02     | 5.67 | 2.21  | 1.70 | 10.20 | 13.00  | 7.69  | 1.00 | 37.50  |
| PP08     | 3.94 | 1.30  | 1.80 | 7.70  | 8.56   | 3.40  | 5.00 | 21.30  |
| PP10     | 5.90 | 1.64  | 2.20 | 9.50  | 9.85   | 4.44  | 3.10 | 38.10  |
| PP11     | 5.35 | 1.94  | 2.00 | 9.30  | 15.63  | 18.97 | 5.00 | 240.40 |
| PP14     | 6.86 | 3.14  | 1.30 | 12.70 | 13.80  | 8.72  | 5.00 | 48.10  |
| PP15     | 7.59 | 3.01  | 2.60 | 15.10 | 17.75  | 13.28 | 5.10 | 58.20  |
| PP19     | 5.03 | 2.41  | 1.20 | 10.90 | 11.44  | 10.06 | 5.00 | 55.50  |

## (二) 土壤基本性質

調查樣區之基本土壤性質詳如表 8-6。兩處樣區土壤 pH 值介於 5.22 至 7.85 間，屬於強酸性至弱鹼性，因當地多為石灰岩礦因此部分地區土壤含有微量的石灰物質(如碳酸鈣)使土壤偏鹼。表層土壤的碳濃度約為 1.81%至 8.72%，而枯枝落葉的碳濃度為 21-40%間，臺灣地區農田土壤中的有機碳含量一般平均在 1.94-2.78%之間，土壤樣體中碳貯存量大多在 3.5 kg/m<sup>2</sup>/30 cm(蔡承奇，1997) 以內，而森林變為農耕地後土壤碳總量平均減少了 30.3±2.4%(王巧萍，2006)。而天然闊葉林所保留的碳總量也遠高於農耕地或人工林。

表 8-6 太白山礦區及公司勇士山礦區土壤與枯枝落葉碳、氮濃度

| 樣區代<br>號 | 表土層     |      |      | 枯枝落葉  |      |
|----------|---------|------|------|-------|------|
|          | pH(1:1) | C%   | N%   | C%    | N%   |
| PP-2     | 6.56    | 1.81 | 0.01 | 25.78 | 0.63 |
| PP-2     | 5.97    | 1.82 | 0.01 | 22.88 | 0.55 |
| PP-8     | 5.76    | 3.40 | 0.19 | 21.33 | 0.58 |
| PP-8     | 5.58    | 3.62 | 0.17 | 27.75 | 0.80 |
| PP-10    | 7.93    | 5.27 | 0.41 | 40.61 | 0.67 |
| PP-10    | 7.77    | 8.72 | 0.67 | 29.61 | 1.22 |
| PP-11    | 5.70    | 3.13 | 0.13 | 41.60 | 0.96 |
| PP-11    | 5.22    | 3.39 | 0.18 | 36.34 | 1.44 |
| PP-14    | 7.67    | 4.29 | 0.26 | 25.21 | 0.62 |
| PP-14    | 7.85    | 5.22 | 0.06 | 38.43 | 0.50 |
| PP-15    | 7.85    | 6.71 | 0.19 | 35.29 | 0.75 |
| PP-15    | 6.18    | 4.99 | 0.00 | 32.49 | 0.65 |
| PP-19    | 6.81    | 5.55 | 0.24 | 35.89 | 1.08 |
| PP-19    | 5.37    | 1.97 | 0.04 | 33.20 | 0.98 |



PP02 樣區樣點 1 之枯枝落葉層



PP02 樣區樣點 1 之鏟土取筒照



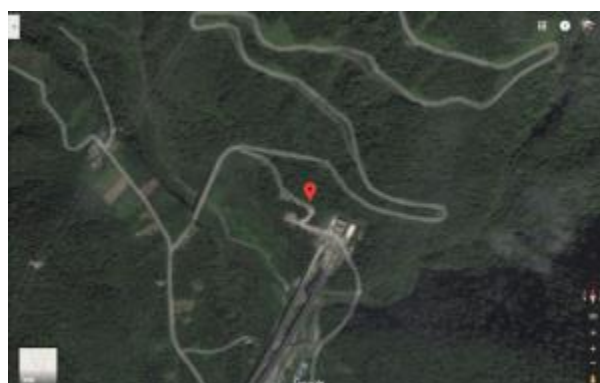
PP02 樣區樣點 2 之枯枝落葉層



PP02 樣區樣點 2 之鏟土取筒照



PP02 樣區樣點 1 之位置圖



PP02 樣區樣點 2 之位置圖

圖 8-9 信大太白山礦區樣點(PP02)土壤採樣



PP08 樣區樣點 1 之枯枝落葉層



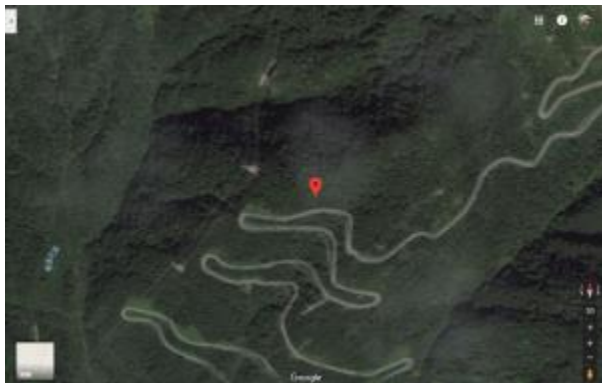
PP08 樣區樣點 1 之鏟土取筒照



PP08 樣區樣點 2 之枯枝落葉層



PP08 樣區樣點 2 之土壤採集筒照



PP08 樣區樣點 1 之位置圖



PP08 樣區樣點 2 之位置圖

圖 8-10 信大太白山礦區樣點(PP08)土壤採樣



PP10 樣區樣點 1 之枯枝落葉層



PP10 樣區樣點 1 之鏟土取筒照



PP10 樣區樣點 2 之枯枝落葉層



PP10 樣區樣點 2 之鏟土取筒照



PP10 樣區樣點 2 之位置圖



PP10 樣區樣點 1 之位置圖

圖 8-11 臺泥勇士礦區樣點(PP10)土壤採樣



PP14 樣區樣點 1 之枯枝落葉層



PP14 樣區樣點 1 之鏟土取筒照



PP14 樣區樣點 2 之枯枝落葉層



PP14 樣區樣點 2 之土壤採集筒照



PP14 樣區樣點 1 之位置圖



PP14 樣區樣點 2 之位置圖

圖 8-12 臺泥勇士礦區樣點(PP14)土壤採樣

#### 第四節 臺灣陸域生物資源調查相關研究資料

由於國有林礦區林主要位於東部地區的宜蘭縣與花蓮縣，目前優先收集臺灣東部之生物資料。臺灣面積雖小，但居東亞島弧中樞，自古即為物種南北及東西遷移的橋梁，且地形起伏大而複雜，形成多處不同生態棲地。臺灣東部，北起花蓮縣花蓮市，南至臺東縣臺東市，地形上隸屬海岸山脈，為菲律賓海板塊之呂宋火山島弧的延伸，即土地基質為菲律賓海板塊地殼基底部分，而花東縱谷以西則是中央山脈東翼地質區，這是已被抬升的歐亞大陸地殼基底部分。此區為新第三紀的火山弧（邱祈榮等，2009）。各類地形區域提供不同生態空間，以利各類族群聚落的發展。土地基質不同，影響生成土壤的成份不同，進而影響植物的生長與分布，再加上陸板塊與海板塊的接壤，自有交流、競爭、干擾與入侵等現象，更加深了多樣性的高度。在長時間的演化過程中，因地理環境的影響，發展出其自有的獨特物種。陳添財（2016）的調查報告中提到，以太魯閣地區為名的植物種類共有 63 個分類群是被接受的，其中有 56 個是臺灣特有的分類群，23 個是太魯閣國家公園特有，14 個是以太魯閣國家公園為主要分布地。而對於溫度上升敏感臺灣水青岡 (*Fagus hayatatae*)，亦分布於太白山區(郭嘉宜 2015)。此外，太魯閣國家公園管理處（2015）所製作之物種名錄，詳列了多種太魯閣國家公園特有的物種，如：谷園青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca* var. *kuyuensis*)、白花玉山石竹 (*Dianthus pygmaeus* f. *albiflorus*)、清水懸鉤子 (*Rubus pseudoacer* subsp. *flexuosus*)、南湖杜鵑 (*Rhododendron hyperythrum*)、臺灣高山杜鵑 (*Rhododendron rubropilosum* var. *taiwanalpinum*)、黑斑龍膽 (*Gentiana scabrida* var. *punctulata*)、臺灣羊茅 (*Festuca formosana*)，而軟體動物貝類中更高達有 39 種蝸牛為太魯閣國家公園特有。顯示東部地區之生態資源與西部有所差異。

在生態系統中，各環節之間都有緊密的關係，遇到系統或環境的波動時，有些物種或現象會立即產生明顯的反應，有些則經由其他生物系統緩衝，變化較緩。這些變化迅速的現象或物種，可以視為先驅指標，而變化較緩的現象或生物，則為長期的生態穩定度指標。物候變動是植物對環境變化所呈現的生理反應，屬於迅速的變動，適於作為中期的監測指標。物候變化會導致

物種的更新受限或領域擴張，族群和群落變化儘管較慢，卻是一個區域基礎資源變動的來源（陳毓昀，2016）。這些分布區域狹隘的物種，對環境是敏感的，稍有變化，即對其生存造成威脅，更有滅種之危機，是觀察環境變化的良好指標。也是在計算礦區生態服務價值良好指標。

目前國際多採用指標物種來反映棲地及生物多樣性的變化，而指標物種(indicator)通常具備下列特徵：(一)具有足夠的敏感性來反映環境變化；(二)具有較廣的地理分布範圍；(三)族群量較多且比較容易被調查和量度者；(四)能夠用來指示因人類干擾而產生的變化。其中，哺乳類及兩棲類最常被運用為反映棲地生物多樣性變化的良好指標。

就目前收集物種文獻相關資料計有 399 篇(附件 2)。東部生態資料主要來自太魯閣國家公園歷年的研究計畫以及特有生物研究保育中心在 2012 年至 2016 年執行「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫（蘇澳～東澳、南澳～和平、和中～大清水）施工中暨營運階段指標生物研究計畫(以下簡稱蘇花改計畫成果)」。在植物相除林型及林分材積外，保育等級之植物易列入生物多樣性價值之估算。動物相因種類眾多，考量資料之取得與準確性建議以哺乳類、鳥類作為生物多樣性之計算標的。目前就宜蘭及花蓮中低海植被組成與動物相等資料分析如下。

### 一、植被分析

根據 2012 年至 2016 年蘇花改計畫調查在宜蘭及花蓮中低海拔山區可比劃分為 11 種林型，分別為樟樹—樹杞林型、大葉雀榕—樹杞林型、青剛櫟—雀榕林型、鵝掌柴—樹杞林型、水同木—澀葉榕林型、水同木—茄苳林型、森氏紅淡比—山香圓林型、杜英—香楠林型、構樹—小葉桑林型、血桐—構樹林型、木麻黃—海欖果林型等 11 個林型。依據特有生物研究保育中心等(2017)之《臺灣維管束植物紅皮書》及相關研究文獻，針對易受害(vulnerable, VU)等級(含)以上之稀有植物，篩選易受害以上保育等級物種，茲列如下：

- 1.嚴重瀕絕(critically endangered, CR)：日本卷柏、臺灣黃蘗等 2 種。
- 2.瀕臨絕滅(endangered, EN)：七星山蹄蓋蕨、桃實百日青、清水馬蘭、苦檻藍、柯麗白蘭、雙花石斛、繖楊、漢防己等 8 種。
- 3.易受害(VU)：小葉羅漢松、鵝掌藤、瓜葉馬兜鈴、島田氏雞兒腸、臺灣

羅漢果、細葉蚊母樹、日本山茶、日本冷水麻、臺灣疏花臺、毛果珍珠茅、小雙花石斛、小軟葉蘭、早田氏爵床等 13 種。

## 二、中大型哺乳類

根據根據 2012 年至 2016 年蘇花改計畫在當地設置自動相機的資料顯示，當地野生哺乳類動物既有 5 目 10 科 11 種(表 8-7)，其中包括 7 種保育類：臺灣獼猴、麝香貓、食蟹獾、臺灣野山羊、白鼻心、山羌和穿山甲；臺灣特有種為臺灣野山羊、臺灣獼猴及刺鼠等 3 種；臺灣特有亞種為山羌、白鼻心、麝香貓、鼬獾及穿山甲等 5 種。考量當地之物種特性建議以 7 種保育類為指標生物。

## 三、兩棲類分析

根據 2012 年至 2016 年蘇花改計畫調查總計發現 6 科 18 種兩棲類(表 8-8)，占臺灣 33 種蛙類中之 55%，其中斯文豪氏赤蛙、盤古蟾蜍、褐樹蛙、面天樹蛙及莫氏樹蛙等 5 種為臺灣特有種，顯示東部中低海拔物種多樣性不低。就蛙類族群數量及棲息特性來看，面天樹蛙、艾氏樹蛙、黑眶蟾蜍及盤古蟾蜍為指標物種，其中活動範圍較小，且依賴完整林相的蛙種（如艾氏樹蛙）受開發工程的影響較為明顯，

表 8-7 蘇花改工程沿線調查哺乳類名錄(鄭錫奇等，2017)

| 目<br>Order          | 科<br>Family             | 中文名<br>Chinese name | 學名<br>Scientific name                      | 特有性 <sup>1</sup> | 保育 <sup>2</sup><br>等級 |
|---------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------------|------------------|-----------------------|
| 鼯形目<br>Scorimopha   | 鼯鼠科<br>Talpidae         | 鹿野氏鼯鼠               | <i>Mogera kanoana</i>                      | ◎                |                       |
|                     | 尖鼠科<br>Soricidae        | 臺灣長尾麝鼯              | <i>Chodsigoa kurodai</i>                   | ◎                |                       |
| 鼯鼯類 <sup>3</sup>    |                         |                     |                                            |                  |                       |
| 齧齒目<br>Rodentia     | 鼠科                      | 刺鼠                  | <i>Niviventer coninga</i>                  | ◎                |                       |
|                     | Muridae                 | 小黃腹鼠                | <i>Rattus losea</i>                        | ◎                |                       |
|                     | 松鼠科                     | 赤腹松鼠                | <i>Callosciurus erythraeus taiwanensis</i> | ○                |                       |
|                     | Sciuridae               | 大赤鼯鼠                | <i>Petaurista philippensis grandis</i>     | ○                |                       |
| 翼手目<br>Chiroptera   | 蝙蝠科<br>Vespertilionidae | 蝙蝠類 <sup>3</sup>    |                                            |                  |                       |
| 穿山甲目<br>Pholidota   | 穿山甲科<br>Manidae         | 穿山甲                 | <i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>     | ○                | II                    |
| 靈長目<br>Primate      | 猴科<br>Cercopithecidae   | 臺灣獼猴                | <i>Macaca cyclopis</i>                     | ◎                | III                   |
| 食肉目<br>Carnivora    | 靈貓科                     | 白鼻心                 | <i>Paguma larvata taivana</i>              | ○                | III                   |
|                     | Viverridae              | 麝香貓                 | <i>Viverricula indica taivana</i>          | ○                | II                    |
|                     | 貂科                      | 鼬獾                  | <i>Melogale moschata subaurantiaca</i>     | ○                |                       |
|                     | Mustelidae              |                     |                                            |                  |                       |
|                     | 獾科<br>Herpestidae       | 食蟹獾                 | <i>Herpestes urva formosanus</i>           | ○                | II                    |
| 偶蹄目<br>Artiodactyla | 豬科<br>Suidae            | 臺灣野豬                | <i>Sus scrofa taivanus</i>                 | ○                |                       |
|                     | 鹿科                      | 山羌                  | <i>Muntiacus reevesi micrurus</i>          | ○                | III                   |
|                     | Cervidae                |                     |                                            |                  |                       |
|                     | 牛科<br>Bovidae           | 臺灣野山羊               | <i>Capricornis swinhoei</i>                | ◎                | II                    |
| <b>7 目</b>          | <b>13 科</b>             | <b>至少 17 種</b>      |                                            |                  |                       |

註 1：◎特有種、○特有亞種。

註 2：II 珍貴稀有保育類、III 其他應予保育之野生動物（保育類野生動物名錄保育等級，依據 2009 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告）。

註 3：自動相機影像資料及跡象調查資料未能鑑定種類之鼯鼯類 1 種和蝙蝠類至少 1 科 1 種。

表 8-8 蘇花改工程沿線各施工路段之兩棲類調查名錄(鄭錫奇等， 2017)

| 科名   | 物種     | 學名                                | 特有性 |
|------|--------|-----------------------------------|-----|
| 蟾蜍科  | 盤古蟾蜍   | <i>Bufo bankorensis</i>           | ◎   |
|      | 黑眶蟾蜍   | <i>Duttaphrynus melanostictus</i> |     |
| 叉舌蛙科 | 澤蛙     | <i>Fejervarya limnocharis</i>     |     |
| 樹蟾科  | 中國樹蟾   | <i>Hyla chinensis</i>             |     |
| 狹口蛙科 | 小雨蛙    | <i>Microhyla fissipes</i>         |     |
| 赤蛙科  | 腹斑蛙    | <i>Babina adenopleura</i>         |     |
|      | 貢德氏赤蛙  | <i>Hylarana guentheri</i>         |     |
|      | 拉都希氏赤蛙 | <i>Hylarana latouchii</i>         |     |
|      | 福建大頭蛙  | <i>Limnonectes fujianensis</i>    |     |
|      | 斯文豪氏赤蛙 | <i>Odorrana swinhoana</i>         | ◎   |
|      | 長腳赤蛙※  | <i>Rana longicrus</i>             |     |
| 樹蛙科  | 日本樹蛙   | <i>Buergeria japonica</i>         |     |
|      | 褐樹蛙    | <i>Buergeria robusta</i>          | ◎   |
|      | 艾氏樹蛙   | <i>Kurixalus eiffingeri</i>       |     |
|      | 面天樹蛙   | <i>Kurixalus idiootocus</i>       | ◎   |
|      | 布氏樹蛙   | <i>Polypedates braueri</i>        |     |
|      | 莫氏樹蛙   | <i>Rhacophorus moltrechti</i>     | ◎   |

註：合計 6 科 17 種；◎臺灣特有種。福建大頭蛙昔稱古氏赤蛙；布氏樹蛙昔稱白領樹蛙；”※”表示調查期間僅發現蝌蚪個體。

#### 四、臺灣陸域生態系相關文獻

##### (一) 臺灣陸域生態系相關文獻蒐集

文獻之蒐集原則，一則以計畫區域內相關之研究為主，以便瞭解計畫區域內已有之相關環境資訊，能從容制定相關的對應方法；二則以全臺區域之研究報告為蒐集對象，動植物不會因人為之界定而不越界，且已有許多因各種原因引入的外來種，因逸出而在臺灣野地形成入侵或歸化種，甚或是境外之迷鳥（如丹頂鶴事件）、迷蝶等，雖是短暫停留，卻也是重要的環境資源與資訊，此等對環境資訊未雨綢繆的瞭解，亦是勢在必行。

蒐集之文獻多達三百篇以上，為避免佔據太大篇幅，表列之文獻資料內容已予以簡化，與附錄文獻內容不同。作者欄之內容僅列第一作者，協同著作人員以等字示之，已附文獻資料出處，讀者可自行查閱（國外人士著作譯文不在此限）。

文獻排序以調查物種為之。初始以大範圍之界定為主，單純以動物為研究主題者列為動物範圍類群；以動植物間之交互關係（如生物資源調查、食草、蜜源等）為研究主題者列為動植物範圍類群；單純以植物為研究主題者列為植物範圍類群，但植物範圍類群之研究，不若動物多有單一物種，植物之影響力皆為一植物社會整體之交互作用而影響之。有明顯將植物之形相或植相作區分並命名者，特於植物範圍類群後附小括弧附註植群。文章標題或內容可細分者，如：某一類群、單一物種、較非通俗性之物種，則以小括弧附於大範圍界定名稱之後，皆以通俗名稱表示，不以學術專業名稱稱之，以方便民眾查閱。

(二) 動物相關文獻列表（僅蒐集 2000 年以後之發表文獻）

| 年份   | 作者       | 篇名                   | 出處                        | 調查物種/<br>環境    |
|------|----------|----------------------|---------------------------|----------------|
| 2016 | 林大利      | 淺談農業-地景異質度與野生動物保育    | 自然保育季<br>刊 96<br>pp:04-15 | 動物             |
| 2012 | 林宗政      | 湖山散記 蚯蚓、虎甲蟲、碳化漂木     | 自然保育季<br>刊 78<br>pp:34-41 | 動物             |
| 2011 | 葉大詮<br>等 | 狹口蛙卵的天敵—水生渦蟲及福壽螺     | 自然保育季<br>刊 73<br>pp:34-37 | 動物             |
| 2010 | 陳志豪      | 斗杓下                  | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:27-32 | 動物             |
| 2016 | 陳景林      | 桃園市竹圍地區海岸現況暨貝類初探     | 自然保育季<br>刊 95<br>pp:24-37 | 動物(貝類)         |
| 2015 | 蘇焉等      | 臺灣碑礫貝物種多樣性—兼論現生種有幾種? | 自然保育季<br>刊 89<br>pp:28-33 | 動物(貝類-<br>碑礫貝) |
| 2004 | 林德恩      | 小蘭嶼兩棲爬蟲類發現記          | 自然保育季<br>刊 45<br>pp:29-34 | 動物(兩爬<br>類)    |

| 年份   | 作者       | 篇名                                        | 出處                    | 調查物種/<br>環境 |
|------|----------|-------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| 2009 | 翁慶豐      | 太魯閣國家公園珍稀及指標物種研究與復育計畫第一期兩棲爬蟲類基因條碼建立及多樣性分析 | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(兩爬類)     |
| 2016 | 莊明德<br>等 | 鯢溪無鯢？—談鯢溪之復育策略                            | 自然保育季刊 95<br>pp:76-85 | 動物(兩爬類-中華鯢) |
| 2011 | 翁慶豐<br>等 | 太魯閣國家公園珍稀物種遺傳物質分析第三期                      | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(兩棲類)     |
| 2010 | 柯風溪      | 太魯閣國家公園重要水域生態系有機毒物生物放大作用評估                | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(兩棲類)     |
| 2004 | 楊懿如<br>等 | 太魯閣國家公園兩棲類調查及監測計畫                         | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(兩棲類)     |
| 2009 | 林春富<br>等 | 馬祖地區的兩棲類生物相及其棲地特色                         | 自然保育季刊 66<br>pp:26-31 | 動物(兩棲類)     |
| 2016 | 李心予      | 太魯閣國家公園保育類物種 監測調查                         | 太魯閣國家                 | 動物(兩棲       |

| 年份   | 作者       | 篇名                     | 出處                    | 調查物種/<br>環境     |
|------|----------|------------------------|-----------------------|-----------------|
|      | 等        | 計畫                     | 公園研究調查報告              | 類-山椒魚)          |
| 2005 | 楊懿如<br>等 | 太魯閣國家公園兩棲類及水棲昆蟲調查及監測計畫 | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(兩棲類及水棲昆蟲)    |
| 2014 | 陳建宏<br>等 | 史丹吉氏小雨蛙爆發型生殖行為發現紀實     | 自然保育季刊 87<br>pp:58-63 | 動物(兩棲類-史丹吉氏小雨蛙) |
| 2000 | 溫華霞<br>等 | 太魯閣國家公園莫氏樹蛙生殖及生態學研究    | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(兩棲類-莫氏樹蛙)    |
| 2002 | 林春富      | 化腐朽為神奇-橙腹樹蛙            | 自然保育季刊 39<br>pp:73-75 | 動物(兩棲類-橙腹樹蛙)    |
| 2004 | 等        | 橙腹樹蛙的生存適應              | 自然保育季刊 45<br>pp:57-62 | 動物(兩棲類-橙腹樹蛙)    |
| 2016 | 蘇錦平      | 三尾灰蝶幼蟲食性及與舉尾蟻共生關係      | 自然保育季                 | 動物(昆蟲)          |

| 年份   | 作者       | 篇名                         | 出處                        | 調查物種/<br>環境   |
|------|----------|----------------------------|---------------------------|---------------|
|      | 等        | 之觀察紀錄                      | 刊 94<br>pp:38-55          |               |
| 2015 | 羅美玲      | 臺灣螳螂與蛛蜂的生存鬥智               | 自然保育季<br>刊 90<br>pp:76-84 | 動物(昆蟲)        |
| 2014 | 羅美玲      | 小八星虎甲蟲遇上單刺蟻蜂               | 自然保育季<br>刊 86<br>pp:54-61 | 動物(昆蟲)        |
| 2013 | 張光宇<br>等 | 竹北蓮花寺濕地長葉茅膏菜棲地昆蟲資<br>源初步調查 | 自然保育季<br>刊 81<br>pp:49-58 | 動物(昆蟲)        |
| 2010 | 吳俊德      | 毛毛蟲下蛋了！？                   | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:24-26 | 動物(昆蟲)        |
| 2007 | 徐堉峰<br>等 | 太魯閣國家公園昆蟲群聚與功能之研究<br>(二)   | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(昆蟲)        |
| 2006 | 徐堉峰<br>等 | 太魯閣國家公園昆蟲群聚與功能之研究<br>(一)   |                           | 動物(昆蟲)        |
| 2014 | 朱汶偵      | 別打牠！！不會叮人的大蚊               | 自然保育季<br>刊 85             | 動物(昆蟲-<br>大蚊) |

| 年份   | 作者       | 篇名                      | 出處                        | 調查物種/<br>環境            |
|------|----------|-------------------------|---------------------------|------------------------|
|      |          |                         | pp:52-57                  |                        |
| 2012 | 林宗政      | 臺灣產大錯紋虎甲蟲幕後故事           | 自然保育季<br>刊 77<br>pp:58-62 | 動物(昆蟲-<br>大錯紋虎<br>甲蟲)  |
| 2016 | 林清山<br>等 | 森林中的小精靈—淺談小蠹蟲           | 自然保育季<br>刊 96<br>pp:52-59 | 動物(昆蟲-<br>小蠹蟲)         |
| 2008 | 宋一鑫      | 認識台灣的切葉蜂及其生態            | 自然保育季<br>刊 64<br>pp:55-57 | 動物(昆蟲-<br>切葉蜂)         |
| 2000 | 黃國靖      | 太魯閣國家公園水棲昆蟲相及相關生態<br>研究 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(昆蟲-<br>水棲昆蟲)        |
| 2003 | 田志仁<br>等 | 台北外雙溪常見之水棲昆蟲與其生態        | 自然保育季<br>刊 44<br>pp:48-54 | 動物(昆蟲-<br>水棲昆蟲)        |
| 2015 | 李璟泓      | 田鱉、米與谷津田                | 自然保育季<br>刊 90<br>pp:68-75 | 動物(昆蟲-<br>水棲昆蟲-<br>田鱉) |
| 2010 | 施禮正      | 蛾兒水中游—臺灣的水螟             | 自然保育季                     | 動物(昆蟲-)                |

| 年份   | 作者       | 篇名                        | 出處                        | 調查物種/<br>環境           |
|------|----------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
|      | 等        |                           | 刊 70<br>pp:36-42          | 水螟)                   |
| 2017 | 羅美玲      | 卡氏地蛛若蛛空飄擴散行為之觀察           | 自然保育季<br>刊 97<br>pp:40-45 | 動物(昆蟲-<br>卡氏地蛛)       |
| 2013 | 曹又仁      | 不做陷阱的蟻獅—巨彎爪蟻蛉的形態及<br>行為初探 | 自然保育季<br>刊 83<br>pp:19-25 | 動物(昆蟲-<br>巨彎爪蟻<br>蛉)  |
| 2003 | 賴建忠      | 叢爾小島覓蜻蛉 一 龜山島之豆娘群相        | 自然保育季<br>刊 44<br>pp:43-47 | 動物(昆蟲-<br>豆娘類)        |
| 2013 | 林宗政      | 金門地區虎甲蟲資源分布及調查紀要          | 自然保育季<br>刊 83<br>pp:26-38 | 動物(昆蟲-<br>虎甲蟲)        |
| 2010 | 趙榮台<br>等 | 太魯閣國家公園之胡蜂分布現況            | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(昆蟲-<br>胡蜂虎頭<br>蜂)  |
| 2014 | 黃仕傑      | 臺灣透翅螳屬螳螂的發現與記述            | 自然保育季<br>刊 85<br>pp:58-63 | 動物(昆蟲-<br>喜灣透翅<br>螳屬) |

| 年份   | 作者       | 篇名                        | 出處                        | 調查物種/<br>環境           |
|------|----------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 2004 | 張秀始      | 自然的偽裝大師—棉桿竹節蟲             | 自然保育季<br>刊 47<br>pp:51-54 | 動物(昆蟲-<br>棉桿竹節<br>蟲)  |
| 2015 | 蕭昀       | 常見卻鮮少人知的菊虎科昆蟲             | 自然保育季<br>刊 92<br>pp:30-35 | 動物(昆蟲-<br>菊虎科)        |
| 2012 | 劉曾城      | 揭開蜜蜂採膠秘密                  | 自然保育季<br>刊 78<br>pp:29-33 | 動物(昆蟲-<br>蜜蜂)         |
| 2013 | 曹美華<br>等 | 臺灣蜻蜓的新紀錄種—褐面弓蜓            | 自然保育季<br>刊 81<br>pp:37-41 | 動物(昆蟲-<br>褐面弓蜓)       |
| 2012 | 曹又仁<br>等 | 螳螂?不，螳蛉是也。螳蛉簡介及飼育經驗談      | 自然保育季<br>刊 80<br>pp:22-28 | 動物(昆蟲-<br>螳蛉)         |
| 2011 | 陳元龍      | 我是無辜的—簡單辨識臺灣陸域外形相似的毒蛇及無毒蛇 | 自然保育季<br>刊 75<br>pp:28-31 | 動物(爬蟲<br>類)           |
| 2002 | 葉國政      | 灰腹綠錦蛇在台灣                  | 自然保育季<br>刊 40<br>pp:61-63 | 動物(爬蟲<br>類-灰腹綠<br>錦蛇) |

| 年份   | 作者       | 篇名                                                   | 出處                        | 調查物種/<br>環境          |
|------|----------|------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 2009 | 葉大詮<br>等 | 柴棺龜的食性探討                                             | 自然保育季<br>刊 65<br>pp:55-58 | 動物(爬蟲<br>類-柴棺龜)      |
| 2010 | 林佩羿      | 黑眉錦蛇孵化紀錄                                             | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:33-38 | 動物(爬蟲<br>類-黑眉錦<br>蛇) |
| 2008 | 朱何宗      | 太魯閣國家公園食肉目動物疾病風險調查                                   | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(食肉<br>目)          |
| 2010 | 吳海音<br>等 | 代表性生態系經營管理之合歡山高海拔生態系長期生態研究網計畫(二)－生態系物種間交互作用調查及保育措施評估 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(哺乳<br>類)          |
| 2016 | 顏士清      | 太魯閣國家公園蓮花池耕地復育生態監測與智慧監控規劃                            | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(哺乳<br>類)          |
| 2008 | 陳怡君<br>等 | 陶塞溪流域中大型哺乳動物族群監測模式研究含梅園、竹村農地復育後野生動物族群評估              | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(哺乳<br>類)          |

| 年份   | 作者       | 篇名                       | 出處                    | 調查物種/<br>環境 |
|------|----------|--------------------------|-----------------------|-------------|
| 2003 |          | 太魯閣國家公園內中大型野生哺乳類族群監測計畫   | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(哺乳類)     |
| 2002 | 劉建男<br>等 | 雲霧森林裡的精靈—玉里野生動物保護區哺乳動物簡介 | 自然保育季刊 39<br>pp:57-63 | 動物(哺乳類)     |
| 2003 | 張仕緯      | 烏石坑的哺乳動物調查側記             | 自然保育季刊 41<br>pp:36-41 | 動物(哺乳類)     |
| 2015 | 鄭錫奇<br>等 | 湖山水庫與翡翠水庫的哺乳動物資源調查與評析    | 自然保育季刊 90<br>pp:34-43 | 動物(哺乳類)     |
| 2013 | 鄭錫奇<br>等 | 合歡山地區的野生哺乳類動物            | 自然保育季刊 82<br>pp:21-30 | 動物(哺乳類)     |
| 2012 | 鄭錫奇<br>等 | 阿里山區哺乳類野生動物現況與評析         | 自然保育季刊 79<br>pp:04-15 | 動物(哺乳類)     |
| 2010 | 蔡豐懋      | 雲林湖山地區野生哺乳動物大搜查          | 自然保育季刊 69<br>pp:41-46 | 動物(哺乳類)     |

| 年份   | 作者       | 篇名                        | 出處                    | 調查物種/<br>環境 |
|------|----------|---------------------------|-----------------------|-------------|
| 2003 | 劉建男<br>等 | 夾縫中求生存—低海拔中大型哺乳動物的現況與保育   | 自然保育季刊 43<br>pp:61-66 | 動物(哺乳類)     |
| 2015 | 王穎等      | 臺灣水鹿跨域整合研究（四）             | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(哺乳類-水鹿)  |
| 2014 | 王穎等      | 臺灣水鹿跨域整合研究（三）             | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(哺乳類-水鹿)  |
| 2013 | 葉川逢<br>等 | 台灣水鹿對樹皮之啃食偏好與樹皮單寧含量相關性之探討 | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(哺乳類-水鹿)  |
| 2013 | 王穎等      | 臺灣水鹿跨域整合研究（二）             | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(哺乳類-水鹿)  |
| 2012 | 王穎等      | 臺灣水鹿跨域整合研究（一）             | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(哺乳類-水鹿)  |
| 2009 | 張育誠      | 台灣田鼠的飼育經驗及其成長發育           | 自然保育季                 | 動物(哺乳       |

| 年份   | 作者                              | 篇名                          | 出處                        | 調查物種/<br>環境          |
|------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
|      | 等                               |                             | 刊 66<br>pp:57-62          | 類-台灣田<br>鼠)          |
| 2010 | Dave<br>Garshelis<br>著、黃美<br>秀譯 | 為亞洲黑熊保存「一席之地」               | 自然保育季<br>刊 69<br>pp:04-06 | 動物(哺乳<br>類-台灣黑<br>熊) |
| 2016 | 黃美秀                             | 打開熊神話的一把鑰匙：臺灣黑熊之捕<br>捉及追蹤研究 | 自然保育季<br>刊 96<br>pp:16-27 | 動物(哺乳<br>類-台灣黑<br>熊) |
| 2015 | 郭彥仁                             | 與熊同行—走在熊走過的路上               | 自然保育季<br>刊 89<br>pp:50-57 | 動物(哺乳<br>類-台灣黑<br>熊) |
| 2008 | 黃美秀<br>等                        | 台灣黑熊的保育現況                   | 自然保育季<br>刊 64<br>pp:12-17 | 動物(哺乳<br>類-台灣黑<br>熊) |
| 2008 | 楊吉宗                             | 談台灣黑熊神奇的繁殖機能                | 自然保育季<br>刊 64<br>pp:18-28 | 動物(哺乳<br>類-台灣黑<br>熊) |
| 2010 | 黃美秀                             | 從臺灣為亞洲黑熊發聲                  | 自然保育季                     | 動物(哺乳                |

| 年份   | 作者       | 篇名                        | 出處                        | 調查物種/<br>環境            |
|------|----------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
|      |          |                           | 刊 69<br>pp:07-11          | 類-亞洲黑<br>熊)            |
| 2010 | 黃美秀      | 熊熊知多少：最新的重要發現             | 自然保育季<br>刊 69<br>pp:12-16 | 動物(哺乳<br>類-亞洲黑<br>熊)   |
| 2000 | 林良恭      | 高山小黃鼠狼之分佈及族群特性研究          | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(哺乳<br>類-高山小<br>黃鼠狼) |
| 2012 | 張仕緯<br>等 | 黃喉貂集體排放糞尿行為紀錄之概述          | 自然保育季<br>刊 79<br>pp:47-50 | 動物(哺乳<br>類-黃喉貂)        |
| 2011 | 鄭錫奇<br>等 | 臺灣野兔飼育事件的省思               | 自然保育季<br>刊 75<br>pp:14-21 | 動物(哺乳<br>類-臺灣野<br>兔)   |
| 2012 | 張育誠<br>等 | 地下通勤族 淺談臺灣腿鼠生態習性及<br>飼養方法 | 自然保育季<br>刊 80<br>pp:43-51 | 動物(哺乳<br>類-臺灣腿<br>鼠)   |
| 2009 | 朱賢斌<br>等 | 由蘭嶼豬談種原多樣性的維護             | 自然保育季<br>刊 66             | 動物(哺乳<br>類-蘭嶼豬)        |

| 年份   | 作者       | 篇名                                | 出處                        | 調查物種/<br>環境  |
|------|----------|-----------------------------------|---------------------------|--------------|
|      |          |                                   | pp:03-09                  |              |
| 2014 | 周雅嵐<br>等 | 利用外源顆粒強化結構的海綿                     | 自然保育季<br>刊 85<br>pp:20-27 | 動物(海綿)       |
| 2014 | 林昱君<br>等 | 海綿神奇的伸縮能力                         | 自然保育季<br>刊 87<br>pp:70-75 | 動物(海綿)       |
| 2006 | 柯美如      | 太魯閣國家公園焦點物種選擇之研究-<br>以脊椎動物為例      | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(脊椎<br>動物) |
| 2011 | 楊智安<br>等 | 臺灣地區洞穴內的陸生脊椎動物初探                  | 自然保育季<br>刊 73<br>pp:38-43 | 動物(脊椎<br>動物) |
| 2005 | 林曜松<br>等 | 太魯閣國家公園中低海拔地區動物資源<br>動態調查研究及資料庫建立 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(動物<br>資源) |
| 2006 | 林曜松<br>等 | 太魯閣國家公園清水山區動物資源之調<br>查            | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(動物<br>資源) |
| 2004 | 張永州      | 太魯閣國家公園三棧溪流域動物族群估                 | 太魯閣國家                     | 動物(動物        |

| 年份   | 作者       | 篇名                                 | 出處            | 調查物種/<br>環境 |
|------|----------|------------------------------------|---------------|-------------|
|      | 等        | 測及監測模式之建立                          | 公園研究調查報告      | 資源)         |
| 2004 | 吳海音<br>等 | 太魯閣國家公園高山地區動物資源及動態調查研究             | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 動物(動物資源)    |
| 2002 | 吳海音<br>等 | 太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—目標物種的認定與其生物特徵的需求 | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 動物(動物資源)    |
| 2002 | 吳海音<br>等 | 太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—有勝溪上游動物相的調查      | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 動物(動物資源)    |
| 2002 | 張惠珠      | 蘇花公路沿線動物資源調查暨動物解說文稿                | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 動物(動物資源)    |
| 2000 | 裴家騏      | 野生動物普查計畫                           | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 動物(動物資源)    |
| 2000 | 李玲玲      | 棲蘭山檜木林區動物資源調查研究                    | 太魯閣國家         | 動物(動物       |

| 年份   | 作者       | 篇名                   | 出處                    | 調查物種/<br>環境  |
|------|----------|----------------------|-----------------------|--------------|
|      | 等        |                      | 公園研究調查報告              | 資源)          |
| 2002 | 廖德裕<br>等 | 台灣的淡水蝦類間介            | 自然保育季刊 40<br>pp:47-51 | 動物(淡水蝦)      |
| 2008 | 曾晴賢<br>等 | 砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫 | 太魯閣國家公園研究調查報告         | 動物(魚蝦蟹類)     |
| 2011 | 林桂賢      | 食痕處處現魚蹤              | 自然保育季刊 75<br>pp:06-13 | 動物(魚類)       |
| 2003 | 廖德裕<br>等 | 台灣產平鰭鰍科魚類            | 自然保育季刊 44<br>pp:65-71 | 動物(魚類-平鰭鰍科)  |
| 2002 | 林文隆      | 台灣本土魚類間介——條紋二鬚魮      | 自然保育季刊 40<br>pp:52-57 | 動物(魚類-條紋二鬚魮) |
| 2004 | 王子元<br>等 | 迷人的蓋斑鬥魚與放流復育的省思      | 自然保育季刊 45<br>pp:47-52 | 動物(魚類-蓋斑鬥魚)  |

| 年份   | 作者       | 篇名                                | 出處                        | 調查物種/<br>環境   |
|------|----------|-----------------------------------|---------------------------|---------------|
| 2008 | 李弘善<br>等 | 鯊魚劍傳奇—鋸鰩                          | 自然保育季<br>刊 64<br>pp:63-70 | 動物(魚類-<br>鋸鰩) |
| 2011 | 林桂賢      | 臺灣的鮑科魚類簡易辨別方式                     | 自然保育季<br>刊 74<br>pp:25-30 | 動物(魚類-<br>鮑科) |
| 2016 | 許育誠      | 太魯閣國家公園鳥類族群健康風險監測<br>計畫           | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(鳥類)        |
| 2015 | 許育誠      | 全球氣候變遷生物監測—太魯閣國家公<br>園鳥類長期監測計畫（四） | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(鳥類)        |
| 2013 | 許育誠      | 全球氣候變遷生物監測—太魯閣國家公<br>園鳥類長期監測計畫（二） | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(鳥類)        |
| 2012 | 許育誠      | 全球氣候變遷生物監測—太魯閣國家公<br>園鳥類長期監測計畫（1） | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(鳥類)        |
| 2014 | 許育誠      | 全球氣候變遷生物監測—太魯閣國家公                 | 太魯閣國家                     | 動物(鳥類)        |

| 年份   | 作者       | 篇名                                                                                | 出處                     | 調查物種/<br>環境 |
|------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
|      |          | 園鳥類長期監測計畫（三）                                                                      | 公園研究調查報告               |             |
| 2011 | 王維辰<br>等 | 太魯閣國家公園蓮花池鳥類相的季節性變化                                                               | 太魯閣國家公園研究調查報告          | 動物(鳥類)      |
| 2000 | 王穎等      | 太魯閣國家公園關原地區三種共域鳥種之巢箱位置選擇及其生殖表現                                                    | 太魯閣國家公園研究調查報告          | 動物(鳥類)      |
| 2011 | 吳建龍      | 臺灣的特有種鳥類有幾種？                                                                      | 自然保育季刊 74<br>pp:41-47  | 動物(鳥類)      |
| 2009 | 陳志豪      | The Silent Walker—聊聊鳩鴿                                                            | 自然保育季刊 66<br>pp:10-16  | 動物(鳥類)      |
| 2008 | 林瑞興      | 湖本隨筆—中杜鵑托卵於山紅頭鳥巢之觀察                                                               | 自然保育季刊 64<br>pp:58-62  | 動物(鳥類)      |
| 2008 | 黃光瀛<br>等 | 鳳頭蒼鷹( <i>Accipiter trivergatus</i> )於鑲嵌森林地景中之食性及與共域台灣松雀鷹( <i>A. vergatus</i> )之區隔 | 林業研究季刊<br>30(2) :45-56 | 動物(鳥類)      |

| 年份   | 作者       | 篇名                                         | 出處                        | 調查物種/<br>環境     |
|------|----------|--------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| 2014 | 林大利      | 臺灣的小虎鶇一種陌生的留鳥                              | 自然保育季<br>刊 86<br>pp:62-71 | 動物(鳥類-<br>小虎鶇)  |
| 2011 | 吳建龍<br>等 | 土豆鳥傳奇—認識小辮鵲                                | 自然保育季<br>刊 76<br>pp:20-24 | 動物(鳥類-<br>小辮鵲)  |
| 2015 | 蘇美如      | 謎般的存在—白頭鶇現形記                               | 自然保育季<br>刊 92<br>pp:56-65 | 動物(鳥類-<br>白頭鶇)  |
| 2013 | 林大利      | 臺灣特有亞種灰林鴉的分類歸屬                             | 自然保育季<br>刊 81<br>pp:63-69 | 動物(鳥類-<br>灰林鴉)  |
| 2010 | 吳建龍      | 林鵰於湖本地區的首次發現報告                             | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:66-67 | 動物(鳥類-<br>林鵰)   |
| 2012 | 洪孝宇<br>等 | 颱風來了!七家灣溪河鳥避難記                             | 自然保育季<br>刊 77<br>pp:63-68 | 動物(鳥類-<br>河鳥)   |
| 2006 | 蕭明堂      | 關原地區青背山雀 (Parus monticolus)<br>親鳥育雛食物分配之探討 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(鳥類-<br>青背山雀) |

| 年份   | 作者       | 篇名                      | 出處                    | 調查物種/<br>環境 |
|------|----------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| 2009 | 吳建龍      | 一筆普通朱雀在中海拔山區的冬季發現紀錄     | 自然保育季刊 66<br>pp:24-25 | 動物(鳥類-普通朱雀) |
| 2010 | 施禮正<br>等 | 黃嘴角鴉落難記                 | 自然保育季刊 69<br>pp:53-55 | 動物(鳥類-黃嘴角鴉) |
| 2013 | 林大利、黃筱婷  | 誰是正港臺灣鳥？淺談臺灣特有環頸雉與外來亞種  | 自然保育季刊 82<br>pp:62-69 | 動物(鳥類-環頸雉)  |
| 2016 | 許嘉軒<br>等 | 短掌陸寄居蟹的天堂-東吉嶼           | 自然保育季刊 96<br>pp:28-35 | 動物(短掌陸寄居蟹)  |
| 2012 | 吳士緯<br>等 | 寒溫出沒 臺灣產晚秋至早春蛾類         | 自然保育季刊 77<br>pp:48-53 | 動物(蛾類)      |
| 2012 | 吳士緯<br>等 | 微尺風華 臺灣尺蛾科概述            | 自然保育季刊 78<br>pp:20-28 | 動物(蛾類-尺蛾科)  |
| 2013 | 施禮正<br>等 | 臺灣產木舟蛾的分類地位釐清與幼蟲期特徵的多樣性 | 自然保育季刊 81<br>pp:42-48 | 動物(蛾類-木舟蛾)  |

| 年份   | 作者       | 篇名                                 | 出處                        | 調查物種/<br>環境           |
|------|----------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 2011 | 張維君<br>等 | 豔中帶刺—臺灣刺蛾科概述                       | 自然保育季<br>刊 76<br>pp:37-43 | 動物(蛾類-<br>刺蛾科)        |
| 2011 | 施禮正<br>等 | 尋找臺灣的「伊莎貝拉」—臺灣產長尾<br>水青蛾屬幼蟲飼育與生長觀察 | 自然保育季<br>刊 73<br>pp:51-55 | 動物(蛾類-<br>長尾水青<br>蛾屬) |
| 2011 | 施禮正<br>等 | 窗外的邂逅—茄苳斑蛾的一生                      | 自然保育季<br>刊 74<br>pp:20-24 | 動物(蛾類-<br>茄苳斑蛾)       |
| 2012 | 施禮正<br>等 | 野牛比爾的小寵物 鬼臉天蛾                      | 自然保育季<br>刊 77<br>pp:54-57 | 動物(蛾類-<br>鬼臉天蛾)       |
| 2011 | 李圓恩      | 張氏尾尺蛾生活史初窺                         | 自然保育季<br>刊 76<br>pp:44-48 | 動物(蛾類-<br>張氏尾尺<br>蛾)  |
| 2015 | 施禮正      | 榆鳳蛾尋蹤後記—相約在來年                      | 自然保育季<br>刊 89<br>pp:64-68 | 動物(蛾類-<br>榆鳳蛾)        |
| 2014 | 施禮正<br>等 | 臺灣產榆鳳蛾尋蹤記                          | 自然保育季<br>刊 86<br>pp:46-53 | 動物(蛾類-<br>榆鳳蛾)        |

| 年份   | 作者       | 篇名                   | 出處                        | 調查物種/<br>環境          |
|------|----------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 2012 | 張維君<br>等 | 榆鳳蛾在馬祖南竿島族群的觀察紀錄     | 自然保育季<br>刊 80<br>pp:57-61 | 動物(蛾類-<br>榆鳳蛾)       |
| 2010 | 施禮正<br>等 | 太魯閣國家公園之日行性螢斑蛾選介     | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:15-23 | 動物(蛾類-<br>螢斑蛾)       |
| 2012 | 施禮正      | 冬日限定—僅於冬天出現的蠶蛾總科成員介紹 | 自然保育季<br>刊 79<br>pp:25-38 | 動物(蛾類-<br>蠶蛾總科)      |
| 2016 | 羅美玲      | 臺灣蜘蛛特殊獵捕方式之漫談        | 自然保育季<br>刊 96<br>pp:68-79 | 動物(蜘蛛<br>類)          |
| 2011 | 許坤金<br>等 | 揭開一種鬼面蛛屬蜘蛛的神秘面紗      | 自然保育季<br>刊 74<br>pp:04-12 | 動物(蜘蛛<br>類-鬼面蛛<br>屬) |
| 2017 | 吳盟慧<br>等 | 蜘蛛或瓢蟲—對馬瓢蛛的絕妙擬態      | 自然保育季<br>刊 97<br>pp:46-53 | 動物(蜘蛛<br>類-對馬瓢<br>蛛) |
| 2014 | 陳仁杰      | 橫帶高腹蛛的漫長婚禮           | 自然保育季<br>刊 85<br>pp:72-77 | 動物(蜘蛛<br>類-橫帶高       |

| 年份   | 作者       | 篇名                            | 出處                        | 調查物種/<br>環境           |
|------|----------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|      |          |                               |                           | 腹蛛)                   |
| 2014 | 陳仁杰      | 嚴肅圓顎蛛產卵目擊記                    | 自然保育季<br>刊 87<br>pp:76-81 | 動物(蜘蛛<br>類-嚴肅圓<br>顎蛛) |
| 2010 | 周政翰<br>等 | 高雄縣內門鄉蝙蝠群聚調查紀實—兼記<br>莫拉克風災之影響 | 自然保育季<br>刊 69<br>pp:47-52 | 動物(蝙蝠)                |
| 2016 | 謝伯娟<br>等 | 太魯閣國家公園蝙蝠族群動態智慧監控<br>規劃       | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(蝙蝠)                |
| 2002 | 鄭錫奇      | 面惡心善的夜行者—台灣葉鼻蝠                | 自然保育季<br>刊 40<br>pp:39-46 | 動物(蝙蝠)                |
| 2016 | 周政翰<br>等 | 危機噬蝠                          | 自然保育季<br>刊 95<br>pp:38-53 | 動物(蝙蝠)                |
| 2016 | 周政翰<br>等 | 以超音波進行臺灣蝙蝠生物多樣性之監<br>測        | 自然保育季<br>刊 93<br>pp:18-29 | 動物(蝙蝠)                |
| 2015 | 周政翰      | 臺灣地區鼠耳蝠分類地位回顧與中文正             | 自然保育季                     | 動物(蝙蝠)                |

