

## 目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	圖-1
表目錄.....	表-1
第一章 前言.....	1-1
1.1 計畫緣起與目標.....	1-1
1.2 計畫服務項目.....	1-2
1.3 計畫執行流程.....	1-5
第二章 國土生態綠網藍圖與行動方針.....	2-1
2.1 國際生態綠網推動發展與經驗探討.....	2-1
2.1.1 綠網是什麼：從國際趨勢探討為何需要發展綠網.....	2-1
2.1.2 綠網連什麼：以歐洲經驗說明綠網的核心概念.....	2-6
2.1.3 綠網怎麼連：以歐洲經驗說明如何推動國家綠網.....	2-13
2.1.4 日本的綠網計畫.....	2-20
2.2 我國相關政策計畫與國土空間發展規劃構想.....	2-23
2.2.1 自然環境保護上位法規與政策.....	2-23
2.2.2 我國現行空間規劃法規與體系.....	2-29
2.2.3 我國現有各類保護區法規基礎.....	2-32
2.2.4 其他自然保育相關法規.....	2-43
2.3 我國生態綠網建置與在地生態系統功能及問題檢討.....	2-45
2.3.1 保護區系統在淺山海岸區涵蓋比例低.....	2-45
2.3.2 人為土地利用造成棲地消失與破碎化.....	2-46
2.3.3 淺山物種的保育需求.....	2-46
2.3.4 農業地景的生物多樣性消失.....	2-46
2.3.5 自然海岸的消失與破碎化.....	2-47
2.3.6 氣候變遷.....	2-47
2.3.7 缺乏跨域(跨部門、跨空間、跨專業)整合機制.....	2-47

2.4 國土生態綠網藍圖 .....	2-48
第三章 國土生態綠網建置.....	3-1
3.1 生態分區劃分 .....	3-1
3.2 環境因子資料庫.....	3-6
3.3 陸域重要關注區域指認.....	3-8
3.3.1 動物多樣性熱點.....	3-10
3.3.2 關注動物之空間分布.....	3-13
3.3.3 水鳥熱區.....	3-22
3.3.4 瀕危及受脅植物重要棲地.....	3-23
3.3.5 關注地景.....	3-23
3.3.6 關注議題.....	3-25
3.3.7 陸域關注區域指認結果.....	3-25
3.4 水域重要關注區域指認.....	3-42
3.4.1 關注淡水魚.....	3-42
3.4.2 洄游性生物重要溪流廊道.....	3-50
3.5 專家學者座談 .....	3-55
3.5.1 專家學者座談 (一).....	3-55
3.5.2 專家學者座談 (二).....	3-57
3.5.3 專家學者座談(三).....	3-62
第四章 生態綠網建置操作示範.....	4-1
4.1 總論.....	4-1
4.1.1 綠網示範案建置之流程與方法.....	4-1
4.1.2 示範案選取方向.....	4-2
4.1.3 示範案執行規劃.....	4-4
4.2 淡水濕地生態系—貢寮田寮洋示範案.....	4-6
4.2.1 區位選取.....	4-6
4.2.2 環境背景分析.....	4-8
4.2.3 保育復育規劃.....	4-21

4.2.4	議題處理及行動開展 .....	4-47
4.2.5	成效評估擬定與結論 .....	4-64
4.3	淺山生態系開發壓力之減緩—苗栗石虎生態廊道改善示範案 .....	4-69
4.3.1	區位選取 .....	4-69
4.3.2	環境背景分析 .....	4-73
4.3.3	保育目標設定 .....	4-91
4.3.4	議題處理及行動開展 .....	4-107
4.3.5	成效評估擬定與結論 .....	4-113
4.4	河川串聯森川里海的橫向連結—曾文溪中游河川復育示範案 .....	4-117
4.4.1	區位選取 .....	4-117
4.4.2	環境背景分析 .....	4-120
4.4.3	保育目標設定 .....	4-125
4.4.4	議題處理 .....	4-134
4.4.5	其他議題診斷 .....	4-143
4.4.6	成效評估擬定與結論 .....	4-146
4.5	原生植群的復育營造—墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案 .....	4-149
4.5.1	區位選取 .....	4-149
4.5.2	環境背景分析 .....	4-153
4.5.3	保育復育規劃 .....	4-176
4.5.4	議題處理及行動開展 .....	4-186
4.5.5	成效評估擬定與結論 .....	4-197
第五章	綠網行動策略研訂 .....	5-1
5.1	跨部會溝通平台建置 .....	5-1
5.1.1	跨部會溝通平台建置及操作方法 .....	5-1
5.1.2	成果交流會 .....	5-5
5.2	區域綠網行動策略研擬 .....	5-8
5.2.1	與既有國土分區規劃架構之連結探討 .....	5-8
5.2.2	與既有公共工程之疊合探討 .....	5-14

5.2.3	與河海流域之疊合探討.....	5-21
5.2.4	與濕地保育法、海岸管理法補償區域擇定整合建議.....	5-37
5.2.5	林務局及各林管處現有相關計畫協同行動策略.....	5-39
第六章	國土生態綠網長期方略.....	6-1
6.1	生態綠網檢討與策略應用建議.....	6-2
6.2	物種及棲地的保育行動策略研擬.....	6-2
6.3	相關部會參與綠色網絡建置之行動任務推動.....	6-6
6.4	國土生態綠網長期資源調查及監測規劃.....	6-6
6.5	國土生態綠網成效評估規劃.....	6-7
6.5.1	中長程規劃架構.....	6-7
6.5.2	生態綠網成效評估概念.....	6-8
6.5.3	全台關注區棲地變化整體趨勢.....	6-12
6.5.4	歷史生態資料重建.....	6-14
第七章	結論與建議.....	7-1
	引用文獻.....	引-1
附錄一	歷次審查意見回覆	
附錄二	用以建立動物生物多樣性熱點之物種名錄	
附錄三	洄游性生物重要溪流廊道指認—特殊稀有或侷限分布之洄游性生物名錄	
附錄四	洄游性生物重要溪流廊道指認—物種分布資料集	
附錄五	通霄鎮石虎廊道分析	
附錄六	綠網藍圖規劃工作參考圖資清單	
附錄七	國土生態保育綠色網絡合作協議	

## 圖目錄

圖 1.3-1	計畫執行流程.....	1-5
圖 2.1-1	SDGS 指標架構.....	1-3
圖 2.1-2	自農業革命以來農業地景生物多樣性流失的示意圖.....	2-5
圖 2.1-3	歐盟上位指令提供歐洲各國發展自然保育政策各面向的支持.....	2-10
圖 2.1-4	德國棲地網絡計畫的核心區與大型哺乳動物通行的重要森林連 結單元.....	2-15
圖 2.1-5	荷蘭綠網的運作機制.....	2-18
圖 2.1-6	荷蘭國家綠網：1990 年初版(左圖)與 2004 年更新版(右圖).....	2-20
圖 2.1-7	日本「與自然共生的社會」之概念圖.....	2-22
圖 2.2-1	國家氣候變遷調適分工.....	2-28
圖 2.2-2	新-舊國土計畫體系對照圖.....	2-29
圖 2.2-3	臺灣自然環境法定保護區與國有林地及保安林.....	2-33
圖 2.2-4	海岸地區重疊管理情形.....	2-34
圖 2.3-1	臺灣的法定生態保護區分布.....	2-45
圖 3.1-1	臺灣本島(A)年降水、(B)降水季節性、(C)年均溫、以及(D)溫度 季節性之空間分布.....	3-2
圖 3.1-2	本計畫之氣候與綠網分區.....	3-3
圖 3.3-1	(A)哺乳動物、(B)繁殖鳥類、(C)兩生類、(D)爬行動物、以及(E) 蝴蝶的種類多樣性及多樣性熱點(種類多樣性排序前 5%網格)之分 布情形，以及(F)全部 5 個分類群的生物多樣性熱點累加分布情形.....	3-13
圖 3.3-2	食蛇龜空間分布資訊，(A)原始分布紀錄點位、(B)分布預測模 式推估 500 × 500 M 網格之機率值、(C)以 10 PERCENTILE TRAINING PRESENCE (此處臨界值為 0.237)決定預測為「有」 之網格.....	3-17
圖 3.3-3	水鳥熱點分布圖；藍色方框為 1 × 1 KM 水鳥熱區之網格.....	3-22
圖 3.3-4	關注地景的空間分布；黃色方框為 1 × 1 KM 重要地景之網格....	3-24
圖 3.3-5	綠網陸域關注區域指認結果 (全國).....	3-26
圖 3.3-6	綠網陸域關注區域指認結果 (北部).....	3-27
圖 3.3-7	綠網陸域關注區域指認結果 (西北部).....	3-28
圖 3.3-8	綠網陸域關注區域指認結果 (西部).....	3-29
圖 3.3-9	綠網陸域關注區域指認結果 (西南部).....	3-30
圖 3.3-10	綠網陸域關注區域指認結果 (南部).....	3-31

圖 3.3-11	綠網陸域關注區域指認結果 ( 東北部 )	3-32
圖 3.3-12	綠網陸域關注區域指認結果 ( 東部 )	3-33
圖 3.4-1	關注淡水魚重要水域環境—河川水系	3-45
圖 3.4-2	關注淡水魚重要水域環境—農圳埤塘	3-46
圖 3.4-3	洄游性生物重要溪流廊道	3-51
圖 3.5-1	第一場專家學者座談會辦理照片	3-57
圖 3.5-2	第二場專家學者座談會辦理照片	3-60
圖 3.5-3	第三場專家學者座談會辦理照片	3-65
圖 4.1-1	示範案流程與操作方式	4-2
圖 4.2-1	大尺度北部綠網分區圖	4-6
圖 4.2-2	中尺度北三綠網關注區域—陸域	4-7
圖 4.2-3	中尺度北三綠網關注區域—水域	4-8
圖 4.2-4	貢寮田寮洋示範案位置與範圍	4-9
圖 4.2-5	貢寮田寮洋示範案棲地圖	4-12
圖 4.2-6	貢寮田寮洋示範案範圍套疊國土功能分區模擬圖	4-14
圖 4.2-7	新北市國土計畫(109 年 8 月版本)國土功能分區示意圖	4-15
圖 4.2-8	田寮洋濕地區位及周圍棲地形態	4-16
圖 4.2-9	田寮洋濕地地景空拍圖	4-17
圖 4.2-10	田寮洋濕地 E-BIRD 平台賞鳥紀錄	4-18
圖 4.2-11	目標物種及關注議題重要區位	4-23
圖 4.2-12	雙溪流域中下游保育復育規劃—促進森川里海連結	4-23
圖 4.2-13	田寮洋濕地泥灘涉禽熱區 (左) 及 107 年區公所協助翻耕範圍 (右)	4-26
圖 4.2-14	108 年區公所協助翻耕範圍	4-26
圖 4.2-15	田寮洋流域情報圖	4-29
圖 4.2-16	田寮洋人工化水圳的環境問題	4-30
圖 4.2-17	臺鐵局改建方案之單塔脊背橋設計圖與地景模擬	4-31
圖 4.2-18	洄游/移動性魚類的潛在分布河段	4-36
圖 4.2-19	雙溪河下游水系橫向構造物與支流洄游魚類最上游分布地點 紀錄	4-37
圖 4.2-20	雙溪下游水系的魚類通過評估結果	4-39
圖 4.2-21	三圳抬水堰使魚類上溯受阻情形	4-40
圖 4.2-22	遠望坑街以下乾涸情形 (左圖)、二圳乾涸情形 (右圖)	4-40
圖 4.2-23	貢寮田寮洋示範案友善耕作推廣潛在區位指認	4-43

圖 4.2-24	貢寮田寮洋示範案第一次共識平台會議 .....	4-48
圖 4.2-25	第三雙溪及新社橋改建工程對策研討會議 .....	4-50
圖 4.2-26	跨河段原橋型方案—脊背橋 (左)、變更設計替代方案—制式橋 (右).....	4-50
圖 4.2-27	施工中生態防護及無名溪導引分流討論 .....	4-51
圖 4.2-28	成果交流會臺鐵局張政源局長分享 .....	4-51
圖 4.2-29	遠望坑溪改善規劃工作重點 .....	4-52
圖 4.2-30	遠望坑溪縱斷面測量結果 .....	4-53
圖 4.2-31	橫斷面測站位置圖 .....	4-54
圖 4.2-32	遠望坑溪粒徑分析 .....	4-58
圖 4.2-33	遠望坑溪測量結果三維透視圖.....	4-59
圖 4.2-34	貢寮田寮洋示範案友善耕作推廣契作田區.....	4-61
圖 4.2-35	友善耕作推廣契作田區收割 .....	4-62
圖 4.2-36	福隆鹽寮沙丘保安林管制區域公告 .....	4-63
圖 4.3-1	大尺度西北部綠網分區圖 .....	4-70
圖 4.3-2	中尺度西北六綠網關注區域—陸域 .....	4-71
圖 4.3-3	中尺度西北六綠網關注區域—水域.....	4-71
圖 4.3-4	西北六區域與石虎關建棲地的資料套疊.....	4-72
圖 4.3-5	西部淺山示範案區位與鄰近鄉鎮 .....	4-73
圖 4.3-6	通霄地區的水文 .....	4-74
圖 4.3-7	2011 年至 2020 年通霄人口數與戶數資料.....	4-75
圖 4.3-8	通霄鎮的交通網絡 .....	4-76
圖 4.3-9	通霄地區棲地圖 .....	4-78
圖 4.3-10	通霄地區套疊國土功能分區模擬圖.....	4-80
圖 4.3-11	縣道 128 通霄至銅鑼段的道路拓寬工程增設防止石虎路殺改 善措施位置 .....	4-81
圖 4.3-12	石虎路殺點位熱區圖，顏色越紅的區域代表路殺越多 .....	4-82
圖 4.3-13	楓樹里石虎米一景 .....	4-84
圖 4.3-14	通霄一號跨越橋友善動物穿越設施改善 .....	4-86
圖 4.3-15	國道 3 號的廊道交流瓶頸區位置圖.....	4-86
圖 4.3-16	通霄鎮與周圍 1 公里內石虎廊道分析 .....	4-87
圖 4.3-17	統計自 2010 年 1 月至 2019 年 6 月通霄與鄰近地區開發案位 置圖 .....	4-90
圖 4.3-18	石虎可利用棲地，包括紅色區域的重要棲地(關鍵棲地)、紫色	

區域的潛在區域、綠色區域為石虎可能棲地 .....	4-93
圖 4.3-19 石虎出沒點位與國道通道設施改善及未改善構造物位置 .....	4-95
圖 4.3-20 由 2013 年 GOOGLE 地圖街景截取通霄區域國道 3 號南部區域的路下通道 .....	4-96
圖 4.3-21 由 2019 年 GOOGLE 地圖截取通霄區域國道 3 號南部區域的路上通道 .....	4-96
圖 4.3-22 生態給付和友善農業分布套疊石虎關鍵棲地和鄰近國公私有林地、林班地及保安林 .....	4-98
圖 4.3-23 生態給付和友善農業分布套疊石虎關鍵棲地之村里界，城南里、坪頂里、南和里及福興里有較少生態給付和友善農業分布 .....	4-99
圖 4.3-24 城南里、坪頂里、南和里及福興里套疊通霄鎮棲地圖 .....	4-100
圖 4.3-25 套疊國產署土地分布圖和石虎分布，建議可優先認養梅南里、圳頭里、內湖里、通灣里及白東里的土地 .....	4-101
圖 4.3-26 南和里及福興里有較多民宿數量 .....	4-103
圖 4.3-27 苗 29 鄉道之木製動物攀爬梯 .....	4-108
圖 4.3-28 彙整縣道 128 通霄至銅鑼段道路拓寬改善工程之道路路殺減輕措施，通霄溪通道建立之建議改善位置與環境照片 .....	4-108
圖 4.4-1 綠網陸域關注區域指認結果（西南部） .....	4-118
圖 4.4-2 中尺度曾文河流域綠網關注區域—水域 .....	4-119
圖 4.4-3 中尺度曾文河流域綠網關注區域—陸域 .....	4-120
圖 4.4-4 曾文河流域高程分布圖 .....	4-121
圖 4.4-5 曾文河流域內中央及縣市管排水系統 .....	4-122
圖 4.4-6 曾文河流域棲地圖 .....	4-124
圖 4.4-7 曾文河流域套疊國土功能分區模擬圖 .....	4-126
圖 4.4-8 曾文溪關注物種分布圖(二溪大橋上游) .....	4-127
圖 4.4-9 曾文溪關注物種分布圖(二溪大橋下游) .....	4-128
圖 4.4-10 草鴉之預測分布 .....	4-130
圖 4.4-11 曾文河流域國土利用調查(2006) .....	4-132
圖 4.4-12 曾文河流域國土利用調查(2016) .....	4-133
圖 4.4-13 國有財產署位於曾文溪河床之邊際土地(亮藍色與亮綠色)與草鴉分布預測範圍(紅色與粉紅色) .....	4-134
圖 4.4-14 關注物種可示範經營土地與草鴉之活動範圍，與其鄰近自然保護留區與大型綠地 .....	4-135
圖 4.4-15 曾文溪中游草鴉可示範經營土地鄰近之綠保 .....	4-137

圖 4.4-16	草鴉可經營棲地現場照片 (2020 年 8 月拍攝)	4-141
圖 4.4-17	曾文溪灘地魚塢現狀	4-143
圖 4.4-18	自然蜿蜒之排水匯入處易形成生物棲地	4-144
圖 4.4-19	曾文溪 8 月現勘點位位置圖	4-144
圖 4.5-1	綠網陸域關注區域指認結果 (南部)	4-149
圖 4.5-2	中尺度南 3 與南 4 綠網關注區域—水域	4-151
圖 4.5-3	中尺度南 3 與南 4 綠網關注區域—水域	4-152
圖 4.5-4	恆春半島示範案區位與鄰近鄉鎮	4-153
圖 4.5-5	外來物種入侵過程概念圖 (KOLAR AND LODGE, 2001)	4-156
圖 4.5-6	恆春地區例年瓊麻栽植面積 (胡金印, 2002)	4-160
圖 4.5-7	銀合歡生長性狀 (A.銀合歡全株、B.花序、C.豆莢)	4-161
圖 4.5-8	墾丁國家公園銀合歡物候圖 (李昭宗, 2003)	4-162
圖 4.5-9	恆春地區火燒基地前後植生覆蓋情況	4-163
圖 4.5-10	銀合歡於砍伐及伐倒木處萌蘖情況	4-163
圖 4.5-11	1970 年恆春地區瓊麻田 (左上第一張) 及恆春半島不同時期銀合歡空間分布 (胡金印, 2007、陳朝圳, 2017)	4-170
圖 4.5-12	恆春半島不同時期銀合歡面積變化 (陳朝圳, 2017)	4-172
圖 4.5-13	抑制銀合歡擴散之育林策略架構 (林務局屏東林區管理處, 2004)	4-178
圖 4.5-14	恆春地區銀合歡移除後木本植物與陸域動物 SHANNON-WIENER 多樣性指標之相關性 (郭家和等, 2017)	4-180
圖 4.5-15	調查路線示意圖	4-182
圖 4.5-16	物種照片	4-184
圖 4.5-17	調查區域環境照片	4-185
圖 4.5-18	2004-2020 年銀合歡熱門程度變化趨勢分數	4-187
圖 4.5-19	恆春地區各部會管轄範圍內銀合歡分布圖 (林務局屏東林管處, 2019)	4-188
圖 4.5-20	外來物種入侵移除過程概念圖	4-191
圖 5.1-1	跨部會協調之四大議題面向	5-2
圖 5.1-2	成果交流會 FB 宣傳圖卡	5-5
圖 5.1-3	成果交流會主題設定	5-6
圖 5.1-4	國土生態保育綠色網絡合作協議簽署合影	5-6
圖 5.1-5	合作協議簽署記者會結束大合照	5-7
圖 5.2-1	推動國土生態綠網區域綠網行動策略架構圖	5-8

圖 5.2-2	綠網關注區域套疊國土功能分區模擬示意圖 .....	5-10
圖 5.2-3	台南市周邊綠網關注區域套疊國土功能分區模擬及草鴉預測分布 .....	5-11
圖 5.2-4	流域特定區域計畫議題篩選機制評估流程 .....	5-14
圖 5.2-5	河川地形分段類別基本原則.....	5-21
圖 5.2-6	臺灣河川之流域區劃分 .....	5-22
圖 5.2-7	河川管(治)理權責單位分工 .....	5-24
圖 5.2-8	逕流分擔與出流管制概念流域示意圖 .....	5-25
圖 5.2-9	生態系手段循環 .....	5-32
圖 6-1	國土生態綠網之長期方略 .....	6-1
圖 6.5-1	生態綠網成效評估中長程規劃架構.....	6-8
圖 6.5-2	生態綠網成效評估核心概念.....	6-9
圖 6.5-3	生態系健康程度評估指數實作範例。(A)綠網關注區域「西南一」區域(紅線區域)與新年數鳥樣點分布(灰色圓圈);(B)綠網關注區域「西南一」區域內新年數鳥於2019年(紫色點)與2020年(黃色點)調查紀錄分布;(C)綠網關注區域「西南一」區域內魚塭分布範圍(藍色區塊).....	6-11
圖 6.5-4	全台關注區棲地變化整體趨勢 .....	6-13
圖 6.5-5	草鴉在1995、2005、2015年的分布模型 .....	6-15

## 表目錄

表 2.1-1	泛歐洲生態網絡(PEEN)發展重要里程碑 .....	2-7
表 2.1-2	泛歐生態網絡規劃步驟 .....	2-11
表 2.2-1	臺灣重要保護區劃設依據與分類 .....	2-42
表 2.3-1	淺山-海岸區的關鍵受威脅或易與人衝突的物種 .....	2-46
表 3.1-1	各綠網生態分區的環境特色及保育重點或策略 .....	3-4
表 3.2-1	土地利用類型與國土測繪中心土地利用分類系統對照表 .....	3-7
表 3.3-1	國土生態綠網關注動物清單 .....	3-18
表 3.3-2	陸域關注區域的範圍及關注重點 .....	3-34
表 3.4-1	國土生態綠網計畫關注之 17 種淡水魚 .....	3-42
表 3.4-2	關注魚種分布重要水域之指認方法及分布概況 .....	3-44
表 3.4-3	綠網關注河川清單 .....	3-47
表 3.4-4	綠網關注獨流溪清單 .....	3-52
表 3.5-1	第一場專家學者座談會出席名單 .....	3-55
表 3.5-2	第一場專家學者座談會議程 .....	3-56
表 3.5-3	第一場專家座談會意見彙整 .....	3-56
表 3.5-4	第二場專家學者座談會出席名單 .....	3-57
表 3.5-5	第二場專家學者座談會議程 .....	3-58
表 3.5-6	第二場專家學者座談會意見彙整 .....	3-59
表 3.5-7	陸域關注物種增修建議 .....	3-61
表 3.5-7	陸域關注物種增修建議(續) .....	3-61
表 3.5-8	第三場專學者座談會出席名單 .....	3-62
表 3.5-9	第三場專家學者座談會議程 .....	3-63
表 3.5-10	第三場專家學者座談會意見彙整 .....	3-64
表 3.5-11	水域關注物種增修建議 .....	3-66
表 3.5-11	水域關注物種增修建議(續) .....	3-66
表 4.1-1	示範案執行規劃總表 .....	4-4
表 4.1-1	示範案執行規劃總表(續) .....	4-5
表 4.2-1	貢寮田寮洋示範案範圍棲地組成 .....	4-11
表 4.2-2	貢寮田寮洋示範案範圍套疊國土功能分區模擬之類型組成 .....	4-13
表 4.2-3	貢寮田寮洋示範案願景及策略 .....	4-22
表 4.2-4	貢寮田寮洋示範案的目標物種/類群 .....	4-23

表 4.2-5	雙溪河下游魚類名錄.....	4-33
表 4.2-6	雙溪河下游洄游/移動性魚類上溯模式分群.....	4-35
表 4.2-7	橫向構造物魚類通過評估方式.....	4-38
表 4.2-8	溪流橫向構造物的魚類通過等級.....	4-38
表 4.2-9	貢寮田寮洋示範案短中長期工作推動與合作夥伴.....	4-45
表 4.2-10	貢寮田寮洋示範案關注議題及推動策略.....	4-47
表 4.2-11	本示範案參與第三雙溪及新社橋改建工程相關研商會議.....	4-49
表 4.2-12	遠望坑溪橫斷面測量結果 (1/3).....	4-55
表 4.2-12	遠望坑溪橫斷面測量結果 (2/3).....	4-56
表 4.2-12	遠望坑溪橫斷面測量結果 (3/3).....	4-57
表 4.2-13	粒徑分析樣站.....	4-58
表 4.2-14	遠望坑溪改善計畫各單位協力關係建議.....	4-60
表 4.3-1	西部淺山示範案範圍棲地組成.....	4-77
表 4.3-2	西部淺山示範案範圍套疊國土功能分區模擬之類型組成.....	4-79
表 4.3-3	台灣有機農業資訊網之通霄農友.....	4-84
表 4.3-4	通霄通過綠色保育驗證之農友.....	4-85
表 4.3-5	通霄鎮與鄰近區域過往之開發案列表.....	4-88
表 4.3-6	西部淺山示範案之願景、目標與策略.....	4-92
表 4.3-7	西部淺山示範案短中長期工作推動與合作夥伴.....	4-104
表 4.3-8	通霄溪通道改善計畫各單位協力關係建議.....	4-109
表 4.3-9	國道 3 號未改善構造物位置場勘照片.....	4-111
表 4.3-10	國道 3 號改善計畫各單位協力關係建議.....	4-112
表 4.4-1	曾文溪示範案範圍棲地組成.....	4-123
表 4.4-2	曾文溪流域套疊國土功能分區模擬之類型組成.....	4-125
表 4.4-3	曾文溪中游五行政區 2006-2016 土地利用變化.....	4-131
表 4.4-4	台南市善化區、大內區、玉井區、山上區與官田區符合綠色保 育標章之耕作農田.....	4-138
表 4.4-5	曾文溪中游草鴉所偏好之棲地營造各單位協力關係建議.....	4-142
表 4.4-6	曾文溪中下游環境現狀.....	4-144
表 4.5-1	臺灣地區對銀合歡栽植及利用相關研究.....	4-158
表 4.5-2	銀合歡種內變異型比較(呂福原、陳民安, 2002).....	4-161
表 4.5-3	歷年銀合歡入侵研究報告.....	4-166
表 4.5-4	墾丁國家公園各分區面積及銀合歡所佔百分比(金絜之等 2007).....	4-167

表 4.5-5	地景指數與銀合歡入侵比例之相關性測試結果(吳坤真等， 2013) .....	4-168
表 4.5-6	銀合歡防治相關研究.....	4-173
表 4.5-7	不同銀合歡防治方法效益比較 .....	4-176
表 4.5-8	調查區域物種總名錄 (數字為平均隻次，無數字表示為 0) .....	4-183
表 4.5-9	兩區之物種總名錄(數字為平均隻次總和，無數字表示為 0).....	4-183
表 4.5-10	銀合歡整治平台辦理現況 SWOT 分析表.....	4-189
表 4.5-11	墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案短中長期工作推動與 合作夥伴 .....	4-195
表 5.1-1	國土規劃議題協調項目 .....	5-3
表 5.1-2	農業生態議題協調項目 .....	5-3
表 5.1-3	交通建設議題協調項目 .....	5-4
表 5.1-4	流域管理議題協調項目 .....	5-5
表 5.1-5	成果交流會相關新聞報導 .....	5-7
表 5.2-1	臺灣河川流域區及類群特色.....	5-23
表 5.2-2	國土綠網計畫與曾文溪環管計畫相關之績效指標 .....	5-26
表 5.2-3	林務局及所屬機關主要工作項目 .....	5-39
表 6.2-1	保育類動物保育行動綱領.....	6-4
表 6.2-2	各類型環境之物種保育策略通則.....	6-5
表 6.5-1	西南一區生態系健康程度評估指數計算所需指數。其中各樣點 水鳥數量為每次調查努力量平均紀錄隻數，數鳥樣區面積與魚塭 面積均為平方公里.....	6-11

# 第一章 前言

## 1.1 計畫緣起與目標

### 一、計畫緣起

臺灣地狹人稠，從接近海拔 4000 m 之高山遞降為淺山丘陵、平原和海岸；愈往下游，人類聚落和土地利用愈密集。都市化與強大開發壓力，造成許多生態與環境敏感地區過度開發。雖然以往中央脊樑山脈從北到南所設立之各類型自然保護區，已形成保育軸。然而保育軸外的淺山丘陵、平原和海岸地區，因為各類型的土地開發以及慣行農業之衝擊，許多里山物種，例如石虎、草鴉等珍稀生物，日漸侷限在零碎分布的棲地，使族群間產生隔離，更缺乏安全穩定的食物來源，不利繁衍，甚至可能逐漸絕跡。因此，亟需盤點和縫補由中央山脈以降之淺山丘陵、平原及海岸地區之破碎生態系統，以建構臺灣國土上、下游「森—川—里—海」完整連結之生態保育綠色網絡。

同時，為因應氣候變遷，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，有關國土生態保育綠色網絡之建置，必須密切與國土計畫體系整合，方能有效推動相關生態與環境保育工作。

林務局不僅為中央林業主管機關，亦為中央自然保育主管機關，負有維護生物多樣性之責。策略上，將規劃以國有林事業區為核心保育軸帶，向區外透過點、線、面的串聯，推展多面向地景生態保育工作，以建構國土生態綠色網絡。國土生態綠色網絡建置的核心工作，包括：盤點及界定全臺生態保育之關注物種、關注區域與保育熱點，依地區環境特色、社會經濟條件、地區文化與物種特性，推動生態熱點區域縫補與串聯工作。針對生態環境的高風險地區，提出對應的保育策略及方法原則。發展能使在地物種穩定生存、擴散與遷徙的生態網絡，達到臺灣生物多樣性保育與生態系統的健全。

### 二、計畫目標

建置國土生態保育綠色網絡所需之完整資料庫，以「人與自然和諧共生」為目標，透過科學調查和分析，全面盤點國土各地上、中、下游之破碎生態系統及優先保育地區，擬訂各區復育對策、重要工作事項以及權益關係人參與策略。

## 1.2 計畫服務項目

本計畫於執行過程中，透過主辦單位及執行單位之計畫工作會議協商，共議計畫服務項目減項事宜，最後依據「108年10月18日林保字第1081701728號函會議紀錄」及「109年7月7日林保字第1091701191號函會議紀錄」決議，刪減第三項「國土生態綠網之行動策略研訂」中，原應辦理之2場政策或議題研討會及「公眾溝通」項目，同時由於受COVID-19疫情影響，也針對本計畫原訂應辦理之2場次成果交流座談會，取消其中1場次。

經調整更新整體計畫服務項目，條列說明如下。

### 一、國土生態綠網藍圖與行動方針研擬

- (一)國際上生態綠網推動發展經驗探討：彙整國外綠網相關案例及文獻，分析各國推動國家綠網的相關政策與發展狀況，提出我國發展生態綠網的長期目標與策略架構。
- (二)我國相關政策計畫與國土空間發展規劃構想探討：探討目前相關的法規、政策及現行計畫，永續發展行動計畫、國土計畫、海岸管理法、國家公園法及都市計畫法等(包括但不限於)，評估現有法規及計畫與發展國土生態綠網的關聯性，提出需協商點，供跨部會議題之討論準備。
- (三)我國生態綠網建置與保育在地生態系統功能探討：分析當前生態保育議題與生物多樣性課題、氣候變遷議題，尤其在淺山、平原、濕地及海岸的生態棲地功能及棲地破碎化威脅。
- (四)研提國土生態綠網藍圖：確立綠網發展在全國、區域與地區層級的經營策略、重要工作項目、規劃指引、以及權益關係人參與架構。

### 二、國土生態綠網資料庫的建置規劃與操作

- (一)蒐集國內重要生態研究資料，盤點全國生態重要區位，包括生態熱點、珍稀、瀕危和淺山物種之完整生態系統資料庫，以及破碎化與棲地劣化議題。
- (二)繪製棲地分類圖：蒐集、篩選相關圖資，根據棲地類型、人為干擾程度進行圖面判釋與分類。
  - 1.空間圖資整合：以全國尺度(含離島)進行既有圖資蒐整，如保護區(國有林事業區、國家公園生態保護區、自來水水質水量保護區、沿海自然保護區、野生動物重要棲息環境等)、棲地類圖資(臺灣現生天然植群圖、國土利用測繪圖資、臺灣重要野鳥棲地、國家重要溼地等)、生物類圖資(植物標本採集紀錄、林務局相關計畫圖資)、友善農作地區圖資(包括但不限於)...等等。並指出推動所需資料闕漏處。

2. 棲地類型判釋：陸域生態敏感地景指認依據如植被外觀形相、地表基質條件、棲地受人為干擾程度，以及重要物種棲地偏好。水域生態敏感棲地指認依據，如地理區特性、洄游性生物、河相品質，以及是否具受脅物種等，建立保育優先棲地或地景之判釋基準。

### (三) 建立國土生態綠網重要保育及復育區資料庫

1. 生態綠網概念圖：針對生態綠網應保育之地景或棲地樣態，指認核心區(既存的自然或半自然環境，以及稀少、易受人為擾動的脆弱棲地)與緩衝區(中低度人為干擾環境，例如農地、人工林、魚塭等)，評估地景或棲地潛力與生態保育價值。
2. 生態綠網弱點脆弱度分析：指認受既有道路、建物或其他人為利用形式，所造成的棲地劣化、消失或切割議題。
3. 指認待修復、連結的破碎棲地或切割區段，如生態廊道或跳島，並依重要與急迫性評估保育復育建置的優先順位。
4. 提出生態韌性強化評估或調適策略。

### (四) 生態綠網建置操作示範：根據上述概念圖，就臺灣北、中、南、東各區，選擇具代表性和地景完整性的保育復育區各一處，邀請公私部門相關權益關係人，進行生態綠網之規劃調查示範操作。

1. 棲地調查：針對水、陸域環境進行棲地現況評估，分析該區域棲地特性、物種組成與人為干擾程度。
2. 目標物種指認：根據棲地調查結果，指認生態廊道的目標物種及其棲地連結需求，以及可提升棲地連結度的潛在方案。
3. 保育復育工作計畫：針對目標物種的需求與特性提擬工作計畫。做韌性評估，提出調適策略。需跨域平台協商的相關議題。

### (五) 在生態綠網概念圖發展過程中，於第一次期中、第二次期中和期末前，各辦理專家學者座談 1 場，邀請專家學者參與及意見交流，透過座談討論確認生態保育的威脅、發展綠網的價值與機會，並蒐整相關資訊與建言。

## 三、國土生態綠網之行動策略研訂

### (一) 跨部會溝通平台建置及操作方法

1. 擬定跨部會協商需討論之議題。
2. 協助建立跨部會平台，協助聯繫相關部會(農委會相關部門如農田水利處、農糧署、漁業署、水土保持局、農業改良場、農業試驗所、林業

試驗所、特有生物研究保育中心等，以及經濟部水利署、內政部營建署、交通部公路總局、高速公路局、觀光局、原住民族委員會、財政部國有財產署等，及議題相關之權責單位)，由本局召開會議。

3.辦理 1 場成果交流座談會，邀請參與國家綠色網絡計畫的各單位報告執行成果及執行經驗交流，累積階段成果。

## (二)區域生態綠網行動策略研擬

- 1.與既有國土分區規劃架構之連結探討：從區域整合觀點發展出生態保護區、都市生態綠網、鄉村生態綠網等延伸計畫。
- 2.與既有公共工程之疊合探討：針對各類型建設進行生態衝擊檢討，作為政府永續發展與綠能建設之參考。
- 3.與河海流域之疊合探討：從生態綠網的全流域觀點，提出能實際邁向「森川里海」的整合性流域保育策略。
- 4.與濕地保育法、海岸管理法補償區域擇定之整合建議。
- 5.提出與本局及各林區管理處現有相關計畫之協同行動策略。

## 四、國土生態綠網之長期方略(未來 8 年規劃內容研議)

- (一)生態綠網概念圖檢討與策略應用建議。
- (二)物種及棲地的保育行動策略研擬：整合既有的保育類動物保育行動綱領，依各區域物種及棲地特性，綜合提出保育行動策略，期增加棲地面積與數量、提升棲地品質、減少棲地間移動的阻礙，改善生態廊道的連結度。
- (三)相關部會參與綠色網絡建置之行動任務推動：綜整相關部會業務職掌及既有政策計畫，如林務局的社區林業計畫、交通部的公路規範、水保局的生態檢核、農委會的對地綠色環境給付草案等，並盤點各部會推動綠網成果，彙整納入國土生態綠網，研擬林務局、農委會及相關部會未來參與綠色網絡建置之行動任務。
- (四)國土生態綠色網絡系統長期資源調查及監測規劃。
- (五)綠網成效之監測作業方式研訂：檢視國外案例之綠網政策績效評估機制內容，研訂我國綠網績效評估指標。

### 1.3 計畫執行流程

為能順利達成設定之願景，本計畫執行方法如圖 1.3-1。

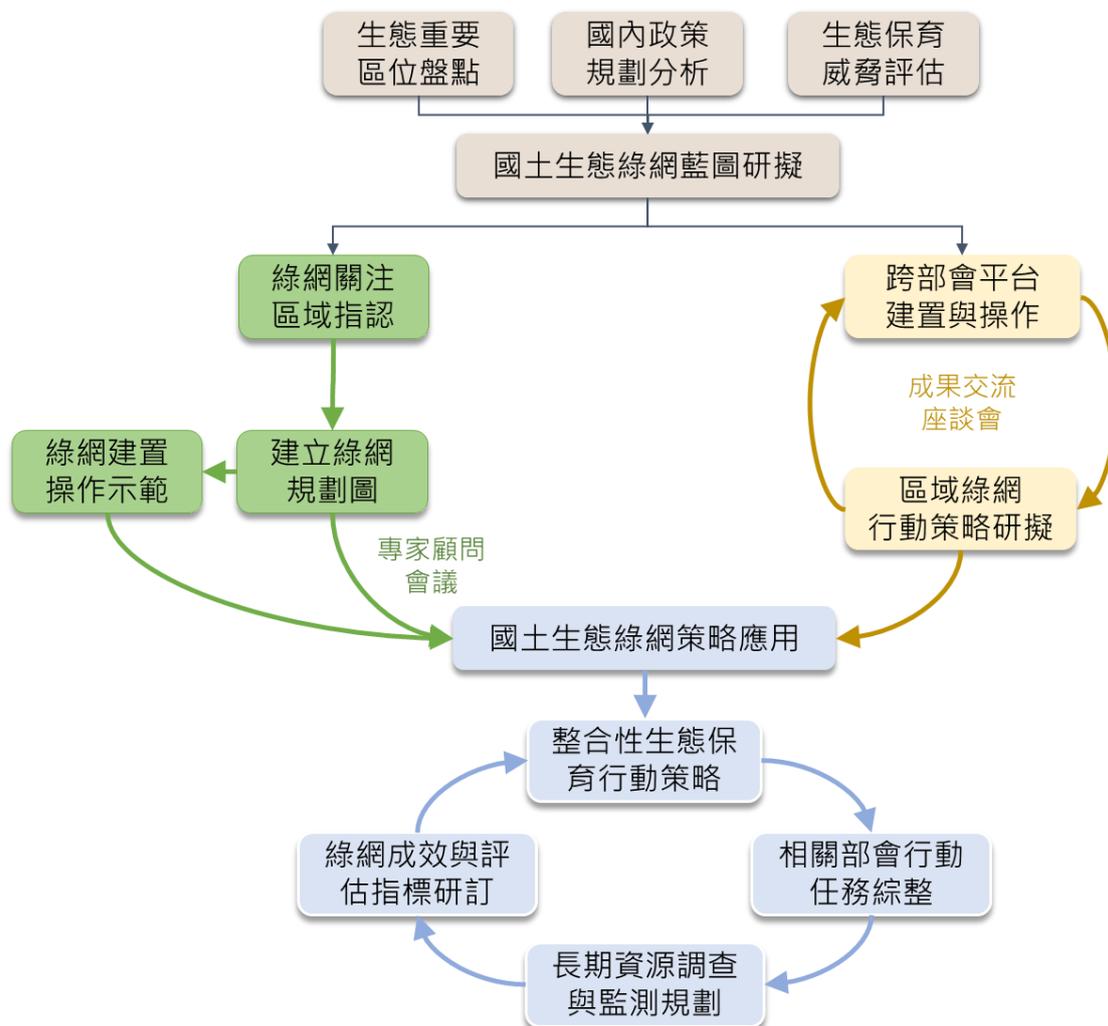


圖 1.3-1 計畫執行流程

## 第二章 國土生態綠網藍圖與行動方針

### 2.1 國際生態綠網推動發展與經驗探討

#### 2.1.1 綠網是什麼：從國際趨勢探討為何需要發展綠網

##### 一、國際生態保育與永續發展的趨勢

地球高峰會(Earth Summit)又稱聯合國環境與發展會議(The United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)。在1992年地球高峰會中產出了里約環境與發展宣言(簡稱里約宣言, Rio Declaration)、森林原則(Forest Principles)以及21世紀議程(Agenda 21),更進一步簽署了生物多樣性公約(Convention on Biological Diversity, CBD)以及氣候變遷綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)等具有法律效力的文件。宣示各國認知到地球的整體性與相互依賴性,並願透過國家間的合作,共同為環境退化的地球努力。

一個國家簽訂條約、成為締約國後,就應該遵守條約規定的內容(維也納條約法公約第26條善意履行義務),從國際公約之簽署中可窺見國際對於各領域發展的主流思潮與共識。2002年,在南非Johannesburg舉行的世界永續發展高峰會(World Summit on Sustainable Development, WSSD)會議宣言中的第44點提出「要有效保護與永續使用生物多樣性,促進與支持熱點地區和其他重要的生物多樣性區域的倡議,並促進國家生態綠網與廊道的發展」。同年,在生物多樣性COP6的會議決議(Decision VI/22)亦指出「為防止和減輕因棲地破碎化和其他土地使用轉換所造成的損失»,要採取「以國家與區域為基礎建立生態廊道」的行動,而在該年的決議(Decision VI/26)中則提出了2010生物多樣性目標(2010 Biodiversity Target),締約國共同承諾要更加有效且一致地實現在全球、區域和國家層級上大幅降低目前生物多樣性喪失的速度、為扶貧與造福地球所有生物做出貢獻的目標。

2009年,斯德哥爾摩韌性研究中心(Stockholm Resilience Center)的主任Johan Rockström組織了28名國際知名科學家,確立了調節地球系統穩定性與韌性的九個指標並定義了一個量化的邊界稱之「地球範疇(Planetary Boundaries)」,並在2015年重新調整為:氣候變遷(Climate change)、生物圈完整性的變化(Change in biosphere integrity)、生物地質化學流動(Biogeochemical flows)、海洋酸化(Ocean acidification)、懸浮微粒污染(Particle pollution of the atmosphere)、新物質的引進(Introduction of novel entities)、平流層臭氧耗竭(Stratospheric ozone depletion)、淡水使用(Freshwater use)與土地系統變化(Land-system change)。

地球範疇中各個指標之間並非各自獨立，彼此會交互影響，當一個指標超出限度，其他指標就會承受更多壓力。地球範疇旨在對地球系統功能的理解上，為人類發展界定安全的操作空間，在邊界內可持續穩定發展，但超出邊界外則可能會增加產生大規模不可逆轉的環境風險。地球範疇不等於閾值或是臨界點，其設定在閾值前為社會提供足夠的時間作出反應，這些界線影響地球系統在不斷變化的條件下，仍維持全新世(Holocene)狀態的能力。

2010 年生物多樣性 COP 10 會議前發布了第三版全球生物多樣性展望，報告開宗明義指出，生物多樣性三大組成部分—基因、物種和生態系統都在持續下降。雖然在締約方共同的努力下，生物多樣性的工作在許多方面已有相當的進展(如熱帶森林與紅樹林消失的減緩)，但整體而言，全球的生物多樣性仍在繼續流失，直接造成生物多樣性的五大主要壓力(棲地改變、超限開發、汙染、外來入侵種與氣候變遷) 仍持續存在。而在該次大會上，提出愛知目標(Aichi Targets) 制定了保護生物多樣性的十年行動計畫，建議透過五大策略目標積極推展與行動並納入各國的體系之中(需於 2015 年提交國家生物多向性策略和行動計畫)，扭轉生物多樣性喪失之頹勢。

面對各國已做出努力卻仍不停退化的地球環境，聯合國第三次世界高峰會(Rio+20) 中強調要加強國際合作的承諾以處理所有的國家解決永續發展的挑戰，每個國家依據自身的情況都應各有不同的方法、願景、模型與工具來實現永續發展。永續發展是指在保護環境的條件下既滿足當代人的需求，又以不損害後代人的需求的發展模式，為多國一致認可的價值。在 2015 年，以千禧年發展目標(Millennium Development Goals, MDGs) 為基礎，聯合國啟動了新的永續發展議程，納入包括巴黎氣候協議(限制氣候變化的全球條約)內容，制定了 17 項永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs) 及 169 項細項目標。對於 SDGs 各目標間的彼此關係，斯德哥爾摩韌性研究中心的 Johan Rockström 和 Pavav Sukhdev 於 2016 年提出一個新的詮釋視角(如圖 2.1-1)，意味經濟和社會被視生物圈的內在部分，所有我們在其中設定的經濟與社會目標，都必須在有一個穩定與韌性的安全地球下為前提才可能發生。從另一個角度解釋，生物圈是在我們發展社會與經濟下的一切基礎。



資料來源：Johan, Pavav, 2016. Resilience Centre, Stockholm University  
 (<https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2017-02-28-contributions-to-agenda-2030.html>)

圖 2.1-1 SDGs 指標架構

## 二、生態綠網的發展緣起

生態綠網(ecological network) 起始於 1970 年代中歐及東歐，為基於科學、政治、區域之考量，整合跨國間的棲地分類方法，產生對抗自然棲地破碎與生物多樣性減低之國際生態網絡。

綠網之發展與理論基礎主要建構於 1960 至 1980 年代，期間許多影響地景生態學的理论相繼提出，如 1967 年由 MacArthur 與 Wilson 提出的島嶼生物地理學理論(theory of island biogeography) 引起科學界關注；1969 年 Richard Levins 等人提出關聯族群理論(metapopulation theory)；1974 年俄國地理學家 Boris Rodoman 提出 polarized landscape 理論(Rodoman's theory of polarized landscapes)，其中生態穩定(eco-stabilization) 概念，指出人為活動區重建生態環境的平衡與棲地間的連結，為處理人為密集活動區內生態保育工作的適宜工具，並引發中歐及東歐國家政府與研究單位投入發展生態網絡，為歐陸國家綠網概念發展時期；1970 年早期，第一個國家生態網絡發展計畫於立陶宛與愛沙尼亞提出，開啟各國綠網劃設工作。

在西歐及北美，生態綠網則是由不同的概念發展而成，早期為了景觀或遊憩目的規劃的綠道(green way) 或綠帶(green belt) 逐漸將生態保育納入重心。另一方面，島嶼生物地理學平衡理論(equilibrium theory of island biogeography) 及關聯族群(metapopulation) 理論預測人為開發造成棲地消失及破碎化，生物的擴散及遷移受限，不利於生物的長期存續(圖 2.1-2)，故需要發展出連結各保護區或棲地的生態綠網或生態廊道系統。

島嶼生物地理學平衡理論指出，島嶼面積愈大，物種的滅絕速率愈低；而島嶼與大陸的距離愈近，物種播遷至島嶼的速率愈快。一個島嶼的物種數，由遷入與滅絕速率決定。因此隔離程度愈低且面積愈大的島嶼，預期會有較高的種類數；反之，隔離程度愈高且面積愈小的島嶼，種類數愈少。關聯族群概念則指出，棲地品質在空間上的分布是不均質的。位於品質較佳棲地的族群，其出生率高於死亡率，個體會往外擴散(*dispersal*)。相對地，位於品質較差棲地的族群，其死亡率高於出生率；但若有個體不斷從較佳棲地擴散過來，則可以使族群不致滅絕，此稱為拯救效應(*rescue effect*)。

圖 2.1-2 展示不同農業環境對野生動物的影響。最上面小圖的自然棲地斑塊(*patches*)面積較大、彼此距離較近，周圍環繞的友善農業環境仍容許野生動物穿越，或在其中覓食、休息、躲藏。依據物種—面積關係(*species-area relationship*)，斑塊面積大，可以維持較高的種類多樣性。而斑塊之間的距離近，且農地可穿越，則使彼此的隔離程度較低。對活動範圍需求較大的大型哺乳動物而言，隔離度低，使其活動範圍不會受到太大限制，比較容易維持最小可存活族群(*minimum viable population*)。對活動範圍小的動物而言，則能維持個體向外擴散能力，使拯救效應容易發生，維繫劣質斑塊族群不至於滅絕，從而維持較高的種類多樣性。至於中間小圖，自然斑塊面積變小且彼此距離加大，周圍環繞的是較不友善的農業環境，野生動物僅能有限度利用。此情境增加動物個體移動或向外播遷的困難，能承載的種類多樣性降低。最下面小圖，自然斑塊的面積更小，彼此距離更遠。周圍農業環境對野生動物完全不友善，各動物族群大多被孤立在單一斑塊內，使種類多樣性最低。

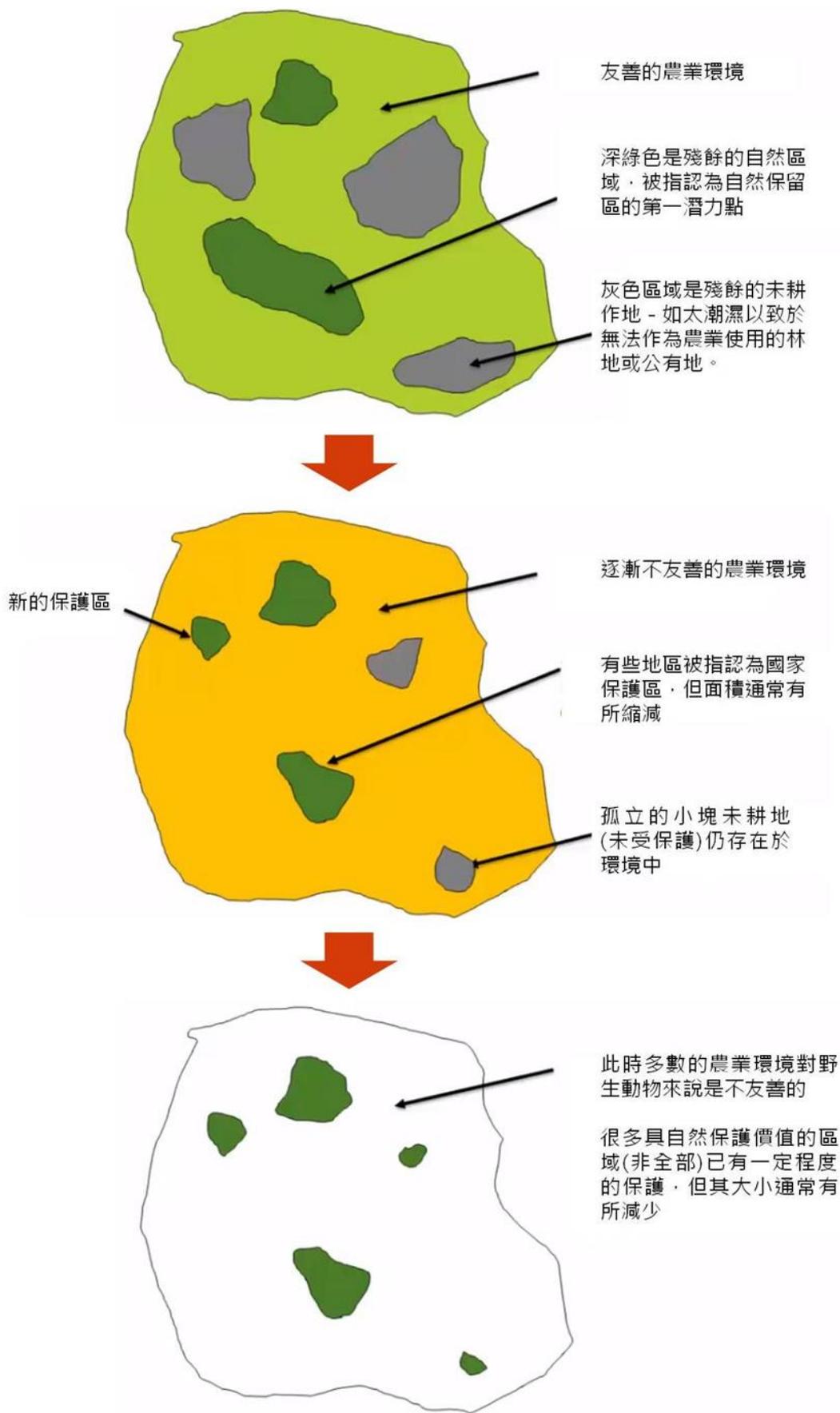


圖 2.1-2 自農業革命以來農業地景生物多樣性流失的示意圖

## 2.1.2 綠網連什麼：以歐洲經驗說明綠網的核心概念

### 一、泛歐生態綠網的發展

歐陸國家逐漸累積的科學研究指出棲地破碎化產生的負面衝擊，這些研究影響了歐洲國家對於土地使用規劃與保育策略，並反映於國際保育公約之擬訂。一直以來生態網絡的概念便隱含在多個國際公約(如拉姆薩與伯恩公約) 以及歐盟指令(棲息地指令，Habitats Directive) 及 Natura 2000 的政策執行上(Jongman et al. 2011)。1979 年歐盟通過的鳥類指令(Birds Directive, 79/409/ECC)，要求成員國採取必要措施以保護各自領土範圍內的野生鳥類，而 1992 年通過的棲息地指令(92/43/ECC) 要求成員國應於各自國家建立特別保護區保護其附件所列的動植物。同時，在鳥類指令與棲息地指令的基礎下，Natura 2000 正式成立，成為保護特殊區域的歐洲生態網絡。

1995 年，歐洲理事會(Council of Europe) 為了有效在歐洲實現 1993 年生物多樣性公約(Convention of Biological Diversity) 的保育目標，而提出泛歐生物與地景多樣性策(Pan European Biological and Landscape Diversity Strategy, PEBLDS)，建立了泛歐洲生物及地景局(Bureau of PEBLDS)，這是政府間以專家會議來檢視泛歐洲生態網絡(Pan-European Ecological Network, PEEN) 的編制，歐洲理事會及歐洲自然保育中心被要求協調 PEBLDS 的行動符合 PEEN 的規範，除了延續 Natura 2000 對歐洲重要棲地與物種的保護，更加入許多生態學界歷年累積的知識見解，成為現今所見具有保護、連結、修復等多元保育手法的泛歐生態網絡。

為建立 Natura 2000 這樣跨多個國家的大型保護區網絡，歐洲共同體採取由下而上的執行策略，令各會員國各自依據棲地指令提出群落重要地點(proposed Sites of Community Importance, pSCIs) 清單，再由清單中選出各生態區之重要地點，並命各會員國於 6 年之內將重要地點劃設為特別保育區(Special Areas of Conservation, SACs)，使全體會員國政府成為落實保育決策與執行歐盟法定義務的主體。群落重要地點(pSCIs)的篩選過程分為重要受脅棲地類型指認，與重要受脅物種指認。重要受脅棲地類型意指以下三類：(1) 於其自然發生範圍內瀕臨消失；(2) 因退化或者其固有特性導致現存面積極小；(3) 為生態區中傑出典型的棲地類型代表。而重要受脅物種即是瀕危、受脅、稀有物種，或應關注的特有種。各會員國辨識境內重要受脅棲地類型及重要受脅物種的主要分布地區，作為待評估的群落重要地點，儘可能蒐集地點的基礎資訊，例如座標位置、面積、棲地覆蓋比率、棲地品質、重要受脅物種數量、受威脅程度等等，填寫標準資料表提交歐盟委員會。歐盟委員會則為每一生態區召開個別的研討會，依據各國所提交之群落重要地點資料表討論，並依照各地點的棲地覆蓋比率排名、獨特性、生物多樣性、生態功能品質、棲地連結度等考量，為各生態區的群落重要地點清單做最後決議。

泛歐生態網絡 (PEEN) 承接 Natura 2000 的成果，然而觀念已有所改變。重要棲地的劃設標準不僅是單純保留足夠面積的受脅棲地，還需確保維持物種可存活族群 (viable population) 的棲地面積。保育的手法也不再侷限於劃設保護區，更要主動連結、修補棲地。因此須收集的資訊也更加全面且完整。理想上，劃設泛歐生態網絡應根據以下資訊：

- 物種、生態系、地景的分布資訊，用以評估特有性、稀有性及受威脅程度。
- 物種對棲地的需求(包含棲地偏好與棲地面積需求)。
- 物種對棲地連結的需求，例如遷徙路徑、播遷行為、歷史分布等等。
- 水與物質的搬運機制，及其對生物個體、繁殖體、營養物質的運輸。
- 各生態系的敏感程度，用以衡量是否須劃設緩衝區。
- 土地利用之現狀及趨勢，以及對生態系的影響。

歐盟各會員國所能收集的資料完整度有所不同，然而至少能夠建置棲地圖作為基本圖資，以及收集關注物種分布、關注物種偏好棲地類型、特定物種需求棲地面積、物種遷移需求等等。實務上，泛歐生態網絡核心區主要包含以下幾種：(1) 瀕危或重要物種分布區域；(2) 特定類群物種熱點區域；(3) 對棲地面積有較高需求的物種，例如哺乳類動物或鳥類的大面積棲地；(4) 已知的國際公認重要棲地或保護區，例如重要野鳥棲地。

泛歐生態網絡之發展歷程可見表 2.1-1。

表 2.1-1 泛歐洲生態網絡(PEEN)發展重要里程碑

年份	里程碑
1967	MacArthur & Wilson 提出島嶼生物地理學 (Island Geography) 理論，引起科學界關注
1969	關聯族群理論(metapopulation theory)被提出與引入
1974	Boris Rodoman 提出 polarized landscape 理論，引發中歐及東歐國家政府與研究單位投入發展生態網絡
1970s	立陶宛與愛沙尼亞率先建立了國家生態網絡
1979	在波昂公約 (保護遷徙野生動物物種公約) (Bonn Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) 上簽署確立遷移物種的保護
1979	為了促進泛歐洲地區棲地及物種的保護，開放聯名簽署伯恩公約 (歐洲荒野保育公約) (Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats)。此舉令歐洲理事會 (Council of Europe) 在常規會議上倡議保護動植物及其棲地，旨在促進國際合作，要求締約國共同參與保育工作，特別是具遷移行為的瀕臨滅絕及易受害物種的棲地。這個公約包含四個附錄，列出受威脅的物種。
1979	歐盟野鳥保護指令 (EU Birds Directive) 開始生效。
1980	伯恩公約開始生效。

年份	里程碑
1990	在歐洲理事會上提出歐洲保育策略 (European Conservation Strategy)。
1991	於捷克舉辦 WTO 第一次部長會議 (由會員代表組成之最高決策機構) 之「歐洲環境」議題中，陳述關於歐洲的環境狀況，並且倡議關於威脅歐洲自然環境的議題。
1992	歐盟棲地指令 (the EU Habitats Directive) 開始生效。該指令第三章指出，在自然 2000 (Natura 2000) 範疇下應該要有一個連貫的歐洲生態網絡計畫。
1992	於巴西簽署生物多樣性公約 (Convention on Biological Diversity)。
1993	於瑞士舉辦的部長會議，第二次討論「歐洲環境」議題。
1993	於荷蘭 Maastricht 的會議宣言 (Maastricht Conference's Declaration) 中提出關於泛歐洲地區的策略「歐洲地區自然環境保護 (Conserving Europe's Natural Heritage)」。
1994	歐洲理事會與歐洲自然保護中心 (ECNC) 及其他國家或國際政府、非政府組織合作提議發展泛歐洲生物及地景上多樣性保護策略。其中一個主題即建置泛歐洲生態網絡。
1994	在伯恩公約及歐洲理事會的庇護下，摩納哥宣言建議開始研究、理解及確立生物多樣性及生態網絡的內容。
1995	在保加利亞舉行第三次的部長會議有關「歐洲環境」議題中，提出並簽署泛歐洲生物及地景多樣性保護策略。當時有 55 個會員國、國際政府組織及 NGO 參與歐洲的自然永續性、生物多樣性及環境保護。在這之後，建立了泛歐洲生物及地景局 (Bureau of PEBLDS)，這是政府間以專家會議來監視泛歐洲生態網絡 (PEEN) 的編制；歐洲理事會及歐洲自然保育中心被要求協調 PEBLDS 的行動符合 PEEN 的規範。
1998	於波蘭舉行中歐和東歐國際會議的綠色骨幹會議 (The Green Backbone of Central And Eastern Europe International Conference) 支持泛歐洲生態網絡將中歐及東歐納入建置範圍。
2000	在拉脫維亞舉辦首次「歐洲的生物多樣性」跨政府會議，討論改良及強化各地區間的合作，透過現有的國際組織及框架 (即泛歐洲生物性及地景局、歐盟生物多樣性策略及其他相關策略)，以履行歐洲在生物多樣性公約的承諾。
2002	在匈牙利舉辦第二次「歐洲的生物多樣性」跨政府會議，強調為了歐洲及全球的經濟、財政、土地利用政策及各行各業永續發展著想，第一要務為保護及維持生物多樣性的永續性。
2002	於南非約翰尼斯堡舉辦的永續發展世界高峰會議，表示願意支持生物多樣性公約的作業，並決定推動世界各地的生態網絡。此舉強化了全球生態網絡的想法。
2003	在烏克蘭舉行的第五次的部長會議有關「歐洲環境」議題中，關於生物多樣性議題，決議建置 PEEN 時需包含特定的目標並設定完成日期，亦發表關於 PEEN 的聲明。
2002	於荷蘭舉行第六次聯合國氣候變遷綱要公約締約方會議，同意第七次永續發展世界高峰會議的中心主題將為設立保護區域，並為了支持生物多樣性公約，決議推動各地區生態網絡的建立。
2002	歐洲理事會於英國威爾斯舉辦海洋與海岸生態廊道討論會。
2004	在西班牙舉辦第三次「歐洲的生物多樣性」跨政府會議，主要側重於第七次生物多樣性公約締約方會議提出的「2010 目標」，即實現該會提出 2010 年前將訂定詳細的保護區工作計畫。

年份	里程碑
2005	PEBLDS 創建十年，政府單位同意 PDBLDS 的成立，有助於生物多樣性及地景保護觀念在政策上之推動，土地利用、商業及金融業的互動也因而增加。但就結果而言，自然環境、生物多樣性及地景仍在劣化。
2006	在克羅埃西亞舉辦第四次「歐洲的生物多樣性」跨政府會議，主要為接下來第八次生物多樣性公約締約方會議 (COP8/CBD) 做準備，包括鄭重承諾將在 COP8/CBD 中提供 PEEN 劃分之保護地區範圍，主要地區為海洋及生態網絡，並重新定義公約在公海保護區中的角色。

資料來源：整理自 European centre for nature conservation, 2007. Pan-European Ecological Network Fact sheet I - History of PEEN.

## 二、歐盟環境治理的上位政策

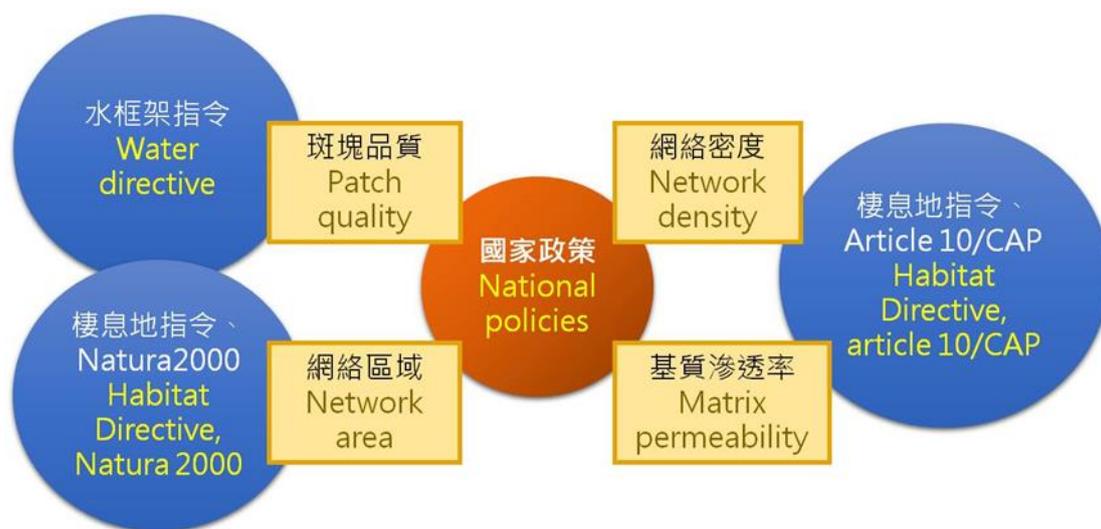
歐盟是構成國際法中一個全新秩序的聯合體，歐盟法是聯盟各種不同法效力性質的法規範之總稱，在歐盟各成員國的法律系統有直接效力，在很多領域高於國內法。歐盟條約中的目標係透過幾種法律行為來實現，包括規則、指令、決定、建議與意見等，其可視為有拘束力的規範，會員國必須採取一切必要的國內法措施，以實施具有法律拘束力的聯盟規範(FEU 條約第 291 條)。規則具有普遍適用性，它在整體上具有拘束力，直接適用於所有會員國；指令就其實現的結果而言，對於其所針對的每一會員國均具有拘束力，但由會員國自己選擇實施指令的形式和方法；決定在它整體上具有法律拘束力，其適用對象僅對其針對的對象；建議和意見不具有拘束力(FEU 條約第 288 條)。

《鳥類指令》及《棲息地指令》是歐洲自然保護政策的基礎。1979 年通過的《鳥類指令》，旨在保護歐盟地區所有的野生鳥類及其最重要的棲息地，13 年後，於 1992 年通過《棲息地指令》，擴大保護範圍，涵蓋另外 1,200 種稀有、瀕危或特有的野生動植物，以及約 230 類罕見的棲息地 (例如特殊型態的森林、草原、濕地等)。兩項指令目的皆是為建立保護區網絡 Natura 2000，並建立嚴格的制度，保護兩項指令所涵蓋的物種。

在《鳥類指令》與《棲息地指令》通過後，陸續通過了《水框架指令》、《洪水指令》以及《海洋策略框架指令》。相對於《鳥類指令》與《棲息地指令》以表列棲息地及物種的核心保護復育地區並建立保護制度之方式，《水框架指令》、《洪水指令》以及《海洋策略框架指令》採取的是策略型的統整架構方針。2000 年通過的《水框架指令》，期望能對水資源政策採取更全面統整的方針，精簡現有的淡水立法，並採取河川流域管理方針(涵蓋地表水的生態和化學保護，以及地下水的化學和定量狀態)。在《水框架指令》通過八年後，於 2008 年制訂了《海洋策略框架指令》，總體目標在於保護歐洲的海洋環境，期能永續利用海洋經濟和社會活動相關的產品及服務。《海洋策略框架指令》是歐盟首次立法通過以生態系為基礎的方針，全面保護海洋的生物多樣性，具體目標在於確保「生物多樣性維持至 2020 年」。

《水架構指令》、《洪水指令》及《海洋策略架構指令》都提及保護區(如《棲息地指令》和《鳥類指令》下的「Natura 2000」保護區)。<《水架構指令》規定必須依據保護區相關法令，遵守適用的標準和目標，對於受保護的棲息地和物種與水相關的規定，訂有明確的監測要求。《海洋策略架構指令》規定必須採行空間保護措施，充分涵蓋生態系多樣性，包括依據《棲息地指令》、《鳥類指令》及跨國或區域協議，設立保護區。《洪水指令》中多處參照《水架構指令》，儘可能整合這兩項指令，以建立水資源管理的統整方針。至於相關措施的實施時間表，各項指令的期限規定並無明顯關聯，但對於五項指令成員國有義務依不同時程定期向委員會提出報告，且就《洪水指令》、《水架構指令》、《海洋策略架構指令》所制訂的相關策略，必須每六年定期審查更新。

整體而言，所有指令都是著眼於自然及環境的保護(圖 2.1-3)，指令之間多有重疊之處。五項指令要求會員國必須實施行動、措施或方案，基於淡水、海水及生物多樣性彼此之間密切相關，因此需要統整各項措施(制訂、認可及實施)與相關的公眾諮詢(時機、期間、內容、目標)，如此可以提升效益、節省成本，也更可能有效保護環境，減少整體公共支出。



資料來源：Opdam, Steingrover, Van Rooij, 2006

圖 2.1-3 歐盟上位指令提供歐洲各國發展自然保育政策各面向的支持

### 三、泛歐生態綠網的推動架構

承首段提及泛歐國家透過生態綠網的建置以推動保育的過程中，認知到物種的保育從過去談針對特定物種劃定保護區，進行開發管制以及物種復育工作之外，也須將物種所需棲地功能的維繫、連結、強化的思考納入綠網建置方法，因此泛歐生態網絡的藍圖規劃強調納入重要地景類型與棲地功能的判識與指認，並從目標物種的存續所需棲地空間為基礎，進行系統性規劃。

在泛歐生態網絡的發展中，將整個歐洲分為三個分區—中歐及東歐 (Central and Eastern Europe, CEE)、東南歐 (South-eastern Europe, SEE)、西歐 (Western Europe, WE)—進行分區綠網規劃，其中中歐及東歐的分區綠網規劃於 2002 年完成，而東南歐、西歐兩個分區則是於 2006 年完成。由於此三個分區具有不同的地理特性，以及分區內所涉及的國家各具有不同的基礎資料，因而在綠網規劃的操作細節以及最後完成圖的呈現上也有所差異。然而，在其中仍可從三個分區規劃中歸納出一些彼此共通的概念步驟，以及在資料嫁接上所參照的原則或指標 (如表 2.1-2 所示)，藉以提供本計畫進行國土生態綠網藍圖規劃以及資料蒐整時的概念指引。

表 2.1-2 泛歐生態網絡規劃步驟

綠網規劃 步驟	目的及價值	歐洲經驗
1. 建立棲地 /biotope 圖	<p>為了協助後續進行重要棲地分析、評估與指認，需要透過圖層套疊、現地調查、棲地分類標準化，建置一份涵蓋全區、涵蓋各類型棲地的完整棲地圖，對應物種棲地及生態系功能，作為空間評估及規劃基礎。</p> <p>棲地圖的精確程度決定後續進行核心區指認與生態廊道規劃等戰略情事的正確性與精確性。</p>	<p><b>Step1: 地景分區</b> 方法一：既有 Land cover 圖套疊指認 方法二：繪製全國或區域地景分區圖 (如 UK: WENP ecosystem services mapping, Phase1 habitat survey; 德國: biotope map)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>Step2: 棲地分類標準化/校正</b> 建立棲地/biotope 分類系統，使地景分區圖轉換為可後續應用之棲地/biotope 圖</p>
2. 選定目標 物種	<p>從維繫國土生物多樣性的角度與原則，篩選法規保護物種或遷移性、需要大面積棲地的物種，藉以指引物種所需重要棲地的指認及棲地連結性的探討。</p>	<p><b>目標物種選定之參照資料：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bird Directive, Habitat directive 所列受威脅物種</li> <li>➤ 紅皮書</li> <li>➤ 國家應保護物種</li> </ul>
3. 指認核心 區	<p>為了要維繫所選定目標物種能長期存續，因此在核心區指認的階段除了匯入各類保護區範圍，也針對目標物種所需棲地屬性(如面積大小、棲地功能與品質)，指認須維持目標物種長期存續、區域生物多樣性的核心棲地。</p> <p>重要棲地指認目標為「確保自然棲地與物種的修復與維持能建立在有利於保育的狀態」(favourable conservation status) 目標： • 棲地自然範圍穩定及增加中</p>	<p><b>既有保護區系統</b> 嫁接 Natura2000 所列： Special Protection Areas (SPA)、 Special Areas of Conservation (SAC)、 Sites of Community Importance (SCI)</p> <p><b>Criteria1.指認重要棲地類型</b> 重要棲地標準：(1) 於其自然發生範圍內瀕臨消失；(2) 因退化或者其固有特性導致現存面積少；(3) 為生態區中突出或典型的棲地類型代表</p> <p><b>Criteria2.指認關注群集所需棲地</b> 依目標物種指認：目標物種的分布、棲地偏好、最小面積需求</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 棲地永存所需之重要功能在可見未來內仍能持續存在</li> <li>• 棲地對於典型物種的保育狀態是有利的</li> </ul>	<p>關注群集標準：瀕危(endangered)、脆弱(vulnerable)、稀少(rare)、可能受開發影響而所需特別關注</p>
		<p><b>指認具一定物種族群量及多樣性棲地</b> 參照資料：IBA, PBA, Ramsar site</p>
		<p><b>指認重要生態價值區</b> 參照資料：BAP priority habitat inventory of UK; ZNIEEF of France</p>
<p>4.指認生態廊道</p>	<p>概念圖的戰略應用上除了核心區指認，使各權屬機關能針對核心區域進行棲地修復的思考，亦考慮物種遷移/移動需求，透過指認連結核心區的自然、半自然區，提出生態廊道規劃建議。</p>	<p><b>鳥類遷移路徑停留點</b> 參照資料：Birds Directive</p>
		<p><b>河川廊道</b> 透過水框架指令進行流域的健康度評估，從生物性指標及化學性指標分析河川品質，藉以指認連結核心區的生態廊道。 參照資料：Water Framework Directive、河川與洪泛平原復育計畫</p>
		<p><b>專家指認</b> 指出可連結核心區的自然、半自然棲地，如林地、山系、河川等</p>

資料來源：整理自 The pan European ecological network: PEEN, 2011. Article in Landscape Ecology 26(3).

### 2.1.3 綠網怎麼連：以歐洲經驗說明如何推動國家綠網

#### 一、國家綠網的推動案例

人類對於環境的各種利用活動，包括屋舍道路、集約式的農業等，都使得珍貴的自然棲地不斷消失。不只整體面積下降，且個別棲地在破碎、孤立、縮小等情況中更容易產生「邊緣效應 (edge effects)」，意即受外界壓力的干擾。殘餘的棲地碎塊可能太小不足以支撐許多物種，可能因為孤立降低個體在地區上的交流，造成族群基因庫多樣性下降，而影響物種的長期存續。另一個重點在於，無論是自然地景或傳統地景，各類棲地具有空間上的關聯性以及生態功能上的相依性，許多物種都依賴鑲嵌性的棲地環境供應所需。從大尺度觀之，除了棲地的聯結度大幅降低，生態系統中重要的多樣性鑲嵌地景也不斷消失，破碎而孤立的棲地零散的擠在「不友善」的土地利用環境中。

棲地網絡的目的，除了希望維持現有自然與半自然棲地，更要保存、修復、發展有功能性的地景生態關聯性。在地物種的棲地需求，是所有工作的核心。建構棲地網絡系統的目的，是確保族群基因交換，動物的遷徙、自然擴散與拓殖。歐洲各國在劃設原則上大致相同，首先必須瞭解生態網絡須從不同尺度的層級去處理，再因各國自然環境條件之不同，識別核心區、連結單元以及周邊地景基質。

#### (一)德國—以 Biotop 為核心推動生態功能棲地的串聯

##### 1.政策推動

德國在 1970 年代將過去從 1960 年代環境問題引發的所有技術問題討論做了非常大的整合突破，在觀念上強調出空間規劃需伴隨地景分析的要求。1976 年，德國聯邦自然保護法 (Bundesnaturschutzgesetz) 進行修法，將地景規劃及所有關於地景功能的分析方法列為法定計畫，跟空間計畫做整合，並且建立一套「侵擾—平衡規定」(Eingriffsregelung)。從此，任何程度的土地利用改變，皆需進行侵擾評估，而評估必須以地景的效能與功能性為基礎，作具體的空間化探討。聯邦自然保護法直接針對生態系服務的範疇做了明確定義，包括：自然收穫的功能、水資源供給與涵養、氣候的再生功能、生物與地理的多樣性功能以及景觀體驗的功能。

「侵擾—平衡規定」是一項非常重大的突破，除了強制所有的空間規劃都需以自然生態的侵擾的迴避或最小化外為前提，也必須針對無法迴避的侵擾進行生態補償。根據「侵擾—平衡規定」的架構，生態補償必須達到生態環境零淨損失，因此開發行為對生態環境的侵擾，必須建立評價機制，明確定義侵擾對生態環境造成的負面影響值，進而得以依照評價結果實施生態補償措施。

「地景規劃」在德國是具有法律意義的專有名詞，並採用 Biotop 系統去建構每塊土地的定義、歸類與功能評價，瞭解土地究竟具有甚麼樣的生態功能和意義、在生態系中扮演甚麼樣的環境功能和角色，因此可以將 Biotop 視為一套如同環境履歷的地圖化系統。Biotop 系統是為了實現「侵擾—平衡規定」的工具，而非獨立存在的機制，本身不代表某個應保護的標的，而是協助判斷標的可能在哪裡。這是地景規劃的重要基礎，因為每一塊土地都有它的 Biotop，沒有一塊叫做沒有生態功能可以被犧牲的地方。同時，也因為每一塊土地都具備清晰的空間資訊，而可以跟空間計畫接軌。

德國棲地網絡計畫自 2002 年納入德國聯邦政府的自然保育法，在最後一次修正(2009 年)納入第 20 與第 21 條。這些條文規定整個棲地網絡系統至少應達到一成的全國土地面積，因此可連帶提升歐盟「自然 2000 網絡計畫」(Natura 2000) 系統的完整性。但因只有部分保護區能滿足棲地網絡區域的需求，故有必要適當的保存或擴展額外的區域。而從保育的角度而言，發展生態網絡需考量大尺度空間，棲地網絡概念也能與「歐盟水架構指令」相輔相成，促進水環境的提升，以及與水相連結的陸域生態系統。

整體而言，在文化地景的保存上，除了聯邦自然保育署的「替代區保護概念」，也注入創新方法，包括重新審視農林法規、重新制定補助與獎勵政策等。

## 2.技術發展

為能客觀且以一致的尺度評價全國國土，德國發展出了一套 Biotop 系統作為生態網絡計畫發展的基礎。以目前的保護區系統，按照「適用性」且經常集中保護那些相對小而孤立的棲地，只能保育 30-40% 本土物種的存續。為使大多數動植物得以持續生存，必須創造保護區之外的適生環境，包括主要為農業或森林的區域，這包括創造使物種得以擴散與遷徙的環境條件；如圖 2.1-4 即為一例。

棲地網絡首重地景特徵與發展潛力。概念設計必須適用於不同空間尺度，大尺度概念發展需考量進入到小尺度層面的可能效應，並且隨著逐步推進到越小層級的過程、落實項目要越具體：

- 國家層級：大尺度廊道，考量需要極廣棲地空間或遷徙性物種
- 區域層級：區域廊道，提供地景或自然地理單元間的連結
- 地方層級：棲地鑲嵌性，特定棲地的連結

欲規劃空間上明確的棲地網絡系統，德國發展一套全國可以適用的選擇判斷基準。評估一個區塊是否適合納入棲地網絡系統的主要基準包括：空間位置、大小、棲地代表性與組成。也應該考量該區塊當前的狀態、發展潛力與生態功能。棲地網絡系統包含以下不同類型：

- 核心區 (core areas)：保全在地物種的穩定而永久的棲地環境。這包括目前殘存的自然或半自然地區，外圍由緩衝發展區 (buffer and development areas) 保護，防止地景上高強度利用區對核心區造成直接的負面衝擊。緩衝發展區可以有其自身的保育價值，或具有發展成半自然棲地的潛力。
- 連結單元 (connectivity elements)：確保或促進動植物族群在核心區的基因交換，以及遷徙、散播與拓殖作用，這可以是系列踏步石 (stepping stone) 或廊道。
- 周邊地景基質 (surrounding landscape matrix)：透過降低周邊環境的不友善程度來提升棲地連結，這可以針對土地利用規範最低品質，這種方式經常可以達到大尺度的外延性。

全國性的生態網絡奠基於聯邦自然保育署數個研發計畫，德國而後進一步制定了全國生態網絡的發展計畫。發展此工作的基礎在於群落生境圖以及目標物種的已知分布，以便探討跨區網絡連結策略，判定濕地與森林等不同類型棲地，需要多樣生態功能空間組合的網絡連結。

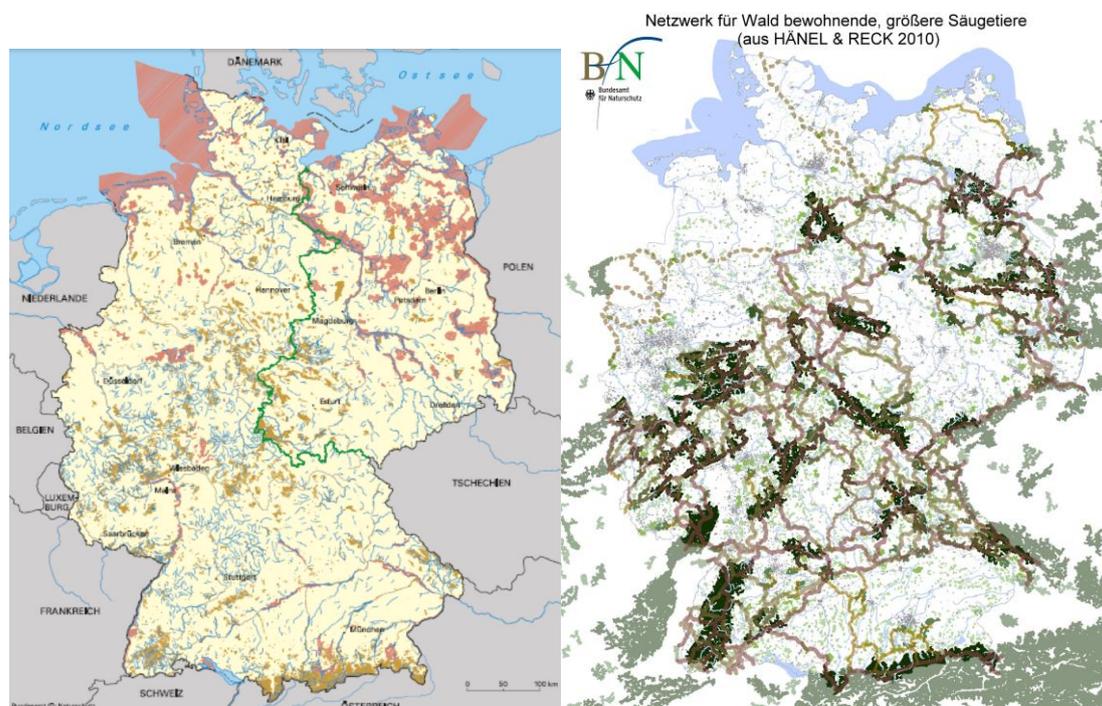


圖 2.1-4 德國棲地網絡計畫的核心區與大型哺乳動物通行的重要森林連結單元

## (二)荷蘭—發展多元政策工具為地景修復串聯關鍵

### 1.環境與社會背景

由於絕佳的地理位置，幾百年來荷蘭在國際運輸上扮演著重要角色。因這樣的歷史，西部河口發展出高度工業化的大城。荷蘭的國土面積與臺灣相當，其中農業用地約佔 60%，是歐洲農業使用最密集的國家，也是重要的農產出口國。荷蘭全境屬於萊茵河三角洲，大半國土低於海平面，低緩的田野上代表性的風車水道地景，都體現著荷蘭千百年來與水爭地的歷史。自十二世紀起，荷蘭人抽水整地、填海造陸、維繫供水，展現出捍衛土地、與水共存的決心與智慧。如此艱鉅的任務，仰賴全民與國家各級單位的同心協力，整合、協調、對話的夥伴關係，成為荷蘭全民內建的運作文化。

荷蘭地景受人為改造與轉化的程度極深，大多數的國土都低緩濕潤，幾乎沒有殘存的原始棲地、半自然森林的面積與數量都不高，自由蜿蜒的河流也非常罕見，曾經為主要地景的天然沼澤皆已消失，目前殘存的為數眾多的小濕地，單獨存在通常不足以提供重要物種的族群需求，而需要發展濕地網絡維繫其生態功能。

### 2.政策推動

荷蘭政府由中央、省與地方三個層級所組成。1993 年，為了將農村地區的行政責任從國家過渡到省級政府並促進合作，提出了權力下放倡議，權力下放的目的是為了將自然保護的責任重新分配，擴大民眾參與的程度與可及性，使相關政策能在區域落實。2006 年，進一步通過了需由省級政府與地方政府的農業自然與食物部 (ANF) 合作管理的農村地區投資基金 (ILG)，作為提高國家、省、市之間的合作機制，奠定了中央協調、區域自主的模式。

自然保育相關工作，在國家層級上與三個部會相關，最主要的是農業自然及食品品質部 (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 簡稱 LNV)，該部門與住宅空間規劃及環境部 (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, 簡稱 VROM) 有許多業務上的密切合作，而第三重要的是交通及水管理部 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 簡稱 V&W)。LNV 負責農業、自然管理和食品供應，在農村地區其主要任務是自然和地景保育、戶外遊憩、收穫和管理自然地區、農業和森林，也向歐盟負責並指到荷蘭生物多樣性的發展。VROM 負責與環境有關的國際事務，其任務是確保可永續利用的生活環境並在國際的環境與生物多樣性上領先。新的研究表明地方政府 (省) 的角色越顯重要，空間計畫法更新後其可在鄉村地區發

展自然保育並建立生態網絡。V&W 負責水質與融合自然保育的交通規劃，並發展了多年度的破碎化整理計畫，提高了荷蘭綠網和 Natura 2000 的鑲嵌與連貫性。

1990 年，荷蘭議會通過「自然政策計畫」(Natuurbeleidsplan)，昭告政府對自然保育的長程政策，希望達到自然與地景的永續保育、修復與發展，並且提出建構國家生態綠網的規劃 (National Ecological Network, NEN)，期能藉由生態廊道的連結，發展出連貫的自然區域網絡。國家生態綠網的概念跳脫傳統棲地保育策略，採用新而靈活的概念與操作工具，並以全國與跨國空間尺度制訂明確的行動方針，並以「物種政策」作為物種保育以及部會間規範協調的重要依據。

NEN 發展初表在針對各項人為需求加諸於自然與生物多樣性的壓力，包括都市化、公共建設發展與集約農業，提出整體性的解決機制。在此脈絡下，自然所提供的生態系服務，如新鮮空氣、靜謐、自然經驗的需求與維持，與生物多樣性保育等量齊觀，政府編列長期經費投注在自然保育與地景育樂的兼容發展，並規劃在 2018 年落實 NEN，串聯既存的海岸濕地、湖泊、河口，營造棲地修復聯結、建立穩建的生態廊道、擴大自然保護區的生態功能，並與農民協力提升農地生態系的價值。

NEN 推動所需的政策工具，包含實現核心區保存與擴大連結自然區域兩方面。主要以自然保育法 (Nature Conservation Law) 為法源依據，該法目的是通過為期八年的自然保育計畫 (Nature Conservation Plan)，逐步調整自然保護的主要面向與財源，並在該計畫中規劃與歐盟政策、國家環境政策以及水政策有關的自然與地景政策。

(1)在實現核心區保存方面，採用以下幾個方式：

- 依自然保護法收購自然區域
- 設立國家公園
- 依歐盟上位指令和國際公約收購自然區域

(2)在擴大和連結自然區方面，採用以下幾個方式：

- 根據農業與自然保護的政策文件 (Policy Document on Agriculture and Nature Conservation) 收購土地，營造自然保護區，並與農民達成管理協議
- 透過區域性的策略綠計畫 (Strategic Green Project) 執行，在特定區域實現特定項目以達到自然和生物多樣性質量的目標
- 藉由規劃、取得以及農業環境措施建立生態廊道

荷蘭的國家生物多樣性計畫，特別強調提出棲地劣化與破碎化為生物多樣性最主要的威脅，並將生態綠網的建構列為達成長期保育目標的關鍵優先行動。2005 年起，NEN 進一步展開出長期棲地破碎化改善計畫，改善交通造成的野生動物移動的瓶頸點，以科學化評估指認改善位置，提供野生動物在棲地區域間移動的需求，提昇關注物種族群長期存續，截至 2018 年，以 13 年的時間改善 178 處交通瓶頸點，建置近兩千座跨越式或穿越式動物通道，成為各國交通切割阻隔改善的典範。

### 3. 技術發展

荷蘭綠網自 1990 年提出，至 2018 年完成，過程中採用中央與地方分級合作、滾動檢討的機制 (圖 2.1-5)，由中央政府負責全國目標、空間策略規劃，以及整體成效評估，地方政府則負責實際行動的執行、平衡區域空間規劃，以及維管與追蹤，因此可以持續累積經驗、滾動檢討，整個發展過程可以分以下三個階段：

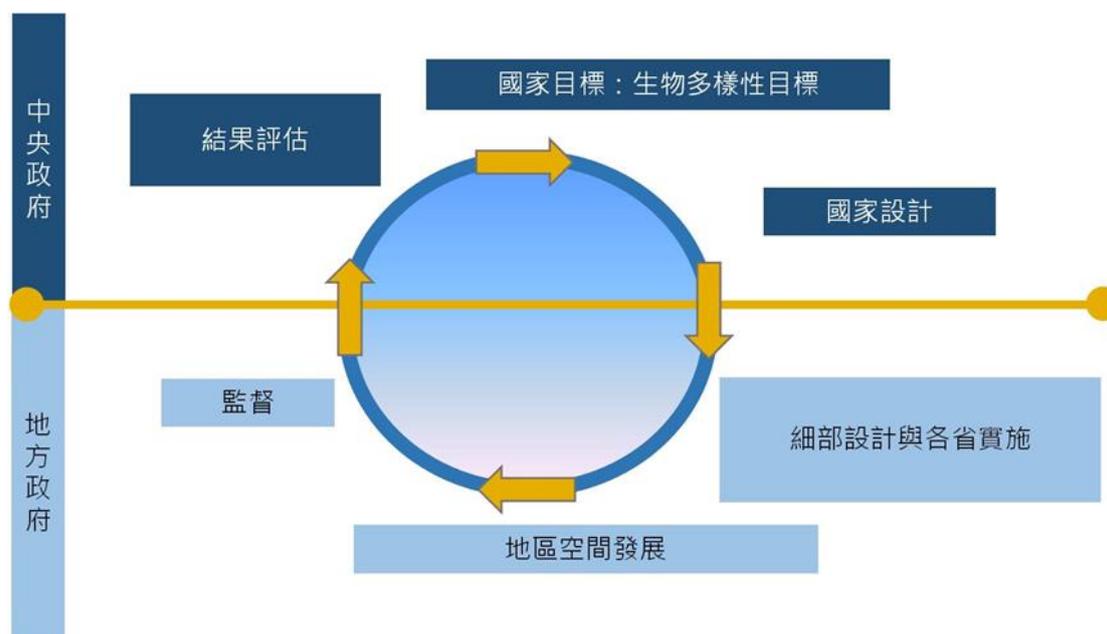


圖 2.1-5 荷蘭綠網的運作機制

#### (1) 1990-2000：以空間為標的

綠網主要透過土地管理的調整而實現，因此重點在於地貌空間結構的經營管理，空間規劃者與決策者無法理解關乎物種的知識，而物種資訊本身具有動態、不確定性的特徵，無法直接應用在空間規劃，因此有必要將生物多樣性的概念轉譯成可以溝通的對地資訊，包括區位、距離、地景樣貌、地下水位等。雖然以棲地取代物種，但各項行動的追蹤與評估，仍需以物種作為生物多樣性保育成效的判準。

因此，如何判斷目標物種的棲地需求、那些相鄰棲地能可以視為功能網絡、如何設計生態廊道或新棲地的營造、如何優化預測結果，都成為實現 NEN 的重要課題。荷蘭發展出實用的空間評估工具 LARCH，可以有效預判物種分布、棲地可及性，以及交通瓶頸點改善的急迫程度。

### (2) 2000 起：以生物多樣性為標的

每個物種的生態需求各不相同，有必要發展成清晰的目標，以利空間規劃的設計考量。荷蘭發展出以「同功群」(ecological guilds) 歸納物種的生態需求，將偏好相似棲地類型、族群存續面積相當、移動遷徙能力類似的物種視為同群。生物多樣性提昇的總體目標設定越高，代表生態綠網建置的經費挹注要越高，以便對土地空間作越多調整與經營，提昇棲地的修復聯結。荷蘭在 1999 年的階段檢討，強調綠網建置要兼顧雄心與務實性，因此在 2001 年提出修改版的概念圖(如圖 2.1-6)。新版的 NEN 共提出十個焦點物種，各自代表不同的同功群，並且增加「穩健廊道」(robust corridors) 的概念，啟動第二階段的 NEN 規劃建置行動。中央上修 NEN 的總體目標，與各省交涉協調出彼此可接受的目標與策略、提供各省政府更多經費資源，並發展相關操作指引，出版 Handbook for Robust Corridors 提供區域規劃設計參考。

### (3) 2012 年起：強化氣候變遷調適

自 2006 年起，氣候變遷逐漸從概念性的討論走向實務行動發展，變遷的環境系統包括增溫、氣候特徵改變，以及極端氣象事件的提升，這使得原本以棲地特徵、棲地區位、網絡關係、地景基質做為棲地連結與生物多樣性功能的評估基準不再適用，反而是天氣波動異常以及(因為原有棲地不再適用之下) 新棲地的可及性，NEN 如何因應氣候變遷與調適，可能成為影響生態韌性的新挑戰。荷蘭在檢討中再次修正方向，提出發展氣候緩衝區的構想，一方面強調以藍綠帶做為地景多功能調節區，一方面提出規劃尺度再拉大，從歐陸整體角度思考 NEN 的有效建置。

在地方行動上，推廣藍綠網絡 (green-blue network)，提倡地景認同與生態功能的兼顧，以溪畔、林帶、運河、路肩綠帶為主要元素，以農緣、道路隙地、溝渠為強化元素，盡可能順著土地紋理做自然化的營造，可以達到最經濟有效的成果。

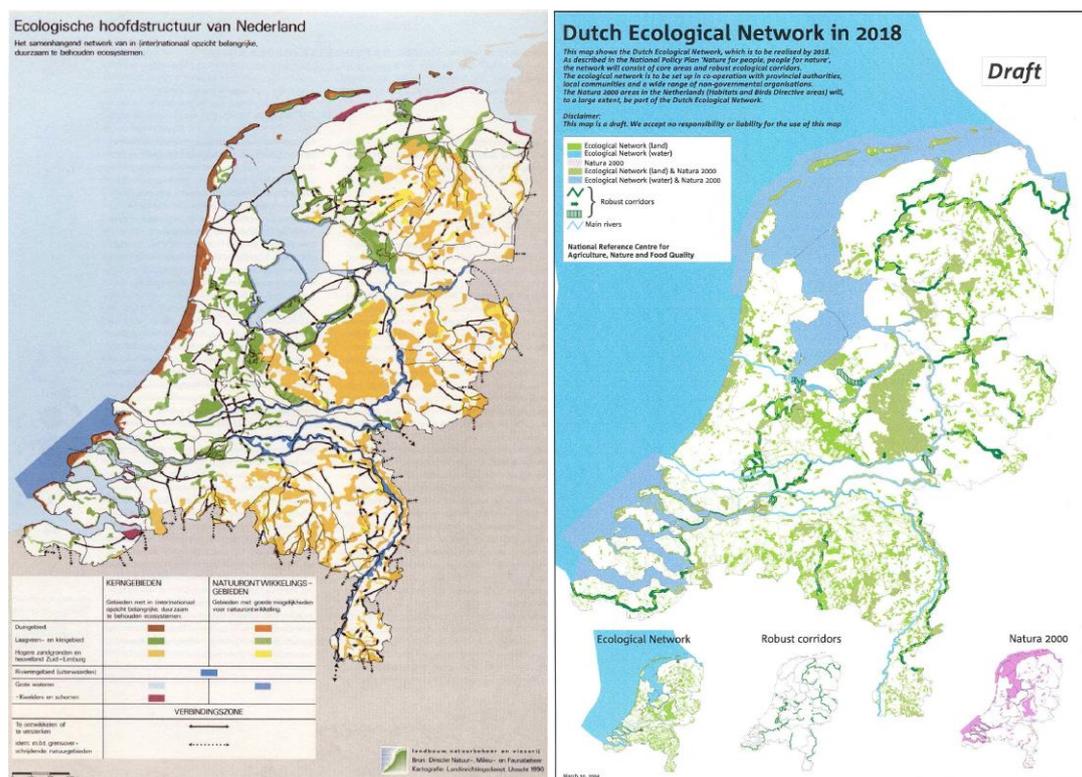


圖 2.1-6 荷蘭國家綠網：1990 年初版(左圖)與 2004 年更新版(右圖)

### 2.1.4 日本的綠網計畫

日本綠網計畫包含在其「生物多樣性國家戰略 2012-2020」中。日本環境省依據生物多樣性公約及國內的《生物多樣性基本法》，制定「生物多樣性國家戰略 2012-2020」(<https://www.env.go.jp/press/files/jp/20763.pdf>)，以作為達成愛知目標，以及實現與自然共生的社會之行動計畫。此國家戰略同時也是日本國內各地區在擬定以生物多樣性保護及永續利用為目的的「生物多樣性地域戰略」時之指引。從全球到國家、區域和流域等生態系統的不同空間層次上，中央和地方在適當角色分配下，使生物多樣性國家戰略和生物多樣性區域戰略得以協調一致。國家戰略特別強調跨部會的密切合作。強調生物多樣性的社會滲透(主流化)，以及農林漁業生產與保護生物多樣性的貢獻。同時也回顧與重建各地區人與自然之間的關係。

生物多樣性國家戰略設定在 2020 及 2050 年分別達成短期及長期目標。短期目標在採取有效的緊急行動，以防止生物多樣性喪失。長期目標則在藉由生物多樣性的回復、維持及可持續利用措施，使生物多樣性比現況更加豐富，實現與自然共生的社會。而在具體規劃上，則以展望未來 100 年的長遠角度出發，設定 5 個面向的基本戰略，包括：

1. 將生物多樣性觀念滲透到社會各層面。也就是讓生物多樣性成為社會主流，讓日常生活及整個社會都能隨時思考及意識生物多樣性的重要，並展開行動。

2. **審視和重建一個地區的人與自然之間的關係。** 檢視以消費為中心的城市，以及負責糧食供應的里地里山里海之間的關係，將這些地區視為互補共生的「自然共生圈」，保持和發展各自特色和區域之間的互惠關係，並加強自然共生領域的合作和交流，建立一個低碳的循環型社會。
3. **確保森、里、川、海之間的連接。** 從全流域的生態系統管理角度，積極保護森林、村莊、河流、海洋，確保棲地之間的連結，建立生態系統網絡。
4. **以全球視野採取行動。** 日本進口許多物資，影響全球生物多樣性。因此必須從全球角度思考及促進日本國內自然資源的適當分配和可持續利用，並為全球生物多樣性保護和可持續利用的國際合作付諸行動。
5. **強化基礎科學研究，並連結至政策。** 持續標準化的自然環境基礎調查並分享數據，以分析和客觀評估生物多樣性的現況和趨勢，並加強科學與政策之間的聯繫。

為達成與自然共生的社會，此戰略將國土設計分為 7 個基本單元，分別是奧山 (即深山) 自然地區、里地里山鄉村地區、都市地區、河川與濕地、海岸、海洋、以及島嶼。其中，奧山以自然保育為優先，里地里山鄉村地區則鼓勵可持續的農業及林業，並且重視生物多樣性，戮力實現人與自然的和諧共存，積極有效利用當地自然資源，包括生態旅遊和生物資源利用，以振興農村與山村。河川與濕地的目標則是由流域角度，保護和恢復各種生物的棲地和生長環境，確保充足水量、恢復河川原本的變動性、以及與上下游的暢通。

國土設計雖分為 7 個基本單元，但在具體規劃上，則是以流域為中心，同時也考慮每個區域之間的聯繫。利用流域內的人、物和資源，保護和恢復健康的水循環、物質迴圈和生態系統，實現水、能源和糧食的可持續供應，並建立一個強大的社會，以應對災害，從而確保國土的多樣性和對環境變化的韌性。整個與自然共生的社會之概念，如圖 2.1-7。