| 年份   | 作者       | 篇名                              | 出處                        | 調查物種/<br>環境     |
|------|----------|---------------------------------|---------------------------|-----------------|
|      | 等        | 名                               | 刊 92<br>pp:04-15          |                 |
| 2015 | 鄭錫奇<br>等 | 龜山島尋狐蝠記                         | 自然保育季<br>刊 92<br>pp:16-29 | 動物(蝙蝠)          |
| 2014 | 方引平<br>等 | 探尋未知的動物瑰寶 1990 年後臺灣地區新的蝙蝠物種發現紀實 | 自然保育季<br>刊 87<br>pp:04-17 | 動物(蝙蝠)          |
| 2012 | 劉建男<br>等 | 從臺灣葉鼻蝠冬眠的研究談蝙蝠保育                | 自然保育季<br>刊 80<br>pp:37-42 | 動物(蝙蝠)          |
| 2011 | 周政翰<br>等 | 歷經天災人禍後的美濃地區渠道內蝙蝠群集調查           | 自然保育季<br>刊 74<br>pp:41-46 | 動物(蝙蝠)          |
| 2010 | 周政翰<br>等 | 臺灣地區多樣化的蝙蝠棲所                    | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:08-14 | 動物(蝙蝠)          |
| 2008 | 鄭錫奇<br>等 | 談台灣蝙蝠多樣性與調查方法                   | 自然保育季<br>刊 64<br>pp:48-54 | 動物(蝙蝠)          |
| 2010 | 張育誠<br>等 | 臺灣彩蝠棲息於芭蕉新生捲曲葉的發現紀實             | 自然保育季<br>刊 72             | 動物(蝙蝠-<br>臺灣彩蝠) |

| 年份   | 作者       | 篇名                           | 出處                        | 調查物種/<br>環境           |
|------|----------|------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|      |          |                              | pp:03-07                  |                       |
| 2013 | 劉淑芬      | 兩種蝴蝶及其新發現之寄主植物               | 自然保育季<br>刊 83<br>pp:43-49 | 動物(蝴蝶)                |
| 2013 | 邱美蘭<br>等 | 原鄉蝶夢 南豐社區蝴蝶生態旅遊初探            | 自然保育季<br>刊 80<br>pp:12-21 | 動物(蝴蝶)                |
| 2012 | 王仁敏      | 小紅點粉蝶生活史觀察及新寄主植物的發現          | 自然保育季<br>刊 80<br>pp:52-56 | 動物(蝴蝶-<br>小紅點粉<br>蝶)  |
| 2015 | 王仁敏      | 北黃蝶幼生期的觀察記述與其名字之由來           | 自然保育季<br>刊 89<br>pp:58-63 | 動物(蝴蝶-<br>北黃蝶)        |
| 2012 | 徐志豪      | 玉山黃斑弄蝶幼蟲齡期記述                 | 自然保育季<br>刊 79<br>pp:51-54 | 動物(蝴蝶-<br>玉山黃斑<br>弄蝶) |
| 2003 | 張連浩<br>等 | 白三線蝶                         | 自然保育季<br>刊 41<br>pp:49-51 | 動物(蝴蝶-<br>白三線蝶)       |
| 2010 | 呂至堅<br>等 | 尖粉蝶逐什麼？由尖粉蝶在彰化大發生探討蝶類族群分布的改變 | 自然保育季<br>刊 70             | 動物(蝴蝶<br>--尖粉蝶)       |

| 年份   | 作者       | 篇名                              | 出處                        | 調查物種/<br>環境           |
|------|----------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|      |          |                                 | pp:43-47                  |                       |
| 2016 | 陳姿吟<br>等 | 隱藏高手—金三線蝶幼蟲                     | 自然保育季<br>刊 94<br>pp:64-69 | 動物(蝴蝶-<br>金三線蝶)       |
| 2002 | 張連告<br>等 | 落葉下的秘密-枯葉蝶                      | 自然保育季<br>刊 39<br>pp:70-72 | 動物(蝴蝶-<br>枯葉蝶)        |
| 2012 | 王仁敏      | 阿里山榆的食客 紅蛺蝶生活史的意<br>外觀察         | 自然保育季<br>刊 78<br>pp:55-58 | 動物(蝴蝶-<br>紅蛺蝶)        |
| 2016 | 蘇錦平<br>等 | 臺灣最神秘的蝴蝶泰雅鉞灰蝶生物學介<br>紹          | 自然保育季<br>刊 93<br>pp:44-53 | 動物(蝴蝶-<br>泰雅鉞灰<br>蝶)  |
| 2013 | 王仁敏      | 臺灣黑蔭蝶生活史的觀察                     | 自然保育季<br>刊 83<br>pp:39-42 | 動物(蝴蝶-<br>臺灣黑蔭<br>蝶)  |
| 2011 | 蘇錦平      | 臺灣消失 20 年的蝴蝶—臺灣燕小灰蝶<br>(南方燕藍灰蝶) | 自然保育季<br>刊 76<br>pp:25-33 | 動物(蝴蝶-<br>臺灣燕小<br>灰蝶) |
| 2013 | 方華德      | 保育類黃胸黑翅螢之屬級更名與生物學               | 自然保育季                     | 動物(螢類-                |

| 年份   | 作者       | 篇名                                    | 出處                        | 調查物種/<br>環境     |
|------|----------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------|
|      | 等        | 概述                                    | 刊 81<br>pp:59-62          | 黑翅螢)            |
| 2010 | 鄭恕涵<br>等 | 一類特立獨行的螢火蟲—雌光螢                        | 自然保育季<br>刊 70<br>pp:32-35 | 動物(螢類-<br>雌光螢)  |
| 2014 | 鄭明倫<br>等 | 臺灣常見熠螢之學名更動                           | 自然保育季<br>刊 85<br>pp:64-71 | 動物(螢類-<br>熠螢)   |
| 2011 | 林育秀      | 不信讒言，只聽蟬語                             | 自然保育季<br>刊 74<br>pp:13-19 | 動物(蟬類)          |
| 2004 | 陳建宏      | 台灣特有蟬種—北埔蟬                            | 自然保育季<br>刊 47<br>pp:69-73 | 動物(蟬類-<br>北埔蟬)  |
| 2016 | 張原謀<br>等 | Taiwanosemia hoppoensis 的中文名宜稱為「臺灣暗蟬」 | 自然保育季<br>刊 95<br>pp:76-86 | 動物(蟬類-<br>台灣暗蟬) |
| 2003 | 林瑞典      | 台灣爺蟬                                  | 自然保育季<br>刊 43<br>pp:67-70 | 動物(蟬類-<br>台灣爺蟬) |
| 2017 | 范力中      | 紅脈熊蟬羽化記                               | 自然保育季<br>刊 97             | 動物(蟬類-<br>紅脈熊蟬) |

| 年份   | 作者       | 篇名                                   | 出處                        | 調查物種/<br>環境          |
|------|----------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------|
|      |          |                                      | pp:70-75                  |                      |
| 2010 | 陳建宏<br>等 | 翠峰姬春蟬在太魯閣國家公園的新紀錄<br>及其生態記述          | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:55-59 | 動物(蟬類-<br>翠峰姬春<br>蟬) |
| 2003 | 吳靖穎      | 河川金屬污染的過濾器—顫蚓                        | 自然保育季<br>刊 41<br>pp:52-55 | 動物(顫蚓)               |
| 2013 | 李苡柔<br>等 | 臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園<br>及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動物(齧齒<br>類)          |

(三) 動植物相關文獻列表 (僅蒐集 2000 年以後之發表文獻)

| 年份   | 作者                              | 篇名                                                 | 出處                        | 調查物種/<br>環境 |
|------|---------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| 2015 | 太魯閣<br>國家公<br>園管理<br>處保育<br>研究課 | 太魯閣國家公園特有種動物及植物名錄                                  | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動植物         |
| 2015 | 陳添財                             | 太魯閣公路沿線青剛櫟族群分布與取用<br>櫟實哺乳類動物自動監測                   | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動植物         |
| 2010 | 張世杰<br>等                        | 代表性生態系經營管理之霧林帶指標物<br>種棲地問題計畫(二)－雲霧帶化學組<br>成及時空分布調查 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動植物         |
| 2009 | 楊懿如<br>等                        | 代表性生態系經營管理－礦業用地回收<br>後生態復育計畫第一期                    | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 動植物         |
| 2002 | 張連告<br>等                        | 消失中的空中花園及其房客                                       | 自然保育季<br>刊 39<br>pp:65-68 | 動植物         |
| 2012 | 施禮正                             | 穗花棋盤腳上的夏日饗宴                                        | 自然保育季                     | 動植物         |

|      |     |                        |                           |     |
|------|-----|------------------------|---------------------------|-----|
|      |     |                        | 刊 78<br>pp:59-63          |     |
| 2011 | 劉淑芬 | 以賽芻豆替代飼育白雅波灰蝶幼蟲之新發現    | 自然保育季<br>刊 76<br>pp:34-36 | 動植物 |
| 2011 | 劉淑芬 | 三種蝴蝶幼蟲寄主植物之新發現         | 自然保育季<br>刊 75<br>pp:32-37 | 動植物 |
| 2011 | 劉淑芬 | 迷你藍灰蝶以翠蘆荊為寄主植物之新發現     | 自然保育季<br>刊 73<br>pp:56-58 | 動植物 |
| 2010 | 劉靜榆 | 走訪臺灣西海岸(II)—中彰雲段沿海生態介紹 | 自然保育季<br>刊 71<br>pp:65-77 | 動植物 |
| 2010 | 張錦洲 | 探討以檳榔枯木飼育扁鍬形蟲的可能性      | 自然保育季<br>刊 70<br>pp:28-31 | 動植物 |
| 2010 | 劉靜榆 | 走訪臺灣西海岸(I)—北桃竹苗段沿海生態介紹 | 自然保育季<br>刊 70<br>pp:67-78 | 動植物 |
| 2004 | 謝宗欣 | 台東龍眼和雅美族的關係            | 自然保育季<br>刊 48<br>pp:21-34 | 動植物 |
| 2004 | 陳元龍 | 荒月綠洲—台南縣龍崎鄉埤仔溝溪集水      | 自然保育季                     | 動植物 |

|      |          |                           |                               |     |
|------|----------|---------------------------|-------------------------------|-----|
|      | 等        | 區之生物資源簡介                  | 刊 47<br>pp:25-30              |     |
| 2004 | 葉弘德      | 台灣紋白蝶與紋白蝶的新發現寄主植物<br>一臭齊  | 自然保育季<br>刊 47<br>pp:47-50     | 動植物 |
| 2013 | 陳培均<br>等 | 川上氏月桃（薑科）開花物候與授粉生<br>態學研究 | 林業研究季<br>刊 35(3) :<br>153-166 | 動植物 |
| 2005 | 林青等      | 玉山國家公園生物多樣性之分析            | 林業研究季<br>刊 27 (1) :<br>83-92  | 動植物 |

(四) 植物相關文獻列表（僅蒐集 2000 年以後之發表文獻）

| 年份   | 作者   | 篇名                              | 出處            | 調查物種/<br>環境 |
|------|------|---------------------------------|---------------|-------------|
| 2016 | 陳添財  | 太魯閣國家公園特有植物和植群保育監測計畫            | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物          |
| 2013 | 夏禹九  | 合歡山台灣冷杉林永久樣區地被植物組成與長期動態變化之研究（三） | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物          |
| 2012 | 楊國禎等 | 合歡山台灣冷杉林永久樣區地被植物組成與長期動態變化之研究（二） | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物          |
| 2011 | 楊國禎等 | 合歡山台灣冷杉林永久樣區地被植物組成與長期動態變化之研究    | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物          |
| 2015 | 陳毓昀  | 太魯閣國家公園長期生態物候監測計畫（四）            | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物          |
| 2014 | 陳毓昀  | 太魯閣國家公園長期生態物候監測計畫（三）            | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物          |

|      |          |                                                       |                       |    |
|------|----------|-------------------------------------------------------|-----------------------|----|
|      |          |                                                       | 查報告                   |    |
| 2013 | 陳毓昀      | 太魯閣國家公園長期生態物候監測計畫<br>(二)                              | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告 | 植物 |
| 2012 | 夏禹九      | 太魯閣國家公園長期生態物候監測計畫<br>(一)                              | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告 | 植物 |
| 2009 | 董景生<br>等 | 氣候變遷對南湖圈谷可能造成的生態衝<br>擊詮釋資料建置與遠距監測方法之評估                | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告 | 植物 |
| 2010 | 張惠珠<br>等 | 代表性生態系經營管理之蘇花海岸生態<br>系長期生態研究網計畫(二)一 稀有及<br>瀕危植物保育措施評估 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告 | 植物 |
| 2010 | 王相華<br>等 | 中海拔廢耕地生態復就作業方式綜合探<br>討一 以蓮花池農墾地為例                     | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告 | 植物 |
| 2010 | 王培欣<br>等 | 探討不同海拔梯度之植物外部型態適應<br>及體內的同位素變化趨勢之關係                   | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告 | 植物 |
| 2009 | 張惠珠      | 太魯閣國家公園大同大禮地區 民俗植                                     | 太魯閣國家                 | 植物 |

|      |      |                        |               |    |
|------|------|------------------------|---------------|----|
|      | 等    | 物與文化生活關連性之調查研究         | 公園研究調查報告      |    |
| 2006 | 廖茂州  | 太魯閣國家公園海濱植被之研究         | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物 |
| 2006 | 楊遠波  | 太魯閣國家公園陶塞溪流域植物資源基礎調查   | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物 |
| 2008 | 張惠珠  | 禁採補償之礦區資源復育監測計畫        | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物 |
| 2006 | 徐國士等 | 太魯閣國家公園中低海拔生態環境變遷之研究   | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物 |
| 2005 | 徐國士  | 太魯閣國家公園高山地區生態變遷與環境監測計畫 | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物 |
| 2004 | 張惠珠等 | 太魯閣國家公園低海拔地區植物永久樣區監測計畫 | 太魯閣國家公園研究調查報告 | 植物 |

|      |          |                                                  |                           |    |
|------|----------|--------------------------------------------------|---------------------------|----|
| 2004 | 楊遠波<br>等 | 太魯閣國家公園高山地區植物資源及基礎調查研究                           | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 植物 |
| 2002 | 夏禹九<br>等 | 太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究<br>—有勝溪上游土地利用、人為活動與植<br>被現況的調查 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 植物 |
| 2002 | 李瑞宗      | 蘇花公路沿線植物資源調查暨植物解說<br>文稿                          | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 植物 |
| 2000 | 王震哲<br>等 | 棲蘭山檜木林區植物資源調查研究                                  | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告     | 植物 |
| 2002 | 賴國祥      | 合歡山區之稀有植物與保育                                     | 自然保育季<br>刊 39<br>pp:20-33 | 植物 |
| 2002 | 黃朝慶      | 植物異型葉的發生與適應                                      | 自然保育季<br>刊 39<br>pp:34-40 | 植物 |
| 2017 | 范素瑋      | 盛夏馬祖紀行-漫談馬祖的植群                                   | 自然保育季<br>刊 97<br>pp:20-31 | 植物 |
| 2016 | 鍾明哲      | 蘭嶼軍艦岩的植物選介                                       | 自然保育季                     | 植物 |

|      |          |                                 |                           |    |
|------|----------|---------------------------------|---------------------------|----|
|      |          |                                 | 刊 93<br>pp:30-43          |    |
| 2015 | 李祈德<br>等 | 臺灣地理氣候區中西區稀有植物介紹                | 自然保育季<br>刊 89<br>pp:14-27 | 植物 |
| 2014 | 范素璋      | 縱橫林下的軟骨頭森林裡的蔓藤植物                | 自然保育季<br>刊 85<br>pp:28-37 | 植物 |
| 2013 | 林家榮      | 臺中大肚山地區之稀有植物資源                  | 自然保育季<br>刊 82<br>pp:53-61 | 植物 |
| 2012 | 楊智凱<br>等 | 植物搜查線—溪頭植物大驚奇                   | 自然保育季<br>刊 78<br>pp:42-54 | 植物 |
| 2010 | 邱美蘭<br>等 | 由桃米的稀有植物談社區居民可參與的<br>保育行動       | 自然保育季<br>刊 72<br>pp:46-54 | 植物 |
| 2009 | 洪昆源<br>等 | 恆春半島的稀有植物系統保育首部曲—<br>台灣柯及柳葉柯的繁殖 | 自然保育季<br>刊 66<br>pp:32-34 | 植物 |
| 2009 | 楊智凱<br>等 | 錐麓古道的明珠—大斷崖山地區之稀有<br>植物資源       | 自然保育季<br>刊 65<br>pp:45-51 | 植物 |
| 2004 | 賴國祥      | 合歡山區的紅果植物                       | 自然保育季                     | 植物 |

|      |                         |                            |                               |    |
|------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|----|
|      |                         |                            | 刊 45<br>pp:12-17              |    |
| 2016 | 陳璿<br>宇、戴湘<br>瑩、王志<br>強 | 屏東縣瓦魯斯溪至南大武山沿線植群生<br>態之研究  | 林業研究季<br>刊 38(1) :<br>5-20    | 植物 |
| 2016 | 戴湘瑩<br>等                | 澎湖縣菜園濕地植相及海茄苳族群結構<br>研究    | 林業研究季<br>刊 38(2) :<br>59-72   | 植物 |
| 2016 | 胡元璋<br>等                | 台灣中部暖溫帶老齡常綠闊葉林的植群<br>動態    | 林業研究季<br>刊 38(3) :<br>123-136 | 植物 |
| 2015 | 邱清安<br>等                | 雪山東峰亞高山草生地火燒後植群之回<br>復     | 林業研究季<br>刊 37(1) :<br>5-18    | 植物 |
| 2015 | 朱恩良<br>等                | 蘇花公路沿線植群多樣性分析              | 林業研究季<br>刊 37(2) :<br>99-116  | 植物 |
| 2015 | 蔡尚惠<br>等                | 思源埡口地區植群組成及多樣性             | 林業研究季<br>刊 37(3) :<br>165-180 | 植物 |
| 2013 | 王偉等                     | 雪山雪東線之不同海拔梯度的物種及生<br>活型多樣性 | 林業研究季<br>刊 35(3) :<br>139-152 | 植物 |

|      |          |                         |                      |           |
|------|----------|-------------------------|----------------------|-----------|
| 2012 | 廖學儀<br>等 | 南投縣泰雅族眉原部落民族植物之調查研究     | 林業研究季刊 34(1) : 1-12  | 植物        |
| 2012 | 邱清安<br>等 | 東勢林場植物資源調查及其生態復育芻議      | 林業研究季刊 34(1) : 13-38 | 植物        |
| 2012 | 黃俊元<br>等 | 利嘉野生動物重要棲息環境之植群生態研究     | 林業研究季刊 34(1) : 39-52 | 植物        |
| 2010 | 蔡尚惠<br>等 | 七家灣溪濱案植群之組成與結構          | 林業研究季刊 32(1) : 19-38 | 植物        |
| 2010 | 王偉等      | 雪山主峰沿線植物社會調查研究          | 林業研究季刊 32(3) : 15-34 | 植物        |
| 2010 | 許再文<br>等 | 臺灣的土茯苓屬植物簡介—兼談藤本植物特性及保育 | 自然保育季刊 70 pp:62-66   | 植物(土茯苓屬)  |
| 2016 | 伍淑惠、加藤詩邦 | 記恆春半島與琉球群島間之大血藤觀察及分類意見  | 自然保育季刊 94 pp:12-18   | 植物(大血藤)   |
| 2009 | 莊敏芬<br>等 | 雪霸國家公園雪見地區山黑扁豆屬於物之生物學研究 | 林業研究季刊 31(4) : 1-16  | 植物(山黑扁豆屬) |

|      |          |                             |                               |                |
|------|----------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|
| 2000 | 陳慧芬<br>等 | 中橫公路沿線太魯閣櫟族群生態之研究           | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告         | 植物(太魯<br>閣櫟)   |
| 2013 | 葉川榮<br>等 | 稀有薑科植物—少葉薑在臺灣的新分佈<br>及其分類研究 | 林業研究季<br>刊 35(2) :<br>93-102  | 植物(少葉<br>薑)    |
| 2003 | 彭仁傑<br>等 | 毛果油點草對乾旱環境之適應               | 自然保育季<br>刊 41<br>pp:56-59     | 植物(毛果<br>油點草)  |
| 2012 | 張彥華<br>等 | 臺灣產牛皮消屬植物花粉器形態之研究           | 林業研究季<br>刊 34(4) :<br>251-262 | 植物(牛皮<br>消屬)   |
| 2013 | 陳財輝<br>等 | 花蓮地區 3 種海拔包籜矢竹林分之特性         | 林業研究季<br>刊 35(3) :<br>167-176 | 植物(包籜<br>矢竹)   |
| 2009 | 張坤城<br>等 | 台灣玉葉金花再發現                   | 自然保育季<br>刊 66<br>pp:42-45     | 植物(台灣<br>玉葉金花) |
| 2004 | 陳昭瑩      | 布洛灣遊憩區台灣百合灰黴病生物防治<br>研究試驗   | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告         | 植物(台灣<br>百合)   |
| 2010 | 趙建棣<br>等 | 臺灣鹿藥(百合科)之分類研究              | 林業研究季<br>刊 32(2) :            | 植物(台灣<br>鹿藥)   |

|      |          |                            |                             |               |
|------|----------|----------------------------|-----------------------------|---------------|
|      |          |                            | 7-14                        |               |
| 2005 | 劉嘉卿<br>等 | 太魯閣國家公園外來植物分佈、播遷機制與衝擊評估    | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告       | 植物(外來<br>植物)  |
| 2013 | 潘振彰<br>等 | 雪山地區玉山杜鵑物候之研究              | 林業研究季<br>刊 35(2) :<br>71-86 | 植物(玉山<br>杜鵑)  |
| 2003 | 許再文      | 談台灣的瓜科植物                   | 自然保育季<br>刊 44<br>pp:13-23   | 植物(瓜科)        |
| 2015 | 游旨价<br>等 | 遇見特有百分百臺灣產 11 種瓦氏組小<br>檗簡介 | 自然保育季<br>刊 90<br>pp:52-67   | 植物(瓦氏<br>組小檗) |
| 2010 | 鍾明哲<br>等 | 蘭嶼的禾本科植物簡介                 | 自然保育季<br>刊 70<br>pp:48-54   | 植物(禾本<br>科)   |
| 2004 | 陳志輝<br>等 | 變化多端的禾草花序                  | 自然保育季<br>刊 48<br>pp:35-37   | 植物(禾本<br>科)   |
| 2011 | 葉慶龍<br>等 | 臺灣產印度節節菜變種之觀察              | 林業研究季<br>刊 33(2) :<br>35-40 | 植物(印度<br>節節菜) |
| 2015 | 許天銓<br>等 | 多枝竹節蘭(蘭科)：台灣新紀錄蘭花          | 林業研究季<br>刊 37(1) : 1-4      | 植物(多枝<br>竹節蘭) |

|      |          |                                   |                              |                |
|------|----------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|
| 2015 | 鐘詩文<br>等 | 台灣的繖形科新記錄－多裂葉水芹菜                  | 林業研究季<br>刊 37(2)：<br>65-68   | 植物(多裂<br>葉水芹菜) |
| 2015 | 趙建棟<br>等 | 百合科分類地位之演變                        | 林業研究季<br>刊 37(3)：<br>143-160 | 植物(百合<br>科)    |
| 2006 | 林弘基<br>等 | 竹頭角木薑子植群監測                        | 林業研究季<br>刊 28(3)：<br>29-48   | 植物(竹頭<br>角木薑子) |
| 2003 | 曾彥學<br>等 | 台灣野生杜鵑花資源介紹                       | 自然保育季<br>刊 43<br>pp:18-30    | 植物(杜鵑<br>花類)   |
| 2006 | 徐源泰      | 太魯閣國家公園杜鵑花屬植物遺傳多樣<br>性調查          | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告        | 植物(杜鵑<br>花屬)   |
| 2005 | 徐源泰      | 太魯閣國家公園杜鵑花屬植物小分子熱<br>休克蛋白與地理分佈之研究 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告        | 植物(杜鵑<br>花屬)   |
| 2016 | 賴明宏<br>等 | 芒類植物的多樣性與永續利用                     | 自然保育季<br>刊 96<br>pp:60-67    | 植物(芒草)         |
| 2009 | 章錦瑜      | 論刺桐                               | 林業研究季<br>刊 31(1)：            | 植物(刺桐)         |

|      |          |                          |                               |                |
|------|----------|--------------------------|-------------------------------|----------------|
|      |          |                          | 75-86                         |                |
| 2017 | 邱清安<br>等 | 昆欄樹的空間分布是否真有北降現象         | 林業研究季<br>刊 39(2) :<br>85-95   | 植物(昆欄<br>樹)    |
| 2014 | 劉惠宜<br>等 | 臺灣新紀錄錦葵科植物—牧野氏山芙蓉        | 林業研究季<br>刊 36(3) :<br>171-178 | 植物(牧野<br>氏山芙蓉) |
| 2011 | 蘇美如      | 今矽是何矽?—矽藻的簡介及應用          | 自然保育季<br>刊 73<br>pp:29-33     | 植物(矽藻)         |
| 2008 | 朱恩良<br>等 | 台灣產金縷梅科植物                | 自然保育季<br>刊 63<br>pp:31-37     | 植物(金縷<br>梅科)   |
| 2011 | 姚奎宇      | 長肋疣壺苔的再發現                | 自然保育季<br>刊 75<br>pp:51-52     | 植物(長肋<br>疣苔)   |
| 2013 | 陳建帆<br>等 | 長苞雞屎樹的新生育地與新學名           | 自然保育季<br>刊 82<br>pp:49-52     | 植物(長苞<br>雞屎樹)  |
| 2017 | 鍾明哲      | 臺北盆地都市森林的附生植物            | 自然保育季<br>刊 97<br>pp:04-19     | 植物(附生<br>植物)   |
| 2016 | 吳佾鴻<br>等 | 臺灣產柃木屬 (五列木科) 植物分類訂<br>正 | 林業研究季<br>38(4):193-226        | 植物(柃木<br>屬)    |

|      |                            |                     |                            |              |
|------|----------------------------|---------------------|----------------------------|--------------|
| 2002 | 林瑞典                        | 疣柄魔芋生態補述及開花口果紀實     | 自然保育季<br>刊 39<br>pp:42-47  | 植物(疣柄<br>魔芋) |
| 2008 | 賴國祥                        | 台灣原生之秋海棠及主要環境需求     | 自然保育季<br>刊 63<br>pp:24-30  | 植物(秋海<br>棠類) |
| 2017 | 鐘詩文<br>等                   | 紅泡刺藤 (薔薇科) 在台灣的重新確認 | 林業研究季<br>刊 39(1) :<br>9-13 | 植物(紅泡<br>刺藤) |
| 2003 | 蘇永明<br>等                   | 台南縣紅樹林造林概況          | 自然保育季<br>刊 42<br>pp:24-27  | 植物(紅樹<br>林)  |
| 2010 | 樋口正<br>信著、王<br>良原、林<br>善雄譯 | 臺灣最高峰—玉山的苔類植物調查紀事   | 自然保育季<br>刊 69<br>pp:31-36  | 植物(苔類)       |
| 2017 | 鄭嘉寶<br>等                   | 山林中的微觀世界—北大武山苔蘚初探   | 自然保育季<br>刊 97<br>pp:32-39  | 植物(苔蘚)       |
| 2002 | 許再文<br>等                   | 台灣的茄科植物及其相關研究介紹     | 自然保育季<br>刊 40<br>pp:28-35  | 植物(茄科)       |
| 2014 | 黃秀雯                        | 倒吊金鐘本尊與分身           | 自然保育季                      | 植物(倒吊        |

|      |          |                          |                              |                |
|------|----------|--------------------------|------------------------------|----------------|
|      | 等        |                          | 刊 88<br>pp:48-53             | 金鐘)            |
| 2011 | 林家榮<br>等 | 臺灣產桑葉麻屬植物介紹              | 自然保育季<br>刊 75<br>pp:46-50    | 植物(桑葉<br>麻屬)   |
| 2003 | 黃朝慶      | 台灣產浮萍科植物介紹               | 自然保育季<br>刊 42<br>pp:20-23    | 植物(浮萍<br>科)    |
| 2015 | 吳侑鴻<br>等 | 臺灣新種 (五裂木科) 植物：浸水營柃<br>木 | 林業研究季<br>刊 37(4)：<br>219-228 | 植物(浸水<br>營柃木)  |
| 2015 | 鍾欣芸<br>等 | 探討烏心石苗木形態與生理性狀的關係        | 林業研究季<br>刊 37(1)：<br>19-28   | 植物(烏心<br>石)    |
| 2006 | 葉慶龍<br>等 | 密鱗長花柄蘭之重新發現與新組合學名        | 林業研究季<br>刊 28(3)：<br>17-24   | 植物(密鱗<br>長花柄蘭) |
| 2016 | 楊智凱<br>等 | 臺灣的盔蘭屬植物森林底層的安全帽很<br>危急  | 自然保育季<br>刊 93<br>pp:54-65    | 植物(盔蘭<br>屬)    |
| 2014 | 王建皓<br>等 | 臺灣莢蒾屬植物葉表皮特徵及其分類之<br>意義  | 林業研究季<br>刊 36(4)：<br>243-262 | 植物(莢蒾<br>屬)    |
| 2011 | 梁耀竹      | 臺灣西部惡地之植群調查              | 林業研究季                        | 植物(植群)         |

|      |          |                   |                            |        |
|------|----------|-------------------|----------------------------|--------|
|      | 等        |                   | 刊 33(3) :<br>23-36         |        |
| 2010 | 陳明義<br>等 | 大甲溪中上游植群之分類與製圖    | 林業研究季<br>刊 32(1) :<br>1-18 | 植物(植群) |
| 2010 | 錢亦新<br>等 | 隘寮溪流域植群分類與製圖      | 林業研究季<br>刊 32(3) :<br>1-14 | 植物(植群) |
| 2010 | 王俊閔<br>等 | 台中大坑地區植群調查研究      | 林業研究季<br>刊 32(4) :<br>7-22 | 植物(植群) |
| 2009 | 陳志豪<br>等 | 合歡溪流域植群分類與製圖      | 林業研究季<br>刊 31(1) :<br>1-16 | 植物(植群) |
| 2009 | 陳恩倫<br>等 | 烏溪流域天然林植群多樣性分類及製圖 | 林業研究季<br>刊 31(2) :<br>1-14 | 植物(植群) |
| 2008 | 陳文民<br>等 | 台灣中部烏溪與大甲溪流域之稀有植物 | 林業研究季<br>刊 30(4) :<br>1-22 | 植物(植群) |
| 2007 | 王志強<br>等 | 澎湖地區植相與植群之研究      | 林業研究季<br>刊 29(2) :<br>1-18 | 植物(植群) |
| 2007 | 陳鳳華      | 八卦山台地植群分類與製圖      | 林業研究季                      | 植物(植群) |

|      |          |                   |                             |               |
|------|----------|-------------------|-----------------------------|---------------|
|      | 等        |                   | 刊 29(3) :<br>1-14           |               |
| 2007 | 吳文雄<br>等 | 瑞太地區植群之研究         | 林業研究季<br>刊 29(4) :<br>13-30 | 植物(植群)        |
| 2006 | 蔡佳育<br>等 | 畢祿溪流域之植群分類與製圖     | 林業研究季<br>刊 28(3) :<br>1-16  | 植物(植群)        |
| 2006 | 陳宗駿<br>等 | 合水溪及椿谷溪流域植群之研究    | 林業研究季<br>刊 28(4) :<br>1-12  | 植物(植群)        |
| 2006 | 陳文民<br>等 | 台東海岸山脈植群分類與製圖     | 林業研究季<br>刊 28(4) :<br>53-76 | 植物(植群)        |
| 2014 | 黃俊源<br>等 | 奇萊山偶遇無葉上鬚蘭        | 自然保育季<br>刊 86<br>pp:38-45   | 植物(無葉<br>上鬚蘭) |
| 2011 | 謝思怡<br>等 | 森林地被層的小精靈—紫水玉簪    | 自然保育季<br>刊 76<br>pp:16-19   | 植物(紫水<br>玉簪)  |
| 2008 | 鍾明哲<br>等 | 台灣菊科新成員彙整         | 自然保育季<br>刊 63<br>pp:45-51   | 植物(菊科)        |
| 2010 | 汪碧涵      | 太魯閣國家公園鐵冷杉林外生菌根菌多 | 太魯閣國家                       | 植物(菌類)        |

|      |          |                  |                               |              |
|------|----------|------------------|-------------------------------|--------------|
|      | 等        | 樣性與生態學之研究與監測     | 公園研究調查報告                      |              |
| 2002 | 陳建名<br>等 | 台灣產鵝膏菌屬野生菇菌(II)  | 自然保育季<br>刊 39<br>pp:48-53     | 植物(菌類)       |
| 2002 | 黃秀雯      | 竹林中的毒菇—橘黃裸傘      | 自然保育季<br>刊 39<br>pp:54-56     | 植物(菌類)       |
| 2003 | 陳建名<br>等 | 台灣產褐孔小牛肝菌屬菇菌類介紹  | 自然保育季<br>刊 42 pp:6-12         | 植物(菌類)       |
| 2009 | 林子超      | 靜默恆久的共生關係—菌根菌與植物 | 自然保育季<br>刊 65<br>pp:41-44     | 植物(菌類)       |
| 2016 | 曾錦元<br>等 | 鈍葉朝顏之生態觀察        | 自然保育季<br>刊 94<br>pp:56-63     | 植物(鈍葉<br>朝顏) |
| 2015 | 鐘詩文<br>等 | 台灣蓼科新記錄種—矮蓼      | 林業研究季<br>刊 37(3) :<br>161-164 | 植物(矮蓼)       |
| 2011 | 何伊喬<br>等 | 台中大坑地區稜果榕物候之探討   | 林業研究季<br>刊 33(4) :<br>21-32   | 植物(稜果<br>榕)  |
| 2006 | 胡維新      | 蘭嶼產瀕危植物腰果楠之微體繁殖  | 林業研究季                         | 植物(腰果)       |

|      |          |                       |                              |               |
|------|----------|-----------------------|------------------------------|---------------|
|      | 等        |                       | 刊 28(3) :<br>91-96           | 楠)            |
| 2009 | 曾喜育<br>等 | 臺灣產榕屬植物花粉形態之研究        | 林業研究季<br>刊 31(2) :<br>33-46  | 植物(榕屬)        |
| 2014 | 駱為家<br>等 | 臺灣珍稀水生蕨類—槐葉蘋的形態與生活史簡介 | 自然保育季<br>刊 88<br>pp:54-58    | 植物(槐葉<br>蘋)   |
| 2010 | 黃啟東<br>等 | 無性勝有性—臺灣目賊芋的繁殖策略      | 自然保育季<br>刊 71<br>pp:38-41    | 植物(臺灣<br>目賊芋) |
| 2005 | 曾喜育<br>等 | 惠蓀林場臺灣榕的榕果生產表現        | 林業研究季<br>刊 27 (2) :<br>45-60 | 植物(臺灣<br>榕)   |
| 2007 | 曾喜育<br>等 | 觀霧地區鳳仙花植群與生物學之調查研究    | 林業研究季<br>刊 29(3) :<br>41-60  | 植物(鳳仙<br>花類)  |
| 2003 | 蘇夢淮      | 消失八十年 一 槲櫟再發現記        | 自然保育季<br>刊 43<br>pp:45-49    | 植物(槲櫟)        |
| 2008 | 林瑞典      | 線花天南星的生態觀察            | 自然保育季<br>刊 64<br>pp:71-76    | 植物(線花<br>天南星) |
| 2013 | 林家榮      | 半寄生植物—臺灣產玄參科獨腳金屬簡     | 自然保育季                        | 植物(獨腳         |

|      |          |                                   |                        |               |
|------|----------|-----------------------------------|------------------------|---------------|
|      |          | 介                                 | 刊 81<br>pp:21-26       | 金屬)           |
| 2004 | 陳應欽      | 太魯閣國家公園與中國大陸華中、華南、西南地區蕨類植物區系之比較研究 | 太魯閣國家公園研究調查報告          | 植物(蕨類)        |
| 2000 | 郭城孟<br>等 | 太魯閣國家公園石灰岩環境蕨類植物資源調查研究            | 太魯閣國家公園研究調查報告          | 植物(蕨類)        |
| 2003 | 林瑞典      | 稀有水生植物 一 龍骨瓣苔菜簡介                  | 自然保育季刊 44<br>pp:24-28  | 植物(龍體<br>瓣苔菜) |
| 2010 | 徐光明      | 臺灣常見薯蕷屬植物介紹                       | 自然保育季刊 70<br>pp:55-61  | 植物(薯蕷<br>屬)   |
| 2011 | 李松柏      | 臺灣產莎草科塊莖蘆草屬植物介紹                   | 自然保育季刊 76<br>pp:10-15  | 植物(蘆草<br>屬)   |
| 2009 | 羅泰愚<br>等 | 林中的小幽靈—尖嘴蕨                        | 自然保育季刊 65<br>pp:52-54  | 植物(類嘴<br>蕨)   |
| 2006 | 許娛素<br>等 | 台灣產饅頭果屬植物 (大戟科) 之分類研究             | 林業研究季刊 28(3):<br>49-68 | 植物(饅頭<br>果屬)  |

|      |          |                             |                               |               |
|------|----------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
| 2016 | 劉靜榆      | 走進藻礁海岸的時光隧道                 | 自然保育季<br>刊 95<br>pp:04-23     | 植物(藻類)        |
| 2014 | 許天銓<br>等 | 台灣的茜草科新記錄—蘊璋耳草              | 林業研究季<br>刊 36(3) :<br>179-182 | 植物(蘊璋<br>耳草)  |
| 2008 | 張燕卿<br>等 | 丹大野生動物重要棲息環境之蘭科植物<br>初探     | 自然保育季<br>刊 63<br>pp:38-44     | 植物(蘭科)        |
| 2011 | 林瑞進<br>等 | 杜鵑類菌根奧秘初探                   | 自然保育季<br>刊 74<br>pp:31-35     | 菌類(杜鵑<br>類菌根) |
| 2013 | 陳仁杰<br>等 | 閉戶螳螂的殺手—柱形蟲草在臺灣的發<br>現      | 自然保育季<br>刊 82<br>pp:42-48     | 菌類(柱形<br>蟲草)  |
| 2004 | 徐源泰      | 太魯閣國家公園石灰華區內微生物遺傳<br>多樣性之研究 | 太魯閣國家<br>公園研究調<br>查報告         | 微生物           |

## 第九章 專家座談會與審查意見

### 第一節 專家名單之建置

本計畫執行須辦理 3 場專家座談會，經考量本計畫之性質，除邀請國內生態保育、礦區復育、經濟與法律學者專家外，並邀請原住民代表與會，建置之專家學者名單總計 43 位(詳如表 9-1)，並於每次座談會前寄出相關資料。

表 9-1 礦區生態損害補償專家座談會邀請名單

| 姓名  | 專長                                    | 單位/職稱                 |
|-----|---------------------------------------|-----------------------|
| 王 鑫 | 地質、地形、環境教育、景觀研究、國家公園與世界遺產             | 中國文化大學 地學研究所教授        |
| 江智民 | 生態系生態學、植物生理生態學、植物群聚生態學                | 東海大學 生命科學系教授          |
| 何彥陞 | 土地利用法規、行政法、環境保育法規、濕地保育法制、不動產交易法制      | 逢甲大學土地管理學系副教授         |
| 何傳愷 | 食性關聯及其地理變異 氣候變遷對動植物群聚的影響 生態學於保育及農業的應用 | 國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所副教授 |
| 吳珮瑛 | 應用消費經濟學、環境經濟學、應用計量經濟學                 | 國立臺灣大學 農業經濟學系教授兼系主任   |
| 宋國彰 | 物種間的交互作用，森林動態，物種保育                    | 國立中興大學水土保持學系助理教授      |
| 李光中 | 自然地景保育、文化景觀保存、環境議題教學                  | 國立東華大學環境學院 副教授        |
| 李玲玲 | 動物生態、保育生物學、生物多樣性                      | 國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所教授  |
| 林良恭 | 野生動物生態、保育生物、哺乳類學                      | 東海大學 生命科學系特聘教授兼教務長    |
| 林宜靜 | 群聚與族群生態學、計量生態學、空間分析                   | 東海大學生命科學系副教授          |
| 林信輝 | 植生工程、景觀生態學、保育植物學、生態工程                 | 國立中興大學水土保持學系教授        |
| 林登秋 | 臺灣長期生態學研究、環境資源及保育                     | 國立臺灣師範大學 生命科學專業學院教授   |
| 張惠珠 | 環境解說、植物分類學、環境生態學                      | 國立東華大學科學教育研究所副教授      |
| 張鈺光 | 土地利用法規、行政法、不動產交易法制                    | 國立高雄大學法律系助理教授         |
| 陳立夫 | 土地法、都市法、行政法、物權法                       | 國立政治大學地政學系教授          |

| 姓名  | 專長                                                       | 單位/職稱                  |
|-----|----------------------------------------------------------|------------------------|
| 陳家榮 | 能源政策與管理、產業關連經濟、計畫評估                                      | 國立成功大學 資源工程學系兼任教授      |
| 裴家騏 | 野生動物族群生態學、保育人文學                                          | 國立東華大學環境學院院長           |
| 趙國容 | 植物生態、森林動態、森林生態系碳吸存、森林保育                                  | 國立中興大學副教授              |
| 劉錦龍 | 環境經濟學、應用個體分析、應用計量分析                                      | 國立中央大學 產業經濟學系教授        |
| 蕭代基 | 自然經濟學 自然資源經濟、政策與管理 計量經濟學                                 | 中央研究院經濟所研究員            |
| 錢玉蘭 | 環境與資源經濟學 應用計量經濟 環境成本效益分析                                 | 國立臺北大學自然資源與環境管理研究所助理教授 |
| 顏聖紘 | 昆蟲學、演化生態學、生物多樣性資料庫                                       | 國立中山大學生物科學系副教授         |
| 趙榮台 | 生物多樣性、生態保育                                               | 林業試驗所退休研究員             |
| 廖安定 | 農地政策、農業經濟(審查委員)                                          | 行政院農業委員會企劃處處長          |
| 羅紹麟 | 林業經濟(審查委員)                                               | 國立中興大學森林學系             |
| 鄭蕙燕 | 成本效益分析、生態經濟分析、農村發展政策(審查委員)                               | 國立中興大學應用經濟學系教授         |
| 邱祈榮 | 資源調查與分析(審查委員)                                            | 國立臺灣大學 森林環境暨資源學系副教授    |
| 闕雅文 | 非市場財效益評估、環境成本效益分析、遊憩經濟、水資源經濟(審查委員)                       | 國立清華大學環境與文化資源學系教授      |
| 洪鴻智 | 環境風險管理、都市財務分析(審查委員)                                      | 國立臺北大學不動產與城鄉環境學系教授     |
| 蔡志偉 | 國際法、人權法、原住民族法、原住民族傳統智慧與文化權                               | 國立臺北教育大學               |
| 李俊鴻 | 社區參與、生態旅遊、文化與自然遺產經營管理、自然資源與環境經濟、經營管理、消費者行為               | 國立東華大學環境學院&自然資源與環境學系   |
| 夏禹九 | 森林水文氣象、集水區經營、地景生態                                        | 國立東華大學環境學院             |
| 陳永松 | 有機水產養殖試驗、生物資源循環型模式之開發、魚類資源及水域環境調查、東部海域鯨豚資源之調查研究、箱網養殖及環境承 | 國立宜蘭大學生物技術與動物科學系助理教授   |

| 姓名    | 專長                                    | 單位/職稱                |
|-------|---------------------------------------|----------------------|
|       | 載分析                                   |                      |
| 賴宇松   | 經濟行政法、環境法、京都議定書及其國內法化之比較法研究、環境保護與能源政策 | 東華大學環境政策研究所教授        |
| 阮忠信   | 系統生態學、能值分析、生態工程、濕地系統與經營、遙感探測          | 國立宜蘭大學 森林暨自然資源學系助理教授 |
| 劉炯錫   | 生態學、民族生態學、深層海水產業創新育成、生態資源永續利用、環境教育    | 國立臺東大學 生命科學系教授       |
| 陳子英   | 植群生態學、樹木學、生態保育                        | 國立宜蘭大學 森林暨自然資源學系教授   |
| 林世宗   | 森林生理生態學、育林學、森林資源保育                    | 國立宜蘭大學 森林暨自然資源學系教授   |
| 陳凱俐   | 休閒經濟、個體經濟<br>環境與資源經濟                  | 國立宜蘭大學應用經濟與管理學系教授    |
| 江建成   | 在地居民代表                                | 和平村長                 |
| 洛金·基佑 | 在地居民代表                                | 和中教會牧師/原住民代表         |
| 漢聲    | 在地居民代表                                | 宜蘭縣南澳鄉東岳社區發展協會總幹事    |
| 鬼浪斗力  | 在地居民代表                                | 宜蘭環境保護聯盟理事           |
| 吳純純   | 在地居民代表                                | 宜蘭縣南澳守護發展協會          |

## 第二節 三次專家座談會紀錄

經考量本計畫作業之期程與各地邀請專家之參與性，團隊於民國 107 年 1 月 15 日、5 月 7 日及 5 月 14 日分別於台中、台北及宜蘭舉辦三次專家座談會。會中由本案主持人將研究之結果如法規研析、生態損失計算基準及相關論述於座談會中說明，並由與會專家與研究團隊共同對談，以釐清生態損害補償概念及建立共識。會中專家學者們針對各國法源、生態補償之定義、生態服務價值之計算均提供許多寶貴意見，執行團隊將依其建議進行研討。檢附三次座談會會議紀錄如下，會議之相關照片與簽到簿則放置於附錄二。

於專家會議中各專家主要針對生態損害補償定義與收費的法律依據、問卷內容修正、森林生態價值之評估金額，應注意其計算公式和是否重複計算、補償費徵收涵蓋的時間，是開發前或進行中給付？補償費要算到工程後所需要的復育費用等問題提出建言，期望能釐出一條明顯合理性，易操作性，提供政府機關執行的生態補償方式。本案依各專家之建議修正問卷之方式且儘量納入本案之研擬方向。

## 一、第一次座談會紀錄

臺灣國有林地礦區生態損害補償 (含社會經濟價值評估)費用案

第 1 次專家座談會會議紀錄

壹、會議日期：民國 107 年 1 月 15 日（星期一）下午 14 時 00 分至 17 時 00 分

貳、會議地點：台中市國立中興大學生命科學大樓 101 會議室

參、主持人：林幸助博士

記錄：薛美莉整理

出席者(如附簽到簿)

主席致詞及規劃單位簡報(略)

陸、討論事項

案由：有關臺灣國有林地礦區生態損害補償 (含社會經濟價值評估)費用之執行與評估方法，提請討論。

與會專家發言：

張鈺光博士(國立高雄大學法律學系助理教授)

本報告中第 12 頁提到日本礦業法 53 條之 2，為了公共福利需要限制或撤銷礦業所有權人的開發行為，國家需對採礦權人或租賃人損害進行賠償。日本本身國家的法律比較沒有規範採礦補償這個部分，但因日本是國際濕地拉姆薩條約會員國，所以日本是根據這個條約，來指定重要的保育溼地，進而對開發行為限制及補償。此外，日本「公害健康補償條例」大概是針對這個主題比較有相關，日本的獨立行政法的环境再生保育機構，根據公害健康補償的法律，污染負荷量的相關賦課金。而且日本好像還是比較多針對生態復育而不是補償的部分。

我們應該要先討論生態損害補償定義。如果我們今天用生態的補償來看，那就必須要去看到底有多少生態，受了多少損失。如果把它當成一個回饋或分享，會變成一個更有目的性的機制，可以針對對象來計算。

在國有林採礦究竟是屬於租賃還是開發行為？若是租賃可以收取租金；但我認為是開發行為，而開發就會有利潤，可以要求回饋金。但目前法規的定義是租賃，租賃必須維持該地區的生產，未來應加入三生的概念(生產、生態和生活)。

本案不一定只能用法律，可以考慮用契約的方式來約束擔保金。

劉錦龍博士(國立中央大學產業經濟學系教授)

臺灣目前沒有環境損害的法律，這跟美國比較不一樣。我們現在有空汙法、水汙法，也跟美國法律不太一樣。至於到底要不要用「補償」這兩個字我認為要考慮一下，因為補償代表有缺失，所以可能用「賠償」。美國就是有違失行為才來做補償這件事。所以我們可以先看開發行為有沒有違反水汙或空汙法再來說補償這件事。如果是用的是補償這個字眼，第一個因為我們沒有相關法令，所以就會變得相當敏感。美國那邊都是事後產生損害之後才進行賠償，走上法律途徑。補償的成立應該在於缺失已經產生，並根據法律來訂定。

第 5 頁這邊有列幾個法律，第 10 個也許打錯了，變成重複了。應該是 Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA)，是有關有權知道環境損害資訊的法律。像現在美國，每個工廠只要有污染物的排放，都要公布每月排放量。

自然資源如果把它當成財貨，當他受到損害的時候，就該去看它可以被恢復還是無法。公共資源、民眾的錢，如果要做事的話，都應該要做效益成本的分析。如果去看礦權，國外基本上是投標的，政府收標金來做事。這部分台灣一直就不是如此。評估分成三大面向：直接評估或間接評估；市場價值或非市場價值；使用價值或非使用價值。從問卷上來看社區是屬於使用價值而全國是屬於非使用價值。這些價值最後能不能加總是一個需要討論的問題。

一般來說自然資源會徵出口稅，我國的礦業是否徵出口稅是一個問題。

國外的環境資源經濟學家和生態經濟學家的意見分歧，環境資源學家認為經濟是 trade off，但生態經濟學家算的常會超出 GDP(該有的價值)。

趙榮台博士(林業試驗所退休研究員)

我認為補償其實應該是開發案在進行時就要有的原則。根據迴避、縮小、減輕和補償，所以應該是在開發之前，我只是覺得是這個概念。可是本計畫名稱為「損害補償」，而非「損害賠償」。看了這個題目覺得好像把經濟和生態的補償混在一起了，所以我們應該要先定義「生態補償」，並進行損害的評估。

另一個問題，這兩個礦區已經開發了，我們突然要他們來賠償裡面的樹木，好像有點牽強。如果用生態系服務的概念去找法令，會較難找到相關資訊，因為這是比較新穎的觀念。

講到生態系服務功能經濟分析，在野生動物、草藥、生物多樣性資源及氣候調節、空氣淨化等價值似乎沒有算進去。在使用這個架構前，應該要把生態系服務功能一一釐清，然後團隊再跟林務局討論好如何執行，確定之後才不會出來受到許多批判。另一個觀念是我們可以要求廠商去做恢復，那為什麼一定要去收錢。希望林務局不要只考慮收錢的方式，而是回復開發地區原本的生態功能。

生物多樣性公約中有 ecosystem 的定義，但沒有 ecology。臺灣用的名詞是 nature 定義是自然資源有其價值，人類已經佔掉大部分地區，必須維持、保育剩下的地方，維持其功能。自然資源的所有權是屬於全體人民，政府只是受託的單位。

吳珮瑛博士(國立臺灣大學農業經濟學系教授兼系主任)

在計算生態價值之評估金額的部分，報告提出 4 種價值(1. 林木生產價值 2. 碳吸存價值 3. 水源涵養價值 4. 森林遊憩效益)，但應避免重疊計算。計算金額只計算林木生產、碳吸存、水源涵養和森林遊憩，趙所長認為漏掉一些，真的沒辦法算的必須讓委託單位(林務局)知道，因為若計算涵蓋的項目不完整，會低估其生態價值。但某些部分似乎有重複計算的情形，例如：水源涵養在前面已經算過了，後面又提到一次。

這整個計畫我覺得最上位的那個法我們沒有用到，就是原住民族基本法。因為這兩個地方，其中有個地方位在花蓮，應屬於泰雅民族，他們會認為這是我們傳統領域，而不會去在乎空氣汙染或生物消失。在臺灣來說，原住民族基本法應該是這部分最上位的法。我們應該要釐清，到底是誰的甚麼部分受到迫害，算出來之後，要做補償或賠償就會有個對象。建議大家下個禮拜，在立法院有一個學會，辦了世界各國礦權的探討，至少討論了有十篇。

另在報告提到瑞典，但是美、澳、紐加是在原住民這塊做的最好的，原住民應該是澳洲做的最好，但報告裡面似乎沒有看到澳洲的部分，這些我是建議大家去把它看

得清楚一點。這樣後面去評估出來的東西才有個好論述。

所以我們應該要把重點放在，傷害損害最主要是在哪個方面受到最大影響，並且該如何說服那些人。整個計畫看下來，我認為這個問題沒去釐清，會有很大的爭議。我們應該要去看更上位的法。原住民族基本法，這個真的是最重要的。

有關問卷建議：

(1)當地居民的兩份問卷中(太白山礦場周邊社區(正式)問卷、勇士山礦場周邊社區(正式)問卷)，Q5 問到森林有哪些功能(可複選)，其中問”提供資源”?每個人想像的資源都不一樣，因此這個選項可能需要修正。

(2)太白山礦場周邊社區(正式)問卷的 Q9 為何有兩種狀態去問人喜歡哪一個?一個是要付錢，一個是接受補償，為什麼要這樣子設計?建議某種程度上 Q9、Q10 和 Q11 應該要結合。

(3)在願意接受補償的部分為何有個選項是”送等價的水泥”?