## 地域循環共生圏

- 各地域がその特性を生かした強みを発揮
- 地域資源を活かし、**自立・分散型の社会**を形成
- 地域の特性に応じて補完し、**支え合う**



取自：日本環境省「第五次環境基本計画の概要」。  
[https://www.env.go.jp/policy/kihon\\_keikaku/plan/plan\\_5/attach/ref01-2.pdf](https://www.env.go.jp/policy/kihon_keikaku/plan/plan_5/attach/ref01-2.pdf)

圖 2.1-7 日本「與自然共生的社會」之概念圖

在生態綠網方面，國家戰略以足夠規模的保護區為中心，並根據每種生物的生態特徵，將棲地與棲地之間相連，促進生態系統網絡的形成。奧山自然區域，包括其中的國家公園、自然公園等保護區，是生態綠網的核心。而國有林則是生態系統網絡的基礎之一；在國有林中規劃「森林生態系保護地域」以建立綠色廊道，將野生動植物的棲地連接起來，促進族群交流，確保物種保護和遺傳多樣性。除了森林和綠地等網絡外，日本的綠網還著眼於河流、湖泊、濕地、地下水、泉水和稻田等水系統和沿海地區的水迴圈，採取適當措施以有效地保護整個流域的生態系統，建立網絡。在城市地區，則從防災減災角度，藉由生態走廊連接綠地和水邊空間，促進城市中水和綠色網絡的形成。

## 2.2 我國相關政策計畫與國土空間發展規劃構想

### 2.2.1 自然環境保護上位法規與政策

#### 一、環境基本法

為提升環境品質，增進國民健康與福祉，維護環境資源，追求永續發展。以國家整體環境保護為主體的《環境基本法》歷經 13 年才終於在 2002 年完成立法。《環境基本法》第 3 條明文規定，「基於國家長期利益，經濟、科技及社會發展均應兼顧環境保護。但經濟、科技及社會發展對環境有嚴重不良影響或有危害之虞者，應環境保護優先。」揭示環境保護應優先於經濟發展之觀念，而第 2 條亦指出永續發展係指做到滿足當代需求，同時不損及後代滿足其需要之發展。所謂的永續發展，考量的不應僅僅是人民的生活權利，而是整體生態系的永續生存。

《環境基本法》與《水污染防治法》、《空氣污染防治法》等以管制為主的立法不同，管制性立法係針對不同管制項目訂定目標，並以管制手段維護環境品質。而《環境基本法》屬於政策導引的政策性立法，目的為能引導環境政策的方向並強化法院在環境議題中的角色，建立環境政策的方向與原則。《環境基本法》之立法被視為環境保育的一大里程碑，甚至被賦予「準憲法」之期許，但向來諸多法學者之觀點，認為《環境基本法》無論如何仍為憲法第 170 條意義下之法律，且中央法規標準法並無明文規定基本法優先適用於一般法律，故其在法位階上，難認有優先性。在「環境基本法在司法裁判之角色」(高銘志，2013)一文中指出，法院仍普遍傾向採限縮或否定《環境基本法》效力之立場。但《環境基本法》作為環境法規的中心地位，對於法院解釋仍產生一定的引導作用。在美麗灣環評撤銷案中，最高行政法院 101 年判字第 55 號判決中，即以《環境基本法》作為其判決之依據。而該案被上訴人更援引環境基本法作為主張：「環境及生態保護，影響國民健康及福祉甚鉅，且環境及生態之破壞具有不可回復性，應追求永續發展，此為普世之基本價值，環境及生態保護之重要性復為憲法增修條文第 10 條第 2 項及《環境基本法》第 3 條所明定。故當環境與經濟發展有所衝突，兩者應有所取捨時，依《環境基本法》第 3 條規定應以環境保護為優先。」

環境及生態保護之重要性復為憲法增修條文第 10 條第 2 項及《環境基本法》第 3 條所明定。林務局作為我國生態保育之主管機關，在政策之執行與制定上，更應依循這樣的精神。國土生態保育綠色網絡建置計畫 (107-110 年) 為林務局以生態保育為出發點的重大計畫，期以國有林事業區為軸帶，推動友善環境，以點、線、面的串聯，架構整體國土生態保育綠色網絡架構，使臺灣綠色生態系統更為健全。然在國有林事業區外的推行上，需借重其他主管機關之配合，才能落實綠色網絡的建置。《環境基本法》無特定主管機關，是以各

級政府為要求對象，《環境基本法》第 15 條要求「各級政府對於轄區內之自然、社會及人文環境狀況，應予蒐集、調查及評估，建立環境資訊系統，並供查詢。」而第 18 條則要求「各級政府應積極保育野生生物，確保生物多樣性；保護森林、潟湖、濕地環境，維護多樣化自然環境，並加強水資源保育、水土保持及植被綠化工作。」在國家生態綠網的推動上必然面對的跨機關縱橫向溝通，《環境基本法》之精神可為依循，偕同各級政府協助合作。雖然國家生態綠網計畫與《環境基本法》之間的連結是模糊的，但確保生物多樣性的目標上(第 18 條)上，應是與之契合的。

## 二、上位環境政策

從上節國際經驗回顧中顯示永續發展、生物多樣性以及氣候變遷已成為國際發展的三大主軸。2002 年《環境基本法》的通過，要求臺灣需建立永續發展指標(第 7 條)，並由行政院應設置國家永續發展委員會，負責國家永續發展相關業務之決策(第 29 條)。可見臺灣雖非聯合國會員，但在永續發展政策上並不落人後，而在生物多樣性與氣候變遷之領域上，臺灣亦針對重要公約與目標做國家自我檢視與回應，本計畫將臺灣在三大領域中自然保育相關的發展重點整理如下。

### (一) 永續發展

2004 年，行政院經濟建設委員會發表「臺灣二十一世紀議程—國家永續發展願景與策略綱領」，將臺灣永續發展從環境、社會與經濟面剖析並設定願景，提出臺灣永續發展的原則方向與策略綱領。其中在永續環境面向中，有關自然保育、生物多樣性與保護海岸濕地的策略上提出：

- 保護森林植被淨化空氣的功能，加強平地造林。
- 積極執行「生物多樣性推動方案」，加強督導「野生動物重要棲息環境」、「野生動物保護區」之經營管理；加強入侵種防治。
- 評估現有保護區的實際功能，建立保護區系統，並排定保護之優先順序。
- 將自然保育與永續利用，納入國家經建與國土規劃。
- 復育已遭破壞或劣化之既有自然環境資源。
- 保護海岸地區河口、沙丘、紅樹林、珊瑚礁及人文史蹟等資源。並設置海岸、海洋保護區。

2016 年，行政院國家永續發展委員會進一步發布「永續發展政策綱領」，以原先的三個面向為基礎，新增了執行機制的面向，同時更新提出在各面向的目標與策略，並在生物多樣性中提出：

- 檢討、改善現有保護區系統與經營策略，確認我國陸域、濕地及

海域的生物多樣性熱點並將其納入保護。

- 瞭解氣候變遷對生物多樣性影響之現況，導入生態監測與預警機制，並研擬減緩氣候變遷對生物多樣性衝擊之因應策略。
- 調查評定陸域、濕地與海洋受人為因素影響之劣化環境，並發展各類生態系之合理復育方法，進行復育。
- 依據生物多樣性現況及監測變化趨勢，釐清生物多樣性面臨之威脅，即時研擬因應政策，並具體實行。

2019 年 7 月，行政院國家永續發展委員會發布「臺灣永續發展目標」，作為聯合國 2015 年通過的 SDGs 之回應。臺灣永續發展目標的擬定，乃為行政院國家永續發展委員會於 2016 年 11 月第 29 次委員會議之決議。最終各部會綜合國際趨勢、國內需求、專家建議與公民意見，確認提出 18 項核心目標、143 項具體目標與對應指標。其中將臺灣永續發展目標分做 6 大領域，其中永續食農生態保育為於本計畫較接近的面向，包含 SDGs 的主目標 2、6、14、15，並將之轉換成適用於臺灣的目標。

其中，在具體目標 2.4—「確保永續發展的糧食生產系統，強化適應氣候變遷的能力，逐步提高土地質量，維護生態系統，提升農業生產質量」的子目標 2.4.1—設定實踐永續農業作法佔農業面積的比率，要從 2016 年盤點的 11% 提升到 2020 年的 20.7% 以及 2030 年的 23.7%。並在子目標 2.4.2 要持續維護農地總量為 74-81 萬公頃。

而在海洋方面，具體目標 14.2—「以永續方式管理並保護海洋與海岸生態」提出要以生態系管理概念進行資源管理，並逐步增加應用的海域數。在具體目標 14.5—「保護至少 10% 的海岸與海洋區」中提出要在 2020 年符合聯合國永續發展目標保護至少 10% 的海岸，並在 2030 年保護至少 15% 的海岸。

最後在陸域方面，具體目標 15.1—「保護、維護及促進陸域及內陸水域生態系統的永續利用」提出維持森林覆蓋率在 60% 零損失的狀態，並參考國土計畫法劃設的國土保育地區納入保護區系統之比率，從 2018 年的 45.82% 提升到 46.14% (2020 年) 以及 46.30% (2030 年)。在具體目標 15.4—「落實山脈生態系統的保護」中，山區納入保護區系統的比例要從 2016 年的 26.5% 提升至 26.7%，並維持森林覆蓋率為 91% 的水準。在具體目標 15.5—「野生動植物受威脅程度未劣化或呈現改善趨勢」中，要維持或提升 2017 年陸域脊椎動物紅皮書指數的 0.8759 基礎值以及維管束植物紅皮書指數的 0.8417。最後，在具體目標 15.9—「將生態系統與生物多樣性價值納入國家與地方規劃及發展流程」中，要於 2020 年架構生物多樣性價值評估方式，且所有地方政府皆需將生物多樣性納入施政項目，並於 2030 年依評估方法所產製之資料，納入綠色國民所得帳報告。

## (二)生物多樣性

根據 1995 年生物多樣性公約組織第二次締約國大會的結論，各締約國應繳交第一份國家報告，說明國家生物多樣性的背景、現況及保育、永續使用生物多樣性的策略和行動方案，臺灣於 2000 年由行政院農委會提出臺灣生物多樣性國家報告(草案)，擬定推動生物多樣性工作之整體目標、實施策略及具體行動方案等項目。該報告點出臺灣推動生物多樣性面臨幾大課題：

- 生物多樣性國家機制亟需整合：生物多樣性推動工作需透過政策引導，將之具體實踐在政府相關的施政中，並成立常設性的組織。
- 生物多樣性之管理架構鬆散：雖有劃設各級保育或保護區，但因劃設之前沒有詳細調查該區擁有的資源，劃設後亦無積極從事自然生態系的就地保育。
- 生物多樣性之研究與資訊未有效整合：生物資源的調查，於先前仍屬於個別以及短期的個案研究，雖然有不少學術機構或民間社團投入生物資源的調查，但是往往受限於資源與資訊的不足，以及整合性的缺乏，而使得基礎調查無法完整。
- 生物多樣性教育及民眾參與的不足：先前國人對於生物多樣性的內涵相當陌生，甚至連相關職掌的政府部門亦對其缺乏瞭解。
- 生物多樣性工作之連結仍薄弱：生物多樣性工作屬綜合性事務，內容廣泛且涉及的層級眾多，彼此間的聯繫協調極為不易。各單位任務的不同，有時甚至彼此干擾而造成障礙，形成開發與保育工作間的衝突。

基於上述課題，該報告研訂臺灣生物多樣性工作的國家整體目標，並提出策略與行動方案之各項計畫，與各部會配合執行的各項計畫表。若檢視當時設定的行動方案與各項計畫，可見在許多重要方案上已有具體成果，如 1.1-1 節有關將生物多樣性納入生態環境相關法規，提出要訂定與修正諸多法規，檢視目前現行的濕地法、海岸法、國家公園法等，皆已有將生態多樣性的價值納入其中；其他如 1.2-3 節「設立生物多樣性資訊交換所 (clearing house mechanism)，健全情報蒐集、詮釋與交換」、1.2-4 節「設立國家層級生物多樣性中心」、2.1-4 節「規劃設立中央山脈生物多樣性保育軸」以及 2.6-1 節「外來種入侵影響評估」等方案上，皆可看出臺灣所推動的階段性成果，並已納入現今相關政策延續推動與精進。

2001 年，行政院第 2747 次院會通過生物多樣性推動方案，以保育永續利用公平互惠為原則，設定五大主要策略，包括：1. 健全推動生物多樣性工作之國家機制；2. 強化生物多樣性之管理；3. 加強生物多樣性研究與永續利用；4. 加強生物多樣性工作之教育、訓練與落實全民參與；5. 促進國內、外生物多樣性工作之夥伴關係，並提出生物多樣性推動方案部會分工表。根

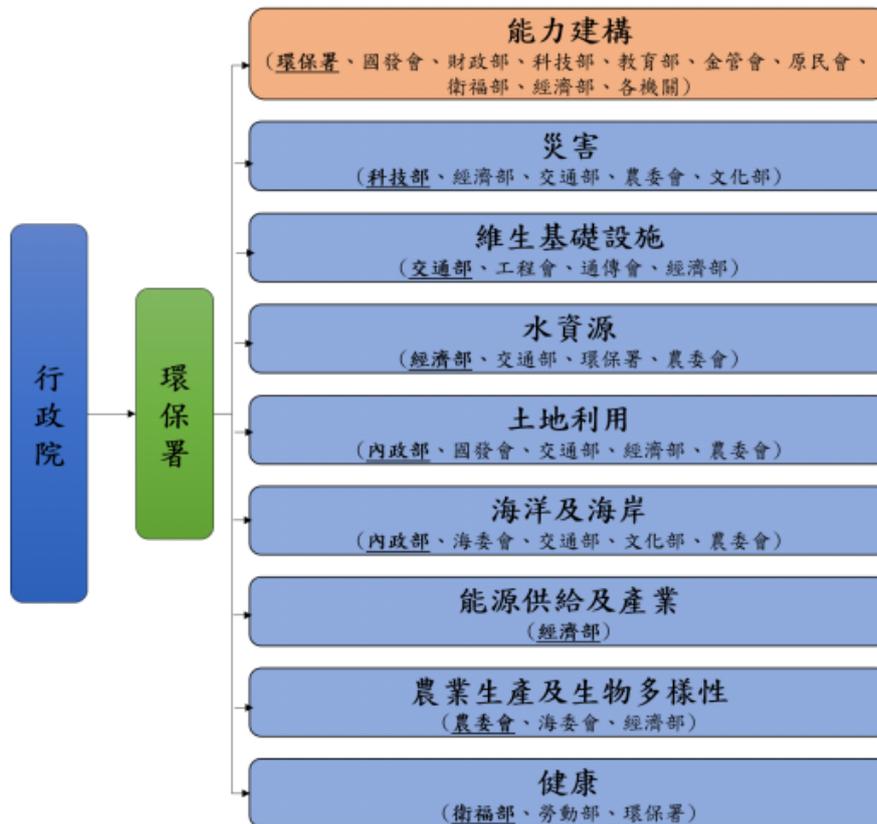
據林務局出版之愛知目標全球行動一書指出，在生物多樣性後續推動方面，分別於 2007 年依據「2010 生物多樣性目標」、2015 年依據「愛知生物多樣性目標」更新「生物多樣性推動方案」，協調 22 個部會與地方政府推動生物多樣性相關工作。

### (三)氣候變遷調適

人類社會經濟的快速發展帶動能源與自然資源的大量消耗，打亂自然環境可自行平衡的碳循環系統，導致全球暖化與氣候問題，是人類永續發展最大威脅之一。氣候變遷的治理有其獨特性，氣候是全球與跨代的公共財，超越國家與地理界線。當代人有不破壞未來長期氣候穩定、提供後代子孫可以永續發展的責任。聯合國政府間氣候變遷委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 歷年提出的報告明確表示，自從工業文明發展以來，人類活動已經顯著影響全球自然環境系統，造成全球水文循環改變、極端氣候現象更頻繁、全球均溫上升、海平面上升以及生態系統轉變等威脅。對抗氣候變遷的手段可分為「減緩(mitigation)」與「調適(adaptation)」。減緩係指透過減少溫室氣體的排放或將已排放的溫室氣體透過吸收貯存的方式，來降低大氣中溫室氣體的含量，以降低溫室氣體排放對大氣的影響；而調適係指調整適應，透過降低人類與自然系統處於氣候變遷與效應下的脆弱度(vulnerability)，使得人類與自然系統在極端天氣事件與暖化效應下的負面衝擊最小。

多數氣候模式推估於 21 世紀末，臺灣地區的氣溫上升幅度相對於 20 世紀末將介於 2.0-3.0°C 之間。隨著氣候變遷的影響日益明顯，如何因應氣候變遷之衝擊，確保國家安全與永續發展是當前必須積極應對的挑戰。行政院自 2009 年積極強化「國家永續發展委員會」的功能，下設節能減碳及氣候變遷組，作為氣候變遷減緩與調適政策推動之平台。行政院於 2012 年核定「國家氣候變遷調適政策綱領」將氣候變遷的挑戰分為 8 大領域，其中在氣候變遷對生物多樣性的衝擊方面，除會造成森林生態系分布向上推移，並使河川與溼地生態系受到更強與更平凡的擾動外，保護區將面臨更多經營管理的挑戰，如其內文中提到：「尤其當保護區週邊的棲地因開發或改變，使得保護區逐漸成為生態孤島，而原本需要被保護的物種、植群、或特殊生態系的分布發生改變，導致其分布範圍跨越現有保護區的疆界之外，但又無法有效播遷到更適合的另一處保護區內，使得保護區徒具虛名，喪失保護的功能。」因此，該政策綱領在生物多樣性調適策略方面，提出 1. 強化保護區藍帶與綠帶網絡的連結與管理；2. 減緩人為擾動造成生物多樣性流失的速度；3. 強化基因多樣性的保存與合理利用；4. 強化生物多樣性監測、資料收集、分析與應用，評估生物多樣性脆弱度與風險。

在 2014 年經行政院核定執行為期四年的「氣候變遷調適行動計畫」後，環保署參酌相關執行成果，更進一步於 2018 年會同國家發展委員會等相關部會，以國家因應氣候變遷行動綱領為依據，共同研擬「國家氣候變遷調適行動方案（107-111 年）」，並建立國家調適工作架構如圖 2.2-1，並於 2019 年 9 月 9 日奉行政院核定執行。其中在農業生產及生物多樣性的部分，即委由農委會為主管彙整機關。



資料來源：行政院環境保護署，2019。國家氣候變遷調適行動方案(107-111 年)(核定本)

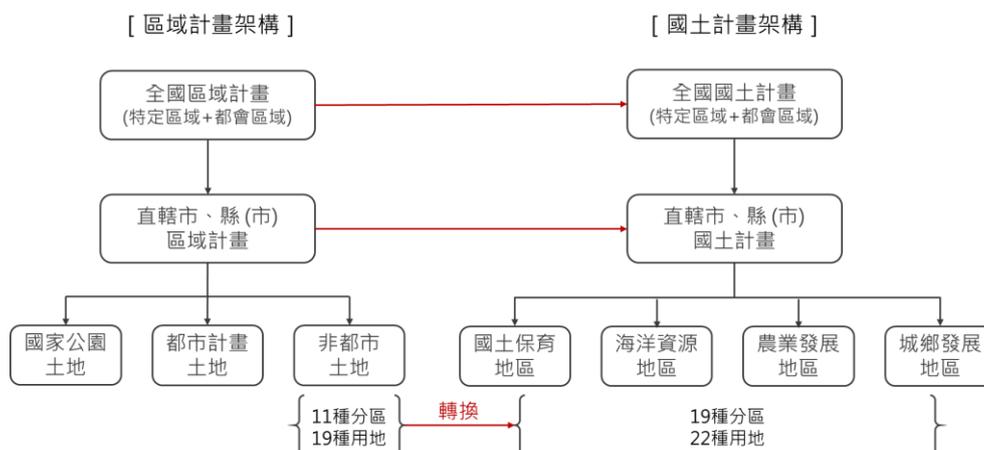
圖 2.2-1 國家氣候變遷調適分工

## 2.2.2 我國現行空間規劃法規與體系

### 一、國土計畫法

在《國土計畫法》通過之前，為因應國土計畫實質功能實施的迫切性及考量未來計畫體制之銜接，內政部自 2010 年起推動整併北、中、南、東部區域計畫為「全國區域計畫」，並同時推動直轄市、縣(市)區域計畫之規劃，以利參考轉換為未來國土計畫。《區域計畫法》針對非都市土地劃設方式採現況編定，限制土地的單一使用，但並無法處理同一塊土地中各種使用的相容問題，為較僵化的土地控管方式。起初是希望藉由《區域計畫法》控管土地之開發利用，然而《區域計畫法》雖對土地分區使用有所限制，但仍可採申請分區變更之方式，避開土地利用的限制，打破了原先僵化的土地控管方式，這導致區域計畫的管制功能被架空而無力化。就後續推動結果而言，原定空間計畫架構上的「直轄市、縣(市)區域計畫」角色，惟獨新北市區域計畫及臺中市區域計畫經核定執行，而其餘直轄市、縣(市)政府皆表達無繼續推動意願。

2016 年 1 月由總統發布實施《國土計畫法》，第 1 條即描述其價值之設定：「為因應氣候變遷，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。」《國土計畫法》主要目的，乃希望逐漸取代現行之《區域計畫法》，形塑一套有秩序、有清楚脈絡的價值系統，為國土建立更明確及更永續之規劃與發展方向，藉由重新建立起我國土地管制的秩序(圖 2.2-2)，解決長年未決的問題，但並非用來處理特定議題的手段。該計畫針對可發展與不可發展的土地訂定劃分原則，將原本的都市土地、國家公園土地及非都市土地，重新檢視及規劃為國土保育、海洋資源、農業發展、城鄉發展 4 種地區，使我國土地的利用更為明確，達成「適地適用」，逐步落實國土永續發展。分區概念兼顧國土保育、城鄉發展與農業生產的均衡發展，讓該保育的地方保育、該發展的地方發展，藉由分區分類落實土地管理，且不允許隨意變更分區分類。



資料來源：本計畫繪製

圖 2.2-2 新-舊國土計畫體系對照圖

《國土計畫法》第二章為國土計畫的種類與內容之規範，其中第 8 條定義了國土計畫共分為兩類，分別為全國國土計畫以及直轄市、縣(市)國土計畫。此外，第 8 條中亦訂定了國土計畫間的階層關係，中央主管機關具有都會區域以及特定區域計畫之擬定權，直轄市、縣(市)政府則具有提案權。而直轄市、縣(市)國土計畫以及國家公園計畫、都市計畫及各目的事業主管機關擬定之部門計畫，應遵循全國國土計畫。另從第 9 條、第 10 條中之內容可見，全國國土計畫僅做概念性上的規範，做全臺灣一體適用之策略、條件等框架設定，是否能成功促進土地合理使用之關鍵在於直轄市、縣(市)國土計畫。

直轄市、縣(市)國土計畫已於去年(2019)陸續提送內政部審議，全國國土計畫之精神應為直轄市、縣(市)國土計畫之遵循準則，於全國國土計畫第四章中以「安全—環境保護，永續國土資源」、「有序—經濟發展，引導城鄉發展」、「和諧—社會公義，落實公平正義」為全國國土空間發展之總目標。而建構國家生態網絡，加強海岸、濕地及海域管理為「安全—環境保護—永續國土資源」項下子目標之一，國家生態網絡之建置想法，應納入直轄市、縣(市)國土計畫之規劃之中，透過河海流域、各類景觀生態資源地區、農業生態系維護等方式，串聯高山、平原、海岸乃至海洋之國家生態網絡。

國土計畫應為全國國土之利用做空間上的策略性思考，全國國土計畫第五章在國土永續發展目標下，提出國土空間發展策略及成長管理策略。其中第二項自然生態保育策略中提出四大策略：

- 以中央山脈保育軸為起點，沿河川及河川兩側生態廊道、農田水圳、濕地、森林廊帶向平原拓展，串聯國家公園、自然保留區、原始林、自然林、保安林、野生動物重要棲息環境和保護區，以及公園綠地等各種開放空間，並與濱海陸地及近岸海域連結，建立完整生態網絡。
- 具重要生態且環境敏感程度較高之地區，應劃設必要之禁止或限制使用範圍，以保護野生動、植物自然棲地，並應規劃適當範圍之緩衝區，以加強國土保育與保安，兼顧人造環境及自然環境的平衡。
- 河川區域同時兼具災害敏感與生態敏感特性，且串聯山區、平原、海岸、濕地等生態系統，濕地、河川、海岸、離島及其他易因人為不當使用而遭受破壞之地區，應加強環境資源調查，並依據資源特性，進行管理。
- 推動濕地保育，劃設自然濕地保護區，辦理劣化及重要濕地之復育，闢建人工濕地，加強保育濕地之動植物資源及維繫水資源系統，以落實零淨損失之政策目標。配合濕地復育、防洪滯洪、水質淨化、水資源保育利用以及景觀遊憩，推動濕地系統之整體規劃，進行地景生態環境改造。

而第四項之自然資源保育策略則提出：

- 森林、水產動植物繁殖保育區、人工魚礁區及保護礁區、水庫集水區、蓄水範圍、自來水水質水量保護區、飲用水水源水質保護區等，易因人為不當使用而遭受破壞之地區，應加強環境資源調查，並依據資源特性，進行分類管理。
- 積極推動綠色造林，落實國有林地分區經營規劃，以利整體林地利用，並促進森林涵養水源及維護生態系統健全之功能。此外，應結合環境影響評估與相關機制，透過碳吸存、碳保存及碳替代等途徑，強化森林碳匯功能；發展自然教育中心及森林教育與遊憩功能，推廣國民正確自然保育觀念。
- 聚落應配合其周邊自然資源特性，研訂適當土地使用管制，並建置環境監測系統，以兼顧既有聚落發展權益與自然資源永續發展。

國土計畫在功能分區劃設後即決定了後續該分區下土地的使用方式，且無法隨意變更分區與分類。因此，最重要的是功能分區的劃設而非編定，國土功能分區之劃設，並非僅為現有圖資之轉換，而是基於保育及管理之需要，策略性的思考國土土地資源的空間配置。《國土計畫法》第 20 條及第 21 條規範了國土功能分區之分類以及土地使用原則，在全國國土計畫第八章更進一步說明劃設條件，其中開宗明義國土功能分區之劃設目的為基於保育利用及管理之需要，根據土地資源特性，劃分為國土保育地區、海洋資源地區、農業發展地區及城鄉發展地區。依循全國國土計畫之目標與策略精神，於劃設將自然生態與資源的保育策略納入考量，且在劃設上之優先順序應以國土保育地區、海洋資源地區、農業發展地區及城鄉發展地區為順序。

在生態綠網的建置上應配合國土計畫納入其規劃思考之中，而國土生態保育之願景便有機會透過國土計畫之實施而逐漸實現，其中與國土生態網絡建置相關需注意的重點有三：

- 直轄市、縣 (市) 國土計畫是否有遵循全國國土計畫之自然生態與自然資源保育的精神。
- 直轄市、縣 (市) 國土計畫係以行政區域為劃設範圍，在劃設時是否有考慮與相鄰行政區間的區域對接問題。
- 直轄市、縣 (市) 國土計畫面對特殊自然、經濟、文化以及其他性質上作為分野之跨域議題時，是否提送以特定區域處理。

## 二、都市計畫法

都市計畫法是為改善居民生活環境，並促進市、鎮、鄉街有計畫之均衡發展，而制定都市計畫法 (第 1 條)。都市計畫係指在一定地區內有關都市生活之經濟、交通、衛生、保安、國防、文教、康樂等重要設施，作有計畫之發展，

並對土地使用作合理之規劃 (都市計畫法第 3 條)。都市隨著社會的高度發展，成為經濟發展的核心場域，同時產生多樣化的需求，都市計畫涉及都市中上述重要設施的區域配置與分類管制，有序地引導城鄉的空間發展。

都市計畫共分為市鎮計畫、鄉街計畫以及特定區計畫。其中市鎮計畫應先擬定計畫書，並視實際情形作當地自然、社會及經濟狀況之調查分析 (都市計畫法第 15 條)。都市中公園、體育場所、綠地、廣場及兒童遊樂場，應依計畫人口密度及自然環境，作有系統之布置，除具有特殊情形外，其占用土地總面積不得少於全部計畫面積百分之十 (都市計畫法第 45 條)。

### 2.2.3 我國現有各類保護區法規基礎

過去的生態保育觀念以劃設保護區主要手段，然隨著社會經濟發展，要在現有的土地資源上再多框設有管制性的保護區已經非常困難。臺灣保護區的現況分布與國外較為分散的情形不太相同，由國家公園、自然保護區、自然保留區、野生動物保護區以及野生動物重要棲息環境等以中央山脈為軸線的法定保護(留)區，配合其外圍的保安林與國有林事業區，已經建立出有南北連貫性的臺灣中央山脈保育軸 (圖 2.2-3)。

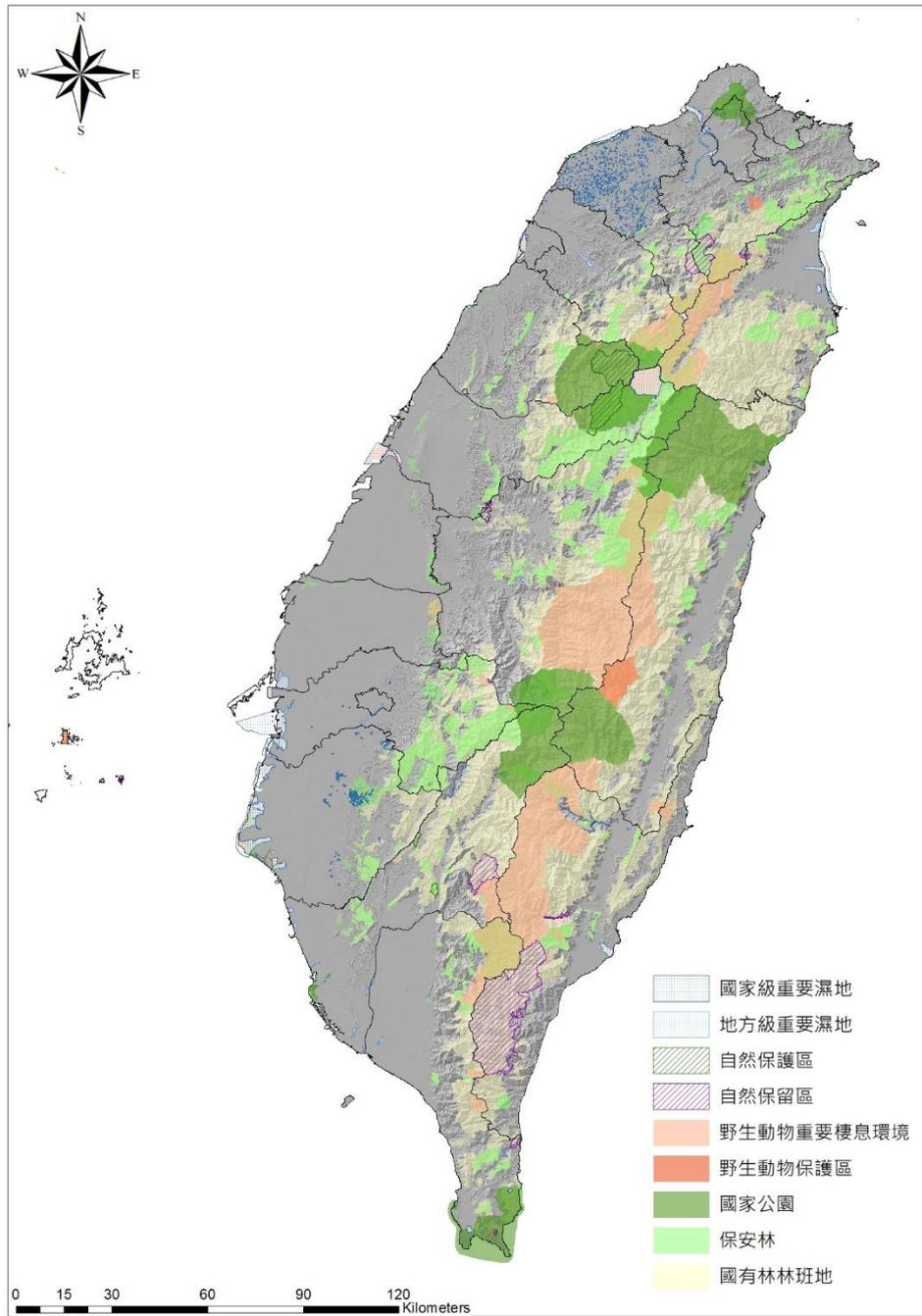


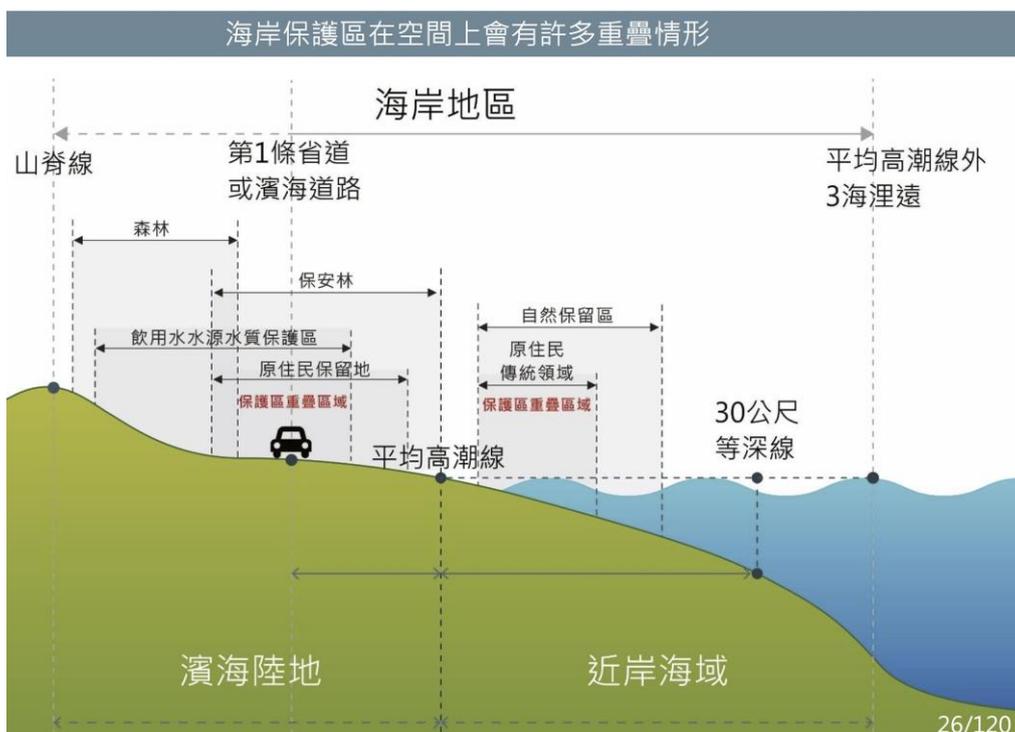
圖 2.2-3 臺灣自然環境法定保護區與國有林地及保安林

本計畫整理中央山脈保育軸各法定保護區所依循的法規，並爬梳其法規的立法背景與目的以及其給予的自然生態保育方面相關的管理與管制手段如下：

## 一、海岸管理法

### (一)立法背景與目的

根據內政部營建署 2018 年之統計資料，臺灣海岸線總長約 1,988,012 公尺，其中人工海岸線之長度共 888,281 公尺，共佔海岸線總長的 44.68%。臺灣海岸嚴重人工化，雖有劃設 12 個沿海保護區，但並無主要母法做依循，無法產生實質管制效力，海岸地區也因此仍面臨許多開發壓力。政府缺乏對整體海岸的長遠規劃，面臨氣候變遷之壓力以及海岸退縮等問題，需有上位法規做全面管理。「為維繫自然系統、確保自然海岸零損失、因應氣候變遷、防治海岸災害與環境破壞、保護與復育海岸資源、推動海岸整合管理，並促進海岸地區之永續發展，特制定本法。」海岸管理法於 2015 年通過後，可使海岸地區複雜的管理體系(圖 2.2-4)重新梳理與整合。



資料來源：中華民國綠野生態保育協會，2016。海岸資源調查及資料庫建立案。內政部營建署

圖 2.2-4 海岸地區重疊管理情形

### (二)自然生態保育相關之管理與管制

海岸管理法第 7 條，規範海岸地區之規劃管理須依循幾個原則如下：

- 優先保護自然海岸，並維繫海岸之自然動態平衡。
- 保護海岸自然與文化資產，保全海岸景觀與視域，並規劃功能調

和之土地使用。

- 保育珊瑚礁、藻礁、海草床、河口、潟湖、沙洲、沙丘、沙灘、泥灘、崖岸、岬頭、紅樹林、海岸林等及其他敏感地區，維護其棲地與環境完整性，並規範人為活動，以兼顧生態保育及維護海岸地形。
- 因應氣候變遷與海岸災害風險，易致災害之海岸地區應採退縮建築或調適其土地使用。

而根據海岸管理法第 12 條，主管機關能主動將具有下列情形者，劃設為一級或二級海岸保護區：

- 珍稀稀有動植物重要棲地及生態廊道
- 特殊景觀資源及休憩地區
- 重要濱海陸地或水下文化資產地區
- 特殊自然地形地貌地區
- 生物多樣性資源豐富地區
- 經依法劃設之國際級及國家級重要濕地及其他重要之海岸生態系統

因上述原因被劃設一級海岸保護區內原合法使用不合海岸保護計畫者，直轄市、縣(市)主管機關得限期令其變更使用或遷移，其所受之損失，應予適當之補償。在直轄市、縣(市)主管機關令其變更使用、遷移前，得為原來之合法使用或改為妨礙目的較輕之使用。營建署指出，2017 年 2 月 6 日公告實施之「整體海岸管理計畫」，已盤點海岸地區範圍內，符合「海岸管理法」第 12 條第 8 款及第 9 款規定，依「文化資產保存法」等 15 種法律，所劃設 33 種項目，指定為第 1 階段海岸保護區。

## 二、濕地保育法

### (一)立法背景與目的

溼地擁有豐富的生物多樣性，是地球上最具生產力的生態系，對於人類的文明與生存至關重要，濕地提供的水與糧食乃至生態系統服務使無數種植物與動物賴以生存，是為孕育生物多樣性之搖籃及基因庫，並具有防洪減災、地下水層補充與減緩氣候變遷等效益。有鑑於國際濕地保育趨勢興起，並回應 1971 年「拉姆薩公約」(Ramsar Convention) 之溼地保護精神，2015 年濕地保育法通過實施，總計列入 42 處國家重要濕地、41 處暫定地方級重要濕地，共 83 處國家重要濕地。總面積由 2011 年公告的 56,860 公頃，確認為 47,627 公頃。

濕地保育法第 1 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。」以明智利用為核心思維，代表環境保護不僅僅重視污染的管控與監控，而是將生態保育的觀點帶入其中。過往對濕地並無明確定義，在溼地保育法第 3 條中，亦給予濕地明確的定義：「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、瀉湖、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)自然生態保育相關之管理與管制

為維持生態系統健全與穩定，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 (濕地保育法第 5 條)：

- 自然濕地應優先保護，並維繫其水資源系統。
- 加強保育濕地之動植物資源。
- 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。
- 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。

濕地保育法第 16 條中將重要濕地以分區之概念進行使用管制，其中國際級、國家級重要濕地，除符合特殊條件外，不得開發或建築，其分類與管制內容如下：

- 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。
- 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。
- 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。
- 管理服務區：供濕地管理相關使用及設置必要設施。
- 其他分區：其他供符合明智利用原則之使用。

若有破壞、降低重要濕地環境或生態功能之虞之開發或利用行為，根據濕地保育法第 27 條，應擬具之濕地影響說明書應迴避或縮小減輕衝擊，若無法者得實施異地補償或生態補償。進行異地補償之土地，則應依據濕地保育法第 28 條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。

### 三、國家公園法

#### (一)立法背景與目的

臺灣自 1972 年制定國家公園法，於 1984 年成立第一座墾丁國家公園後，陸續成立玉山、陽明山、太魯閣、雪霸、金門、東沙環礁、台江與澎湖南方四島等共計 9 座國家公園，海陸域面積共計約 75 萬公頃。國家公園之成立係為保護國家特有之自然風景、野生物及史蹟，並供國民之育樂及研究 (國家公園法第 1 條)。國家公園設置的目標在於透過有效的經營管理與保育措施，以維護國家公園特殊的自然環境與生物多樣性。

#### (二)自然生態保育相關之管理與管制

國家公園的選定基準有三 (國家公園法第 6 條)：

- 具有特殊景觀，或重要生態系統、生物多樣性棲地，足以代表國家自然遺產者。
- 具有重要之文化資產及史蹟，其自然及人文環境富有文化教育意義，足以培育國民情操，需由國家長期保存者。
- 具有天然育樂資源，風貌特異，足以陶冶國民情性，供遊憩觀賞者。

國家公園區域內禁止焚燬草木或引火整地、狩獵動物或捕捉魚類、污染水質或空氣、採折花木等行為 (國家公園法第 13 條)。被劃定國家公園者，依區域內現有土地利用型態及資源特性，劃分為一般管制區、遊憩區、史蹟保存區、特別景觀區以及生態保護區管理之 (國家公園法第 12 條)。於生態保護區內，禁止採集標本、使用農藥及興建一切人工設施 (國家公園法第 18 條)。

### 四、野生動物保育法

#### (一)立法背景與目的

為保育野生動物，維護物種多樣性，與自然生態之平衡，特制定野生動物保育法 (第 1 條)。「野生動物保育」是致力於野生動物族群及其生存環境 (生態環境) 的永續存在，對於野生動物的利用 (例如：狩獵、漁撈) 採取務實且積極的管理態度，也涉及仰賴自然資源的人類社群，因此推動的是野生動物族群的永續利用，而非無法執行的全面禁止利用。

#### (二)自然生態保育相關之管理與管制

野保法第 4 條將野生動物區分為下列二類：

- 保育類：指瀕臨絕種、珍貴稀有及其他應予保育之野生動物。
- 一般類：指保育類以外之野生動物。

上述被野生動物保育諮詢委員會列為保育類動物者，不得騷擾、虐待、獵捕、宰殺、買賣、陳列、展示、持有、輸入、輸出或飼養、繁殖 (野保法第 16 條)。

為保護野生動物之生存環境，在野生動物重要棲息環境經營各種建設或土地利用，應擇其影響野生動物棲息最少之方式及地域為之，不得破壞其原有生態功能。在野生動物重要棲息環境實施農、林、漁、牧或其他開發利用行為，應先向地方主管機關申請，經層報中央主管機關許可後，始得向目的事業主管機關申請為之 (野保法第 8 條)。而地方主管機關得就野生動物重要棲息環境有特別保護必要者，劃定野生動物保育區，擬定保育計畫並執行之 (野保法第 10 條)。

在過去 30-40 年的國際實踐經驗顯示，文化多樣性的保存是生物多樣性保育的有效手段，並已經形成普世價值。世界自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 和世界各國的野生動物保育政策，都採在地 (社區) 參與式取徑，且重視原住民族的權利與保育間的協調。基於尊重原住民傳統文化之精神，避免保育體制過度壓迫原住民族之文化以及部落自主管理的體制，臺灣原住民族基於其傳統文化、祭儀，而有獵捕、宰殺或利用野生動物之必要者，不受第 17 條第 1 項、第 18 條第 1 項及第 19 條第 1 項各款規定之限制 (野保法第 21-1 條)。

## 五、文化資產保存法

### (一)立法背景與目的

為保存及活用文化資產，保障文化資產保存普遍平等之參與權，充實國民精神生活，發揚多元文化，特制定文化資產保存法 (第 1 條)。文化資產分為有形與無形，有形係指古蹟、歷史建築、紀念建築、聚落建築群、考古遺址、史蹟、文化景觀、古物、自然地景與自然紀念物。無形係指傳統工藝、表演與民俗等。2016 年 7 月立法院三讀通過文化資產保存法修正案，其中特別針對我國特有珍貴之植物、礦物、特殊地形及自然現象等增加自然紀念物之類別。文化資產之主管機關為文化部，但自然地景及自然紀念物之中央主管機關為行政院農委會 (文資法第 4 條)。文化現象與自然現象共存在一個空間裡，是人為的劃分。具有文化價值的自然現象是《文化資產保存法》理所當然的範疇；即使是不具文化價值的自然環境也仍是孕育文化的背景 (王鑫等 2017)。

### (二)自然生態保育相關之管理與管制

自然地景依其性質，區分為自然保留區、地質公園；自然紀念物包括珍貴稀有植物、礦物、特殊地形及地質現象 (文資法第 78 條)。其中自然地景之指認基礎為：

- 自然保留區：具有自然、保存完整及下列條件之一之區域：
  - 代表性生態體系，可展現生物多樣性。
  - 獨特地形、地質意義，可展現自然地景之多樣性。
  - 基因保存永久觀察、教育及科學研究價值。
- 地質公園：具有下列條件之區域：
  - 以特殊地形、地質現象之地質遺跡為核心主體。
  - 特殊科學重要性、稀少性及美學價值。
  - 能充分代表某地區之地質歷史、地質事件及地質作用。

而自然紀念物之指定基準如下：

- 珍貴稀有植物：本國特有，且族群數量稀少或有絕滅危機。
- 珍貴稀有礦物：本國特有，且數量稀少。
- 特殊地形及地質現象：具有下列條件之範圍：
  - 自然形成且獨特罕見。
  - 科學、教育、美學及觀賞價值。

主管機關應建立自然地景、自然紀念物之調查、研究、保存、維護之完整個案資料 (文資法第 80 條)。自然紀念物禁止採摘、砍伐、挖掘或以其他方式破壞，並應維護其生態環境。營建工程或其他開發行為進行中，發現具自然地景、自然紀念物價值者，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理 (文資法第 88 條)。

## 六、森林法

### (一)立法背景與目的

臺灣全島的森林覆蓋面積約 210 萬公頃，占土地總面積 58.5%。為保育森林資源，發揮森林公益及經濟效用，並為保護具有保存價值之樹木及其生長環境，制定森林法 (第 1 條)。我國森林法對於森林的定義主要是採用構成要素的觀點來解釋，根據森林法第 3 條，「森林係指林地及其群生竹、木之總稱。依其所有權之歸屬，分為國有林、公有林及私有林。森林以國有為原則。」在 2017 年臺灣林業 4 月刊「在環境法體系下探討森林法令基本原則」一文中，將森林法之價值體系歸納為五大基本原則 (李桃生 2017)，概述整理如下：

#### 1.確保生態價值原則

森林如果遭受破壞，生態功能減損，必然導致經濟價值的衰退，森林的生態價值是森林經濟價值的基礎。森林法的根本目標是確保森林的生態價值，這是一種價值判斷，是森林法的核心價值。

## 2.森林資源國有原則

無論國民政府或日據政府均以政府之高權以歷史的淵源，確認我國森林資源以國有為原則。現行森林法第 3 條第 2 項明定此一原則，具體規定則為森林法施行細則第 3 條「森林所有權及所有權以外之森林權利，除依法登記為公有為私有者外，概屬國有。」

## 3.森林保護強制原則

森林作為生態系統的重要組成部分，對保護環境扮演重要角色，在臺灣，森林的防災功能更為突顯，因此，我國對森林資源予以強制保護，森林保護強制原則係指森林的採伐利用必須經合乎森林經理原理規劃並經行政許可始得為之，以避免森林遭濫採濫伐或林地遭受破壞，減損森林的價值。

## 4.生態補償原則

國家、社會、森林資源生態效益受益人及其他組織以資金方式給予為森林資源生態效益付出經濟代價者，給予適當的財務補償，促使提供森林生態效益者能妥為森林的營造、撫育、保護及管理的法律制度。

## 5.原住民生活慣俗維護原則

森林經營與原住民之生活慣俗遂行具有密切合作關係。原住民世代居住於森林周邊，對於森林資源的利用，具有傳統生態智慧，森林法主管機關應予維繫，因此，森林法制特別講究從原住民之生活慣俗出發，建立制度，讓原住民得以合理而智慧的取得森林資源。

## (二)自然生態保育相關之管理與管制

森林具有木材生產、淨化空氣、涵養水土資源、創造生態棲地等兼具經濟發展與生態保育之功能。林業之管理經營，應以國土保安長遠利益為主要目標 (森林法第 5 條)。隨著社會保育與防災意識的觀念演變，國有林地之經營從過往以經濟發展思考的伐木、造林，逐漸轉變為兼具自然保育、生態、遊憩等多元功能的發展。森林區域內，經環境影響評估審查通過，得設置森林遊樂區 (森林法第 17 條)。而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 (森林法第 17-1 條)。

針對有社會公益價值之國有林、公有林及私有林者，應劃設為保安林，應劃設之情形包括 (森林法第 22 條)：

- 為預防水害、風害、潮害、鹽害、煙害所必要者。
- 為涵養水源、保護水庫所必要者。
- 為防止砂、土崩壞及飛沙、墜石、泮冰、頽雪等害所必要者。
- 為國防上所必要者。

- 為公共衛生所必要者。
- 為航行目標所必要者。
- 為漁業經營所必要者。
- 為保存名勝、古蹟、風景所必要者。
- 為自然保育所必要者。

現行保安林共分為 11 類，總面積約 46.8 萬公頃，保安林之管理經營，不論所有權屬，均以社會公益為目的。各種保安林，應分別依其特性合理經營、撫育、更新，並以擇伐為主 (森林法第 24 條)。非經主管機關核准或同意，不得於保安林伐採、傷害竹、木、開墾、放牧，或為土、石、草皮、樹根之採取或採掘 (森林法第 30 條)。上述土地及竹、木所有人所受之直接損害，得請求補償金 (森林法第 31 條)。

為保護非屬森林之樹木，將非屬森林之樹木，一併納入森林法規範，2015 年森林法修法增訂樹木保護專章。地方主管機關應對轄區內樹木進行普查，並將認定為受保護樹木，予以造冊公告 (森林法第 38-2 條)。而土地開發利用範圍內之受保護樹木，應以原地保留為原則。如開發利用者須移植經公告之受保護樹木，應檢附移植及復育計畫，提送地方主管機關審查許可後，始得施工 (森林法第 38-3 條)，否則將處以罰鍰。若有經主管機關審議許可移植者，開發利用者提供土地或資金供主管機關補植，以為生態環境之補償 (森林法第 38-5 條)。