(4)Q10 和 Q11 中不要把”假設”兩個字放在問卷裡面，要讓受訪者認為真的會發生，不然受訪者覺得你隨便問，我就隨便答。此外，Q10 和 Q11 有兩種狀態讓我去選，若我是受訪者會覺得很折磨，被問願意不願意，但沒有講清楚願不願意做甚麼事情，要清楚中立的表達事情發生的狀況、產生的損害。若只問願意不願意 當事人可能會覺得事不關己，災害不會影響到自己。

(5)訪問既然是親訪的話，建議把 S2 和 S3 放在後面，只要確認年齡在範圍內即可。

(6)勇士山礦場周邊社區(正式)問卷的 Q10(以下想請問您有關「勇士山礦區，向林務局租的 31.5 公頃地的開採，可能造成土石流的危險及土壤流失」您願意接受補償價值的問題，不包括採礦的其他影響 (回答時請注意：採礦公司的資金是有限的，且有各種用途。)為何要提醒採礦公司的資金是有限的?是否想清楚告訴受訪者補償的錢是採礦公司付的?

(7)全國(試訪)問卷的 Q1 圈圈裡的問題只針對單一物種，沒有生態的概念。

(8)全國(試訪)問卷的 Q2-2 “我的所得不足以付費”是想知道抗議性的樣本?可是我就是沒錢付，這樣應該不算抗議性樣本。

(9)全國(試訪)問卷的 Q9 問的是非住在礦區附近的人民，受到區位的影響不會馬上感受到(空氣 水質變差)環境變化，這個問題想了解的是甚麼?應該不是問我感受到，而是我認為會對住在附近的居民產生甚麼影響，這不是影響我，但我關切影響別人，所以在敘述上要稍微修正一下。

蕭代基博士(中央研究院經濟所研究員)

我們濕地法講的生態補償是以物易物，生態補償的另一個意思是指「Payment for ecosystem services」，我們常常搞混了，以為是同樣的東西，所以名詞的定義一定要清楚。「Payment for ecosystem services」在臺灣的意思是使用者要付費，舉例如「自來水法」，使用水源時就要付水源保護回饋費。所以這就是一個很好的例子來講 Payment for ecosystem services。我不喜歡用生態補償來講這個意思。建議這邊是用生態損害補償會比較好。名詞要用生態還是天然資源(範圍較大 包括生態系和氣候等)?若用生態要補償的範圍可能會限縮。

在看這個名詞和美國法律的時候，我們要去看天然資源，講到對自然資源造成的損害要進行補償和賠償。自然資源是沒有主人的，而政府是這些沒有財產權的自然資源的受託人。舉例來說，一個郵輪造成海岸的油污染的時候，他應該要負擔油污染

造成的天然資源損害。他補償的部分有兩個做法，一個是用實務，一個是用錢。以實務生態系統恢復為主，無法恢復才用錢去賠償。這部分是用恢復成本來估算，以恢復要多少花費來估算，沒辦法恢復的時候，就多了很多做法，像是到別的地方去恢復。

另外，我建議要看一下德國的法律，德國法律在這部分是定義的很清楚的，他不要繳錢，他就要恢復。我覺得這才是真正生態補償的意義。如果說有個地方真的無法恢復，應該要找別的地方補償，無法做到就要繳代金給政府來執行。

本計畫的目的應該是幫林務局找到收費的法律依據，建議除了林務局的法律之外也要考慮到礦業法(經濟部)。裡面有提到礦權費，但不適用標售，是制定一個價格但金額很低。礦業法也應該要修法，其中有個礦權包含探礦權和採礦權要定期申請。把這些該修的法律研究一下，可以補單給林務局還可以給各部會建議。

森林水源涵養效益價值的估算的公式  $13("CC"+"CTM"\times"LR")\times"D"="CD")$  只算(建造成本)+(維護成本  $\times$  壽命)這是較粗糙的公式，因為每年的成本加起來要折現，引用中國文獻時要特別小心。

在森林生產效益部分，若是以伐木、出售這種生產林來看，其效益不是用產值(價格  $\times$  產量)還要扣掉成本。經濟學中的利潤(生產者剩餘)再加上消費者剩餘，這樣才是效益。不要只計算林木的價值，要探討整座森林存在時的功能。

「貼現成本」這個名詞看不懂，是折現的意思嗎？在臺灣兩者是不同的名詞，Meta 分析函數轉移(Meta-Analysis Benefit Transfer) 名詞要用「移轉」，Mata analysis 的中文為統合分析，要和過去名詞統一 不要創造新名詞。

在計算森林遊憩部分，臺灣的資料足夠使用 Mata analysis 嗎？

問卷部分，除了問職業還要加上行業。周邊社區(正式)問卷 Q7(齊柏林)可以不用刪掉，可以把問題放到後面，有沒有看過看見臺灣這部片確實會對受訪的結果有影響。問卷中的損害賠償是在合法或非法的狀況下要定義清楚？

趙國容博士(國立中興大學國農學程副教授)

如果這是回饋金的話，在問卷裡面是問民眾最大願付價值，因為看起來對象應該是採礦單位要付的？

我算了一下這林木生產價值，每公頃每年只需要付 5000 元而已，這個價格是非常低的。價格非常低我覺得有幾個問題，像林帶的問題，這邊不會有木麻黃，木麻黃是人造林，原始林的話這邊有提到楠屬林帶，建議團隊不要考慮到木麻黃，因為木麻黃不是原生物種。再來每公頃的財金實在太低了，除了這本身計算的森林組成有點問題，覺得金額還是太低了，我是比較贊成用回復的成本。

三、不管最後決定要收的費用是多少，最後把錢拿去做甚麼也要列入法律中。

宋國彰博士(國立中興大學水土保持學系助理教授)

根據山坡地開發利用造林回饋金繳交辦法，所有的礦區都會做水保計畫和植生工程。建議把水保法納入研究裡，怎麼種(復育造林)都是規範在水土保持技術規範裡，廠商基本上都會做，那政府可用水保法的依據來罰。

關於定義的問題，回饋金要給誰，是居民還是林務局等相關環保單位，從問卷中看不出回饋金的流向。另外補償費徵收涵蓋的時間，是開發前或進行中給付？還是開發後開始復育幾年後未達成效再給付。例如美國某些礦區 開發後難以復育，必須

由人為介入把陡坡變緩才有辦法做植生工程，看起來補償費要算到工程後所需要的復育費用。

## 執行團隊發言與回應

蘇義淵博士

不法的行為叫賠償，但對於公共利益或公共設施造成的破壞，他行為是合法，所以我們稱之補償。這名稱是林務局訂定，所以這個我們後面計畫內容還要再探討釐清。當然損害也會有補償的行為，就像剛才說的，只要是合法的行為造成的損壞，就是補償，會注意把補償和賠償做明顯的區隔。

之後會對澳洲和德國做研究。

目前研究的成果有發現國內對於生態和生態補償的概念很欠缺，傳統的資源保護法中只有在野生動物保護法有提到生態，但和動物保護法依樣對生態的概念是沒有的，主要是針對特有種，例如珍稀、瀕絕這幾種，而動物保護法針對是寵物。濕地保育法出來後才會慢慢去討論何為生態，但內政部尚未定義何為生態、生態系、生態功能，這應該是未來法律界要補上去的。可以先去找一找其他國家是怎麼定義的，韓國的法律是滿值得參考的，之後會參考從德國和其他歐洲的法律。

當討論水保、森林和濕地法時，主管單位、專業和目的都不同。水保和森林對生態也沒有定義，在我們國家中生態是自己講以個案來定義，並沒有普遍一般性的定義，所以參考這些法律所以對本計畫案沒有幫助。所以按照林務局的需求，我們先把不同的計費收費方式做個比較，第一步看是否有重複收費的狀況，第二部把生態的概念放進去後看是否一樣有重複收費的情形。未來本計畫較有成果時可做為其他法律制定時的參考。

關於原住民的問題，按照原民會的公告：傳統領域不涉及所有權爭議，只是主權意識的宣示。即便被設為原住民的傳統領域，仍然沒有所有權。一但被劃為原住民的傳統領域，是否所有公有和私有的土地權利都會受到影響，目前還在討論中。目前連原住民的領地範圍都尚未確定，因此先不討論，所以當談到涉及到在該地區進行開發行為時，是誰的權益受到損害，而誰應該接受賠償還沒有明確的定義。

生態到底是誰的在憲法尚未規定，在基本國策中規範無主物是國家的責任，國家有責任提供健康的環境給老百姓；憲法第十條規範環境與經濟繁榮需兼容並蓄，因此生態的所有權應該是政府。既然政府有所有權 當礦區開發對自然環境造成影響時應該由政府發動，補償金也該由政府來收，所以現在要考慮的只是由哪一個部會去收。最後，既然要收費就要定義好何為生態、生態系統，而這些生態和生態系統要如何透過合理的程序來評估，獲得程序正義上的保障，這是法律上比較考慮的部分。未來會比較討論生態系統的損失，而不是依照濕地法討論生態補償，按照地理位置來看高山高原型的濕地較少，礦區的開發不適合參考濕地保育法。

柳婉郁博士

本計畫只選擇四種生態價值近性的原因主要根據林務局計畫需求，另一個原因是根據 2005 年森林生態系服務價值所提到的供給、支持、調節和文化服務。發現所選的四個項目剛好可以對應四種服務。

效益所算出來的值是否可以作為補償的依據?其實這是兩件不一樣的事，算出來的效益和最後末端所決定的補助金是不同的，所算出來的效益是最低要補償的損失，而最高則是他的邊際效應。本計畫所計算出來的價值可以當作給付的上限給林務局做為參考，但不代表價值等於給付。

關於恢復成本的估算，我認為這是很好的提議，若可以把礦區造林恢復成 20 年前的林相，就不用考慮幾種價值的問題了，因為所有價值都回來了。但林務局要求的價值是工作項目還是要算出來，可以和曾老師和特生中心研究恢復成本要如何計算。

損害評估中只計算生態的價值，但其中還有野生動物、藥材、微生物等沒有計算，這是礙於資料有限及計畫時間。現地調查發現許多藥材，但其價值和末端的價格難以取得，硬算出來的話 數據可能沒那麼有參考性，所以研究中選擇我們認為較客觀的項目來進行分析。

碳吸存的價值計算出來非常低，是因為森林每年每公頃所增加的碳吸存地上部平均約 10 公噸，是非常低的。因此就算是最高的相思樹林(18 公噸)乘以單價(溫管法最高 1500)仍然很低，因此我們盡量找不同的碳價格去計算出不同的碳吸存價值。碳吸存低不代表要收取的費用就是這麼低，森林的價值有很多項，包括林木生產 森林遊憩 生物多樣性等，須一起考慮。

有關查估現地會再確認材積的問題，看天然林和人工林的材積是否要做換算。目前的材積依據是第四次森林調查的資料，其中單位蓄積量的資料。

關於重複計算的問題，部分價值是有重複計算的問題，所以最後並不會把所有價值加總得到總價值，會呈現給林務局分開的價值。

曾偉君博士

WTA 和 WTP 能否對同一受訪者提問?文獻上好像是分開問的(劉錦龍老師回復: 可以同時提問，這要看問卷怎麼設計)。

問卷提到森林功能的部分是把沒有調查的項目列入，看受訪者認為的價值。

把問卷中 Q7(齊柏林那題)、贈送等價水泥這些假設會考慮先刪掉。

根據以往做問卷的經驗，二選一的問題回答狀況滿好的。一開始擔心試訪時 WTP 回答的狀況不好，但最後回收後發現 WTA 有回答的，WTB 回答的狀況也不錯。(劉錦龍老師:WTA:WTP 大約多少?)

曾偉君老師:約 7:1。

劉錦龍老師:這樣太高了，問卷設計可以再精緻一點。)

金額來源的依據是試訪時所得到的金額，由最高到最低排列以後，取 20、40、 60 和 80 百分位附近的整數。

全國問卷中生態模型的假設還沒有全部描繪出來，會再請特生中心的專家建議如何呈現完整的生態多樣性價值。

薛美莉博士

目前林務局除了租金之外，還有一個水土保持造林的計畫，這個原則上造林完成後還要繳回給林務局，但林地礦區開發有水土保持的計畫。土地租金和地上部的林木價金，除非該地區有珍貴樹種， 但大部分為薪炭材且樹徑很小，所以林木價金都很低。

國外的礦區是用標售的，但臺灣是很久以前就出租了。這裡有另外一個想法，可以

齊頭式直接收取販售礦物的利潤。

三、森林生態服務很多很難計價的像是空氣、水、土壤或是野生動物，僅能知道大家願付多少這樣只可以寫成建議。目前法令（森林法、野動法和文資法），並沒有任何條例可以做為收錢的依據。

計畫主持人林幸助博士

非常感謝各位學者專家的建議。本案目前仍在研擬階段，未來將會將各位之建議儘量納入本案之研擬方向。

本案將再辦理兩場專家座談會，仍請各位不吝提供建議。

## 二、第二次座談會紀錄

臺灣國有林地礦區生態損害補償 (含社會經濟價值評估)費用案

第2次專家座談會會議紀錄

壹、會議日期：民國 107 年 5 月 7 日（星期一）上午 9 時 00 分至 12 時 00 分

貳、會議地點：台北市左轉有書 X 慕哲咖啡會議室

參、主持人：林幸助博士

記錄：何瓊紋

出席者(如附簽到簿)

主席致詞及規劃單位簡報(略)

陸、討論事項

案由一：有關目前國外對於礦區生態損害補償現行法規之研究成果，提請討論。

與會專家發言：

顏聖紘博士(國立中山大學生物科學系)

本案法令如何落實？由誰執行？各部會要如何整合？政院組改後將如何進行？中央與地方的權責劃分為何？

參考各國法令時也需要分析其行政處理方式，例如單一部會或多部會主導？

礦區範圍的定義除採礦區，也應包含周邊影響的範圍。

陸域的生態擾動相對容易評估，但若陸域的擾動影響到中上游溪流生態要如何評估？需要有相應的指標。

吳珮瑛博士(國立臺灣大學農業經濟學系)

1.德國、澳洲的法令回顧只在口頭報告，但書面報告事項尚未附上。

2.本案法令回顧後如何與後續經濟補償效益計算公式，以及生態系統服務貨幣化連結？如何應用？

3.在第一次專家會議中蕭代基老師建議「生態補償」應改為「生態損害補償」，英文原文為 Payment for Ecosystem Service (PES)，法令回顧不應只搜尋是否有生態補償這個名詞，事實上 PES 含蓋範圍很廣，例如對空汙課稅也在這個範圍。

4.對於 Ecosystem Service 的定義需要非常清楚，例如註解 8, 9 加拿大法令亦對 Ecosystem 有所定義。定義不明確時，無法進行後續調查的生態系服務價值評估。定義時也要注意是否要做一般性通則，因為每區的生態系服務項目可能不盡相同。

5.回顧法令可以發現大概分為幾部分：

(1)如何取得採礦權？

(2)採礦營收如何課稅？

(3)金銀銅鐵錫與石油等耗竭性自然資源，前人利用得比後人多，如美國、加拿大、瑞典會抽 2%, 5%, 10%不等之“權利金”，成立基金留給後世代使用。

(4)礦區若屬私人財產，破壞或借用則需補償。

6.但本案目的為採礦到底會對生態造成甚麼影響？用“生態損害補償”，其對象定義不明確，建議 PES 直接翻譯成“生態系統服務給付”，而後擬訂給付與收取對象，以及如何支付。

- 7.在會議資料中其第 10 頁與第 8 頁有兩大段內容完全重複，建議刪除。
- 8.本案需定義哪些生態服務系統因林地變成礦區而改變，不一定是損壞，並非要定義生態，本案沒有把範圍界定出來，各組對此也沒有一致性，如何進行後續調查與推動？

王鑫博士(中國文化大學地理系)

由法律脈絡來看 TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity)是由千禧年生態系評估 (Millennium Ecosystem Assessment)而來，因此可由此處搜尋生態系定義。而後 REDD (Reducing Emission from Deforestation and Degradation) 為減少發展中國家因砍伐及森林退化造成的溫室氣體排放，而向發展中國家提供金援，因此出現 PES，釐清法律脈絡有助於定義生態系服務。綠色經濟(Green Economics)也和 TEEB 直接相關，也就是臺灣曾經做過綠色國民所得帳(Green GDP/環境帳)。自然資本宣言(Natural Capital Declaration)，則特別強調經濟上存量與流量的差異，但在森林資源應著重總量和支出量，流量只是過程中金錢的流動。**林務局應是國家自然資源存量的保護者，流量是作為評估之用**，但目前並未建立評估方法，因此有本案的產生。

國際經驗可參考：(1)澳大利亞 (2)巴西 (3)中國大陸。根據中國的土地復原法，規範採礦方更應從開採前就要做好規劃，採礦完畢也要進行的復原。有關礦業土地取得有兩種狀況：(1)土地變更：林業用地更改礦業用地 (2)租用林地進行採礦，第二項是臺灣目前採用的方式，兩者不相同。在立法經驗上，需考慮本案放在礦業法或是林業法。本案具正向發展的意義，但以臺灣的現況來說有難度，需留意非礦業人士炒作土地。

建議本案計畫名稱改為「國有林地礦產資源開發」，若用礦區代表已核定採礦權的狀態。因此本案的目的應為在核定採礦權前，以林務局的角度檢視採礦行為對生態造成的損害。

附件二(p.54)中理論模型不只適用於個案，以後也能應用在其他案例。此外，應說明為何林務局選擇這些生態系服務價值來做評估，這樣也能協助解決本案對於定義受損害對象的問題。

本案目前只做個案研究，離成為通案(法規)還有一段距離，建立理論模型外應先有概念架構圖，交代個案研究限制以及為何選擇這些生態系價值來做評估，再說明未來的研究需求。本案的研究是具有前瞻性的，但要落實還有一段很長的路。

林信輝博士(國立中興大學水土保持系)

**礦業範圍很廣**，臺灣目前以石灰石礦為主，因此法令上可參考美、加等地。採礦規模大、歷程長，例如申請 20-30 公頃礦區，每年開採 2 公頃的方式等，因此需要業者規劃詳細的開採過程、環境影響評估，以及水土保持計畫等，在開採過程可設檢核點，用以決定是否同意繼續開採。

礦務局與林務局的意見通常相左，林務局以保育立場反對開採，礦業局則因業務需求而持同意開採立場。但目前為求資金進入，繁榮地方，大多予以核准。

礦區生態補償的題目太大，不同礦區有不同做法，**建議先建立採礦流程**，每個流程設立主管單位並設立檢核點，以決定是否同意開採計畫。

洪鴻智博士(國立高雄大學法律學系教授)

生態損害、補償、回饋等名詞界定需要非常清楚，雖然起源是在生態系服務給付，但不管是立法過程，對後續推動，成立基金等，說服對象不只有林務局，還有各級單位與給付單位(開採方)。

名詞定義清楚，也讓收取給付具有正當性，例如談到補償，要清楚補償對象為何？是全民？地主(林務局)？國家？如果補償對象是全民，林務局又應扮演甚麼角色？復育或相關工作？

廣義的生態給付可包括補償與回饋，以都市計畫為例，其給付精神在於補償，但到了立法院則變成獲利者需要回饋。

名詞定義清楚讓收取給付具有正當性，而給付的用途也要釐清，如森林復育、礦區回復、補償受影響的居民等，否則在立法院通過的機率很低。

若是由林務局執行環境復育，那麼就是代監給付的概念。

有可能本案回顧了很多評估生態系服務價值的計算公式，但在立法時為了讓開採方與民眾易於了解，而簡化公式。

3.收取給付與規劃給付的用途可能涉及林務局、經濟部礦業局、環保署、內政部等，需要跨部會協商，過去的經驗通常很困難因此需要指定基金的主管單位。

案由二、三：有關目前本案研擬礦區生態損害之經濟補償效益計算公式，以及台灣國有林礦區生態系統服務貨幣化之問卷成果，提請討論。

王鑫博士(中國文化大學地理系)

本案目前只做個案研究，離成為通案(法規)還有一段距離，建立理論模型外應先有概念架構圖，交代個案研究限制以及為何選擇這些生態系價值來做評估，再說明未來的研究需求。本案的研究是具有前瞻性的，但要落實還要努力。

顏聖紘博士(國立中山大學生物科學系)

森林遊憩中 CS 參數如何估計？生態旅遊是低消，是否會產生低估問題？

生物多樣性損害的願付價格項目，每個地方有意義的物種或地景並不相同，且人對物種的喜好是有偏見的，問卷上是否應使用一致性的標準，減少價值判斷的偏差？是否應讓民眾了解每個生態系的獨特性與不可恢復性，例如亞泥做的植生復育不可能進入演替或回復至原狀，但民眾也許覺得地景很美。

4.宜蘭和花蓮的居民收入不同，其願付價值的評估是否適用在西部？

趙榮台博士(農委會林業試驗所)

會議記錄應包含執行單位的回應，每次會議應將前次會議的意見或建議羅列出來，附上執行單位的回應，並說明在報告中做了哪些修正(或不修正的原因)。

上次的會議記錄陳述有誤，會議記錄應該先給發言人過目，確認無誤。

我上次發言的原意是當生態系服務因人為開發而劣化時，可以尋求各種不同的補償措施，付費(經濟補償)只是其中一個選項。生態補償應以減輕對生物多樣性的影響、恢復生態系服務為優先，不是收取費用(或提損害單位的金額)了事。開發之前就

應該避免破壞生物多樣性和生態系服務的劣化，本案在開發後評估生態補償的可能性，即使提高收費（經濟補償），也無助於恢復生態系服務。所有收取的費用都應該用在恢復生物多樣性和生態系服務上，而不是像環保署那樣，徵收鉅額空汙費，空氣品質卻每況愈下，完全是本末倒置的作法。生態補償的其他選項包括責成開發單位或礦業局在一定期限內恢復生態系服務。

本案的標題是「...生態損害補償(含社會經濟價值)評估...」，附件二的標題則是「...生態價值損害評估...」，前後不一，請修正並統一用詞。損害評估 (damage assessment)、生態系評價 (ecosystem valuation)、生態補償 (ecological compensation)、經濟補償 (economic compensation) 各有定義，使用時切忌隨意堆疊名詞。招標單位的行政人員對這些名詞可能一知半解，執行單位都是學者專家，就應該在內文中釐清觀念（即使已經無法更動標案的案名）。

本案目前的評估都是按照前人做過的方法，其實還有多類的生態系服務未經評估（例如評估調節災害 (disaster regulation) 的服務），建議在方法論上嘗試創新。

吳珮瑛博士(國立臺灣大學農業經濟學系)

會議紀錄太口語，需修改成書寫用語。

建議報告撰寫時，應先介紹何謂生態系統服務，再針對臺灣林地中有潛力的礦產，針對林務局認為重要的以及本案可執行的生態系服務價值來評估，因此需先界定好範圍，並要求前後的一致性。

森林遊憩效益估計是 total value (含使用價值與非使用價值)，而非 CS，需要再仔細查閱文獻。site 的類型要交代清楚並釐清是否與曾老師的部分重複。

曾老師的問卷部分應加以修正

(1) p.63 第三行“本問卷僅作學術研究”不應出現在 CVM (Contingent Valuation Method) 中

(2) 個人資料統計應放在問卷最後

(3) p.65 出現“無法讓左右都一樣”與“拒絕回答”選項的目的為何？

(4) 職業應改為行業或增加職業別

(5) P.67 Q9 補償金額沒有對應補償方式

(6) p.69 出現“請問你最近是否有接受過林地生物多樣性的意見調查”的目的為何？

(7) P.70 訪問不應出現考受訪者專業性問題，以免受訪者可能因有壓力而提供有偏差的答案

(8) p.70 註解中已含暗示，會影響受訪者作答

(9) 敘述統計呈現方式需再作修正

(10) 問卷中不適合同時有開放式問題又提供選項。

林信輝博士(國立中興大學水土保持系)

1. 森林遊憩效益的兩種評估方式(模式與問卷)沒有連結，無法相輔相成。

洪鴻智博士(國立台北大學不動產與城鄉環境學系)

本案為林務局推動政策做後盾，但至少要做到一致性，說明為何選擇此四項生態系服務價值評估，並與法令作連結，才合乎邏輯。

生態系服務效益評估結果屬於上限，可能為天文數字，但實務上可能較需求的是下限(損傷的部分)，若本案無法即時做出，至少將方法(公式)清楚呈現，以利於林務局做政策溝通。

簡報檔中第 19 頁中，水價格估算較合理的為 21 元/m<sup>3</sup>，但礦區水資源價值的估計明顯太低，需補充說明計算方式。

**礦業局黃組長**

礦業法正在立法院審查，本局也了解會與林務、環保、水保等相關機關密切溝通。立委亦詢問有關開採方從取得礦權、用地、礦場關閉執行復墾等每個階段的主管機關為何？收取、使用、退還保證金的時間點與認定標準為何？林務局進行本案也讓礦業局了解不同領域專業的意見。

目前需要建立行政流程的大架構，將國有林地礦區這部分納入架構中(含給付金額計算、基金使用重點、各機關協調方式等)，但正值行政組改的階段，計畫是否繼續延伸可再跟委辦機關討論。

**林務局范課長：**

核定礦業用地要經由礦業局，後交由林務局處理，開採方拿到許可後到地方政府辦理容積率，與用地變更，地方政府不參與核定國有林地租用的階段。

#### **執行團隊及委辦機關發言與回應**

計畫主持人林幸助博士

1.本計畫委辦單位為林務局，由於國有林地礦區收費的計算方式過去並不包括生態補償的部分，因此希望借此計畫將生態損害補償與社會經濟價值的評估計算進去，提供未來礦業租用林地收費的依據。

2.非常感謝各位學者專家的建議，有些建議是本案需要再努力的地方，但立法的部分本案提供的是想法與建議，後續還是請林務局推動。

**蘇義淵博士：**

**回覆吳珮瑛博士：**

1.本案目標是國有林地出租給礦業用地，與林務局與本案老師們討論後訂定的方向為搜尋各國礦業法是否有關於生態補償的部分，而非看各國跟生態、生物多樣性相關的法律，造成誤解請見諒。

2.在臺灣的法律中沒有針對保護”生態”的法律，對生態也從未有過定義，現行的環境法規，只有針對物種本身的野生動物保護法(珍稀與瀕絕)和動物保護法(寵物與經濟動物)，文化資產法(文化資產與自然地景)，因此本案考慮將科學界的生態定義，轉成立法和主管機關可以了解的生態定義，這一大挑戰，需要多做討論。再者，本案限定在林地轉成礦區的部分，是否適合在此界定廣義的生態，也是需要考慮的。

回覆顏聖紘博士及洪鴻智博士：

1. 本案搜尋各國礦業法中，的確都有規範主管機關，主要為礦業的主管機關，如有其他特別事項與行為如礦區包含濕地時，再加入各相關機關。
2. 管理基金的對象目前尚未討論，是否分開收取開採時生態損害補償與復育廢棄礦場的費用也尚未決定，本案僅就搜尋各國法律後給予建議。
3. 以本案的設定，其主要的主管機關應為林務局與礦業局，而環境影響評估為環保署的管轄範圍，但提出對象應為開採方向礦業局申請，礦業局再向環保署提出，而林業復育則由林務局負責，但目前尚未考慮是否需要如同環境影響評估再成立一個專家小組來審議。
4. 關於中央與地方的權責界定，因為對象是國有林地，所以沒有初期審議沒有地方機關的涉入。本案處理範圍在整個國有林地採礦的流程中屬於前期，開採方需經中央許可取得國有林地，並由林務局收取費用，開採方取得許可後才到地方政府申請容許率。因此地方在前期沒有參與空間，但基金可以規劃部份交由地方使用。又，以韓國的自然環境保育法為例，國有林地應由國家先行基礎生態調查，但臺灣要以相同方式進行可以再討論。

柳婉郁博士

回覆吳珮瑛教授、顏聖紘教授、林信輝教授

1. CS 為誤植，應改為 WTP 較為妥適。
2. 森林遊憩用 440 份文獻的願付價格來估計，使用方法為 meta 方式，以 TCM 與 CVM 作為方法變數，並非使用問卷來分析，以次級資料再使用經濟模型分析。
3. 森林生態旅遊即使若沒有任何花費，也會有時間成本與交通成本，仍可計算出願付價值。

曾偉君博士

回覆顏聖紘博士

1. p.70-71 列有物種數，顏老師建議的獨特性與不可回復性會再考慮。
2. CS 參數的估計有加入交通成本、時間的機會成本(不來遊憩的話，相同時間可賺多少錢)，因此不會低估太多。
3. 願付價值的部分，雖然收入少，花費較少但滿足程度高，所以計算起來也不會偏差太多。

回覆吳珮瑛博士：

吳老師的建議受益良多，本案問卷的設計精神在將這個土地的所有資訊，用最有效的方法傳遞給受訪者，且符合學理，例如註解中的暗示其實是有被計算在其中的，因此有信心保證這份問卷的價值。敘述統計的呈現方式與其他寶貴意見會再做修改。

### 三、第三次座談會紀錄

臺灣國有林地礦區生態損害補償 (含社會經濟價值評估)費用案

第 3 次專家座談會會議紀錄

壹、會議日期：民國 107 年 5 月 14 日星期一) 下午 14 時 00 分至 17 時 00 分

貳、會議地點：宜蘭縣政府第三會議室

參、主持人：林幸助博士

記錄：張顥嚴

陸、出席者(如附簽到簿)

柒、主席致詞及規劃單位簡報(略)

陸、討論事項

案由：有關目前國外對於礦區生態損害補償現行法規之研究成果，提請討論。有關目前本案研擬礦區生態損害之經濟補償效益計算公式，以及台灣國有林礦區生態系統服務貨幣化之問卷成果，提請討論。

張鈺光博士(國立高雄大學法律學系助理教授)

議題很重要，但是，不是針對礦區開採，而是針對生態補償的制度建立。主要針對礦業法以及森林法，但是當初法律制定為經濟永續而非生態保育，但是歷次修法已逐漸將生物多樣性的概念帶入法律中，計畫是針對生態永續或是生態補償部分。要處理這個問題有幾個考慮面向，直接立法、主管機關法規依據，或者利用契約的方式來規範。

補償成立、補償範圍都可能涉及因果關係，如何判斷？

受害者可能有主管機關代行損害權力，到底是由誰來主張權利，但是回饋可能被政府拿走的問題？

城鄉再生促進法？若要立法可能要有一個明確的目標，但是不是本計畫的主要目的，因為提到相關即可

林務局可能一開始是針對租金部分，我們是不是可以將回饋金作為環境信託基金，以維持生物多樣性的維持運作，可以作為台灣相關的案例一個滿好的契機。

陳凱俐博士(國立宜蘭大學應用經濟與管理學系教授)

1.收補償費為什麼要訂立 20 年期限？

2.國有林內會可被允許採礦，如果生態補償出來會不會被允許都可以隨意在國有林開法？

3.每個價值可能會牽涉到其他價值，所以個別算出價值後再加總會不會有問題？彼此之間可能會有相關聯？

4.土石流發生的損害多少是由礦區產生？計算出來後可能是一筆天文數字，因此在研究方法上面可以要注意選擇，通常沒有方法才會用主觀調查，利用客觀數據去校正高估的部分。

5.森林本身是否會影響氣候變遷？

6.各因素間用加總好還是相乘好？在做結論時必須要注意其不同的結果。

斐家騏院長(國立東華大學環境學院院長)

計畫的目的可能是為了要求日後利用國有林地的生態補償，但是這樣設定生態補償可能會受到使用者的挑戰，一個地方可能原本就不會開發，那如何量化它的價值？美國在進行行政評估時，他們各個單位裡面都會有不同的專家在不同部會，因此要運用美國案例可能要考慮台灣是否能實行？美國的瀕臨絕種動武法是很嚴格，只要發現一隻瀕危動物就會整個停止開發，台灣是否能做到這樣？

從各國法令來看，似乎都是走事後回復的補償。而回復不是只是種樹，而是要環境持續監測，讓生態回復到最接近原始狀態，林務局該何落實審查主提出的生態恢復計畫？

只利用基地面積去評估生態影響可能會低估影響的範圍？

原有的廢棄礦場，就在國有林班地上，林務局可以利用這些已經荒廢的國有林班礦場，看系統恢復的狀況來訂定恢復的標準。

我們最終會希望使用主要負責恢復現場，或是提出一筆預算來讓政府恢復。

第二次發言

1. 希望以更高的法律位階來進行生態補償事宜。

2. 新的礦權核准之前應該要有很多階段，可能就會受到限制。當一個地方已經可以被使用，為什麼還要生態補償？如果新場址有遊憩價值、生態，就應該反映在租金上。如果一個地方可以被准許開礦，可能都已經排除可能的生態補償，對於不可預期的損害要進行補償，可以在行政契約中明訂。

3. 續約問題，他已經造成當地居民問題，再展延時就要列入審查項目。

4. 我認為我們目前的法律已經充足，可以利用現有的法令，將租金提高。以過去開採經驗，就可以知道對於生態的影響，在續約時都可以列入考量。對於採礦業這是要增加租金、或是負更多的責任，對於不預期的災害要進行監測。

5. 核准或續約前要對當地礦區現況及發生之損害進行了解，核准後需其開採過程要進行監測，最後考慮到如何恢復。恢復所需的時間可以從過去荒廢的礦區的復育情形去評估所需要的時間。

6. 生態補償所收取之費用必須以信託的方式進行，避免球員兼裁判，並由信託基金來評估恢復狀況。

陳永松博士(國立宜蘭大學森林學系助理教授)

開發一定會有損害，如何做到異地補償？每個人在計算生態服務或是生態補償的價值基礎都不一樣，到時候要如何選擇最佳的補償價值？計算基礎應該要更精確。計算基礎中，如何界定災害損害的範圍或是時間。站在生態的立場我認為可能要利用永續的概念七個世代，可能就要以 140 年進行計算。我認為這是一個很新的概念，但是我認為可以帶入永續的概念

漢聲 (宜蘭縣南澳鄉東岳社區發展協會總幹事)

1. 研究範圍可能只以信大水泥礦區為主，但是在部落住民來說，只要一下雨就會引發土石流。幸福水泥 20 年前也是因為土石流廢棄，應該要以整個區域作為補償範圍。

崑浪 斗力(宜蘭環境保護聯盟)

一般而言，如果礦區牽扯到人(社會)，他就有義務要跟在地區民溝通，他開礦會產生的影響，並不是只有針對生態環境。

開採過程所產生的污染，是不是就要先針對可預期污染進行補償，以及未來不可預期污染的補償。

我們在討論一個地方的時候，最被影響的就是礦區周遭的人，如果這是國家發展必要的方向，至少要讓我們知道開發的過程、範圍，都應該要知道開發的進程。

有時候影響範圍不是只在礦場附近，可能會影響整個生態系，例如毛蟹整個洄游的路徑都會受到影響。

應該要多跟在地居民討論，因為專家學者有自己的專業，但是當地居民會有自己的想法，在針對於補償評估的時候都應該先對居民提供相關訊息。

問卷的發放範圍可能要擴大。

業者該付錢給誰，我認為不是今天討論的重點。價值的評估應該要考慮動物，對於在地原住民，首先不要影響我們的居民太多，雖然給我們許多醫療福利，但是我們環境破壞已經不可逆。.

劉啟斌技正林務局羅東處

1.有關礦區的租用，林務局必須要確定符合林業法規定，才會核准國有林地租用礦場。雙方依據租賃契約，給予出租。

游朝富技正林務局花蓮處

1.林務局的租賃利用採購法，因此不會稱行政契約。

黃竹君小姐(礦務局)

1. 礦區面積與範圍的訂定，需要特別釐清。

#### 執行團隊及委辦機關發言與回應

蘇義淵博士：

有關生態範圍，目前法律中並沒有明確說明生態為誰所有。如果我們要礦業業者補償，我們得先證明生態屬於誰所有，主管機關應該歸誰有權限。礦業屬於不動產，但是生態需要加以定義才知道他到底屬於動產還是不動產。

森林法修法過程雖然有帶入生物多樣性概念，但是都只提到生物多樣性，但是沒有很明確定義，生物多樣性跟生態我們應該要如何規範，未來我們針對立法或是規定，我們會再進行討論。

修復的費用是否由主管機關代行權力，但是是否考慮回饋給當地居民。當地居民可能是由國家優良管理而間接受惠，並非直接回饋。

4.早年礦與林務，可能都屬於經濟發展，所以才會在國有林地裡有礦業發展。未來是否礦業與林業都要有生態補償的辦法？

柳婉郁博士：

計算基準為 20 年，其原因為每一次採礦權期間均為 20 年，若申請展延，亦以 20 年為限。因此本計畫選 20 年來進行分析計算。

林務局對於礦區租金可能收取費用過低的問題，因此林務局透過此次計畫，期能分析較為合適的收費依據與價值評估，故本計畫才利用此兩礦區做為範例進行討論。當受害者不明而人數過多時，政府需要介入故有生態系服務給付/生態損害補償的概念。由於我們沒有辦法知道 20 年前的狀況，所以我們利用損害成本法，讓林務局有一個補償上限的收取參考。

價值種類會不會有彼此重疊計算，目前來看並沒有這樣的狀況。以本計畫的兩個案

例來做個案研究進行分析，希望這樣的結果可以提供政府參考。關於研究基準問題，我們會釐清基準點不同的問題。

水涵養的價值估算，以水庫建造成本進行價格估算，此為重置成本法，本計畫有考慮各國匯率進行評估，並考慮不同年份之物價進行換算，我們會進一步在報告中補充說明。

曾老師：

林務局未來會傾向不核准，因此不會有人有錢就可以開發國有林地的現象。

有關土石流的風險很難量化，特別是土石流是否由礦業所產生之間的關聯很難量化，利用的方式是因為要將土石流可能影響不得已用問卷的方式進行。

對於問卷調查區域的擴大，例如東岳與東澳很難分隔，會再行考量。

林幸助博士：

本案會訂定一個整體操作流程表，以利後續進行。謝謝各位寶貴意見，我們會將意見於期末報告中修正。

### 第三節 審查委員意見

本案歷經三次審查會議，分別為二次期中及一次期末報告，茲將委員之意見與本計畫團隊之回覆總整為如回覆表。

#### 一、第一次期中審查意見回覆

| 委員        | 審查意見                                                                                                          | 回覆與辦理情形                                                                                                                                                                                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 廖委員<br>安定 | (一)主要工作項目八項，第一次期中查核項目，依報告符合查核的進度，執行成果後續研處執行依據。                                                                | 遵照辦理。                                                                                                                                                                                    |
|           | (二)研究報告(p47)提議採礦徵收生態保護補償金應由林務局執行，予以支持，但要注意徵收項目不要重複，合理性要適當，並建議在相關法規予以修正或補充，以符合適法性。                             | 已經檢討與相關收費法規與辦法。將於稍後報告內容檢附結果。避免有重複課徵之現象。                                                                                                                                                  |
|           | (三)評估計算礦區生態損害補償、計算，如涉及非市場價值項目較不易為評估，其研究方法，調查項目或問卷的訪問對象應審慎選擇，以利爾後協調溝通及利用。                                      | 1.感謝委員之寶貴意見，在評估與計算礦區生態損害補償時，諸多涉及非市場價值之項目確實較不易進行評估，因此在相關研究方法與調查項目的選用上，本計畫已依委員所述，於 <b>P.141-P.148</b> 中對於研究方法之選擇與評估對象增加論述，以利後續相關研究之使用。<br>2.已經依照委員建議審慎選取，社區問卷訪問對象之身分別亦已做紀錄，將來可以計算身分別之損害補償。 |
|           | (四)生物多樣性及棲地特有動植物保護，受到損害評估或服務價值計畫，為過去未有研究計算，採問卷調查對象中，探討民眾支付意願(willing to pay)之民眾意見調查，應如何連結，請補充說明。              | 感謝委員建議，新版問卷已經在全國問卷融入物種資訊(如哺乳類、兩棲類、鳥類)，後續團隊將進一步修正以更精準呈現生物多樣性。                                                                                                                             |
| 羅委員<br>紹麟 | 基本上已完成主要工作項目，包括蒐集文獻篇數、標準及方法介紹及國際上所採用的費用方法，最後是法律依據等均已略描述，惟一些小處請酌予補充或建議：<br>(一)抽樣調查中對礦區附近居民與全國居民調查是否相同，其解釋能力是在經 | 社區主要為國土保安損害之估計，全國則主要為生物多樣性損害之估計。在 95%信心水準下，社區抽樣誤差為 5%，全國抽樣誤差為 3%。關於支付方式有詢問受訪者，因為是消費者端之問卷，因此，聚焦於回饋方式(現金、村里經費、水保經費等)，                                                                      |

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 濟效益兩者關係如何釐訂，此中涉及 CVM(CVM 法)本身也有一些弱點。尤其開礦生態損失列入租金或用回饋方式辦理，可能需要再進一步加以分析。                    | 期收取方式則可能為租金。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| (二)各國礦業法對補償規定基本上有兩大類型：1.預防性的，即採事前規劃方式，2.事後補償罰款方式，何者較能適合於臺灣之情況？                            | 從國外立法例參考，大多以修復計畫附加履行保證金的方式處理。因此較為偏向預防性的規劃方式。有鑒於我國國民對於生態保護意識逐漸提高，宜以事先預防規劃補償之規定。                                                                                                                                                                                                                                                |
| (三)在林內開礦，其空間管理單位或機關不同(法規亦有差異)，管林者，僅能限於管林有關為限，否則易生不明。非專業，甚至對收益，成本之定義範圍可能有異？                | 建議在徵收相關費用時，輔以相關機關的意見，由礦業機關管理審核礦業之開發行為是否妥當，而由林業機關審核開礦行為與林業相關的生態評估。亦即仿效美國多重機關審核之機制，但最後由林業主管機關負有最後決定之權。如此才不會對收益，成本之定義範圍的評估有所偏頗。                                                                                                                                                                                                  |
| (四)對 PES 損害補償的例子，國內外 33 案，其中對林業研究較少，其他領域(牧地、草原)則較多，而以賠償彌補的觀念反而甚多，仍建議再增列一些林業方面之研究。         | 感謝審查委員之意見，在本文 PES 損害補償之國內外案例中，本計畫已遵循委員指示，針對林業方面之 PES 損害補償進行相關文獻與案例之補充，詳見內文 <b>P.90-114</b> 。                                                                                                                                                                                                                                  |
| (五)生物多樣性是一種綜合觀念，不易分割處理，生物性及非生物性都有，會有直接及間接或顯性及隱性，故處理不易，也較複雜，如 p74 以後之發展出七大類型的評估方法供吾人如何去選擇？ | <p>1.感謝審查委員之意見，誠如委員所述，生物多樣性包含遺傳、物種與棲地三個層面，為一綜合之觀念，而不僅只生物多樣性，諸多生態系統服務功能皆可能擁有直接與間接，顯性與隱性等諸多效益，因此如何在複雜的概念下進行評估，以及在後續發展之各類型評估方法中進行選擇，本計畫已於於 P.79-P.83 中統整各研究所提出之改進與強化生態系統服務給付的相關建議，而在方法之選用上則應依據評估地點與對象，針對不同區域尺度、基礎資料完備性以及評估對象做較適當之選擇。</p> <p>2.感謝委員建議，因處理不易，也較複雜，我們將聚焦生物性，新版問卷已經在全國問卷融入物種資訊(如哺乳類、兩棲類、鳥類)，後續團隊將進一步修正以更精準呈現生物多樣</p> |