李玲玲等 (2005) 曾於「臺灣現有保護區之分類檢討與管理現況分析」案中根據 1994 年 IUCN 6 大保護區類別管理目標，整理與臺灣保育法規下之保護區域之對應，結果顯示臺灣現行的保護區域設計涵括 IUCN 所設計的 6 大保護區類別。世界自然保育聯盟 (International Union Conservation of Nature, IUCN)，於 2013 年公佈的「保護區管理類別作業應用指引」(Guidelines for Applying Protected Area Management Categories) 依舊延續 1994 年出版的手冊將保護區分為 6 大類：I 專為科學研究或荒野保護而設，又細分為 Ia 嚴格的自然保留區 (strict nature reserve)：為科學研究而設立；Ib 原野地 (wilderness area)：為保存原野而設立；II 國家公園 (national park)：為保育生態系並提供遊憩目的而管理設立；III 自然紀念區 (natural monument)：為保留特殊自然現象而設立；IV 棲地/物種管理區 (Habitat/species management area)：透過介入管理而達到保育目的；V 地景/海景保護區 (protected landscape/seascape)：為保育地景/海景並提供遊憩而設立；VI 資源管理保護區 (managed resource protected area)：為自然生態系的永續利用而設立 (Dudley et al. 2013)。

本計畫於前人研究的成果上新增海岸保護法以及濕地保育法之保護區，並加上法規之保護目標與管制內容等整理如表 2.2-1。

表 2.2-1 臺灣重要保護區劃設依據與分類

	海岸管理法		濕地保育法			國家公園法			野生動物保育法		文化資產保存法		森林法		
公告日期 (修正日期)	2015.02.04		2013.07.03			1972.06.13 (2010.12.08)			1989.06.23 (2013.01.23)		1982.05.26 (2016.07.27)		1932.09.15 (2016.11.30)		
保護目標	確保自然海岸零損失		確保濕地零淨損失			保護國家特有之自然風景、野生動物及史蹟			保育野生動物·維護物種多樣性·與自然生態之平衡		保存及活用文化資產(文化景觀、自然地景與自然紀念物)		保育森林資源·發揮森林公益及經濟效用·並保護具有保存價值之樹木及其生長環境		
保護區	海岸保護區		重要濕地			國家(自然)公園			野生動物保護區	野生動物重要棲息環境	自然保留區		自然保護區		
	一級	二級	核心保育區	生態復育區	環教區/管理區/其他	生態保護區/特別景觀區	史蹟保存區	一般管制區/遊憩區							
主管機關	內政部		內政部			內政部			農委會		農委會(文化部)		農委會		
劃設依據	第 12 條		第 14、16 條			第 6、7 條			第 8、10 條		第 3 條		第 17-1 條		
管制內容	一級保護區應禁止改變其資源條件之使用		禁止從事擅自抽取、引取、截斷或排放濕地水資源及改變原有水資源系統等 6 項行為(第 25 條)；國際與國家級濕地不得開發或建築；地方得變更使用			禁止焚燬草木或引火整地等 8 項行為(第 13 條)。史蹟保存區、特別景觀區或生態保護區內禁止公私建築物或道路、橋樑之建設或拆除等 10 項行為(第 16 條)			各種建設或土地利用·應擇其影響野生動物棲息最少之方式及地域為之·不得破壞其原有生態功能		禁止改變或破壞其原有自然狀態		採折花木·或於樹木、岩石、標示、解說牌或其他土地定著物加刻文字或圖形等 6 項行為		
公民進入管制	無		無			生態保護區需申請	無	無	管制區需申請	無	需申請		需申請		
IUCN 保護區類別	Ia/Ib	VI	Ia/Ib	IV	V	Ia/Ib	III	V	I(核心區)/IV	VI	Ia/Ib	Ia/Ib	IV	VI	
保護強度	高	低	高	中	低	高	中	低	高(核心區)/低	中	高	高	中	低	
劃設現狀	已依其他法律劃設第一階段海岸保護區共 771 處		2 處國際級重要濕地；40 處國家重要濕地；41 處暫定地方級重要濕地			9 座國家公園			20 處(2018 年後 5 處承接給海委會)	37 處(2018 年後 5 處承接給海委會)	19 處自然保留區、17 種珍貴稀有植物		6 處自然保護區		

註：1.IUCN 保護區類別參考「臺灣現有保護區之分類檢討與管理現況分析」案；2.野生動物保護法施行細則雖有提及需分別就核心區、緩衝區與永續利用區擬定保育計畫，但未明述其分區原則；3.第一階段海岸保護區資料來源：內政部營建署 2016 年「海岸資源調查及資料庫立案」(<https://www.cpami.gov.tw/filesys/file/chinese/dept/rp3/rp1051229.pdf>)

現有的保護區在臺灣自然生態保育上有其重要地位，並建立出中央山脈保育軸，然而因不同法規在劃設保護區上的目的不同，在中央保育軸上呈現管制效力不均一的現象，部分保護區的管制強度是較低的（如野生動物重要棲息環境），此外，因中高海拔山區仍還是有許多人生活領域，同時也是許多高山作物以及其他礦物資源的來源，使保育軸內仍有不定程度的開發行為存在。不過幸運的是，中央山脈保育軸係建立在中高海拔山區上，相對於淺山平原的開發壓力本來就小很多，而同時也有其他相關法規管制在山坡地的利用方式（如水土保持法、山坡地保育利用條例等）。然而，中央山脈保育軸之保護範圍係以中高海拔的山區為主，並未涵蓋許多臺灣珍稀物種活動的淺山地區以及平原與海岸濕地。中央山脈保育軸外的淺山、平原、海岸仍持續受到人為活動與開發的壓力，使得生物多樣性仍受到很大的威脅，而若從更大的尺度來看，臺灣的保護區反而形成了一個大的孤島。

整體而言，以中央山脈保育軸為核心的保護區的管理與管制雖仍有許多討論與精進的空間，但其仍已經很大程度地保護臺灣山區的自然環境，且能支持其內的生物多樣性以及物種移動。也因此，臺灣生態綠網之發展策略，應著重在保護區外的保護，以及農田等的私有土地中孕育的生物多樣性與環境。釐清中央山脈保育軸內保護區的保護程度，予以強化。並且再進一步思考如何以中央山脈保育軸為中心，向外以不同形式的方法修復與串聯零星破碎棲地，為建構臺灣生態綠網的策略方向。

#### 2.2.4 其他自然保育相關法規

人為活動較為頻繁的淺山環境地區多為私有地，無法像中高海拔山區一樣劃設大面積的保護區降低人為干擾。淺山地區的人為開發與干擾造成破碎化的棲地地景，林木、農田與聚落鑲嵌其中，被發達的道路網絡切割。道路的切割得靠有效的動物通道與廊道補強，而對環境友善的農地，也可幫助擴大生物可利用的棲地面積。有機農業促進法及農村再生條例可以協助改善農業地景的環境，營造有利生物棲息環境，降低生物播遷阻力。

##### 一、有機農業促進法

隨著大眾對糧食安全、環境保護意識的抬頭，除帶動有機農產品的市場外，有機農業促進法更於 2018 年 5 月完成立法於 2019 年正式實施。為維護水土資源、生態環境、生物多樣性、動物福祉與消費者權益，促進農業友善環境及資源永續利用，特制定有機農業促進法（第 1 條）。主管機關應推廣採用農藝、生物、機械操作及使用天然資源之農業生產管理系統，並排除合成化學物質、基因改造生物及其產品之使用，以符合友善環境要求之有機農業（第 4 條）。而在第 5 條有機農業促進方案中，要求中央主管機關應每四年提出有機農業促進方案，其內容如下：

- (一)有機農業生產面積目標、占全國農業生產面積之比例及分年預算配置。
- (二)有機農業前瞻發展規劃及現況調查。
- (三)有機農業生產、行銷及有機農產品驗證之輔導。
- (四)轉型有機農業生產與維護生態保育之獎勵及補貼。
- (五)有機農業與有機農產品之農法技術、科技研發及人才培育。
- (六)各級機關(構)、學校與消費者對有機農產品及有機食農教育之推廣。
- (七)相關民間團體辦理有機農業推廣工作之輔導。
- (八)其他促進有機農業發展之工作。

此外，因有機農業的推動需長期的投入，承租公有土地或國營事業土地作有機農業使用時，將給予租金優惠且土地租期也給予 10 年以上 20 年以下之保障。而關於鄰田汙染之問題，除在第 6 條中要求地方政府應對未採用有機農業生產之農民予以輔導轉型外，並在第 31 條罰則中保障有機農產品經營者，若已採取必要之防護措施，且經主管機關認定為鄰田汙染者不罰。

## 二、農村再生條例

近數十年因工商社會發展，人口向都市流動，導致農村人口老化、發展落後、生活機能低落。政府因應農村發展需要，於 2010 年公布農村再生條例。農村再生條例立法目的在促進農村永續發展，包含維護農村生態 (第 1 條)。為配合社區整體發展需要，各級主管機關應鼓勵農村社區廣植林木，建設具生態及緩衝功能之綠帶 (第 18 條)。農村社區內的在地組織及團體，可以共同討論擬定農村再生計畫，計畫內容應包括生態保育 (第 9 條)。主管機關得對包括埤塘及生態保育設施在內的農村社區整體環境改善及公共設施建設予以補助 (第 12 條)。

## 2.3 我國生態綠網建置與在地生態系統功能及問題檢討

臺灣是個環境豐富多變的島嶼，從高山、淺山丘陵到海岸，其間河川山系連結起的自然、半自然環境是動物生存繁衍的棲息地，生態保育策略幾經變遷，1990 年全面禁伐天然林政策，表示自然資源利用由經濟生產轉變為以國土保安與生態保育為重心，2000 年完成中央山脈保育軸，則奠定山區森林與野生動物保育的重要基礎。近二十年的經濟發展及環境變遷，使生物多樣性保育面臨的課題多有轉變，尤其在淺山、平原、濕地及海岸的生態棲地功能與棲地破碎化威脅，以及氣候變遷可能造成的長期衝擊。本節透過回顧淺山至海岸區位生態環境背景與威脅，期望透過國土綠網計畫的推動，整體性減緩棲地與生物多樣性消逝的現況。

### 2.3.1 保護區系統在淺山海岸區涵蓋比例低

國內保護區系統 (圖 2.3-1) 的陸域面積約占本島的 19.3%，其中大多集中在中央山脈中高海拔森林區域，屬國有地範圍，串聯形成中央山脈保育軸，形成山區森林與野生動物保育的重要基礎。相對上，淺山丘陵、平原、溪流與海岸濕地則僅有少數且零星的地區納入自然保護區系統，且偏重沿海濕地，對於各類群物種及不同棲地類型的保育功能有限。

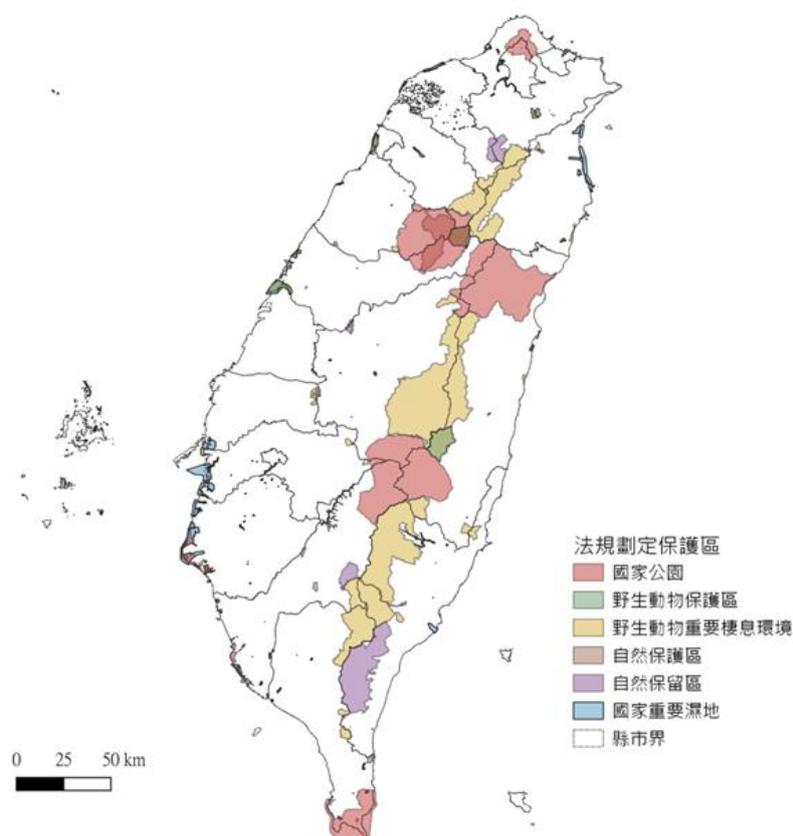


圖 2.3-1 臺灣的法定生態保護區分布

### 2.3.2 人為土地利用造成棲地消失與破碎化

淺山、平原與海岸濕地緊鄰人口稠密的都會環境，高度人為開發利用衍生汙染、棲地消失及破碎化等問題。現有的自然、半自然棲地侷限於不易開發利用的淺山丘陵區，嚴重棲地破碎化是淺山至海岸區主要的生態保育威脅，小面積棲地綴塊不易支持族群的長期生存，破碎化過程使得棲地綴塊間距離增加或提高野生動物擴散或移動的困難程度，造成暫時或永久性的侷部滅絕。

臺灣地理氣候區 (Su 1985) 的中西區淺山地帶，行政區約莫位於苗栗、臺中、彰化、南投、雲林，森林破碎化情形較其他區域嚴重 (陳柏豪 2014)。即使是少數大面積森林，因高密度道路加上散布在地景上的聚落建物或農牧用地鑲嵌在自然、半自然棲地綴塊的內部或邊緣，其邊緣效應可能造成棲地品質劣化，亦形成動物在棲地綴塊間遷移或移動的阻礙。

### 2.3.3 淺山物種的保育需求

許多原生物種只分布在淺山到海岸區，或主要生存在這些區位，其中包括石虎、山麻雀、八色鳥等受威脅物種，以及臺灣獼猴等生存容易與人產生衝突的物種 (表 2.3-1；整理自陳柏豪 (2014))。淺山區也是許多野生動物分布的熱點，相對於受到良好保護的中高海拔山區，淺山至海岸範圍是目前生態保育工作優先區位。

表 2.3-1 淺山-海岸區的關鍵受威脅或易與人衝突的物種

類別	物種
僅分布於淺山環境	石虎、草鴉、山麻雀、大田鱉、臺灣蝴蝶蘭、臺灣油杉、鯛魚、小紅蜻蜓、食蛇龜、百步蛇、八色鳥、橙腹樹蛙、臺灣副細鯽、黑鳶、斯文豪氏遊蛇、臺灣藍鵲、翡翠樹蛙、多數螢火蟲
主要分布於淺山環境	穿山甲、麝香貓、食蟹獾、臺灣野豬、臺灣獼猴、環頸雉
里山、農地提供適宜棲地	石虎、山麻雀、大田鱉、環頸雉、水雉、螢火蟲
偶分布於淺山環境	臺灣黑熊

### 2.3.4 農業地景的生物多樣性消失

農牧用地是佔最多面積的人為土地利用形式，經常是與自然棲地接觸的第一線，具有緩衝人為影響的功能。過去數十年的農業現代化過程的農業化學藥物使用、環境人工化是農業地景生物多樣性大量消失的主要原因，近期里山倡議、農地環境的生態保育價值尤其受到關注，如何提升農地的棲地功能或生態系服務，以及在農村規劃中提供野生動物棲息或移動的小片林地、樹籬、水圳綠帶，藉由友善耕作等方式提供人與自然的需求及利益，會是淺山—海岸區地景尺度生態保育的關鍵。

### 2.3.5 自然海岸的消失與破碎化

除了淺山森林破碎化，自然海岸的破碎問題更是日益俱增，因國內工、商、農漁業及經濟發展的需求，包括港口、水產養殖、發電廠、機場、濱海工業區、廢水處理廠及垃圾掩埋場等，不斷開發利用海岸地區，導致人工化的海岸線不斷增加。同時也產生各種汙染，如海水汙染、垃圾汙染、空氣汙染等，以及海岸地區地景改變，如侵蝕、沉積、風吹沙等，導致原有的自然棲地受到影響或破壞，使得生物多樣性降低。

臺灣海岸線總長度約 1,970 公里，其中自然海岸線長度約 1,098 公里、人工海岸線長度約 872 公里，表示全台的自然海岸線只剩約 55.7% (中華民國綠野生態保育協會 2016)。即便是在沿海保護區，自然海岸也難逃人工化的命運，人工海岸比例平均為 39.3%，尤其西海岸的彰雲嘉一般沿海保護區，其自然海岸線也僅存 11.4%。

### 2.3.6 氣候變遷

氣候變遷造成氣溫上升、降雨模式極端化，改變生物多樣性的長期變化。氣候變遷的模式預測指出臺灣的中高海拔涼溫帶針闊葉混合林、冷溫帶針葉林、亞高山針葉林的面積可能縮減，熱帶季風林、亞熱帶闊葉林、暖溫帶針闊葉混合林分布面積會擴大，海拔分布上限提高，取代涼溫帶針闊葉林。物種分布也隨氣候因子改變，分布範圍向高海拔移動。在物種層級，物種可能區域性消失或改變分布範圍，也影響物種豐度，如臺灣的繁殖鳥類多樣性最高的區域向高海拔推移，平地淺山區的繁殖鳥類及蛙類物種數均呈現減少趨勢。野生動物保育經營同樣面臨挑戰，如櫻花鉤吻鮭、臺灣一葉蘭分布範圍推移，臺灣蘇鐵保育區因氣候變遷發生病蟲害入侵，棲地或保護區需要有調適措施，包含保護區範圍、面積大小、目的及經營方式等。

### 2.3.7 缺乏跨域(跨部門、跨空間、跨專業)整合機制

臺灣在公共治理的運作，受過往政治體質所影響，係以官僚專業分工的決策與執行體系為主，而在臺灣民主化及環境與社會的變遷下，公共事務影響層面愈趨複雜，許多新興的治理課題可能涉及跨區域或跨行政部門的業務，難以單純由單一轄區或單一業務管理單位獨自解決，而需賴於各跨層級、各部會間的協調合作才得以因應解決 (陳敦源、王光旭 2005)。

目前雖有政務委員的角色，有相關府際或跨部會業務協調會議設置，但由於其涉及層級較高，或是多屬任務編組性質 (如行動支付推動策略會議)，難以涵蓋所有跨單位間有待協商的課題。就前述章節盤點我國生態系統面臨的問題，僅有涉及保護區開發、瀕稀動物保育及氣候變遷調適等課題，可藉由援引相關法規或是上位計畫提請協商處置，而其他如淺山開發、自然海岸減損等涉及棲地保育及流域管理的問題，則缺乏完善的跨域整合機制以維繫生物多樣性。

## 2.4 國土生態綠網藍圖

臺灣過去棲地保育大抵以劃設保護區為主要手段。依相關法令劃設的保護區主要包括國家公園、自然保留區、野生動物保護區、野生動物重要棲息環境、國有林自然保護區、以及國家重要溼地。這些保護區，除國家重要溼地外，大部分位於中高海拔山區，呈南北縱向分布，構成中央山脈保育軸；多數保護區面積大、形狀完整且彼此相接，使動植物及棲地可以得到較佳保護。然而在人口稠密的平地及低海拔地區，保護區大多面積小且分散，使整體保護效果不若中高海拔山區。

臺灣各式保護區依據的法令，其立法精神大抵從黃石模式 (the Yellowstone model; Schelhas 2001)。這些法規在有關棲地及野生動植物的保護上，多採嚴格禁制措施，盡可能地排除或限制區內的常民生活，包括農耕漁獵等生產活動。例如國家公園法第 13 條禁止在國家公園區域內引火整地、狩獵動物或捕捉魚類；文化資產保存法第 86 條禁止改變或破壞自然保留區原有之自然狀態；野生動物保育法第 10 條規定野生動物保護區得公告禁止獵捕或宰殺一般類野生動物，以及採集、砍伐植物等行為。這種排除人為干擾的圈地保育作法，以美國黃石國家公園為代表。

在人口稠密或人類活動頻繁的區域，黃石模式的棲地保育方式顯得窒礙難行。相對於人跡罕至的偏遠山區，平地與低海拔地區面臨更多棲地破碎化、土地利用改變、環境污染等壓力，因此物種及棲地保育課題更為嚴峻且迫切。然而這些產業活動頻繁且人口稠密的地區，卻難以劃設大範圍保護區；除土地取得困難之外，限制農耕漁牧等產業活動也會嚴重損及在地居民權益。事實上，甚至偏遠地區的圈地保育作為也面臨極大反抗壓力，例如幾個高山國家公園曾發生過還我土地運動，而馬告國家公園與蘭嶼國家公園籌設計畫，則因部落反對而未正式設立。偏遠山區或離島如此，更遑論人口稠密地區。因此有別於黃石模式的保育策略顯得迫切而重要。

以社區為基礎的保育 (community-based conservation) (Otto et al. 2013) 強調結合在地居民共同參與保育。有別於黃石模式盡可能排除人為干擾的保育思維，以社區為基礎的保育考量了在地居民生活與生產活動的現實面，鼓勵社區參與保育工作，以達到自然資源合理有效管理與永續利用。事實上，產業活動有時候可以提升一個地區的生物多樣性，或創造特定物種的棲地。例如臺灣西南沿海的淺坪式養殖魚塭，通常在冬季放水曝曬；曝池期間即成為遷移性水鳥重要的覓食棲地 (Yang 2006, 黃書彥、薛美莉 2014)。而臺南官田種植菱角的田區，則創造了適合水雉繁殖及覓食的環境。在這些地區，維持特定產業的持續運作，是最為簡單且有效的保育措施；換言之，黃石模式在此不但無法增進保育，反而可能產生負面效果。

國土生態綠網以平地及低海拔山區為重點區域。臺灣本島中高海拔山區已

有各保護區構成的中央山脈保育軸，並由此往中海拔國有林班地延伸，構成大範圍保護網。法定保護區及國有林班地之保育及經營管理，有政府編列之公務預算支應，使中海拔以上區域可獲得充分之保護。平地及低海拔山區雖也劃設有許多保護區，但多面積小且分布零散，缺乏完整之保護區系統，因此國土生態綠網的規劃重點在這些人口稠密且產業活動頻繁的區域。生態綠網串聯山林、河流、埤塘、農田、濕地，並延伸至海岸，修補其中破碎棲地；向上則銜接中海拔國有林班地，並延伸至高海拔的中央山脈保育廊道，使成為一個整體之生態保育網絡。

本計畫以物種保育、棲地保護及生物多樣性維護為目標。透過生物多樣性熱點分析、關注地景及關注物種盤點，指出生態綠網應關注之區域。再依據關注區域分布位置及保育目標，檢視面臨的困境與可能的保育策略。保育策略強調社區參與，以及跨部會協調合作。藉由社區培力與公民參與，實現由下而上的保育動力，具體展現生態系服務的價值與國土多功能維護的策略實效。

### 第三章 國土生態綠網建置

生態綠網以平地及低海拔地區為重點規劃區域。如 2.4 節所述，臺灣本島中高海拔山區已有國有林班地及中央山脈保育廊道提供良好保護；然而平地及低海拔山區面臨更大保育壓力，卻缺乏完整保護區系統。惟在人口稠密且產業活動蓬勃地區，尋找大面積且形狀完整的自然棲地，採取黃石模式予以保護，顯得不切實際。在這些地區，野生動植物的分布經常與人類生活密切相關。有些種類多樣性高的區域，導因於特殊產業，例如淺坪魚塢在冬季週期性放水曝池，提升了冬季涉禽的種類多樣性；或如新北貢寮復耕水梯田，比廢耕梯田有更多樣的水生生物。有些物種則依賴特定農業類型棲地生存，例如臺南官田的水雉極度依賴菱角田提供的濕地環境。另外，人類聚居與產業活動也很容易與自然產生衝突。例如石虎可能闖入農舍捕食家禽；溪流攔沙壩或固床工，雖維護周邊居民生命財產安全，但也破壞水生生物棲地，阻斷洄游生物遷移路徑。因此在平地與低海拔地區的生態綠網規劃，首要目標應是盤點多樣性特高的地區、重要地景、或特定物種分布區域。再依據盤點結果，指認在保育上應該予以關注的區域，並藉由社區培力、公民參與、跨部會協力，維護這些地區的生態系服務功能，以達到資源永續利用的目的。本計畫將生態綠網分為陸域及水域，分別盤點多樣性熱點、關注物種分布、關注地景或溪流，並指認在保育上應特別予以關注之區域。

#### 3.1 生態分區劃分

在指認重要關注區域之前，先在二度空間上，將臺灣本島依氣候條件劃分若干分區；離島則另成一區。就臺灣的空間尺度而言，生物群聚結構大抵沿海拔呈連續性變化。沿緯度的水平梯度之變異則不若沿海拔明顯。另外，相對於全球尺度，臺灣在極小的空間尺度之下，於緯度梯度上，並沒有明顯存在不同的生物群系 (biome)，因此也不存在「每一生態氣候區均須保留代表性棲地」的課題。也就是說，本計畫在平面空間上，將臺灣劃分為若干分區，並不是因為生物地理特性的極大差異，而在保育策略上必須分別採取不同作為。分區目的僅在規劃關注區域及後續推動生態綠網時，行政與操作之方便。故綠網分區規劃結果，應該容許其與學界過去討論之生物地理氣候分區有較大的出入；本計畫無意與學界對地理氣候分區之不同見解互相比較與討論。

溫度及雨量是影響生物群聚的主要非生物性因子。我們以臺灣氣候變遷推估與資訊平台 (以下簡稱 TCCIP；<http://tccip.ncdr.nat.gov.tw/>) 提供的 2000 – 2012 年的年均溫、溫度季節性 (1 – 12 月月均溫的標準差)、年降水量、降水季節性 (1 – 12 月月平均降水量之變異係數) 為變數 (如圖 3.1-1)，以 K-means 進

行地理氣候區的分類。TCCIP 資料解析度  $1 \times 1$  km。分類前，先將數值常態化(normalize: make margin sum of squares equal to one)，以避免 4 個變數彼此之間數值範圍差異過大造成的問題。再以 K-means 將所有  $1 \times 1$  km 網格分為 6 群。數值轉換以 R package 'vegan' 的 decostand() 執行；K-means 以 'vegan' 的 cascadeKM() 執行。

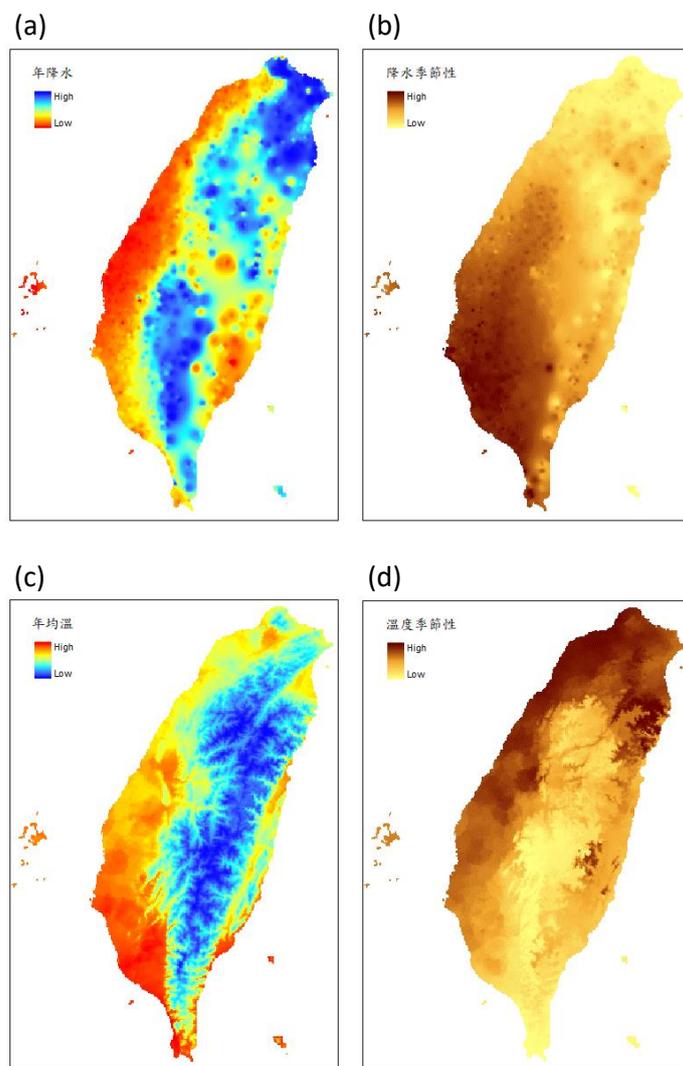
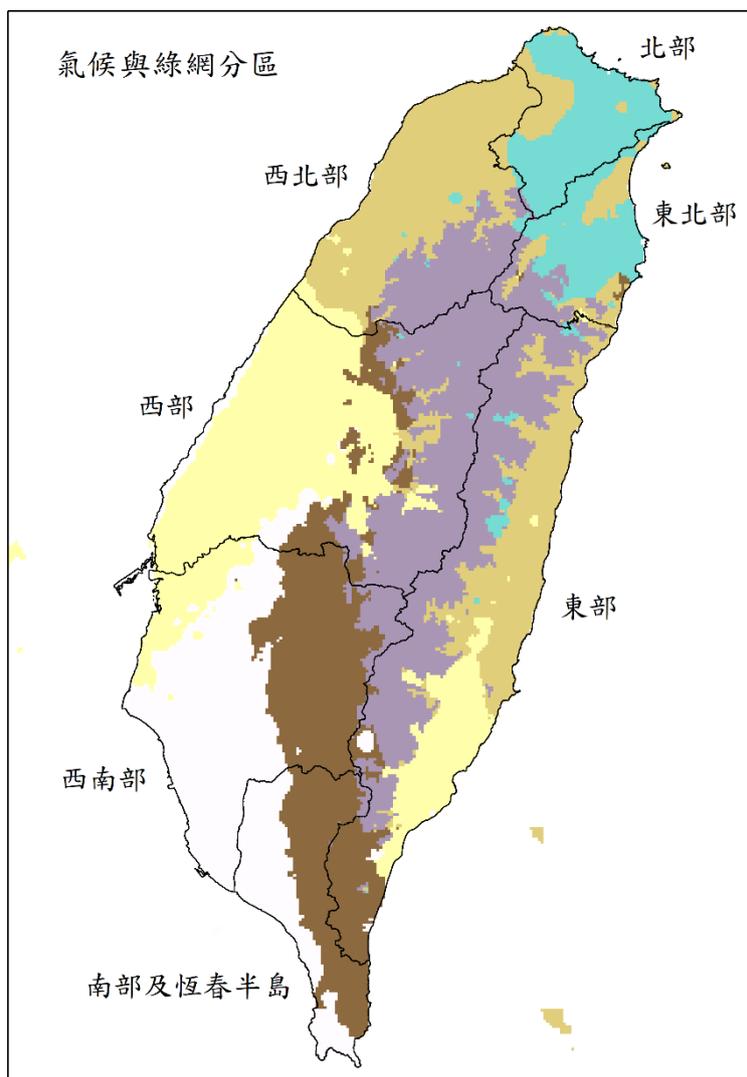


圖 3.1-1 臺灣本島(a)年降水、(b)降水季節性、(c)年均溫、以及(d)溫度季節性之空間分布

K-means 氣候分區如圖 3.1-2。在盡量符合氣候分區，並考量行政便利性原則下，將台灣本島依縣市界劃分為 7 個綠網分區。本島縣市在山區多依山稜線，淺山及平原地帶則多以主要河川為界。稜線影響局部氣候，河川則常成為陸域野生動物分布邊界。以縣市界分區，大抵符合自然地理之分界。但西北部與北部分區之間，山地以新北市與桃園市之分界線為界，丘陵及平原地帶則以大漢溪及淡水河為分界線。大漢溪及淡水河，部分為新北市轄區內的行政區之界線，部分河段為新北市與台北市之界線。



備註：不同色塊為依據溫度及降水之氣候分區。黑色分界線為依據氣候分區及行政區界劃設之綠網分區。

圖 3.1-2 本計畫之氣候與綠網分區

北部與東北部氣候特性類似，年降水量高、降水季節分布平均。但因為地景差異，分為兩區。北部分區的北側為大屯火山群，南側則是雪山山脈北端尾稜。大屯火山群彙特殊地形，構成向北入海，呈扇形分布之獨流溪。由於本區之降水特性，使溪流常年流量相對穩定，成為形塑及維持水梯田地景的重要環境條件。大屯火山群北側獨流溪及水梯田，以及雪山山脈尾稜的坪林、雙溪、貢寮一帶分布之水梯田，為此區地景特色及保育重點。東北部則包括蘭陽平原及周邊山區。本區淺山分布大面積且連續之森林，並連接蘭陽平原水田及河口濕地。因為降水特性及地形特色，山腳湧泉發達；稻田在下半年及冬季休耕期間湛水，與河口濕地構成大面積濕地系統。另外，在北側頭城一帶有獨流溪，南側大南澳平原則是重要的里山環境。

西北部平地的年降水及年均溫較低，降水季節性不明顯，但溫度季節性明顯。本區主要地景為淺山丘陵及台地埤塘。西部包括台中、彰化、南投、雲林。年降水量較少，而年均溫、溫度季節性、以及降水季節性與其它地區相比，均屬中等。與西北部以大安溪及雪山西稜為界。許多生物及生態現象在大安溪呈現分布界線，例如鼬獾狂犬病陽性病例僅分布在大安溪以南。

西南部氣候呈乾濕季分明的特徵。此區年均溫高、溫度季節性不明顯，但降水呈明顯季節性，且山區年降水量高。南部及恆春半島在氣候分區上與西南部類似，但若以較細的尺度分辨，恆春半島為特殊的熱帶季風林生態系，故以縣市為界，將屏東縣獨立分為一區。

東部分區包括花蓮及台東。此綠網分區南北狹長，雖含括多個氣候分區，但因縱谷及海岸山脈地形的相似及獨特性，故合為一區。縱谷平原兩側淺山地區多為里山環境。海岸山脈東側則有許多向東入海之獨流溪。

臺灣本島 7 個分區及離島，共 8 個綠網分區。各區的氣候及地景特色與保育重點或策略，摘要列於表 3.1-1。詳細之保育重點與策略，請見後述陸域及水域關注區域之章節內容。

表 3.1-1 各綠網生態分區的環境特色及保育重點或策略

分區	環境特色	保育重點或策略
北部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大屯火山群壘北側分布扇形排列之獨流溪</li> <li>● 大屯火山群壘北側，以及位於雪山山脈北端尾稜的坪林、雙溪、貢寮一帶，分布有淡水濕地及水梯田</li> <li>● 年降水量高，且降水季節性不明顯，使溪流長年流量相對穩定，成為形塑及維持濕地及水梯田地景的重要環境條件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持淡水濕地及水梯田環境，提供依賴該等環境生物的棲地及庇護所。</li> <li>● 連結周邊溪流、草地、森林等自然環境，並與社區協力，營造里山地景。</li> <li>● 保育淡水濕地及里山環境生物。</li> <li>● 改善與維護獨流溪環境，確保迴游生物廊道之通暢與棲地品質。</li> </ul>
西北部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 淺山森林與農地鑲嵌之里山地景</li> <li>● 桃園埤塘濕地</li> <li>● 藻礁及海岸林</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 維護及串聯重點埤塘濕地。</li> <li>● 建立淺山森林棲地之生態廊道，減少動物路殺事件。</li> <li>● 推動友善農業，營造合適石虎等野生動物的棲地。</li> <li>● 營造及維護海岸生態林。</li> </ul>
西部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 淺山生態系及里山地景</li> <li>● 沿海潮間帶泥灘濕地與內陸地層下陷之濕地</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 推動友善農業生產，營造合適石虎、諸羅樹蛙、環頸雉等生物生存之環境。</li> <li>● 社區協力維護里山及里海生態環境。</li> </ul>
西南部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 淺山生態系及里山地景</li> <li>● 河口、魚塢及廢棄鹽田濕地</li> <li>● 埤塘及水圳</li> <li>● 潟湖</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 推動社區協力維護淺山地帶里山環境，以營造適合山麻雀等生物之棲地。</li> </ul>

分區	環境特色	保育重點或策略
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 推動友善農業，營造適合水雉、草鴉等生物生存之環境。</li> <li>● 改善河川地、台糖土地、國產署畸零地環境，使其適合草鴉棲息。</li> <li>● 維持淺坪魚塭週期性曬池，以營造友善水鳥之環境。</li> </ul>
南部及恆春半島	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 熱帶季風林</li> <li>● 淺山里山環境</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 移除入侵種銀合歡，進行生態造林以恢復熱帶季風林。</li> <li>● 推動社區協力維護淺山地區之里山環境，以營造適合黑鳶、黃鸝等生物之棲地。</li> <li>● 改善與維護恆春半島獨流溪環境，確保迴游生物廊道之通暢與棲地品質。</li> <li>● 減少陸蟹路殺事件。</li> </ul>
東北部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 淺山分布大面積且連續之森林，並連接蘭陽平原水田及河口濕地</li> <li>● 年降水量高及降水季節分布平均，山麓與平原交界之沖積扇湧泉發達</li> <li>● 稻田在二期及冬季休耕期間湛水，與河口濕地形成大面積濕地系統</li> <li>● 北側頭城一帶有獨流溪，南側大南澳平原則是重要的里山環境</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 維護蘭陽平原與河口的連續性濕地系統，以及依賴大面積濕地的生物，尤其是繁殖水鳥以及冬季遷移性水鳥。</li> <li>● 改善與維護獨流溪環境，確保迴游生物廊道之通暢與棲地品質。</li> <li>● 維護山麓湧泉區的里山環境及生存其間的生物。</li> <li>● 保育山區公路沿線里山環境棲息之珍貴稀有生物。</li> </ul>
東部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 縱谷平原里山環境</li> <li>● 海岸山脈里山及里海地景</li> <li>● 海岸山脈東側獨流溪各具環境及生態特色</li> <li>● 主要河川，例如花蓮溪、卑南溪、知本溪，其出海口形成大面積濕地</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建立及維持連結縱谷東西兩側森林之生態廊道。</li> <li>● 改善與維護獨流溪環境，確保迴游生物廊道之通暢與棲地品質。</li> <li>● 社區協力維護里山環境與臨海水梯田。</li> <li>● 維護河口及縱谷淡水濕地，確保濕地生物之棲息環境。</li> <li>● 移除入侵種如銀合歡、刺軸含羞木等，進行生態造林以恢復熱帶季風林。</li> </ul>
離島		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 蘭嶼：改善溪流棲地，維護原生植物生態系。</li> <li>● 綠島：生態造林以營造臺灣狐蝠合適之棲地；減少環島公路路殺事件。</li> <li>● 澎湖：推動社區協力維護里海環境。</li> <li>● 金門：維護水獺棲地，減少路殺；改善大鱗梅氏鰻棲地環境。</li> <li>● 馬祖：維持海岸濕地生物多樣性，推動友善農地措施。</li> </ul>

### 3.2 環境因子資料庫

國土綠網規劃必須基於環境背景資料。本計畫以 500 × 500 m 及 1 × 1 km 網格系統建構環境背景資料庫。使用的環境因子包括海拔高度、氣候、土地利用類型、以及其它因子 4 類。

海拔高度原始資料取自內政部 2016 年發布之 20 × 20 m 的數值高程模型 (Digital Elevation Model, DEM; <https://data.gov.tw/dataset/35430>)。計算每一網格內的所有 20 × 20 m DEM 數值之算術平均值，得到該網格的平均海拔。

氣候因子包括年均溫、溫度季節性、年降水量、降水季節性 4 項因子。氣候資料取自 TCCIP 提供之 2000–2012 年的每月降雨及均溫資訊，解析度約 1 × 1 km。先計算 2000–2012 年的一至十二月之每月均溫及降水量。年均溫以一至十二月的月均溫平均之。溫度季節性為一至十二月的月均溫之標準差；數值愈大，季節性愈明顯。年降水量為一至十二月的月均降水量之累加值。降水季節性為一至十二月降水量的變異係數；變異係數愈大，降水季節性愈明顯。

土地利用類型包括鬱閉林地、半鬱閉林地、開闊棲地、旱田、水田、濕地、靜止水域、流動水域、裸露地、人工鋪面或建物，共 10 類。資料取自內政部國土測繪中心第三次國土利用調查成果。原始資料為多邊形 (polygon)，先轉換成 10 × 10 m 解析度之柵格式資料，再據以計算每一網格各類型土地利用的百分比。土地利用類型係依據內政部國土測繪中心之「土地利用分類系統表」之分類所整併；詳見表 3.2-1。

表 3.2-1 土地利用類型與國土測繪中心土地利用分類系統對照表

土地利用類型	第 1 級 ( 2 碼 ) 及第 2 級 ( 4 碼 ) 代碼與對應之土地類別
鬱閉林地	0201 針葉林 0202 闊葉林 0203 竹林 0204 混淆林
半鬱閉林地	0103 果園 0205 灌木林
開闊棲地	0206 其他森林利用土地 0507 殯葬設施 ( 墓地多為草生地環境 ) 0702 休閒設施 ( 多為河濱公園之類的開闊環境 ) 0902 草生地 0905 空置地
旱田	0102 旱田
水田	0101 水田
濕地	0104 水產養殖 0803 鹽業及相關設施 ( 位於嘉義及台南者 ) 0901 濕地
靜止水域	0404 水庫 0405 湖泊 0406 蓄水池
流動水域	0401 河道 0403 溝渠
裸露地	0407 水道沙洲灘地 0801 礦業及相關設施 0802 土石及相關設施 0903 裸露地 0904 營建剩餘土石收容處理相關設施
人工鋪面或建物	0105 畜牧 0106 農業相關設施 03xx 交通利用土地 0402 堤防 0408 水利構造物 0409 防汛道路 05xx 建築利用土地 ( 0507 除外 )

	<p>06xx 公共利用土地</p> <p>0701 文化設施 ( 但福山植物園、哈盆、新化林場編修為鬱閉林地 )</p> <p>0703 休閒設施 ( 但藤枝森林遊樂區編修為鬱閉林地；其它多邊形大於 20 ha 者為高爾夫球場，編修為開闢棲地，但大鵬灣賽車場仍列為人工鋪面或建物 )</p> <p>0803 鹽業及相關設施 ( 位於苗栗通宵之多邊形 )</p>
--	---

國土測繪中心之土地利用分類並無法完全滿足綠網規劃之需求。鳳梨田在國土測繪中心之土地利用分類歸屬於 0103 果園。但以地景生態角度而言，鳳梨園歸類為旱田顯然更為合適。行政院農業委員會農業試驗所 (以下簡稱農試所) 曾依據衛星影像判識各類農作分布。我們將農試所判識為鳳梨田之區域定義為旱田，並以之取代國土利用調查成果的土地利用型態。限於資料的可獲得性，雲林及臺南地區採用 2014 年衛星影像判識成果，其餘縣市以 2017 年衛星影像判識成果之鳳梨田取代國土利用調查的 0103 果園。

其它因子包括人口密度、與最近河流距離、以及道路面積。人口密度資料取自交通部交通網路地理資訊倉儲系統 ([https://gist.motc.gov.tw/gist\\_web/](https://gist.motc.gov.tw/gist_web/)) 之最小統計區人口數；人口統計時間為 2014 年 12 月。每一統計區人口數先換算成人口密度 (人數/平方公里)，再轉換成 10 m 解析度之柵格式資料，據以計算每一網格平均人口密度。河流及道路圖層取自 2016 年版交通網路數值圖；道路圖層含括國道、省道、縣道、鄉道、6 米以上都市道路、產業道路及無路名道路。

### 3.3 陸域重要關注區域指認

陸域重要關注區域由 6 個面向指認，包括：1. 動物多樣性熱點分布；2. 關注動物的分布；3. 水鳥分布熱區；4. 瀕危及受脅植物重要棲地；5. 關注地景的分布；6. 關注議題所在區位。動物多樣性熱點即動物種類數特別高的區域；本計畫藉由動物分布資料庫，建構每一動物的分布模型，再疊合得到動物多樣性分布圖，指出熱點位置。關注動物在此專指分布於平地或低海拔山區，且生存受到威脅而需特別予以關注之動物種類；包括保育類野生動物、列名臺灣紅皮書或 IUCN 紅皮書物種、以及棲地受威脅之物種。水鳥分布熱區分為兩部分，一是海岸水鳥分布熱區，另一是農濕地水鳥的分布熱區。瀕危及受脅植物重要棲地是盤點紅皮書植物的分布及特有性高的分布區域。關注地景，即一般熟知的里山環境；關於里山之論述，過去大多只談概念，缺乏指認里山環境的量化標準。本計畫在地景上，賦予里山明確之操作型定義，指認出值得關注的地景。關注議題則是被各林區管理處關注的保育議題之分布區位，以及路殺熱點分布。

本計畫不做臺灣的群落生境 (biotope) 分類，亦即不盤點各類型棲地的空間分布。計畫原定採用歐洲生態網絡方法，研擬群落生境分類，並以既有土地類別分類之圖資為基礎，建構全土地覆蓋之棲地分類架構，繪製全國生態綠網概念圖。但經與多位專家學者討論，認為群落生境分類與製圖，雖有助於調查人員針對棲地的溝通與生態調查，而能成為生態研究累積長期資料的基礎，惟若要做為規劃國土生態綠網之主要方法，則仍有待商榷。引進一套新的棲地分類系統，很有可能與國內既有國土計畫土地利用類別、植群調查類別、農地調查類別等分類系統產生介接困擾。另外，分類依據與重要生態系指認的關聯性也有待釐清。推動新方法所需資源、影像材料及判識方法等實務操作是否可行，也是一個棘手的問題。而地景地貌、植群形相及生態系統，也可能隨時間快速變遷或演替，這些因素都會影響生態綠網規劃。

Biotope 概念在臺灣有應用上的困難。歐洲生態網絡盤點特定棲地分布，指認核心區與生態廊道。這想法的問題，一是相對於歐洲而言，臺灣的空間尺度很小，在水平梯度上，難以明顯區分不同的地理氣候區；biotope 當中比較大尺度的操作顯得很沒必要。其次，棲地分類要多細？過細的分類是否仍具有生態意義？則是另一個問題。再者，人為活動產生的特定類型棲地，也會因人類活動而快速變遷。例如農田因作物輪作，會使得其棲地類型快速轉換。盤點各類型棲地的分布，在生態綠網推動上，並沒有太多實質意義。事實上，臺灣大部分生物的棲地選擇並不具專一性；以網格系統盤點生物多樣性及個別物種的空間分布，是比較務實的做法。而少數具棲地專一性且瀕危的物種，例如草鴉，則將其列入關注物種，即可彌補因缺乏盤點該專一棲地而產生之疏漏。

另外，陸域重要關注區域排除都會區。都市的樓房、大面積不透水鋪面、低頻噪音、夜間光害等環境條件，對野生動植物而言，都是有別於自然野地的棲地特徵。都市是近百年來的新興棲地類型。對大部分物種而言，都市並非其唯一或主要棲地。除少數能同時適應都市與郊外的廣布種，大部分生物事實上難以適應都市環境；而且能適應都市者，很大比例是外來種。許多學者或組織倡議在都市保護生物多樣性，例如地方環境行動國際委員會 (International Council for Local Environmental Initiatives) 就設有都市生物多樣性中心 (ICLEI's Cities Biodiversity Center) (<https://cbc.iclei.org/>)，推動城市生物多樣性保護工作。但如上所述，僅少數野生動植物能適應都市，且都市並非原生生物主要棲地。因此在都市，不管個別物種或種類多樣性的保育，主要目的並不在自然保育本身，而在於改善都市居民的生活品質，以及減少對鄰近地區生態系服務的依賴。另外，對於已經能適應都市環境的生物，例如鳳頭蒼鷹，當然也不存在保育課題。基於此，本計畫將都會區排除在綠網關注區域之外。

本計畫嚴格認定欲排除之都會區，以避免在保育上有所疏漏。行政院主計總處定義都會區為社會、經濟合為一體之鄉鎮市所共同組成之地區，且人口達三十萬人以上；其中人口數達二十萬人以上者，則為都會區的中心都市

(<https://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=955&ctNode=1313>)。惟目前並沒有明確公告都會區邊界或範圍。地方制度法規定縣轄市人口標準為十萬人以上。依內政部 2019 年底各鄉鎮市區人口統計 (<https://data.gov.tw/dataset/8410>)，十萬人以上的鄉鎮市區之平均人口密度為每平方公里 5018 人。據此，本計畫以人口數達十萬人以上，且單獨或彼此相連而達到總人口數二十萬以上者為都會區。由於選出之鄉鎮市區內，仍有開發程度不同之別。尤其面積較大的行政區，仍可能保有值得關注的近自然之區域。因此再以其中人口密度達每平方公里 5000 人以上之村里為綠網欲排除之都會核心區域；惟考慮綠網關注區域的區塊完整性，最後排除或保留之村里，以主觀決定之。

### 3.3.1 動物多樣性熱點

生物多樣性空間分布資訊，是綠網藍圖規劃的重要參考依據。生物多樣性內涵包括基因多樣性、種類多樣性、以及生態系多樣性。其中，種類多樣性特別高的區域，稱之為生物多樣性熱點 (biodiversity hotspots)。在保育的資源有限之情況下，選擇以生物多樣性熱點為重點保育區域，已成為國際保育趨勢。也因此，生物多樣性熱點的空間分布，必然是規劃國土綠網時的重要資訊。

建構生物多樣性空間分布資訊，直接做法包括現地調查、從相關生物多樣性資訊資料庫獲取物種分布資訊之後再疊加計算、或由生物資源調查相關之文獻整理得到。然而，這些途徑均存在兩個困境，一是難以在空間上全面調查，導致很多地區的生物多樣性狀況不明；另一是已調查區域之間的調查努力量不均等，以至於標記之生物多樣性熱點，可能僅是調查努力量較高之區域。

以物種分布模型 (species distribution models, SDMs) 建構生物多樣性空間分布資訊，可以避免前述困境。物種分布模型是藉由已調查區域之物種分布資訊，以及由遙測方法獲得的已調查與未調查區域之背景環境資訊，透過數學或機器學習方法，預測物種的空間分布模式。將所有物種的分布模型疊加，即可以得到生物多樣性的空間分布模式。