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                             | 性。                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| (六)墨西哥本來就無砍伐森林者，可用較低的付款金額，如此解釋則似善良的人更受到懲罰，缺乏正義公義之嫌，林務局更不能引用。                                                                                | 1.感謝審查委員之建議，關於給付金額的額度，主要是用以解釋政府在進行相關計畫時，若林地主或林主，其經營森林之目的本來就以公益用途(例如增加生物多樣性、水源涵養、土壤保育、碳吸存或保護環境功能等)，政府用於輔導其配合政府相關政策之總體成本會較低，並非因此而刻意給予其較低的金額補償費用，故整體來說政策層面上，墨西哥的案例之中，主要聚焦於林地主參與政府政策方案的相關經濟考量因素，其結果提供納入成本效益平衡之觀念，故林務局在相關政策制定之下，可以參考其在成本、效益平衡所應用之概念。對於內文中敘述不清楚之處，已進行修改和補充，呈現於內文 <b>P.105-P.106</b> ，再次感謝審查委員之寶貴建議。 |
| (七)表 15 有非商業性森林及用於恢復採礦點等二類，似乎較近臺灣的現況。                                                                                                       | 1.感謝審查委員之建議，表 15 主要是整理中國目前實施生態系統服務給付的情形，分為計畫、付錢者、收錢者、收錢條件以及付錢準則等五部分，誠如委員之建議所述，對於第二項非商業性森林之應用類別和第五類用於恢復採礦點兩項方式，就臺灣的情況來說，有其參考價值，故可提供決策單位和政策制定單位，進行相關計畫策畫時參考，再次感謝審查委員之建議。                                                                                                                                        |
| (八)目前國有林地的環境條件是否與濕地保育法脗合，如何引用，如不當引用則產生之損失更大。                                                                                                | 並不吻合，因此並不建議引用濕地保育法規定。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| (九) 其他文字請再檢查：<br>p103，根據表 11，其中 Kolinjivadi <i>et al.</i> ，係指表 12，非表 11。<br>p104 中敘每年約 10，00 萬美元？應再確認。<br>用空照照片來問居民，是否有恐嚇之情，是否屬正確的引導？空照照片與農 | 1.感謝審查委員之指正，已重新確認和修正誤植之敘述部分，內文之敘述已遵照委員之建議進行更改，再次感謝委員之建議，修正之敘述呈現於內文 <b>P.134</b> 。<br>2.感謝審查委員之指正，此部分敘述為誤植，已重新修正為正確金額，更                                                                                                                                                                                        |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | <p>地開墾空照有何不同？</p> <p>p146~147 專家座談會名單建議，生物生態(12 位)、地理(1 位)、經濟(5 位)、法律(3 位)、環境解說(2 位)，是否應再考慮原住民？因礦場很多會涉及原住民權利問題。</p>                                                                                                                                                 | <p>正後內文呈現於 <b>P.135</b>。</p> <p>3.感謝委員建議，改用團隊製作之圖片，應該屬於適當引導。農地開墾之地面表土仍在，礦區圖片都不是農地開墾所致。</p> <p>4.感謝委員建議，我們已將原住民代表加入邀請，但當天因村長、原住民牧師因事，未能參與，將來將更積極邀請</p> |
| 關委員<br>雅文 | <p>(一)本計畫蒐集資料豐富，蒐集許多文獻與法規。其中法規部分，已蒐集外國既有法規;另仍建議可再分析相關學術研究文獻對此議題法規設計之學理分析。</p>                                                                                                                                                                                       | <p>謝謝建議，將陸續增加相關文獻。</p>                                                                                                                                |
|           | <p>(二)研究地點樣區選取方面，因礦區開礦時程已久，地景與生態跟原始未開況前之生態、林相、動植物等應多有差異，以礦區邊界外擴 5 公里區域為生態、林相、動植物蒐集資料對照，是否可作為採礦前後生物多樣性及動植物資源差異之依據，請說明。</p> <p>開礦前後之狀況調查與研析，將影響後續 CVM 情境分析設計，因目前的版本此研究目前 CVM 情境設計，是以期望回復為開礦前的狀況為其假設情境的效益變動因子，惟礦區在開礦前的原樣是什麼，是否可提供學理或實證上的依據，俾利作為 CVM 情境設計之效益變化對照依據。</p> | <p>1.因當地開礦已久因此採用鄰近地區為調查現地，因此在海拔高及地形選取儘量接近現場。另外擴 5 公里為考量野生動物之移動距離與領域範圍，為合理之範圍。</p> <p>2.礦區周圍林相之狀態，應該就是最接近礦區在開礦前的原樣。</p>                                |
|           | <p>(三) 抽樣部分，如研究中撰寫，預擬抽樣周邊社區 540 份，全國 1068 份。抽樣設計之誤差值設定為何？</p>                                                                                                                                                                                                       | <p>社區部分，母體 1,728 戶，在 95%信心水準下，考量實際執行狀況，抽樣 467 份，抽樣誤差為 5%。而全國 1068 份，在 95%信心水準下，抽樣誤差為 3%。</p>                                                          |
|           | <p>(四)問卷設計採取 WTP 的問項，問卷情境圖又提供為開礦前的樣貌，告訴大家在礦業公司開採後變成現在光禿的樣子。如此的問卷設計與情境機可能發生大量的抗議樣本，甚或可能提高拒訪率。建議修訂問卷設計與情境設計。</p>                                                                                                                                                      | <p>已經依照委員建議修正問卷，經 4 次初步試訪及 1 次現地試訪，拒訪率不高，抗議性樣本比例亦不高，顯示問卷可行。</p>                                                                                       |
|           | <p>(五)究竟問卷擬評估補償剩餘或對等剩</p>                                                                                                                                                                                                                                           | <p>社區及全國問卷擬評估 WTP, 在本</p>                                                                                                                             |

|           |                                                                                                                 |                                                                                                                    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | 餘或是其他效益指標，要採用 WTP 或是 WTA。效益評估指標、與效益改變因子設定與問卷的情境設計息息相關，請於設計時考量。                                                  | 案即為均等變量(equivalent variation; EV); 此外，為了避免抗議性樣本過多，社區問卷亦會先問 WTA 問題，其擬評估之 WTA，在本案即為補償變量(compensating variation; CV)。 |
|           | (六)建議重新規劃設計問卷情境設計與問項的排序，當然若考量到問項的排序可能影響填答，要設計相關的訪問方式，確保受訪者不會跳題。                                                 | 已經依照委員建議修正問卷。                                                                                                      |
|           | (七)問卷的情境設計，請界定評估範圍（如說明面積等），並說明效益改益程度（與礦區目前生態與未開採生態有關）的界定，另有關支付工具的設定，應透過試訪，選取較為適當之支付工具。假設情境設計需妥適考量。目前的問卷設計應審慎修訂。 | 包括支付工具的設定及假設情境設計，在新版已經依照委員建議修正問卷。                                                                                  |
| 洪委員<br>鴻智 | (一)本計畫之資料收集豐富，亦原則符合期中報告進度。                                                                                      | 感謝委員                                                                                                               |
|           | (二)建議除整理各國生態補償徵收標準與方法外，可進一步進行綜合分析，提供可參考之模式與內涵。                                                                  | 謝謝建議，將進一步提供分析結果。                                                                                                   |
|           | (三)p127~128 之圖示，建議能更清楚之區位分布說明，及其現況之分析。                                                                          | 兩處礦區物種圖示已作修改(圖 7、圖 8)，更清楚顯示其區位分布。                                                                                  |
|           | (四)關於臺灣礦區生態損害補償公式，除列出相關文獻做法外，建議可更具體提出適合臺灣之補償公式與徵收方式(含相關法令修訂之建議)。                                                | 謝謝建議，將進一步提供分析結果並提供建議。                                                                                              |
|           | (五)關於 p127~131 之物種調查過程或資料來源，可再更具體說明。                                                                            | 各類野生動物之調查方法以補充於內文中。                                                                                                |
|           | (六)關於社會經濟價值調查與問卷之後續分析方法，建議可再深入說明。                                                                               | 感謝委員建議，後續會將 WTP, WTA 等問卷之後續分析方法，加以深入說明。                                                                            |
|           | (一)p17 生態補償法令分析部分(p17~47)已整理六個國家資料，唯國外法令分析有的國家整理很仔細，有的則草草帶過，建議應整理國內外法令分析成一個總表，明列比較重要比較項目，方便閱讀。                  | 謝謝建議，將進一步提供分析總表並提供建議。                                                                                              |
|           | (二)生態損害之經濟補償文獻分析也應整理成一個完整比較統計表，列出重要比較項目，另 p52~p73 文獻清單建議移                                                       | 感謝審查委員之建議，生態損害補償之經濟文獻分析部分，在相關表 11 中，已經有針對不同國家、不同生態                                                                 |

|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                          |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 邱委員<br>祈榮  | 至附錄。                                                                                                                                                                                                                        | 地區之生態損害補償之案例進行整理，在相關描述部分，以增加敘述來強化表格之分析。並已遵照審查委員之建議，將 <b>P.82-P.114</b> 所提及和引用之文獻，重新彙整至生態補償文獻整理，再次感謝審查委員之建議。                                                              |
|            | (三)同樣 PES 生態系統服務給付文獻亦比照前述意見，整理總表比較與文獻清單列至附錄。                                                                                                                                                                                | 感謝審查委員之建議，針對 PES 生態系統給付之服務文獻，已在本計畫中，表列於 <b>P.117P.133</b> 之表 12 中，並且其問卷調查方式，已針對不同的假想問卷之題項屬性和層級，和 PES 的付款方式選擇，分別整理成 <b>P.134</b> 之表 13 及表 14。再次感謝審查委員之寶貴建議，已在相關敘述中增加敘述。   |
|            | (四)p110 計算公式部分，過去林務局已委託建立相關計算公式，並曾分析指出一些計算方法的不適當之處，建議在此應明確指出目前計算方式不恰當或不可行之處，否則建議仍應採用原計算方式，以免政出多門，如水源涵養、碳吸存、生產效益及森林遊憩年效益。                                                                                                    | 感謝審查委員之建議，礦區生態損害之經濟補償效益計算公式部分，確實如委員所述，本計畫所選擇之部分計算方法有其優缺之處，然礙於評估地點與其基礎資料之限制，本計畫已依照委員指示，於 <b>P.141-P.148</b> 中針對目前選用之計算方式不可行之處，以及選用方式之緣由，進行更詳盡的敘述，並補充部分文限於內文中，再次感謝委員之寶貴建議。 |
|            | (五)相關研究資料，建議可從物種、植群及 GIS 等面向整理成表，方便閱讀分析。                                                                                                                                                                                    | 因多數文獻無 GIS 點位資料，將儘量將各文獻予以分類整理。                                                                                                                                           |
| 楊主持<br>人宏志 | (一)背景說明：<br>礦業權者在民國 40 幾年左右，即先把臺灣礦場匡列，除非礦業權者不想擁有礦業權，否則係屬長期擁有，此為礦務局管理範疇。俟礦務局同意礦業權者興辦事業計畫後，涉及租地後，才與林務局有關，租金係由不動產估價師核算。至水土保持計畫，則由縣市政府管理。故一個採礦計畫，會涉及礦務局，林務局及縣市地府水土保持局等 3 個機關。採礦案件經政策環評後，可否找些特區，是否有可行性，還在洽談中，特區成立後，由該區範圍直接移給礦務局管 | 感謝主席提示，將意見納入未來報告中，並於專家座談會中提出。                                                                                                                                            |

|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>理，有些在保安林內，採礦行為，應有退場機制，不要再挖好了。若成立特區，把土地跟林木直接移給礦務局管理，俟礦業權者把採礦計畫完成後，再由礦務局移還林務局管理，目前雖還沒定案，但仍朝此方面辦理。</p>                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>(二)有關一次性收取費用部分，因採礦地點係屬較原始地方，經過採礦後，為一次性的破壞，部分像碳吸存或林木係屬一次砍伐即已沒有，是否適合全面連年收取費用?請研究團隊區分。</p>                                    | <p>1.感謝審查委員之意見，誠如委員所述採礦為一次性的破壞，然而在連年採礦下所損失之礦產與土壤，以及森林復育並非一年即可恢復之資源，因此如本計畫所整理之文獻顯示，應由生態損害賠償者對於受損害影響者(或恢復損害之執行者)，利用破壞環境的獲益來抽成賠償金、復育其他地區來彌補所破壞的地區，或是較常見的金錢賠償方式來進行，而由於本計畫所評估之生態效益價值皆為流量之每年價值，且採礦業者各區所挖採之年限各不相同，因此本計畫期望可計算出研究區域每年森林所能夠提供之效益價值作為相關單位連年收取費用之參考依據。</p> <p>2.感謝委員建議，後續會對適合連年收取或一次性收取作探討說明。</p> |
| <p>(三)另不要重複性收取項目部分，目前有異地補償或恢復到原來的森林等方式，往昔造林費用每公頃約 30 萬元，現造林費用每公頃為 300 萬元，像幸福水泥須繳納 2 億的植生擔保金，該植生擔保金是否也有重複部分，請研究團隊再找相關資料佐證。</p> | <p>經查，因生態保育與並不限於濕地，但是礦區開發並不直接與濕地有關，所以引用異地補償並不合適。謝謝建議，後續分析將在提供。</p>                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>(四)假設森林內之 10 棵樹的水源涵養、碳吸存、林木等 4 個價值計算出來得到損壞價值，應如何恢復到 10 棵樹原有樣態?此為較複雜方式，是否應朝 10 棵樹的價值，直接以計價方式辦理?</p>                         | <p>1.感謝審查委員之意見，若要如委員所述恢復 10 棵樹的原有樣態以及其所提供之各項效益，確實可經由較單純之林木價值以計價方式取得，此計價方式可視為造林成本與成林時間進行評估，亦部分包含於本計畫之森林生產效益評估中(P.145-146)，然而這便無法評估到，森林於採礦期間原先可提供卻損失之生態系統服務效益部分，森林生態系統可提供許多有</p>                                                                                                                        |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 形與無形之服務效益，對於此給付機制之影響與應用本計畫已整理於內文 <u>P.105-106、P.113-115</u> 中，再次感謝委員之寶貴意見，本計畫於計價方式部分亦已加以進行論述與探討。                                                                                                                                                                                                                  |
|           | (五)本案 2 個試驗研究點的屬性是否一致?是否屬保安林?希望 2 個試點性質不同，較有比較性。                                                                                                                                                                                                                                               | 經套疊林務局提供保安林圖層，其中宜蘭縣之信大(太白山)研究礦區部分位屬保安林。                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|           | (六)要考量供給面與需求面，如總投入經費 10 元，扣除生產成本 5 元，收入則為 5 元，若本計畫所計算之回饋費用 6 元，應如何解決?否則造成採礦無效益。                                                                                                                                                                                                                | 謝謝建議與提醒。需要再與其他研究團隊成員討論再確定建議事項與方向。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|           | (七)採礦係對當地社區造成影響，如修改礦業法，以回饋社區的方式辦理，礦業權者是否較願意支付?而非放入國庫，是否較可行?                                                                                                                                                                                                                                    | 以回饋金的方式處理乃是由業者與社區居民之間的約定，屬於私法約定。跟本計畫目的以課徵生態補償的目的不同。而且回饋金的收、付方式亦不合適放入國庫，不符國庫法的要求。故無法收入國庫之內。敬請諒察。                                                                                                                                                                                                                   |
| 黃組長<br>麗萍 | (一)礦場開採會帶來生態環境的破壞與生態功能的損耗，才有補償的概念。本案已參考 TEEB 的分類，惟像水源涵養及水土保持功能，對繳費的義務人會認為已繳納木材之障礙木價金，其收取目的應是相同的，爰本案不應有重疊計算之費用，才不會有政策推動上的困難。查礦業權人須繳納的項目有礦業權申請費、礦業權費、礦產權利金、水土保持保證金、山坡地開發利用回饋金、土地租金及植生擔保生等費用，對礦業權人是負擔，惟礦業是否須扶持，涉及國家政策，故建議本案應重新再確認礦業權人應收費用、收費依據、核算方式，有無重疊的區塊，如有重疊的部分，應詳細論述，俾利本局未來在做政策辯論時，能讓礦業權者理解。 | 1.感謝審查委員之意見，本計畫誠如委員所述，參考 TEEB 的分類針對礦場開採所導致之生態環境破壞與生態功能損耗進行補償之效益評估，而森林所提供之功能與效益眾多，並不僅限於林木生產效益與木材障礙木價金，本計畫所評估之效益已涵蓋 TEEB 四大生態系統服務類別，分別屬於供給、支持、調節與文化此四項，這些生態系統服務被視為人類生存與生活之基礎，因此在評估效益價值之重疊計算部分較少，且本計畫亦整理出各研究在生態系統服務給付的相關改進與強化建議於內文 <u>P.79-83</u> 中，再次感謝委員之寶貴意見，後續與政策推動之連結亦會再進行探討。<br>2.謝謝建議。會在後續報告中處理並討論是否有重複課徵的現象。 |
|           | (二)人民的權利義務須依法律訂之，政策擬收費，亦須有法律依據，目前森林法看不到條文依據，修該法耗時過長，                                                                                                                                                                                                                                           | 建議不要訂定特別條例的方式處理，以免架空森林法的普通法位階。                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | <p>是否有可能考慮特別條例或應如何做，請提供具體建議。在國際上對於礦業的開發及生態補償金之法律制度面研究最多者，尚有英國、美國及德國，請再蒐集此方面的研究報告，俾利本局未來參考。而本局在 99 年訂定已開發行為在保安林地的異地補償原則，採異地補償方式辦理，即開發行為造成 1 公頃林地破壞，應用相等面積的造林，且給予 6 年造林時間，俾利成林，目前有中油公司、臺電公司及風力發電等公司之案例供參。本局對於礦業權人收取項目有土地租金及造林復育擔保金，早已有生態補償費用之概念，希望研究團隊能再提供意見給本局參考。</p>                                            |                                                                                                                                                                                                       |
| 范科長<br>家翔 | <p>(一)有關研究團隊以本局提供圖資套繪卻與列管面積不同之問題，將請林管處再查圖資是否有誤。</p>                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>羅東處與花蓮處已提供圖資，經彙整已作修正，以該 2 處提供轄區礦業用地租地圖資，面積合計 582.2ha。</p>                                                                                                                                          |
|           | <p>(二)採礦生態補償費用，在農委會 105 年 10 月 4 日召開研商採礦所使用之國有林地擬加收環境成本價金會議討論時，即已說明類似於特別公課之性質，惟在國土計畫法有「國土保育費」設計，預計 108 年完成法制作業。惟本局礦業用地租金係請不動產估價師估價，但很難評估採礦之真正收益，須有一定之專業始能評估，如礦脈價值，可採到多少？故一般仍以土地成本來計算，惟本局衡量採礦對生態有持續性之影響，一個礦場開採可能持續數十年，如無違法可以不斷地展延，對生態的影響是持續性的，而特別公課則屬於一次性收取，故未來思考之方向為，是否可將本案所得計算式納入租金查估內，一併處理，以每年繳交租金的方式來辦理。</p> | <p>1.感謝審查委員之意見，本計畫所評估之效益是以「流量」而非「存量」之概念進行效益價值評估，且在評估方法之選用上(如內文 <b>P.141-148</b> 所示)，是以較貼近市場價格之方式進行評估，以期在後續政策面做為參考依據時，可將計算式納入租金查估內，並進行每年之租金繳交辦理。</p> <p>2.我們將努力呈現將本案所得計算式納入租金查估內，以每年繳交租金的方式來辦理的金額。</p> |

## 二、第二次期中報告審查委員意見回覆表

| 委員        | 審查意見                                                                                                                                                        | 回覆與辦理情形                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 洪委員<br>鴻智 | (一)本報告符合第2次期中報告之基本要求。                                                                                                                                       | 謝謝。                                                                                                                                                                                                                     |
|           | (二)建議本計畫可再進一步釐清是針對開礦對生態造成之「損害」補償，或喪失之「效益」補償(或回饋)，臺灣做法為何?應定義清楚，俾利後續推動，應於報告書內單列一節詳細說明。應如何連結後續社會經濟的評估(森林或生態的效益)?<br>臺灣能否用 CVM 的賠償方式?可行性?                       | 1.感謝委員建議與提醒，未來將在期末報告中以單節補充、說明「損害」補償，或喪失之「效益」補償(或回饋)之差別。<br>2.感謝審查委員之建議，本計畫所計算之六項森林生態系服務效益「價值」為生態損害補償費用或環境成本「價金」的上限值，後續將可提供政府作為訂定生態損害補償「價金」的上限值參考。<br>3.經本案之評估，臺灣可以用 CVM 的賠償方式。                                          |
|           | (三)關於報告書第139-146之補償效益計算公式，建議須再進一步說明，其為何適用於臺灣之森林環境條件，公式可以不用太複雜，俾利後續應用。<br>另像使用很多不同的效益(如蓄水、碳吸附等)分項去計算是屬於成本法(應釐清是否有重複計算之效益?)，而一般所提的效益是屬總體效益，兩者之間應如何區隔?請再進一步釐清。 | 感謝審查委員之建議，本計畫所選擇之森林生態系服務效益計算公式，已於第六章第二節理論模型中針對選用方式之緣由，進行更詳盡的敘述。誠如委員所述，本計畫為評估臺灣森林生態系服務效益，於第六章第二節理論模型之參數設定部分，均採用臺灣本土資料進行計算。<br>3.感謝審查委員之意見，本計畫所計算之部分價值有重複計算的問題，所以最後並不會把所有價值加總得到總價值，會呈現給林務局分開的價值。<br>4.我們將以虛擬變數的方式處理重複性問題。 |
|           | (四)關於各項生態價值之評估法，是指「一次」性之總價值，或「分年」評估再累計?應考慮折舊或折現之概念，屬於財務的概念，請再進一步釐清。                                                                                         | 1.感謝審查委員之意見，本計畫所評估之各項生態系服務價值皆有計算20年的總價值和1年的價值，亦有考量到不同時間點價值的差異，使用折現率等進行計算，例如森林水源涵養效益於第六章第二節三、水源涵養效益中公式(19)計算水庫單位容積造價時即使用折現率計算年金。                                                                                         |

| 委員        | 審查意見                                                                                                                                                                            | 回覆與辦理情形                                                                                                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | (五) 關於報告書第 170-243 之社會經濟調查，社區問卷與全國問卷的角色要如何區隔？兩者問卷可做出不同效益，請再進一步說明其目標與定位，特別是否能做為生態效益評估之依據。                                                                                        | 感謝審查委員之意見，關於報告書之社會經濟調查，由於森林之國土保安功能主要是減少土石流風險及土壤流失之價值，其受益者主要是社區居民，因此以非市場才理論結合社區問卷估計之。而森林之生物多樣性功能主要受益者是全國民眾，因此以非市場才理論結合全國問卷分析之，可以做為生態效益評估之依據。       |
| 羅委員<br>紹麟 | (一) 本報告雖是期中報告，但內容已臻近完稿，至少也在 90% 以上，其內容有幾個特點：資料多、來源多、國別多、方法多，初步結果也多，期望能釐出一條明顯合理性，易操作性，提供政府機關執行，才是目的。                                                                             | 感謝指正。本報告已將整體之流程與執行架構單獨呈現於第三章。                                                                                                                     |
|           | (二) 補償與賠償兩者全然不同，宜在此建立法律上、行政上之區別，所謂合法又合理，合法不合理，如政府已出租礦地早已收費，如今又再補繳，此中可能法律上或行政契約的不週全性，故在報告中未來可能優先補充法令之完整性，(昔日沒有生物多樣性的觀念，可能尚未規定，但時變境遷之故)。另外，對補償對象(中央、地方、礦區、個人)應明文規定才有意義，否則爭執將永遠不斷。 | 1. 感謝委員建議與提醒，未來在期末報告中將會整理現行法規中就「生態」與「補償」制度之缺漏，並參考外國立法例，討論現行礦業與森林管理法規架構中是否有可以增補、改進之處，並提交委辦單位參酌。<br>2. 由於修法或立法建議並非本委託案原本之委託內容，因此，將依據委辦單位原委辦意旨，敬請諒察。 |
|           | (三) 各國國情不同(經濟環境、政治條件、反應不同)，引用時，找那些地方最合適臺灣地區，請多大膽建議臺灣宜採何種最適。                                                                                                                     | 感謝委員建議與提醒，已於期末報告中會提出執行法源之具體建議，供委辦單位參酌。                                                                                                            |
|           | (四) 本報告近學術論文型式，請儘量用歸納、簡化，否則論點易分散失焦。                                                                                                                                             | 本報告已將執行流程歸納簡化於第三章。                                                                                                                                |
|           | (五) 本報告在法律上之探討相當深入，表 11 規費多種，所謂合作分工，因受限於機關意識不容易推行，故綜合性整合辦法，若能儘快完成，才可操縱。(礦業對生態陌生，生態保育機關對礦業不熟)，故跨部會之協商宜找出途徑。                                                                      | 1. 感謝委員建議與提醒。<br>2. 現行礦業與森林管理法規中需要跨部會溝通的問題，均僅以規定「徵求」、「徵詢」等方式達成核定的結論。此些方式雖尊重各機關之專業審查，但也因此較法看到有專責單位負責的狀況。<br>3. 未來行政機關組織再造係將礦務                      |

| 委員 | 審查意見                                                                                                         | 回覆與辦理情形                                                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                              | 局與林務局合併至行政院環資部轄下，是否可以達成較妥適的管理目標，有待後續觀察。                                                                                                                                                                    |
|    | (六)礦區生態損害之經濟補償效益計算，雖有多種類型，水源、碳吸存、木材、遊憩，尚有其他野生動物植物等包羅萬象...，補償儘量不要重複計算。另請考慮調查木材是大於直徑 1 公分者，有何意義?屬灌木層。          | 1.感謝審查委員之意見，本計畫所計算之部分價值有重複計算的問題，所以最後並不會把所有價值加總得到總價值，會呈現給林務局分開的價值，另外林木生產效益與碳貯(吸)存效益的部分，有鑑於礦區經採礦作業已無森林存在，故本計畫進行 7 種森林組成情境之假設，且選擇之樹種皆屬喬木類且林齡 20 年。<br>2.在現地查核之現地因調查樣區多屬小徑木，因此加入 1 公分的調查。未來實際執行則應依林分調查之需求進行。   |
|    | (七)意見調查包括居民、社區、一般民眾等，其反應間有何關係。WTP 與 WTA 差距大有何意義?差異有 4 倍到 8 倍，從柱狀圖可看出，社區最重要的是空氣與水土保持這二點，其他是次要，可直接告知老百姓，使其簡單化。 | 1.感謝審查委員之意見，由於森林之國土保安功能主要是減少土石流風險及土壤流失之價值，其受益者主要是社區居民，因此以非市場財理論結合社區問卷估計之。而森林之生物多樣性功能主要受益者是全國民眾，因此以非市場財理論結合全國問卷分析之。WTA 正式調查後之計量模型分析結果不符合學理，因此最後僅呈現 NOAA guideline 建議的 WTP。空氣與水土保持因問卷已經完成，無法更動，未來執行將參照委員之建議。 |
|    | (八)專家座談會中指出許多論點相當不錯，宜多參考。                                                                                    | 已將三次專家座談會之意見整理於第九章，並納入期末報告。                                                                                                                                                                                |
|    | (九)齊柏林的影響不用拿太多出來強調，只會徒增誤解與對立。森林價值有多種，非只有提到上述數種，生態系服務價值是大帽子，要蓋住頭髮仍有不足，故接近或最接近就可，因未來隨時間、空間仍有改變之可能。             | 綜合考量多位委員建議於全國問卷已刪除齊柏林之敘述。                                                                                                                                                                                  |
|    | (十)有關木材價值之研究，可參考任立安的研究，至翡翠水庫研究部分，可參考盧英秀的論文。時變境遷，資料會有變化，但仍可比對參考。                                              | 感謝審查委員所提供之資訊，未來進行各項效益比較時，會納入並進行參考。                                                                                                                                                                         |

| 委員        | 審查意見                                                                                                                                                                                 | 回覆與辦理情形                                                                                                                                      |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | (十一)其他完成的資料皆符合期中報告之管制點，合格。                                                                                                                                                           | 謝謝                                                                                                                                           |
| 廖委員<br>安定 | (一)本次計畫應執行完成問卷調查(2個)及專家座談會(1次)，依報告相關資料與預定規劃進度相符，進度檢核原則無意見。                                                                                                                           | 謝謝                                                                                                                                           |
|           | (二) 根據學者專家建議，徵收補償金之法律基礎比較弱，國內外情況不同，國內是徵收補償金，定位不要重複，應將論述其合理性、可行性，應收與不應收項目及計算基礎。尤其農委會討論「環境價金」時，曾邀集國發會、經濟部等單位與會，皆強調不重複收取。本報告資料豐富，未來要落實立法、行政與管理上，釐清有助於後續政策辯護，尤其是採礦後之回復計畫與環境價金間的關係，一定要釐清。 | 1.感謝委員建議與提醒。在期末報告中將會釐清，避免相關「生態補償」「環境價金」的研究建議會造成重複計價的狀況。<br>2.目前本案並未規劃提出立法意見或草案，但已於期末報告進行法理的建議。                                               |
|           | (三)太白山與勇士山等2個社區問卷調查差異很大，如太白山礦區社區調查結果，有53.4%認為採礦無影響，51.3%不願意接受補償，不知其原因何在，此問卷有無代表性，資料能否採用？尤其從統計的立場來看，標準差很大，表示差異性高，是平均數好幾倍，引用時應慎重。如被水泥業者應用，會有不良影響，故本報告未有結果前，不應公開使用問卷調查的資料。              | 1.感謝審查委員之建議，有53.4%認為採礦無影響，其原因可能是礦區離其生活圈有數公里距離，51.3%不願意接受補償，其原因可能是堅持要停止採礦。<br>2.試訪標準差過大為筆誤，已於期末報告中修正。<br>3.此問卷代表性是可靠的，但未經委託單位同意不會公開使用問卷調查的資料。 |
|           | (四)實際有效調查樣本戶513戶，較預定數有效問卷540份略少，代表性(包括品質)如何才是比較重要的。                                                                                                                                  | 1.感謝審查委員之建議，實際調查有528戶，513是筆誤已修正。<br>2.但在問卷設計時已考量其代表性，因此其結果代表性原則上是可靠的。                                                                        |
|           | (五)目前研究生物多樣性及棲地系統造成之損害之資料比較缺乏，本案應如何補齊生態補償及非市場價值之評估不足的部分？                                                                                                                             | 感謝審查委員之建議，在全國問卷中我們增列物種數，及保育類動物之數量。因此目前在非市場價值評估部分已相當完整。                                                                                       |
|           | (六)專家座談會部分，可將7位專家意見做相異點之分類整理，尤其徵收環境價金補償之論述、徵收項目及計算基準等部分，俾利後續兩場之專家座談會聚                                                                                                                | 遵照辦理                                                                                                                                         |

| 委員        | 審查意見                                                                                                                                                                | 回覆與辦理情形                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | 焦及整合，才會有幫助。                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 邱委員<br>祈榮 | <p>(一)目前選擇 4 種生態價值計算公式的推廣，在專家諮詢座談會中已有許多與會專家提出質疑，但計畫相關人員的回應似乎過於僵化，且未思考改進辦法，如此將失去召開諮詢會議的意義。建議應該先從文獻分析出可能做為生態補償而非僅以「選擇 4 項剛好可以對應 4 種服務」帶過。</p>                         | <p>1.感謝審查委員之建議，本計畫之所以會選擇水源涵養、林木生產、碳吸存以及森林遊樂此四項進行生態系服務價值評估的原因主要係根據林務局計畫需求而定，誠如委員所建議，應該先從文獻分析出可能做為生態補償費用之項目，本計畫會納入參考。</p> <p>2.目前全案共完成水源涵養、林木生產、碳吸存、森林遊樂、水土保持以及生物性多樣性等 6 種森林生態服務價值評估。</p>                                                                                                                                                                                |
|           | <p>(二)目前所篩選的林木生產價值、碳吸存價值、水源涵養價值與森林遊憩價值，吳珮瑛教授提出「重疊」之疑慮，未見回應。</p> <p>在礦區範圍多為陡峻的山區，防止土壤沖蝕的服務效益應該被納入。</p> <p>至於森林遊憩價值與林木生產價值，如果未被利用做為遊憩使用或伐木生產使用，是否能與計算成服務價值，亦有待釐清。</p> | <p>1.感謝審查委員之意見，本計畫所計算之部分價值有重複計算的問題，所以最後並不會把所有價值加總得到總價值，會呈現給林務局分開的價值。</p> <p>2.感謝審查委員之建議，我們將以虛擬變數的方式處理重複性問題。</p> <p>3.感謝審查委員之意見，林木生產價值的部分，有鑑於礦區經採礦作業已無森林存在，故本計畫採用 7 種森林組成情境之假設來進行評估，即使礦區上之森林並未進行伐木生產，不代表其無林木生產價值，仍是有其林木生產價值存在；森林遊樂效益的部分，有鑑於礦區經採礦作業已無森林存在且誠如委員所述其未做為遊憩使用，因此本計畫為評估礦區之森林遊憩效益，並非採用森林遊憩效益較常使用之 CVM 或 TCM，而採用效益移轉法進行評估，進一步推估其做為遊憩使用時之森林遊憩效益，此部分以補充於內文第六章。</p> |
|           | <p>(三)植被林型方面其碳量的計算方式，應注意碳儲存量與碳吸存量的差異。目前定位於碳吸存價值計算，應屬碳吸存量概念，但目前規劃方式偏向於碳儲存量計算的概念(表 26)，建議應以年生長</p>                                                                    | <p>1.感謝審查委員之建議，有鑑於礦區上森林年生長量之基礎資料缺乏，本計畫誠如委員所述是先計算礦區上森林碳儲存量，而為了解森林「年均」碳吸存量，進一步以林齡進行計算，</p>                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| 委員 | 審查意見                                                                                                  | 回覆與辦理情形                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 量為考量，方能稱為碳吸存量。若嚴格而論，碳量計算應有礦區開發區植被的碳儲存量，以及開發後植被喪失所損失的碳吸存量兩大部分，目前所要計算的是哪個部分，是應該被釐清的。                    | 故本計畫碳儲存量與碳吸存量皆有計算，再次感謝審查委員之意見。                                                                                                                        |
|    | (四)在碳量計算方面所用的參數，建議以國家清冊計算的林型為基礎，因這些林型是配合目前國有林調查成果所延伸出來的，為日後操作方便應加以考慮，另外目前特生的林型劃區有植被或林型圖嗎？若無，面積資訊從何而來？ | 1.感謝委員之建議，本計畫在碳量計算方面已採用 2017 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告中，天然闊葉林型的各轉換係數進行計算，如表 6-5 所示。<br>2.有關本案因應計畫要求進行現場查核。未來可依礦區所在之位置，依林務局之「臺灣現生天然植群圖」與第 4 次森林資源調查成果之林型圖進行套疊。 |
|    | (五)生態損害補償應先界定補償範疇為自然資本或服務，兩者為儲存量與流量概念，應先界定是否兩者均納入或擇一考量。                                               | 1.感謝審查委員之意見，本計畫所評估之效益皆有計算流量與存量之概念進行效益價值評估，各項生態服務計算出來的價值為生態損害補償費用或環境成本價金的上限值，後續將可提供政府作為訂定生態損害補償價金的上限值參考，本計畫已補充說明於第一章緒論中敘明。                             |
|    | (六)問卷以土壤流失及土石流風險損害估計為主，與之前所提列的生態損害補償項目似乎對應不起來。                                                        | 1.感謝審查委員之意見，目前呈現的是土壤流失及土石流風險損害估計為主，其對應的是森林的國土保安價值。另全國問卷之分析結果其對應的是生物多樣性價值，已於在期末報告呈現調查之結果。                                                              |
|    | (七)計算出來的成果應有橫向比較的討論。                                                                                  | 1.感謝審查委員之意見，文獻與現估價值比較已於期末報告第七章第五節文獻與本計畫估計的損失之橫向比較呈現。<br>2.感謝審查委員之建議，未來各項價值計算完畢後，將納入委員之建議，進行橫向比較的討論。                                                   |
|    | (八)請釐清區內及區外補償及時間軸的切分點，並提出整體分析架構。                                                                      | 就本計畫之分析結果區外是當地社區之土石流風險補償（因為是代收），區內是其餘五種包涵生物多樣性價值。時間軸可概分為 20 年收一                                                                                       |

| 委員                                      | 審查意見                                                                                                                                    | 回覆與辦理情形                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                                                                                                                         | 次或分年收                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 鄭委員<br>蕙燕(未<br>出席,提<br>供書面<br>審查意<br>見) | (一)承辦團隊就本案委辦之各工項已累積不少資料/數據,惟其以逐項分析方式進行,各工作目前完成之內容、解析與結論,似乎各行其是,無法互相連結到如何收斂於本案最終所欲達成目標(「...作為後續本局連年收取礦業用地使用土地實際價格之基礎,以協助本局在擬定相關政策上之參考」)。 | 1.謝謝委員建議意見。遵照辦理,將儘量將研究結論連結成可供委辦單位執行之流程架構,以符合委辦事項之要求。                                                                                                                                                                                                       |
|                                         | (二)尤其是各工項資料雖然豐富複雜,卻未能有效的去蕪存菁、彙整、解析、獲得有用於本案委辦目標之精簡結論,以利供參於本案最終目標,於價格計算內容與方法、政策、法規在未來協商、談判、立法時,在攻防上幕僚所需備用之資料。                             | 1.謝謝委員建議意見。遵照辦理,已將研究結論彙整於第三章中,以供委辦單位執行之需求。                                                                                                                                                                                                                 |
|                                         | (三)有鑒於本案最終成果可能實際運用於礦區生態補償、規費、罰金(或任何有關「價格」的名詞)之協商、談判、立法等所需,建議團隊先將各委辦工項與全案最終目標之關係做出較細緻的架構圖,各工項之分工者須做出的解析彙整結果,如何納入最終價格基礎與政策架構?             | 1.謝謝委員建議意見。遵照辦理。依目前研究的發現,似乎較不會發現有使用「罰金」或「規費」的情況發生。蓋「罰金」大多指刑法上的處罰方式。目前現行法規中還沒有針對「生態」的破壞設有刑法的處罰規定,因此不會有罰金的適用;另外「規費」的使用方式亦限於政府針對特定對象的權益辦理特定事項,或提供公共設施、財貨、勞務供特定對象使用,依據「費用填補」或「成本回收」的原則計價,進而收取的費用。然國有林地之生態並不是現行法中提供給礦業權人使用的標的。因此,不會使用「罰金」與「規費」的方式來計算生態的損失。合先敘明。 |
|                                         | (四)再者,有需用於實際談判所用的價格內容與計算式設計,必須有攻防的概念,亦即不會只有單一結果,若研究最終能提供數個合理的情境、計算式及運算結果,數據較能有用於攻防,將較有利於本局未來實際運用。                                       | 感謝審查委員之意見,於期末報告已提供兩個以上的情境及金額。                                                                                                                                                                                                                              |
|                                         | (五)細部上較大的問題,在於問卷設計,請團隊思考自問,其設計的問題內                                                                                                      | 感謝審查委員之意見,已納入委員之寶貴建議於正式問卷設計之中。                                                                                                                                                                                                                             |

| 委員              | 審查意見                                                                                                                                                                    | 回覆與辦理情形                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | 容，能否達到提供本局委辦上述目標在未來協商、談判、立法等所需?才能夠討論逐項檢視其合理與適用性。                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 楊主持人宏志          | <p>(一)本局限制礦業權者採礦係因影響國土保安、野生重要棲息環境或文化資產法等法規，本報告內有使用熱點，即重要物種或瀕臨物種之棲息地，如在該區內採礦，其應付補償金額則非常高，即另外建個棲地供物種生存或復育，研究團隊能否收集包含前述生態棲地等之支付估算?使本局可以不用法規去限制礦場申請，而是以物種復育之價格為阻止開發之理由?</p> | <p>1.依據本計畫之發現，按野生動物保育法的規定若在重要物種或瀕臨物種之棲息地內採礦，而該棲地若已經由地方主管機關（縣市政府）公告為野生動物保護區，依照保護區保育計畫的實施，所有開發、騷擾的行為都是屬於禁止類活動。既然不得從事開發活動，應不會有補償的情況發生。</p> <p>2.如果是在地方主管機關未宣告為野生動物保護區的棲地實施採礦行為，若又因為中央主管機關的林務局在礦業用地取得的徵詢過程中沒有表明反對意見，而同意野生動物重要棲地的採礦行為，則是否可以要求礦業權人採取補償措施則有爭議。未來將會在期末報告中針對此一情況檢討、討論。</p> <p>3.目前僅有濕地保育法中允許另建棲地保存濕地生態，稱為生態補償，但是在其他法律中則未允許此一補償方案。依據「依法行政」原則，林務局不得以高額之物種復育費限制礦場申請。而是應該依據礦業法規定，在礦業土地取得之「徵詢」過程中表示為遵守野生動物法的規範，表示反對出租國有林地為礦業使用地，方為合法之途徑。</p> |
|                 | <p>(二)部落有傳統領域範圍，有可能會同意礦業權者於一定時間內使用，而本局係每4年換一次租約，故部落在換約時可能會有不同意見。研究團隊是否能考量採礦在一定距離內對部落之影響，俾利提供一個支付項目回饋部落需要。</p>                                                           | <p>感謝審查委員之意見，已呈現採礦在對部落原住民之影響於期末報告之中。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 柯簡任<br>技正耀<br>輝 | <p>(一)林木生產價值部分與採礦所繳之障礙木價金部分是重複的，研究團隊除計算大徑木部分，亦包含副產物等經濟價值的累加，是否可列為一次性的賠償?</p>                                                                                            | <p>本案提供一次性收取或分期收取之計算方式。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| 委員                       | 審查意見                                                                    | 回覆與辦理情形                                                                                                                                                       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | (二)另生態價值的模型(包括碳吸存價值、水源涵養價值、森林遊憩價值)，建請將所得計算式納入租金查估內，以每年繳交租金方式辦理。         | 1.謝謝委員意見。然現行法律中僅以附著在林地上之林木、竹木等附著在不動產之動產作為租金計算標的，因此租金是以不動產估價的方式計算而來。<br>2.有鑑於「生態」一詞包括之碳吸存、水源、休憩等價值都不是附著於土地之上，要納入租金之計算範圍似乎不妥。合先敘明。                              |
|                          | (三)報告誤植與漏列的部分很多，請修正。                                                    | 遵照辦理                                                                                                                                                          |
| 林秘書<br>中原                | (一)未來修規費法掌控權不在本局，礦務局不會依本局意見辦理。請規劃團隊提供一個價格予本局，於不動產估價查估礦業用地之價格時辦理，俾利收取租金。 | 1.感謝建議。本計畫發現由於國有林地的「生態」界定範圍尚未有法律規定，目前現行法制規範中，僅能以林木價的計算方式作為計算補償標準。<br>2.若真的要採取補償措施，林務局作為土地出租人亦應該優先調查國有林地之生態，方能計算相關補償價格。而且補償價格應與土地租金區別，實不宜一併計算。敬請諒察。            |
|                          | (二)本局與礦業權者訂定礦業用地租約，係依礦業法第 45 條規定為租用，應為私法契約，非屬行政契約。                      | 1.謝謝委員意見。遵照辦理。<br>2.然依大法官會議第 540 號、695 號之解釋，「雙階理論」是否可以應用在國有林地土地租用與礦業權人使用，不無疑問。又原礦業法中第 45 條、第 47 條之規定中關於土地經核定、核定後再協議的兩階段行為，是否符合「行政私法行為」之定義，亦不無疑問。將進一步於期末報告中討論。 |
| 陳技士<br>秋萍                | 報告所載全國問卷調查為 1,068 份，本局契約要求為 1,100 份，請研究團隊應再檢視履約項目，以符契約規定。               | 本計畫全國問卷總共完成<br>1070+51=1121 份符合契約規定。                                                                                                                          |
| 羅東林<br>區管理<br>處郭技<br>正婉君 | 信大水泥為太白山礦場，請修正。                                                         | 遵照辦理                                                                                                                                                          |

### 三、期末報告審查委員意見回覆表

| 委員        | 審查意見                                                                                                                                                                                                                                                                              | 回覆與辦理情形             |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 羅委員<br>紹麟 | 本計畫從規劃執行到分析結果提出，程序頗為複雜，尤其是再涉及範圍之廣(公式多)，要綜合必須要靠統合的功力才可完成，如此得到文字多、數字多，理論依據多，可比喻為幾篇博士論文，一點也不為過，且研究團隊有 14 人參加，相當厲害，也是林務局的創舉，但仍有幾個基本的重點提供參考：<br>(一)本計畫內對法律之解釋盡相當大的努力，基本上是補償(損害)，非賠償，因賠償是屬於過失，是犯法才有的，補償是合法的，即依法合法與非法之差異數在詮釋上作最合理的結果。惟如何應用到實際台灣的範例中才是重點，本計畫中已點出重點(也從四處的現行法規，將其各種特徵也列比較。) | 感謝委員鼓勵與指正。          |
|           | (二)本計畫之生態系服務價值分析中，將 17 項減為 6 項，較符合機關職責與任務，如此比較容易使機關容易操作，也較符合本計畫的最高宗旨。                                                                                                                                                                                                             | 已於第三章中提出適合機關收取費用之公式 |
|           | (三)水土保持保證金與回饋金，分別由水保局保管，事實上報告書內提到的開放恢復損害保證金，在現實上是不可能的，因為山林一破壞後，就會全部改觀，如曾有研究指出，太魯閣地區的檜木需要 8 千年才能恢復。生態要恢復，有一定的限定，所以森林發生損害時，應由林務局檢定及全部保管經費比較合理，惟實務上，林務局無法統籌運用經費，森林法第 48 條第 1 項已設置有造林基金，林務局有收到規費，但在表 4-15 內，第 12 項是農委會保管，林務局能保管的只有 4-5 項，此部分爾後應可再檢討。                                  | 已依委員建議修正表 4-15。     |
|           | (四)跨部會的合作與協商的重確很重                                                                                                                                                                                                                                                                 | 感謝委員指正              |

|  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>要，若由一部份處理也常因性質不同、現實不同、空間不同會發生許多意想不到的困難，林務局所負的責任很大(有多種功能)，但真正能掌握到的資源(如分配款)却不成比例，造成今日整體林業機關許多計畫有志難伸。</p>                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|  | <p>(五)生態回復費是先繳方式，但損失是初時，後面的時間還很長，將如何計算比較合理。如一般用使用 20 年來計算前價，但 20 年的造林木太小，無法使用，未來值得再討論，而礦區是屬於開墾的行為，花 20 年造林，要恢復到原有的環境條件，因各地條件不一，難訂效率，可放棄此一觀念較符合實際，如日本對全國森林之評價，從 1978 年之 19 兆日圓變成 2017 年的 70 兆日圓，而台灣換算成 1 公頃 37 萬台幣的效益，此亦因時間不同價值亦不同。</p> | <p>非常感謝委員之意見與提點，誠如委員所述，現今台灣各處已開墾礦區環境條件不一，且以 20 年計算回復金前價確實有造林木太小之疑慮。因此本研究所確立之國有林礦區生態系服務補償項目，除了依 TEEB 分類體系並參考國內學者建議之森林生態系服務，亦綜整礦業相關法規選取六項生態系服務項目，使未來課徵補償費時較不至有重複課徵的情形發生。而本研究所評估之國有林礦區生態系服務補償價值，主要應用於生態保育金方面，亦即由過去開礦至今所造成之生態系服務損失轉變至無損失的補償金概念，以 20 年限採礦權做為評估基準，並將各項參數與價值依其時間不同而進行折現如 <b>P.233</b> 所示。此保育金與開礦後回復該礦區原有之生態系服務狀態的回復金所應考量之年限會有所差異，且各項生態系服務所佔之權重亦不同，因此本研究建議各礦區狀況仍需分別參照專家學者更針對性的意見以確立項目權重。</p> |
|  | <p>(六)報告書第 121 頁，替行政機關制定法令固然可喜，是否需經立法院通過如此費時費錢，可否用行政命令去執行較簡。</p>                                                                                                                                                                       | <p>就租稅法定原則而言，用行政命令徵收會違反依法行政與法律保留原則，變成無效的命令。因此，由長期執行來看須制定法律來規範。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|  | <p>(七)國內以往已有評估森林蓄水價格，但各結果差異如此之大，在實際應用上仍是大學問，機會成本/重置成本/利率計算或甚至於因政策導向，基於不同計算方法，結果當然不同，故提出折衷的最佳方法，才對林務局未來執行有實質意義。</p>                                                                                                                     | <p>感謝委員之寶貴意見，本研究於森林水源涵養效益評估相關文獻整理時，確實如委員所述，無論是森林蓄水量還是蓄水價格，不同研究地區與評估方法所得出之結果皆有所差異，因此本研究係以研究目進行方法與資料之選取，既須貼近評估地區實際森林蓄水狀況，亦須考量基礎資料取得難易性，並考量此為具備替代森林本身蓄水特性之蓄水價格，</p>                                                                                                                                                                                                                                     |

|           |                                                                                                                                                                                  |                                                                                             |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                                                  | 進而選取出折衷之最適方法進行評估，上述考量如 <b>P.239-244</b> 所示，再次感謝委員之建議。                                       |
|           | (八)座談會紀錄相當詳細，意見五花八門各有異見，有否統合、收納，應直接納入本文中。                                                                                                                                        | 座談會紀錄已統合於期末報告第九章。                                                                           |
|           | (九)其他工作項目幾乎完全完成，有些項目甚至超過原擬定工作事項。                                                                                                                                                 | 謝謝                                                                                          |
|           | (十)其他的筆誤或編號錯誤請再修正，如第 105 頁礦業規費，第 223 頁公式(26)(27)，第 251 頁四種森林遊樂活動類，文字中卻有五種。                                                                                                       | 已修正文中錯誤之處，感謝委員指正。                                                                           |
| 洪委員<br>鴻智 | (一)本計畫期末報告符合期末要求，相關成果亦豐碩。                                                                                                                                                        | 謝謝                                                                                          |
|           | (二)關於生態補償法案(草案，報告第 121-124 頁)之內涵，建議可將基本定義(如生態系統保護費、生態回復費等)、徵收內容、程序、方法、支用、管理等內容更有效區隔及具體擬定，即法案須有基本的程序及框架，才會更完整，林務局才會比較好應用。                                                         | 立法建議部分並非本委辦工作事項，目前所制定立法草案，是就本研究分析後額外建議，因此有未臻完善之處。未來若需要有具體擬定內容及推動立法之必要，將與委辦單位仔細商討為妥。         |
|           | (三)報告第五章介紹很多國家的經驗，報告寫的很清楚，但林務局若未來要應用，規劃單位則要簡要歸納各國之經驗，彙整綱要性的政策上建議，如台灣要採取何種模式、何種立場、對環境有利的執行方式，與後續的法令草案有些連結，俾利了解法案是如何產生的，與回顧各國關係的重點。請規劃單位應再補充此部分，俾利提供林務局作為後續政策應用之參考。                | 本計畫結論建議長期而言林務局應立法任何開發案都需對於森林生態價值進行補償。<br>目前建議將生態服務價值視為"勘估標的之收益面價值"，以租金方式收取。                 |
|           | (四)報告書第 261-262 頁之第六章政策建議部分，生態價值計算出來為上限，在學術上是沒問題，但採礦者之租金，應怎麼算出合理的租金，涉及生態價值及林地價格，如能更具體歸納出生態系服務價值、林地市價與租金之關係，提出一套公式，將可更有利於林務局實務操作及向外界解釋，此部分，規劃單位一定比林務局更清楚。又林地交易價格低是因很少交易，所以會低估，本規劃 | 感謝委員提供方向。已於報告第三章中給予各生態服務功能損失的計算公式及值，依據其公式可以計算出價金，為收費上限。至於實際收取多少，可依專家會議或租金比例決定。請見成果報告第三章第三節。 |