#### 一、資料來源與處理

本計畫建構了哺乳類、鳥類、兩生類、爬行動物以及蝴蝶 5 個分類群的生物多樣性分布圖。

哺乳動物空間分布資料取自行政院農業委員會特有生物研究保育中心 (以下簡稱特生中心) 1992–2015 年的歷年哺乳動物資源調查 (張簡琳玟，私人通訊)、以及臺灣生物多樣性網絡 (Taiwan Biodiversity Network，以下簡稱 TBN；<https://www.tbn.org.tw/>) 介接之資料庫。由 TBN 取用的哺乳動物分布資料之調查年份限定在 2000–2019 年之間；只取用未模糊化之原始點位資料，並刪除外來種或歸化種，包括水牛及緬甸小鼠，同時也刪除重新引到野外的臺灣梅花鹿。

鳥類以繁殖季(三至六月)的分布資料建構生物多樣性分布圖。資料來源為臺灣繁殖鳥類大調查 (<https://sites.google.com/a/birds-tesri.twbbs.org/bbs-taiwan/>) 2009–2015 年的調查成果，但刪除外來種及在臺灣沒有繁殖紀錄之鳥種。另外，有些鳥種存在繁殖個體，但其度冬或過境個體更為普遍，包括小環頸鴉、東方環頸鴉及東方蜂鷹；由於調查期間難以區別記錄到的是繁殖或遷移個體，因此不列入分析。

兩生類及爬行動物之空間分布資料亦取自 TBN。調查年份限定 2000–2019 年之間，並只取用未模糊化之原始點位資料，且刪除外來種。蝴蝶空間分布資料則取自特生中心歷年蝴蝶資源調查資料(朱汶偵，私人通訊)；調查期間介於 1993–2017 年之間。

為使生物空間分布與土地利用現況相吻合，我們檢查生物分布紀錄點位的土地利用變遷。我們使用陳宛均等 (2020) 整理之陸域環境因子多時序資料集。依據生物空間分布調查的時間，比對生物出現的每一  $1 \times 1$  km 網格在 1995 與 2015 年，或 2005 與 2015 年之間的土地利用類型。如果某一土地利用類型比例的變動超過 25%，即刪除該筆分布資料。

## 二、物種分布模型建構

本計畫以 Maximum Entropy (Phillips et al. 2004, Phillips et al. 2006, Banavar et al. 2010, Harte 2011) 建構物種分布模型。建構物種分布模型的方法非常多，各式方法對於輸入的物種分布資訊之測量尺度可分為 3 類：絕對或相對豐富度、出現及未出現的二位元資料、以及僅需出現之分布紀錄。其中，取得豐富度資料所需投入的調查努力量最大，也因此能從開放資料庫獲得可分析的資料量最少；而且不同文獻來源的樣本之間，其調查努力量可能不一致，也會影響據以建構之物種分布模型。相對而言，出現與未出現之二位元資料較容易獲得。但二位元資料可能產生偽陰性。有調查但無分布紀錄之點位，不見得該地點真的無目標物種分布，也可能實際有分布，但因調查努力量不足，導致因隨機因素或調查時受到其它生物與非生物因子干擾而未察覺。以 Maximum Entropy 建構物種分布模型僅需物種出現之點位即可，且需要的樣本數不多，即可建立可信的分布模型，因此近年已被廣泛使用 (Ahmed et al. 2015)。本計畫以 Maximum Entropy 建構物種分布模型，再疊加各分布模型，得到種類多樣性空間分布模式。

分布模型建構以 Maxent version 3.4.1 (Phillips et al.) 軟體進行。參數設定：輸出格式選擇 Logistic；訓練樣本與測試樣本的比例為 3:1；其餘使用軟體預設值 (Merow et al. 2013)。運算結果得到的 Logistic 格式之背景預測值為 0-1 的機率值。此為連續性數值，必須設定一個臨界值，以判定每一網格預測動物出現或不出現。區分預測有否分布之臨界值，採用 10 percentile training presence 決定之 (Norris 2014)。

建構物種分布模型選用的環境因子包括海拔、年均溫、溫度季節性、年雨量、降水季節性、鬱閉林地、半鬱閉林地、靜止水域、裸露地、人工鋪面與建物 10 項環境因子。另外，繁殖鳥類、兩生類、爬行動物及蝴蝶還選擇了開闊棲地、旱田、水田、濕地、流動水域 5 項因子。哺乳動物則另選用開闊棲地與農地 (開闊棲地、旱田、水田 3 項的總覆蓋百分比) 及人口密度。繁殖鳥類、哺乳動物及爬行動物另選用與最近河流距離此項因子。

### 三、生物多樣性分布圖

完成各分類群物種的分布模型之後，將符合模型判定標準的物種之二位元分布預測圖疊加，以得到種類多樣性分布圖。物種分布模型判定標準有二，均必須滿足。一是訓練樣本數大於 25 筆 (即 25 個  $1 \times 1$  km 網格有分布紀錄)，另一是訓練樣本與測試樣本的 AUC (area under the curve) 均必須在 0.75 以上。AUC 是模型可信度的判定標準之一，若分布模型為隨機猜測所得，則其 AUC 為 0.5；AUC 愈高，表示模型愈能預測物種的空間分布 (Hanley and McNeil 1982)。一般而言，分布模型的 AUC 達 0.7 以上，屬於中等以上的表現 (Swets 1988, Manel et al. 2001)。

分布模型建構結果，符合篩選標準的種類數，哺乳動物有 42 種，繁殖鳥類 110 種，兩生類 25 種，爬行動物 47 種，蝴蝶則有 82 種 (物種名錄詳見附錄二)。各分類群以其種類多樣性最高的前 5% 網格的種類數為界定多樣性熱點之臨界值；種類數高於該臨界值者，為該分類群的生物多樣性熱點。各分類群的種類多樣性分布圖及生物多樣性熱點分布，如圖 3.3-1。需特別注意的是，受限於資料的可獲得性，**本計畫分析得到的各動物類群之多樣性分布圖，可能與其真正的種類多樣性分布狀況有些許出入，解讀及引用需特別注意。**其中，兩生類及爬行動物用以建構物種分布模型的資料取自 TBN，其介接之原始資料來源，並非均是在全島隨機設置樣點的調查結果；非隨機抽樣之資料，其建構的物種分布模型，可能會產生較大偏差。蝴蝶則有分析物種數過少，可能缺乏代表性的疑慮；蝴蝶分析種類數僅約佔全臺物種數紀錄的 1/5。雖然如此，但在本計畫中，多樣性熱點僅是做為規劃綠網關注區域的背景資訊之一，而非唯一。多樣性熱點分布雖難以百分之百正確，但大致的空間分布樣貌，應該不會相差太多，仍足以供做生態綠網規劃的背景參考資訊。

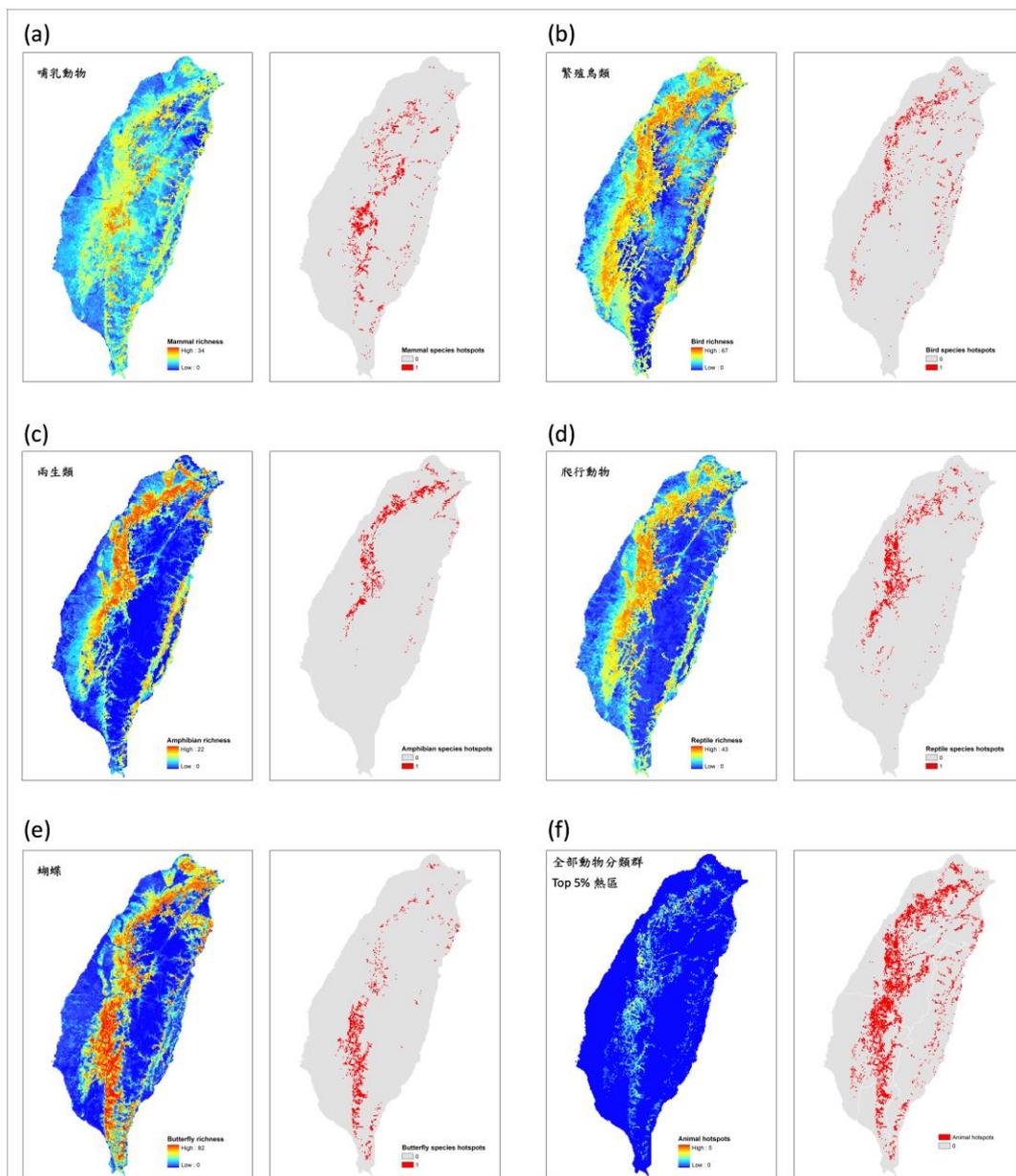


圖 3.3-1 (a)哺乳動物、(b)繁殖鳥類、(c)兩生類、(d)爬行動物、以及(e)蝴蝶的種類多樣性及多樣性熱點(種類多樣性排序前 5%網格)之分布情形，以及(f)全部 5 個分類群的生物多樣性熱點累加分布情形

### 3.3.2 關注動物之空間分布

#### 一、關注動物清單

生態綠網以平地及低海拔地區為重點規劃區域，關注動物即專指分布於此，且生存受到威脅需特別予以關注之動物種類；包括保育類野生動物、列名臺灣紅皮書或 IUCN 紅皮書物種，以及棲地受威脅之物種，並在考量生態綠網的可操作性之後，經專家諮詢決定。共列出關注動物 71 種，包括瀕危動物(一級保育類) 16 種 (哺乳類 4 種、鳥類 4 種、爬行類 3 種、淡水魚類 2 種、無脊椎動

物 3 種)·其他關注地景 (即里地里山環境·非屬一級保育類) 重要物種 55 種 (哺乳類 6 種、鳥類 9 種、爬行類 7 種、兩生類 7 種、淡水魚類 15 種、無脊椎動物 11 種)·如表 3.3-1。

## 二、資料來源與處理

各關注動物的空間分布資料與處理方式·沿用「3.3.1 動物多樣性熱點」所取得之各物種原始分布點位資訊。針對資料缺乏之稀有、隱蔽或敏感物種·另輔以林務局與各林區管理處區域綠網研究計畫或調查資料、以及單一物種之生態調查或長期研究報告等。資料取得方式詳細說明如下。

### (一)哺乳類

石虎原始分布資料·分別來自新竹林區管理處、東勢林區管理處、南投林區管理處提供其區域綠網計畫之石虎分布點位·以及特有生物研究保育中心 (林育秀·私人通訊)；另採用林務局「重要石虎棲地保育評析」計畫 (姜博仁等 2015；林良恭等 2016) 之「石虎重要棲地評析與廊道分析」成果 (姜博仁·私人通訊)·以及特生中心之石虎分布範圍模式推估成果 (特有生物研究保育中心 2020)。歐亞水獺、臺灣黑熊之原始分布點位由林務局提供。南投林區管理處提供食蟹獾補充調查資料。其餘物種分布資料與 3.3.1 動物多樣性熱點相同。

### (二)鳥類

除前述 BBS 資料·亦取用 TBN 資料庫未模糊化之原始點位資料。此外·由林務局提供草鴉原始分布點位·並採用特生中心之草鴉關鍵棲地分布成果 (特有生物研究保育中心 2019)。東勢林區管理處提供環頸雉分布點位·花蓮林區管理處提供水雉分布點位；另取得未公開之熊鷹 (謝季恩·私人通訊) 與黃魚鴉 (洪孝宇·私人通訊) 分布點位。

### (三)爬行類

新竹林區管理處提供食蛇龜與柴棺龜分布點位；另取得羅東林區管理處彙整提供之唐水蛇分布點位。其餘物種分布資料如前述。

### (四)兩生類

花蓮林區管理處提供金線蛙分布點位·南投林區管理處提供諸羅樹蛙分布點位。其餘物種分布資料如前述。

### (五)無脊椎動物

採用 TBN 未模糊化之原始點位資料·並由花蓮林區管理處提供林投攀相手蟹調查點位。另取得未公開之大田蟹分布點位 (觀察家生態顧問有限公司·私人通訊)。

## (六)淡水魚類

在 TBN 資料外，蒐集經濟部水利署「河川情勢調查」，以及林務局歷年相關水域生物資源調查等之近 15 年分布資料。詳見 3.4.1 關注淡水魚。

前述各物種分布原始資料，均依專家學者建議，刪除其中可能定位錯誤、鑑定錯誤、以及人為放生之分布紀錄，並如前述 (3.3.1 動物多樣性熱點) 檢查生物分布紀錄點位的土地利用變遷，以使生物空間分布與土地利用現況吻合，惟此處採用 500 × 500m 網格，以獲得更精細尺度的關注物種空間分布資訊。

### 三、物種分布模型建構

彙整各物種之原始分布點位資料後，以 Maximum Entropy 建構陸域關注動物分布模型。延續 3.3.1 動物多樣性熱點之模式建構方法，挑選訓練樣本數大於 25 筆 (即 25 個 500 × 500 m 網格有分布紀錄) 之陸域關注動物 (哺乳類、鳥類、爬行類、兩生類)，分別建構物種分布模型。歐亞水獺僅分布於金門，且以水域活動為主，尚無合適之環境因子資料，僅能以原始點位呈現。灰面鵟鷹資料筆數雖多，然缺乏夜棲點位資訊，難以由分布點位連結棲地推估分布模式。臺灣狐蝠、水鼯、唐水蛇、鉛色水蛇、赤腹遊蛇、豎琴蛙，以及無脊椎動物中的三種關注蝴蝶，均因資料量不足，無法建構物種分布模型。其餘無脊椎動物以及淡水魚類因尚無合適之環境因子資料，僅能以原始分布點位呈現。

部分稀有、隱蔽或侷限分布物種，原始點位高度聚集 (clump) 於特定區域，受到非隨機抽樣資料之限制，建構物種分布模型時可能產生較大偏差，如諸羅樹蛙、黃魚鴉；我們以 4 x 4 km 網格重新抽樣 (bootstrap) 原始資料，同網格內僅隨機選取 1 筆紀錄以建構物種分布模型。其餘物種以清理過之原始資料進行運算。

建構個別物種分布模型所採用之環境因子，與 3.3.1 動物多樣性熱點相同，依據物種類群設定初始參與因子；程式參數設定亦如前述，惟此處每一回合 (run) 之模式推估，均採用 10 次運算結果之平均值 (replicates=10)。在每一回合的模式推估運算結束後，檢視各環境因子之貢獻度，並依據用以判定預測結果之 AUC 數值表現，評估是否需要調整環境因子組合，再重新運算；若模型已達合理表現，即接受此模型。

分布模型建構運算結果得到的 Logistic 格式之背景預測值為 0 - 1 的連續機率值，以 10 percentile training presence 決定區分預測有否之臨界值 (threshold) (詳見 3.3.1 動物多樣性熱點)。依據專家意見與各物種之實際生物地理分布，手動調整預測為「有」之網格，例如烏頭翁之分布模型顯示西部平原亦屬合適之棲地環境，但考量實際生物地理分布，僅保留東部與恆春半島之預測結果。

#### 四、關注動物空間分布

本計畫彙整了 71 種關注動物分布資訊，並建構其中 31 種動物分布模型 (哺乳類 6 種、鳥類 12 種、爬行類 7 種、兩生類 6 種)，各模型表現良好 (AUC 在 0.847 到 0.997 之間)，如表 3.3-1。此處僅呈現食蛇龜之原始分布點位與物種分布模型結果 (包括各網格之推估機率值，以及預測為「有」之網格) 作為範例 (圖 3.3-2)，其餘物種分布資訊以檔案形式交付委託單位。

在各關注動物中，石虎已由林務局推動多項族群調查與保育計畫，並於「重要石虎棲地保育評析」計畫 (姜博仁等 2015；林良恭等 2016) 產出「石虎重要棲地評析與廊道分析」成果 (姜博仁，私人通訊)，對石虎的棲地評估有詳盡分析；特生中心亦於近期更新石虎潛在分布範圍 (特有生物研究保育中心 2020)，故本計畫並未自行建構石虎分布模型，而是引用前述研究成果作為國土綠網關注區域之指認參考。此外，在指認與草鴉相關之國土綠網關注區域時，除了本計畫自行建構之物種分布模型，亦一併納入特生中心之草鴉關鍵棲地分布成果 (特有生物研究保育中心 2019) 作為參考依據。

值得注意的是，原始分布點位代表物種曾出現之紀錄，但「無紀錄」並不代表「物種不存在」，可能只是未曾調查，或是在調查時沒有被記錄到。物種分布模型建構受限於可取得之資料狀態，包括研究人員對物種基礎生態習性的瞭解、物種本身之分布資料、以及對應之環境因子資料，缺一不可。**受限於資料的可獲得性，本計畫分析得到的各關注動物空間分布資訊 (原始點位與物種分布模型)，可能與其真正的分布狀況有些許出入，解讀及引用需特別注意。**然因本計畫產出之各關注物種空間分布資訊，乃作為指認國土綠網關注區域參考標準之一 (而非唯一)，目的在於確保少數具棲地專一性且瀕危之物種不被遺漏，並非針對各單一關注物種進行保育研究計畫，仍可符合本計畫之目的需求。

各關注物種之既有基礎生物與生態研究資訊 (如物種分類、族群數量與密度、分布範圍、棲地偏好、動物生理學、繁殖生物學等)，在不同類群、不同物種間，均有極大差異。陸域脊椎動物中，配合專家研究體系規劃之系統性調查與生物監測，推動開放資料，以及公眾參與之公民科學的努力下，鳥類已有較多資料可進行相對完善的分析，其他類群的資料品質亦逐漸提升；然而無脊椎動物與淡水魚類之多數物種資料仍相當缺乏。針對資料稀缺之物種，應審慎研擬推動基礎生物學研究，以瞭解其物種分類、族群數量與棲地分布等生態習性，評估保育需求。

最後，本計畫所列 71 種關注動物清單，乃依據國土綠網現階段「針對平地與低海拔範圍指認關注區域」需求提出，部分物種具備保護傘 (umbrella) 功能，如以石虎代表淺山森林與溪流生態系，以草鴉代表草生地，以水雉代表浮水植物棲地，以山麻雀代表里山生產環境，以水棲蛇類與兩生類代表淡水域濕地等，期能涵蓋未被列入關注清單之物種棲地保育需求。未來可依據綠網計

畫各階段執行成果，予以滾動式修正，在物種類群的選擇上亦可增加多樣性，如納入與人類活動密切相關之蝙蝠類群；各林區管理處實際執行中尺度與小尺度之區域綠網計畫時，亦可依照國土綠網關注區域規劃之保育重點，納入各區域特色物種，尤其是活動範圍較小、侷限分布之物種，如蜻蜓等淡水域或埤塘生物，以建構各區之特色研究計畫與保育策略。

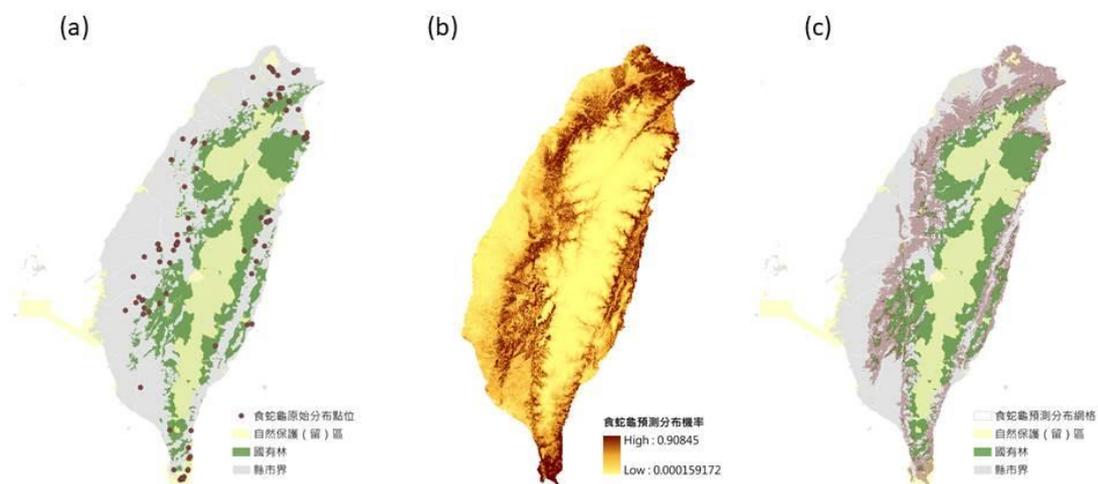


圖 3.3-2 食蛇龜空間分布資訊，(a)原始分布紀錄點位、(b)分布預測模式推估 500 × 500 m 網格之機率值、(c)以 10 percentile training presence (此處臨界值為 0.237)決定預測為「有」之網格

表 3.3-1 國土生態綠網關注動物清單

生物類群	物種名稱	學名	類別 <sup>a</sup>	特有屬性	IUCN Redlist <sup>b</sup>	臺灣紅皮書 <sup>c</sup>	保育類等級 <sup>d</sup>	SDM	AUC
哺乳類	臺灣狐蝠	<i>Pteropus dasymallus formosus</i>	瀕危動物	特有亞種	VU	NCR	I		
哺乳類	石虎	<i>Prionailurus bengalensis</i>	瀕危動物		LC	NEN	I	*	
哺乳類	歐亞水獺	<i>Lutra lutra</i>	瀕危動物		NT	NCR	I		
哺乳類	臺灣黑熊	<i>Ursus thibetanus formosanus</i>	瀕危動物	特有亞種	VU	NEN	I	是	0.893
哺乳類	水獳	<i>Chimarrogale himalayica</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	II		
哺乳類	穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>	其他關注地景重要物種	特有亞種	CR	NVU	II	是	0.847
哺乳類	食蟹獾	<i>Herpestes urva</i>	其他關注地景重要物種		LC	NNT	III	是	0.898
哺乳類	黃喉貂	<i>Martes flavigula chrysospila</i>	其他關注地景重要物種	特有亞種	LC	NVU	III	是	0.938
哺乳類	麝香貓	<i>Viverricula indica taivana</i>	其他關注地景重要物種	特有亞種	LC	NVU	II	是	0.890
哺乳類	臺灣野山羊	<i>Capricornis swinhoei</i>	其他關注地景重要物種	特有種	LC	NNT	III	是	0.907
鳥類	黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	瀕危動物		EN	NNT	I	是	0.986
鳥類	熊鷹	<i>Nisaetus nipalensis</i>	瀕危動物		LC	NEN	I	是	0.902
鳥類	草鴉	<i>Tyto longimembris pithecopis</i>	瀕危動物	特有亞種	LC	NEN	I	是	0.978
鳥類	山麻雀	<i>Passer rutilans</i>	瀕危動物		LC	NEN	I	是	0.985/0.988 <sup>e</sup>
鳥類	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	其他關注地景重要物種		LC	NCR	II	是	0.937
鳥類	董雞	<i>Gallicrex cinerea</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	III	是	0.982
鳥類	水雉	<i>Hydrophasianus chirurgus</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	II	是	0.968
鳥類	灰面鵟鷹	<i>Butastur indicus</i>	其他關注地景重要物種		LC	NLC	II		
鳥類	黑鳶	<i>Milvus migrans</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	II	是	0.928
鳥類	黃魚鴉	<i>Ketupa flavipes</i>	其他關注地景重要物種		LC	NEN	II	是	0.909

生物類群	物種名稱	學名	類別 <sup>a</sup>	特有屬性	IUCN Redlist <sup>b</sup>	臺灣紅皮書 <sup>c</sup>	保育類等級 <sup>d</sup>	SDM	AUC
鳥類	八色鳥	<i>Pitta nympha</i>	其他關注地景重要物種		VU	NEN	II	是	0.916
鳥類	黃鸝	<i>Oriolus chinensis</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	II	是	0.932
鳥類	烏頭翁	<i>Pycnonotus taivanus</i>	其他關注地景重要物種	特有種	VU	NVU	II	是	0.907
爬行類	食蛇龜	<i>Cuora flavomarginata</i>	瀕危動物		EN	NVU	I	是	0.900
爬行類	柴棺龜	<i>Mauremys mutica</i>	瀕危動物		EN	NNT	I	是	0.959
爬行類	金絲蛇	<i>Amphiesma miyajimae</i>	瀕危動物	特有種	VU	NEN	I	是	0.997
爬行類	唐水蛇	<i>Myrrophis chinensis</i>	其他關注地景重要物種		LC	NEN	II		
爬行類	鉛色水蛇	<i>Enhydris plumbea</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	III		
爬行類	白腹遊蛇	<i>Sinonatrix percarinata</i>	其他關注地景重要物種		LC	NNT	一般類	是	0.920
爬行類	赤腹遊蛇	<i>Sinonatrix annularis</i>	其他關注地景重要物種		NE	NDD	II		
爬行類	草花蛇	<i>Xenochrophis piscator</i>	其他關注地景重要物種		NE	NLC	III	是	0.919
爬行類	百步蛇	<i>Deinagkistrodon acutus</i>	其他關注地景重要物種		NE	NLC	II	是	0.928
爬行類	鎖鍊蛇	<i>Daboia siamensis</i>	其他關注地景重要物種		LC	NLC	II	是	0.986
兩生類	豎琴蛙	<i>Babina okinavana</i>	其他關注地景重要物種		EN	NCR	II		
兩生類	臺北赤蛙	<i>Hylarana taipehensis</i>	其他關注地景重要物種		LC	NEN	II	是	0.987
兩生類	金線蛙	<i>Pelophylax fukienensis</i>	其他關注地景重要物種		LC	NNT	III	是	0.940
兩生類	諸羅樹蛙	<i>Rhacophorus arvalis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	EN	NEN	II	是	0.992
兩生類	橙腹樹蛙	<i>Rhacophorus aurantiventris</i>	其他關注地景重要物種	特有種	EN	NEN	II	是	0.993
兩生類	翡翠樹蛙	<i>Rhacophorus prasinatus</i>	其他關注地景重要物種	特有種	NT	NNT	III	是	0.992
兩生類	臺北樹蛙	<i>Rhacophorus taipeianus</i>	其他關注地景重要物種	特有種	NT	NVU	III	是	0.976
淡水魚類	巴氏銀鮡	<i>Squalidus banarescui</i>	瀕危動物	特有種	無	NCR	I		
淡水魚類	飯島氏銀鮡	<i>Squalidus ijimae</i>	瀕危動物	特有種	無	DD	I		

生物類群	物種名稱	學名	類別 <sup>a</sup>	特有屬性	IUCN Redlist <sup>b</sup>	臺灣紅皮書 <sup>c</sup>	保育類等級 <sup>d</sup>	SDM	AUC
淡水魚類	日本鰻鱺	<i>Anguilla japonica</i>	其他關注地景重要物種		EN	NCR	一般類		
淡水魚類	臺東間爬岩鰍	<i>Hemimyzon taitungensis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	VU	NEN	II		
淡水魚類	南臺中華爬岩鰍	<i>Sinogastromyzon nantaiensis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NNT	III		
淡水魚類	埔里中華爬岩鰍	<i>Sinogastromyzon puliensis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	VU	NNT	III		
淡水魚類	菊池氏細鯽	<i>Aphyocypris kikuchii</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NEN	一般類		
淡水魚類	臺灣副細鯽	<i>Pararasbora moltrechti</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NEN	II		
淡水魚類	溪流細鯽**	<i>Aphyocypris amnis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NCR	一般類		
淡水魚類	大鱗梅氏鰱	<i>Metzia mesembrinum</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NVU	III		
淡水魚類	臺灣梅氏鰱	<i>Metzia formosae</i>	其他關注地景重要物種		LC	NEN	III		
淡水魚類	斯奈德小鯽	<i>Puntius snyderi</i>	其他關注地景重要物種		無	NEN	一般類		
淡水魚類	高體鰱鰻	<i>Rhodeus ocellatus</i>	其他關注地景重要物種		DD	NNT	一般類		
淡水魚類	臺灣鮰	<i>Liobagrus formosanus</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NEN	III		
淡水魚類	中華青鱗	<i>Oryzias sinensis</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	一般類		
淡水魚類	七星鯉	<i>Channa asiatica</i>	其他關注地景重要物種		LC	NVU	一般類		
淡水魚類	蘭嶼吻鰕虎	<i>Rhinogobius lanyuensis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NCR	一般類		
無脊椎類	大紫蛺蝶	<i>Sasakia charonda formosana</i>	瀕危動物		無	(未分析)	I		
無脊椎類	寬尾鳳蝶	<i>Papilio maraho</i>	瀕危動物	特有種	NT	(未分析)	I		
無脊椎類	珠光裳鳳蝶	<i>Troides magellanus</i>	瀕危動物		LC	(未分析)	I		
無脊椎類	臺灣爺蟬	<i>Formotosena seebohmi</i>	其他關注地景重要物種		無	(未分析)	II		
無脊椎類	狄氏大田鱉	<i>Kirkaldyia deyrolli</i>	其他關注地景重要物種		無	(未分析)	一般類		
無脊椎類	印度大田鱉	<i>Lethocerus indicus</i>	其他關注地景重要物種		無	(未分析)	一般類		
無脊椎類	鉤缺晏蜓	<i>Sarasaeschna Chiangchunii</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	(未分析)	一般類		

生物類群	物種名稱	學名	類別 <sup>a</sup>	特有屬性	IUCN Redlist <sup>b</sup>	臺灣紅皮書 <sup>c</sup>	保育類等級 <sup>d</sup>	SDM	AUC
無脊椎類	刃缺晏蜓	<i>Sarasaeschna tsaopiensis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	DD	(未分析)	一般類		
無脊椎類	黃腹細蟴	<i>Ceriagrion melanurum</i>	其他關注地景重要物種		LC	(未分析)	一般類		
無脊椎類	朱環鼓蟴	<i>Rhinocypha taiwana</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	(未分析)	一般類		
無脊椎類	纖紅蜻蜓	<i>Sympetrum nantouensis</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	(未分析)	一般類		
無脊椎類	椰子蟹	<i>Birgus latro</i>	其他關注地景重要物種		DD	(未分析)	II		
無脊椎類	林投攀相手蟹	<i>Scandarma lintou</i>	其他關注地景重要物種		無	(未分析)	一般類		
無脊椎類	臺灣招潮蟹	<i>Xeruca formosensis</i>	其他關注地景重要物種		無	(未分析)	一般類		

a 類別分為瀕危動物及「其他關注地景重要物種」，前者即保育類野生動物名錄所列舉之瀕臨絕種野生動物，後者則為里山里海地景環境中「非屬瀕臨絕種野生動物」之其他重要物種。

b 滅絕風險由高至低，CR 極危，EN 瀕危，VU 易危，NT 接近受脅，LC 暫無危機，DD 資料缺乏，NE 未評估。

c 臺灣紅皮書：依據特有生物研究保育中心 2016 至 2017 年出版之鳥類 (林瑞興等 2016)、兩棲類 (林春富等 2017)、陸域爬行類 (陳元龍等 2017)、陸域哺乳類 (鄭錫奇等 2017)、以及淡水魚類 (楊正雄等 2017) 紅皮書名錄。滅絕風險由高至低，NCR: 國家極危；NEN: 國家瀕危；NVU: 國家易危；NNT: 國家接近受脅；NLC: 暫無危機；DD: 資料缺乏。注意，「臺灣紅皮書」是以物種在臺灣的分布狀況評估其滅絕風險，「IUCN Redlist」則以全球尺度評估之；評估基礎不同，故同一物種分別在「臺灣紅皮書」與「IUCN Redlist」評估的滅絕風險可能不相當。

d 保育類等級：依據行政院農業委員會 2019 年保育類野生動物名錄 (2019 年 1 月 9 日生效)。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。

e 山麻雀之 AUC 數值：因繁殖季與非繁殖季空間分布不同，分別建構物種空間分布模型。前者為繁殖季，後者為非繁殖季。

\*石虎 SDM：本計畫未建構石虎 SDM，以林務局「重要石虎棲地保育評析」計畫 (姜博仁等 2015；林良恭等 2016) 產出「石虎重要棲地評析與廊道分析」成果，以及特生中心石虎潛在分布範圍 (特有生物研究保育中心 2020) 作為國土綠網關注區域之指認參考。

\*\*溪流細鯽：因於 2017 年淡水魚紅皮書中將溪流細鯽列為 NCR 等級，而納入作為綠網關注淡水魚，然因其尚具有分類學上的爭議，因此針對此物種列入綠網關注物種名錄，有待進一步商榷，然為有利於重要棲地指認，於此暫作保留。

### 3.3.3 水鳥熱區

臺灣分布的水鳥主要為冬季遷移性鳥類，其空間分布及棲地利用可概略分為兩大類型，一是海岸泥灘濕地，另一則是內陸農田與埤塘。水鳥與大部分陸域繁殖鳥類的空間分布有極大差異，因此另外分析其分布熱點，以做為指認關注區域的背景參考資訊。

本計畫引用特生中心整理之水鳥分布熱點。特生中心的水鳥熱點依據 eBird 近 5 年冬季紀錄，亦即 2014 年 11 月至 2019 年 2 月。冬季定義為每年 11 月至翌年 2 月。選取每次調查的移動距離少於 2 km、調查面積少於 100 ha、調查持續時間在 4 hr 以內的紀錄；分布紀錄以 1 × 1 km 網格呈現。將水鳥依棲地特性分為海岸水鳥同功群與農濕地水鳥同功群。將網格內，每一季同一個同功群各組成物種之出現個體數最大值加總，得到該季合計之最大個體數；再將 5 個冬季的數量合計。所有網格再依 5 季總數排序。排序前 10% 網格，評定為水鳥熱點。同一網格，只要其中一個同功群被評定為水鳥熱點，即指認為水鳥熱點。水鳥熱點如圖 3.3-3。

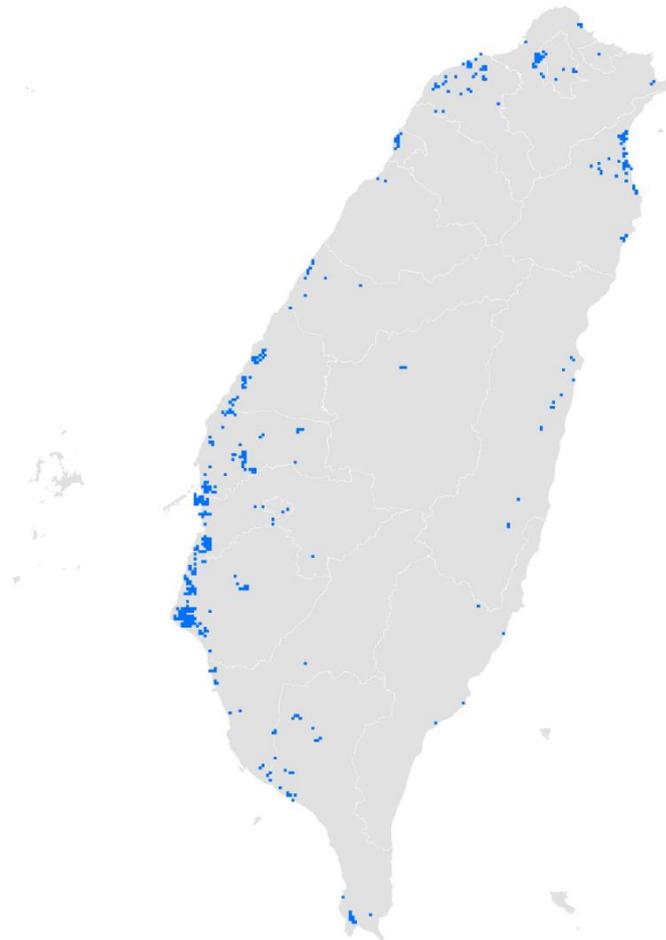


圖 3.3-3 水鳥熱點分布圖；藍色方框為 1 × 1 km 水鳥熱區之網格

### 3.3.4 瀕危及受脅植物重要棲地

植物空間分布資訊是指認關注區域的重要依據；以稀有或瀕危植物之分布，以及各地分布植物之特有性為主。這些資訊主要由林業試驗所及特生中心提供，並參酌專家意見據以指認重要關注區域。林試所之植物空間分布資料取自過往標本採集及野外調查。稀有或瀕危植物從國際自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 之定義，包括其中的嚴重瀕臨滅絕 (Critically Endangered, CR)、瀕臨滅絕 (Endangered, EN)、以及易受傷害 (Vulnerable, VU) 3 個等級。臺灣維管束植物紅皮書初評名錄內列屬者，共 908 種。特有種之認定依臺灣植物誌第二版，包括種及種以下之階層，共 1071 種。至於特生中心，則提供紅皮書受脅植物重要棲地之分布圖資。其紅皮書受脅植物分布資料取自 TBN 及專家意見。另外，植物多樣性不做為關注區域指認的標準。主要是因為植物多樣性較高的地點，多位於中高海拔地區，尤其是國家公園或自然保留區；這些地區多已受到相當程度之保護。而國土生態綠網關注重點的平地及低海拔地區，其開發也較為嚴重，原生植物的種類多樣性相對很低，因此不做為關注區域指認之參考依據。

### 3.3.5 關注地景

淺山地區常見聚落、田地、池塘、溪流、樹林交錯的地景。在此，人類與自然長期互動，和諧共存；在鑲嵌地景生活的人們，一方面透過農林漁牧生產生活所需，一方面多樣化農業活動創造出的複雜地景結構，則提升或維持了此地的生物多樣性。這樣的淺山地景，在日本稱為里地里山。聯合國 2010 年生物多樣性公約大會提出里山倡議，致力實現人類生產活動與自然的和諧共存。

里地里山地景是近山平原與淺山地帶生物多樣性非常高的重要地景。農田與森林交錯的鑲嵌環境，也經常是石虎等野生動物的重要棲地。這樣的複雜地景，當然也是構成國土生態綠網的重要一環。「里地里山」為日文用語，但生產與自然地景鑲嵌且生物多樣性高的環境不只分布在淺山，也出現在平地與沿海地區，因此本計畫將之稱為「關注地景」，以更精準描述本計畫欲指認在生態上具重要性的鑲嵌地景。

里地里山概念一直缺乏量化的操作型定義。日本是由 13 位專家學者組成「里地里山保全活用檢討會議」；由該檢討會議依據全國現有調查數據及地方政府提供的訊息，依以下 3 項基準評選之：1. 具有多樣且優良的人為活動衍生之自然環境；2. 分布有偏好或高度依賴里地里山鑲嵌環境的特徵種或稀有物種；以及 3. 對於構成全國生態系統網絡或國際候鳥的棲地或遷移中繼站非常重要者 (<https://www.env.go.jp/nature/satoyama/sentei.html>)。惟其評選過程比較類似專家會議，缺乏定量標準。本計畫則以 1 × 1 km 網格系統篩選關注地景。以下述之量化標準篩選：

1. 該網格的平均海拔在 800 m (含) 以下；

2. 網格的自然地景(鬱閉林地與開闊棲地的覆蓋百分比之和)佔 20% (含) 以上；
3. 網格的生產地景(果園、旱田、水田的覆蓋百分比之和)佔 20% (含) 以上；
4. 網格內有溪流、水塘或濕地；
5. 網格內有聚落 (即人工鋪面或建物) ，但其覆蓋百分比在 20%以下；
6. 非孤立斑塊；在八鄰規則之下 (也就是與該網格的 4 個邊或 4 個角相鄰之其它網格) ，能與其它符合上述關注地景條件之網格相連，且最終與 80%以上均為自然地景之網格相連者。

農漁業生產活動主要在平地及淺山，本計畫亦以低海拔地區為關注重點，因此選擇海拔 800 m 以下網格。里山是村落及周圍生產及自然地景鑲嵌形成的「社會-生態-生產地景」。生產與自然地景是維持生活及生物多樣性的主要地景，設定較高覆蓋比例 (20%以上)；另一方面，聚落則有負面影響，因此訂較低比例 (20%以下)。水域環境，包括溪流、水塘、濕地、水田，孕育許多水生生物或傍水而居動物，是里山地景元素之一；因此設定需有水域環境，但不限面積比例。最後，依物種-面積關係，面積愈大，能承載的種類多樣性愈高；因此設定里山網格必須可以與鄰近里山網格相連，且最終可以相通至以自然地景為主的網格。當然，上述海拔及覆蓋百分比的條件設定，仍有待進一步的科學討論。本計畫由以上條件，篩選出 2462 個 1 × 1 km 網格，分布如下圖。

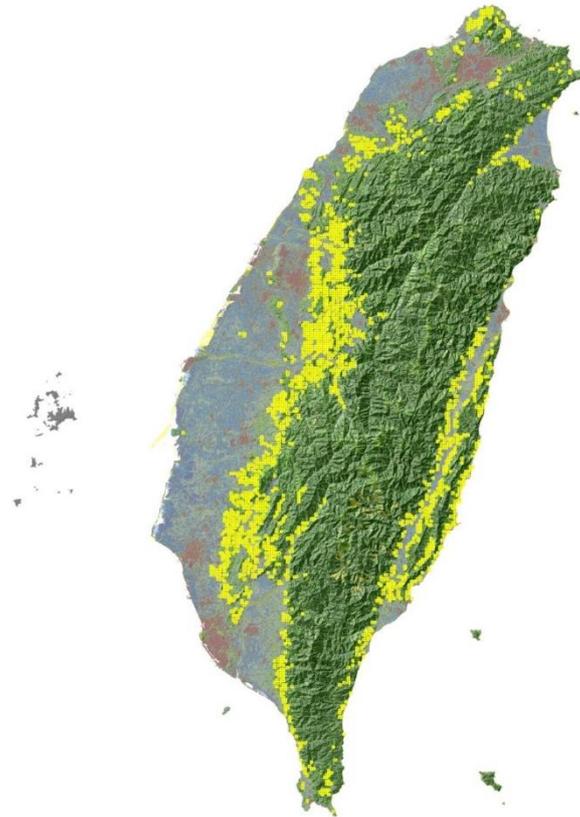


圖 3.3-4 關注地景的空間分布；黃色方框為 1 × 1 km 重要地景之網格

### 3.3.6 關注議題

林務局各林區管理處近年執行國土生態綠網相關計畫所盤點之特定保育議題的所在區位，也是指認關注區域的重要資訊。各林區管理處對於轄內之保育議題及其發生的空間位置最為清楚。惟這些保育議題所在區位，可能未能全部含括於前述指認綠網關注區域時的重要背景資訊，包括動物多樣性熱點、關注動物分布範圍、水鳥熱點、瀕危及受脅植物分布、關注地景等的空間範圍之內。例如屏東林區管理處多年來在恆春半島移除入侵種銀合歡，並以恢復為原生熱帶季風林林相為目標進行生態造林。此不管就復育生態或整體國土生態綠網的完整性而言，都非常重要。但是銀合歡經常形成單一林相，其內的動物多樣性很低；而銀合歡為近代才入侵臺灣的外來種植物，就演化歷史而言，也不會成為原生的綠網關注動物所依賴之棲地，當然，也不會有瀕危或珍稀植物棲地依附於銀合歡林。因此，依據前述指認綠網關注區域所根據之背景資訊，銀合歡林不會成為綠網關注區域。為避免疏漏，並使國土生態綠網之關注區域，由地方至全國尺度能有所連貫，故綠網關注區域納入各林區管理處執行生態綠網計畫所關注的議題之空間區位。

另外，動物路殺也是綠網關注議題。動物路殺熱點分布，反映了棲地切割與動物播遷路徑，暗示棲地之間串聯或縫補需求所在。特生中心推動「臺灣動物路死觀察網」公民科學，長期蒐集野生動物路死資料。特生中心整理的路殺熱點，是重要關注區域指認的依據之一。

### 3.3.7 陸域關注區域指認結果

陸域關注區域之指認，由林務局、林業試驗所、特生中心的專家學者，以及計畫團隊共同討論；依據 3.1 節的 8 個生態分區，逐一討論決定。參考之背景資訊包括動物多樣性熱點、關注動物分布、水鳥分布熱點、瀕危及受脅植物重要棲地、關注地景分布、以及各林區管理處關注議題之區位。綠網關注區域排除既有保護區及國有林班地，這些地區已受到相當程度之保護。而為利於後續生態綠網的政策推動，關注區域需訂定邊界。關注區域之邊界，盡量依既有行政界線，例如鄉鎮市區或村里界，或是天然地理分界線，例如河川、山稜線，以及人工構造物，例如公路。

指認結果，北部分區有 4 個關注區、西北部 6 處、西部 7 處、西南部 6 處、南部 4 處、東北部 4 處、東部 8 處；臺灣本島陸域關注區域共 39 處，另外，離島包括蘭嶼、綠島、澎湖、金門、馬祖，共 5 處關注區。全部合計指認了 44 處關注區域。詳細分布如圖 3.3-5 至圖 3.3-12。各關注區域的範圍及關注重點，請見表 3.3-2。

須特別注意的是，前述用以指認關注區域之背景資訊均以全臺的大空間尺度製備，指認的是大致(或模糊)範圍，其邊界僅為後續操作方便，非關注與否之分界。而所列關注重點(表 3.3-2)亦是依大尺度背景資訊列出之已知議題。後續區域綠網操作的詳細保育議題及區位，應於較小空間尺度進一步仔細盤點。

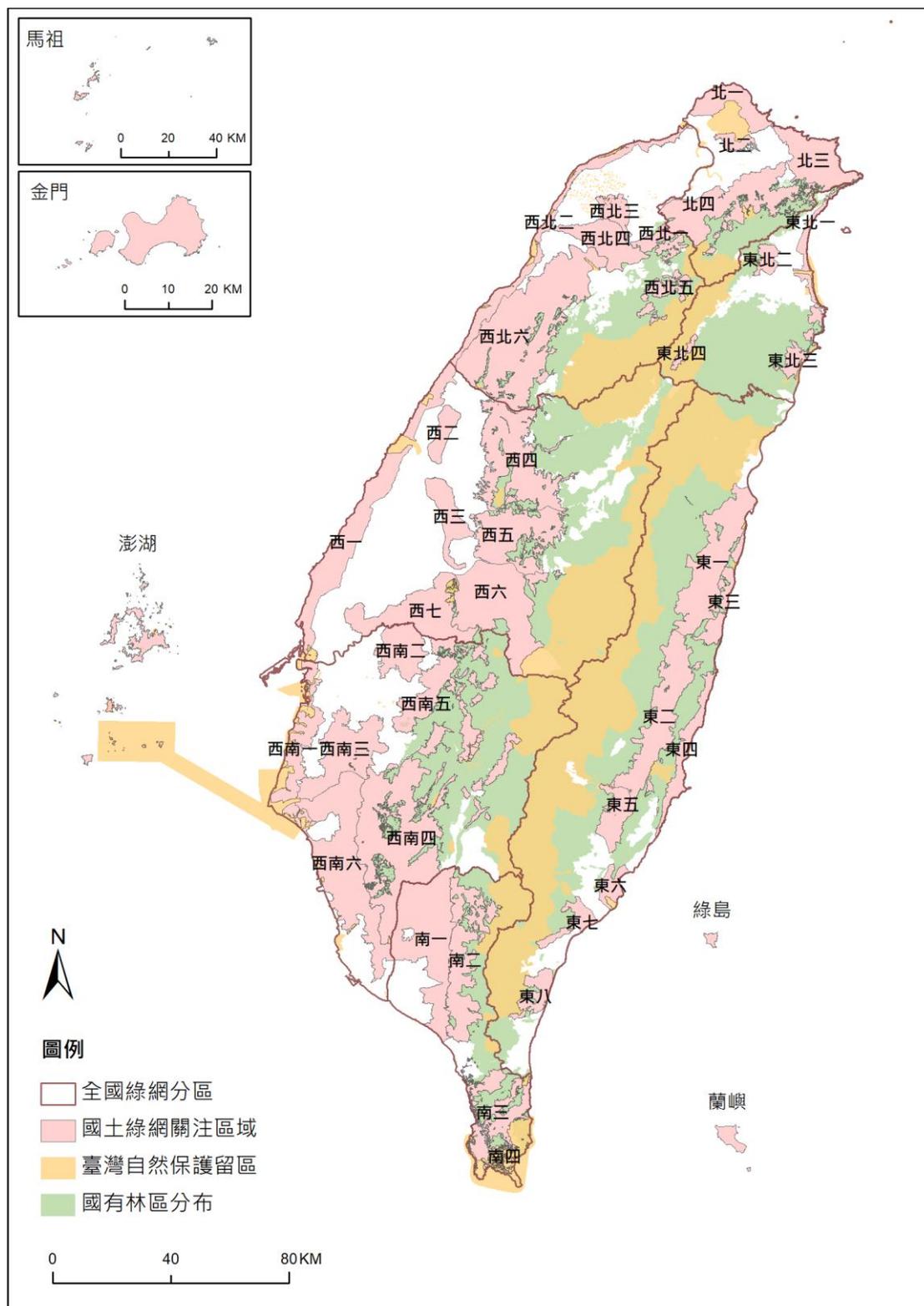


圖 3.3-5 綠網陸域關注區域指認結果 (全國)