|                   |                                                                                                                             |                                                                                                                                   |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <p>團隊既然已算出生態系服務價值，就該去補充此部分，所以從生態價值到林地價值到租金，是一個關係，故規劃團隊應在學術上能給予林務局立論基礎，才有利於林務於向礦業權者、立法者等外界溝通。請規劃單位要補充此部分之論述，才會更符合此計畫之目的。</p> |                                                                                                                                   |
|                   | <p>(五)第七章之國土保安與生物多樣性損害價值評估，如欲與第 123 頁之生態回復費收取連結，則應說明清楚，如生態價值等於生態保育費嗎？還是生態損失等於回復費？建議其連續性可再增強，且其計算公式如能更明確，將更完整。</p>           | <p>生態系統保育費包括水源涵養、碳吸存、森林生產、遊憩、生物多樣性，這些屬於森林的生態價值，因此是開採期間每年徵收。礦區生態回復費是另外的，當業者開採完畢要負責土地復育。</p>                                        |
|                   | <p>(六)以上建議，合約有約定者，則請再補充，若合約未約定者，則請參考。</p>                                                                                   | <p>謝謝委員建議，給予本案更完整之建議</p>                                                                                                          |
| <p>關委員<br/>雅文</p> | <p>(一)此計畫牽涉範圍廣，計畫團隊很努力。</p>                                                                                                 | <p>感謝委員鼓勵。</p>                                                                                                                    |
|                   | <p>(二)結論及建議希望能逐一回應計畫目標，龐大的研究，結論建議只寫一頁，過度簡化。</p>                                                                             | <p>已於結論與建議中依工作項目回應。</p>                                                                                                           |
|                   | <p>(三)水源涵養、碳吸存、森林生產與遊憩、土石流與生物多樣性，總共用了 5 種的方法，這些評估方法分別具備理論與實務之合理性。尤以問卷調查的部分，份數充足合理。</p>                                      | <p>謝謝</p>                                                                                                                         |
|                   | <p>(四)報告書第 340 頁設成甲、乙、丙、丁等 4 個方案之緣由是什麼？建議將甲、乙、丙、丁情境之設定原因與可能之運用說明清楚。</p>                                                     | <p>甲、乙、丙、丁案情境設定與使用方向已修正並將其可能的運用敘述清楚。</p>                                                                                          |
|                   | <p>(五)報告書第 338 頁租金溢價的理由，建請說明其原因與應用時機。如（1+2+5）之租金溢價的運用情境、時機、原因等...</p>                                                       | <p>此一建議是把採礦後，林地無法復原之損失，攤提到各租賃年。由於林地的恢復頗難界定，因此建議維持現行方式。採礦後業者至少負責 6 年植生回復工作，並繳交生態回復費。<br/>此外，水源涵養、碳吸存、森林生產、遊憩、生物多樣性應屬於生態保育費之範疇。</p> |
|                   | <p>(六)法規面寫的非常完整，生態回復費與生態保育費是有差異的，希望能訂定生態回復與生態保育的法規差異，未來在租賃礦區時，二者要如何應用？也許這</p>                                               | <p>1.報告中所建議在開礦前、開礦時需考慮生態保育；而在開礦之後需要考慮生態回復的問題，報告中已經有所區別、確定使用範圍以及時間點。</p>                                                           |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | <p>非合約規定之委辦事項內，但仍能希望能清楚界定本報告書評估的水源涵養、碳吸存、森林生產、遊憩、土石流風險、生物多樣性等 6 個項目中，哪些是界定屬於生態回復費、哪些是界定屬於生態保育費？能否界定？因為礦區有些是不可回復的，有些是可以回復的，租賃礦區時，如可不可回復的損害，其租金、年限、折現率、年期等，會與生態損害的計算有關連，議題很複雜。尤其是不可回復的損害發生時，租期、年限、期初的權利金如何設定。不可回復的損失，攤提年期；與對方租期之配適如何計算。以上確實也必要區分生態回復費與生態保育費。也須在水源涵養、碳吸存、森林生產、遊憩、土石流風險、生物多樣性等 6 個評估項目內考慮，每個礦區到底可以租多久？不可回復損失如何體現在長短期不一的租金上？攤提年限在可回復及不可回復損失上，該如何處理？在設定租賃時，應思考折現率等因素，並與法規面結合為宜。</p> | <p>2.目前本研究的水源涵養、碳吸存、森林生產、遊憩、土石流風險、生物多樣性等 6 個項目，都是生態保育的內容，也是生態補償的內容。只是，生態保育是指把原來有的水源涵養、碳吸存、森林生產、遊憩、土石流風險、生物多樣性等 6 個項目被破壞，變成沒有，因此要計算從有到被破壞所發生的損失。生態補償也是估算關礦後生態補償的內容，是關礦之後要恢復成原來生態的狀態（從被破壞回復到原來生態之狀況、條件），當然也是以水源涵養、碳吸存、森林生產、遊憩、土石流風險、生物多樣性等 6 個項目作為估算的方式。</p> <p>3.在租金計算中並沒有計算權利金的設定，因為是以「使用土地」的目的計算租金，沒有權利金的應用。；</p> <p>4. 以長期而言，生態價值補償應以專法規定。</p> |
| 鄭委員<br>蕙燕<br>(書面意見) | <p>(一)針對本次須審查之主要工作項目 3「提供明確礦業用地之生態損害補償費用」及工作項目 5「提出有關收取生態損害補償費用...之檢討分析」，檢視團隊是提供之期末報告(初稿)內容似是分佈在第六章與第七章。但這兩章各行其是，第六、七章前後須有更精確的連貫，使計算流程之邏輯一致。</p>                                                                                                                                                                                                                                              | <p>有關第六章是以現行的經濟模式進行推估，而第七章則以問卷評估之方式估算國土保安與生物多樣性的價值。因其使用方法不同因此分兩個章節敘述。而森林生態價值之計算式已於第三章第三節進行整合。</p>                                                                                                                                                                                                                                                |
|                     | <p>(二)第六章主要撰寫者，請再仔細檢視各小節內容，避免該章內各小節也是各行其是，本章自成一格，提出結論建議，不知如何單獨參採？第六章應與第七章之論述方法與流程邏輯一致，包含年限參數(20 年與 40 年)、不同國家不同年代的效益移轉值，應以年代幣值與當年該國 GDP，再轉換為 2018 台幣給第七章綜整。</p>                                                                                                                                                                                                                               | <p>感謝委員之寶貴意見，由於本研究之林木生產、碳貯存、水源涵養與森林遊樂效益是以次級資料作為評估基礎，因此在第六章的論述方法與流程邏輯會與以問卷調查初級資料為基礎之第七章略有差異，而於第六章所提之結論建議，係針對上述四項效益進行之針對性小結，綜整六項效益之小結則呈現如第七章第五節所示。另外於年限參數部分，本研究依據 P.34 之《礦業法》第 13 條採礦權以 20 年為限，以及 P.45-46 吳偉誠與</p>                                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                          |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                        | 張成華(2010)研究表示因礦區土壤較不穩定，成林期長，礦區復育至少需 20 年才能達到「原始林標準」，故本研究主要評估 20 年及每年森林生態系服務效益，作為生態補償費用計算之基準，此概念本研究已加強論述於第六章中。而在前四項效益所引用之文獻與資料中，各國別與時間點之幣值皆已進行轉換與折現，並呈現於此章之小結中，再次感謝委員之意見。 |
|  | (三)第七章第五節應是本案最重要的生態損害補償費用之建議數值，其分析與情境模擬應著墨多些。但目前建議的甲乙丙丁方案內容，僅基於水源涵養與碳吸存的百分比(2%、10%..)納入溢價估算，這方式是否有利於未來林務局與礦區協商談判所用?若將土石流風險與生物多樣性的損害一併納入溢價，是否更有利於林務局所用? | 目前建議的甲乙丙丁方案內容，只是個案裡的一些特例。在成果報告的第三章有彙整此個案裡各種生態損失之金額，其徵收種類及百分比則由專家會議決定之。謝謝委員這個建議。                                                                                          |
|  | (四)生態補償費用建議數值係以「過去」20 年攤提，讓人感覺是討回過去 20 年的損害賠償?建議以「未來」可能損害情境之攤提為題，估算協商的溢價值，且攤提年限設算 10、20、40、50 年等不同預期年限，這會關係到林務局制定溢價租金的年限協商條件。                          | 研究報告中有算 2018 年一年的租金溢價，也有按林務貸款利率每年調升，因此，這些金額是可以供未來使用。在生物多樣性損害這塊，由於是詢問國人一次性支付額(而平均餘命 38.年多)，因此有 20 年及 40 年的兩種攤提金額，但也都有算每年的租金溢價可供未來各年收費使用，謝謝這個建議。                           |
|  | (五)第七章民眾問卷資料，所估算出來的損害值，應將民眾分群(贊成者、反對者、擔心者、聽過者、社區住戶...)，估算不同分群所遭受(感受)的損害值，此項參數納入第五節的租金溢價建議方案中。這會關係到林務局向社會大眾交代是否有關心到社會不同群體的協商條件。                         | 感謝委員建議，由於林務局無法替其他單位代收款項，而土石流風險應納入水土保持計畫中。                                                                                                                                |
|  | (六)若生態損害補償費用之建議數值(表 7-34)能呈現更多參數的模擬結果，如上述之【損失項目 X 百分比 X 攤提年限 X 分群】等估算建議值，林務局於未來可參考的補償費用數據面向將更完備，似更能有利於談判協商之進退。                                         | 在成果報告的第三章有彙整此個案裡各種生態損失之金額，其徵收種類及百分比則由專家會議決定之。謝謝委員這個建議。                                                                                                                   |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 黃組長<br>麗萍 | (一)本計畫須分析的元素非常多，經費很少，時間又短，各項條件都非常嚴苛，感謝中興大學願意承接本研究計畫，以協助本局解決台灣產業及環保的議題。                                                                                                                                                                                 | 感謝委員。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|           | (二)本計畫是否應從森林法去修正，形成特別公課的費用負擔，或另立個單行法來解決森林損害補償之問題，或採租金方式來收取，經本組研議，應是租金的可行性更高，即利用更多的單價分析去計算出 1 公頃應收多少錢。故有關本報告對現行租金加徵之總生態損害溢價之 4 種類型，請規劃團隊提供未來在操作選定甲乙丙丁之原則與方法。                                                                                            | 本案已於第三章第五節將未來租金之計算公式進行整合。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|           | (三)本研究提出之 6 個生態系服務價值，剛好對應本局 6 個業務組，林木生產即造林生產組，碳吸存為森林企劃組...，其中有關水源涵養部分，本局以往對外論述是採用吳俊賢 2004 年蓮花池之研究報告，即每公頃儲水量為 3,600 立方公尺，每立方之影子價格為 15.36 元，再去計算森林生態之價格為 2,544 萬，而本研究提出的太白山與勇士山計算之價格較低，應如何與本局以往對外之水源涵養服務價值論述結合，請研究團隊再評估，應如何調和，俾利本局爾後擬收費時，能兼顧對立法及礦業權者的溝通。 | 感謝委員之寶貴意見，亦非常感謝委員對本研究所提六項森林生態系服務價值與林務局業務對應之肯定，而在六項服務中之森林水源涵養部分，本研究於表 6-29 參考相關研究進行效益價值比較，其中便有委員所提之蓮華池研究報告結果，本研究所估算之水源涵養量與價值之比較結果與解釋詳如 P.239-244 所示，此外在與林務局以往對外之水源涵養服務價值論述結合部分，吳俊賢等 (2004)之森林涵養水源貨幣價值研究所選用之水價評估方法-生產函數及水的影子價格非常值得本研究參考，然而其計算所選用資料為中部地區製造業之工商普查資料，主要評估區域位於南投縣蓮華池，且誠如此研究中所述，1986 年後工商普查皆未再調查製造業的用水量，因此在評估資料的區域位置與時間更新上皆受到限制。另外在水量之評估方面，此研究主要參考 Chen and Her (1996)於蓮華池 4 號和 5 號試驗集水區所測得之土壤貯水量平均值進行評估，在林務局未來之費用收取上亦如水價有相同的地點與時間上的限制。因此本研究所選用之評估方法，建議較適用於建立台灣各礦區森林水源涵養效益補償價格之通則，若林務局希望針對某區域進行更詳盡之森林水源涵養價值評估，則 |

|                          |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                            |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                                                                                                                                                                                             | 可依循吳俊賢等(2004)之研究進行基礎資料與相關數據調查，以利後續評估。                                      |
| 范科長<br>家翔                | (一)本報告研究團隊有法律、經濟及生態等各領域之專家學者參與，雖然範圍廣泛，但還是能提出一篇完整的報告，尤其在時間只有 10 個月，確實不易。                                                                                                                                                     | 感謝鼓勵。                                                                      |
|                          | (二)把生態成本放入租金內收取，是考量土地使用之概念，之前在礦業法修正公聽會時，也與部分礦業權人討論，亦有礦業權人表示，若真的合理，繳交生態補償費，對企業形象來說，有一定之助益，亦可在外界質疑時，提出說明。                                                                                                                     | 感謝，目前選用之生態價值均有計算公式與方法，為具科學依據與參考價值之計價方式。                                    |
| 陳技士<br>秋萍                | (一)有關規劃團隊提出的甲乙丙丁方案，不利本局爾後在作政策論述時使用，建議採用研究報告提供之 6 項生態系服務價值為基準，以加乘的方式來呈現，如太白山與勇士山，一個為保安林，一個非屬保安林，已有二種樣態，可以表格方式來表示不同樣態下之 6 種生態系服務價值，如保安林必須加哪幾種生態系服務價值?而非保安林又可以減少哪幾項?且各項生態系服務價值之權重建議最高值及最低值為何?採以土地樣態去計算，可能比較簡單明瞭及易向礦業權者說明計費之基準。 | 謝謝建議。<br>在報告的第三章有彙整各種生態損失之金額，其徵收種類及百分比則由專家會議決定之。例如保安林或許可以徵收國土保安的生態損害金額，謝謝。 |
|                          | (二)報告第 409 頁及 509 頁均屬委員意見回覆表部分，建議併列。                                                                                                                                                                                        | 已將各次報告委員意見及專家座談建議合併在同一章。                                                   |
| 羅東林<br>區管理<br>處劉技<br>士啓斌 | (一)報告第 338 頁提供之 6 種生態系服務價值部分，在實務上應如何操作?參數如何設定及選擇?如植生擔保金調升到每公頃 300 多萬時，即將所有的計價方式提供予礦業權者，明確告知在公開上網招標時，造林作業所需之費用有哪些，也希望租金部分也能明確告知須收取哪些費用，以杜絕爭議。                                                                                | 就相關已於第三章第三節中敘明。                                                            |
|                          | (二)又租金係採市價查估方式進行，應如何將資料檢附給估價師，俾利納入市價查估內之參考，故生態系服務價值應如何運用在租金上及提供估價師一個計                                                                                                                                                       | 依據「土地徵收補償市價查估作業手冊(104 年 3 月版)」土地徵收補償市價以蒐集市場正常交易實例進行查估作業，....，考量倘該區之買賣實例不宜採 |

|              |                                                                                                 |                                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | 算基準或依循的方法，係現場實務上最需要的資料。                                                                         | 用，應得權衡勘估標的之收益面價值估計真實價格。                                                                       |
|              | (三)有關生態補償查估的基準可以使用多久?可否請規劃團隊提供參考，俾利市價查估使用，如林管處是4年使用一次市價查估的資料，主要是因林地無交易價，而每年查估之成本會高於租金費用，沒有經濟效益。 | 生物多樣性乘以人口成長及林務貸款利率可以一直使用，考量未來人們之偏好或許有變化，若認為有必要時，每20年問卷調查一次即可。                                 |
| 花蓮林區管理處游技士朝富 | (一)第105頁相關規費部分，第6項土地租金部分，應是依據礦業法第46條，而非森林法第9條。也沒收取第8項土地改良費及第12項國有林地佔用使用費。                       | 已依意見修改表4-14之內容。                                                                               |
|              | (二)有關不動產估價師查估部分，可否以鄰近國有財產署已查定之礦業用地價格來做本局林業用地供礦業用地使用之查估基礎?                                       | 依據「土地徵收補償市價查估作業手冊(104年3月版)」，當地價區段內無法選取比較標的者，得於其他地區選取，其他地區得以與比準地屬同一供需圈之相似條件或同一或鄰近鄉、鎮、市、區土地為考量。 |
|              | (三)另報告第407頁花蓮林管處的發言意見是依據民法，非採購法，請規劃團隊一併修正。                                                      | 已依建議修正                                                                                        |

## 第十章 結論與建議

本計畫之主要目標是為林務局訂定明確礦業用地之生態損害補償價金計算方法，並透過各國法律的分析尋求可供林務局收取森林生態補償之依據。對應本計畫之主要工作項目，本計畫之重要成果如下：

- 一、完成美國、加拿大、澳洲、瑞典、日本、韓國與中國等國家之礦業法規及損害補償之法規研析，定義目前森林生態補償費之收取屬於生態系服務給付(Payment For Ecosystem Services, PES)，也對此擬定森林生態補償費之收取草案。
- 二、完成 114 篇國際礦區補償方法文獻，包括有關經濟補償文獻 32 篇，生態損害補償文獻 33 篇，生態系服務給付(Payment For Ecosystem Services, PES)文獻 39 篇。以及分析哥斯大黎加、墨西哥、歐洲、美國、中國、南非以及巴西等 7 個國家生態系統服務給付方式。
- 三、就森林生態服務價值選定水源涵養效益、碳吸存效益、森林生產、森林遊憩、國土保安以及生物多樣性等 6 項與林務局主管法令相關生態系服務功能完成效益評估，並建立各項生態補償計算公式。
- 四、本計畫採用條件評估法(contingent valuation, CVM)，採用面訪方式，對上述兩個礦區鄰近居民進行問卷調查並估計國土保安(土壤流失及土石流風險)損害值，並對全國民眾採用面訪方式進行問卷調查，估計生物多樣性損失。其中生物多樣性價值估算之願付價值與其他國家相近。
- 五、以臺灣水泥公司勇士山及信大水泥公司太白山之礦區為國有林礦區現場查核之研究地點，完成現場查核以生態價值評估。並提出國有林地礦區對森林生態系服務造所造成損失之每年每公頃補償租金溢價之建議方案。

就本案結果來看，各國對於生態補償費用之收取方式不一，部分

國家收取補償費用大都由環保部門管理，且朝向建立基金制度統一支用與管理。目前在我國的法令中僅濕地保育法明訂相關生態補償機制，而在其他法令尚無此條文建議未來修法應注意加入資源有償使用之概念。目前水源涵養效益、碳吸存效益、森林生產效益、森林遊憩效益之經濟補償效益計算公式均已建立，也評估野生動物及生物多樣性、提供物種棲地之森林生態系服務價值，但需有野生動物監測與調查資料提供計算之基準。本計畫將過去 20 年國有林地礦區對森林生態系統服務造成之六種損害，以林務貸款利率攤提，可以得到各種損害補償之每年租金溢價，亦即現行林務局對礦區業者所收租金以外之加收金額。

本計畫執行目前已完成各國法令之研析。各國對於生態補償費用之收取方式不一，部分國家收取補償費用大都由環保部門管理，且朝向建立基金制度統一支用與管理。目前在我國的法令中僅濕地保育法明訂相關生態補償機制，而在其他法令尚無此條文建議未來修法應注意加入資源有償使用之概念。

目前水源涵養效益、碳吸存效益、森林生產效益、森林遊憩效益之經濟補償效益計算公式均已建立，也評估野生動物及生物多樣性、提供物種棲地之森林生態系服務價值，但需有野生動物監測與調查資料提供計算之基準。本計畫將國有林地礦區之森林生態系統服務之數種價值，以林務貸款利率攤提，得到各種價值之每年每公頃租金補償上限，亦即現行林務局對礦區業者所收租金以外之加收金額。至於實際收取多少，可依專家會議或租金比例決定。

以目前初步選定之信大太白山礦區及臺泥勇士山礦區來看，其生物資料為特有生物研究保育中心自 2012 年起執行「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫（蘇澳～東澳、南澳～和平、和中～大清水）施工中暨營運階段指標生物研究計畫」的調查結果，所獲得之資料除具連續性外也有明確的點位。但臺灣目前野生動物之資料除物種點位資料較容易掌握外，量化資料仍較缺乏。在未來計算森林生態服務價值時基本生物資料仍顯不足。

若欲推廣至其他礦區則前四項效益，可以蒐集資料依照公式計算。而生物多樣性效益若是類似區位之國有林地礦區，則可比照太白山礦區及勇士山礦區收取。而若生物的生物種狀況明顯較差(例如種類或保育類明顯較少)或較好之國有林地礦區，則可視其情況依物種比例打折或加權收取。水泥的原料礦區多位於國有林，現行租金似乎過於偏低，且未考慮其開採對森林生態系統服務價值造成之損害。因此，若能將本計畫所計算之損害納入租金或立法收費，則可望對國民福祉有所增進。然而，由於水泥是戰略物資，前述收取之金額仍應該以能維持高比例國內礦石自給率為原則。而租金實際收取多少，可依專家會議或租金比例決定之。

## 第十一章 參考文獻

- 中國國家林業局。2008。中華人民共和國林業行業標準—森林生態系統服務功能評估規範。中國國家林業局，北京。
- 王巧萍。2006。森林土壤碳庫與大氣二氧化碳之互動。林業研究專訊 13(1):10-13。
- 王兵、魯紹偉。2009。中國經濟林生態系統服務價值評估。應用生態學報 20(2): 417-425。
- 王怡平、邱祈榮。2017。臺灣森林生態系服務價值估算初探。臺灣林業 43(1): 3-11。
- 王金龍、楊伶、張大紅、彭強。2016。京冀水源涵養林生態效益計量研究—基於森林生態系統服務價值理論。生態經濟 32(1): 186-190。
- 王宣雅。2015。國立中央大學客家語文暨社會科學學系客家政治經濟碩士班碩士論文"日本六級產業理論應用於臺灣地方產業發展之策略-以苗栗公館紅棗產業為例。
- 王祖華、蔡良良、關慶偉、蔡霞。2010。淳安縣森林生態系統服務價值評估。浙江林學院學報 27(5): 757-761。
- 王偉、邱清安、蔡尚惠、郭礎嘉、曾彥學、曾喜育。2016。苗栗火炎山植群分類之研究。中華林學季刊 49(2): 131-149。
- 王晶、魏忠義。2012。復墾後礦區生態系統服務功能研究進展。金屬礦山 432(6): 137-141。
- 王震哲、邱文良、張和明。2012。臺灣維管束植物紅皮書初評名錄。特有生物研究保育中心，南投縣。
- 王豔君。2013。草原礦區生態補償問題研究—以錫林郭勒盟為例。內蒙古大學。碩士論文。
- 田學思、席武俊。2015。楚雄州 2008 年森林生態系統服務功能價值評估。世界生態學 43: 47-54。
- 申慶元、陶曉燕。2015。礦區生態系統服務價值測算—以河南義馬為例。中原工學院學報 26(5): 24-27。
- 石平。2010。應用效益移轉法評價森林旅遊資源價值。大連理工大學碩士學位論文。
- 交通部中央氣象局。2017a。每月氣象資料。氣候統計資料。取自 <https://goo.gl/hHuQyP>。
- 交通部觀光局。2018。觀光年報。觀光統計資料庫。取自 <https://goo.gl/7wsQ1X>。

- 任憶安、王鴻濬、賴柳英。1988。臺灣森林對水資源涵養之經濟效益評估。中華林學季刊 3: 17-25。
- 朱九龍。2016。河南義馬煤礦區生態系統服務價值動態演化過程分析。地域研究與開發 35(2): 145-158。
- 朱恩良、陳秀涓、廖冠茵、蔡尚惠。2015。蘇花公路沿線植群多樣性分析。林業研究季刊 37(2): 99-116。
- 朱穎、呂潔華。2015。國內森林生態系統服務價值評估方法與指標研究綜述。林業經濟 8: 74-84。
- 行政院主計處。2006。http://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1。
- 行政院主計總處。2018。各種物價總指數之變動。物價統計月報。
- 行政院經濟部水利署。2011。全國已知水庫集水區位及水庫管理機關(構)表(100年1月版)。取自 <https://goo.gl/Yfihxk>。
- 行政院經濟部水利署。2015a。臺灣地區近10年(93-103)降雨量概況。水利統計簡訊，水文類別，STA273-1。
- 行政院經濟部水利署。2015b。水資源運用實況。取自 <https://goo.gl/y1LgzB>。
- 行政院經濟部水利署。2017a。104年蓄水設施水量營運統計報告(額外增補之報告)。經濟部水利署各項用水統計資料庫。取自 <https://goo.gl/4AF36x>。
- 行政院經濟部水利署。2017b。水庫安全評估及更新維護改善執行成果。水利統計公務統計報表。取自 <https://goo.gl/KVVHcW>。
- 行政院農業委員會林務局。2017。第四次全國森林資源調查報告。
- 行政院農業委員會林務局。2018。木材市價查詢系統。取自 <https://goo.gl/qL8UQf>。
- 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2016。臺9線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳-東澳、南澳-和平、和中-大清水)施工中暨營運階段指標生物研究計畫。
- 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2015。「臺9線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳～東澳、南澳～和平、和中～大清水)施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2014年度工作計畫)期末報告書(定稿本)。交通部公路總局蘇花公路改善工程處，臺北市。
- 行政院農業委員會農業金融局。2016。造林貸款要點。農業發展基金貸款。取自 <https://goo.gl/6kiZFu>。
- 行政院環境保護署。2015。溫室氣體減量及管理法。主管法規查詢系統。取自：<https://goo.gl/BEPMxm>。
- 行政院環境保護署。2017。2017年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告。

- 余家斌、謝莉蘋、陳奐存。2017。陽明山國家公園二子坪生態保育費願付價格研究。《觀光與休閒管理期刊》5(2): 13-32。
- 吳俊賢、陳溢宏、鄭美如、黃正良、李國忠。2004。森林涵養水源貨幣價值之研究。《臺灣林業科學》19(3): 187-197。
- 吳珮瑛、陳思豪與劉哲良。2014。「條件評估法處理抗議性樣本及無法確定／不知道樣本之一般化架構」，《農業與經濟》，53:1-54。
- 吳珮瑛、黃珮晴、楊壽麟、劉哲良。2009。生態環境資源價值效益移轉的統合分析。吳珮瑛。環境與自然資源值多少？效益與價值衡量之概念、理論、方法與應用。欣欣臺灣文化教育基金會，台中。
- 吳珮瑛與廖珮吟。2008。臺灣主要國家公園之效益評估—納入時間成本之需求體系旅行成本法。《農業經濟叢刊》13(2): 1-48。
- 吳珮瑛與鄧福麒。2003。「黑面琵鷺保護區生態旅遊規劃方案下居民參與和願付價值關係之檢視」，《戶外遊憩研究》，16:41-71。
- 吳博昕、蔡尚惠、邱清安、王偉、曾喜育、呂金誠。2014。惠蓀林場土壤種子庫組成。《林業研究季刊》36(2): 85-100。
- 李文華、李世東、李芬、劉某承。2007。森林生態補償機制若干重點問題研究。《中國人口・資源與環境》16(1): 101-107。
- 李文華、李芬、李世東、劉某承。2007。森林生態效益補償機制與政策研究。《生態經濟》11: 151-153。
- 李玉斌。2011。森林多種效益計量之探討。《農林科技》8: 353。
- 李旨玉。2011。屏東縣集村興建農舍之研究-農村三生永續發展之觀點 (Doctoral dissertation, 撰者)。
- 李沛。2015。木荷人工林常用數表以及經濟成熟的研究。福建農林大學碩士論文。
- 李佩吟。2015。國有林出租作為礦業用地之現況簡介。《臺灣林業》41(6): 20-25。
- 李明明、丁忠義、卞曉紅、高婷。2012。煤炭開採對礦區農田生態系統生態服務功能影響評價。《土壤通報》43(6): 1311-1317。
- 李俊梅、朱福進、段昌群、費宇、王宏鑛。2007。雲南典型自然保護區生態系統服務效益計量—以西雙版納勐臘自然保護區為例。《生態經濟(學術版)》2007(2): 367-371。
- 李俊鴻、王瓊霞、陳郁蕙、陳雅惠與陳凱俐。2013。「臺灣社區林業生態產業間接效益之價值評估」，《應用經濟論叢》，93:43-82。
- 李俊鴻、林國銓。2013。社會—生態系統調適性協同經營：臺灣先驅研究—森林生態系統服務功能評價與生態補償機制探討(I)。科技部，臺北市。

- 李俊鴻、陳郁蕙、陳雅惠。2011。森林生態系服務功能及其價值探討。行政院農業委員會林務局，台北。
- 李保傑、渠愛雪、顧和和、紀亞洲。2015。徐州市賈汪礦區土地利用變化及其對生態系統服務價值的影響。生態科學 34(5): 147-153。
- 李保傑、顧和和、紀亞洲、陳軍。2010。基於 RS 和 GIS 的礦區土地利用變化對生態服務價值損益影響研究—以徐州市九裡礦區為例。水土保持研究 17(5): 123-128。
- 李保傑、顧和和、紀亞洲。2014。複墾礦區生態系統服務價值空間分異研究—以徐州市賈汪礦區為例。中國礦業大學學報 43(4): 749-756。
- 李宣德、馮豐隆。2010。臺灣地區樟樹生物量擴展係數之建立。林業研究季刊 32(3): 45-54。
- 李宣德、馮豐隆。2009。森林生物生態面向之永續發展指標。林業研究季刊 31(2): 61-76。
- 李柏儒。2007。以條件評估法探討杉林溪休閒遊憩效益及其經濟價值。國立雲林科技大學休閒運動研究所碩士論文。
- 李峰、王素芳。2014。礦區生態系統服務功能價值對煤礦開採工程的附應。資源節約與環保 10:145-146。
- 李國忠。1995。水源涵養林任務成本與水利用效率之研究。中華林學季刊 28(1): 81-117。
- 李國忠、林俊成、賴建興、林麗貞。2017。臺大實驗林森林生態系不同林分經營策略之碳貯存效果。臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 18(4): 261-272。
- 李惠萍、劉小林、張宋智、蘭岩雄、楊海裕、袁一起。2012。小隴山生態站森林生態系統服務功能及其價值評估。西北林學院學報 27(5): 15-20。
- 李瑞宗。2002。蘇花公路沿線植物資源調查暨植物解說文稿。太魯閣國家公園管理處，花蓮縣。
- 李瑞宗。2003。蘇花道今昔。太魯閣國家公園管理處，花蓮縣。
- 汪勁。2014。論生態補償的概念 —以《生態補償條例》草案的立法解釋為背景。中國地質大學學報 14(1):1-2。
- 汪真滿、陳凱俐。2000。遊憩資源之遊憩效益評估—以宜蘭縣為例。宜蘭技術學報 5: 91-104。
- 肖寒、歐陽志雲、趙景柱。2000。森林生態系統服務功能及其生態經濟價值評估初探—以海南島尖峰嶺熱帶森林為例。應用生態學報 11(4): 481-484。取自

<https://goo.gl/By6Rsb>。

- 周子暉。2016。應用退水曲線位移法建立臺灣集水區水源涵養量推估模式。國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文。
- 周子暉。2016。應用退水曲線位移法建立臺灣集水區水源涵養量推估模式。國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系碩士論文，1-125。
- 周佐辰。2011。台北市生態系統水源涵養服務功能之研究。臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文。
- 周裕豐、朱雲鵬、葉欣誠、陳嘉尚。2001。「臺灣廢棄物處理之動態模型分析」，臺灣經濟預測與政策，第31卷，第2期，137-170。
- 孟祥江、侯元兆。2010。森林生態系統服務價值核算理論與評估方法研究進展。世界林業研究 23(6): 8-12。
- 林天書、尹華文。1992。火燒柯等十二種闊葉樹抗家白蟻之研究。林業試驗所研究報告季刊 7(4): 319-328。
- 林旭宏。1988。南澳闊葉樹保護區植群生態之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文，臺北市。
- 林幸助、徐崇斌、葉昭憲、官文惠、彭宗仁、高樹基、蔡尚惠、郭美華、楊正澤、葉文斌、吳聲海、曾晴賢、孫元勳、邵廣昭。2009。武陵溪流生態系長期生態研究與生態模式建構。國立臺灣博物館學刊 62(3): 61-74。
- 林幸君、張靜貞。2004。「臺灣農業與相關產業之附加價值與產業關聯分析」，農業經濟叢刊。10(1): 1-24。
- 林昆樂。2006。臺灣地區石化工業之環境成本計畫。成功大學都市計畫學系學位論文，1-171。
- 林俊成、王培蓉、陳麗琴、林裕仁。2008。環境態度類型對森林生態系服務重要性認知之研究。臺灣林業科學 23(S): 51-62。
- 林俊成、柳婉郁。2017。考慮機會成本下碳吸存成本效益之經濟分析。應用經濟論叢 88: 61-102。
- 林俊成、鄭美如、劉淑芬、李國忠。2002。全民造林運動二氧化碳吸存潛力之經濟效益評估。臺灣林業科學 17(3): 311-321。
- 林晏州、林寶秀。2007。遊客與居民對太魯閣國家公園資源保育願付費用之影響因素分析與比較。觀光研究學報 13(4): 309-326。
- 林國銓、洪富文、游漢明、馬復京。1994。福山試驗林闊葉樹生態系生物量與葉面積指數的累積與分布。林業試驗所研究報告 9(4): 299-315。
- 林雲雀。2004。區域性綠色國民所得帳之建立 -以宜蘭縣遊憩效益為例。東吳大學

- 經濟學系碩士論文，1-77。
- 林裕仁、劉瓊霏、林俊成。2002。臺灣地區主要用材比重與碳含量測定。臺灣林業科學 17(3): 291-299。
- 社團法人臺灣濕地協會。2011。國家重要濕地社會經濟及績效評估先期作業成果報告。
- 花蓮縣政府。2017。106 年花蓮縣觀光概況。花蓮縣政府統計通報。
- 邱宗儀。2008。宜蘭縣南澳河流域之植群分類與製圖。國立宜蘭大學自然資源學系碩士論文，宜蘭市。
- 邱祈榮、王怡平。2017。臺灣森林生態系服務價值估算初探。臺灣林業 43(1): 3-11。
- 邱祈榮、林俊成、陳莉坪。2010a。植林碳匯專案管理。國立臺灣大學森林環境暨資源學系，臺北市。
- 邱祈榮、林俊成。2012。森林價值知多少—自然資產與生態系統服務之簡介。林業研究專訊 19(6): 36-42。
- 邱祈榮、柳婉郁。2016。森林生態系服務價值估算與驗證機制研析。行政院農業委員會林務局，臺北市。
- 邱祈榮、蔡維倫、林思吟、陳莉坪。2010b。臺灣林業碳匯管理策略探討。中華林學季刊 43(2): 277-293。
- 邱祈榮。2015。森林生態系服務價值評估應用於林業政策訂定之探討。行政院農業委員會林務局，臺北市。
- 金輝、李晉陵、韓偉宏、邢虹娟、郭軍玲。2016。基於 GIS 的土地利用變化對礦區生態系統服務價值的影響。山西農業科學 11: 1669-1674。
- 俞秋豐。2003。臺灣東北氣候區植群分類系統之研究。國立臺灣大學森林研究所博士論文，臺北市。
- 姚銘輝、陳守泓。2005。水稻田二氧化碳吸存量之研究。臺灣農業研究 150-161。
- 洪千祐、顏添明。2015。以過去發表資料為基礎分析臺灣地區人工針葉樹林、闊葉樹林和竹林之碳吸存量。林業研究季刊 37(4): 259-268。
- 洪淑華。2007。和平北溪森林植物社會沿海拔梯度之物種多樣性研究。國立宜蘭大學自然資源學系碩士論文，宜蘭市。
- 唐紫晗、李妍均、陳朝、魯嘉濠。2014。西南山區採煤塌陷地生態服務價值分析—以重慶市松藻礦區為例。水土保持研究 21(2): 172-179。
- 孫立達、朱金兆。1995。水土保持林體系綜合效益研究與評價。中國科學技術出版社，北京。

- 孫百寬、洪偉翰、張淑君。2013。森林基本功能與其經營管理的認知與認同研究。運動與遊憩研究 7(4): 1-22。
- 孫嘉慧，《考量高屏空品區空氣污染環境質損的區域綠色 GDP—系統動態方法應用》，臺北大學資源管理研究所。2003。
- 孫麗珠。2008。太魯閣國家公園歸化植物分布與入侵之調查研究。國立花蓮教育大學生態與環境教育研究所碩士論文，花蓮市。
- 馬東麗。生態文明法治視野下的煤炭礦區生態補償法律機制的思考。經濟與法。
- 高嘉鴻。2009。和平地區礦業開發之環境經濟研究，臺北科技大學資源工程研究所學位論文，1-124。
- 高嘉鴻。2009。和平地區礦業開發之環境經濟研究。國立臺北科技大學資源工程研究所碩士論文。
- 國家公園組。2015。衝擊減輕及生態補償實施辦法。2017 年 5 月 25 日，  
[http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com\\_rgsys&view=detail&id=7719&ctid=18429&Itemid=201](http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_rgsys&view=detail&id=7719&ctid=18429&Itemid=201)。
- 國家林業局。2008。森林生態系統服務功能評估規範。中國標準出版社，北京市。
- 張文銘, 2008. 整合綠色國民所得帳與投入產出分析於東部區域產業發展之研究. 成功大學都市計畫學系學位論文，1-114。
- 張貞。2013。我國礦產資源開發生態補償法律制度研究。中國地質大學。碩士論文。
- 張耿傑、白中科、喬麗、劉小翠。2008。平朔礦區生態系統服務功能價值變化研究。資源與產業 10(6): 8-12。
- 張耿傑、白中科、喬麗、劉小翠。2009。平朔礦區生態系統服務功能價值情景類比研究。資源與產業 11(1): 1-4。
- 張惠珠。2010。代表性生態系經營管理之蘇花海岸生態系長期生態網計畫(二)—稀有及瀕危植物保育措施評估。太魯閣國家公園管理處，花蓮縣。
- 張華洲。1997。惠蓀實驗林場三種林分枯枝落葉量及其養分含量之季節變動。國立中興大學森林學研究所碩士論文，臺中市。
- 張銘倉。2012。宜蘭海岸植群與入侵性之研究。國立宜蘭大學森林暨自然資源學系碩士論文，宜蘭市。
- 張穎、潘靜、Ernst-August Nuppenau。2015。森林生態系統服務價值評估研究綜述。林業經濟 10: 101-106。
- 許紀泉。2006。森林生態系統服務功能價值的評估。長春師範學院學報 25(3): 77-81。

- 許舒涵、曾偉君與陳吉仲。2014。「桃園藻礁生態系經濟價值之評估」，《農業經濟叢刊》，20，1-31。
- 許麗麗、李寶林、袁燁城、高錫章、張濤。2016。基於生態系統服務價值評估的我國集中連片重點貧困區生態補償研究。地球資訊科學學報 18(3): 286-297。
- 郭柏亨 (2008) 環境評估法中的魔術—效益移轉法。全球變遷通訊雜誌 59:19-22。
- 陳子英、俞秋豐、宋梧魁、程宗德。2002a。宜蘭東北區之山地植群多變數分析。臺大實驗林研究報告 16(3): 201-214。
- 陳子英、俞秋豐、李智群、戚永年。2002b。宜蘭縣無尾港水鳥保護區之植群調查。宜蘭技術學報 9: 175-189。
- 陳子英、楊暄慧。2002。宜蘭縣南部海岸植群調查。宜蘭技術學報 9: 243-257。
- 陳子英。1995。南澳南溪之植物資源調查。宜蘭縣政府，宜蘭縣。
- 陳子英。2004。蘭陽溪的植群分類系統之研究。臺大實驗林研究報告 18(3): 171-206。
- 陳屹。2010。森林生態系統服務功能價值評估方法及其研究。改革與開放 25(8): 112-113。
- 陳良偉、林幸助、彭宗仁、郭美華、蔡尚惠。2011。以穩定同位素探討臺灣櫻花鉤吻鮭之營養來源及其食物網。農林學報 60(2): 93-107。
- 陳宗玄、陸地。2006。遊客對導覽解說人員需求與付費意願之研究：以國立自然科學博物館植物園為例。博物館學季刊 20(4): 7-25。
- 陳宛君、廖學誠。2007。應用旅遊成本法分析宜蘭縣英士、玉蘭及崙埤社區的遊憩效益。中華林學季刊 40(3): 341 - 355。
- 陳明健、莊慶達、陳凱俐、鄭蕙燕、蕭景楷、吳珮瑛、王鴻濬、錢玉蘭、黃文琪、林俊昇、張四立與許志義。2003。《自然資源與環境經濟學—理論基礎與本土案例分析》，臺北：雙葉書廊有限公司。
- 陳俊文、張峻德。1993。大雪山紅檜人工林地上部生物量與養分聚積。中華林學季刊 26(4): 35-48。
- 陳信雄、李錦育。1986。森林集水區水土保育功能綜合模式之研究。中華林學季刊 19(3): 59-74。
- 陳韋志、蔡尚惠、王志強、廖冠茵、邱清安。2013。石門水庫集水區中游崩塌地之植群分析及復育芻議。林業研究季刊 35(4): 273-294。
- 陳財輝、呂錦明。1988。苗栗海岸砂丘木麻黃人工林之生長及林分生物量。林業

- 試驗損研究報告季刊 3(1): 333-343。
- 陳彩虹、肖默。2011。長株潭城市群城市森林生態系統服務功能的價值評估。中南林業科技大學學報 31(2): 50-54。
- 陳雅惠、李俊鴻。2013。以生態系服務功能補償(PES)促進林業部門發展綠色經濟。臺灣林業 39(3): 23-28。
- 陳雅惠、李俊鴻、陳郁蕙。2011。淺談生態系統暨生物多樣性經濟學(TEEB)。臺灣林業 37(3): 17-21。
- 陳雅惠、李俊鴻。2013。以生態系服務功能補償(PES)促進林業部門發展綠色經濟。臺灣林業 39(3): 23-28。
- 陳雅惠、陳郁蕙。2013。淺談綠色經濟與林業部門在綠色經濟之發展契機。臺灣林業 39(3): 7-15。
- 陳雅琳、高吉喜、常學禮、李詠紅。2011。礦區土地利用及生態服務價值動態評估—以山西省朔州市為例。乾旱區資源與環境 25(1): 44-48。
- 陳瓊伊。2015。客家樟腦產業轉型策略之研究：以臺三線三個案為例。中央大學客家研究碩士在職專班學位論文，1-129。
- 陸和平、劉小豔、車總全。2014。森林生態系統服務價值研究綜述。甘肅科技 30(19): 160-164。
- 傅祖壇與林億明。2014。「健康風險認知、減重需求與其願付價值」，《經濟研究》，50，69-99。
- 喬麗、白中科、張耿傑、劉小翠。2015。礦區生態系統服務價值變化驅動原素分析—以平朔礦區為例。中國礦業 18(10): 51-73。
- 曾先峰。2014。資源環境產權缺陷與礦區生態補償機制缺失：影響機理分析。乾旱區資源與環境: 28(5)48-49。
- 曾保忠。2010。礦山公園設置應用於台灣礦區開發之研究。成功大學資源工程學系學位博士論文。
- 游漢明。1981。不同齡級柳杉林分地上部之生物量與淨生產量。國立臺灣大學森林學研究所造林組碩士論文，臺北市。
- 馮豐隆、楊正澤、蔡尚惠。1998。以東北角海岸國家風景特定區之植生與昆蟲為例探討整合性森林資源調查與監測系統之建立。農林學報 47(3): 67-87。
- 黃珮晴。2005。效益移轉模型之建立與比較分析—自然資源及生態環境價值移轉之檢視。國立臺灣大學農業經濟學研究所碩士論文。
- 黃漢樞。2007。臺灣林業部門對綠色國民所得帳貢獻之研究。臺灣大學農業經濟學研究所學位論文，1-113。

- 黃增泉、謝長富、謝宗欣。1991。觀音海岸自然保護區之植物相調查。臺灣省農林廳林務局保育研究系列-80-05 號。
- 楊正澤、吳海音、胡峻毓。1999。關刀溪森林生態系華南鼬(*Mustela sibirica* Pallas)排遺之昆蟲碎片分析初報。林業研究季刊 21(2): 1-7。
- 楊秋霖。2005。森林遊憩發展政策與藍圖。取自 <https://goo.gl/HQNdAW>。
- 楊國亭、王兵、殷彤、李芳、楊勝濤、黃龍生、劉祖英、牛香。2017。黑龍江省森林生態連清與生態系統服務研究。中國林業出版社，北京市。
- 楊蕙玟。2014。陽明山花季遊客之遊憩效益評估。國立中興大學應用經濟學研究所碩士論文。
- 經濟部水利署。2015。國外生態補償機制及案例介紹。2017 年 06 月 14 日，  
[http://epaper.wra.gov.tw/Article\\_Detail.aspx?s=AEB39CFBCD15C1FA](http://epaper.wra.gov.tw/Article_Detail.aspx?s=AEB39CFBCD15C1FA)。
- 經濟部礦務局。2008。建立水土保持示範礦場-礦區土地復育計畫報告。成大究發展基金會。
- 萬軍、張惠遠、王金南。2005。中國生態補償政策評估與框架初探。環境科學研究 18(2): 13-18。
- 萬倫來、王禕茉、任雪萍。2014。安徽省廢棄礦區土地複墾的生態系統服務功能多情景類比。資源科學 36(11): 2299-2306。
- 廖祥亨。2003。陽明山國家公園旅遊資源經濟價值評估。中國文化大學經濟學研究所碩士論文。
- 趙金龍、王灝鑫、韓海榮、康峰峰、張彥雷。2013。森林生態系統服務功能價值評估研究進展與趨勢。生態學雜誌 32(8): 2229-2237。
- 趙玲。2013。基於價值轉移法的自然資源遊憩價值評價研究。大連理工大學博士學位論文。
- 趙軍、陳姍。2011。基於 GIS 的石羊河流域森林生態效益估算與空間分布特徵研究。干旱區地理 34(1): 12-19。
- 劉彥政。1995。水泥業東移對花蓮地區環境景觀影響成本之研究：條件評估法之應用，國立中興大學資源管理研究所碩士論文。
- 劉彥政。1995。水泥業東移對花蓮地區環境景觀影響之成本—條件評估法之應用研究。國立中興大學資源管理研究所碩士論文。
- 劉癸君、林喻東。2003。阿里山森林遊樂區之遊憩效益-以條件評估法與旅遊成本法評估為例。林業研究季刊 25(3): 87-105。
- 劉美麗。1982。柳杉、杉木林下草本植群之地上部生物量及養分含量之研究。國立中興大學森林學研究所碩士論文，臺中市。

- 劉英毓、張瑞麟。2008。臺灣礦區土地復育與二次利用規劃研究。礦區土地復育及二次利用之示範觀摩與相關議題研討會論文集。花蓮。
- 劉英毓。2007。台灣劣化土地環境之鑑定、整治及復育策略研究—子計畫六：台灣礦區土地復育與二次利用規劃研究(I)報告。
- 劉崇瑞、廖秋成。1979。臺灣天然林之群落生態研究(6)—清水山石灰岩地區植群生態之研究。臺灣省立博物館科學年刊 22: 1-64。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑。1989。森林植物生態學，第三版。臺灣商務印書館，臺北市。
- 劉業經、林文鎮、歐辰雄、呂金誠。1986。惠蓀林場闊葉樹次生林林相改良報告(I)—伐採三十年後之植生組成及初步處理。中華林學季刊 19(3): 1-11。
- 蔡呈奇。2014。合理暨永續性的耕地土壤管理。國立宜蘭大學農業推廣季刊通訊總號第 067 號。
- 蔡佳惠、蔡尚惠、吳俊賢、葉燦烟、林俊名。2016。經濟發展與環境保護孰重？以蘇花公路山區路段改善計畫為例。觀光與休閒管理期刊 4 特刊: 128-140。
- 蔡尚惠、吳聲海、唐立正、呂金誠、歐辰雄。2007。生態系模式之建構與分析—以惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林為例。中華林學季刊 40(3): 319-339。
- 蔡尚惠、陳朝圳、林昭遠、陳韋志。2015。高屏溪流域崩塌地之植生復育分析。林業研究季刊 37(4): 229-248。
- 蔡尚惠。2000。森林生態系經營模式之建構—以惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林為例。國立中興大學森林學系博士論文，臺中市。
- 蔡尚惠、王志強、蔡家銘、呂金誠、蘇培凱。2012。金門地區保安林之組成與結構。101 年度森林資源永續經營研討會(生態與保育組)論文集，中華林學會、國立臺灣大學實驗林管理處溪頭自然教育園區，南投縣，p.37-38。
- 蔡尚惠、王志強、蔡家銘、陳韋志。2011。澎湖、金門地區之造林成效評估。2011 中華林學會論文發表會論文集，中華林學會、國立宜蘭大學森林暨自然資源學系，宜蘭市，163-172。
- 蔡尚惠、朱恩良、曾喜育、陳韋志。2015。思源埡口地區植群組成及多樣性。林業研究季刊 37(3): 165-180。
- 蔡尚惠、江政人、徐憲生、郭礎嘉、陳昇郁。2016。司界蘭溪濱岸植群之組成、結構與多樣性。中華易之森林植物研究協會 105 年學術研討會論文集，p.28-42，中華易之森林植物研究協會，臺中市。
- 蔡尚惠、吳聲海、顏江河、唐立正、許博行、呂金誠、歐辰雄、林昭遠、謝顯宗。2007。惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林生態系經營模式之導入。林業研

- 究季刊 29(1): 21-38。
- 蔡尚惠、呂金誠、歐辰雄、吳聲海、唐立正。1999。Shannon 生態系歧異度指數之介紹與應用——以惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林為例。林業研究季刊 21(4): 69-81。
- 蔡尚惠、呂金誠、歐辰雄、李明益。2000。惠蓀林場小出山闊葉樹次生林植群之生產力與歧異度分析。林業研究季刊 22(1): 51-62。
- 蔡尚惠、呂金誠、歐辰雄。2004。生態系模式之研究與進展。中華林學季刊 36(3): 341-352。
- 蔡尚惠、林志銓、黃立彥、呂金誠、歐辰雄。2007。惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林之種豐富度模式分析。臺灣林業科學 22(2): 193-204。
- 蔡尚惠、徐憲生、王志強、鍾文娟。2012。武陵地區七家灣溪濱岸植物多樣性及植栽選擇。生物科學 54(2): 41-53。
- 蔡尚惠、郭礎嘉、曾喜育。2011。2005-2008 年七家灣溪濱岸植群之生物多樣性研究。台灣生物多樣性研究 13(4): 269-283。
- 蔡尚惠、陳韋志、曾喜育、廖冠茵。2015。武陵地區回收農地之植生復育研究。農業工程學報 61(4): 55-70。
- 蔡尚惠、馮豐隆。1999。生態歧異度及其求算方法之分類。生物科學 42(1): 65-83。
- 蔡尚惠、黃志成、陳韋志、鍾宗祐、陳泰安。2015。農村再生社區生態保育自主調查規劃及民眾參與實作。2015 景觀論壇「地景的翻轉機制」學術研討會論文集 B 組發表論文——文化景觀與農村再生，中華民國景觀學會、國立勤益科技大學景觀系，臺中市，110-125。
- 蔡尚惠、楊正澤、馮豐隆。1998。吊網應用於東北角海岸國家風景特定區之昆蟲資源調查與監測。中興大學實驗林研究彙刊 20(2): 51-64。
- 蔡尚惠、楊正澤。2004。農業生物多樣性之面面觀。農業世界 249: 40-47。
- 蔡尚惠、葉燉烟、廖冠茵、陳韋志、李炳煌。2016。集集綠色隧道沿線路燈設置與光害對樟樹影響評估。中華易之森林植物研究協會 105 年學術研討會論文集，p.72-96，中華易之森林植物研究協會，臺中市。
- 蔡尚惠、蔡佳惠、陳韋志、鄭百佑、陳輝豪。2017。大肚臺地陸域生物監測暨生態保育策略。中華易之森林植物研究協會 106 年學術研討會論文集，p.19-50，中華易之森林植物研究協會，臺中市。
- 蔣本基，《環保沿革與綠色國民所得帳編算之演變》，國立臺灣大學環境工程學研究所教授，2003。
- 鄭健志，2005。應用系統動態方法探討森林資源於綠色國民所得之重要性。國立

- 暨南國際大學經濟學研究所碩士論文，1-72。
- 鄭欽龍。1995。製造業用水函數及用水模式預測之研究(一)。中華經濟研究院：臺北市。
- 鄭欽龍。2009。國有林林木經營區因應減碳政策之最適經營規劃。行政院農業委員會林務局暨所屬機關九十八年度委託研究計畫。
- 鄭欽龍、施友元。2006。南投地區承租造林地林木伐採成本之分析。中華林學季刊 39(3): 315-327。
- 鄭蕙燕與羅炳和。2005。「處理抗議樣本對於願付價值與出價函數之影響」，《臺灣土地金融季刊》，42，1-15。
- 蕭代基、鄭蕙燕、吳珮瑛、錢玉蘭、溫麗琪。2002。環境保護之成本效益分析—理論、方法與應用。俊傑：台北。
- 蕭代基、鄭蕙燕、吳珮瑛、錢玉蘭與溫麗琪。2002。《環境保護之成本效益分析：理論、方法與應用》，臺北：俊傑書局股份有限公司。
- 蕭代基、錢玉蘭與蔡麗雪。1998。「淡水河系水質與景觀改善效益之評估」，《經濟研究》，35，29-59。
- 賴俊仁、陳子英。2007。廢棄石灰石礦區植群演替調查—以和平地區為例。臺灣林業 33(4): 46-58。
- 錢玉蘭、林桓億、蕭代基、吳珮瑛、龐元勳、洪志銘、劉哲良、黃德秀、林蕙萱、郭騰隆、劉芳慈、曾筱文。2013。「國家重要濕地社會經濟價值評估計畫」。營建署城鄉發展分署補助研究計畫。UR-10105。台北大學。
- 繆建群、孫松、王志强、黃國勤。2017。江西高天岩自然保護區生態系統服務功能價值評估。生態學報 37(19): 1-10。
- 薛美莉、林幸助。2014。重要濕地開發迴避、衝擊減輕與生態補償機制。內政部營建署城鄉發展分署，臺北市。
- 薛美莉、林幸助。2015。臺灣濕地生態補償之執行與推動。濕地學刊 4(1): 22-30。
- 謝志業。2013。臺灣礦業開發之環境經濟研究，臺北科技大學資源工程研究所學位論文，1-107。
- 謝志業，2013。臺灣礦業開發之環境經濟研究。國立臺北科技大學資源工程研究所碩士論文。
- 閔雅文與陳麗婷。2014。「產銷履歷驗證之價值評估—以水產品之產銷履歷驗證為例」，《農業經濟叢刊》，19，43-64。
- 羅玉霖、羅紹麟。1994。臺灣國有林區森林生態經濟系統能值分析。國立中興大學實驗林研究報告 16(2): 107-116。

- 羅玉霖。1994。臺灣國有林區森林生態經濟系統能值分析。國立中興大學森林學研究所碩士論文，臺中市。
- 羅紹麟、馮豐隆。1987。生物量調查及分析方法在樟樹資源調查之應用。興大實驗林實驗報告 8: 67-87。
- 蘇鴻傑。1984。臺灣天然林氣候與植群型之研究(II)山地植群帶與溫度梯度之關係。中華林學季刊 17(4): 57-73。
- Adhikari, R. K., M. Kindu, R. Pokharel, L. M. Castroa and T. Knoke. 2017. Financial compensation for biodiversity conservation in Ba Be National Park of Northern Vietnam. *Journal for Nature Conservation* 35:92-100.
- Adoneng-Kissi, O. 2017. Poverty and mine's compensation package: Experiences of local farmers in Prestea mining community. *Resources Policy*, 52: 226-234.
- Ahlheim, M., Frör, O., Lehr, U., Wagenhals, G. and Wolf, U. 2004. Contingent Valuation of Mining Land Reclamation in East Germany. *University Hohenheim*, 245.
- Alarcon, G.G., Fantini, A.C., Salvador, C.H. and Farley, J., 2017. Additionality is in detail: Farmers' choices regarding payment for ecosystem services programs in the Atlantic forest, Brazil. *Journal of Rural Studies*, 54:177-186.
- Alix-Garcia, J., Janvry, A., Sadoulet, E., Torres, J., Varela, J., Ramos, M., 2009. Lessons learned from Mexico's payment for environmental services program. In: Lipper, L., Sakuyama, T., Stringer, R., Zilberman, D. (Eds.), *Payment for environmental services in agricultural landscapes: economic policies and poverty reduction in developing countries*, Springer, 163-189.
- Allen, R.R. 1971. Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Board Can.* 28: 1573-1581.
- Aoki, I. 1995. Flow-indices characterizing eutrophication in lake-ecosystems. *Ecol. Model.* 82: 225-232.
- Aoki, I. 1997. Comparative study of flow-indices in lake-ecosystems and the implication for maturation process. *Ecol. Model.* 95: 165-169.
- Arias-González, J.E. 1998. Trophic models of protected and unprotected coral reef ecosystem in the South of the Mexican Caribbean. *J. Fish Biol.* 53: 236-255.
- Arriagada, R., A.Villaseñor, E. Rubiano, D. Cotacachi and J. Morrisond. 2018. Analysing the impacts of PES programmes beyond economic rationale: Perceptions of ecosystem services provision associated to the Mexican case. *Ecosystem Services* 29: 116-127.