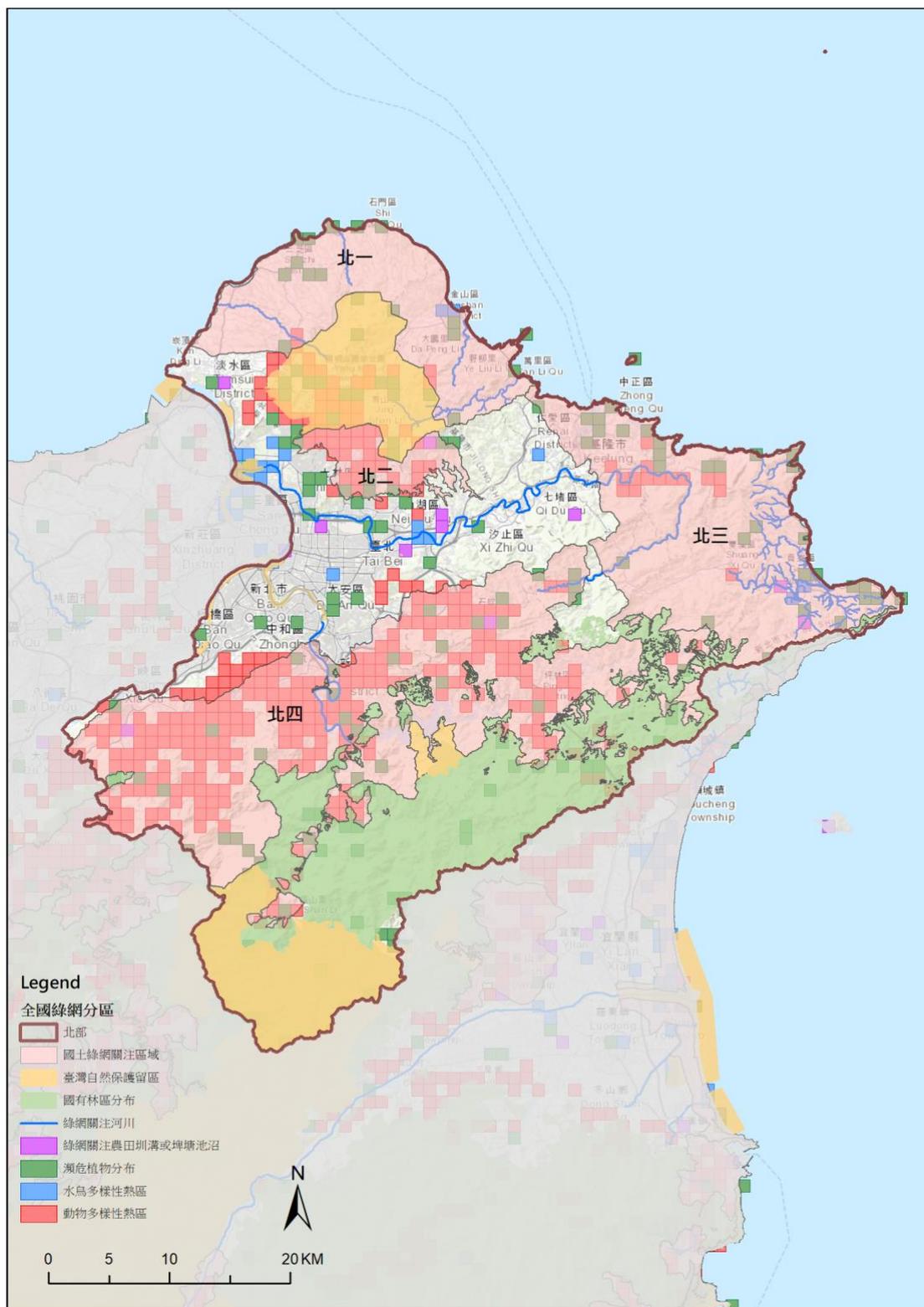


圖 3.3-6 綠網陸域關注區域指認結果 ( 北部 )

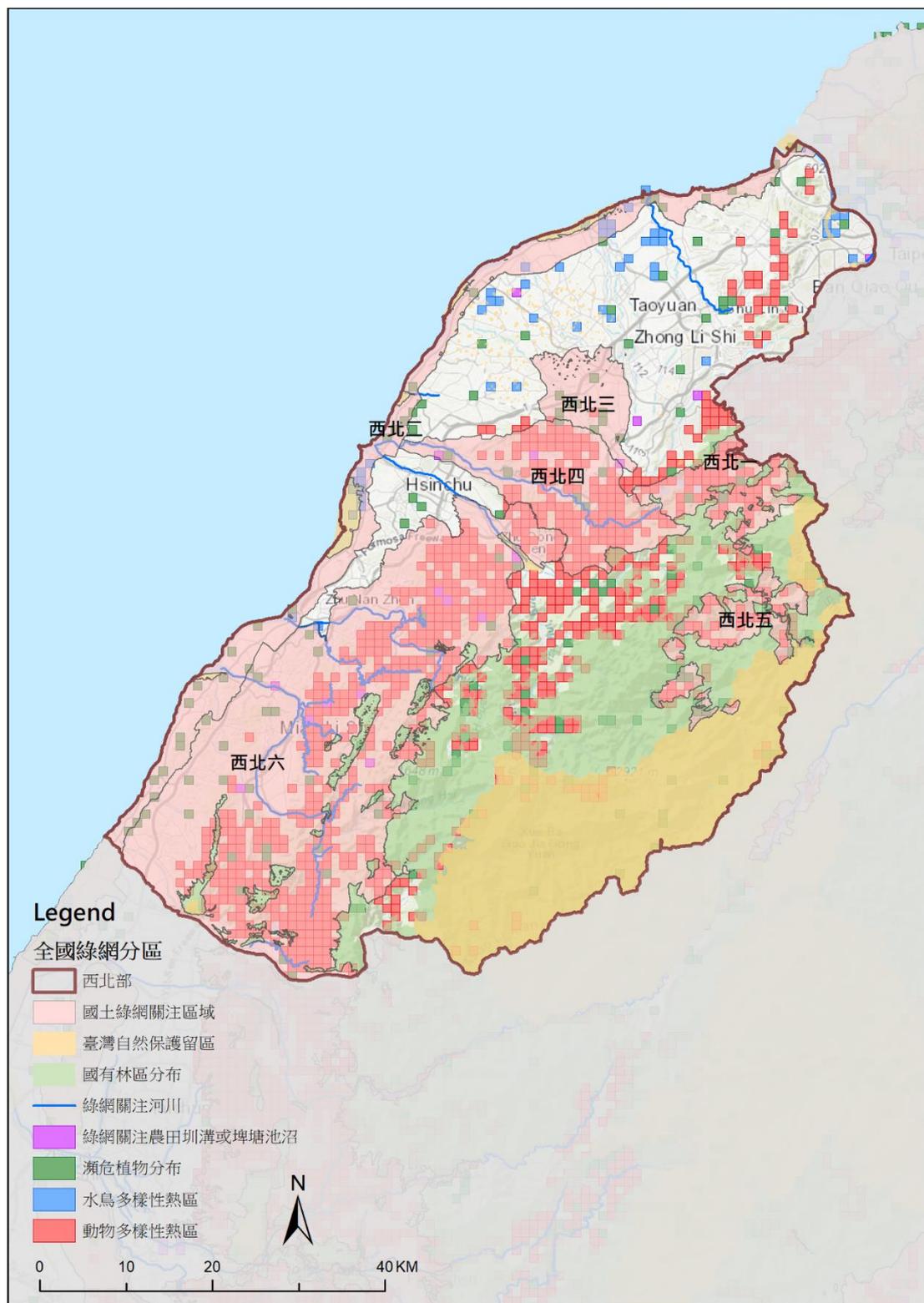


圖 3.3-7 綠網陸域關注區域指認結果 (西北部)

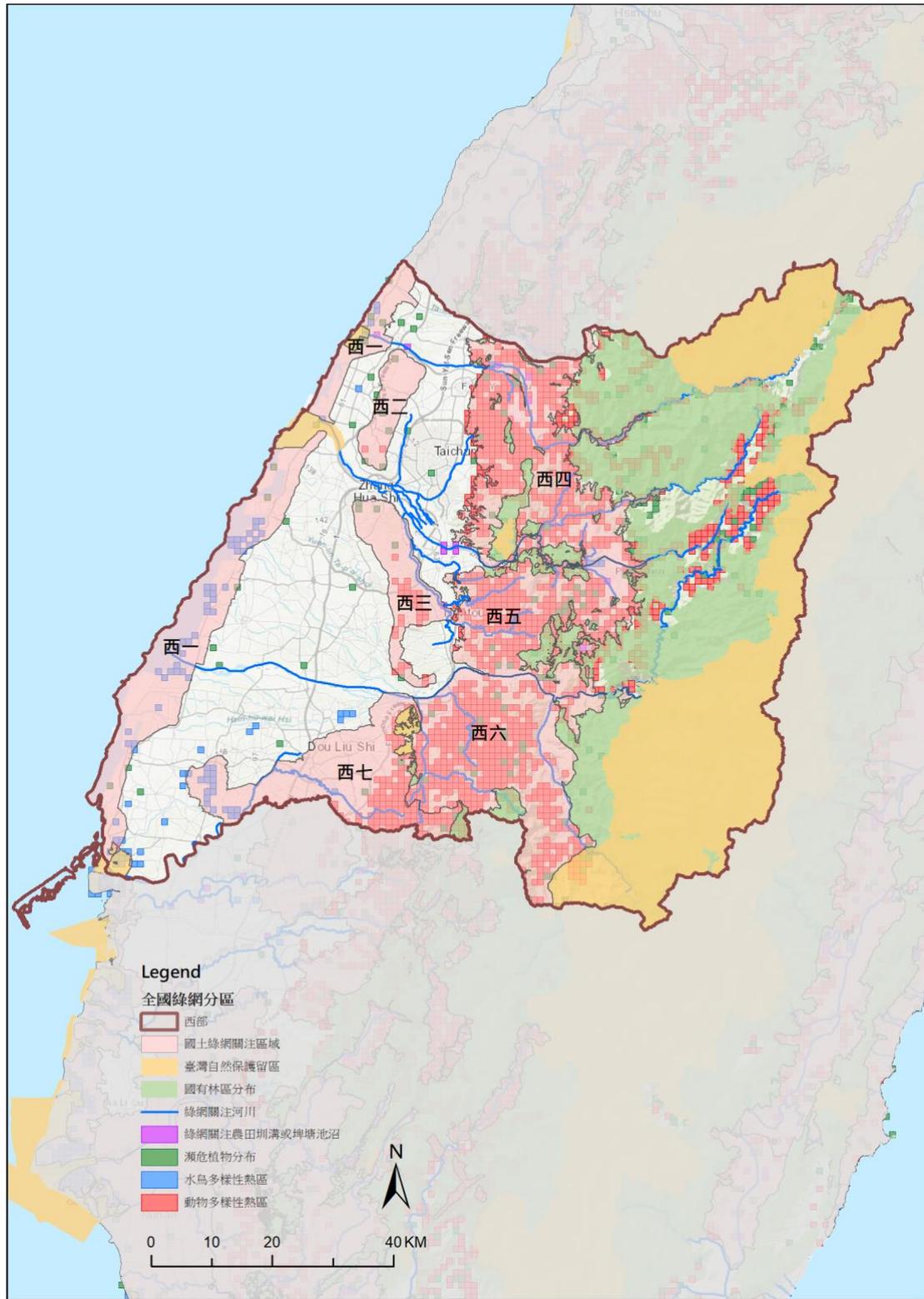


圖 3.3-8 綠網陸域關注區域指認結果 (西部)

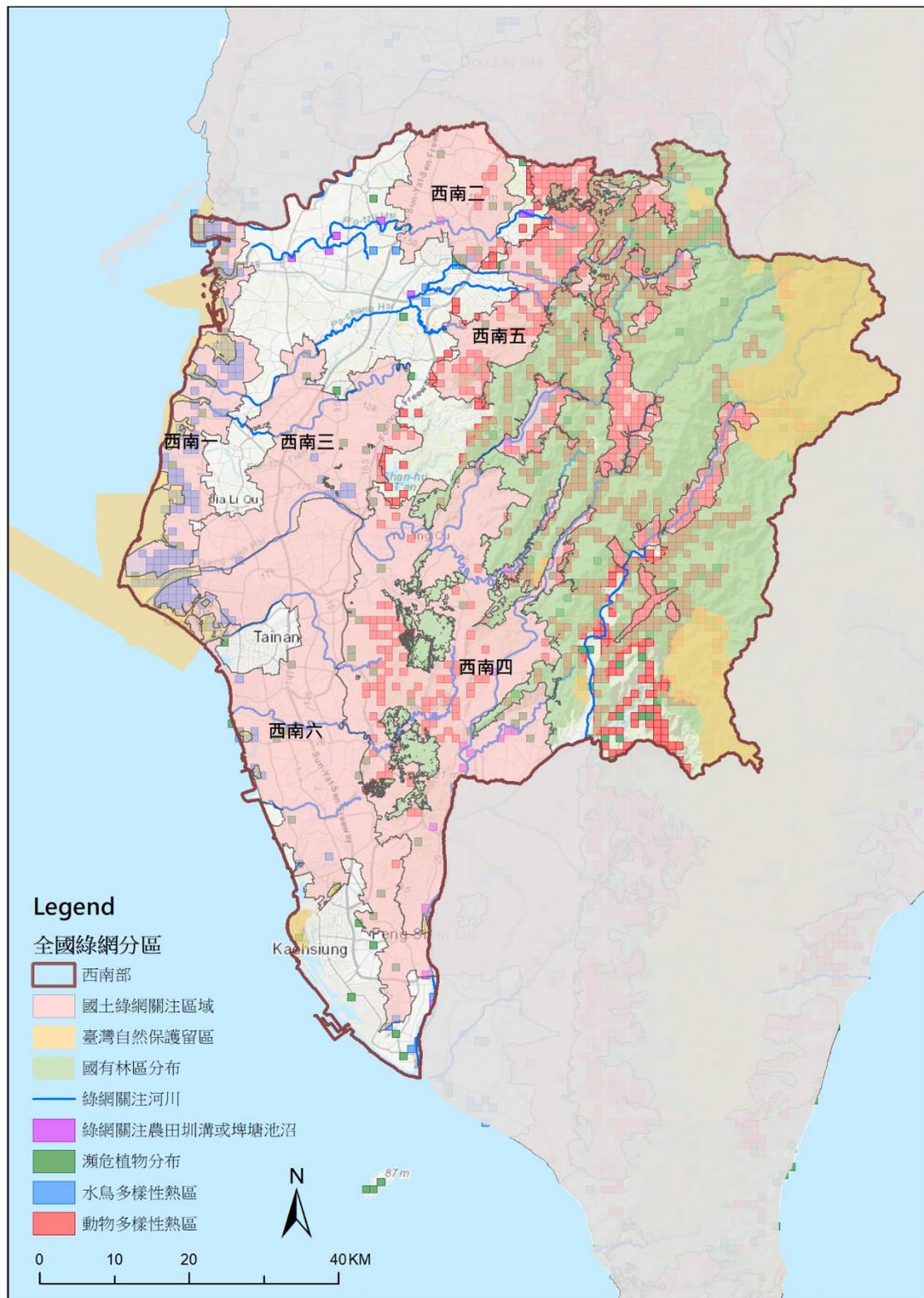


圖 3.3-9 綠網陸域關注區域指認結果 (西南部)

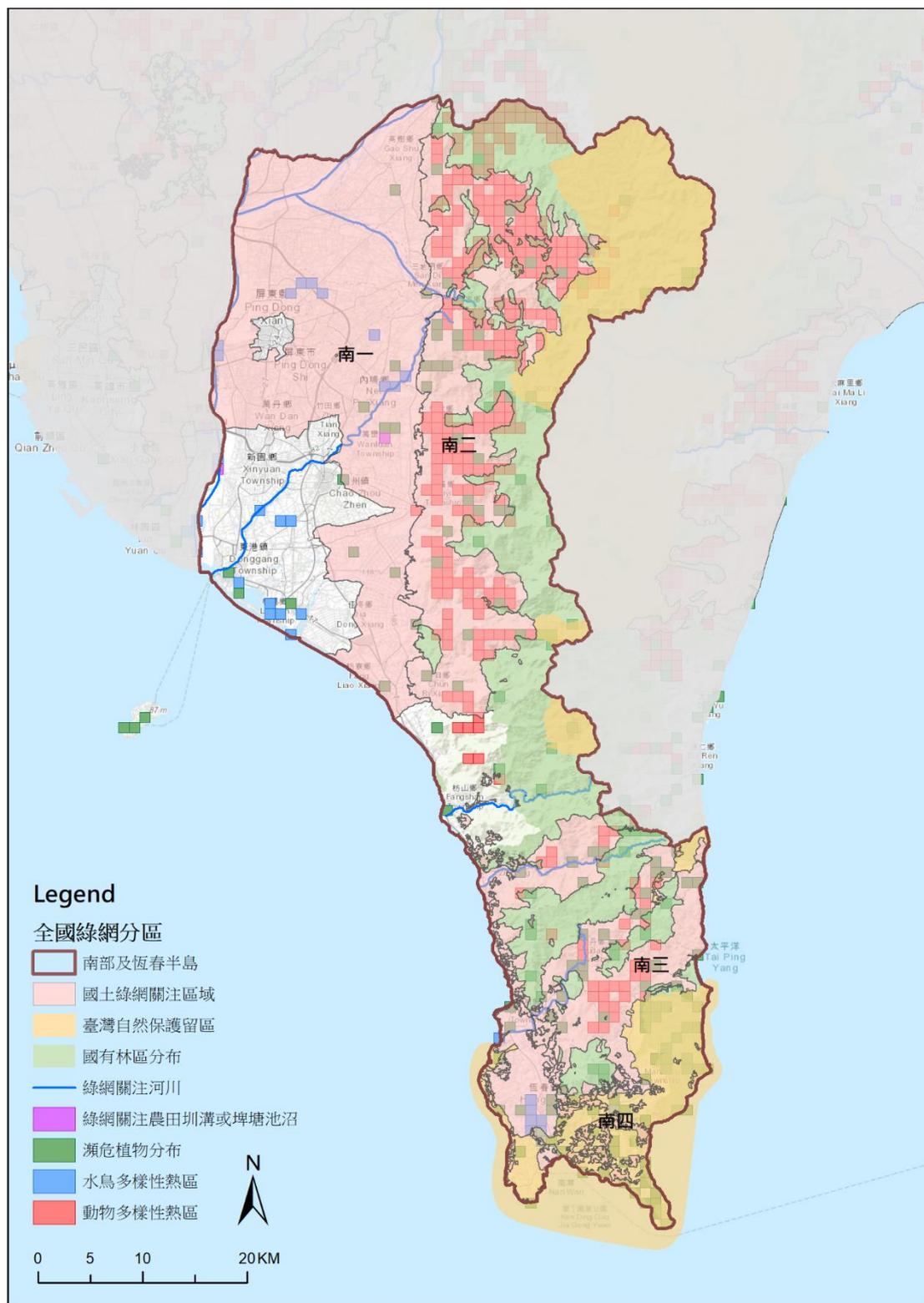


圖 3.3-10 綠網陸域關注區域指認結果 (南部)

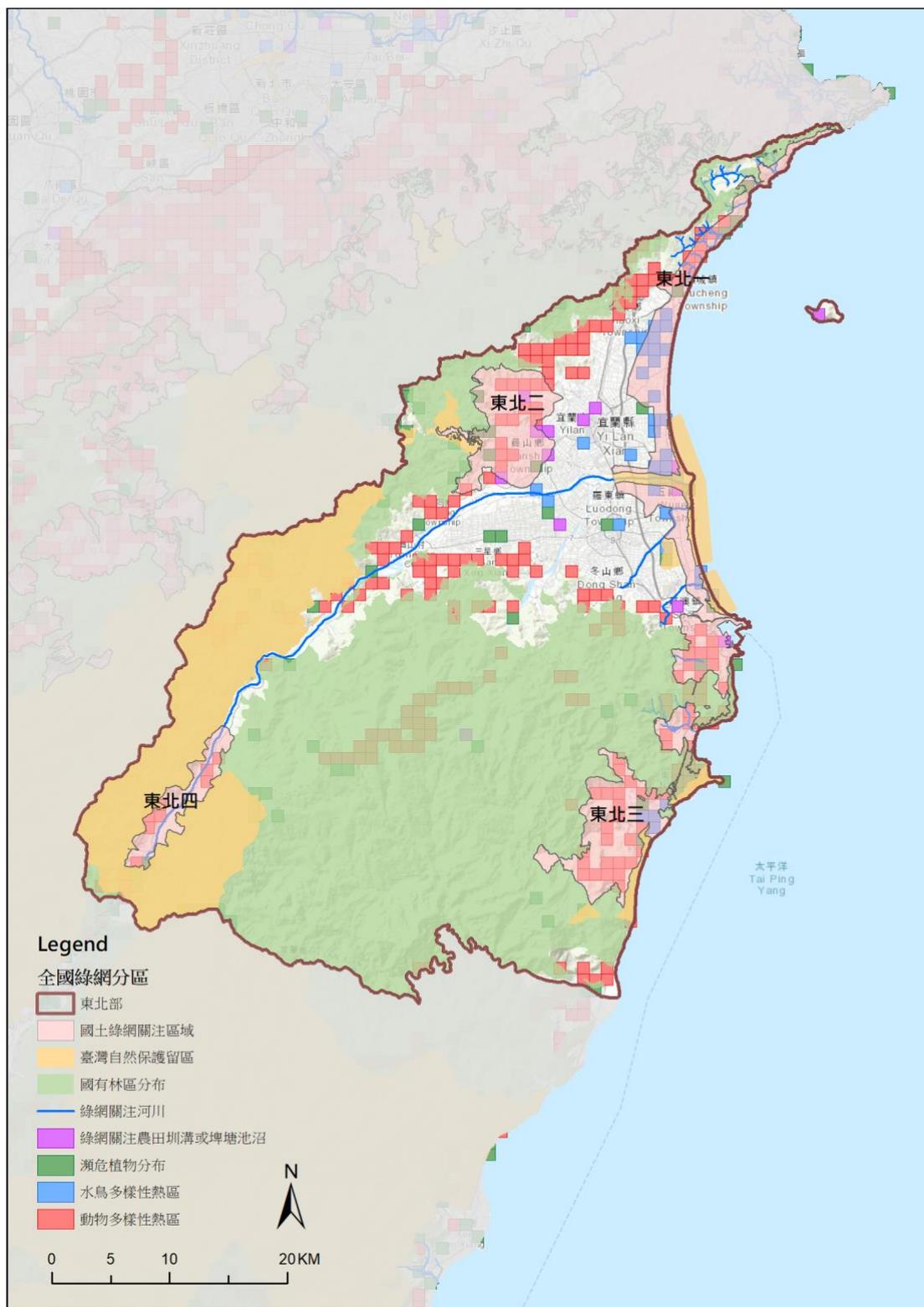


圖 3.3-11 綠網陸域關注區域指認結果 ( 東北部 )

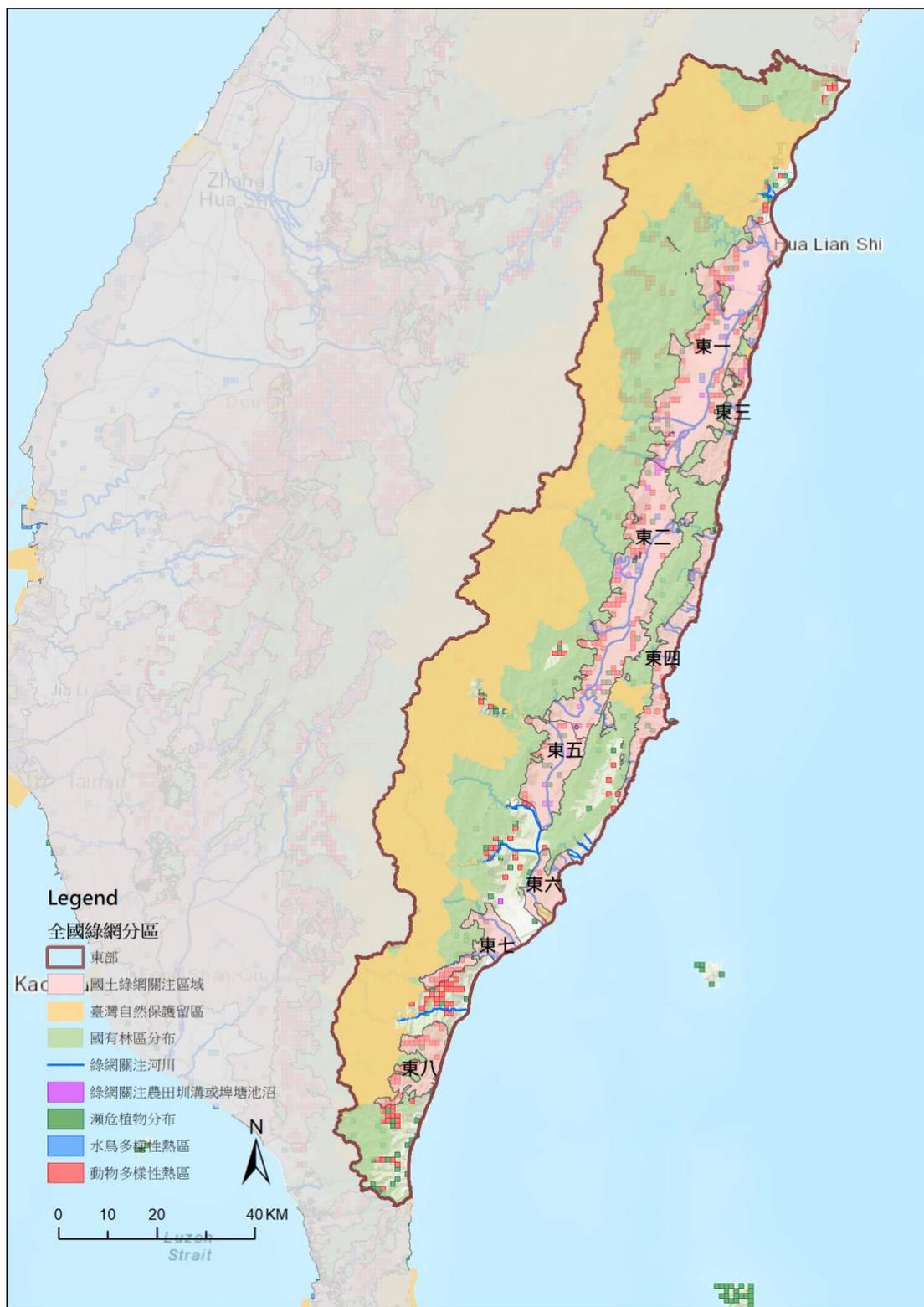


圖 3.3-12 綠網陸域關注區域指認結果 ( 東部 )

表 3.3-2 陸域關注區域的範圍及關注重點

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
北部	北一	陽明山國家公園北側至海岸線	獨流溪、淡水濕地、水梯田、水田、埤塘	穿山甲、黑鳶、食蛇龜、柴棺龜、唐水蛇、鉛色水蛇、白腹遊蛇、赤腹遊蛇、草花蛇、臺北樹蛙、臺北赤蛙、大田鱉	小毛茛、基隆筷子芥、矮筋骨草、艷紅百合、臺灣蒲公英、澤瀉、濱當歸、臺灣三角楓	大屯火山群北側分布扇形排列之獨流溪、淡水濕地及水梯田，與社區協力營造里山地景，保存淡水濕地之生物多樣性。
北部	北二	陽明山國家公園南側山區	森林、溪流	食蛇龜、柴棺龜、唐水蛇、白腹遊蛇、草花蛇、臺北樹蛙、中華青鱗	凱達格蘭雙蓋蕨、黃花狸藻、黑莎草	陽明山國家公園南側山區，提供臺北盆地北側森林性物種的棲息環境，保存瀕危植物，並減少動物路殺。
北部	北三	東北角	獨流溪、淡水濕地、水梯田、水田、里山生產地景、森林	穿山甲、食蟹獾、食蛇龜、柴棺龜、黑鳶、黃魚鴉、唐水蛇、鉛色水蛇、白腹遊蛇、草花蛇、臺北樹蛙、中華青鱗、黃腹細蟪、大田鱉	石碇佛甲草、海米、基隆蠅子草、日本翻白草、毛葉蝴蝶草、毛澤番椒、岩大戟、金毛耳草、郭氏雙蓋蕨、葦草蘭、擬翅柄鳳尾蕨、風箱樹	東北角獨流溪、海岸林及沙丘，以及雪山山脈北端尾稜的雙溪、貢寮一帶，具備淡水濕地及水梯田，連結周邊溪流、草地、森林等自然環境，營造里山友善生產地景，保存淡水濕地生物多樣性。
北部	北四	臺北盆地南側山區	森林、溪流與湖泊	穿山甲、熊鷹、黑鳶、黃魚鴉、食蛇龜、柴棺龜、白腹遊蛇、臺北樹蛙、翡翠樹蛙、橙腹樹蛙、朱環鼓蟪	大葉火焰草、方莖金絲桃、櫻石斛、艷紅百合	保存完整的低至中海拔森林、溪流生態系及生物多樣性，保育食蛇龜，營造里山友善生產地景，減少動物路殺。
西北部	西北一	石門水庫周邊山區	森林、溪流與湖泊	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、熊鷹、黃魚鴉、食蛇龜、柴棺龜、臺北樹蛙、翡翠樹蛙、金線蛙、橙腹樹蛙		保存完整的低海拔森林、溪流生態系及生物多樣性，營造里山友善生產地景。
西北部	西北二	新北八里至苗栗海岸地區	藻礁生態系、海岸濕地、河口、海岸林	石虎、草花蛇、日本鰻鱺、大田鱉、台灣招潮蟹	臺灣破傘菊、漏盧、榲櫨、大胡枝子、石蟾蜍、高氏柴胡、新竹油菊、臺灣紺菊、臺灣蒲公英	保存包含藻礁生態系在內之海岸濕地、關注植物濕地生物多樣性，營造海岸林生態系，推動里山與里海友善生產環境。

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
西北部	西北三	桃園高榮野生動物保護區周邊	埤塘濕地	柴棺龜、鉛色水蛇、赤腹遊蛇、草花蛇、臺北赤蛙	流蘇樹、臺灣萍蓬草、臺灣地榆	桃園高榮野生動物保護區周邊鄉鎮之埤塘與濕地，為淡水域野生動植物(如臺北赤蛙)的重要棲地。維護及串聯重點埤塘濕地，推動埤塘周圍的友善生產環境。
西北部	西北四	鳳山溪流域	森林、溪流、水田	石虎、穿山甲、麝香貓、八色鳥、食蛇龜、柴棺龜、白腹遊蛇、草花蛇、臺北樹蛙、臺北赤蛙、中華青鱗、日本鰻鱺、七星鱧	臺灣冠果草、桃園草、馬甲子	保存森林與溪流生態系，保育瀕危物種，營造里山友善生產地景，創造並串聯適合石虎等野生動物的棲地。
西北部	西北五	北部橫貫公路與大漢溪上游	森林、溪流、	食蟹獾、黃魚鴉、金絲蛇、白腹遊蛇、百步蛇、臺北樹蛙、橙腹樹蛙、大紫蛺蝶、寬尾鳳蝶	巴陵石竹、八重山細辛	本區為金絲蛇、大紫蛺蝶的侷限分布區域，也是許多兩棲爬行類的重要棲地；保存低至中海拔森林生態系及生物多樣性，並減少動物路殺與宗教放生。
西北部	西北六	新竹芎林至苗栗之淺山地區	森林、溪流、水田	石虎、穿山甲、食蟹獾、麝香貓、八色鳥、灰面鵟鷹、食蛇龜、柴棺龜、鉛色水蛇、白腹遊蛇、草花蛇、臺北樹蛙、金線蛙、高體鯴鯴、飯島氏銀鮪、日本鰻鱺、史尼氏小鮠、七星鱧、大田鱉	六角草、刺花椒、庭梅(毛柱郁李)、臺灣野茉莉	保存低海拔森林生物多樣性，推動友善農業，營造合適石虎等野生動物的棲地，並建立淺山森林棲地生態廊道，減少動物路殺事件。
西部	西一	台中至雲林海岸地區	海岸濕地、河口、海岸林	黑面琵鷺、草花蛇、中華青鱗	三葉埔姜、大安水蓑衣	保育海岸濕地生物多樣性與關注植物，與社區協力營造里海環境，以及海岸林生態系。
西部	西二	大肚山區	森林、草地、淺山生態系	石虎、食蟹獾、環頸雉、灰面鵟鷹	狗花椒、臺灣野梨、豆梨、臺灣野茉莉	保育淺山丘陵動物多樣性熱區、環頸雉棲地、營造里山友善生產環境。
西部	西三	八卦山區	森林、溪流	石虎、食蟹獾、麝香貓、八色鳥、灰面鵟鷹、草花蛇、巴氏銀鮪、埔里中華爬岩鱖、史尼氏小鮠	狗花椒、臺灣山麻桿	保存森林與溪流環境，以保育低海拔動物多樣性和灰面鵟鷹過境夜棲地，建構貓羅溪石虎生態廊道，推動里山友善農

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
						業生產，營造合適石虎等生物生存之環境。
西部	西四	台中淺山地區	森林、溪流	石虎、食蟹獾、麝香貓、八色鳥、灰面鵟鷹、黃魚鴉、食蛇龜、柴棺龜、白腹遊蛇、草花蛇、高體鱗鮫、臺灣鯛、臺灣副細鯽、埔里中華爬岩鰍、七星鱧	蘇鐵蕨、流蘇樹、槲樹、樟葉木防己	保存低海拔森林與溪流生物多樣性，與社區合作推動友善生產、里山森林保育，營造並串聯適合石虎等野生動物生存的棲地，減少動物路殺事件。
西部	西五	南投淺山地區	森林、溪流	石虎、穿山甲、食蟹獾、麝香貓、八色鳥、灰面鵟鷹、黃鸝、食蛇龜、柴棺龜、鉛色水蛇、白腹遊蛇、豎琴蛙、金線蛙、臺灣鯛、臺灣副細鯽、巴氏銀鮪、埔里中華爬岩鰍、溪流細鯽、纖紅蜻蜓	水社野牡丹、呂氏菝葜、菱形奴草、水社玉葉金花、水社柳、古氏脈葉蘭、南投石櫟、南投穀精草、垢果山茶、香蓼(粘毛蓼)、桃園草、桃實百日青、短裂闊蕊蘭、華湖瓜草、裂穎茅、裕榮馬兜鈴、臺灣原始觀音座蓮、蓮華池柃木	保存低海拔森林與溪流生物多樣性，與社區合作推動友善生產、里山森林保育，營造並串聯適合石虎等野生動物生存的棲地，減少動物路殺事件。
西部	西六	濁水溪以南之南投淺山區域	森林、溪流	石虎、水鼬、穿山甲、食蟹獾、麝香貓、黃喉貂、臺灣野山羊、熊鷹、八色鳥、灰面鵟鷹、食蛇龜、埔里中華爬岩鰍	下花細辛、大葉絨蘭、小萼佛甲草、玉山衛矛、肉果蘭、細葉鳳尾蕨、鹿谷秋海棠、無蕊喙赤箭、溪頭豆蘭	保存山區各海拔段之森林與溪流生物多樣性，串聯森林、溪流與里山，推動社區合作里山友善生產環境、營造適合石虎等野生動物生存的棲地，減少動物路殺事件。
西部	西七	雲林北港溪流流域與重要水鳥熱區	森林、溪流、農田(半乾濕)生態系	穿山甲、食蟹獾、山麻雀、八色鳥、灰面鵟鷹、小瓣鴿、食蛇龜、白腹遊蛇、草花蛇、諸羅樹蛙	紋皿柱蘭、辛氏盔蘭	保存低至中海拔森林與溪流生態系，維持諸羅樹蛙與八色鳥的重要棲地，推動友善生產與棲地串聯，保育需要半乾濕農地的冬候鳥小瓣鴿最主要的度冬棲息地，減少動物路殺事件。

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
西南部	西南一	嘉義至台南安南海岸地區	河口、潟湖魚塭及廢棄鹽田濕地	黑面琵鷺、環頸雉、草花蛇	海南草海桐、光梗闊苞菊	維持淺坪魚塭週期性曬池，以營造友善水鳥之環境，保護水鳥熱區以及黑面琵鷺的主要度冬棲息地。
西南部	西南二	嘉義大林至嘉義市，北港溪與朴子溪流域	埤塘、水圳、森林	食蟹獾、食蛇龜、草花蛇、諸羅樹蛙、七星鱧	臥莖同籬生果草、泰山穀精草、茴茴蒜	連結低海拔淺山至水田與埤塘等淡水域環境環境，保育生物多樣性，以及諸羅樹蛙的棲息地，推動友善農業，減少動物路殺事件。
西南部	西南三	八掌溪至曾文溪間，嘉南平原區域；烏山頭水庫西側	埤塘、濕地菱角田、水田與旱田、草地	草鴉、水雉、環頸雉、鉛色水蛇、草花蛇、臺北赤蛙、諸羅樹蛙、金線蛙	小冠薰、膜稈草	本區以嘉南平原農塘埤圳為主，保育重點為活動於菱角田的水雉，以及棲息在草生地的草鴉。推動友善生產，減低農藥使用，營造適合水雉與草鴉棲息的環境，減少動物路殺。
西南部	西南四	台南楠西、大內、官田，至高雄大樹淺山區	森林、溪流、里山生產地景	食蟹獾、草鴉、山麻雀、黑鳶、八色鳥、灰面鵟鷹、黃鸝、食蛇龜、白腹遊蛇、草花蛇、高體鱗魮、日本鰻鱺、南臺中華爬岩鰍、七星鱧、臺灣爺蟬	大葉捕魚木、少葉薑、樟葉木防己、澤瀉蕨、龍骨瓣苔菜、南化摺唇蘭	保育淺山生態系及里山地景的低海拔生物多樣性熱區，在國有林班地內的原住民保留地或私有地推動聚落友善生產，並營造適合草鴉棲息的草地環境，減少動物路殺。
西南部	西南五	嘉義梅山至高雄桃源山區	森林、小米田、里山生產地景	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、黃喉貂、熊鷹、山麻雀、黑鳶、八色鳥、灰面鵟鷹、黃魚鴉、黃鸝、食蛇龜、白腹遊蛇、百步蛇、臺灣爺蟬	澤瀉蕨	保育淺山生態系及里山地景豐富的生物多樣性與山麻雀活動區域，推動友善生產，減少動物路殺。
西南部	西南六	曾文溪至高屏溪間的平原區域	草地、埤塘濕地、水田與旱田	草鴉、環頸雉、黃鸝、鉛色水蛇、草花蛇、諸羅樹蛙	高雄茨藻、紅海欖	推動友善農業，減少農藥使用，營造棲地，改善河川地、台糖土地、國產署畸零地環境，使其適合草鴉棲息，減少動物路殺。

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
南部	南一	屏東北部西側，高樹、里港至枋寮，平原區域	草生地、埤塘濕地、水田與旱田、里山生產地景、森林	草鴉、環頸雉、黑鳶、八色鳥、灰面鵟鷹、黃鸝、鎖鍊蛇、金線蛙、日本鰻鱺	探芹草、疣柄魔芋、刺芙蓉	推動友善農業，減少農藥使用，與社區協力維護淺山地區之里山環境，以營造適合草鴉、黑鳶、黃鸝等生物之棲地，維護農田水圳，減少動物路殺。
南部	南二	屏東北部東側，三地門至春日，中央山脈尾稜山區	森林、溪流、里山生產地景	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、黃喉貂、熊鷹、山麻雀、黑鳶、八色鳥、灰面鵟鷹、黃魚鴉、黃鸝、食蛇龜、百步蛇、金線蛙	桂林栲、大漢山當藥、六翅木、武威山烏皮茶、屏東朝顏、密刺菝契、鞘苞花	保存森林與溪流生態環境之生物多樣性，推動社區協力維護淺山地區之里山環境。
南部	南三	恆春半島；獅子鄉(含)國有林以南	森林、溪流及恆春半島熱帶季風植被	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、灰面鵟鷹、黃魚鴉、黃鸝、董雞、食蛇龜、草花蛇、百步蛇、鎖鍊蛇、日本鰻鱺、椰子蟹、林投攀相手蟹	浸水營石櫟、臺灣穗花杉、小葉樟、中原氏鬼督郵、青楊梅、南仁山新木薑子、恆春山茶、柳葉石櫟、烏心石舅、椴葉野桐、臺灣木藍、臺灣石櫟、鵝鑾鼻決明、鐵色、囊稈竹	保存森林與溪流豐富的生物多樣性，改善及維護恆春半島獨流溪環境，減少陸蟹的路殺，推動社區協力維護淺山地區之里山環境。移除入侵種銀合歡，進行生態造林以恢復熱帶季風林。
南部	南四	恆春半島，獅子鄉(含)以南，銀合歡分布及剷除造林範圍	熱帶季風林	本區關注議題為「銀合歡剷除及原生棲地復育」，建議監測動物相之變化，如鳥類、陸蟹等物種之種豐富度與量豐富度。	本區關注議題為「銀合歡剷除及原生棲地復育」，植物部分，建議將銀合歡剷除地之定期監測納為重點工作，追蹤有無原生植物拓殖及其族群建立速度。	移除入侵種銀合歡，進行生態造林以恢復熱帶季風林。
東北部	東北一	宜蘭頭城至蘇澳(北方澳)海岸地區	獨流溪、魚塢、河口、	黑面琵鷺、董雞、草花蛇	蒲葵、日本山茶	北側頭城一帶的獨流溪，以及蘭陽平原海岸的水田、魚塢乃至於河口，形成大面積的濕地系統，蘊含了豐富的濕地生

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
			淡水濕地、水田			物多樣性；維護蘭陽平原的連續濕地系統，推動友善耕作，保育依賴大面積濕地的生物，尤其是繁殖水鳥以及冬季遷移性水鳥。
東北部	東北二	雙連埤野生動物重要棲息環境東側淺山區域	森林、溪流	穿山甲、熊鷹、八色鳥、黃魚鴉、柴棺龜、臺北樹蛙、翡翠樹蛙、高體鱒魷、中華青鱗、黃腹細蟪	小獅子草、水虎尾、水車前	雙連埤野生動物重要棲息環境東側淺山區域，分布大面積且連續之森林，並連接蘭陽平原水田及河口濕地。維護山麓湧泉區的里山環境及生存其間的生物。
東北部	東北三	宜蘭蘇澳至南澳：蘇澳溪、東澳溪、南澳北溪、南澳南溪流域	森林、溪流、獨流溪	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、熊鷹、八色鳥、黃魚鴉、食蛇龜、柴棺龜、百步蛇	麥氏紫金牛、神秘湖細辛	宜蘭蘇澳至南澳區域有極高的生物多樣性，是重要的里山環境；保育山區公路沿線里山環境棲息之珍貴稀有生物。
東北部	東北四	宜蘭大同南山、四季	森林、溪流、農田	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、熊鷹、山麻雀、黃魚鴉、金絲蛇		保育山區公路沿線里山環境棲息之珍貴稀有生物，特別是山麻雀。
東部	東一	花東縱谷平原北段(花蓮溪流域)	水梯田、淡水濕地、河口濕地、溪流、森林	臺灣狐蝠、穿山甲、食蟹獾、麝香貓、環頸雉、八色鳥、黃鸝、烏頭翁、食蛇龜、柴棺龜、百步蛇、鎖鍊蛇、菊池氏細鯽、高體鱒魷、臺東間爬岩鰍	玉蘭草、臺東鐵桿蒿、臺東火刺木	維護花東縱谷平原北段河口及縱谷淡水濕地，確保濕地生物棲息環境；改善台九線，建立及維持連結縱谷東西兩側森林之生態廊道(如大農大富平地森林園區之北區廊道)。
東部	東二	花東縱谷平原中段(秀姑巒溪流域)	水梯田、淡水濕地、河口濕地、溪流、森林	臺灣黑熊、臺灣狐蝠、穿山甲、食蟹獾、麝香貓、黃喉貂、熊鷹、環頸雉、八色鳥、烏頭翁、食蛇龜、柴棺龜、鉛色水蛇、百步蛇、鎖鍊蛇、金線蛙、菊池氏細鯽、高體鱒魷、臺東間爬岩鰍	羅山腹水草、鹵蕨、臺東火刺木	維護縱谷淡水濕地，例如菊池氏細鯽的農田灌溉區域營造及友善生產，確保濕地生物之棲息環境；改善台九線道路，建立縱谷東西兩側森林生態廊道之連結，減少動物路殺。

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
東部	東三	海岸山脈東側北段，水璉溪、豐濱溪流域	水梯田、河口濕地、獨流溪、森林	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、八色鳥、烏頭翁、食蛇龜、菊池氏細鯽、林投攀相手蟹		海岸山脈東側北段，主要河川形成大面積濕地，獨流溪則各具環境及生態特色；維護濕地生物之棲息環境，確保獨流溪迴游生物廊道之通暢與棲地品質，社區協力維護里山環境與臨海水梯田。
東部	東四	海岸山脈東側南段，秀姑巒溪出海口至馬武溪出海口	水梯田、河口濕地、獨流溪、森林	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、八色鳥、烏頭翁、食蛇龜、橙腹樹蛙、菊池氏細鯽	異萼挖耳草、都蘭山金石榴	海岸山脈東側南段(秀姑巒溪出海口至馬武溪出海口)，為關注植物分布區域，主要河川形成大面積濕地，獨流溪則各具環境及生態特色；維護濕地生物之棲息環境，確保獨流溪迴游生物廊道之通暢與棲地品質，社區協力維護里山環境與臨海水梯田、海岸保安林。
東部	東五	花東縱谷平原南段(卑南溪流域)	水梯田、溪流、淡水濕地、森林	臺灣黑熊、穿山甲、食蟹獾、黃喉貂、熊鷹、環頸雉、八色鳥、董雞、烏頭翁、鎖鍊蛇、菊池氏細鯽、臺東間爬岩鰻	五蕊石薯、克拉莎、臺東鐵桿蒿、臺東火刺木、赤箭莎	花東縱谷平原南段(卑南溪流域)，連結新武呂溪魚類保護區，主要河川形成大面積濕地，亦屬於關注植物分布區域。維護縱谷淡水濕地，確保濕地生物之棲息環境，例如菊池氏細鯽的復育及環境改善規劃；改善台九線道路，社區協力維護里山環境，連結縱谷東西兩側森林生態廊道。
東部	東六	卑南溪口(含利吉惡地地質公園)與杉原海岸	河口濕地、獨流溪、森林、地質公園	食蟹獾、環頸雉、八色鳥、黃鸝、烏頭翁、柴棺龜		維護河口濕地，確保濕地生物之棲息環境；確保獨流溪迴游生物廊道之暢通與棲地品質，地質公園周邊社區生態調查與里山環境維護。

綠網分區	關注區域名稱	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
東部	東七	利嘉溪與知本溪流域	濕地、溪流森林	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、熊鷹、環頸雉、黃魚鴉、黃鸝、董雞、柴棺龜、百步蛇、鎖鍊蛇	細葉茶梨	維護河口濕地，確保濕地生物之棲息環境；確保迴游生物廊道之暢通與棲地品質。
東部	東八	金崙溪與大竹溪流域	溪流、森林	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、熊鷹、黃魚鴉、橙腹樹蛙	知本飄拂草、臺東火刺木	金崙溪與大竹溪流域是刺軸含羞木移除關注區域，也包含關注瀕危植物分布。維護溪流濕地，移除刺軸含羞木並進行生態造林。
離島	蘭嶼	臺東縣蘭嶼鄉	森林、溪流	蘭嶼吻鰕虎、椰子蟹、珠光鳳蝶		改善溪流棲地，維護原生植物生態系。
離島	綠島	臺東縣綠島鄉	森林、溪流	臺灣狐蝠、椰子蟹		生態造林以營造臺灣狐蝠合適之棲地；減少環島公路路殺事件。
離島	澎湖	澎湖縣	濕地、無人島（燕鷗繁殖）	黑嘴端鳳頭燕鷗		推動社區協力維護里海環境。
離島	金門	金門縣	溪流、濕地	歐亞水獺、草花蛇、大鱗梅氏鱖		維護水獺棲地，減少路殺；改善大鱗梅氏鱖棲地環境。
離島	馬祖	連江縣	濕地、無人島（燕鷗繁殖）	黑嘴端鳳頭燕鷗、金鷄		維護黑嘴端鳳頭燕鷗棲地，推動友善農地措施保育金鷄 (IUCN CR) 棲地。

### 3.4 水域重要關注區域指認

水域重要關注區域由三個面向指認，包括：1. 關注淡水魚的重要分布水域；2. 洄游性生物重要溪流廊道；以及 3. 水鳥分布熱區。淡水魚的分布水域包括溪流及封閉或半封閉水域。洄游性生物廊道則以獨立入海的溪流或大河系的下游入海河段為主，與淡水魚重要分布水域可能有部分重疊。水鳥棲地可概略分為海岸泥灘濕地，以及內陸農田與埤塘；其空間分布及棲地利用，與淡水魚及洄游生物有很大差異，因此需另外指認。

另外，前節指認之陸域重要關注區域中，有部分陸域區域含泥灘或農田濕地地景。這些區域之指認依據，係參考水鳥分布熱區。但並非所有水鳥分布熱區均含括於陸域重要關注區域之內。因此在指認水域重要關注區域時，將其完全納入。水鳥分布熱區分析方法及熱區分布，已於 3.3.3 節介紹，不再重複。

#### 3.4.1 關注淡水魚

關注淡水魚係依據物種的保育等級、區域分布的稀有性、棲地快速減損程度、以及生態綠網計畫的可操作性，經由專家諮詢之後決定。共列出 17 種關注淡水魚，如表 3.4-1。針對本計畫期末階段所辦理之水域專家學者座談會，彙整專家提供之下一階段關注物種增修檢討建議，則增列於表 3.5-10，並於 3.5.3 節補充敘述。