- Arrow, K., R. Solow, E. Leamer, P. Portner, R. Randner and H. Schuman. 1993. Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. Federal Register. 58: 4610-4614.
- Aslam, U., Termansen, M. and Fleskens, L., 2017. Investigating farmers' preferences for alternative PES schemes for carbon sequestration in UK agroecosystems. *Ecosystem Services*, 27:103-112.
- Asquitha, N. M., M. T. Vargas and S. Wunder. 2008. Selling two environmental services: In-kind payments for bird habitat and watershed protection in Los Negros, Bolivia. *Ecological Economics* 65(4): 675-684.
- Bachewe, F.N., Berhane, G., Minten, B. and Taffesse, A.S., 2017. Agricultural Transformation in Africa? Assessing the Evidence in Ethiopia. *World Development*.
- Bai, Y., Wang, R. and Jin, J., 2011. Water eco-service assessment and compensation in a coal mining region—A case study in the Mentougou District in Beijing. *Ecological Complexity*, 8(2):144-152.
- Banerjee, S., Cason, T.N., de Vries, F.P. and Hanley, N., 2017. Transaction costs, communication and spatial coordination in Payment for Ecosystem Services Schemes. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83:68-89.
- Banks-Leite, 2015. Response to Comment on "Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot". *Science* 34: 731.
- Bartelmus, Peter, 1992. "Accounting for Sustainable Growth and Development," *Structural Change and Economic Dynamics*. 3:2:241-260.
- Barton, D. N. 2002. The transferability of benefit transfer: contingent valuation of water quality improvements in Costa Rica. *Econological Economics* 42: 147-164.
- Baskaran, R., R. Cullen and S. Colombo. 2010. Testing different types of benefit transfer in valuation of ecosystem services: New Zealand winegrowing case studies. *Ecological Economics* 69(5): 1010-1022.
- Bauman, J.M., C.H., Keiffer, and S. Hiremath, 2012, Establishment by *Pinus virginiana* in Mine Restoration. *International Journal of Ecology* 2012:1-12.
- Baylis, K., Peplow, S., Rausser, G., Simon, L., 2006. Agri-environmental policy in the European Union: who's in charge? Commissioned Paper – Canadian Agricultural Trade Policy Research Network (CATPRN) 2006-4: 1-23.
- Baylis, K., Peplow, S., Rausser, G., Simon, L., 2008. Agri-environmental policies in

- the EU and the United States: a comparison. *Ecological Economics* 65:753-764.
- Bennagen, M. E. November 1998. Estimation of Environmental Damages from Mining Pollution: The Marinduque Island Mining Accident *ECONOMY AND ENVIRONMENT PROGRAM FOR SOUTHEAST ASIA*, 1-54.
- Bennagen, M. E. 1998. Estimation of Environmental Damages from Mining Pollution: The Marinduque Island Mining Accident. In: *Economy and Environment: Selected Readings in the Philippines* (Francisco H A and de los Angeles M S, eds). EDM Press, Manila.
- Bergstrom, J. C., P. D. Civita. 1999. Status of Benefits Transfer in the United States and Canada: A Review. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 47: 79-87.
- Bertke, E., Gerowitt, B., Hespelt, S.K., Isselstein, J., Marggraf, R., Tute, C., 2005. An outcome-based payment scheme for the promotion of biodiversity in the cultural landscape. *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity* 10:36-39.
- Bishop, J. 2012. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Business and Enterprise*. The Economics of Ecosystems and Biodiversity, Geneva.
- Blackman, A., Woodward, R., 2009. User Financing in National Payments for Environmental Services Program: Costa Rican Hydropower. *Environment for Development Discussion Paper—Resources for the Future (RFF)* 09-03.
- Bobek, B., Furtek, J., Bobek, J., Merta, D. and Wojciuch-Ploskonka, M., 2017. Spatio-temporal characteristics of crop damage caused by wild boar in north-eastern Poland. *Crop Protection*, 93:106-112.
- Boerner, J., Mendoza, A., Vosti, S.A., 2007. Ecosystem services, agriculture, and rural poverty in the Eastern Brazilian Amazon: interrelationships and policy prescriptions. *Ecological Economics* 64:356-373.
- Bosselmann, A.S. and Lund, J.F., 2013. Do intermediary institutions promote inclusiveness in PES programs? The case of Costa Rica. *Geoforum*, 49:50-60.
- Boyle, D. R. 1994. Design of a Seepage Meter for Measuring Groundwater Fluxes in the Nonlittoral zone of Lakes-Evaluation in a Boreal Forest Lake. *Limnology and Oceanography* 39(3): 670-681.
- Boyle, K. J. and J. C. Bergstrom. 1992. Benefit Transfer Studies: Myths, Pragmatism, and Idealism. *Water Resource Research* 28: 657-663.
- Brey, T. 1999. A collection of empirical relations for use in ecological modelling. *Naga* 22(3): 24-28.
- Brouwer, R. and F. A. Spaninks. 1999. The validity of environmental benefits transfer:

- Further empirical testing. *Environmental and Resource Economics* 14(1): 95-117.
- Brouwer, R., I. H. Langford, I. J. Bateman and R. K. Turner. 1999. A meta-analysis of wetland contingent valuation studies. *Regional Environmental Change* 1(1): 47-57.
- Brown, M.T. and R.A. Herendeen. 1996. Embodied energy analysis and EMERGY analysis: a comparative view. *Ecol. Econ.* 19: 219-235.
- Burton, M. Zahedi, S. and White, B. 2012. Public preferences for timeliness and quality of mine site rehabilitation. The case of bauxite mining in Western Australia. *Resources Policy*, 37(1):1-9.
- Cabral, P., Levrel, H., Viard, F., Frangoudes, K., Girard, S. and Scemama, P., 2016. Ecosystem services assessment and compensation costs for installing seaweed farms. *Marine Policy*, 71:157-165.
- Cairns, R. D., 2001. "Seeing the Trees as A Forest: What Counts in Green Accounting," *Ecological Economics*. 36(1):61.
- Cairns, R., 2000. "Sustainability Accounting and Green Accounting", *Environment and Development Economics*, v. 5, iss. 1-2:49-54.
- Carbon Pulse. 2017. EU PRICES.
- Careddu, N. and Siotto, G. 2011. Promoting ecological sustainable planning for natural stone quarrying. The case of the Orosei Marble Producing Area in Eastern Sardinia. *Resources Policy*, 36(4):304-314.
- Caurla, S. Garcia, S. and Niedzwiedz, A., 2015. Store or export? An economic evaluation of financial compensation to forest sector after windstorm. The case of Hurricane Klaus. *Forest Policy and Economics*, 61:30-38.
- Chan, K.M., Anderson, E., Chapman, M., Jespersen, K. and Olmsted, P., 2017. Payments for Ecosystem Services: Rife With Problems and Potential—For Transformation Towards Sustainability. *Ecological Economics*, 140:110-122.
- Chervier, C., Le Velly, G. and Ezzine-de-Blas, D., 2017. When the Implementation of Payments for Biodiversity Conservation Leads to Motivation Crowding-out: A Case Study From the Cardamoms Forests, Cambodia. *Ecological Economics*.
- Christensen, V. 1994. Emergy-based ascendancy. *Ecol. Model.* 72: 129-144.
- Christensen, V. 1995a. Ecosystem maturity- towards quantification. *Ecol. Model.* 77: 3-32.
- Christensen, V. 1995b. Fish production, catches and the carrying capacity of the world oceans. *Naga* 18(3): 34-40.

- Christensen, V. 1999. Indicators for Marine Ecosystems Impacted by Fisheries, pp. 1-11. FAO- Australia Technical Consultation on Sustainability Indicators in Marine Capture Fisheries, Sydney.
- Christensen, V. and D. Pauly. 1991. A Guide to the Ecopath II Program (ver. 2.0). ICLARM Software 6, 1st ed. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila.
- Christensen, V. and D. Pauly. 1992. Ecopath II- a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristic. *Ecol. Model.* 61: 169-185.
- Christensen, V. and D. Pauly. 1993. On steady-state modelling of ecosystems, pp. 14-19. In V. Christensen and D. Pauly eds. *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*. ICLARM Conference Proceedings, 26.
- Christensen, V. and D. Pauly. 1998. Changes in models of aquatic ecosystems approaching carrying capacity. *Ecol. Appl.* 8(1): 104-109.
- Collins, K. 2015. Dealing With the Inevitable: Sediment in Reservoirs. *Reclamation Managing Water in the West*. Bureau of Reclamation.
- Colombo, S. and N. Hanley. 2008. How can we reduce the errors from benefits transfer? An investigation using the choice experiment method. *Land economics*.84: 128-147.
- Compensation standard of watersheds in china. *Journal of Economics of Water Resources*, 34(6):34-37. (in Chinese with English abstract)
- Corbera, E., 2010. Mexico's PES-carbon programme: a preliminary assessment and impacts on rural livelihoods. In: Tacconi, L., Mahanty, S., Suich, H. (Eds.), *Payments for Environmental Services, Forest Conservation and Climate Change: Livelihoods in the REDD?*, pp. 54-81.
- Corbera, E., N. Kosoy and M. Martínez Tuna. 2007. Equity implications of marketing ecosystem services in protected areas and rural communities: Case studies from Meso-America. *Global Environmental Change* 17(3-4): 365-380.
- Corbera, E., Soberanis, C.G., Brown, K., 2009. Institutional dimensions of payments for ecosystem services: an analysis of Mexico's carbon forestry programme. *Ecological Economics* 68:743-761.
- Costanza, R., R. d'Arge and R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neil, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

- Costedoat, S., Koetse, M., Corbera, E. and Ezzine-de-Blas, D., 2016. Cash only? Unveiling preferences for a PES contract through a choice experiment in Chiapas, Mexico. *Land Use Policy*, 58:302-317.
- Costenbader, J., 2009. Legal Frameworks for REDD. Design and Implementation at the National Level. IUCN Environmental Policy and Law Paper No. 77.
- Cranford, M. and Mourato, S., 2011. Community conservation and a two-stage approach to payments for ecosystem services. *Ecological economics*, 71:89-98.
- Cranford, M. and Mourato, S., 2014. Credit-based payments for ecosystem services: Evidence from a choice experiment in Ecuador. *World Development*, 64:503-520.
- Daily, G.C. 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, San Francisco.
- Dalsgaard, J.P.T. and R.T. Oficial. 1998. Modeling and Analyzing the Agroecological Performance of Farms with ECOPATH. ICLARM Tech. Rep. 53.
- Dalsgaard, J.P.T., C. Lightfoot and V. Christensen. 1995. Towards quantification of ecological sustainability in farming system analysis. *Ecol. Eng.* 4: 181-189.
- Damigos, D. and Kaliampakos, D. 2003. Assessing the benefits of reclaiming urban quarries: a CVM analysis. *Landscape and Urban Planning*, 64(4):249-258.
- Daniels, A.E., Bagstad, K., Esposito, V., Moulaert, A. and Rodriguez, C.M., 2010. Understanding the impacts of Costa Rica's PES: Are we asking the right questions?. *Ecological economics*, 69(11):2116-2126.
- Dasgupta, P. , 1993. "An Inquiry into Well-Being and Destitution", New York: Oxford University Press.
- Demeke, E., S. Mukanjari and E. Muchapondwa. 2016. Non-market Valuation and Park Pricing: Evidence from South Africa. European Association of Environmental and Resource Economists 22nd Annual Conference. Zurich, Switzerland.
- Desvousges, W. H., M. C. Naughton and G. R. Parsons. 1992. Benefit Transfer: Conceptual Problems in Estimating Water Quality Benefits Using Existing Studies. *Water Resources Research* 28: 675-683.
- Diswandi, D., 2017. A hybrid Coasean and Pigouvian approach to Payment for Ecosystem Services Program in West Lombok: Does it contribute to poverty alleviation?. *Ecosystem Services*, 23:138-145.
- Dobbs, T., 2006. Working Lands Agri-Environmental Policy Options and Issues for

- the Next United States Fram Bill. Economic Staff Paper 2006-3. Department of Economics, South Dakota State University, pp. 1-37.
- Downing, M. and T. Ozuna, Jr. 1996. Testing the reliability of the benefit function transfer approach. *Journal of Environmental Economics and Management* 30: 316-322.
- Dr. A. Thompson, J. J., J. Garbutt, And J. Quartermaine. 2014. Managing Landscape Change With Respect To Future Mineral Extraction In North Yorkshire. Proceedings of the 17th Extractive Industry Geology Conference, EIG conferences Ltd., 66-77.
- Dutschke, M., Angelsen, A., 2008. How do we ensure permanence and assign liability? In: Angelsen, A. (Ed.), *Moving ahead with REDD: issues, options and implications*. CIFOR, Bogor Indonesia
- Ecological compensation systems for national key ecological function areas. *Journal of Resources and Ecology*, 6(6):363-368.
- El-Fadel, M., Sadek, S. and Chahine, W. 2001. Environmental Management of Quarries as Waste Disposal Facilities. *Environmental Management*, 27(4):515-31.
- Engel, S., S. Pagiola and S. Wunder. 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. *Ecological Economics* 65(4): 663-674.
- Everard, M., Longhurst, J., Pontin, J., Stephenson, W. and Brooks, J., 2017. Developed-developing world partnerships for sustainable development (1): An ecosystem services perspective. *Ecosystem Services*, 24:241-252.
- Ezebilo, E. 2013. Willingness to pay for improved residential waste management in a developing country. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10(3):413-422.
- Fan, H., Xu, J. and Gao, S., 2016. Modeling the dynamics of urban and ecological binary space for regional coordination: A case of Fuzhou coastal areas in Southeast China. *Habitat International*.
- Farley, J. and Costanza, R., 2010. Payments for ecosystem services: from local to global. *Ecological economics*, 69(11):2060-2068.
- Fauzi, A. and Anna, Z., 2013. The complexity of the institution of payment for environmental services: A case study of two Indonesian PES schemes. *Ecosystem Services*, 6:54-63.

- Finn, J.T. 1976. Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows. *J. Theor. Biol.* 56: 363-380.
- Florax, R. J. G. M., H. L. F. de Groot and R. A. de Mooij. 2002. Meta-Ananysis: A tool for upgrading Inputs of Macroeconomic Policy Models. Tinbergen Institute Discussion paper.
- Food and Agriculture organization of the United Nations. 2016. How are the World's Forests Changing? (second ed.) Global forest resources assessment 2015, Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome.
- Freeman, A. M. 2003. The Measurement of Environmental and Resource Values. Resources for the Future, Washington, DC.
- FSC. 2015. FSC Ecosystem Services Strategy: DRAFT- May 2015. Forest Stewardship Council (FSC), Bonn.
- Gałaś, S. and Gałaś, A. 2016. The qualification process of mining projects in environmental impact assessment: Criteria and thresholds. *Resources*, 49:204-212.
- García, O., Veiga, M. M., Cordy, P., Suescún, O. E., Molina, J. M. and Roeser, M. 2015. Artisanal gold mining in Antioquia, Colombia: a successful case of mercury reduction. *Journal of Cleaner Production*, 90:244-252.
- Gardner, R.C., M. Bonells, E. Okuno, J.M. Zarama. 2012. Avoiding, mitigating, and compensating for loss and degradation of wetlands in national laws and policies. Ramsar Scientific and Technical Briefing Note no. 3. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Gastineau, P. and Taugourdeau, E., 2014. Compensating for environmental damages. *Ecological economics*, 97:150-161.
- Giessubel-Kreusch, R., 1988. Estimating the monetary value of the non-marketable, environmental services of agriculture and the possibilities of compensatory payments: the example of nature conservation. *Agrarwirtschaft* 38:221-226.
- Górriz-Mifsud, E., Varela, E., Piqué, M. and Prokofieva, I., 2016. Demand and supply of ecosystem services in a Mediterranean forest: computing payment boundaries. *Ecosystem Services*, 17:53-63.
- Greenberg, C.H. and A. McGrane. 1996. A comparison of relative abundance and biomass of ground-dwelling arthropods under different forest management practices. *For. Ecol. Manage.* 89: 31-41.
- Greiner, R. and Stanley, O., 2013. More than money for conservation: exploring social

- co-benefits from PES schemes. *Land use policy*, 31:4-10.
- Grieg-Gran, M., Porras, I., Moreno, M.L., 2003. The Social Impacts of Payments for Environmental Services in Costa Rica, a Quantitative Field Survey and Analysis of the Virilla Watershed. International Institute for Environment and Development, London, UK.
- Guerra, R., 2016. Assessing preconditions for implementing a Payment for Environmental Services initiative in Cotriguaçu (Mato Grosso, Brazil). *Ecosystem Services*, 21:31-38.
- Gulley, A. L. 2017. Valuing environmental impacts of mercury emissions from gold mining: Dollar per troy ounce estimates for twelve open-pit , small-scale , and artisanal mining sites. *Resources Policy*, 52:266-272.
- Haab, T. C. and K. E. McConnell. 2002., *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation*, Northampton, MA, USA: Edward Elgar Press.
- Haan, de M. and S.J. Keuning. 1996. "Taking the environment into account: the NAMEA approach," *Review of Income and Wealth*, 2:131-48.
- Haaren, C.V., Bathke, M., 2008. Integrated landscape planning and remuneration of agri-environmental services: results of a case study in the Fuhrberg region of Germany. *Journal of Environmental Management* 89:209-221.
- Hall, A., 2008a. Better RED than dead: paying the people for the environmental services in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B—Biological Sciences* 363:1925-1932.
- Hall, A., 2008b. Paying for environmental services: the case of Brazilian Amazonia. *Journal of International Development* 20:965-981.
- Hamed, A., M. Kaveh, Von H. Betsy, W. James, J. Milon, and B. Matthew. 2016., "How Much Are Floridians Willing to Pay for Protecting Sea Turtles from Sea Level Rise?," *Environmental Management*, 57:176-188.
- Hamilton, K. , "Pollution and Pollution Abatement in the National Accounts" , *Review of Income and Wealth* , Vol. 42 (1):13- 33, 1996.
- Hamilton, K. "Green Adjustments to GNP", *Resources Policy*, Vol. 20:155-168,1994.
- Han, S. Y. and C. K. Lee. 2008., "Estimating the Value of Preserving the Manchurian Black Bear Using the Contingent Valuation Method," *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23:458-465.
- Han, S.Y., C.K. Lee, J.W. Mjelde, and T.K. Kim. 2010., "Choice-Experiment

- Valuation of Management Alternatives for Reintroduction of the Endangered Mountain Goral in Woraksan National Park, South Korea. *Scandinavian, Journal of Forest Research*, 25:534-543.
- Han, X., Xu, L.Y. and Yang, Z.F., 2010. A revenue function-based simulation model to calculate ecological compensation during a water use dispute in Guanting Reservoir Basin. *Procedia Environmental Sciences*, 2:234-242.
- Hanemann, M., J. Loomis, and B. Kanninen. 1991., "Statistical Efficiency of Double Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," *American Journal of Agricultural Economics*, 73:1255-1263.
- Häyhä, T., P. P. Franzese, A. Paletto and B. D. Fath. 2015. Assessing, valuing, and mapping ecosystem services in Alpine forests. *Ecosystem Services* 14: 12-23.
- He, K., Zhang, J., Zeng, Y. and Zhang, L., 2016. Households' willingness to accept compensation for agricultural waste recycling: taking biogas production from livestock manure waste in Hubei, PR China as an example. *Journal of Cleaner Production*, 131:410-420.
- Hooper, R.G. 1996. Arthropod biomass in winter and age of longleaf pines. *For. Ecol. Manage.* 82: 115-131.
- Humphreys, W.F. 1979. Production and respiration in animals. *J. Anim. Ecol.* 48: 427-453.
- Impact. *Conservation Biology* 21:1165-1173.
- Iovanna, R. and C. Griffiths. 2006. Clean water, ecological benefits, and benefits transfer: a work in progress at the U.S. EPA. *Ecological economics* 60(2): 473-482.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. IPCC/IGES, Hayama, Japan.
- Ishihara, H., Pascual, U. and Hodge, I., 2017. Dancing With Storks: The Role of Power Relations in Payments for Ecosystem Services. *Ecological Economics*, 139:45-54.
- Jack, B.K. and Santos, E.C., 2017. The leakage and livelihood impacts of PES contracts: A targeting experiment in Malawi. *Land Use Policy*, 63:645-658.
- Jack, B.K., C. Kousky and K.R.E. Sims. 2008. Designing payments for ecosystem services: Lessons from previous experience with incentive-based mechanisms. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 105: 9465-9470.
- John M. Koch, a. R. J. H. 2007. Synthesis: Is Alcoa Successfully Restoring a Jarrah

- Forest Ecosystem after Bauxite Mining in Western Australia? Restoration Ecology, 15(4):137-144.
- Johnston, R. J. and R. S. Rosenberger. 2010. Methods, trends and controversies in contemporary benefit transfer. Journal of Economic Surveys 24(3) : 479-510.
- Johnston, R. J., E. Y. Besedin, R. Iovanna, C. J. Miller, R. F. Wardwell and M. H. Ranson. 2005. Systematic variation in willingness to pay for aquatic resource improvements and implications for benefit transfer: a meta-analysis. Canadian Journal of Agricultural Economics 53(2-3): 221-248.
- Jørgensen, S.E., S.N. Nielsen and H. Mejer. 1995. Emergy, environ, exergy and ecological modelling. Ecol. Model. 77: 99-109.
- Jourdain, D., Boere, E., Van den Berg, M., Dang, Q.D., Cu, T.P., Affholder, F. and Pandey, S., 2014. Water for forests to restore environmental services and alleviate poverty in Vietnam: A farm modeling approach to analyze alternative PES programs. Land use policy, 41:423-437.
- Kaczan, D. and Swallow, B.M., 2013. Designing a payments for ecosystem services (PES) program to reduce deforestation in Tanzania: An assessment of payment approaches. Ecological Economics, 95:20-30.
- Kaczan, D., Pfaff, A., Rodriguez, L. and Shapiro-Garza, E., 2017. Increasing the impact of collective incentives in payments for ecosystem services. Journal of Environmental Economics and Management.
- Kaiser, G., 1974. Deficiency payments unrelated to production as a complement to the present market regulation policy? Agrarische Rundschau 1:36-40.
- Kambani, S. M. 2003. Small-scale mining and cleaner production issues in Zambia. Journal of Cleaner Production, 11(2):141-146.
- Kanninen, B. J. 1993., "Optimal Experimental Design for Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," Land Economics, 69:138-146.
- Kelvin Ngongolo, S. M. 2013.. Using Butterflies to Measure Biodiversity Health in Wazo Hill Restored Quarry Journal of Entomology and Zoology Studies, 1(4):81-86.
- Kelvin Ngongolo, S. M. a. A. M. 2014. The Abundance and pollinators' impact on seed setting of *Leucaena leucocephala* in Wazo Hill restored Quarry, Tanzania. Journal of Zoological and Bioscience, 1(2):6-10.
- Kermagoret, C., Levrel, H., Carlier, A. and Dachary-Bernard, J., 2016. Individual preferences regarding environmental offset and welfare compensation: a choice

- experiment application to an offshore wind farm project. *Ecological Economics*, 129:230-240.
- Keske, C. M. H. and A. Mayer. 2014. Visitor Willingness to Pay U.S. Forest Service Recreation Fees in New West Rural Mountain Economies. *Economic Development Quarterly* 28(1): 87-100.
- Kidido, J. K., Ayitey, J. Z., Kuusaana, E. D., & Gavu, E. K. 2015. Who is the rightful recipient of mining compensation for land use deprivation in Ghana? *Resources Policy*, 43:19-27.
- Kim, T.G., Opaluch, J., Moon, D.S.H. and Petroliia, D.R., 2017. Natural resource damage assessment for the Hebei Spirit oil spill: An application of Habitat Equivalency Analysis. *Marine Pollution Bulletin*.
- Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the Western Pacific. *Jap. J. Ecol.* 17: 70-87.
- Koch, J. M. and Hobbs, R. J. 2007. Synthesis: Is Alcoa Successfully Restoring a Jarrah Forest Ecosystem after Bauxite Mining in Western Australia? *Restoration Ecology*, 15(4):S137-S144.
- Koh, N. S., T. Hahn and C. Ituarte-Lima. 2017. Safeguards for enhancing ecological compensation in Sweden. *Land Use Policy* 64: 186-199.
- Kolinjivadi, V., Adamowski, J. and Kosoy, N., 2014. Recasting payments for ecosystem services (PES) in water resource management: A novel institutional approach. *Ecosystem Services*, 10:144-154.
- Kolinjivadi, V., Charré, S., Adamowski, J. and Kosoy, N., 2016. Economic experiments for collective action in the Kyrgyz Republic: lessons for Payments for Ecosystem Services (PES). *Ecological Economics*.
- Kolinjivadi, V., Gamboa, G., Adamowski, J. and Kosoy, N., 2015. Capabilities as justice: Analysing the acceptability of payments for ecosystem services (PES) through 'social multi-criteria evaluation'. *Ecological Economics*, 118:99-113.
- Kontoleon, A. and T. Swanson. 2003., "The Willingness to Pay for Property Rights for the Giant Panda: Can a Charismatic Species be an Instrument for Nature Conservation?," *Land Economics*, 79:483-499.
- Kosoy, N., Corbera, E., Brown, K., 2008. Participation in payments for ecosystem services: case studies from the Lacandon rainforest, Mexico. *Geoforum* 39:2073-2083.
- Kosoy, N., M. Martinez-Tunaa, R. Muradian and J. Martinez-Alier. 2007. Payments

- for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological Economics* 61(2-3): 446-455.
- Kubo, T. and Y. Shoji. 2014., “Spatial Tradeoffs between Residents’ Preferences for Brown Bear Conservation and the Mitigation of Human-Bear Conflicts,” *Biological Conservation*, 176:126-132.
- Kumar, P. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity- Ecological and Economic Foundations*. Earthscan Publications Ltd., London.
- Kunanuntakij, K., Varabuntoonvit, V., Vorayos, N., Panjapornpon, C. and Mungcharoen, T., 2017. Thailand Green GDP assessment based on environmentally extended input-output model. *Journal of Cleaner Production*.
- Laakso, J. 1999. Short-term effects of wood ants (*Formica aquilonia* Yarr.) on soil animal community structure. *Soil Biol. Biochem.* 31: 337-343.
- Lansing, D.M., 2013. Understanding linkages between ecosystem service payments, forest plantations, and export agriculture. *Geoforum*, 47:103-112.
- Lawer, E. T., Lukas, M. C., & Jørgensen, S. H. 2017. The neglected role of local institutions in the ‘resource curse’ debate. Limestone mining in the Krobo region of Ghana. *Resources Policy*, 54:43-52.
- Lee, J., 2017. Farmer participation in a climate-smart future: Evidence from the Kenya agricultural carbon market project. *Land Use Policy*, 68:72-79.
- Leimona, B. and Carrasco, L.R., 2017. Auction winning, social dynamics and non-compliance in a payment for ecosystem services scheme in Indonesia. *Land Use Policy*, 63:632-644.
- Li, G. and Fang, C., 2014. Global mapping and estimation of ecosystem services values and gross domestic product: A spatially explicit integration of national ‘green GDP’ accounting. *Ecological Indicators*, 46:293-314.
- Li, X., Wu, P., Cao, W., 2016b. Practice, problems and countermeasures of ecological.
- Li, Y.F., Liu, Y.H., Du, Z.P. and Jie, C.H.E.N., 2009. Effect of coal resources development and compensation for damage to cultivated land in mining areas. *Mining Science and Technology (China)*, 19(5):620-625.
- Libralato, S., V. Christensen, D. Pauly. 2006. A method for identifying keystone species in food web models. *Ecological Modelling* 195(3-4): 153-171.
- Lim, S. Y., Min, S. H. and Yoo, S. H. 2016. The public value of contaminated soil remediation in Janghang copper smelter of Korea. *Resources Policy*, 50:66-74.
- Lin, H.-J., S.-R. Kuo, H.-L. Hsieh, S.-L. Wong, I.-M. Chen, W.-T. Lo and J.-J. Hung.

1999. A trophic model of sandy barrier lagoon at Chiku in Southwestern Taiwan. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 48: 575-588.
- Lin, H.-J., T.-R. Peng, I.-C. Cheng, L.-W. Chen, M.-H. Kuo, C.-S. Tzeng, S.-T. Tsai, J.-T. Yang, S.-H. Wu, Y.-H. Sun, S.-F. Yu, and S.-J. Kao. 2012. Trophic model of the subtropical headwater stream habitat of Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus formosanus*. *Aquatic Biology* 17: 269-283.
- Lin, S.-J., S.-T. Tsai, J.-H. Lin, K.-J. Jong and Y.-K. Wang. 2014. Changes in structure and function of fish assemblages along environmental gradients in an intensive agricultural region of subtropical Taiwan. *Pacific Science* 68(2): 213-230.
- Lindeman, R.L. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23: 399-418.
- Lindhjem, H. 2007. 20 years of stated preference valuation of non-timber benefits from Fennoscandian forests: A meta-analysis. *Journal of Forest Economics* 12(4): 251-277.
- Liu, D. and Zhu, L., 2014. Assessing China's legislation on compensation for marine ecological damage: A case study of the Bohai oil spill. *Marine Policy*, 50:18-26.
- Liu, Y. and Zhuang, X., 2011. Economic Evaluation and Compensation Mechanism of Coalresource-based cities in China. *Energy Procedia*, 5:2142-2146.
- Liu, Z., Gong, Y. and Kontoleon, A., 2018. How do Payments for Environmental Services Affect Land Tenure? Theory and Evidence From China. *Ecological Economics*, 144:195-213.
- Loomis, J. B. and D. S. White. 1996. Economic benefits of rare and endangered species: summary and meta-analysis. *Ecological Economics* 18:197-206.
- Loomis, J. B. and R. S. Rosenberger. 2006. Reducing Barriers in Future Benefit Transfers: Needed Improvements in Primary Study Design and Reporting. *Ecological Economics* 60: 343-350.
- López-Bao, J.V., Frank, J., Svensson, L., Åkesson, M. and Langefors, Å., 2017. Building public trust in compensation programs through accuracy assessments of damage verification protocols. *Biological Conservation*, 213:36-41.
- Lurie, S., Bennett, D.E., Duncan, S., Gosnell, H., Hunter, M.L., Morzillo, A.T., Moseley, C., Nielsen-Pincus, M., Parker, R. and White, E.M., 2013. PES marketplace development at the local scale: The Eugene Water and Electric Board as a local watershed services marketplace driver. *Ecosystem Services*, 6:93-103.
- Mahanty, S., Suich, H. and Tacconi, L., 2013. Access and benefits in payments for

- environmental services and implications for REDD+: Lessons from seven PES schemes. *Land Use Policy*, 31:38-47.
- Markova-Nenova, N. and Wätzold, F., 2017. PES for the poor? Preferences of potential buyers of forest ecosystem services for including distributive goals in the design of payments for conserving the dry spiny forest in Madagascar. *Forest Policy and Economics*, 80:71-79.
- Martin Persson, U. and F. Alp izar. 2013. Conditional cash transfers and payments for environmental services-a conceptual framework for explaining and judging differences in outcomes. *World Development* 43: 124-137.
- Martin-Ortega, J., Ojea, E. and Roux, C., 2013. Payments for water ecosystem services in Latin America: a literature review and conceptual model. *Ecosystem Services*, 6:122-132.
- McComb, G., V. Lantz, K. Nash and R. Rittmaster. 2006. International Valuation Databases: Overview, Methods and Operational Issues. *Ecological Economics* 60: 461-472.
- McGrath, F.L., Carrasco, L.R. and Leimona, B., 2017. How auctions to allocate payments for ecosystem services contracts impact social equity. *Ecosystem Services*, 25:44-55.
- Mclachlan, A., G. Kerley and C. Rickard. 1996. Ecology and energetics of slacks in the Alexandria coastal dunefield. *Landscape and Urban Planning* 34: 267-276.
- McLeod, H. 2000. Compensation for landowners affected by mineral development: the Fijian experience. *Resources Policy*, 26(2):115-125.
- McVittie, A. and S.S. Hussain. 2013. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity– Valuation Database Manual*. The Economics of Ecosystems and Biodiversity, Geneva.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- Mei, H.A.N. and Haozhe, Y.U., 2016. Wetland Dynamic and Ecological Compensation of the Yellow River Delta based on RS. *Energy Procedia*, 104:129-134.
- Michael Ahlheim, O. F., Ulrike Lehr, Gerhard Wagenhals, Ursula Wolf. 2004. *Contingent Valuation of Mining Land Reclamation in East Germany* Institut für Volkswirtschaftslehre, 1-23.
- Midler, E., Pascual, U., Drucker, A.G., Narloch, U. and Soto, J.L., 2015. Unraveling

- the effects of payments for ecosystem services on motivations for collective action. *Ecological Economics*, 120:394-405.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005a. Ecosystems and human well-being: synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005b. Living beyond our means - natural assets and human well-being - Statement from the board. Millennium Ecosystem Assessment, Washington, DC.
- Ministry of Finance (MOF), 2016b. The results of allocating central finance subsidies on.
- Mishra, S. K., & Mishra, P. 2017. Determinants of households' resistance against land acquisition for mining: Experiences at Talcher coalfields in India. *Land Use Policy*, 66:10-17.
- Mullan, K., Kontoleon, A., Swanson, T., Zhnag, S.Q., 2011. When should household be compensated for land-use restriction? A decision-making framework for Chinese forest policy. *Land Use Policy* 28:402-412
- Munoz-Pina, C., Guevara, A., Torres, J.M., Brana, J., 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: analysis, negotiations and results. *Ecological Economics* 65:725-736
- Muradian, R., Corbera, E., Pascual, U., Kosoy, N., May, P.H., 2010. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics* 69:1202-1208.
- Muradian, R., Corbera, E., Pascual, U., Kosoy, N., May, P.H., 2010. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics* 69:1202-1208.
- Mwitwa, J. ; German, L. ; Muimba-Kankolongo, A. and Puntodewo, A. 2012. Governance and sustainability challenges in landscapes shaped by mining: Mining-forestry linkages and impacts in the Copper Belt of Zambia and the DR Congo. *Forest Policy and Economics*, 25:19-30.
- Narloch, U., Pascual, U. and Drucker, A.G., 2013. How to achieve fairness in payments for ecosystem services? Insights from agrobiodiversity conservation auctions. *Land Use Policy*, 35:107-118.
- National Development and Reform Commission (NDRC), 2016. Questions and answers on improving PES schemes. (in Chinese, Accessed 2017-2-18)
- Ngongolo, K. and Mtoka. S. 2013. Using Butterflies to Measure Biodiversity Health

- in Wazo Hill Restored Quarry. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 1(4):81-86.
- Ngongolo, K. Mtoka, S. and Mahulu, A. 2014. The Abundance and pollinators' impact on seed setting of *Leucaena leucocephala* in Wazo Hill restored Quarry, Tanzania. *International Journal of Development and Sustainability*, 3 (5):1060-1065.
- Ninan, K. N. and A. Kontoleon. 2016. Valuing forest ecosystem services and disservices—Case study of a protected area in India. *Ecosystem Services* 20:1-14.
- Ninan, K. N. and M. Inoue. 2013. Valuing forest ecosystem services- case study of a forest reserve in Japan. *Ecosystem Services* 5:78-87.
- Niu, H., Liu, C., & Liu, K., 2017. A review on PES schemes for environmental restoration of mining sites. *Co-operative economy & Science*, (4):26-27. (in Chinese with English abstract)
- Novara, A., Gristina, L., Sala, G., Galati, A., Crescimanno, M., Cerdà, A., Badalamenti, E. and La Mantia, T., 2017. Agricultural land abandonment in Mediterranean environment provides ecosystem services via soil carbon sequestration. *Science of the Total Environment*, 576:420-429.
- Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*, 3rd ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology*. CBS College Publishing, New York.
- Odum, H.T. 1982. *System Ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- Odum, H.T. 1988. Self-organization, transformation, and information. *Science* 242: 1132-1139.
- Odum, H.T. and N. Peterson. 1996. Simulation and evaluation with energy system blocks. *Ecol. Model.* 93: 155-173.
- Odum, W.E. 1968. The ecological significance of fine particle selection by the striped mullet *Mugil cephalus*. *Limnol. Oceanogr.* 13: 92-98.
- Odum, W.E. and E.J. Heald. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community, 265-286. In L. E. Cronin ed. *Estuarine Research*, Vol. 1. 1st ed. Academic Press, New York.
- Pactwa, K. and Woźniak, J. 2000. Environmental reporting policy of the mining industry leaders in Poland. *Resources Policy*, 26:227-238.
- Pactwa, K., & Woźniak, J. 2017. Environmental reporting policy of the mining

- industry leaders in Poland. *Resources Policy*, 53:201-207.
- Page, G. and Bellotti, B., 2015. Farmers value on-farm ecosystem services as important, but what are the impediments to participation in PES schemes?. *Science of the Total Environment*, 515:12-19.
- Page, G., Ridoutt, B., Creeper, D. and Bellotti, B., 2015. A framework for assessing local PES proposals. *Land Use Policy*, 43:37-41.
- Pagiola, S. 2008. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics* 65(4): 712-724.
- Pagiola, S., Arcenas, A., Platais, G., 2005. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date. *World Development* 33:237-253.
- Pagiola, S., Rios, A., Arcenas, A., 2008. Can the poor participate in payments for environmental services? Lessons from the silvopastoral project in Nicaragua. *Environment and Development Economics* 13:299-325.
- Paine, R.T. 1969. A note on trophic complexity and community stability. *Am. Nat.* 103: 91-93.
- Pan, X., Xu, L., Yang, Z. and Yu, B., 2017. Payments for ecosystem services in China: Policy, practice, and progress. *Journal of Cleaner Production*, 158:200-208.
- Parise, M. 2010. The Impacts of Quarrying in the Apulian Karst. *Environmental Earth Sciences*, 441-447.
- Parise, M. The Impacts of Quarrying in the Apulian Karst (Italy). *Advances in Research in Karst Media*, 441-445.
- Parker, C., Mitchell, A., Trevedi, M., Mardas, N., 2009. The little REDD book.
- Pauly, D., M. Soriano and M.L. Palomares. 1987. On improving the construction, parameterization and interpretation of steady-state multispecies models. MS, presented at the 9th Shrimp and Finfish Fisheries Management Workshop, Kuwait.
- Pauly, D., V. Christensen and C. Walters. 1999. Ecopath as a tool for evaluating ecosystem impact of fisheries: a review, 23 pp. In ICES/SCOR Symposium 'Ecosystem Effects of Fishing', Montpellier.
- payment for environmental services program: intention, implementation, and
- Pemberton, C. A., Charles, E. H. and Andrews, H. P. 2010. Cultural bias in contingent valuation of copper mining in the Commonwealth of Dominica. *Ecological Economics*, 70(1):19-23.

- Peng, S.-L. and Z.-P. Zhang. 1995. Biomass, productivity and energy use efficiency of climax vegetation on Dinghu Mountains, Guangdong, China. *Sci. China (Series B)* 38(1): 67-73.
- Pevetz, W., 1992. Small area solutions in agricultural policy? Pulls between internationalization and regionalization. *Monatsberichte uber die Österreichische Landwirtschaft* 39:886-895.
- Pham, T.T., Loft, L., Bennett, K., Phuong, V.T. and Brunner, J., 2015. Monitoring and evaluation of Payment for Forest Environmental Services in Vietnam: From myth to reality. *Ecosystem Services*, 16:220-229.
- Phan, T.H.D., Brouwer, R., Davidson, M.D. and Hoang, L.P., 2017. A comparative study of transaction costs of payments for forest ecosystem services in Vietnam. *Forest Policy and Economics*, 80:141-149.
- Pierce, F., Fortin, J., Stanton, M.J., 1994. Periodic plowing effects on soil properties in a no-till farming system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:1782-1787.
- Pirard, R., 2012. Payments for Environmental Services (PES) in the public policy landscape: “Mandatory” spices in the Indonesian recipe. *Forest Policy and Economics*, 18:23-29.
- Polovina, J.J. 1984. Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs* 3(1): 1-11.
- Qiu, J., Liu, R., Zhao, J., Deng, H., 2008. Establishing eco-compensation mechanism in Bohai Sea waters under framework of ecosystem approach. *China Population, Resources and Environment* 18:60-64.
- Ramcharan, E. K., & Dey, P. K. 2005. The role of environmental factors in industrial site selection activities: a case of limestone quarry expansion in Barbados, West Indies. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 23(2):147-154.
- Randrianarison, H., Ramiaramanana, J. and Wätzold, F., 2017. When to Pay? Adjusting the Timing of Payments in PES Design to the Needs of Poor Land-users. *Ecological Economics*, 138:168-177.
- Rao, H., Lin, C., Kong, H., Jin, D. and Peng, B., 2014. Ecological damage compensation for coastal sea area uses. *Ecological Indicators*, 38:149-158.
- Rathnayake, R. M. W. 2016. Pricing the enjoyment of ‘elephant watching’ at the Minneriya National Park in Sri Lanka: An analysis using CVM Tourism. *Management Perspectives* 18: 26-33.
- Reutemann, T., Engel, S. and Pareja, E., 2016. How (not) to pay—Field experimental

- evidence on the design of REDD+ payments. *Ecological Economics*, 129:220-229.
- Reynaud, A. and D. Lanzasova. 2017. A Global Meta-Analysis of the Value of Ecosystem Services Provided by Lakes. *Ecological Economics* 137: 184-194.
- Richards, R.C., Kennedy, C.J., Lovejoy, T.E. and Brancalion, P.H., 2017. Considering farmer land use decisions in efforts to ‘scale up’ Payments for Watershed Services. *Ecosystem Services*, 23:238-247.
- Richardson, L., J. Loomis, T. Kroeger and F. Casey. 2015. The role of benefit transfer in ecosystem service valuation. *Ecological Economics* 115: 51-58.
- Richardson, L., T. Rosen, K. Gunther and C. Schwartz. 2014. The economics of roadside bear viewing. *Journal of Environmental Management* 140: 102-110.
- Rodriguez, J., 2002. Environmental services of the forest: the case of Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* 37:47-53.
- Rodríguez-Robayo, K.J., Ávila-Foucat, V.S. and Maldonado, J.H., 2016. Indigenous communities’ perception regarding payments for environmental services programme in Oaxaca Mexico. *Ecosystem Services*, 17:163-171.
- Rolfe, J. and Windle, J. 2015. Testing attribute selection and variation in a choice experiment to assess the tradeoffs associated with increased mining development. *Land Use Policy*, 42:673-682.
- Rosenberger, R. S. and J. B. Loomis. 2000. Using meta- analysis for benefit transfer: In- sample convergent validity tests of an outdoor recreation database. *Water Resources Research*. 36: 1097-1107.
- Rosenberger, R. S. and T. D. Stanley. 2006. Measurement, Generalization, and Publication: Sources of Error in Benefit Transfers and Their Management. *Ecological Economics* 60: 372-378.
- Sanches-Pereira, A., Onguglo, B., Pacini, H., Gómez, M.F., Coelho, S.T. and Muwanga, M.K., 2017. Fostering local sustainable development in Tanzania by enhancing linkages between tourism and small-scale agriculture. *Journal of Cleaner Production*, 162:1567-1581.
- Sanchez-Azofeifa, G.A., Pfaff, A., Robalino, J.A., Boomhower, J.P., 2007. Costa Rica’s.
- Sardana, K., J. C. Bergstrom, J. M. Bowker. 2016. Valuing setting-based recreation for selected visitors to national forests in the southern United States. *Journal of Environmental Management* 183(Pt 3): 972-979.

- Sattler, C., Trampnau, S., Schomers, S., Meyer, C. and Matzdorf, B., 2013. Multi-classification of payments for ecosystem services: How do classification characteristics relate to overall PES success?. *Ecosystem Services*, 6:31-45.
- Scherr, S., Milder, J., Inbar, M., 2007. Paying farmers for stewardship. In: Scherr, S., McNeely, J.A. (Eds.), *Farming With Nature: The Science and Practice of Ecoagriculture* Island Press, 378-399.
- Scheufele, G. and Bennett, J., 2017. Can payments for ecosystem services schemes mimic markets?. *Ecosystem Services*, 23:30-37.
- Schlaepfer, R. 1997. *Ecosystem- Based Management of Natural Resources: A Step Towards Sustainable Development*. IUFRO Occasional Paper 6.
- Schomers, S. and Matzdorf, B., 2013. Payments for ecosystem services: A review and comparison of developing and industrialized countries. *Ecosystem services*, 6:16-30.
- Schwerdtner, K. and Gruber, B., 2007. A conceptual framework for damage compensation schemes. *Biological Conservation*, 134(3):354-360.
- Second Steering Commission Meeting of the Twelfth National People's Congress.
- Sergeant, A. Poesen, J. Duchateau, P. and Vranken, L. 2015. A methodological framework to assess the socio-economic impact of underground quarries: A case study from Belgian Limburg. *Science of the Total Environment*, 15:559-569.
- Sergeant, A., Poesen, J., Duchateau, P., & Vranken, L. 2016. A methodological framework to assess the socio-economic impact of underground quarries: A case study from Belgian Limburg. *Sci Total Environ*, 541:559-569.
- Shen, N., Pang, A., Li, C. and Liu, K., 2010. Study on Ecological Compensation Mechanism of Xin'an Spring Water Source Protection Zone in Shanxi Province, China. *Procedia Environmental Sciences*, 2:1063-1073.
- Sheng, J., Wu, Y., Zhang, M. and Miao, Z., 2017. An evolutionary modeling approach for designing a contractual REDD+ payment scheme. *Ecological Indicators*, 79:276-285.
- Sheng, W., L. Zhen, G. Xie and Y. Xiao. 2017. Determining eco-compensation standards based on the ecosystem services value of the mountain ecological forests in Beijing, China. *Ecosystem Services* 26: 422-430.
- Shrestha, R. K. and J. B. Loomis. 2001. Testing a meta-analysis model for benefit transfer in international outdoor recreation. *Ecological Economics* 39: 67-83.
- Silva, R.A., Lapola, D.M., Patricio, G.B., Teixeira, M.C., Pinho, P. and Priess, J.A.,

2016. Operationalizing payments for ecosystem services in Brazil's sugarcane belt: How do stakeholder opinions match with successful cases in Latin America?. *Ecosystem Services*, 22:128-138.
- Simone, T.E., Lambert, D.M., Cuvaca, I. and Eash, N.S., 2017. Soil carbon sequestration, carbon markets, and conservation agriculture practices: A hypothetical examination in Mozambique. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(3):167-179.
- Sims, K.R. and Alix-Garcia, J.M., 2016. Parks versus PES: Evaluating direct and incentive-based land conservation in Mexico. *Journal of Environmental Economics and Management*.
- Smajgl, A., Xu, J., Egan, S., Yi, Z.F., Ward, J. and Su, Y., 2015. Assessing the effectiveness of payments for ecosystem services for diversifying rubber in Yunnan, China. *Environmental Modelling & Software*, 69:187-195.
- Smith, P., Powlsen, D.S., Glendining, M.J., Smith, J.U., 1998. Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming. *Glob. Chang. Biol.* 4:679-685.
- Smith, V. K. and Y. Kaoru. 1990. Signals or noise — explaining the variation in recreation benefit estimates. *American Journal of Agricultural Economics* 72(2): 419-433.
- Smith, V. K., G. Van Houtven and S. K. Pattanayak. 2002. Benefit transfer via preference calibration: “Prudential algebra” for policy. *Land Economics* 78(1): 132-152.
- Southgate, D., Wunder, S., 2009. Paying for watershed services in Latin America: a review of current initiatives. *Journal of Sustainable Forestry* 28:497-524.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods*, 2nd ed. Chapman and Hall, London.
- Spash, C. L. and A. Vatn. 2006. Transferring Environmental Value Estimates: Issues and Alternatives *Ecological Economics* 60: 379-388.
- Squadrone, S., Burioli, E., Monaco, G., Koya M. K., Prearo, M., Gennero, S., Dominici, A. and Abete, M. C. 2016. Human exposure to metals due to consumption of fish from an artificial lake basin close to an active mining area in Katanga (D.R. Congo). *Science of The Total Environment*, 568:679-684.
- Su, H.-J. 1984a. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (I). Analysis of the variation in climatic factors. *Quart. J. Chin. For.* 17(3): 1-14.

- Su, H.-J. 1984b. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II). Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quart. J. Chin. For.* 17(4): 57-73.
- Su, H.-J. 1992. A geographical data organization system for the botanical inventory of Taiwan. Institute of Botany, Academia Sinica. Monogr. Ser.: 12:23-36.
- Su, H.-J. 1985. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (III). A scheme of geographical climatic regions. *Quart. J. Chin. For.* 18(3): 33-44.
- Subak, S., 2000. Forest protection and reforestation in Costa Rica: evaluation of a clean development mechanism prototype. *Environmental Management* 26:283-297.
- Sukhdev, P., H. Wittmer and D. Miller. 2014. The Economics of Ecosystems and biodiversity (TEEB): Challenges and Responses. In D. Helm and C. Hepburn eds. *Nature in the Balance: The Economics of Biodiversity*. Oxford University Press, Oxford.
- Sun, J., Dang, Z. and Zheng, S., 2017. Development of payment standards for ecosystem services in the largest interbasin water transfer projects in the world. *Agricultural Water Management*, 182:158-164.
- Swallow, B.M., Leimona, B., Yatich, T., Velarde, S.J., 2010. The conditions for functional mechanisms of compensation and rewards for environmental services. *Ecology and Society* 15.
- Tacconi, L., 2012. Redefining payments for environmental services. *Ecological Economics*, 73:29-36.
- Talberth, J. and Bohara, A.K., 2006. Economic openness and green GDP. *Ecological Economics*, 58(4):743-758.
- TEEB. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva.
- TEEB. 2013. *Guidance Manual for TEEB Country Studies*. Version 1.0. United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva.
- TEEB. 2017. Case studies. Retrieved June 14, from <http://www.teebweb.org/resources/case-studies/>.
- Ten Brink, P. 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and*

- International Policy Making. The Economics of Ecosystems and Biodiversity, Geneva.
- Ten Brink, P., L. Mazza, T. Badura, M. Kettunen and S. Withana. 2012. Nature and its Role in the Transition to a Green Economy. United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. 2010. Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. United Nations Environment Programme, Switzerland.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. 2013. The Economics of Ecosystems and Biodiversity 2013: Guidance Manual for TEEB country studies. United Nations Environment Programme, Switzerland.
- Thompson, A., Jackson, J. Garbutt, J. and Quartermaine, J. 2014. Managing Landscape Change With Respect To Future Mineral Extraction in North Yorkshire. Proceedings of the 17th Extractive Industry Geology Conference, 67-77.
- Thompson, B.S., Primavera, J.H. and Friess, D.A., 2017. Governance and implementation challenges for mangrove forest Payments for Ecosystem Services (PES): Empirical evidence from the Philippines. *Ecosystem Services*, 23:146-155.
- Tikkanen, J., Hokajärvi, R., Hujala, T. and Kurttila, M., 2017. Ex ante evaluation of a PES system: Safeguarding recreational environments for nature-based tourism. *Journal of Rural Studies*, 52:42-55.
- To, P.X., *et al.*, 2012. The prospects for payment for ecosystem services in Vietnam: a look at three payment schemes. *Hum. Ecol.* 40 (2):237–249.
- Tran, T.T.H., Zeller, M. and Suhardiman, D., 2016. Payments for ecosystem services in Hoa Binh province, Vietnam: An institutional analysis. *Ecosystem Services*, 22:83-93.
- Tsai, C.-H., Y.-K. Wang, S.-T. Tsai, and S.-H. Wu. 2015. Seasonal and diel changes of the fish assemblage employing the fyke nets in a subtropical mangrove estuary of Puzih River, Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology* 23(1): 109-116.
- Tsai, S.-T., C.-H. Tsai, D.-Y. Yeh and W.-C. Chen. 2016. Riparian vegetation analysis in the Luoyewei River for the habitat of releasing Formosan Landlocked Salmon. Proceedings of 2016 Sustainable Development for Forest Resources (Section of Ecology and Conservation). Chinese Forestry Association, Forestry Bureau, and National Pingtung University, Pingtung, 56-58.

- Tsai, S.-T., K.-C. Lu, and H.-Y. Tseng. 2011. Analyzing vegetation dynamics of the broad-leaved secondary forest by species abundance models at Mt. Showchu in the Hue-Sun Forest Station. *Quarterly Journal of Forest Research* 33(3): 9-22.
- Turpie, J.K., Marais, C., Blignaut, J.N., 2008. The working for water programme: evolution of a payments for ecosystem services mechanism that addresses both poverty and ecosystem service delivery in South Africa. *Ecological Economics* 65:788-798.
- Ulanowicz, R.E. 1986. *Growth and Development: Ecosystems Phenomenology*, 1st ed. Springer-Verlag, New York.
- Ulanowicz, R.E. 1997. *Ecology, the Ascendent Perspective*, 1st ed. Columbia University Press, New York.
- Ulanowicz, R.E. and C.J. Puccia. 1990. Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses* 5: 7-16.
- Ulanowicz, R.E. and J. Norden. 1990. Symmetrical overhead in flow networks. *Int. J. Syst. Sci* 21(2): 429-437.
- UNEP and WWF. 2013. *TEEB Scoping Study for Georgia*. United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva.
- USDA , 2017, from website” <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/programs/alphabetical/csp/>”.
- Uthes, S., Matzdorf, B., Mueller, K., Kaechele, H., 2010. Spatial targeting of agrienvironmental measures: cost-effectiveness and distributional consequences. *Environmental Management* 46:494–509.
- Václavíková, M., Václavík, T. and Kostkan, V., 2011. Otters vs. fishermen: Stakeholders’ perceptions of otter predation and damage compensation in the Czech Republic. *Journal for Nature Conservation*, 19(2):95-102.
- Vaissière, A.C., Levrel, H., Hily, C. and Le Guyader, D., 2013. Selecting ecological indicators to compare maintenance costs related to the compensation of damaged ecosystem services. *Ecological indicators*, 29:255-269.
- Van Hecken, G., Merlet, P., Lindtner, M. and Bastiaensen, J., 2017. Can Financial Incentives Change Farmers' Motivations? An Agrarian System Approach to Development Pathways at the Nicaraguan Agricultural Frontier. *Ecological Economics*.
- VandenBerg, T. P., G. L. Poe and J. R. Powell. 2001. Assessing the accuracy of benefits transfers: evidence from a multisite contingent valuation study of ground

- water quality. In: John C. Bergstrom, Kevin J. Boyle, Gregory L. Poe (eds.). *The Economic Value of Water Quality*. Edward Elgar Publishers, Cheltenham, UK ; Northampton, MA.
- Vatn, A., 2010. An institutional analysis of payments for environmental services. *Ecological Economics* 69:1245-1252.
- Vorlaufer, T., Falk, T., Dufhues, T. and Kirk, M., 2017. Payments for ecosystem services and agricultural intensification: Evidence from a choice experiment on deforestation in Zambia. *Ecological Economics*, 141:95-105.
- Walters, C., V. Christensen and D. Pauly. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Rev. Fish Biol. Fish.* 7: 139-172.
- Wang, C., Pang, W. and Hong, J., 2017. Impact of a regional payment for ecosystem service program on the livelihoods of different rural households. *Journal of Cleaner Production*.
- Wang, P., Poe, G.L. and Wolf, S.A., 2017. Payments for Ecosystem Services and Wealth Distribution. *Ecological Economics*, 132:63-68.
- Wang, P., Wolf, S.A., Lassoie, J.P., Poe, G.L., Morreale, S.J., Su, X. and Dong, S., 2016. Promise and reality of market-based environmental policy in China: Empirical analyses of the ecological restoration program on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Global Environmental Change*, 39:35-44.
- Wang, X., 2016. The Central Finance paid 16.5 billion for PES schemes for non-commercial forests in 2016. <http://money.163.com/16/1129/09/C71H6021002580S6.html> (inChinese, Accessed 2017-2-18)
- Watve, M., Patel, K., Bayani, A. and Patil, P., 2016. A theoretical model of community operated compensation scheme for crop damage by wild herbivores. *Global Ecology and Conservation*, 5:58-70.
- Wei, X.Y. and Xia, J.X., 2012. Ecological compensation for large water projects based on ecological footprint theory: a case study in China. *Procedia environmental sciences*, 13:1338-1345.
- Weikard, H.P., Kis, A. and Ungvári, G., 2017. A simple compensation mechanism for flood protection services on farmland. *Land Use Policy*, 65:128-134.
- Whittaker, R.H. and G.M. Woodwell. 1969. Structure, production and diversity of the oak-pine forest at Brookhaven. *J. Ecol.* 57: 155-174
- Wickramarachchi, A. and P. Gunawardena (2012), "Estimation of Non Use Values of

- Sri Lankan Leopard (Panther Pardus Kotiya)” Proceedings of 17th International Forestry and Environment Symposium, Sri Lanka: Pegasus Reef Hotel Wattala.
- Wilker, J., Rusche, K., Benning, A., MacDonald, M. A. and Blean, P. 2016. Applying ecosystem benefit valuation to inform quarry restoration planning. *Ecosystem Services*, 20:44-55.
- Wilson M. A. and J. P. Hoehn. 2006. Valuing Environmental Goods and Services Using Benefit Transfer: The States-of-the-art and Science. *Ecological Economics* 60: 335-342.
- Windle, J. and Rolfe, J. 2013. Using discrete choice experiments to assess the preferences of new mining workforce to commute or relocate to the Surat Basin in Australia. *Resources Policy*, 38:169-180.
- Wittmer, H. and H. Gundimeda. 2012. The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Local and Regional Policy and Management. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, Geneva.
- Wittmer, H., A. Berghöfer and P. Sukhdev. 2013. Poverty Reduction and Biodiversity Conservation: Using the Concept of Ecosystem Services to Understand the Linkages. In: Roe, D., J. Elliott, C. Sandbrook and M. Walpole. (eds.). *Biodiversity Conservation and Poverty Alleviation: Exploring the Evidence for a Link*, John Wiley & Sons, Ltd, 36-51.
- Wlash, R. G., Johnson D. M., McKean J. R. 1989. Issues in nonmarket valuation and policy application: a retrospective glance. *Western Journal of Agricultural Economics* 14: 178-188.
- Wong, M.H., 2003, Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere* 50:775–780.
- Wood, M.A., Sheridan, R., Feagin, R.A., Castro, J.P. and Lacher, T.E., 2017. Comparison of land use change in payments for environmental services and National Biological Corridor Programs. *Land Use Policy*, 63:440-449.
- Woodward, R. T. and Y. S. Wui. 2001. The economic Value of Wetland Services: A Meta Ananysis. *Ecological Economics* 37: 257-270.
- Wu, X., 2016. Reforming and innovating the financial support policies to promote agriculture and rural area development. *Letter on rural work*, (16):17-21. (in Chinese, Accessed 2017-2-18)
- Wu, Z., Guo, X., Lv, C., Wang, H. and Di, D., 2017. Study on the quantification method of water pollution ecological compensation standard based on emergy theory. *Ecological Indicators*.

- Wunder, S. 2007. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation: essays. *Conservation Biology* 21(1): 48-58.
- Wunder, S. 2015. Revisiting the concept of payments for environmental services. *Ecological Economics* 117: 234-243.
- Wunder, S. and M. Albán. 2008. Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. *Ecological Economics* 65(4): 685-698.
- Wunder, S., S. Engel and S. Pagiola. 2008. Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics* 65(4): 834-852.
- Xiong, Y., Wang, K.L., 2010. Eco-compensation effects of the wetland recovery in Dongting Lake area. *Journal of Geographical Sciences* 20:389-405.
- Xu, L., Yu, B. and Yue, W., 2010. A method of green GDP accounting based on eco-service and a case study of Wuyishan, China. *Procedia Environmental Sciences*, 2:1865-1872.
- Xu, S., 2013. The State Council Report on the Progress of Eco-compensation Working.
- Yang, X., Zhao, H. and Ho, P., 2017. Mining-induced displacement and resettlement in China: A study covering 27 villages in 6 provinces. *Resources Policy*, 53:408-418.
- Yanosky, A., 2016. Payment for Ecosystem Services works, but not exactly in the way it was designed. *Global Ecology and Conservation*, 5:71-87.
- Yarram S. R. and Rice, J. 2017. Executive compensation among Australian mining and non-mining firms: Risk taking, long and short-term incentives. *Economic Modelling*, 64:211-220.
- Yeboah, F.K., Lupi, F. and Kaplowitz, M.D., 2015. Agricultural landowners' willingness to participate in a filter strip program for watershed protection. *Land Use Policy*, 49:75-85.
- Ying, Z., Gao, M., Liu, J., Wen, Y. and Song, W., 2011. Green accounting for forest and green policies in China—A pilot national assessment. *Forest policy and economics*, 13(7):513-519.
- Yoo, S.-H., & Kwak, S.-Y. 2009. Willingness to pay for green electricity in Korea: A contingent valuation study. *Energy Policy*, 37(12):5408-5416.
- Yu, B., Xu, L. and Wang, X., 2016. Ecological compensation for hydropower

- resettlement in a reservoir wetland based on welfare change in Tibet, China. *Ecological Engineering*, 96:128-136a.
- Yu, B., Xu, L. and Yang, Z., 2016. Ecological compensation for inundated habitats in hydropower developments based on carbon stock balance. *Journal of Cleaner Production*, 114:334-342b.
- Zandersen, M., Jørgensen, S.L., Nainggolan, D., Gyldenkaerne, S., Winding, A., Greve, M.H. and Termansen, M., 2016. Potential and economic efficiency of using reduced tillage to mitigate climate effects in Danish agriculture. *Ecological Economics*, 123:14-22.
- Zanella, M.A., Schleyer, C. and Speelman, S., 2014. Why do farmers join Payments for Ecosystem Services (PES) schemes? An Assessment of PES water scheme participation in Brazil. *Ecological economics*, 105:166-176.
- Zhang, B., W. Li, G. Xie and Y. Xiao. 2010. "Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value," *Ecological Economics*, 69(7): 1416-1426.
- Zhang, P., Sun, R., Ge, L., Wang, Z., Chen, H. and Yao, Z., 2014. Compensation for the damages arising from oil spill incidents: Legislation infrastructure and characteristics of the Chinese regime. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140:76-82.

## 附錄 1 我國及各國法律參考

### 濕地保育法

總統府 102.7.3 總統華總一義字第 10200127201 號令制定公布全文四十二條；  
施行日期：104 年 2 月 2 日

#### 第一章 總 則

第一條 為確保濕地天然滯洪等功能，維護生物多樣性，促進濕地生態保育及明智利用，特制定本法。

第二條 濕地之規劃、保育、復育、利用、經營管理相關事務，依本法之規定；其他法律有較嚴格之規定者，從其規定。

第三條 本法所稱主管機關：在中央為內政部；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。

中央主管機關應辦理下列事項：

- 一、全國濕地保育利用政策之研究、策劃、督導及協調。
- 二、全國濕地保育利用法令制度之研擬。
- 三、重要濕地之評定、變更、廢止及公告。
- 四、國際級與國家級重要濕地保育利用計畫之擬訂、審議、變更、廢止、公告及實施。
- 五、地方級重要濕地保育利用計畫之核定、監督及協調。
- 六、國際級及國家級重要濕地使用之許可。
- 七、濕地標章之設立及管理。

直轄市、縣（市）主管機關應辦理下列事項：

- 一、地方級重要濕地保育利用計畫之擬訂、審議、變更、公告及實施。
- 二、地方級重要濕地使用之許可。
- 三、轄區內其他濕地保育利用之策劃、督導及協調。

第四條 本法用詞定義如下：

一、濕地：指天然或人為、永久或暫時、靜止或流動、淡水或鹹水或半鹹水之沼澤、潟湖、泥煤地、潮間帶、水域等區域，包括水深在最低低潮時不超過六公尺之海域。

二、人工濕地：指為生態、滯洪、景觀、遊憩或污水處理等目的，所模擬自然而建造之濕地。

三、重要濕地：指具有生態多樣性、重要物種保育、水土保持、水資源涵養、水產資源繁育、防洪、滯洪、文化資產、景觀美質、科學研究及環境教育等重要價值，經依第八條、第十條評定及第十一條公告之濕地。

四、明智利用：指在濕地生態承載範圍內，以兼容並蓄方式使用濕地資源，維持質及量於穩定狀態下，對其生物資源、水資源與土地予以適時、適地、適量、適性之永續利用。

五、重要濕地保育利用計畫：指為保育及明智利用重要濕地所擬訂之綜合性及永續性計畫。

六、異地補償：指以異地重建棲息地方式，復育濕地生態所實施之生態補償。

七、生態補償：指因開發及利用行為造成濕地面積或生態功能損失，對生態環境

實施之彌補措施。

八、零淨損失：指開發及利用行為經實施衝擊減輕、異地補償或生態補償，使濕地面積及生態功能無損失。

第五條 為維持生態系健全與穩定，促進整體環境之永續發展，加強濕地之保育及復育，各級政府機關及國民對濕地自然資源與生態功能應妥善管理、明智利用，確保濕地零淨損失；其保育及明智利用原則如下：

一、自然濕地應優先保護，並維繫其水資源系統。

二、加強保育濕地之動植物資源。

三、具生態網絡意義之濕地及濕地周邊環境和景觀，應妥善整體規劃及維護。

四、配合濕地復育、防洪滯洪、水質淨化、水資源保育及利用、景觀及遊憩，應推動濕地系統之整體規劃；必要時，得於適當地區以適當方式闢建人工濕地。

第六條 主管機關應定期會同有關機關進行濕地生態、污染與周邊社會、經濟、土地利用等基礎調查，中央主管機關並應建置資料庫與專屬網頁，供各相關單位使用，並定期更新資料與發布濕地現況公報。除涉及國家安全機密資料者外，各有關機關應配合提供濕地相關資料。

為執行前項調查，主管機關或受託機關、團體得派員攜帶證明文件，進入公、私有土地進行調查及實施勘查或測量措施。公、私有土地權利人或管理人，除涉及軍事機密者，應會同軍事機關為之外，不得規避、拒絕或妨礙。

主管機關執行前項調查時，應先以書面通知公、私有土地權利人或管理人；通知無法送達時，得以公告方式為之。

主管機關就第一項業務得委任所屬機關（構）或委託其他機關（構）、學校或團體辦理。

第七條 重要濕地之評定、變更、廢止及國際級、國家級重要濕地保育利用計畫之擬訂，應由中央主管機關以公開方式辦理。

中央主管機關為辦理前項業務及其他相關濕地保育政策之規劃、研究等事項之審議，應設審議小組，由專家學者、社會公正人士及政府機關代表組成，其中專家學者及社會公正人士人數不得少於二分之一。

直轄市、縣（市）主管機關辦理地方級重要濕地保育利用計畫之審議，準用前二項規定或得與其他相關法律規定之審議機制合併辦理。

重要濕地之評定、變更、廢止及重要濕地保育利用計畫之擬訂，涉及限制原住民族利用原住民族之土地及自然資源時，核定前應與當地原住民族諮商，並取得其同意。

## **第二章 重要濕地評定、變更及廢止**

第八條 重要濕地分為國際級、國家級及地方級三級，由中央主管機關考量該濕地之生物多樣性、自然性、代表性、特殊性、及規劃合理性和土地所有權人意願等，並根據下列事項評定其等級：

一、為國際遷移性物種棲息及保育之重要環境。

二、其他珍稀、瀕危及特需保育生物集中分布地區。

三、魚類及其他生物之重要繁殖地、覓食地、遷徙路徑及其他重要棲息地。

四、具生物多樣性、生態功能及科學研究等價值。

五、具重要水土保持、水資源涵養、防洪及滯洪等功能。

六、具自然遺產、歷史文化、民俗傳統、景觀美質、環境教育、觀光遊憩資源，對當地、國家或國際社會有價值或有潛在價值之區域。

七、生態功能豐富之人工濕地。

八、其他經中央主管機關指定者。

第九條 重要濕地因自然變遷或重大災害而改變、消失或無法恢復者或因國家重大公共利益之所需者，得辦理檢討；必要時，得予以變更或廢止。

第十條 重要濕地之評定、變更及廢止作業審議前，應公開展覽三十日及在當地舉行說明會，並將公開展覽及說明會之日期及地點登載於政府公報、新聞紙、專屬網頁或其他適當方法廣泛周知；任何人民或團體得於公開展覽期間內，以書面載明姓名或名稱、地址及具體意見，送中央主管機關參考審議；並將意見參採或回應情形併同審議結果，報行政院核定。

前項審議進度、結果、意見回應或參採情形及其他有關資訊，應登載於政府公報、新聞紙、專屬網頁或其他適當方式廣泛周知。

一項審議，應自公開展覽結束之翌日起算一百八十日內完成。但情形特殊者，得延長九十日，並以一次為限。

重要濕地之評選、分級、變更及廢止範圍劃定與變更之原則標準、民眾參與及意見處理等事項之辦法，由中央主管機關定之。

第十一條 重要濕地評定、變更及廢止經行政院核定後，中央主管機關應自收受核定公文之日起算三十日內公告，登載於政府公報、新聞紙、專屬網頁或其他適當方法廣泛周知。

第十二條 經公開展覽進入重要濕地評定程序者，為暫定重要濕地。

濕地遇有緊急情況，中央主管機關得依職權或相關單位或團體之申請，逕予公告為暫定重要濕地。

前項經公告為暫定重要濕地者，應自公告之日起算九十日內，完成重要濕地評定。但情形特殊者，得延長九十日，逾期者，原公告之處分失效。

第一項及第二項暫定重要濕地，中央主管機關應採取及時有效之維護措施，避免破壞，並得視需要公告必要之限制事項或第二十五條所定禁止之行為。

前項措施或公告，應書面通知目的事業主管機關及土地所有權人、使用人或管理人。

### **第三章 重要濕地保育利用計畫**

第十三條 中央主管機關應訂定國家濕地保育綱領，總體規劃與推動濕地之保育策略與機制，並報行政院備查。

前項國家濕地保育綱領應每五年至少檢討一次。

第十四條 重要濕地保育利用計畫之擬訂及核定程序如下；其變更及廢止，亦同。

一、國際級：由中央主管機關擬訂，報行政院核定。

二、國家級：由中央主管機關訂定。必要時，得委由直轄市、縣（市）主管機關擬訂，報中央主管機關定之。

三、地方級：由直轄市、縣（市）主管機關擬訂，報中央主管機關核定。

四、地方級重要濕地範圍跨直轄市、縣（市）轄區者，由各該直轄市、縣（市）主管機關協商擬訂，報中央主管機關核定；必要時，由中央主管機關協調各相關直轄市、縣（市）主管機關共同擬訂或指定由其中一直轄市、縣（市）主管機關擬訂，報中央主管機關核定。

第十五條 重要濕地保育利用計畫，應載明下列事項：

一、計畫範圍及計畫年期。

二、上位及相關綱領、計畫之指導事項。

三、當地社會、經濟之調查及分析。

- 四、水資源系統、生態資源與環境之基礎調查及分析。
- 五、土地及建築使用現況。
- 六、具重要科學研究、文化資產、生態及環境價值之應優先保護區域。
- 七、濕地系統功能分區及其保育、復育、限制或禁止行為、維護管理之規定或措施。
- 八、允許明智利用項目及管理規定。
- 九、水資源保護及利用管理計畫。
- 十、緊急應變及恢復措施。
- 十一、財務與實施計畫。
- 十二、其他相關事項。

主管機關認為鄰接重要濕地之其他濕地及周邊環境有保育利用需要時，應納入重要濕地保育利用計畫範圍一併整體規劃及管理。

第一項重要濕地保育利用計畫，除用文字、圖表說明外，應附計畫圖；其比例尺不得小於五千分之一。

重要濕地保育利用計畫核定發布實施後，主管機關得依都市計畫樁測定及管理辦法規定，辦理樁位測定及地籍分割測量。

中央主管機關應會同水資源目的事業主管機關，訂定重要濕地內之灌溉、排水、蓄水、放淤、給水、投入或其他影響地面水或地下水等行為之標準。

第十六條 前條第一項第七款之功能分區，得視情況分類規劃如下，並依前條第一項第七款及第八款規定實施分區管制：

- 一、核心保育區：為保護濕地重要生態，以容許生態保護及研究使用為限。
- 二、生態復育區：為復育遭受破壞區域，以容許生態復育及研究使用為限。
- 三、環境教育區：為推動濕地環境教育，供環境展示解說使用及設置必要設施。
- 四、管理服務區：供濕地管理相關使用及設置必要設施。
- 五、其他分區：其他供符合明智利用原則之使用。

國際級、國家級重要濕地，除前項第三款至第五款之情形外，不得開發或建築。重要濕地得視實際情形，依其他法律配合變更為適當之土地使用分區或用地。

第十七條 重要濕地保育利用計畫，應於重要濕地評定公告之日起算一年內擬訂完成，並辦理公開展覽。重要濕地保育利用計畫公開展覽及審議程序，準用第十條之規定。

第十八條 重要濕地保育利用計畫經核定後，主管機關應自收受核定公文之日起算三十日內，將計畫書圖公告，並登載於政府公報及新聞紙，並以專屬網頁、網際網路或其他適當方法廣泛周知。

第十九條 重要濕地保育利用計畫公告實施後，主管機關應每五年至少檢討一次。

#### **第四章 重要濕地明智利用**

第二十條 各級政府於重要濕地或第十五條第二項規定納入整體規劃及管理範圍之其他濕地及周邊環境內辦理下列事項時或其計畫有影響重要濕地之虞者，應先徵詢中央主管機關之意見：

- 一、擬訂、檢討或變更區域計畫、都市計畫或國家公園計畫。
- 二、實施環境影響評估。
- 三、審核或興辦水利事業計畫。
- 四、審核或興辦水土保持計畫。
- 五、其他各目的事業主管機關審核興辦事業計畫或開發計畫。

六、其他開發或利用行為經各目的事業主管機關認有必要者。

第二十一條 重要濕地範圍內之土地得為農業、漁業、鹽業及建物等從來之現況使用。但其使用違反其他法律規定者，依其規定處理。

前項從來之現況使用，由主管機關會同目的事業主管機關認定之；其認定基準日，以第十條第一項重要濕地評定之公開展覽日為準。

第一項範圍內之私有土地權利人增設簡易設施或使用面積有變更者，應經主管機關之許可。

第一項從來之現況使用，對重要濕地造成重大影響者，主管機關應命土地開發或經營單位及使用人限期改善，並副知其目的事業主管機關。但因故無法發現土地開發或經營單位、使用人時，得命權利關係人、所有權人或管理人限期改善。必要時，得輔導轉作明智利用項目。

前項使用屆期未改善或未轉作明智利用項目，而違反本法相關規定，致重要濕地無法零淨損失者，除應依本法規定處罰外，並應依第二十七條規定實施衝擊減輕、異地補償及生態補償。

第二十二條 重要濕地範圍內之土地，主管機關為實施保育利用計畫之必要，得依法徵收、撥用或租用。

重要濕地範圍內之公有土地，經主管機關同意，得委託民間經營管理。

前項受委託經營管理者之資格條件、經營管理計畫應記載事項、經營管理方式、委託之程序、期限、終止、監督及其他應遵行事項之辦法，由主管機關定之。

第二十三條 重要濕地應依重要濕地保育利用計畫經營管理，除合於本法或漁業法之使用者外，於重要濕地內以生產、經營或旅遊營利為業者，應向所屬主管機關申請許可，並得收取費用；相關經營收益，應繳交一定比率之回饋金。

前項經營管理之許可、收費、運用、回饋金繳交比率、會計稽核及其他應遵行事項之辦法，由主管機關定之。

第二十四條 主管機關執行第六條第二項進入公私有土地、第十二條第四項所定公告禁止或限制事項，或第二十一條第四項濕地保育輔導轉作明智利用項目規定，致土地所有權人、經營人、使用人或權利關係人受有損失者，應予合理補償。

前項補償金額、方式及其他相關事項之辦法，由中央主管機關定之。

第二十五條 非經主管機關許可，重要濕地範圍內禁止從事下列行為。但其他法律另有規定者，從其規定：

一、擅自抽取、引取、截斷或排放濕地水資源及改變原有水資源系統。

二、挖掘、取土、埋填、堆置或變更濕地地形地貌。

三、破壞生物洄游通道及野生動植物繁殖區或棲息環境。

四、於重要濕地或其上游、周邊水域投放化學物品，排放或傾倒污（廢）水、廢棄物或其他足以降低濕地生態功能之污染物。

五、騷擾、毒害、獵捕、虐待、宰殺野生動物。

六、未經目的事業主管機關許可之砍伐、採集、放生、引入、捕撈、獵捕、撿拾生物資源。

第二十六條 主管機關應依實際濕地保育情形，對於下列具有公共利益之事項得予適當獎勵及表揚：

一、濕地生態之保育及復育。

二、濕地環境教育之推廣。

三、濕地保育與明智利用之科學、技術、研究及藝文創作。

四、濕地友善產品或產業之創新、研發及行銷。

五、濕地之認養、基金與私人土地之捐贈及人工濕地之營造。

六、其他與濕地保育有關之行為。

### **第五章 開發迴避、衝擊減輕及生態補償**

第二十七條 各級政府經依第二十條規定徵詢中央主管機關，認有破壞、降低重要濕地環境或生態功能之虞之開發或利用行為，該申請開發或利用者應擬具濕地影響說明書，申請該管主管機關審查許可。審查許可開發或利用行為之原則如下：

一、優先迴避重要濕地。

二、迴避確有困難，應優先採行衝擊減輕措施或替代方案。

三、衝擊減輕措施或替代方案皆已考量仍有困難，無法減輕衝擊，始准予實施異地補償措施。

四、異地補償仍有困難者，始准予實施其他方式之生態補償。

前項第三款及第四款異地補償及生態補償措施，應依下列規定方式實施：

一、主管機關應訂定生態補償比率及復育基準。

二、前款補償，應於原土地開始開發或利用前達成生態復育基準。但經主管機關評估，無法於原土地開始開發或利用前達成生態復育基準者，得以提高異地補償面積比率或生態補償功能基準代之。

三、異地補償面積在〇·二公頃以下者，得以申請繳納代金方式，由主管機關納入濕地基金並專款專用統籌集中興建功能完整之濕地。

第一項開發或利用行為應擬具濕地影響說明書者，其認定基準、細目、資訊公開、民眾參與及其他作業事項之準則，由中央主管機關定之。

第二十八條 進行異地補償之土地，應考量生物棲地多樣性、棲地連結性、生態效益、水資源關聯性、鄰近土地使用相容性、土地使用趨勢及其他因素，其區位選擇原則如下：

一、位於或鄰近開發與利用行為之地區。

二、位於或鄰近與開發或利用行為地區同一水系或海域內之濕地生態系。

三、於其他可能補償整體濕地生態系之位置。

第二十九條 異地補償之土地，視同重要濕地並進行復育。

實施異地補償或生態補償之土地，如涉及擬訂或變更重要濕地保育利用計畫者，主管機關應依第十四條規定辦理。

原土地開發或利用者，應依前項變更或核定之重要濕地保育利用計畫辦理。

第一項異地補償之土地應依其他法律檢討變更為生態保育性質之土地使用分區或用地，不得再申請開發或利用。

第三十條 開發或利用者採取衝擊減輕或替代方案並繳交濕地影響費，或依第二十七條第二項第二款辦理異地補償，或依第二十七條第二項第三款規定繳交代金及前條第二項規定辦理後，主管機關始得核發許可。

開發或利用行為未經主管機關許可前，各目的事業主管機關不得依其主管法規同意或許可。

前條之開發迴避、衝擊減輕與替代方案、異地補償機制、生態補償、許可、廢止、異地補償面積比例、生態補償功能基準、開發面積累積規定及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第三十一條 進行異地補償或生態補償應依濕地影響說明書辦理，其復育成果，開發或利用者應定期報中央主管機關備查。

前項成果，主管機關應定期檢查，並得隨時派員調查、查驗；必要時，得會同相

關機關、專家學者考察與提供意見，促其提出改善方案，並命其限期改善。  
前項情形，中央主管機關得委託專家學者、專業團體或機構協助作技術性之評估、調查研究或諮商，相關費用由開發或利用單位負擔。  
主管機關辦理第二項業務，得準用第六條第二項規定。

## **第六章 濕地標章及濕地基金**

第三十二條 為透過市場機制擴大社會參與濕地保育及推廣濕地環境教育，中央主管機關得設立濕地標章。

自然人、法人、團體或機關（構）得向中央主管機關申請許可使用濕地標章，並應繳交一定比例之回饋金；其申請應具備之條件、程序、應檢附文件、使用方式、許可、廢止、回饋金之繳交與運用、標章之發行與管理、推廣獎勵及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第三十三條 主管機關為執行濕地保育相關事項，得成立濕地基金，其來源如下：

- 一、依第二十三條、第二十七條及前條規定收取之回饋金、濕地影響費及代金。
- 二、基金孳息收入。
- 三、政府機關循預算程序之撥款。
- 四、受贈收入。
- 五、其他收入。

第三十四條 濕地基金用途限定如下：

- 一、濕地之研究、調查、勘定、監測、保存、維護與明智利用相關費用。
- 二、濕地保育及復育補助。
- 三、濕地環境教育、解說、創作及推廣。
- 四、濕地保育及復育獎勵。
- 五、濕地保育國際交流合作。
- 六、其他經主管機關核准有關濕地保育及復育之費用。

## **第七章 罰 則**

第三十五條 有下列情形之一者，處新臺幣三十萬元以上一百五十萬元以下罰鍰，並命其停止使用行為、限期改正或恢復原狀；屆期未停止使用行為、改正或恢復原狀者，按次處罰：

- 一、違反第十五條第一項第八款重要濕地保育利用計畫所定允許明智利用項目或管理規定。
- 二、違反第十六條第二項規定。
- 三、違反第二十五條第一款至第四款規定之一。

第三十六條 規避、妨礙或拒絕第六條第二項之調查或第三十一條第二項之調查、查驗或定期檢查者，處新臺幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰，按次處罰並強制檢查。

第三十七條 違反第十二條第四項所定公告限制事項或禁止之行為者，處新臺幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰，並令其停止使用行為、限期改正或恢復原狀，屆期未停止使用行為、改正或恢復原狀者，按次處罰。

第三十八條 違反第二十五條第五款或第六款規定者，處新臺幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰；因而致野生動物死亡者，處新臺幣十萬元以上五十萬元以下罰鍰。

第三十九條 有下列情形之一者，除依本法規定處罰外，並應接受四至八小時環境教育課程：

- 一、違反第十二條第四項公告限制事項或禁止之行為。
  - 二、違反第十五條第一項第八款重要濕地保育利用計畫所定允許明智利用項目或管理規定。
  - 三、違反第十六條第二項規定。
  - 四、違反第二十五條各款規定之一。
- 前項第二款至第四款之行為，無法恢復原狀者，應依第二十七條第一項第三款及第四款規定辦理。
- 第一項環境教育課程由主管機關自行規劃辦理或由主管機關會商環境主管機關併同施行。

## **第八章 附 則**

**第四十條** 本法公布施行前經中央主管機關核定公告之國際級及國家級國家重要濕地，於本法施行後，視同國際級與國家級重要濕地。本法公布施行前經中央主管機關核定公告之地方級國家重要濕地，於本法施行後，視同第十二條第一項之地方級暫定重要濕地，並予檢討；其再評定期限，由中央主管機關定之，分批公告，不受第十條第三項規定之限制。

**第四十一條** 本法施行細則，由中央主管機關定之。

**第四十二條** 本法施行日期，由行政院於一年內定之。

### **濕地保育法施行細則**

發布日期：民國 104 年 01 月 30 日

#### **第 1 條**

本細則依濕地保育法（以下簡稱本法）第四十一條規定訂定之。

#### **第 2 條**

相關單位或團體依本法第十二條第二項申請公告暫定重要濕地，應檢具下列書圖文件，向中央主管機關提出申請：

- 一、申請書。
- 二、濕地範圍圖，其比例尺不小於二萬五千分之一。
- 三、濕地符合本法第八條各款之一內容。
- 四、濕地現況、照片及緊急情況之說明。
- 五、其他應表明之事項。

中央主管機關受理申請後，應於十五日內完成初審，經審查須予補正者，應通知申請單位或團體於接獲通知書之日起十五日內補正。屆期未補正或補正仍不符規定者，駁回其申請。

經前項初審合格者，中央主管機關應邀集專家學者、申請單位或團體及目的事業主管機關現場勘查，經評估該濕地具有本法第八條所定事項者，逕予公告暫定重要濕地，並以書面通知目的事業主管機關、申請單位或團體及土地所有權人、使用人或管理人。

#### **第 3 條**

前條暫定重要濕地之現場勘查、公告及通知程序，中央主管機關應於現場勘查之日起三十日內完成。

#### **第 4 條**

依本法第十二條第二項逕予公告為暫定重要濕地，經評定為非重要濕地者，中央主管機關應即公告廢止暫定重要濕地，並以書面通知目的事業主管機關、申請單位或團體及土地所有權人、使用人或管理人。

#### 第 5 條

本法第十五條第一項第一款所定計畫年期為二十五年。

#### 第 6 條

本法第十五條第一項第八款所定允許明智利用項目及管理規定應考量重要濕地條件、議題與管理之必要性等因素訂定下列事項：

- 一、生物資源允許利用之時間、範圍及方式。
- 二、水資源允許利用與排放之地點及基準。
- 三、濕地系統功能分區允許利用行為與土地容許使用項目、建築及設施等規定。
- 四、其他經主管機關規定應予適時、適地、適量、適性永續利用之事項。

#### 第 7 條

主管機關依本法第十九條辦理重要濕地保育利用計畫檢討時，應考量重要濕地內生物資源、水資源、土地及環境變遷等因素，並檢討執行成效作適度調整。

#### 第 8 條

重要濕地保育利用計畫遇有下列情形之一時，主管機關得隨時檢討變更或廢止：

- 一、配合本法第九條規定。
- 二、為避免重大災害之發生。
- 三、配合本法第二十九條第二項規定。
- 四、經調查監測與科學研究證據，有緊急保護特定物種及其棲息環境之必要者。

#### 第 9 條

本法第二十一條第一項所稱從來之現況使用，指該使用行為至本法認定基準日時，仍持續進行之狀態或行為。

#### 第 10 條

本法第二十一條第三項所定簡易設施，為從來之現況使用所需，包括下列設施：

- 一、以竹、木、塑膠、角鋼、鐵絲網等材料所搭建固定之便道（橋）、棧道、棚架、網室、溫室、網籠、圍籬、欄杆及工寮等。

其他經主管機關會商目的事業主管機關認定對濕地生態衝擊較小者。

#### 第 11 條

私有土地權利人依本法第二十一條第三項申請增設簡易設施，規定如下：一、設施高度不得超過三點五公尺。

二、新增單一設施投影面積不得超過八十平方公尺。

三、擴建原設施，其申請面積不得超過原設施面積之百分之五十。

前項規定經主管機關會商目的事業主管機關同意者，不在此限。

#### 第 12 條

私有土地權利人依本法第二十一條第三項規定增設簡易設施或使用面積變更者，應檢具申請書及下列書圖文件向主管機關申請許可：

- 一、國民身分證影本，其屬法人者，應檢具法人登記證明文件及代表人身分證明文件；為政府機關者，免附。
- 二、重要濕地增設簡易設施或變更使用面積說明書，包括簡易設施或變更使用面積之名稱、目的、種類、地點、數量、材料或面積等。
- 三、地籍圖謄本及土地使用分區證明。
- 四、位置略圖及設施配置圖，其比例尺不得小於五百分之一。
- 五、土地使用同意書。但土地為申請人單獨所有者，免附。

六、簡易設施週邊環境現況。

七、其他經主管機關規定之文件。

#### 第 13 條

主管機關收受申請重要濕地增設簡易設施或變更使用面積許可後，應於三十日內完成審查；經審查須予補正者，應通知申請人於接獲通知書之日起三個月內補正。

申請人得於前項補正期限屆滿之日前，申請展延一個月；屆期未補正者，駁回其申請。

第一項申請有下列情形之一者，不予許可：

一、增設簡易設施或變更使用面積顯不合理或無經營管理之必要。二、增設簡易設施或變更使用面積有破壞重要濕地環境之虞。

三、違反本法或其他法令規定。

#### 第 14 條

主管機關應將許可使用之簡易設施及變更使用坐落土地之資料予以套繪、造冊，並建置資料庫列管。

#### 第 15 條

主管機關辦理本法第二十七條第一項之審查，得準用本法第七條第二項及第三項之規定。

#### 第 16 條

本法第三十一條第一項復育成果應至少每季報中央主管機關備查。

#### 第 17 條

依本法第四十條第一項規定，視同國際級與國家級重要濕地者，其從來之現況使用認定基準日，為本法施行之日。

#### 第 18 條

本法所定重要濕地、暫定重要濕地及其限制事項或禁止之行為與重要濕地保育利用計畫之效力，自公告之日起生效。

#### 第 19 條

主管機關得就重要濕地保育利用計畫之研擬、從來之現況使用增設變更及經營管理之許可、開發迴避衝擊減輕及生態補償之審查、處罰及其他相關事項委任所屬機關（構）或委託其他機關（構）辦理。

#### 第 20 條

本細則自本法施行之日施行。

## 衝擊減輕及生態補償實施辦法

發布日期：民國 104 年 01 月 30 日

### 第 1 條

本辦法依濕地保育法（以下簡稱本法）第三十條第三項規定訂定之。

### 第 2 條

本辦法用詞，定義如下：

一、損失基地：指重要濕地因開發或利用行為所損失之範圍。

二、復育基地：指實施異地補償或其他方式之生態補償之範圍。

### 第 3 條

於重要濕地或周邊地區範圍內同時有二個以上開發或利用行為申請審查者，主管機關得合併進行審查評估。

### 第 4 條

主管機關受理本法第二十七條濕地影響說明書審查申請後，應於三十日內完成形式審查。經審查須予補正者，主管機關應詳列補正所需資料並通知申請開發或利用者限期補正。

申請開發或利用者得於補正期限屆滿之日前，申請展延三十日，並以一次為限；屆期未補正或補正仍不符規定者，不予許可。

### 第 5 條

主管機關完成前條程序後，應會同目的事業主管機關、重要濕地審議小組委員、相關專家學者、其他有關機關及人員進行現場勘察，並作成紀錄。

### 第 6 條

主管機關完成現場勘察後，認有補正必要者，應詳列補正所需資料，並通知申請開發或利用者限期補正，並以補正一次為限；屆期未補正或補正仍不符規定者，不予許可。

主管機關收受前項補正資料後，得依前條規定再辦理現場勘察。

主管機關完成現場勘察後，應於六十日內作成審查結論，並將審查結論送達目的事業主管機關及申請開發或利用者；經主管機關審查認其迴避措施適當或對重要濕地環境或生態功能影響輕微者，申請開發或利用者應依審查結論修正濕地影響說明書後，主管機關始得核發許可並予公告。

審查個案情形特殊者，前項審查期限得延長一次，其期間最長不得逾六十日。

### 第 7 條

主管機關審認申請案之迴避確有困難者，應就申請開發或利用者自行評估提出之衝擊減輕措施或替代方案進行審查。如該濕地影響說明書未載明衝擊減輕措施或替代方案者，不予許可。

前項衝擊減輕措施或替代方案經審查應予補正者，主管機關應詳列補正所需資料，並通知申請開發或利用者限期補正；屆期未補正或補正仍不符規定者，不予許可。

### 第 8 條

前條所定衝擊減輕措施或替代方案，包括下列措施之一：

一、降低開發強度。

二、變更規劃區位及設施配置地點。

三、變更工程技術。

四、變更分期分區開發時程。

五、變更施工時間。

六、變更營運管理方式。

七、加強對重要濕地水資源之水質、水量及其他項目之衝擊管理。

八、其他可減輕衝擊之相關措施。

#### 第 9 條

主管機關辦理第七條衝擊減輕措施或替代方案審查，如申請案所提衝擊減輕措施或替代方案，能於重要濕地復育時間換算基準（附件一）期間內恢復濕地生態功能達開發前基準者，申請開發或利用者應依審查結論修正濕地影響說明書送主管機關同意，並繳交濕地影響費後，主管機關始得核發許可並予公告。如涉及變更重要濕地保育利用計畫者，主管機關應納入重要濕地保育利用計畫檢討作業併同辦理。

前項所定濕地影響費，以重要濕地受影響面積乘以每單位重要濕地損失之生態經濟價值計算。

重要濕地受影響面積及每單位重要濕地損失之生態經濟價值，其計算公式如附件二。

#### 第 10 條

主管機關審認申請案之衝擊減輕措施或替代方案，無法恢復該重要濕地生態功能至開發前基準者，應就申請開發或利用者自行評估提出之異地補償或其他方式之生態補償措施進行審查。如該濕地影響說明書未載明異地補償或其他方式之生態補償措施者，不予許可。

前項異地補償或其他方式之生態補償措施，經審查應予補正者，主管機關應詳列補正所需資料，並通知申請開發或利用者限期補正；屆期未補正或補正仍不符規定者，不予許可。

#### 第 11 條

主管機關辦理前條異地補償審查，應考量異地補償損失基地及復育基地之條件，訂定下列生態補償比率及復育基準：

一、依附件三審酌該申請案應實施異地補償之復育基地面積比率。

二、依申請案自行評估提出之現況生態基準及生態調查資料，審酌訂定連續三年應達成之復育基準。

前項復育基地及損失基地，以相同類型濕地為原則；復育基地為公有土地者，異地補償面積補償比率應依附件三所定面積之二倍計算之。

#### 第 12 條

申請案實施異地補償措施者，於原重要濕地之開發面積累積不得超過第一次申請面積之百分之十。

前項於原重要濕地之總累積開發面積超過該重要濕地之百分之三十，應異地補償全部重要濕地。

#### 第 13 條

異地補償面積在零點二公頃以下，經評估不影響重要濕地內保育標的生物之棲息、水資源系統及面積完整性者，得同意繳納代金；其金額計算公式為重要濕地損失面積乘以每平方公尺土地購置成本、每單位濕地復育與經營管理成本及每單位重要濕地損失之生態經濟價值之加總（如附件四）。

#### 第 14 條

異地補償措施經主管機關審查認該復育基地符合復育基準，應於申請開發或利用者繳交代金及必要之濕地影響費後，始得核發許可。

前項許可如涉及擬定或變更重要濕地保育利用計畫者，主管機關應於核發許可前完成本法第二十九條第二項規定辦理事項。

第一項復育基地自申請案核發許可之日起，視同損失基地等級之重要濕地。

#### 第 15 條

主管機關核發第九條第一項或前條第一項許可前，如涉及擬定或變更重要濕地保育利用計畫者，申請開發或利用者應依修正同意之濕地影響說明書內容，提送擬訂或變更重要濕地保育利用計畫草案送主管機關。

前項擬訂或變更重要濕地保育利用計畫得與異地補償同時進行。

#### 第 16 條

申請案自行評估提出之異地補償措施，有本法第二十七條第二項第二款無法於開發或利用前達成生態復育基準情形者，始得以下列方式之一實施生態補償：

一、依附件三審酌提高異地補償面積比率。

二、提高第十一條第一項第二款復育基準。

三、其他方式實施生態補償。

前項申請案依自行評估提出之異地補償及其他方式之生態補償措施，經主管機關審查同意及修正濕地影響說明書送主管機關同意後，始得進行異地補償及其他方式之生態補償措施，並於復育基地經審查同意之調查方式調查達到復育基準後，報主管機關審查許可。