表 3.4-1 國土生態綠網計畫關注之 17 種淡水魚

中文名	科學名	保育等級*	紅皮書等級**
巴氏銀鮡	<i>Squalidus banarensis</i>	I	NCR
飯島氏銀鮡	<i>Squalidus ijimae</i>	I	DD
臺東間爬岩鰍	<i>Hemimyzon taitungensis</i>	II	NEN
臺灣副細鯽	<i>Pararasbora moltrechti</i>	II	NEN
臺灣梅氏鰻	<i>Metzia formosae</i>	III	NEN
臺灣鮰	<i>Liobagrus formosanus</i>	III	NEN
大鱗梅氏鰻	<i>Metzia mesembrinum</i>	III	NVU
南臺中華爬岩鰍	<i>Sinogastromyzon nantaiensis</i>	III	NNT
埔里中華爬岩鰍	<i>Sinogastromyzon puliensis</i>	III	NNT
日本鰻鱺	<i>Anguilla japonica</i>	一般類	NCR
溪流細鯽***	<i>Aphyocypris amnis</i>	一般類	NCR
蘭嶼吻蝦虎	<i>Rhinogobius lanyuensis</i>	一般類	NCR
菊池氏細鯽	<i>Aphyocypris kikuchii</i>	一般類	NEN
斯奈德小鯽	<i>Puntius snyderi</i>	一般類	NEN
七星鱧	<i>Channa asiatica</i>	一般類	NVU

中華青鱗	<i>Oryzias sinensis</i>	一般類	NVU
高體鯉鰻	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>	一般類	NNT

\* I: 瀕臨絕種野生動物；II: 珍貴稀有野生動物；III: 其他應予保育之野生動物

\*\* NCR: 國家極危；NEN: 國家瀕危；NVU: 國家易危；NNT: 國家接近受脅；DD: 資料缺乏

\*\*\*溪流細鯽：因於 2017 年淡水魚紅皮書中將溪流細鯽列為 NCR 等級，而納入作為綠網關注淡水魚，然因其尚具有分類學上的爭議，因此針對此物種列入綠網關注物種名錄，有待進一步商榷，然為有利於重要棲地指認，於此暫作保留。

列為關注的淡水魚，在保育上，具有保護傘物種 (umbrella species) 的功能。亦即，保護這些魚種的生存棲地時，也連帶保護了與其共域的其他水生生物、河岸的陸域生物、以及整個溪流或埤塘生態系。惟礙於資料的侷限性，本計畫所列 17 種關注淡水魚可能並不完善；例如或許實際上有些關注物種分布很廣，可能不是那麼必要被列入，或是有其它淡水魚更稀有或分布更侷限而應該被優先列為關注物種。不過就保護傘物種的觀點而言，分布廣闊的物種，事實上反而有助於保育；而稀有或侷限分布但未被列入者，也有很大的可能已被這些廣泛分布且需要未受破壞棲地的保護傘魚種所保護。

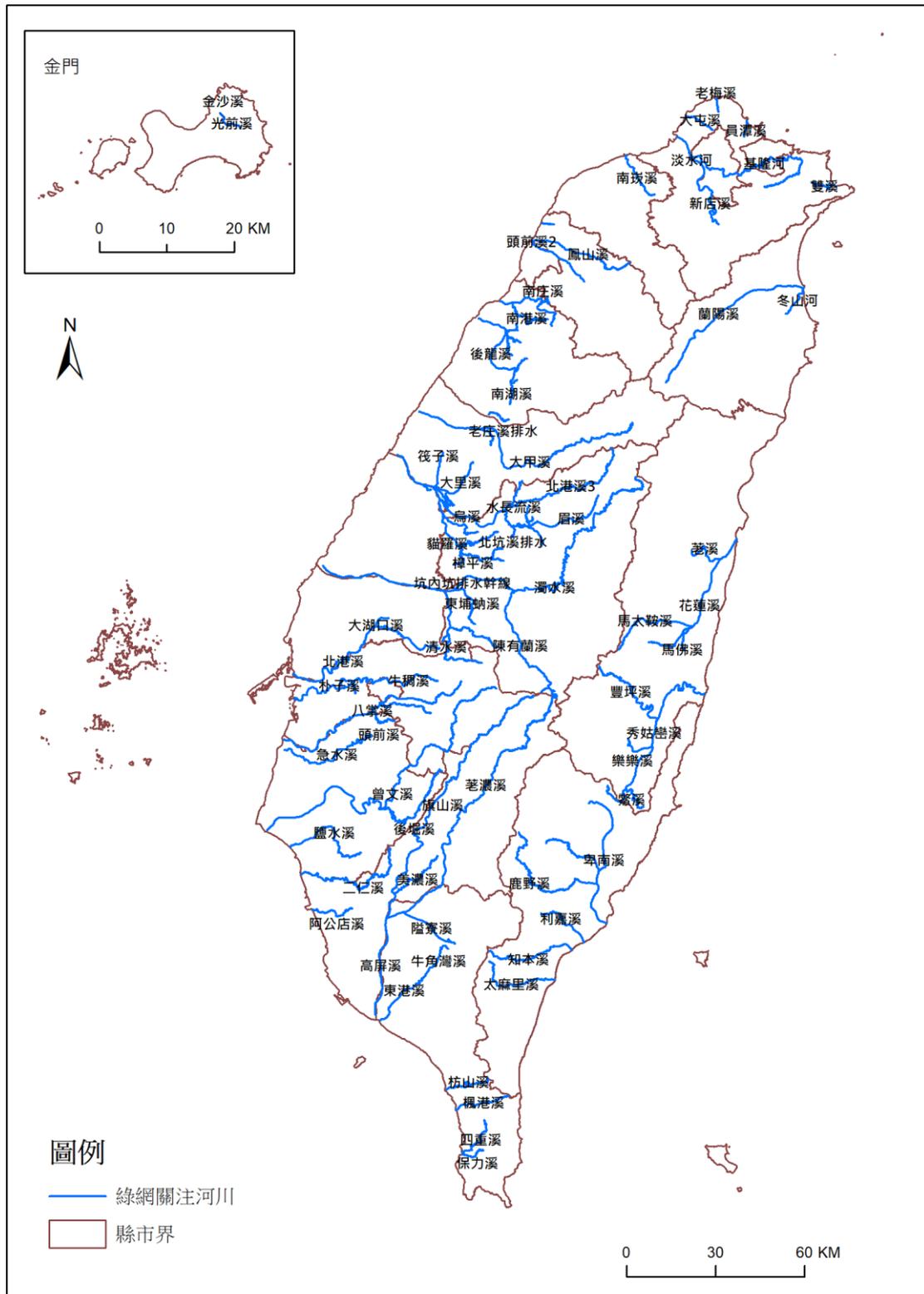
為指認關注淡水魚的空間分布，本計畫蒐集整理 TBN、經濟部水利署歷年辦理之「河川情勢調查」、以及林務局歷年相關水域生物資源調查等，近 15 年之分布資料。經諮詢專家學者，刪除其中可能鑑定錯誤，以及域外放流的分布紀錄。再依據 17 種綠網關注淡水魚類之習性及核心族群概略分布區位，針對分布資料以區段或一定流域範圍呈現者 (例如巴氏銀鮎、臺灣鯛等)，指認綠網重要河川，並備註物種或棲地保育之關注區段；而針對分布資料侷限或呈點狀分布者 (例如菊池氏細鯽、斯奈德小鯽等)，則指認物種侷限分布的特定溪流，或是以 1 × 1 km 網格系統，呈現主要分布之封閉、半封閉水域環境。各關注魚種分布之重要水域的指認方法及分布概況，如表 3.4-2。而除了依據現有物種分布資料情形指認重要水域環境，本計畫亦補充納入各林管處區域綠網既有盤點或實作之重要河川，並輔以專家補充指認，以符合整體綠網政策規劃執行上之一致性及連貫性。

依據關注淡水魚的空間分布，指認重要水域結果如圖 3.4-1、圖 3.4-2，而由於本計畫最主要目的，為透過保護傘物種之分布資訊選取應關注河川水系，因此也將指認河川清單列於表 3.4-3。針對所指認之重要河川或封閉、半封閉水域環境，建議作為下一階段綠網優先操作區域，搭配進一步的議題盤點、棲地環境現況分析，以及生物資料彙整蒐集 (包括外來入侵種分布)，依據原始棲地健康狀態訂定保育復育目標，並透過跨部會平台合作，協力推動河川或濕地埤塘復育工作。

表 3.4-2 關注魚種分布重要水域之指認方法及分布概況

指認方法	對應關注淡水魚及其分布狀態概述
以流域 ( 或大區域範圍 ) 指認	巴氏銀鮡 ( 烏河流域圳幹 ) 飯島氏銀鮡 ( 後龍河流域各支流 ) 臺東間爬岩鰍 ( 東部溪流中上游 ) 臺灣鮰 ( 大甲溪及烏溪中游* ) 埔里中華爬岩鰍 ( 大甲溪至濁水河流域中游 ) 南臺中華爬岩鰍 ( 曾文溪及高屏河流域中游 ) 日本鰻鱺 ( 全島河川中下游至河口 )
以點位 ( 或小區域範圍 ) 指認	臺灣副細鯽 ( 台中食水崙溪、埔里野溪 ) 大鱗梅氏鯿 ( 金門金沙溪、光前溪 ) 臺灣梅氏鯿 ( 北部東北部溝渠池沼 ) 溪流細鯽 ( 水里溪上游溝渠池沼 ) 蘭嶼吻鰕虎 ( 蘭嶼各溪流 ) 菊池氏細鯽 ( 東部溝渠池沼 ) 斯奈德小鯿 ( 北部中部溝渠池沼 ) 中華青鱗 ( 北部東北部溝渠池沼 ) 七星鱧 ( 北部南部溝渠池沼 ) 高體鯿 ( 宜蘭及中部平原溝渠池沼 )

\*除了大甲溪與烏溪，早期多筆文獻均記載臺灣鮰也分布於濁水溪，因此確實分布的河域應再確認 (黃世彬，私人通訊)。



備註：所使用河川背景圖資為經濟部水利署「河川排水水道」，受限於圖資情形，未能顯示專家補充指認之位於花蓮縣鳳林鎮的「鳳林溪排水圳」及屏東林管處關注之「砂番河」，應以參照綠網關注河川清單(表 3.4-3)為主。

圖 3.4-1 關注淡水魚重要水域環境—河川水系

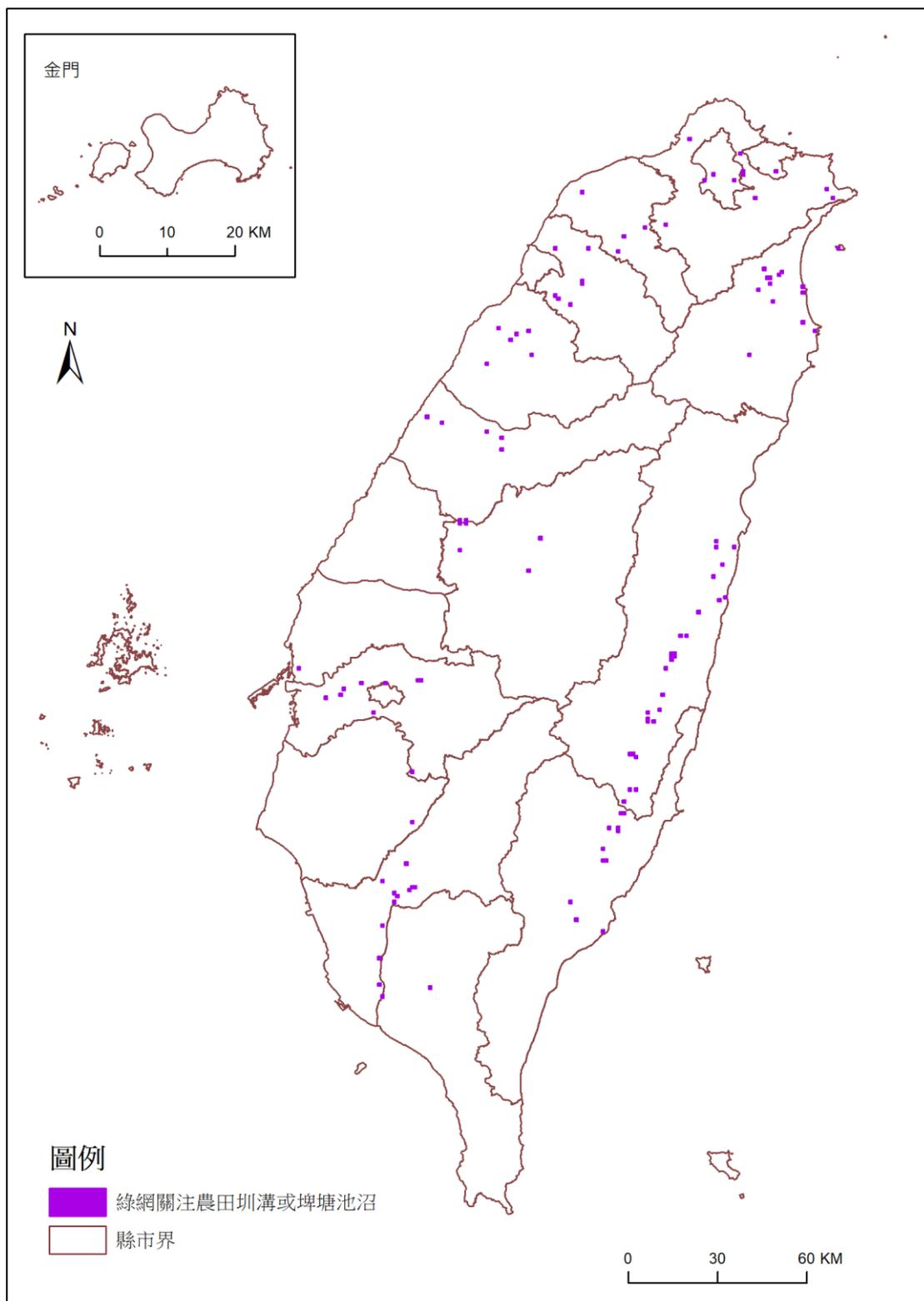


圖 3.4-2 關注淡水魚重要水域環境—農圳埤塘

表 3.4-3 綠網關注河川清單

項次	河川排水名稱	權屬類別	集水區	所在縣市
1	鰲溪	中央管河川	秀姑巒溪	花蓮縣
2	樂樂溪	中央管河川	秀姑巒溪	花蓮縣
3	豐坪溪	中央管河川	秀姑巒溪	花蓮縣
4	馬佛溪	中央管河川	花蓮溪	花蓮縣
5	馬太鞍溪	中央管河川	花蓮溪	花蓮縣
6	花蓮溪	中央管河川	花蓮溪	花蓮縣
7	荖溪	中央管河川	花蓮溪	花蓮縣
8	鳳林溪排水圳	中央管河川	花蓮溪	花蓮縣
9	秀姑巒溪	中央管河川	秀姑巒溪	花蓮縣
10	哮貓溪排水幹線	縣市管排水	烏溪	南投縣
11	雷公坑	中央管河川	濁水溪	南投縣
12	加走寮溪	中央管河川	濁水溪	南投縣
13	東埔蚋溪	中央管河川	濁水溪	南投縣
14	陳有蘭溪	中央管河川	濁水溪	南投縣
15	濁水溪	中央管河川	濁水溪	南投縣
16	刮牛坑排水支線	縣市管排水	烏溪	南投縣
17	水流東排水幹線	縣市管排水	烏溪	南投縣
18	南港溪	中央管河川	烏溪	南投縣
19	眉溪	中央管河川	烏溪	南投縣
20	北坑溪排水	縣市管排水	烏溪	南投縣
21	平林溪	中央管河川	烏溪	南投縣
22	樟平溪	中央管河川	烏溪	南投縣
23	粗坑溪	中央管河川	烏溪	南投縣
24	坑內坑排水幹線	縣市管排水	烏溪	南投縣
25	貓羅溪	中央管河川	烏溪	南投縣
26	北港溪	中央管河川	烏溪	南投縣
27	水長流溪	中央管河川	烏溪	南投縣
28	隘寮溪排水	中央管排水	烏溪	南投縣
29	牛角灣溪	中央管河川	東港溪	屏東縣
30	沙崙河	縣市管排水	東港溪	屏東縣
31	楓港溪	縣市管河川	楓港溪	屏東縣
32	枋山溪	縣市管河川	枋山溪	屏東縣
33	四重溪	中央管河川	四重溪	屏東縣
34	保力溪	縣市管河川	保力溪	屏東縣
35	高屏溪	中央管河川	高屏溪	屏東縣

項次	河川排水名稱	權屬類別	集水區	所在縣市
36	隘寮溪	中央管河川	高屏溪	屏東縣
37	東港溪	中央管河川	東港溪	屏東縣
38	老庄溪排水	縣市管排水	大安溪	苗栗縣
39	峨眉溪	中央管河川	中港溪	苗栗縣
40	沙河溪	中央管河川	後龍溪	苗栗縣
41	南湖溪	中央管河川	後龍溪	苗栗縣
42	飛鳳溪	中央管河川	後龍溪	苗栗縣
43	老田寮溪	中央管河川	後龍溪	苗栗縣
44	茄荳溪	中央管河川	後龍溪	苗栗縣
45	鹽水坑溪	中央管河川	後龍溪	苗栗縣
46	中港溪	中央管河川	中港溪	苗栗縣
47	南港溪	中央管河川	中港溪	苗栗縣
48	南庄溪	中央管河川	中港溪	苗栗縣
49	後龍溪	中央管河川	後龍溪	苗栗縣
50	南崁溪	縣市管河川	林口溪	桃園市
51	荖濃溪	中央管河川	高屏溪	高雄市
52	旗山溪	中央管河川	高屏溪	高雄市
53	美濃溪	中央管河川	高屏溪	高雄市
54	阿公店溪	中央管河川	阿公店溪	高雄市
55	二仁溪	中央管河川	二仁溪	高雄市
56	清水溪	中央管河川	濁水溪	雲林縣
57	大湖口溪	中央管河川	北港溪	雲林縣
58	頭前溪	中央管河川	頭前溪	新竹縣
59	鳳山溪	中央管河川	鳳山溪	新竹縣
60	新豐溪	縣市管河川	新豐溪	新竹縣
61	北港溪	中央管河川	北港溪	嘉義縣
62	新埤排水	縣市管排水	朴子溪	嘉義縣
63	赤蘭溪	中央管河川	八掌溪	嘉義縣
64	牛稠溪	中央管河川	朴子溪	嘉義縣
65	八掌溪	中央管河川	八掌溪	嘉義縣
66	朴子溪	中央管河川	朴子溪	嘉義縣
67	彰化山寮排水幹線	縣市管排水	烏溪	彰化縣
68	大里溪	中央管河川	烏溪	台中市
69	食水料溪排水	直轄市管排水	大甲溪	台中市
70	溪尾寮排水	直轄市管排水	烏溪	台中市
71	筏子溪	中央管河川	烏溪	台中市

項次	河川排水名稱	權屬類別	集水區	所在縣市
72	溪心埧排水	直轄市管排水	烏溪	台中市
73	后溪底排水	直轄市管排水	烏溪	台中市
74	興台支線	直轄市管排水	烏溪	台中市
75	烏溪	中央管河川	烏溪	台中市
76	大甲溪	中央管河川	大甲溪	台中市
77	卑南溪	中央管河川	卑南溪	台東縣
78	鹿野溪	中央管河川	卑南溪	台東縣
79	知本溪	縣市管河川	知本溪	台東縣
80	鹿寮溪	中央管河川	卑南溪	台東縣
81	太麻里溪	縣市管河川	太麻里溪	台東縣
82	利嘉溪	縣市管河川	利嘉溪	台東縣
83	急水溪	中央管河川	急水溪	台南市
84	頭前溪	中央管河川	八掌溪	台南市
85	後堀溪	中央管河川	曾文溪	台南市
86	曾文溪	中央管河川	曾文溪	台南市
87	鹽水溪	中央管河川	鹽水溪	台南市
88	基隆河	中央管河川	淡水河	基隆市
89	淡水河	中央管河川	淡水河	台北市
90	新店溪	中央管河川	淡水河	新北市
91	大屯溪	縣市管河川	後州溪	新北市
92	老梅溪	縣市管河川	老梅溪	新北市
93	員潭溪	縣市管河川	員潭溪	新北市
94	雙溪	縣市管河川	雙溪	新北市
95	冬山河	縣市管排水	蘭陽溪	宜蘭縣
96	蘭陽溪	中央管河川	蘭陽溪	宜蘭縣
97	光前溪	縣市管排水		金門縣
98	金沙溪	縣市管排水		金門縣

指認淡水魚關注區域過程，並未參考淡水魚生物多樣性熱點分布情形。調查方法及努力量會影響調查到的種類數。如果調查努力量不一致，或許還有機會藉由統計方法推估種類數（視原始數據的品質而定）。但如果調查方法不一致，就很難相互比較。淡水魚分布資料當中，只有經濟部水利署河川情勢調查的溪流魚類群聚資料是針對全臺河川的系統性調查；但河川情勢調查只限於大的河系。其他溪流則較缺乏全面而系統性的生物資源調查。而若將不同資料庫的分布資訊疊加，則有調查方法及努力量不一的問題；所得到的生物多樣性熱點，也可能失真。另外，水生生物也不適合利用物種分布模型疊加，以得到生物多樣性分布圖。溪流微棲地變動劇烈，且棲地變化的空間尺度通常很小；短短數

百公尺，可能就會有淺瀨、緩流、深潭等棲地類型交錯分布，且可能在一個颱風季之後就有所變化。建立全臺溪流的环境背景值資料庫，實際上不可行。因此也難以建構溪流魚類的物種分布模型。因此關注區域之指認，僅能仰賴實際調查到的各別關注淡水魚種之空間分布資訊。

### 3.4.2 洄游性生物重要溪流廊道

淡水魚重要水域可能分布在中上游或封閉水域，或受限於資料情形無法滿足洄游性生物的需求。本計畫針對洄游性生物棲地需要河海相連的特性，透過更進一步蒐整相關文獻資料，補充指認重要之溪流廊道。指認方法及步驟包括兩階段，第一階段先依地理條件，篩選出可能的候選溪流。其程序如下：

1. 以 ArcGIS 水文分析模組為工具，利用解析度  $20 \times 20 \text{ m}$  之 DEM 計算集水面積累積達  $1 \text{ km}^2$  以上之河流的網絡；
2. 以 Strahler stream order 計算每一河段之河流級序；
3. 保留入海河段級序為 1 或 2 的河系；
4. 上述被保留的河系，其集水區範圍的土地利用類型，若有 1/5 以上為建物或道路，則刪除之；

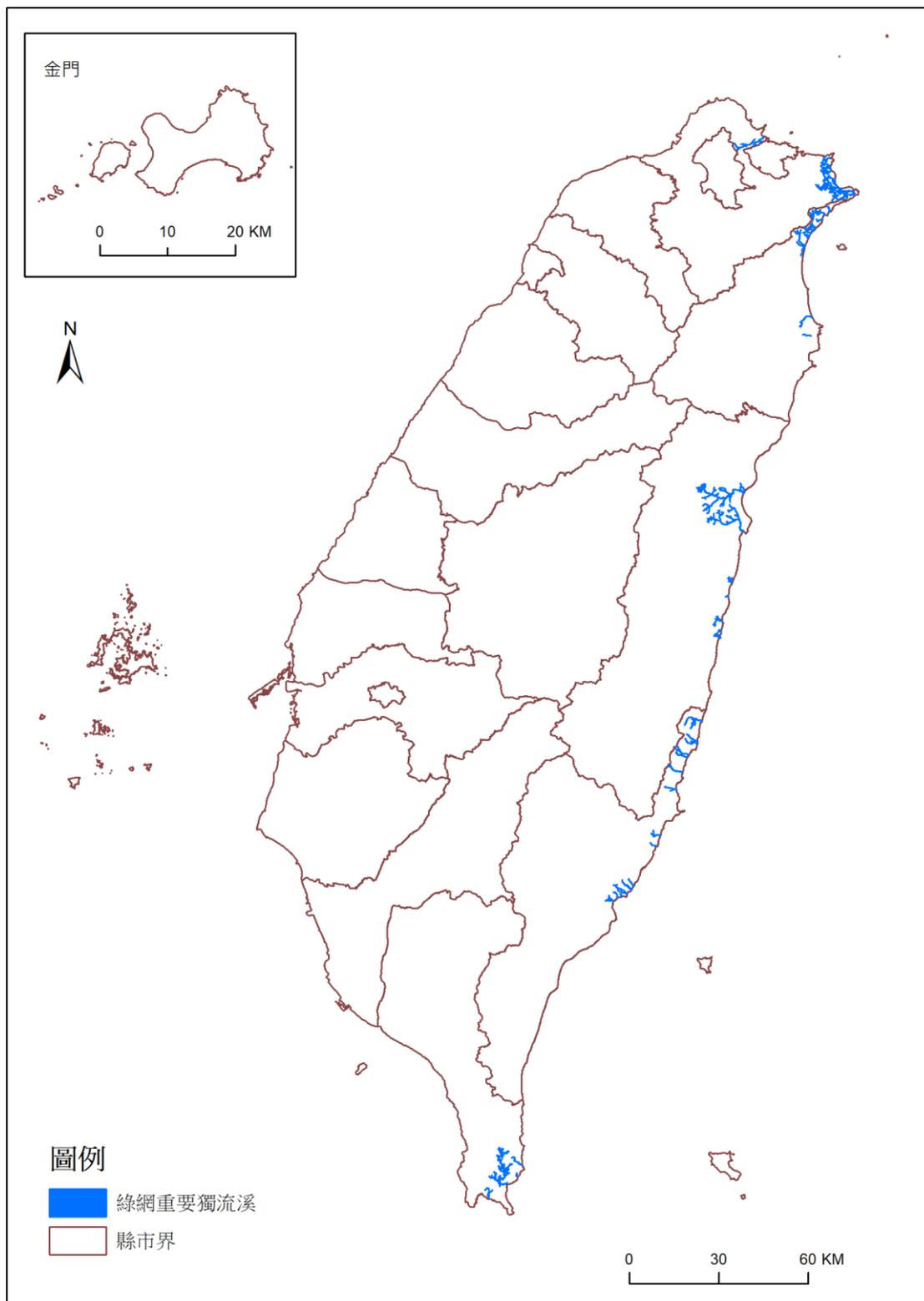
經上述程序，共得到 224 條候選之溪流。惟部分小型溪流因為集水區面積過小或土地利用現況與圖資有所出入而未能被涵蓋；另有部分潛在需關注之中大型溪流，其入海河段之河流級序高於上述設定。因此本計畫另依據相關文獻或訪談，補充納入 25 條候選獨立溪流。總共 249 條候選溪流，進入第二階段之指認。

候選之 249 條溪流，經過既有資料與文獻蒐整，如能符合以下條件之一者，即指認其為洄游性生物重要溪流廊道：

1. 有常流水；
2. 兩側河岸及/或河床沒有被水泥大面積覆蓋；
3. 沒有難以跨越的材質或結構之固床工或攔沙壩；
4. 已知有 20 種 (含) 以上的洄游性生物分布；
5. 已知有保育類、紅皮書受威脅、具特殊性 (如新紀錄種或資料不足者)，或雖數量尚屬普遍，但分布侷限於少數水系的稀有物種 5 種 (含) 以上；
6. 面臨獵捕壓力而需特別予以關注；
7. 具特殊棲地型態。

關於上述指認條件 5 所依據之特殊稀有物種名錄，請見附錄三。針對候選溪流有資源調查文獻者，依文獻資料判讀指認；未有計畫性棲地評估或生物資源調查之溪流，則透過民間專業人士訪談指認，指認參照資料集詳如附錄四。最後，從上述候選溪流中，指認出 56 條洄游性生物重要溪流廊道，分布如圖 3.4-3，並表列於表 3.4-4。這些溪流主要分布在大屯山系北側、東北角一帶、

東部海岸山脈以東，以及恆春半島沿海。



備註：所使用河川底圖圖資為「2016 交通路網數值圖河川」，受限於圖資情形，未能顯示「香蕉灣湧流」(21.925157N, 120.831917E)、佳樂水\_望聖橋(21.995483N, 120.852550E)，以及蘭嶼「椰油溪」、「椰油南溪」；另外，於圖資中「遠望坑溪」包含於「雙溪」，「欖仁溪」包含於「港口溪」，「加塹溪」屬「大不岸溪」中上游，而「文秀坑溪」則含有部分「石碇溪」中下游，因此一併納入圖資呈現。本圖資尚待進一步精製與數化，而在應用上具條件限制，因此洄游性生物重要溪流廊道指認結果，應以參照綠網關注獨流溪清單(表 3.4-4)為主。

圖 3.4-3 洄游性生物重要溪流廊道

表 3.4-4 綠網關注獨流溪清單

項次	河川名稱	分布鄉鎮	指認標準	備註
1	瑪鍊溪	新北市萬里區	1、3、4、5	北海岸洄游種及數量最豐富的溪之一
2	石梯坑溪	新北市瑞芳區	1、2、3、4、5	獨流溪計畫「次敏感關注溪流」
3	龍洞坑溪	新北市貢寮區	1、2、3、4、5、6	獨流溪計畫「次敏感關注溪流」
4	北勢坑	新北市貢寮區	1、2、3、4、5	獨流溪計畫「次敏感關注溪流」
5	南勢坑	新北市貢寮區	1、4、5	
6	沙灣仔溪	新北市貢寮區	1、3、4、5	獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
7	石碇溪下游*	新北市貢寮區	1、4、5、7	具獨特的下游感潮環境及區位；獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
8	遠望坑溪*	新北市貢寮區	1、4、5	獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
9	隆隆溪	新北市貢寮區	1、4、5	獨流溪計畫「次敏感關注溪流」
10	榕樹溪	新北市貢寮區	1、4、5	
11	坑內溪	新北市貢寮區	1、3、4、5	獨流溪計畫「次敏感關注溪流」
12	石門溪	宜蘭縣頭城鎮	1、2、3、4、5、6	獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
13	大溪川*	宜蘭縣頭城鎮	1、2、4、5	獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
14	石壁溪	宜蘭縣頭城鎮	1、2、3、4、5、6	東北角唯一無疑似引入初級淡水魚溪流；獨流溪計畫「次敏感關注溪流」
15	梗枋溪*	宜蘭縣頭城鎮	1、4、5、6	獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
16	文狀溪	宜蘭縣頭城鎮	1、4、5、6	獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
17	港澳溪	宜蘭縣頭城鎮	4、5、6	
18	福德坑溪上游	宜蘭縣頭城鎮	1、4、5、6	下游取水及治理強度高，但上游自然段仍有多樣洄游生物及森林動物的利用，為蘭陽平原水系中已知具有獨流溪生態特性的支流。
19	金面溪上游	宜蘭縣頭城鎮	1、4、5、6	下游取水及治理強度高，但上游自然段仍有多樣洄游生物及森林動物的利用，為蘭陽平原水系中已知具有獨流溪生態特性的支流。
20	竹安溪	宜蘭縣頭城鎮	4、5	有黃斑鯤鰕虎分布，河口與感潮帶河段有豐富的河海洄游魚種生物相
21	新城溪*	宜蘭縣蘇澳鎮	1、2、3、4、5、6	獨流溪計畫「高敏感關注溪流」
22	白米河下游	宜蘭縣蘇澳鎮	1、4、5、6	保育類或紅皮書物種數量突出；獨流溪計畫「次敏感關注溪流」

項次	河川名稱	分布鄉鎮	指認標準	備註
23	三棧溪*	花蓮縣秀林鄉	1、2、3、4、5	物種多樣性及豐度都很突出，比北側的立霧溪還豐富許多，是蘇花海岸區往南第一條最大的上溯溪流
24	美崙溪*	花蓮縣花蓮市	4、5	河口過去有大量洄游性物種棲息，現況有黃斑輻鰈虎及多種輻鰈虎棲息；洄游性物種數高達 43 種 (花蓮縣政府 2020)。
25	水璉溪	花蓮縣壽豐鄉	1、3、4、5、6	目前有細斑吻鰈虎及菊池氏細鯽族群分布
26	十二號橋溪	花蓮縣壽豐鄉	1、3、6	具多種鰈虎、米蝦、沼蝦、台灣絨毛蟹
27	加蘭溪(加路蘭溪)	花蓮縣豐濱鄉	1、4、5、6	河口具水泥堤岸，但還有少許泥灘地及 1km 上下水域，具洄游性生物小苗，棲地良好
28	親不知子溪	花蓮縣豐濱鄉	4、5	
29	大不岸溪(含加墾溪)*	花蓮縣豐濱鄉	4、5	由於在行政管轄上同屬一條溪，因此合併之；洄游性物種數高達 32 種 (花蓮林區管理處 2018, )。
30	水母丁溪*	台東縣長濱鄉	4、5	
31	城子埔溪*	台東縣長濱鄉	4	
32	真柄溪	台東縣長濱鄉	4、5	
33	大德溪	台東縣長濱鄉	5	
34	掃別溪*	台東縣長濱鄉	4、5	
35	寧浦溪	台東縣長濱鄉	1	水中生物不多，但溪流量及溪床環境皆相當好
36	八噶噶溪	台東縣成功鎮	1、4	有鰈虎科魚棲息
37	都威溪	台東縣成功鎮	1、4	東部唯一看見淡水海龍
38	都歷溪	台東縣成功鎮	1、4、5	都歷部落傳統領域，可推動長期在地自主保育之機制
39	都蘭溪	台東縣東河鄉	1、4	東海岸較大水量溪流，位於都蘭部落北邊，具鰈虎科魚類分布；雖具固床工或攔沙壩，但公部門有改善
40	羊橋溪	台東縣東河鄉	1、4	集水區大，農民取水壓力大，下游枯水期可能伏流化。但具多種稀有物種分布，公部門有意願改善
41	入船橋溪	台東縣東河鄉	1	溪口與海可常通，是東海岸少見可感潮河口，具鰈虎科魚類分布
42	籐橋溪	台東縣東河鄉	1、4、7	具裸身鰈虎、網球蝦；出海口與下游較多細砂，不若台東其他溪流為礫石

項次	河川名稱	分布鄉鎮	指認標準	備註
43	漁橋溪(都蘭五號圳)	台東縣東河鄉	1、3、4	附近幾條溪流皆是都蘭附近下切相當深的溪流，溪流生態景觀具有獨特性；具鰕虎科魚類分布
44	千鳥橋溪	台東縣東河鄉	1、2、3、4	東海岸唯一未工程進入溪流，具鰻魚分布。面臨觀光飯店開發壓力
45	椰油溪	台東縣蘭嶼鄉	2	棲地破壞狀況較少，建議納入
46	椰油南溪	台東縣蘭嶼鄉	2	棲地破壞狀況較少，建議納入
47	港口溪*	屏東縣滿州鄉	4、5	
48	林祿溪	屏東縣滿州鄉	4	
49	加都魯溪	屏東縣滿州鄉	4	
50	欖仁溪*	屏東縣滿州鄉	4、5	
51	吧沙加魯溪	屏東縣滿州鄉	4、5	
52	佳樂水望聖橋	屏東縣滿州鄉	4	
53	溪仔口溪	屏東縣滿州鄉	4、5	
54	鹿寮溪	屏東縣滿州鄉	4、5	
55	石牛溪	屏東縣恆春鎮	4	
56	香蕉灣湧流	屏東縣恆春鎮	5	

\*表既有計畫調查發現超過 30 種以上河海需求生物分布（包括洄游性及海源廣鹽性），於資源決策上可選擇優先推動保育工作。

※具計畫性調查資料者由北至南分別為：（新北市）瑪鍊溪、員潭溪、磺溪、茶壺溪、半屏溪、南雅小溪、石梯坑溪、龍洞坑溪、北勢坑溪、南勢坑溪、沙灣仔溪、石碇溪、遠望坑溪、田寮洋無名溪、隆隆溪、榕樹溪、豬灶溪、坑內溪；（宜蘭縣）大里溪、石門溪、番薯溪、大溪川、石壁溪、梗枋溪、文壯溪、港澳溪、新城溪、白米溪、東澳北溪、南澳溪無名溪；（花蓮縣）三棧溪、美崙溪、鹽寮橋、檜樹橋、十二號橋、十四號橋、親不知子溪、大不岸溪(含加墾溪)、牛寮坑橋、起拉嚕溪、斯瓦達阿溪、拉濫溪；（台東縣）水母丁溪、城子埔溪、真柄溪、大德溪、掃別溪、南掃別溪。（屏東縣）港口溪、林祿溪、加都魯溪、欖仁溪、吧沙加魯溪、良鑾溪、保力溪、後灣溪、東門溪、石牛溪、香蕉灣湧流、劄牛溪、佳樂水望聖橋、佳樂水山海瀑布、溪仔口溪、出風谷野溪、鹿寮溪、埤日溪、南仁路野溪。指認參照資料集詳如附錄四

### 3.5 專家學者座談

為使國土生態綠網藍圖規劃與建置過程中，得以確保綠網整體架構、規劃方法，以及重要區域指認結果符合綠網政策目標，符合棲地確切保育需求，因此本計畫透過辦理 3 場專家學者座談會，針對綠網整體架構發展，邀請地景分析、生態保育、景觀及國土規劃等相關領域之專家學者協助進行策略評估，並予以指教。

#### 3.5.1 專家學者座談 (一)

第一場專家學者座談會辦理於 2019 年 1 月 23 日，會議主題為「群落生境 (Biotope) 分類方法架構」，討論國土生態綠網建置之重要基礎資訊「全國棲地狀態」的取得方式與分類架構，瞭解每一個土地單元的生態系功能以及相互關係，進而從生物多樣性保育的宏觀視野，規劃出應串聯、縫補與修復的區域。故此，綠網團隊參考國際經驗、考量臺灣環境特性，發展出群落生境 (Biotope type classification) 方法論，初步擬定分類原則、定義與描述，並提出未來工作策略以及此方法的應用潛力，藉由會議向專家學者諮詢請益。

表 3.5-1 第一場專家學者座談會出席名單

類別	各機關單位 / 出席名單 (依會議時單位職稱)
林務局 內部單位	保育組、森林企劃組、林政管理組、集水區治理組、造林生產組、森林育樂組
出席專家 學者	中國文化大學景觀學系 / 李俊霖副教授
	林業試驗所 / 趙榮台退休副所長
	林業試驗所植物園組 / 林奐宇助理研究員
	林業試驗所植物園組 / 范素璋助理研究員
	農業試驗所農業化學組 / 郭鴻裕組長
	臺灣大學生態與演化生物學研究所 / 謝長富兼任教授
	臺灣大學生態與演化生物學研究所 / 李玲玲教授
	臺灣大學昆蟲學系暨研究所 / 楊平世榮譽教授
	交通大學土木工程學系 / 郭一羽教授
	臺南大學生態暨環境資源學系 / 王一匡副教授
	宜蘭大學森林暨自然資源學系 / 陳子英教授
	中興大學水土保持學系 / 李津甫
	臺灣城鄉發展學會 / 吳勁毅理事長
	特有生物研究保育中心 / 林旭宏主任秘書
	特有生物研究保育中心 / 林瑞興組長
特有生物研究保育中心 / 陳宛均助理研究員	

表 3.5-2 第一場專家學者座談會議程

時間	議程
09:30-09:40	開場介紹
09:40-10:00	群落生境方法與架構說明
10:00-11:30	綜合討論 <ul style="list-style-type: none"> <li>台灣群落生境之第一階層分類單元與原則</li> <li>各類分類單元第二階群落生境之分類討論</li> </ul>
11:30-12:00	結論與後續工作建議

經與多位專家學者針對群落生境方法及架構進行探討，諸位專家認為群落生境分類與製圖於國土利用與生態研究上具有高度應用價值，有助於調查人員針對棲地的溝通與調查，能為生態研究累積長期資料的基礎。然而，有關引進一套新的棲地分類系統，與國內既有國土計畫土地利用類別、植群調查類別、農地調查類別等分類系統的介接與協作關係；分類依據與重要生態系指認的關聯性；推動所需資源、影像材料及判識方法等實務操作的可行性評估；以及地景地貌、自然生態系可能隨時間快速演替的因素等，都會是有待進一步釐清的課題。本次專家會議之專家學者意見彙整如下表，提供本計畫執行過程中針對相關方法學做進一步釐清與修正。

表 3.5-3 第一場專家座談會意見彙整

主題	建議
群落生境分類系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>第一階分類單元應考量分類單元面積佔比例對等劃分</li> <li>考量分類單元隨時間演替的變動性或穩定性</li> <li>考量區域特性增加生境類型</li> </ul>
綠網指認方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>考量群落生境系統在綠網建構的實際用途，思考分類單元如何真正反映 biotope 的群落組成、生態系功能或服務，找出重要核心區</li> <li>優先考慮彙整分析各單位既有生態資料 (營建署、農委會各專屬機構包括航測所、水保局及植群調查)，結合群落生境方法，指認國內非保護留(區)的潛在生態敏感地區</li> </ul>
群落生境圖繪製方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>思考未來將採用的圖資材料特性來訂定土地利用分類框架，確保土地利用分類標準具有實務應用價值</li> <li>整體架構區分為分類系統及繪圖系統，在圖的比例尺與分類的對應，需要思考生態、動物活動及環境等</li> </ul>
後續應用	<ul style="list-style-type: none"> <li>分類系統除回應綠網策略空間規劃，亦需配合制度 (如國土計畫) 與政策方針調整及銜接</li> </ul>



圖 3.5-1 第一場專家學者座談會辦理照片

### 3.5.2 專家學者座談 (二)

第二場專家學者座談會辦理於 2020 年 8 月 20 日，會議主題為「陸域系統之綠網規劃方法、結果及長期方略」。本計畫於綠網規劃上分為陸域、水域兩種棲地系統，其中在陸域的部分是透過導入物種分布模型 (species distribution models, SDM)，建置生物多樣性熱區，搭配重要關注地景以及既有生態熱區研究成果，指認重要關注區域。由於相關指認及規劃工作完成一個階段，為使陸域系統的綠網規劃方法及指認結果，得以符合生態網絡規劃之理論及實務需求，因此本場次會議邀請陸域生態與棲地保育相關專業之專家學者，針對本計畫的綠網規劃方法及成果予以指教，並就綠網政策之長期方略提供相關建議。

本次會議出席名單如表 3.5-4，議程則參照表 3.5-5。

表 3.5-4 第二場專家學者座談會出席名單

類別	各機關單位 / 出席名單 (依會議時單位職稱)
林務局 內部單位	保育組棲地經營科、野生物保育科
出席專家 學者	中國文化大學景觀學系 / 張琪如副教授
	中央研究院生物多樣性研究中心 / 端木茂甯助研究員
	臺灣師範大學生命科學系 / 林思民教授

	臺灣師範大學生命科學系 / 徐堉峰教授
	臺灣師範大學生命科學系 / 郭奇芊副教授
	臺灣師範大學地理學系 / 王文誠教授
	臺灣大學生態與演化生物學研究所 / 謝長富兼任教授
	農業試驗所農業化學組 / 郭鴻裕組長
	特有生物研究保育中心 / 林瑞興組長
	特有生物研究保育中心 / 陳宛均助理研究員
	林業試驗所植物園組 / 林奂宇副研究員

表 3.5-5 第二場專家學者座談會議程

時間	主題	備註
14:00-14:10	開場介紹及議程說明	主持人：黃群策組長
14:10-15:20	<b>(陸域系統) 綠網規劃方法學探討及建議</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 規劃方法及結果檢討與建議</li> <li>• 關注區域保育策略探討</li> <li>• 其他保育議題或保育缺漏處</li> </ul>	計畫執行團隊報告 (15 分) 綜合討論 (55 分)
15:20-15:30	休息	
15:30-16:40	<b>(陸域系統) 綠網長期方略探討及建議</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 物種及棲地保育行動策略</li> <li>• 跨部會行動任務推動</li> <li>• 資源調查及監測規劃</li> <li>• 成效評估方法及機制</li> </ul>	計畫執行團隊報告 (15 分) 綜合討論 (55 分)
16:40-17:30	其他建議及綜合討論	

第二場專家學者座談會分為兩個階段，第一個階段為聚焦探討生物多樣性熱點分析，以及關注區域指認方法與結果，其中有關物種多樣性熱點的討論，有多位專家學者提及針對個別物種類群的分析結果，應已呈現一定的區位重要性，然可能受限於資料情形而未能完全符合經驗認知，除了建議能持續蒐整匯入更多物種分布資料以外，亦提出分析方法修正建議，如可透過將物種分群，或是針對特定類群區分不同動物地理區，進行更進一步的熱點分析；另外關於關注物種清單及保育目標規劃，則有專家學者針對貼近人類生活的蝙蝠，提出增修建議 (表 3.5-7)，並建議後續計畫可進一步檢視評析人為干擾對生態的影響，或是生物之於人類社會的價值，藉以擬定後續保育策略。

會議第二階段，為共同探討相關政策銜接、跨部會溝通以及綠網長期方略制定課題，其中關於政策與跨部會溝通項目，主要為建議有關綠網圖資後續與國土利用調查、國土規劃的銜接與對話，以及透過針對棲地營造或改善工作，研議更為具體的方法與目標，作為非生態領域實務工作者的明確指引，除此之外，針對本計畫在策略擬定上所擬定之專家委員會制度，也有專家提及建議應包括當地各類利害關係人，作為推動「以社區為本的生態保育」的重要基礎。而在成效評估及監測的課題上，則有專家建議應明確訂定各分區應操作之生態課題，視作下一階段經營目標，如此才可依據行動方針再行擬定評量方式。

該場會議提供團隊諸多寶貴意見，而針對專家學者提及之檢討建議，其中除了多樣性熱區分析，可能受限於既有資料庫情形，難以在短時間內再做修正精進，以及針對不同棲地類型的分析指認，考量臺灣許多生物在棲地利用上不具專一性，因此從全國尺度不適宜劃分過細的棲地類型以外，其他相關重要建議，都將納入作為下一階段綠網推動的工作指引及檢討依據。

表 3.5-6 第二場專家學者座談會意見彙整

主題	建議
生物多樣性熱點分析檢討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 關於物種熱點分析，納入分析的種類差異會影響熱點的分布與呈現，就保育層面而言可再考慮是否需將所有物種都納入熱區考量，建議僅針對具一定重要性之物種進行熱點分析，如特有種及特有亞種。</li> <li>● 針對爬行類與兩生類，因北部與南部物種組成不同，以全台進行多樣性評比可能會疏漏多樣性不高，但物種組成特殊之熱區，建議後續考量不同動物地理區特性，探討多樣性分布狀況。</li> <li>● 建議後續可用群聚或一個生態系的觀點來思考，著重在物種組成、棲地條件上獨特的環境，或是在分區規劃能盡量涵蓋不同群聚或是不同的環境狀況。</li> </ul>
綠網關注物種清單	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 針對一些原生植物優勢種，不管在造林還是其他政策工具上都是較為容易操作，因此建議納入。</li> <li>● 綠網或里山概念中所關注的物種，應是和人類活動有較多接觸或互動，其行為或族群可能受人類活動所影響，又或者這些物種可以提供人類所需的生態系服務。建議增列蝙蝠。</li> </ul>
綠網陸域保育目標規劃	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建議指認關注區域後，盤點具代表性關注物種，並針對不同棲地類型，分別探討其資源特性及棲地網絡串聯型態。</li> <li>● 人為干擾未必是對生態不利，不同程度的干擾，可能會對不同物種產生不一樣的影響，建議後續可進一步評析人為干擾對生態的影響。</li> <li>● 建議可針對現有的生物資料，分析各分區物種的受威脅因子，或是從物種角度分析其對人類的生產活動所帶來的正面或負面影響，提供作為社區操作、農業政策等策略擬定依據之一。</li> </ul>
政策銜接及跨部會溝通	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建議本計畫相關圖資與成果能回饋至國土利用調查成果，能創造與國土規劃領域對話的機會。</li> <li>● 在國土規劃保育的銜接上，能從社區尺度出發，透過社區教育與環境守護，可能會帶來更好的效果。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 綠網政策後續需要加強溝通，強調有些生物的棲地不是在中央山脈保育廊道的深山裡，淺山生態系也是需要關注的區域之一。</li> </ul>
<p>長期方略</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在專家委員會的設計上，除了學者專家，還要包括當地各類型利害關係人。在 community-based conservation 的推動上，需要有開發者、生產者等在地的聲音，需要考量的人需求，才能達成平衡</li> <li>● 在綠網制定分區時，由於每個分區有各自的環境背景以及要處理的生態議題，建議能將生態議題視作下一階段的經營目標，有了目標後才會有實際作為，也才有辦法進行成效評估與評量。</li> <li>● 關注區域圖上已有呈現網格資訊，後續監測上可以此作為基礎，以抽樣的概念在時間與空間尺度上評估網格的生物多樣性變異，另外也可將歷史資料納入作為參考對照。</li> </ul>
<p>其他建議</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 應把階層釐清，定位大的願景及階段性目標為何，才能幫助在計畫推動時的社會溝通，否則層次可能有所混淆，對於局外人而言會無法掌握計畫目的，也連帶影響資源決策課題。</li> <li>● 公路總局與高速公路局有一些零星的動物通道監測，但多為個案而沒有系統性，建議後續也能給予相關系統性的建議，或協助監測，可以做為跨部會合作項目。</li> </ul>



圖 3.5-2 第二場專家學者座談會辦理照片

表 3.5-7 陸域關注物種增修建議

生物類群	物種名稱	學名	類別	特有屬性	IUCN Redlist	臺灣紅皮書	保育類等級
哺乳類	台灣葉鼻蝠	<i>Hipposideros armiger terasensis</i>	其他關注地景重要物種	特有亞種	LC	NLC	一般類
哺乳類	台灣管鼻蝠	<i>Murina puta</i>	其他關注地景重要物種	特有種	LC	NLC	一般類
哺乳類	玄彩蝠	<i>Kerivoula furva</i>	其他關注地景重要物種		LC*	NLC	一般類
哺乳類	無尾葉鼻蝠	<i>Coelops frithii formosanus</i>	其他關注地景重要物種	特有亞種	NT	NVU	II
哺乳類	高頭蝠	<i>Scotophilus kuhlii</i>	其他關注地景重要物種		LC	NLC	一般類
哺乳類	金黃鼠耳蝠	<i>Myotis formosus flavus</i>	其他關注地景重要物種	特有亞種	NT	NVU	一般類
哺乳類	絨山蝠	<i>Nyctalus plancyi</i>	其他關注地景重要物種		LC	NLC	一般類
哺乳類	堀川氏棕蝠	<i>Eptesicus pachyomus horikawai</i>	其他關注地景重要物種	特有亞種	LC	NLC	一般類