#### 第 17 條

前條所定其他方式之生態補償，包括下列方式之一：

一、改善損失之重要濕地之棲地多樣性及水質。

二、改善主管機關指定重要濕地之棲地多樣性及水質。

三、前二款以外之濕地之科學研究、環境教育、經營管理及維護或其他經主管機關同意之方式。

#### 第 18 條

各目的事業主管機關於申請案經主管機關核發許可後，依其主管法規同意或許可開發或利用行為者，應副知主管機關。

#### 第 19 條

已許可之濕地影響說明書涉及重要濕地或周邊地區開發或利用行為應擬具濕地影響說明書認定基準與細目及民眾參與準則第六條第一項第一款至第三款、第五款、第七款及第九款內容變更時，開發或利用者應依下列規定辦理變更：

一、僅變更申請主體者，應經目的事業主管機關同意後，送主管機關備查。

二、有下列情形之一者，應檢附變更內容對照表向主管機關申請審查許可：

（一）降低開發強度、產能或規模。

（二）局部調整基地內設施位置。

（三）提昇自行評估之衝擊減輕措施之效能。

（四）變更補償成果監測計畫。

（五）其他經主管機關認定有利重要濕地生態維護。

三、有下列情形之一者，應檢附濕地影響差異分析報告向主管機關申請審查許可：

（一）僅涉及第八條衝擊減輕措施或替代方案。

（二）經主管機關認定無加重破壞、降低重要濕地環境或生態功能之虞。

（三）其他非屬前二款、第四款或前二目內容之變更。

四、有下列情形之一者，應就申請變更部分，重新擬具濕地影響說明書向主管機關申請審查許可：

（一）變更開發或利用行為之目的。

- (二) 變更開發或利用場所。
- (三) 開發或利用行為之內容，涉及開發或利用行為之改變或規模之擴增。
- (四) 經許可之迴避措施無法達成。
- (五) 變更補償區位。
- (六) 經主管機關認定有加重破壞、降低重要濕地環境或生態功能之虞。前項第三款濕地影響差異分析報告，應記載下列事項：

- 一、變更理由。
- 二、變更內容對照說明。
- 三、衝擊減輕效益或影響差異分析。
- 四、經主管機關規定事項。

#### 第 20 條

申請開發或利用者未於濕地影響說明書審查許可期限內或目的事業主管機關同意或許可開發或利用期限內，完成開發或利用行為者，主管機關得廢止原許可。

#### 第 21 條

本辦法自本法施行之日施行。

## 重要濕地復育時間換算基準

| 重要濕地等級與復育時間 |                                     | 時間比率（年） |     |     | 備註           |
|-------------|-------------------------------------|---------|-----|-----|--------------|
| 損失基地濕地類型    |                                     | 國際級     | 國家級 | 地方級 |              |
| 海岸或海岸型重要濕地  | A、潮間帶或受潮汐影響之泥灘、沙灘                   | 20      | 15  | 10  |              |
|             | B、潮間帶或受潮汐影響之草澤                      | 30      | 25  | 20  |              |
|             | C、潮間帶或受潮汐影響之林澤，包括紅樹林、木麻黃及其他類型之森林或灌叢 | 30      | 25  | 20  |              |
|             | D、沙丘、砂礫或卵石海岸                        | 20      | 15  | 10  |              |
|             | E、淡水/半鹹水/鹹水之湖泊、池塘或潟湖                | 30      | 25  | 20  |              |
|             | F、海草床                               | 30      | 25  | 20  |              |
|             | G、藻礁、珊瑚礁                            | 50      | 40  | 30  |              |
|             | H、其他低潮時水深不超過6公尺之海域                  | 20      | 15  | 10  |              |
| 內陸型重要濕地     | I、河川、溪流                             | 20      | 15  | 10  |              |
|             | J、湖泊(超過8公頃)                         | 20      | 15  | 10  |              |
|             | K、池塘，包含泥灘地                          | 30      | 25  | 20  |              |
|             | L、林澤                                | 30      | 25  | 20  |              |
|             | M、草澤                                | 30      | 25  | 20  |              |
|             | N、泥煤地                               | 40      | 35  | 30  |              |
|             | O、丘陵湖泊、高山湖泊                         | 30      | 25  | 20  |              |
| 人為型重要濕地     | 1、養殖池                               | 20      | 15  | 10  |              |
|             | 2、灌溉埤塘、水圳                           | 20      | 15  | 10  |              |
|             | 3、水田                                | 20      | 15  | 10  |              |
|             | 4、鹽田                                | 20      | 15  | 10  | 同為海洋或海岸型重要濕地 |
|             | 5、水庫、水壩、儲水池、滯洪池、開鑿區等                | 20      | 15  | 10  |              |
|             | 6、人工濕地                              | 20      | 15  | 10  |              |

### 濕地影響費計算公式

重要濕地受影響面積＝申請案基地位於重要濕地內面積＋申請案基地向外距離

（註1）所包含之重要濕地面積。

每單位重要濕地損失之生態經濟價值＝每平方公尺金額（註2）×（附件一損失基地等級與濕地類型之復育時間／15年）×（開發開始至完成時間＋附件一損失基地等級與濕地類型之復育時間／2）。

註1：申請案基地向外距離，國際級重要濕地為50公尺、國家級重要濕地為30公尺、地方級重要濕地為10公尺；必要時，得由主管機關視實際影響審酌衝擊減輕或替代方案之預期成效，酌予調整。

註2：上開每平方公尺金額標準值，中央主管機關應每5年檢討公告。

#### 附件三 重要濕地異地補償面積比率換算基準

| 復育基地<br>濕地區位<br><br>損失<br>基地<br>濕地<br>等級 | 異地補償面積比率               |                                   |                                        |                                | 備<br>註 |
|------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|--------|
|                                          | 位於或鄰近<br>開發與利用<br>行為地區 | 位於開發或<br>利用行為地<br>區周邊500公<br>尺範圍內 | 位於開發或利<br>用行為地區500<br>公尺範圍外同<br>一水系或海域 | 位於其他可<br>能補償整體<br>濕地生態系<br>統位置 |        |
| 國際級                                      | 1:2 至 1:3              | 1:3 至 1:4                         | 1:4 至 1:5                              | 1:5 至 1:6                      |        |
| 國家級                                      | 1:1 至 1:2              | 1:1 至 1:2.5                       | 1:1 至 1:3                              | 1:1 至 1:3.5                    |        |
| 地方級                                      | 1:1                    | 1:1                               | 1:1.5                                  | 1:1.5                          |        |

#### 附件四 重要濕地異地補償代金計算公式

代金＝重要濕地損失面積×（每平方公尺土地購置成本（註1）＋每平方公尺濕地復育與經營管理成本（註2）＋每單位重要濕地損失之生態經濟價值（註3））。

註1.每平方公尺土地購置成本為該損失基地周邊一公里範圍內之平均土地公告現值。如無此項資料，則採計最接近已登錄土地之土地公告現值。

註2.每平方公尺濕地復育與經營管理成本＝每平方公尺金額×（附件一損失基地等級與濕地類型之復育時間／25年）。

註3.每平方公尺重要濕地損失之生態經濟價值，依附件二第2點公式計算之。

註4.重要濕地異地補償代金標準值每平方公尺金額標準值，中央主管機關應每5年檢討公告。

## 日本礦業法相關條文

### 第二十一條

鉦業權（特定鉦物以外の鉦物を目的とするものに限る。）の設定を受けようとする者は、経済産業大臣に出願して、その許可を受けなければならない。

2 前項の規定による出願をしようとする者は、経済産業省令で定める手続に従い、引受時刻証明の取扱いとした第一種郵便物その他の経済産業省令で定める方法により、次に掲げる事項を記載した願書に区域図を添えて、経済産業大臣に提出しなければならない。

- 一 出願の区域の所在地
- 二 出願の区域の面積
- 三 目的とする鉦物の名称
- 四 氏名又は名称及び住所

3 同一の地域において二種以上の鉦物を掘採しようとするときは、各種の鉦物ごとに第一項の規定による出願をしなければならない。但し、同種の鉦床中に存する二種以上の鉦物を掘採しようとするときは、この限りでない。

（鉦床説明書）

第二十九條 経済産業大臣は、第二十一條第一項の規定による出願が次に掲げる基準に適合していると認めるときでなければ、その出願を許可してはならない。

- 一 その出願に係る鉦業出願人が鉦物の合理的な開発を適確に遂行するに足りる経理的基礎及び技術的能力を有すること。
- 二 その出願に係る鉦業出願人が十分な社会的信用を有すること。
- 三 その出願に係る鉦業出願人が次のいずれにも該当しないこと。
  - イ この法律又は鉦山保安法（昭和二十四年法律第七十号）第六十條（同法第三十三條第二項、第三十四條又は第三十五條の規定による命令の違反に係る部分に限る。）に規定する罪を犯し、刑に処せられ、その執行を終わり、又はその執行を受けることがなくなつた日から二年を経過しない者
  - ロ 第五十五條の規定により鉦業権を取り消され、又は第八十三條第一項の規定により租鉦権を取り消され、その取消しの日から二年を経過しない者
  - ハ 法人であつて、その業務を行う役員のうちイ又はロのいずれかに該当する者があるもの
- 四 その出願に係る鉦業出願地が第三十八條第一項の規定により指定された特定区域（特定区域の変更があつたときは、その変更後のものとし、その願書の発送の時の属する日以前に、同条第七項の規定により公示されたものに限る。）と重複しないこと。
- 五 その出願に係る試掘出願地が願書の発送の時に於いてその目的とする鉦物と同種の鉦床中に存する鉦物の鉦区と重複しないこと。

六 その出願に係る採掘出願地が願書の発送の時に於いて次のいずれにも該当しないこと。

イ その目的とする鉱物と同種の鉱床中に存する鉱物の他人の鉱区又は自己の採掘鉱区と重複すること。

ロ その目的とする鉱物と同種の鉱床中に存する鉱物の自己の試掘鉱区と重複する場合において、その重複する部分でなお試掘を要すること。

ハ その目的とする鉱物と同種の鉱床中に存する鉱物の自己の試掘鉱区と重複する場合において、現に当該試掘鉱区に係る鉱区税の滞納があること。

七 その出願に係る鉱業出願地がその目的となつてゐる鉱物と異種の鉱床中に存する鉱物の他人の鉱区と重複し、又はその目的となつてゐる鉱物と同種の鉱床中に存する鉱物の他人の鉱区と隣接する場合においては、当該鉱業出願地における鉱物の掘採が他人の鉱業の実施を著しく妨害するものでないこと。

八 その出願に係る鉱業出願地における鉱物の掘採が、経済的に価値があり、かつ、保健衛生上害があり、公共の用に供する施設若しくはこれに準ずる施設を破壊し、文化財、公園若しくは温泉資源の保護に支障を生じ、又は農業、林業若しくはその他の産業の利益を損じ、公共の福祉に反するものでないこと。

九 前各号に掲げるもののほか、その出願に係る鉱業出願地における鉱物の掘採が内外の社会的経済的事情に照らして著しく不適切であり、公共の利益の増進に支障を及ぼすおそれがあるものでないこと。

2 経済産業大臣は、次の各号に掲げる場合に於ては、出願の願書の発送の時が当該各号に定める期間を経過した後でなければ、その出願を許可してはならない。

一 試掘権がその存続期間の満了前に消滅し、又は試掘鉱区の減少があつた場合において、その試掘権の目的となつてゐた鉱物と同種の鉱床中に存する鉱物を目的とする試掘出願があつたとき（その試掘出願地がその消滅した試掘権の鉱区又は試掘鉱区の減少した部分に該当するときに限る。）その試掘権の消滅又は試掘鉱区の減少の日から六十日（試掘権の残存すべき期間又は残存する期間が六十日に満たないときは、その期間）

二 採掘権が第五十五条の規定により取り消された場合において、その採掘権を取り消された者以外の者による当該採掘権の目的となつてゐた鉱物と同種の鉱床中に存する鉱物を目的とする鉱業出願があつたとき（その鉱業出願地がその取り消された採掘権の鉱区に該当するときに限る。）その取消の日から六十日

三 第十五条第一項の規定による禁止が解除された場合において、その禁止を解除された鉱物を目的とする鉱業出願があつたとき（その鉱業出願地がその禁止を解除された地域に該当するときに限る。）その解除の日から三十日

（鉱業出願地の増減）

第五十三条 経済産業大臣は、鉱物の掘採が保健衛生上害があり、公共の用に

供する施設若しくはこれに準ずる施設を破壊し、文化財、公園若しくは温泉資源の保護に支障を生じ、又は農業、林業若しくはその他の産業の利益を損じ、著しく公共の福祉に反するようになったと認めるときは、鉱区のその部分について減少の処分をし、又は鉱業権を取り消さなければならない。

第五十三条の二 国は、前条の規定による鉱区の減少の処分又は鉱業権の取消によつて生じた損失を当該鉱業権者（減少の処分に係る鉱区の部分又は取消に係る鉱業権の鉱区に租鉱権が設定されているときは、当該鉱業権者及び当該租鉱権者）に対し補償しなければならない。

2 前項の規定により補償すべき損失は、前条の規定による鉱区の減少の処分又は鉱業権の取消によつて通常生ずべき損失とする。

3 経済産業大臣は、前条の規定による鉱区の減少の処分又は鉱業権の取消によつて著しく利益を受ける者があるときは、その者に対し、その利益を受け限度において第一項の規定による補償金の額の全部又は一部を負担させることができる。

4 第一項の規定による補償金及び前項の規定による負担金の額は、経済産業大臣が総合資源エネルギー調査会の意見を聴いて決定する。

5 前項の決定に不服がある者は、その決定を知つた日から六箇月以内に、訴えをもつて補償金の増額又は負担金の減額を請求することができる。

6 前項の訴えにおいては、国を被告とする。

7 前条の規定により鉱区の減少の処分を受け、又は取り消された採掘権の上に抵当権があるときは、当該抵当権者の承諾を得た場合を除き、国は、その補償金を供託しなければならない。

8 前項の抵当権者は、同項の規定により供託した補償金に対して、その権利を行うことができる。

## 加拿大礦業法相關條文

**19.** No person, on his own behalf or on behalf of another, may prospect on any land unless he is the holder of a prospecting licence issued by the Minister.

**20.** No person, on his own behalf or on behalf of another, may stake any land in view of obtaining a claim unless he is the holder of a prospecting licence issued by the Minister.

**101.** The Minister shall grant a lease in respect of all or part of a parcel of land that is subject to one or more claims if the claim holder establishes the existence of indicators of the presence of a workable deposit, meets the conditions and pays the annual rental prescribed by regulation.

The lease cannot be granted before the rehabilitation and restoration plan is approved in accordance with this Act, and the certificate of authorization mentioned in section 22, 31.5, 164 or 201 of the Environment Quality Act (chapter Q-2) has been issued. Despite the second paragraph, the Minister may grant a lease if the time needed to obtain the certificate of authorization is unreasonable.

The Minister shall make public the rehabilitation and restoration plan as submitted to the Minister for approval and register it in the public register of real and immovable mining rights for public information and consultation purposes as part of the environmental impact assessment and review procedure provided for in the Environment Quality Act.

An application for a mining lease must be accompanied by a survey of the parcel of land involved, unless it has already been entirely surveyed, a report describing the nature, extent and probable value of the deposit, certified by an engineer or a geologist who meets the qualification requirements determined by regulation, and a project feasibility study as well as a scoping and market study as regards processing in Québec.

At the Minister's request, the holder of the mining right shall provide the Minister with any document and information relating to the mining project.

The Minister may subject the mining lease to conditions designed to avoid conflicts with other uses of the territory.

**213.** The holder of a mining right may, in order to construct buildings or perform any other operation required for his mining activities, cut timber forming part of the domain of the State on the parcel of land that is subject to his right, in accordance with the rules set forth in the Sustainable Forest Development Act (chapter A-18.1) and the regulations.

However, the rules referred to above do not apply to a person who effects line cutting not exceeding one metre in width.

Similarly, except in the case of a strip of woodland established for the protection of lakes, watercourses, riparian areas and wetlands by government regulation under section 38 of the Sustainable Forest Development Act, the rules apply neither to a person cutting trenches or performing other excavations nor to a person carrying out drilling work, provided he has obtained prior authorization from the Minister responsible for the administration of that Act and complies with the following conditions:

- (1) the total area of the trenches or other excavations, added, as the case may be, to the total area of excavations already carried out by another holder of a mining right, shall not exceed 2% of the wooded area of the parcel of land in question;
- (2) the area affected by the cutting of timber, which is required for drilling work, added, as the case may be, to the area affected by cutting already carried out by another holder of a mining right on the same conditions, shall not exceed 2% of the wooded area of the parcel of land in question.

The said Minister may make his authorization subject to such other conditions and obligations as he may establish jointly with the Minister responsible for the administration of this Act.

Moreover, the rules referred to in the first paragraph do not apply to a person who, in order to stake a parcel of land in accordance with section 44, must cut timber forming part of the domain of the State.

Notwithstanding the foregoing, in any area classified as an exceptional forest ecosystem under the Sustainable Forest Development Act, the holder of the mining right must follow the rules set forth in that Act.

**232.1.** The following persons must submit a rehabilitation and restoration plan to the Minister for approval and carry out the work provided for in the plan:

- (1) every holder of mining rights who engages in exploration work determined by regulation or agrees that such work be carried out on the land subject to his mining rights;
- (2) every operator who engages in mining operations determined by regulation in respect of mineral substances listed in the regulations;
- (3) every person who operates a concentration plant in respect of such substances;
- (4) every person who engages in mining operations determined by regulation in respect of tailings.

The obligation shall subsist until the work is completed or until a certificate is issued by the Minister under section 232.10.

**232.2.** The rehabilitation and restoration plan submitted by a person identified in section 232.1, other than an applicant for a mining lease, must be approved by the Minister before mining activities begin.

**232.3.** The rehabilitation and restoration plan shall contain, in particular,

- (1) the description of the rehabilitation and restoration work relating to the mining activities carried on by the person submitting the plan and intended to restore the affected land to a satisfactory condition; if tailings are present on the site, the required work shall include containment work and, if required, the work necessary for putting in place, operating and maintaining the infrastructure needed to prevent any environmental damage that might be caused by the presence of tailings;
- (2) if progressive rehabilitation and restoration work is possible, the conditions and phases of completion of the work;
- (3) the conditions and phases of completion of the work in the event of final cessation of mining activities;
- (4) a detailed estimate of the expected costs to be incurred for completing the work;
- (5) in the case of an open-pit mine, a backfill feasibility study.

**232.4.** A person identified in section 232.1 must furnish a guarantee covering the anticipated cost of completing the work required under the rehabilitation and restoration plan to the extent provided for in this Act and in accordance with the standards established by regulation.

Such work must include

- (1) the rehabilitation and restoration of accumulation areas;
- (2) geotechnical soil stabilization;
- (3) the securing of openings and surface pillars;
- (4) water treatment; and
- (5) road-related work.

Where property or a sum of money serves as guarantee, the property or money is exempt from seizure.

**232.5.** The Minister may subject the approval of a rehabilitation and restoration plan to other conditions and obligations that he shall determine and include in the plan, in particular, advance payment of all or part of the guarantee; the Minister shall approve the plan after obtaining a favourable opinion from the Minister of Sustainable Development, Environment and Parks.

Every person to whom section 232.1 applies must at the request of and within the time limit fixed by the Minister provide him with any additional information, research findings or study he considers he needs to grant his approval.

**232.6.** Every person whose plan has been approved shall submit a revised plan to the Minister for approval

- (1) every 5 years, unless a shorter period is fixed by the Minister on approving the plan or revised plan;
- (2) whenever amendments to the plan are justified by changes in the mining activities;

- (3) whenever he intends to amend the plan;
- (4) whenever the Minister has seen fit to request a revision.

Section 232.5, adapted as required, applies to a revised plan.

**232.7.** The Minister may increase the amount of the guarantee where he considers that it is no longer sufficient or reduce it to make it consistent with the foreseeable costs of carrying out the rehabilitation and restoration plan.

Every person referred to in section 232.1 whose amount of guarantee has been increased must furnish any additional guarantee required pursuant to the revision, within the time fixed by the Minister.

The Minister may also require the payment of the total guarantee if, in the Minister's opinion, the financial situation of the person described in section 232.1 or a reduction in the anticipated duration of the person's activities may prevent the payment of all or part of the guarantee.

**232.7.1.** Rehabilitation and restoration work must begin within three years after operations cease.

However, the Minister may exceptionally require that the work begin within a shorter period, or authorize one or more extensions. The first extension may not exceed three years and additional extensions may not exceed one year.

**232.8.** If a person fails to perform any of his obligations under sections 232.1 to 232.7, the Minister may enjoin him to do so within the time he fixes.

If the person concerned fails to comply with the prescriptions of the Minister within the time fixed, the Minister may, in addition to any other civil, administrative or penal sanction, cause the work required by the rehabilitation and restoration plan or, failing such a plan, the work he considers necessary in the circumstances, to be performed at that person's expense. He may, in particular, recover the cost of the work out of the guarantee furnished.

**232.9.** Any sum owing to the State under section 230, 231, 232 or 232.8 gives rise to a legal hypothec of the State on all the property of the debtor.

**232.10.** The Minister may release any person from his obligations under sections 232.1 to 232.7 and issue to him a certificate to that effect,

- (1) if the Minister is satisfied that the rehabilitation and restoration work has been completed in accordance with the rehabilitation and restoration plan approved by the Minister, and if no sum of money is due to the Minister with respect to the performance of the work; and
- (2) if the Minister is satisfied that the condition of the land affected by the mining activities no longer poses a risk for the environment or for human health and safety and, in particular, poses no risk of acid mine drainage.

The Minister may also release a person from the obligations set out in sections 232.1

to 232.7 and issue a certificate to that effect if the Minister agrees to let a third person assume the obligations.

The Minister shall issue the certificate after obtaining a favourable opinion from the Minister of Sustainable Development, Environment and Parks.

**232.11.** The Minister may, if applicable, with the consent of the person referred to in the second paragraph of section 7, enjoin a person who, before 9 March 1995, carried out work or operations referred to in subparagraph 1, 2 or 3 of the first paragraph of section 232.1 and who is not covered by that section, to submit, within the time indicated by the Minister, a rehabilitation and restoration plan for the land affected by tailings, in accordance with the requirements of section 232.3, to the extent that the tailings result from the person's activities, and to perform the rehabilitation and restoration work required by the presence of the tailings. The Minister shall prescribe the nature of the work and the time within which it must be carried out, after consultation with the Minister of Sustainable Development, Environment and Parks. If the person concerned fails to comply with the prescriptions of the Minister within the time fixed, the Minister may cause the plan to be prepared or the work to be performed at that person's expense.

The second paragraph of section 232.5 and sections 232.9 and 232.10, adapted as required, apply for the purposes of this section.

**232.12.** Nothing in sections 232.1 to 232.11 shall affect or restrict the application of the Environment Quality Act (chapter Q-2).

**304.** The Minister may, by order,

(1) reserve to the State or withdraw from prospecting, mining exploration and mining operations any mineral substance forming part of the domain of the State and necessary for any purpose that the Minister considers to be in the public interest, in particular,

- mining inventory and exploration work;
- mining, industrial, port, airport or communications facilities;
- underground conduits;
- development and utilization of waterpower, power transmission lines, storage tanks or underground reservoirs;
- creation of parks or protection areas;
- plant-life and wildlife conservation;
- the protection of eskers that may be a source of drinking water;
- respect for protection areas established under the Groundwater Catchment Regulation (chapter Q-2, r. 6);
- the protection of the rehabilitation and restoration work carried out in accumulation areas under sections 232.1 and 232.11;

— classification as an exceptional forest ecosystem under the Sustainable Forest Development Act (chapter A-18.1) or designation of biological refuges under that same Act;

(1.1) *(subparagraph repealed)*;

(1.2) *(subparagraph repealed)*;

(2) *(subparagraph repealed)*;

(2.1) define, for lands of the domain of the State, the types of construction that may be erected or maintained by the holder of a claim of the land subject to the claim without being required to obtain authorization from the Minister;

(3) declare a drift an underground reservoir and render this Act applicable to it;

(4) *(subparagraph repealed)*.

Where the land on which mining inventory and mining exploration work is to be performed is in a reserved area or an agricultural zone within the meaning of the Act respecting the preservation of agricultural land and agricultural activities (chapter P-41.1), the Minister shall consult the Commission de protection du territoire agricole du Québec before withdrawing the land from staking, map designation, mining exploration or mining operations.

The Minister must, by order, reserve to the State all mineral substances that form part of the domain of the State and for which a lease to mine surface mineral substances was refused under section 142.0.1 or terminated by the Minister under section 142.0.2.

The Minister may allow, by order, on land reserved to the State, mining exploration or mining operations in accordance with this Act for such mineral substances as are determined by the Minister.

The order comes into force on the day of its publication in the *Gazette officielle du Québec* or on any later date specified therein.

An order made by the Minister under subparagraph 1 of the first paragraph, concerning the designation of a biological refuge, must refer to the number assigned the biological refuge appearing in the list referred to in section 29 of the Sustainable Forest Development Act, and is valid without further formality.

The order is published on the department's website and comes into force on the date given on that website.

## 瑞典礦業法相關條文

### Chapter 1.

#### Section 4

Exploration may be undertaken only by the holder of an exploration permit and exploitation only by the holder of an exploitation concession.

### Chapter 2.

#### Section 2

An exploration permit shall be granted if there is reason to assume that exploration of the area could lead to the discovery of a concession mineral.

An exploration permit may not, however, be granted to a person manifestly lacking the possibility or intention of bringing about appropriate exploration or a person who has previously proved to be unsuitable to carry out exploration work.

A permit to undertake exploration with regard to oil, gaseous hydrocarbons or diamonds may only be granted to a person who can prove that he or she is suitable to carry out such exploration.

#### Section 3

If an area is the subject of several applications for an exploration permit under this Act or a concession under the Act concerning Certain Peat Deposits (1985:620), the applicant who first submitted his application shall have precedence. If the applications were received on the same day, the applicants shall have equal rights in respect of the area common to their applications.

#### Section 4

If within a given area a person holds an exploration permit or exploitation concession under this Act or a concession under the Act concerning Certain Peat Deposits (1985:620), no other person may be granted an exploration permit for the same mineral within the area. If special reasons exist, another person may be granted an exploration permit within the area for minerals not covered by the permit or concession.

#### Section 10

Exploration permits shall have attached to them such conditions as are necessary for the protection of public interests or private rights, as well as conditions requiring the permit holder to furnish security for compensation as referred to in Chapter 7, Section 1.

### Chapter 3

#### Section 3

Exploration work may only be undertaken in order to show that a mineral covered by

the permit is present within the area and in order to obtain more detailed information about the size, character and recoverability of the deposit.

The permit holder may, to the extent that it is necessary, use a road to and within the area.

With the permission of the Chief Mining Inspector, the permit holder may also utilize land or other space to construct any road that is necessary to and within the area.

Before work begins, the permit holder shall have furnished security for compensation as referred to in Chapter 7, Section 1.

The work shall be carried out in such a way as to cause the least possible damage to and encroachment on any other person's property and the natural and cultural environment.

## Chapter 7

### Section 1

For damage or encroachment resulting from exploration work, compensation shall be paid by the holder of the exploration permit or concession by virtue of which the work is undertaken.

### Section 2

For damage resulting from the granting of an exploitation concession, compensation shall be paid by the concession holder.

If an application for designation of land has not been made within ten years of the decision to grant an exploitation concession gaining legal force, the concession holder shall purchase the property or part of a property falling within the concession area if the property owner so requests. This shall not apply, however, if the concession holder shows that there is no reason to request designation of land within the area.

In the event of exceptional detriment to any property or part thereof by reason of an exploitation

concession having been granted, the concession holder shall purchase the property or part of a property suffering such detriment if the owner so requests.

### Section 3

For damage or encroachment resulting from land or other space being utilized for exploitation or activities connected therewith, compensation shall be paid by the concession holder.

In the event of exceptional detriment to any property or part thereof by reason of land or other space being utilized, the concession holder shall purchase the property or part of a property suffering such detriment if the owner so requests.

### Section 7

For each calendar year exploitation is undertaken, the concession holder shall pay mineral compensation. This compensation shall be equal to two-thousandths of the

calculated value of the minerals covered by the concession that are extracted and brought to the surface within the concession area during the year. The calculation shall be based on the quantity of ore brought to the surface, its concession mineral content and the average price of the mineral during the year or a corresponding value. Three-quarters of the compensation shall accrue to property owners within the concession area and one-quarter to the State. If there are two or more properties within the concession area, the compensation payable to the property owners shall be determined according to each property's share of the area. Compensation shall be determined with reference to the situation on 31 December of the year to which the compensation relates.

In connection with the determination of compensation, the concession holder shall provide the particulars needed to enable the compensation to be determined.

Chapter 8.

Section 6 b

Mineral compensation as provided for in Chapter 7, Section 7, shall be determined by the Chief Mining Inspector.

## 申請租用國有林事業區林班地為礦業用地審核注意事項

中華民國八十九年一月十二日行政院農業委員會林務局(89)農林務字第 880028266 號函訂定發布全文 8 點

一、行政院農業委員會林務局為受理審核申請租用國有林事業區林班地為礦業用地，除依據森林法及其他有關規定核辦外，悉依本注意事項辦理。

二、探、採礦或採取土石及開闢相關搬運道路等實際需要使用林地，經依礦業法、森林法暨相關法規申請核准，並符合砍伐天然林障礙木標準者，應予租用。前項申請租用(包括擴增租用)礦業用地，位於水庫上游集水區保安林、生態保護區、自然保留區及無法復舊造林之地區或天然林每公頃蓄積量超過五十立方公尺以上，除第四點第二項規定外，不予租用，三〇至五〇立方公尺依照國有林林產物處分規則規定，專案辦理，在三〇立方公尺以下者，准予租用。第一項申請租用礦業用地，其位於國家公園、風景特定區或水源水質水量保護區者，應經各該主管機關同意，始予租用。

三、申租礦業用地時，應邀請環保、水利、水土保持、觀光、礦業、林業等有關機關及縣(市)政府查勘實地，審核其水土保持計畫及景觀維護書圖、環境影響評估或環境說明書等，認為可行者，始予租用。

前項礦業用地如位於已劃定並公告之風景區內者，應邀請觀光機關會勘。

四、申租探、採礦場用地有左列情形之一者，不予租用：

(一)探(採)礦場用地在海拔高二千公尺以上，不易復舊造林者。

(二)探(採)礦場用地之地層破碎、地質不穩定，對國土保安、水土保持、林業經營有妨礙者。

(三)土層深厚、林相覆蓋良好，每公頃蓄積量在一百立方公尺以上者。

(四)天然林每公頃蓄積量在五十立方公尺以上，或為珍貴人工林或母樹林者。

(五)探(採)礦場用地面積累計超過二公頃(不包括其他礦業用地)，但既有探、採礦場面積已超過二公頃者，維持其面積使用。

(六)位於森林遊樂區內者。

(七)位於自然保留(護)區及其區界水平距離一百公尺以內者。

(八)探、採礦場位於河流兩岸水平距離五十公尺之陸地範圍內者。

(九)重要水庫集水區及水源水質水量保護區，自來水水源取水水體水平距離一千公尺之範圍。

(十)有野生動物保育法公告之瀕臨絕種、珍貴稀有動物及文化資產保存法公告之珍貴稀有植物分佈之區域者。

(十一)保安林內探、採礦以坑道以外之作業方式開採者。

(十二)開礦工程嚴重破壞林地地表土導致不良後果者。

(十三)使用林地有崩坍之虞者。

(十四)施工計畫對附近地區農田水利或交通暨附近居民安全有影響，或導致其他災害發生者。

(十五)該申請土地已發生糾紛尚未解決者。

(十六)實測圖與實地不符者。

前項第四款關於天然林材積之限制，位於行政院核定重大建設計畫水泥專業區礦區開發計畫範圍內，及第五款為水泥業用地或特殊案件，經經濟部核轉中央農業主管機關核准者，不在此限。第十一款無法以坑道方式作業礦務局會同林業主管機關核准者，得以露天方式作業並以階段方式為之，如為水泥製造業自用石礦場，每一礦區之露天採掘總面積達十公頃以上時，應以豎井方式作業，但無法以豎井方式作業，經礦務局會同林業主管機關核准者，不在此限。

五、申租捨石場用地有左列情形之一者，不予租用：

(一)距國有、公有建築物、鐵路、公用道路、堤防、護岸或其他所屬建造物未達五十公尺者。

(二)位於森林遊樂區、自然保留(護)區及其區界水平距離二百公尺以內者。

(三)因土地利用將影響農地、房舍、交通安全，或有礙灌溉、排水，妨害地上物及其他公益，無法補救者。

(四)地質結構不良、地層破碎、斷層或順向坡有滑動崩坍之虞地區。

(五)洪患時有大量土石流淤流下游之虞地區。

(六)坡度百分之五十以上者。

(七)直營造林地、母樹林地、貴重樹種林地。

(八)每公頃立木材積平均在五十立方公尺以上之林地。

(九)妨害相鄰礦區之採礦作業。惟位於水庫集水區、水源水質水量保護區、風景特定區、國防用地、古蹟保存區者並應經該管主管機關同意。

六、申租卡車路用地有左列情形之一者，不予租用：

(一)超過五公里以上者。

(二)超過該林班容許之密度者(每公頃二〇公尺)，但因礦害預防、礦場安全及其他實際需要，經礦務局會同林務局實地勘查認可者，得專案核准。

(三)銜接公路，未經公路主管機關許可者。

(四)地層破碎、地質不穩定者。

(五)經過天然林每公頃蓄積量在五十立方公尺以上或珍貴人工林者。

(六)坡長一百公尺內有四個彎頭以上者。

(七)穿插溪流兩岸保護林帶二處以上者。

(八)劃編為自然保留(護)區、母樹林、貴重樹種或為野生動物保育法公告之瀕臨絕種珍貴稀有動物及文化資產保存法公告之珍貴稀有植物分布區域及森林遊樂區者。

(九)距水庫滿水位之水平距離五十公尺以內者。

(十)設計標準未達乙種林道之規範者。前項第(一)、(二)款經礦務局層報經濟部核轉中央農業主管機關核准者，得專案准許租用。

七、申租造林地為礦業用地者，除應依前揭各項審核外，如有左列事項之一者，不予租用：

- (一)土壤有效深度及棄土層超過五十公分以上者。
  - (二)地質鬆軟不穩定有滑崩之虞者。
  - (三)坡度在百分之五十(二六度四十分)以上者。
  - (四)滿三年以上，尚在撫育階段之幼齡木，成活率在百分之七十以上者。
  - (五)壯齡木，立木度百分之六十以上者。
- 八、土石採取用地比照本注意事項辦理。

## 國有林解除地、國有林事業區外保安林解除地及原野地移交委託管理

### 要點

中華民國六十三年十月二十三日財政部臺財產三字第 11572 號函省府及辦事處中華民國六十三年十月四日行政院臺六三財字第 7477 號函准備查

國有林解除地、國有林事業區外保安林解除地、及原野地，均屬非公用財產，依照國有財產法第十二條規定，其管理機關應為財政部國有財產局，茲財政部為配合公地放租放領政策及為山坡地統一規劃利用，繼續推行水土保持，經與臺灣省政府協議依照國有財產法第十三條規定委託臺灣省政府繼續管理，並經雙方協議如下：

一、移交委託管理之國有土地，定為國有林解除地、國有林事業區外保安林解除地、及原野地，但其中屬都市計畫範圍內及其他由國有財產局認有自行管理必要者，移交後不予委託管理；其屬於公共設施預定地者，地方政府申請撥用時，應依照土地法第二十六條之規定辦理；如行政院另有規定時，應依院令規定辦理。

二、前項國有土地，經已完成地籍整理程序者，臺灣省政府同意分批列冊移交財政部國有財產局接管，財政部同意於國有財產局接管之同時，將其委託臺灣省政府指定之縣市政府為管理機關，並由國有財產局囑託該管縣市政府附記登記以木戳載明「本土地於 年 月 日移交國有財產局接管同時由國產局委託縣市政府管理」，並免收登記費。

三、委託管理之土地，如予放領出售，應由受託機關列冊呈報行政院核准，並於呈報同時通知委託機關，於辦理放領出售後，將結果列冊函知委託機關。

四、委託管理之土地，其租金及放領地價收入，除繳納賦稅外，由受託機關設立專戶儲存，配合省款充作山坡地開發資金，宜林地出售收入，以百分之三十解繳國庫，百分之七十充作山坡地開發資金，其收支由受託機關於年度終了時，列具明細表送由委託機關辦理預算程序，但解除國有森林用地地上林木，除租地造林外，其售價收入，由林務局依照規定辦理。

五、委託管理之土地，如須變更用途，或有較農林牧用途可產生更高經濟價值之利用時，由雙方會同勘查後移還國有財產局辦理。

六、本要點經雙方換文後生效，並由雙方分別呈報行政院備案。



副 本

00 林區管理處

# 國有林地出租礦業用地契 約書

承租人（或代表人）：

承 租 所 在：

承 租 面 積：

# 訂 約 紀 錄

|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |
|----------------|--------------------------|---|--|---|---------------|---|--------------------|--|---|
| 奉准日期<br>文號：    |                          | 年 |  | 月 |               | 日 | 林政字第               |  | 號 |
|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |
| 新約日期<br>文號：    |                          | 年 |  | 月 |               | 日 | 羅政字第               |  | 號 |
|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |
| 第一次續租<br>期間文號： | 自民國 年 月 日起<br>至民國 年 月 日止 |   |  |   | 計 年 個月<br>又 日 |   | 民國年月日<br>羅政字第 號    |  |   |
|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |
| 第二次續租<br>期間文號： | 自民國 年 月 日起<br>至民國 年 月 日止 |   |  |   | 計 年 個月<br>又 日 |   | 民國 年 月 日<br>羅政字第 號 |  |   |
|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |
| 第三次續租<br>期間文號： | 自民國 年 月 日起<br>至民國 年 月 日止 |   |  |   | 計 年 個月<br>又 日 |   | 民國 年 月 日<br>羅政字第 號 |  |   |
|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |
| 第四次續租<br>期間文號： | 自民國 年 月 日起<br>至民國 年 月 日止 |   |  |   | 計 年 個月<br>又 日 |   | 民國 年 月 日<br>羅政字第 號 |  |   |
|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |
| 第五次續租<br>期間文號： | 自民國 年 月 日起<br>至民國 年 月 日止 |   |  |   | 計 年 個月<br>又 日 |   | 民國 年 月 日<br>羅政字第 號 |  |   |
|                |                          |   |  |   |               |   |                    |  |   |

|                |                          |               |                    |
|----------------|--------------------------|---------------|--------------------|
| 第六次續租<br>期間文號： | 自民國 年 月 日起<br>至民國 年 月 日止 | 計 年 個月<br>又 日 | 民國 年 月 日<br>羅政字第 號 |
|----------------|--------------------------|---------------|--------------------|

## 國有林地暫准使用租賃契約書

承租人 今向林務局羅東林區管理處承租國有  
林地供礦業用地訂立租約如左：

### 一、租賃林地之標示：(如附圖)

| 財產<br>種類           | 土 地 所 在 地            |    |    | 面 積<br>(公 頃) |  | 地 目           | 等<br>則 | 每公頃<br>年租額<br>(元) | 本號租額                         | 備 考                                                            |
|--------------------|----------------------|----|----|--------------|--|---------------|--------|-------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                    | 事業<br>區              | 林班 | 地號 |              |  |               |        |                   | 實物(谷)<br>公斤或折<br>徵代金新<br>臺幣元 | 租額係約定當年<br>該管縣市政府所<br>評定公地地租征<br>收標準嗣後如有<br>調整時可隨其調<br>整標準徵收之。 |
|                    |                      |    |    |              |  |               |        |                   |                              |                                                                |
|                    |                      |    |    |              |  |               |        |                   |                              |                                                                |
|                    |                      |    |    |              |  |               |        |                   |                              |                                                                |
| 礦業<br>字<br>號碼      | 礦業字第 號               |    |    |              |  | 採（探）礦<br>執照號碼 |        | 臺濟採字第 號           |                              |                                                                |
| 礦照<br>有<br>效期<br>間 | 自民國 年 月 日起至民國 年 月 日止 |    |    |              |  |               |        |                   |                              |                                                                |
| 土地<br>標示           |                      |    |    |              |  |               |        |                   |                              |                                                                |

二、本租約出租之林地限礦業用地【 ，面積 公頃】之用不得供其他用途。

三、租賃期間自民國 年 月 日起至民國 年 月 日止計 年 個月又 日，該租期屆滿時承租人若須繼續使用林地，應於租期屆滿前一個月內，檢具有關證件提出申請續租，否則視同放棄續租，應即無條件恢復原狀，由林管

處收回林地(礦業用地奉林務局 年 月 日林政字第 號函同意,並准經濟部礦務局 年 月 日礦字第 號函核定)。

四、每年應繳地租,基地按當期公告土地現值總額之百分之四計收(行政院核定之租金率標準修正時,應隨之調整);屬稻谷或其他作物者折繳之代金,按徵收標的年度地方政府公告之平均躉售價格乘以租約約定之正產物收穫總量乘以千分之二百五十計算。並按照出租機關所發租金繳納通知單之規定繳納之。

五、前點年租金應於規定繳納之日起一個月內繳清,承租人如違約逾期繳納時應按下列各款規定加收違約金;但加收之違約金達兩年之總額時,除追繳欠租外,得依土地法之規定終止租約收回土地。

1.逾期繳納未滿一個月者,照欠額加收百分之二。但逾期二日以內繳納者,免予計收。

2.逾期繳納在一個月以上未滿兩個月者照欠額加收百分之四。

3.逾期繳納在二個月以上未滿三個月者照欠額加收百分之十。每再逾一個月,再加收百分之五,最高以欠額之一倍為限。

六、租用林地有左列情形之一者,出租機關得終止租約,除下1、2款外並依實際情形請求損害賠償。

1.政府因舉辦公共事業需要,或依法變更使用者。

2.政府因實施國家政策必需收回時。

3.承租人使用該林地違反法令者。

4.簽訂本租約滿一年承租人未依原定計畫使用土地時。

5.承租人使用林地經出租機關認為已發生阻礙國土保安情事,而承租人不能依照出租機關之規定,於限期內自行除去阻礙時。

6.承租人擅自擴大使用面積,或損害附近竹木時。

7.其他合於民法及規定終止租約時。

七、承租人在租賃期間未經出租機關之核准,不得將承租地逕行轉借,或分租轉借與他人,違反前項之規定者承租人應支付已轉租或轉讓期間應繳租金廿倍以下之違約金。前項違約金原承租人不為繳清時,應終止租約,如受讓人自願代為繳納上項違約金,且經出租機關核准者對受讓之土地有優先承租之權。

八、承租人如有死亡時,應由法定繼承人檢具有關文件,於六個月內依法辦理變更名義,逾期不辦者視為放棄論,並終止租約收回林地不得異議。

九、承租人非經出租機關之核准,不得將其承租地內之房屋進行改建、增建、擴建或其他變動等行為,否則出租機關得終止租約收回林地。

十、承租人如有毀損林木,出租機關如認為情節輕微時,應依山價三倍追賠,如擅自擴大使用面積,經出租機關查明非故意,而情節輕微者,承租人應繳本合約年租金廿倍以下之違約金,其因故意或情節重大者,依本合約第六條第6款之規定辦理,並得停止其使用林地時間八個月以下,或移送法辦。

十一、依本租約之規定終止租約時,承租人已繳之租金概不退還,並應於期限內將承租地之改良物或設施附著物自行撤除或移去,並將土地恢復植生覆蓋交還出

租機關，否則視為放棄權利，由出租機關任意處分之，原承租人不得異議。

十二、承租人及其雇用員工不得在承租區域內，或附近濫墾，如有發現雇用員工或他人侵入濫墾時，承租人應將濫墾詳實情形立即報請本處或工作站核辦，否則承租人應負賠償或恢復原狀之責。

十三、承租人應依照「林務局各林區管理處重要作業地區防火安全檢查要點」切實注意防範森林火災，如其防火設備不符檢查要點之規定，經警告三次仍未改善，則予暫停其作業，俟防火設備充實檢查合格後，始准其恢復作業，如承租人或其雇用之員工釀成森林火災，出租人因而所受之損害及其救火費用，概由承租人負完全賠償責任。

十四、於礦區內承租人應嚴格約束所雇之員工，不得違反森林法令，如有違反時承租人應共負民刑事責任。

十五、承租人為履行礦業法第四十八條之規定，應支付擔保金**新台幣 萬 仟 元整(新台幣 元整)**於植生綠化恢復植生覆蓋時無息發還，屆時無論物價指數有否變動，承租人不得要求任何補償。承租人不依約履行植生綠化恢復植生覆蓋時，出租機關得以該擔保金預付為植生綠化之費用多退少補，不足部分，保證人應負連帶清償責任。

十六、承租人申請退租或契約終止時，應依照出租機關所訂之樹種於**六**年內完成造林，經驗收合格退還擔保金，若承租人無法植生綠化恢復植生覆蓋，得委託出租機關辦理，其造林費用依出租機關核定金額繳納，前項所完成造林即每公頃種植二、〇〇〇株以上，**六**年之成活率達七十%以上。

十七、本件租用之地，於使用完畢後應依礦業法第四十八條規定，並必須回復其土地之原狀、交還土地所有人，如因不能回復植生覆蓋致有損失時應按其損失程度給予土地所有人以相當之補償，如租用之土地於使用前確能造林者，而使用完畢後尚能改良造林者，酌收土地改良費，按照毗鄰地林地目六等則之市價百分之二十計算，如使用完畢後已無法造林者，按照毗鄰地林地目六等則之市價百分之五十計算酌收補償費。經雙方勘查結果適於造林之林地面積計\_\_\_\_\_公頃。

十八、承租人因使用林地不當，損害人民生命身體或財產致國家負損害賠償責任時，出租機關對之有求償權。

十九、本租約未規定事項承租人完全同意依照林務局有關法令辦理，如出租機關認有另訂特定事項，必要時得由出租機關另定之。

二十、本租約自簽訂之日起發生效力，出租機關依約終止租約時，承租人所欠之租金、滯納金、或違約金暨損害賠償得依法追訴保證人。

廿一、保證人應負連帶保證之責任，但保證人如認有必要更換時，應經林務局核准後，始得解除保證責任。

廿二、本租約一式**6**份，正本**2**份由雙方當事人各執**1**份外，副本**4**份分別送礦務局或礦務局東區辦事處（備查）、本處林政課、所屬工作站（依約執行）。

特約事項：（若不履行本特約事項，出租機關得終止租約）

---

(一)承租人對於進出租地通行所使用林道負責一切安全維護責任。

---

(二)租地內不可避免障礙木應依規申請核准後始可砍伐。

---

(三)施工廢棄物（土）及採礦所產生之廢土石應妥為處理，不得任意棄置於林地內影響水土保持（零）、國土保安。

---

(四)申租地如有涉及水土保持法及其他相關法令規定，其水土保持計畫應經水土保持主管機關核（六）可後始可施工。

---

(五)出租機關認為應加強水土保持措施時，承租人應依限完成，不得異議。

---

(六)申租地各項硬體設施倘需依建築法及相關法令規定提出申請者，應依規辦理核准後始得施工。

---

(七)應做好租地界樁管理維護工作並隨時保持界樁明顯完整，租地界樁未豎立完整不得先行施工。

---

(八)地租繳納以每年一次為原則至工作站繳納。

---

## 附錄 2 專家座談會議資料

### 專家座談會簽到簿

「臺灣國有林地礦區生態損害補償(含社會經濟價值)評估費用案」

#### 第一次專家座談會

##### 簽到表

壹、時間：107 年 1 月 15 日(星期一)14:00~17:00

貳、地點：國立中興大學生命科學院 101 教室

參、主持人：林幸助博士

肆、出席者：

|         |     |
|---------|-----|
| 何副教授彥陞  | 請假  |
| 吳教授珮瑛   | 吳珮瑛 |
| 宋助理教授國彰 | 宋國彰 |
| 張助理教授鈺光 | 張鈺光 |
| 趙研究員榮台  | 趙榮台 |
| 劉教授錦龍   | 劉錦龍 |
| 蕭研究員代基  | 蕭代基 |
|         | 趙國容 |
|         |     |

「臺灣國有林地礦區生態損害補償(含社會經濟價值)評估費用案」

第二次專家座談會

簽到表

壹、時間：107 年 5 月 7 日(星期一)09:00~12:00

貳、地點：左轉有書 X 慕哲咖啡會議室

參、主持人：林幸助教授

肆、出席者：

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 中國文化大學地學研究所 王教授鑫          | 王 鑫 |
| 逢甲大學土地管理學系 何副教授彥陞         | 請假  |
| 國立台灣大學農業經濟學系 吳教授珮瑛        | 吳珮瑛 |
| 國立中興大學水土保持學系 林教授信輝        | 林信輝 |
| 國立高雄大學法律系 張助理教授鈺光         | 請假  |
| 趙研究員榮台                    | 趙榮台 |
| 國立中山大學生物科學系 顏副教授聖絃        | 顏聖絃 |
| 國立台北大學不動產與城鄉環境學系<br>洪教授鴻智 | 洪鴻智 |
|                           |     |
|                           |     |

「臺灣國有林地礦區生態損害補償(含社會經濟價值)評估費用案」

第三次專家座談會

簽到表

壹、時間：107 年 5 月 14 日(星期一)14:00~17:00

貳、地點：宜蘭縣政府第三會議室

參、主持人：林幸助教授

肆、出席者：

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 國立高雄大學法律系 張助理教授鈺光           | 張鈺光    |
| 國立東華大學環境學院 裴院長家驊            | 裴家驊    |
| 國立宜蘭大學生物技術與動物科學系<br>陳助理教授永松 | 陳永松    |
| 國立宜蘭大學應用經濟與管理學系<br>陳教授凱俐    | 陳凱俐    |
| 宜蘭縣南澳鄉東社社區發展中心              | 許昇 總幹事 |
| 宜蘭環境保護聯盟                    | 黃浪 理事  |
|                             |        |
|                             |        |



圖 第一次家座談會(107.1.15，台中市中興大學)



圖 第二次專家座談會照片(107.5.1，台北市慕哲咖啡)



圖 第三次專家座談會照片(107.5.14, 宜蘭縣政府)