\*台灣的玄彩蝠過去曾被認為是 *K. hardwickii* (Yoshiyuki et al. 2010) 或是 *K. titania* (Wu et al. 2012)。Kuo et al. (2017) 釐清玄彩蝠實為一新種，並命名為 *K. furva*。只是目前的 IUCN 名錄仍未更新此資訊，因此台灣的彩蝠仍被列在 *K. titania* (端木茂甯，私人通訊)。

表 3.5-7 陸域關注物種增修建議(續)

物種名稱	分布	重要關注區域
台灣葉鼻蝠	全島	淺山生態系與里山地景。常棲息於人工洞穴環境。
台灣管鼻蝠	全島	淺山生態系與里山地景。
玄彩蝠	全島	淺山生態系與里山地景。常利用竹筒或芭蕉捲葉作為棲所。
無尾葉鼻蝠	全島	淺山森林。常發現於人工洞穴環境。
高頭蝠	全島	低海拔農地、鄉村、城鎮綠地。蒲葵、其他棕櫚樹及建築物為其重要棲所，棲所常因人工修剪其棲樹而遭破壞或消失。
金黃鼠耳蝠	全島	雲嘉南平原地區。常棲息於大葉欖仁、桃花心木、龍眼樹及其他十多種景觀或經濟植物上，近年數量顯著下降，可能與鄉村開發有關
絨山蝠	全島	低海拔平原、海岸等空曠地區，或森林樹冠層上方。目前發現沿海岸之風力發電機可能對其有較高之威脅。
堀川氏棕蝠	全島	低海拔平原、海岸等空曠地區，或森林樹冠層上方。目前發現沿海岸之風力發電機可能對其有較高之威脅。

### 3.5.3 專家學者座談(三)

第三場專家學者座談會辦理於 2020 年 8 月 21 日，會議主題為「水域系統之綠網規劃方法、結果及長期方略」，為延續第二場針對陸域系統綠網規劃方法之探討，規劃水域系統指認方法之專家諮詢會議。在水域指認規劃的部分，為透過擬定綠網關注物種清單，以物種分布資訊選取重要河川；透過蒐整獨流溪相關生物資料調查及訪談民間專業人士，界定需優先保育及待評估獨流溪；以及透過引用特生中心之水鳥熱點研究成果。本場會議邀請具水域生態與棲地保育相關專業之各方專家學者，針對本計畫於水域系統之綠網規劃方法及成果予以指教，協助指認其他待保育、修復之重要水域棲地環境，並就綠網政策之長期方略提供相關建議。

本次會議出席名單如表 3.5-8，議程則參照表 3.5-9。

**表 3.5-8 第三場專學者座談會出席名單**

類別	各機關單位 / 出席名單 (依會議時單位職稱)
林務局 內部單位	保育組棲地經營科、野生物保育科
其他與會 公部門代 表	經濟部水利署 / 賴政佑副工程司
	農委會水土保持局 / 翁源泉工程員
	農委會水土保持局 / 馬興彥工程員
出席專家 學者	台灣休閒漁業發展協會 / 左承偉副秘書長
	中央研究院生物多樣性研究中心 / 黃世彬博士
	人禾環境倫理發展基金會 / 方韻如研究員
	高雄師範大學生物科技系 / 梁世雄教授
	臺灣大學森林環境暨資源學系 / 劉奇璋助理教授
	嘉義大學生物資源學系 / 邱郁文副教授
	國立海洋生物博物館 / 韓僑權副研究員
	海洋大學海洋生物研究所 / 陳義雄教授
	特有生物研究保育中心 / 楊正雄助理研究員
	特有生物研究保育中心 / 陳宛均助理研究員
特有生物研究保育中心 / 柯智仁助理研究員	

表 3.5-9 第三場專家學者座談會議程

時間	主題	備註
09:30-09:40	開場介紹及議程說明	主持人：黃群策組長
09:40-10:50	<u>( 水域系統 ) 綠網規劃方法學探討及建議</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 規劃方法檢討與建議</li> <li>• 重要水域環境指認結果討論 (綠網關注淡水魚重要水域、洄游性生物重要溪流廊道，以及水鳥分布熱區)</li> </ul>	計畫執行團隊報告 (15 分) 綜合討論 (55 分)
10:50-11:00	休息	
11:00-12:10	<u>( 水域系統 ) 綠網長期方略探討及建議</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 物種及棲地保育行動策略</li> <li>• 跨部會行動任務推動</li> <li>• 資源調查及監測規劃</li> <li>• 成效評估方法及機制</li> </ul>	計畫執行團隊報告 (15 分) 綜合討論 (55 分)
12:10-12:30	其他建議及綜合討論	

本場專家學者座談同第二場專家會議，分為兩個階段，第一階段為探討重要水域指認方法、關注物種清單，以及保育規劃原則，第二階段則是針對政策機制的銜接以及水域保育長期方略，提供相關建議，意見彙整如表 3.5-10。

在第一階段的討論中，專家們提出對於關注物種名錄在物種的有效性、類群的增補，以及重要棲地指認的代表性上，尚有進一步檢討的空間以外，也提出針對目前資料的可取得來源、正確性與採用形式受限的課題，建議後續納入議題討論解決。關於重要水域指認方法及保育規劃，專家們建議納入棲地健康狀態環境背景值、外來種分布、物種原始棲地地理分區，以及關注物種分布熱區等資訊，進行更細緻的盤點及分析工作，才能呈現更具體的保育方針。

第二階段，則為聚焦於探討水域保育工作與其他相關權責單位機制上的銜接，以及其他保育策略建議。專家們提出許多跨部會協調議題，諸如重要水域指認後的主動聯繫機制、流域跨部會平台會議的建立、整合性復育計畫或友善工法試驗性操作，以及與前瞻水環境計畫的對接，都是綠網政策下一階段推動水域保育復育工作時的重要方向，除此之外，如封溪護漁、商業採集、外來入侵及水質改善，也是相當重要並有待進一步協商處理的課題。

針對上述建議，有關更多溪流背景資訊及議題的評估分析，本計畫將納入下一階段檢討工作，或作為區域尺度課題，納入區域綠網建議盤點項目。而針對生物多樣性評估，本計畫主要借重 TBN 資料庫及河川情勢調查，受限於努力量並未統一的問題，現階段所獲得多樣性區域成果可能有所偏差，故未予以採納，因此以多樣性指認關注溪流會是未來可再努力與精進的方向。

水域關注物種建議增修名單，彙整於表 3.5-11，並將溪流指認補充建議匯入 3.4 節。由於關注物種的增列涉及物種分布資料蒐整、檢討、重要分布範圍的評估指認，並需納入重要水域環境的圖資更新修正，而本計畫期程有限，建議將表 3.5-11 所示增修建議，列為區域綠網後續細部盤點與操作參採，併同其他專家們提供的寶貴意見，作為後續綠網藍圖檢討項目。

表 3.5-10 第三場專家學者座談會意見彙整

主題	建議
物種分布情形及資料庫議題	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 近十幾年來原生魚種的放生問題嚴重，點位應排除已被證實是人為放流的紀錄，必須要回歸早期的調查或是生物地理，建議多諮詢魚類專家意見，確認資料的正確性。</li> <li>● 後續須討論專家們手上的資料如何充實到未來政策工具所需要的基礎，以及過去資料如何應用到未來資料庫決策工具上的建立。</li> <li>● 關於物種資料受商採影響而具敏感性的問題，需要進一步與漁業署及相關單位協調，如何藉由保育法、封溪護漁等作法解決根本問題。</li> <li>● 透過過往調查，得知許多湧泉具多種特有種分布，是重要的生物熱點。建議後續納入湧泉相關調查資料。</li> </ul>
重要水域指認方法與標準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在河川保育優先性上，外來種是其中一個重要判斷因子，建議未來可以納入外來入侵種或島內入侵種的資訊，作為判識背景資料之一。</li> <li>● 物種出現熱點也應被納入考量，由於紅皮書物種的資料少，能用來判定的資料有限，希望綠網藍圖規劃朝向圈選物種熱點環境。</li> <li>● 各類群專家學者應組成各自的專家群，討論自己熟知與關注的類群。應透過專家群的意見給予綠網好的框架，從歷史資料看原始棲地。</li> </ul>
重要水域指認結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 保力溪從恆春出海口以上，加上國家重要濕地龍鑾潭，往北流影響國家公園東岸的珊瑚礁，其水量、支流也涵蓋了恆春半島主要的兩側洄游魚種，因此保力溪需特別關注。</li> <li>● 老梅溪下游有超過三層樓的壩體，且魚梯是被沖毀的；大屯溪因為有聚落的關係汙染嚴重，生態價值並不是想像那麼好，可再行檢討。</li> </ul>
綠網關注物種清單	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 針對關注物種名錄，如溪流細鯽與臺灣副細鯽的分類問題，以及青鱗魚的種名更新，有關戶口名單的清查，請再行據以檢討修正。</li> <li>● 目前未能看出關注淡水魚選取機制，如名單尚未能取得更多專家共識，則應先將其清單視作指認模式的範例，真正名錄有待檢討增列。</li> <li>● 高體鯉鰻非特有物種，且具有分布廣、族群數量尚稱普遍的特性。在保育資源不多時，可能對其他珍稀魚種的保育資源產生排擠效應。如有納入高體鯉鰻的關注，建議也納入與其共生的田蚌。</li> <li>● 缺漏甲殼類、澤蟹等，建議再納入蝦蟹類的物種資料進行評估，而針對螺貝類如壁蝨螺，其只生存在乾淨且出海口為硬底質的溪流，其棲息地受沿海公路、河岸堤防等工程破壞，受到水族業者的獵捕壓力也很大，需要被關注。</li> <li>● 南部客家聚落常有的埤塘湧泉，都有條紋二鬚鯢分布，是客家重要的民俗物種，建議可納入考量。</li> </ul>

<p>綠網水域保育 目標規劃</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 關於重要水域指認之後的積極作為，應該要個案探討，細化到微棲地的課題，如河海洄游物種的棲地健康狀態，不止是針對淡水域，還會涉及重要的河口與海洋，需要去追蹤沿線生態棲地的健康狀態。</li> <li>● 基於對各個物種原始棲地地理分布區的了解，依據潛在健康狀態資料，才能完整呈現溪流的保育方向。後續需再掌握棲地健康狀態的背景值，如外來種分布與比例、河川枯水性的狀態等。</li> </ul>
<p>政策銜接及 跨部會溝通</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 跨部會溝通上，需要與前瞻計畫對接，避免工程造成棲地破壞，希望能實質解決「只以防洪優先而忽略生態」問題，從個案逐步推動。除此之外，亦須注意各地方政府對環境及生態保育的訊息落差。</li> <li>● 針對水利署的河川環境管理計畫、水保局的相關工程等，建議能有整合性的復育計畫，進行溪流治理工程上的試驗性操作。</li> <li>● 針對與生態檢核機制的連結，當敏感溪流及相關議題被指認後，建議能有一個主動聯繫機制，讓河川治理單位及交通單位能了解。</li> <li>● 建議能以集水區或子集水區為單位，針對林管處及相關水利治理單位能有區域性的平台操作，面對不確定性的工程或治理需求來源，能就整體性以及物種跟棲地的重要，進行平台上的協商</li> </ul>
<p>長期方略或 其他建議</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 臺灣很多淡水魚的分布面積小，如一些野塘、埤塘，其棲地變化快速，建議未來規劃進行保育前，需要做進一步的更新調查，否則可能現況已大不相同。</li> <li>● 建議林務局能針對封溪護漁及入侵種議題，協同其他單位做進一步探討，擬定推動策略，能針對重要溪流提出外來種防治或移除的積極措施，能鼓勵社區參與。</li> <li>● 有關水質處理，建議先釐清是有機污染還是化學污染。民生有機污染相較於化學汙染較有可能處理。案例點的選取需要背景分析。</li> <li>● 台灣排放水在出海前並未有檢測，如能建立汙染減量系統，對於河川生態有所助益，對海洋生態也有很大的幫助。</li> </ul>



圖 3.5-3 第三場專家學者座談會辦理照片

表 3.5-11 水域關注物種增修建議

生物類群	物種名稱	學名	類別	特有屬性	IUCN Redlist	臺灣紅皮書	保育類等級
淡水魚類	陳氏鰻鮔	<i>Gobiobotia cheni</i>	其他關注地景重要物種	特有種	無	NEN	一般類
淡水魚類	科勒氏鰻鮔	<i>Gobiobotia kolleri</i>	其他關注地景重要物種		無	NNT	一般類
淡水魚類	銀鮡	<i>Squalidus argentatus</i>	其他關注地景重要物種		無	DD	一般類
淡水魚類	鬍鯰	<i>Clarias fuscus</i>	其他關注地景重要物種		無	無	一般類
淡水魚類	齊氏石鮒	<i>Paratanakia chii</i>	其他關注地景重要物種		無	無	一般類
淡水魚類	半紋小鮠	<i>Puntius semifasciolatus</i>	其他關注地景重要物種		無	NEN	一般類
淡水魚類	大眼華魮	<i>Sinibrama macrops</i>	其他關注地景重要物種		無	NVU	一般類
無脊椎類	壁蝨螺	<i>Septaria porcellana</i>	其他關注地景重要物種		無	無	

備註：其他有關蝦蟹螺貝類之關注物種增修，有待後續計畫進一步評估及專家討論指認。

表 3.5-11 水域關注物種增修建議(續)

物種名稱	建議增列原因
陳氏鰻鮔	該物種為台灣特有種，且僅棲息於烏溪與濁水溪特定河段。建議可列入「綠網關注淡水魚名錄」。
科勒氏鰻鮔	該物種是否為台灣特有種雖尚有爭議，但在台灣僅棲息於高屏溪，分布狹隘。建議可列入「綠網關注淡水魚名錄」。
銀鮡	該物種雖非特有種，但在台灣僅棲息於淡水河，分布極為狹隘。建議可列入「綠網關注淡水魚名錄」。
鬍鯰	該物種雖非特有種，但在台灣受到外來種蟾鬍鯰的入侵威脅，目前少見，且分布地點少。建議可列入「綠網關注淡水魚名錄」。
齊氏石鮒	該物種雖非特有種，但在台灣僅分布於台北、桃園部分區域，目前分布地點少。建議可列入「綠網關注淡水魚名錄」。
半紋小鮠	該物種雖非特有種，但在台灣的分布地點不多，僅高屏地區有較穩定族群，是受威脅的鄉土魚種，亦為重要客家民俗物種，建議納入。
大眼華魮	該物種雖非特有種，但在台灣僅分布於淡水河，分布侷限。建議可列入「綠網關注淡水魚名錄」。
壁蝨螺	只生存在乾淨且出海口為硬底質的溪流，其棲息地受沿海公路、河岸堤防等工程破壞，受到水族業者的獵捕壓力也很大，需要被關注。

## 第四章 生態綠網建置操作示範

### 4.1 總論

綠網建置工作自生物多樣性熱點分析、關注物種分布資料蒐集、關注地景篩選，到考量受關注之保育議題等層面後，指認重要關注區域，完成生態綠網架構，並擬訂行動策略。此過程雖已完善進行多方思考，然而，尚未有實務操作模式。因此，本計畫就臺灣北、中、南、東各區，或不同類型之保育議題、保育行動方案，去除已具法規保護之中央山脈保育軸，以及人為活動密集之都會區，依據各分區內生態議題之保育急迫性、地景特殊性、政策關注區域、生態熱點區域，共挑選 4 處，進行綠網建置工作操作示範。

在大中區域尺度，透過綠網的平台整合，使各公務執行單位得以納入生態保育考量，另外在小區域尺度，針對生態瓶頸點，協調權責單位投入修復改善，或介接其他資源協力促進保育復育工作。

示範案之任務為依據綠網藍圖規劃設定區域保育目標，指認保育、連結之議題與區位，同時擬定保育復育計畫及短中長期策略，並予相關利害權責單位釐清權益關係，進行跨部會連結，促進行政協調溝通及議題處理。

#### 4.1.1 綠網示範案建置之流程與方法

綠網建置之流程與方法如圖 4.1-1，主要分為四個階段：1. 環境診斷、2. 目標設定、3. 行動開展、4. 成效評估。各流程之操作方法在下方詳述。

##### 一、環境診斷

首先要在大區域至中區域尺度彙整生態基礎資料，再進一步盤點本區域發展工作及相關規劃內容，並將生態棲地類型、土地利用情形與生態基礎資料套疊，找出需要補強之議題點。最後若有需要也可進行補充現地調查，以求快速診斷環境找出問題點。

##### 二、目標設定

環境診斷步驟完成後，下一步就是要設定目標：在既有的資源下有哪些議題？而在這些議題當中哪一個議題的急迫性最高？各個議題的困難度如何？如果發現該保全目標是位於棲地破碎化或劣化區位，則應提高其作為保全目標之優先權。選定保全目標後，則需進一步蒐集資料提出保育復育工作計畫，擬定短期、中期與長期的執行策略。

##### 三、行動開展

設定好保全目標、保育復育工作計畫與短中長期執行策略後，就要進到實際行動的部分。首先在擬定好的工作計畫執行策略當中有哪一些權益相關單位？從在公部門或者私部門之間有哪些單位與本保全目標與議題相關？在這些單位

之內誰才是真正與保全目標、復育工作計畫與執行策略有直接關係的人？要如何在行政上協調這些真正的權益關係者？執行復育工作計畫的資源在哪裡？在執行的過程當中也要記得適時的披露執行的成果，給予每個參與的單位適當的媒體披露與公眾肯定，增加復育工作計畫的能見度，期許未來能夠有更多單位一起加入，並在執行中滾動式調整。

#### 四、成效評估

在社群媒體時代，媒體的披露與社群的知名度是相當重要的，故在執行工作的每個階段都要有詳細的會議紀錄或者活動紀錄，以記錄各個單位協調的過程，減低未來再討論相同議題的機率，減少大家的時間成本；再者詳實的紀錄也能夠讓各個參與的單位瞭解投注的資源會有哪些成果，可以鼓勵各單位繼續投注資源在復育工作計畫上。最後在每個小階段的工作都要訂定小目標，以擬定成效追蹤，並適時檢討，才能提出具體且有效的建議，未來可供其他類似性質的保育復育工作參考。



圖 4.1-1 示範案流程與操作方式

#### 4.1.2 示範案選取方向

在第三章國土生態綠網建置的成果，我們劃分了各個生態分區 (3.1 節)、建立了環境因子資料庫 (3.2 節)，再依此進一步指認了陸域重要關注區域 (3.3 節) 與水域重要關注區域 (3.4 節) 等。但這些都是屬於全國之大尺度區域或者是中尺度區域，而沒有較小、較容易理解並操作的小尺度範例，故我們用不同角度來觀看國土生態綠網。

##### 一、淡水濕地生態系的人與自然和諧共生—貢寮田寮洋示範案

臺灣山高水急地形陡峭，河流大多很短，只有西部少數河流較長。我們選擇臺灣東北角雙溪河流域中下游之貢寮田寮洋區域作為示範，是一個有聚落、

森林、溪流與農田鑲嵌的複雜地景，生物多樣性也相當高，可以作為小型淡水濕地生態系的國土生態綠網操作示範。

## 二、淺山生態系開發壓力之減緩—苗栗石虎生態廊道改善示範案

臺灣的平原面積並不大，山地與丘陵地更是佔全島的三分之二以上，再加上人口擴張，近年對於淺山土地的開發壓力逐漸增加，人類之經濟活動也逐漸與淺山活動之動物如臺灣獼猴、中小型食肉目動物重疊，因而產生越來越多人與野生動物的衝突。我們選擇苗栗淺山地區，一則仍有不少中小型食肉目動物活動(如石虎)，二則屬於丘陵地形，期待能夠在聚落、農地與次生林鑲嵌的複雜地景當中，將石虎能夠利用的破碎棲地連結在一起。

## 三、河川串聯森川里海的橫向連結—曾文溪中游河川復育示範案

水為生命之源，人類與文明的發展皆與水有很直接的關係。臺灣西部有數條較長的河流，自上游到下游河流都擔負著不同的責任，河流同時也是串聯「森—川—里—海」的重要元素。西部河川的上游地區在臺灣多半屬於國有林，下游地區包括出海口也多半是受到關注的濕地，但中游農業與荒地交錯的河段卻常常被人們忽略。我們選擇屬嘉南平原的曾文溪流域中游作示範，尋求農業、河流與野生動植物共存共榮的可能。

## 四、原生植群的復育營造—墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案

恆春半島有臺灣僅有的熱帶季風林以及特殊的高位珊瑚礁地形，孕育著許多臺灣珍稀的植物與動物。但也因為位處熱帶地區，亦更容易受到熱帶外來物種之入侵。銀合歡屬於世界百大嚴重之入侵種，十六世紀時即隨著荷蘭人在臺灣落腳。在恆春半島有許多大面積的銀合歡純林，故如何將這些外來銀合歡移除，再透過生態造林恢復原始的熱帶季風林，保留恆春半島特有的生態多樣性，是此示範案的課題。

### 4.1.3 示範案執行規劃

各個示範案之執行規劃總表如下表 4.1-1。

表 4.1-1 示範案執行規劃總表

示範案		1. 貢寮田寮洋	2. 西部淺山	3. 曾文溪	4. 恆春半島
目標		田寮洋及雙溪河下游流域之森川里海串聯	苗栗縣通霄地區食肉目動物生態廊道改善	結合曾文溪河川管理計畫，推動曾文溪河川生態復育	恆春半島結合銀合歡剷除造林，推動熱帶季風林復育
範圍		田寮洋濕地、遠望坑溪	苗栗縣通霄地區	曾文溪中游的自然與近自然灘地	恆春半島
目標物種指認	主要目標物種指認	候鳥、洄游魚類、濕地動植物、瀕危植物	石虎及共域食肉目動物	草鴉、魚類	熱帶季風林、陸蟹
	棲地連結需求與潛在方案	候鳥 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 促進田間管理兼顧棲地保育</li> <li>● 減輕鐵路改建的生態衝擊</li> </ul> 洄游魚類 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠望坑溪二、三圳間阻隔改善</li> </ul> 瀕危植物 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 沙灘生育地減少人為擾動</li> </ul>	食肉目動物/石虎 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 食肉目動物路殺熱點改善</li> <li>● 針對淺山食肉目生態廊道受道路切割處，透過棲地營造或道路改善提升廊道連結性</li> <li>● 延續友善生產環境之推動，減緩石虎及生產衝突</li> </ul>	草鴉 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 中游河灘地草生環境維護營造</li> <li>● 河川內疏浚工作避開草鴉繁殖季</li> <li>● 曾文溪流域友善生產環境推動</li> </ul> 魚類 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 卵礫石下放等河川環境管理工作</li> </ul>	熱帶季風林 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 銀合歡剷除、原生樹種回種，恢復熱帶季風林</li> </ul> 陸蟹 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 恢復熱帶季風林林相，提供陸蟹所需植物微棲地</li> </ul>

表 4.1-1 示範案執行規劃總表(續)

示範案		1. 貢寮田寮洋	2. 西部淺山	3. 曾文溪	4. 恆春半島
保育 復育 工 作 計 畫	人網串聯	新北市政府、貢寮區公所、北基農水會、水保局台北分局、台鐵局、東北角風管處、國有財產署、中興工程、人禾、台北鳥會、中華鳥會	交通部(公路總局、高速公路局)、苗栗縣政府、特生中心動物組、觀察家、漢林、石虎保育協會、國有財產署	水利署六河局、台南市政府、特生中心植物組、國有財產署、嘉義林管處、中興工程、漢林、台南社大、台南荒野	國有財產署、屏東縣政府、屏東林管處、林務局造林生產組
	跨域協商 議題	促進公私部門的在地協商 ● 雙溪鐵路改建生態衝擊減輕及生態檢核 ● 遠望坑溪二、三圳間阻隔改善 ● 田寮洋濕地農業經營策略 ● 瀕危植物生育地防護措施	促進與交通單位的介面合作 ● 苗栗通霄地區石虎棲地串連的整體空間規劃 ● 與交通部門探討瓶頸點改善可行性 ● 友善石虎 PES 給付政策建議	促進水利署與林務局介面合作 ● 配合曾文溪河川環境管理計畫，強化中游段對生態環境友善的管理措施 ● 曾文溪中游段草鴉棲地營造	促進與林管處的縱向整合 ● 以陸蟹為環境指標，研究銀合歡剷除對於整體生物相及林相的變化 ● 相關監測或剷除造林計畫之銜接整合
	保育規劃	● 雙溪下游農業生態地景永續經營策略 ● 雙溪水系洄游路徑修復及遠望坑溪三圳抬水堰改善規劃	● 指認苗栗通霄地區道路瓶頸點，並提出淺山食肉目生態廊道改善規劃	● 曾文溪流域草鴉棲地保育策略 ● 曾文溪中游段生態環境友善管理措施	● 恆春半島熱帶季風林恢復效益評估及生態造林參考指引
林管處相關計畫與後續發展		羅東處： 友善農業、溪流廊道修復	新竹處、東勢處、南投處： 廊道串連、路殺及道路改善	嘉義處： 友善農業、河灘地棲地經營	屏東處： 銀合歡剷除、原生樹種回種

## 4.2 淡水濕地生態系—貢寮田寮洋示範案

### 4.2.1 區位選取

在 3.1 節國土綠網生態分區中，北部與東北部均屬年降水量高，降水季節性不明顯的氣候環境，有利濕地生成與維持，然因地景差異，分為兩區。北部分區內的大屯火山群和雪山山脈北端尾稜，與長年流量穩定的溪流，形塑出扇形分布之獨流溪與山區水梯田地景，形成洄游魚類與淡水濕地生物的庇護所；東北部則由淺山森林連接蘭陽平原水田及河口濕地，形成大面積的平原濕地系統，是繁殖與度冬水鳥重要的棲息環境。在不同的淡水濕地類型中，本計畫選擇棲地型態高度鑲嵌的水梯田生產地景，亦即北部分區，作為第一個示範案的關注議題。

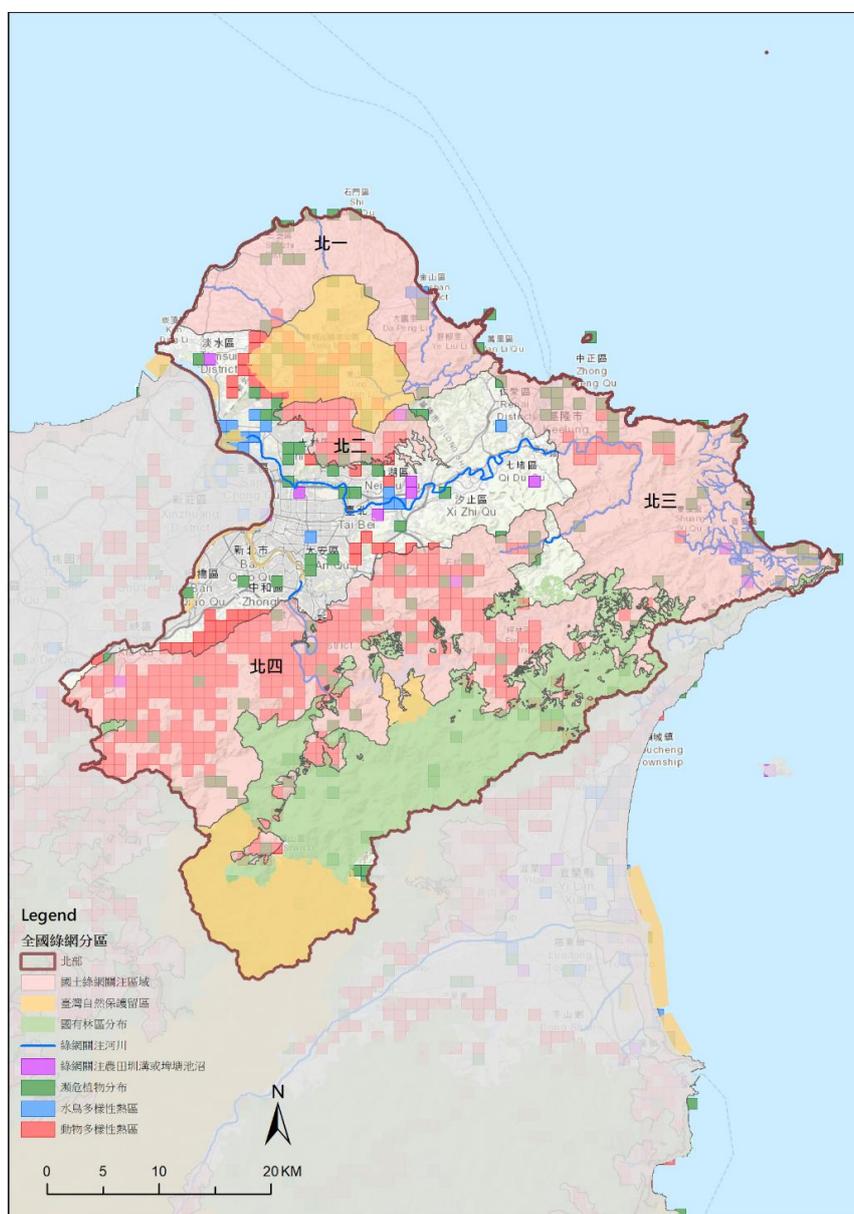


圖 4.2-1 大尺度北部綠網分區圖

北部分區的重點特色為森林、溪流、獨流溪、湖泊、淡水濕地、埤塘、以及水梯田，又可分為四個陸域關注區域 (參見 3.3.7 陸域關注區域指認結果)。其中位於雪山山脈北端尾稜的北三分區，涵蓋平溪、雙溪、貢寮、瑞芳、以及部分基隆市區域，區內有大面積的森林，西側屬基隆河流域上游，東側則為雙溪流域與多條獨流溪，豐沛而穩定的水源，營造出森林、溪流、濕地、水梯田鑲嵌的環境，重要的生物多樣性熱區、水鳥熱區，多種關注動植物皆分布於此 (參見圖 4.2-2 及圖 4.2-3)，也具備重要關注地景 (里山)。營造里山友善生產地景，保存淡水濕地生物多樣性，是本區的主要保育目標。

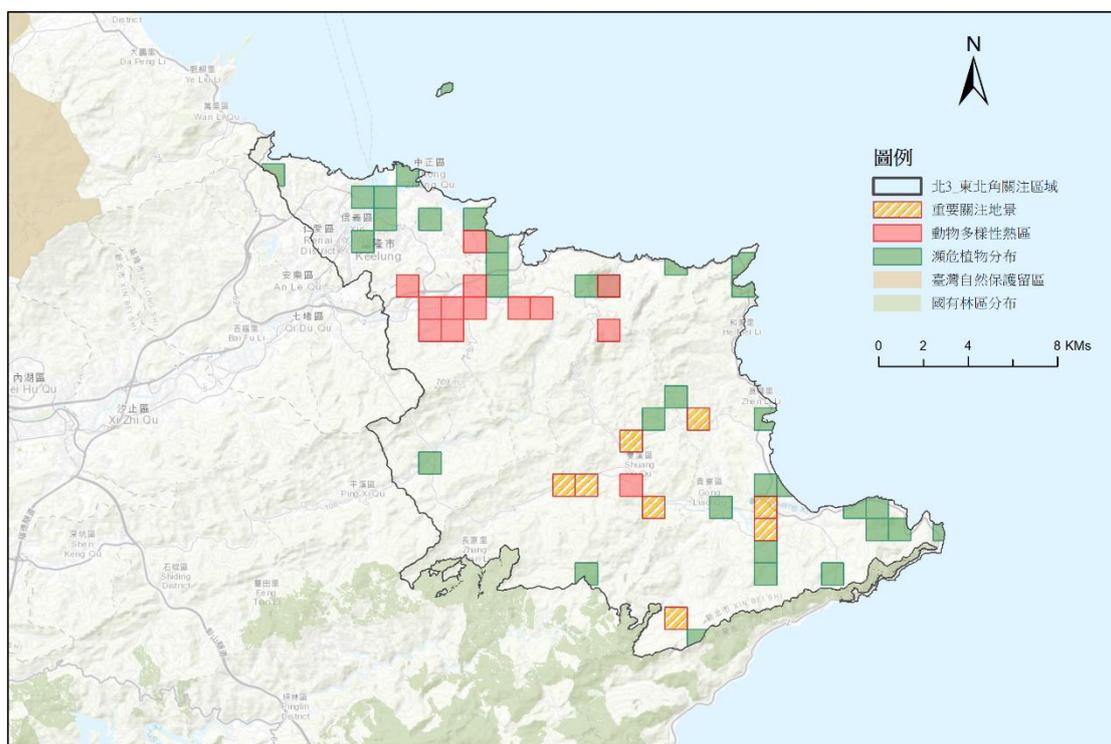


圖 4.2-2 中尺度北三綠網關注區域—陸域

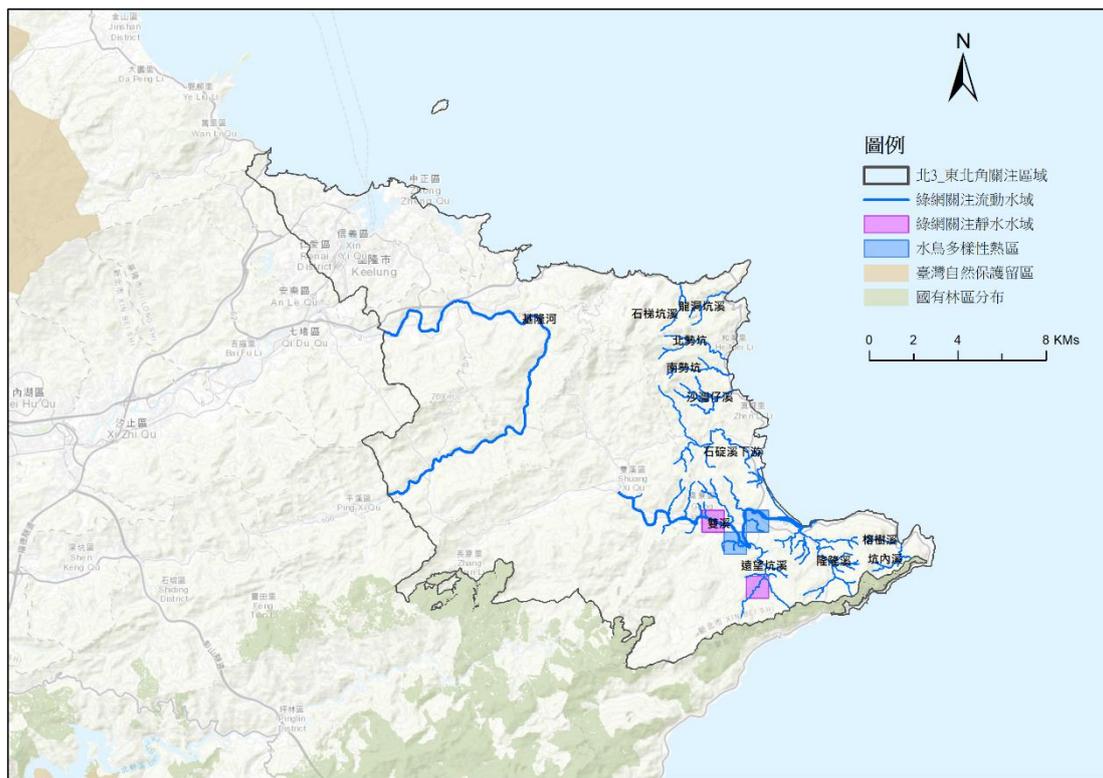


圖 4.2-3 中尺度北三綠網關注區域—水域

在北三分區中，可見雙溪水系作為重要關注河川，其流域範圍內同時包含瀕危植物分布、重要關注地景、水鳥多樣性熱區以及關注靜水水域環境，於此同時，雙溪流域中上游之水梯田亦屬於許多水棲、半水棲動植物的重要庇護所，從雙溪中上游的水梯田往下游延伸至出海口，具顯著的森—川—里—海串聯地景。以雙溪水系為主體，推動流域整體生態系保全與棲地提升，以及洄游路徑的修復連結，為綠網政策關注及操作重點之一，因此本計畫選擇雙溪河下游平原段的主支流區域，作為示範案具體規劃與操作區位。

#### 4.2.2 環境背景分析

##### 一、示範案區位

示範案挑選臺灣東北角雙溪河下游平原段的主支流區域，進行生態環境分析與保育規劃。以集水區界定範圍，包括雙溪流域的枋腳溪、遠望坑、福隆 3 個子集水區 (圖 4.2-4)，面積合計 5,356 公頃。由貢寮海岸延伸到雪山山脈西北端低海拔山區，主要位於新北市貢寮區。此一範圍是由丘陵、淺山森林、雙溪河水系及農田聚落組成的里山地景，位處北部生態分區分潮溼多雨的氣候型態，孕育豐富的水域及濕地生態。其中，田寮洋是雙溪河下游重要的洪泛平原，扮演著調節雙溪河水位的重要角色，而成為串連雙溪流域森川里海之重要戰略地位。

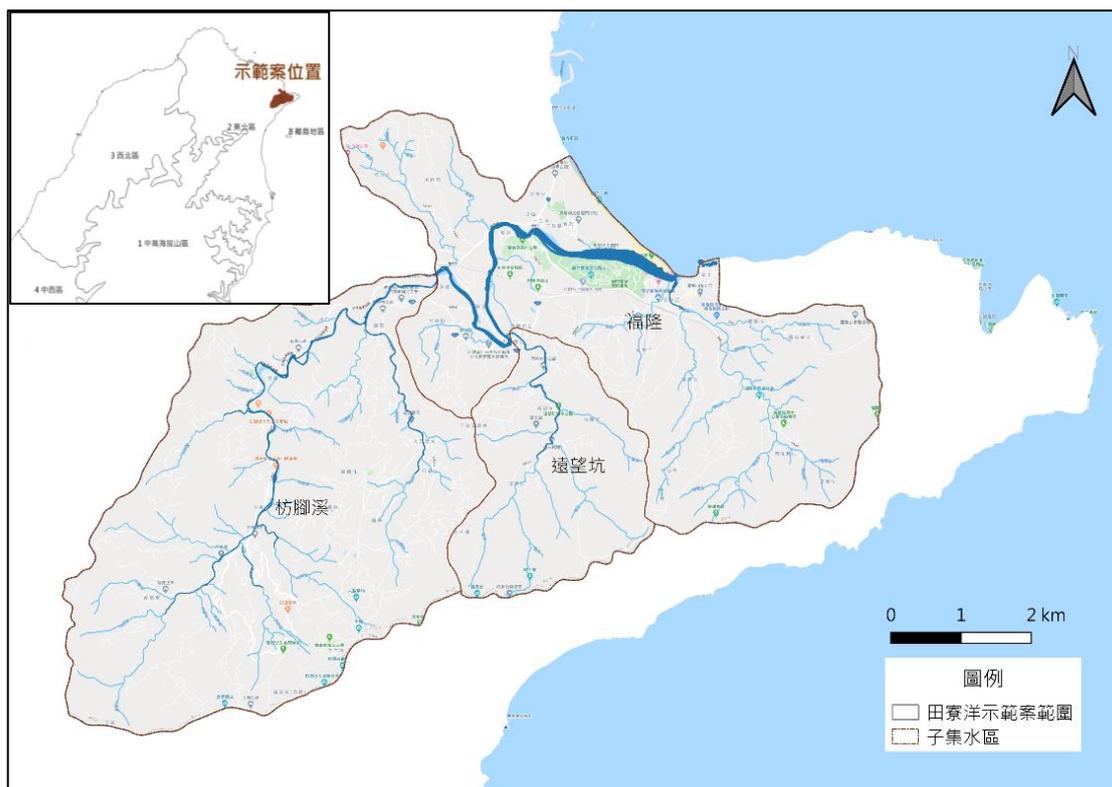


圖 4.2-4 貢寮田寮洋示範案位置與範圍

## 二、地理與流域環境

### (一) 水系

雙溪為一位於臺灣北部的獨立水系，發源於新北市雙溪區長源里之中坑，經貢寮區注入太平洋，幹流長度 26.81 公里，流域面積 132.50 平方公里。雙溪本流全段平均坡度約 1/620，屬緩流河川。根據 2009 年「臺北縣管河川雙溪河水系規劃報告」，雙溪集水區大部份屬山區地形，平地面積相對較小，僅佔全流域之 9%，且集中於下游河口附近，其河道坡降平緩，河口至長潭橋一帶的下游河段，長度約 8 km，河道坡度約 1/890。示範案範圍有 4 條主要支流，由河口往上游依序為：隆隆溪流經福隆火車站周邊聚落，匯入雙溪河河口；無名溪源自鐵路和台二丙公路交界帶小山丘，流經田寮洋濕地後匯入雙溪河；遠望坑溪從田寮洋南側流經台 2 線後匯入雙溪河大轉彎段；枋腳溪在貢寮國小附近匯流入雙溪主流。田寮洋位處雙溪河下游的洪泛平原，西側與北側鄰接雙溪河，東側為丘陵地形之次生林，周遭次生林最高處海拔約在 200 公尺左右。

### (二) 人口與產業

示範案所在的貢寮區由於受地形阻隔、都市發展落後，幼年、青壯年人口大量外移，人口數共 6,263 人，老年人口組成比例為 19.11% (內政部戶政司，2018 年統計資料)，目前已處於超高齡社會，屬新北市少子化、人口老化嚴重的行政區之一，與新北市各行政區平均人口數 67,413 與新北市老年

人口比 11.33% 相比皆有不同落差。

貢寮區地處大陸沿岸流與菲律賓洋流交匯黑潮帶，海洋資源非常豐富，沿海居民多以漁、養殖為業、盛產海鮮、九孔、紫菜、石花菜等。此外也有相當比例的農業耕作，在水田部份，過去在枋腳溪上游的內寮溪、石壁坑溪沿著溪谷山坡散佈著不少水梯田聚落，遠望坑溪亦有部分梯田存在，然而近數十年因人口外移已逐步棄耕。在下游雙溪主流兩側，以田寮洋洪泛平原為首延伸至遠望坑口、下雙溪的水田區域生產稻米，旱田則以山藥、西瓜等作物為主。

### (三)交通

田寮洋南側台 2 丙線為此處主要對外幹道，可從基隆行經雙溪車站後，沿雙溪河右岸通至貢寮與福隆接至台 2 線，另在雙溪河左岸可由北 38 區道從田寮洋北側接至台 2 線。在鐵路的部分，北迴鐵路北起基隆經瑞芳過三貂嶺隧道後，沿雙溪河谷經過雙溪區之牡丹與雙溪兩站，後再經貢寮、福隆、石城至宜蘭，貫穿田寮洋濕地將其一分為二。

### (四)潛在開發案

經建會委員會議曾在 2015 年 3 月 1 日通過「改善庶民生活行動方案」促進東北角海岸地區土地利用暨景觀風貌改善與辦事業計畫，跨區區段徵收總面積共 688.5 公頃，主要整體開發地區分布在新北市貢寮區境內鄰近台 2 線、15 公尺計畫道路、地勢平緩、坵塊完整之和美、澳底、福隆地區的景觀保護區及農業區的土地。

依據規劃，諸多景觀好的地點徵收後將劃為旅館用地，靠山區的雙玉里、貢寮里、吉林里、龍崗里有許多地點也都被劃入區段徵收的用地，其中田寮洋三分之二以上的面積被劃入，當中超過 60% 以上的土地規劃為住宅區，其他為道路等公設用地，亦即田寮洋濕地將合法全面開發。同時為配合刺激地方觀光發展、提升觀光產值，也規劃 14.22 公頃的旅館區，希望提供大型旅館進駐，而後由於地方的反對聲浪，延續此區長期以來的低度開發，田寮洋才能維持良好的農田濕地地景，但仍需留意有潛在開發的規劃。

除此之外，為解決國道 5 號飽和，使宜蘭及東部縣市往返台北的路廊經常壅塞的問題，宜蘭縣政府向中央爭取國五替代道路，將於明年度 (2021) 預先編列 800 萬元，辦理「台二線濱海公路高架可行性評估」計畫，預期針對頭城至大里段之既有省道台 2 線進行路廊高架改善，於大里至貢寮段截彎取直，串聯宜縣頭城鎮至新北貢寮區的高架快速道路，最後再由台 2 丙線銜接至國道 1 號，提升宜蘭與新北地區南北向聯絡的交通服務。其潛在的道路開發工程，以及增加的交通流量所可能對當地生態環境與社區生活造成的影響，亦須進一步留意、追蹤並主動參與協調，確保生態敏感區位能獲得保全。

### 三、生態地景特色

就地景特性而言，貢寮田寮洋示範案可說是北海岸—東北角臨海山系中小型溪流的代表，這些放射狀流入海洋的溪流，保有良好的水質及周邊水、陸域棲地，同時以溪流為主要脈流，串接山區森林、聚落農田與海岸，構成健全流域生態系。隨著時代變遷，過去雙溪下游里山環境中人與自然環境和諧共存的互動關係，衍生不同類型或程度的生物保育威脅，如土地開發、溪流工程、農業藥物使用等。

國土綠網計畫期能藉由整體區域觀點分析診斷，在地景尺度上指出關鍵區位及適當策略，使各項土地與環境管理能相互聯結，協調不同權責單位間任務，提升及修復對人類社群永續發展扮演重要基礎的生物多樣性與生態系服務。

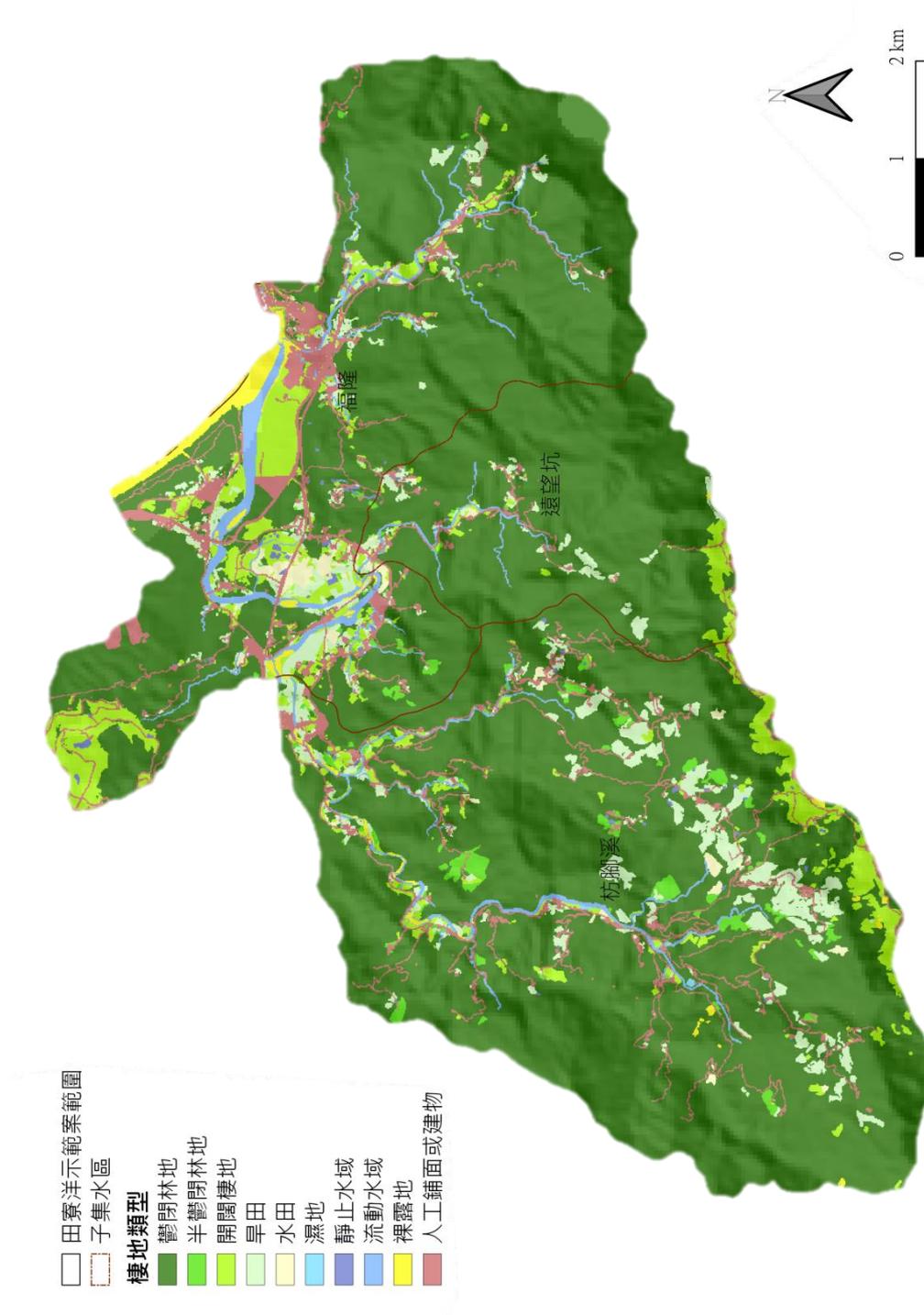
#### (一) 棲地圖繪製

圖 4.2-5 呈現示範案範圍內的棲地分布狀況，人工環境部分，建物道路佔全區的 6.64% (表 4.2-1)，密集區位在雙溪河下游接近海岸區域，最大的聚落及火車站都位在福隆。農耕地的水田、旱田佔總面積的 5.3%，旱田佔 4.68%，分布在田寮洋、下雙溪，以及在南側山區，水田僅有 0.69%，田寮洋濕地是最大面積的水田集中區域，其餘散佈在山區枋腳溪溪谷周邊的水梯田，少數在遠望坑溪子集水區。

自然或近自然棲地方面，範圍內接近 80%土地是鬱閉或半鬱閉林地，分布於各支流所在的山區。內陸淡水水域，包含流動水域、靜態水域、濕地環境佔 2.6%，如果加上棲地特性近似草澤濕地的水田則共計 3.29%。開闊棲地(草生地、公園綠地、墓地等)位在聚落與雙溪河主流周圍，包括最北側開墾地及最南側山區與山稜線附近的草生地。

表 4.2-1 貢寮田寮洋示範案範圍棲地組成

棲地類型	面積(ha)	面積(%)
鬱閉林地	4152.71	77.53
半鬱閉林地	68.02	1.27
開闊棲地	308.39	5.76
旱田	250.86	4.68
水田	37.00	0.69
濕地	1.56	0.03
靜止水域	13.45	0.25
流動水域	124.18	2.32
裸露地	44.42	0.83
人工鋪面或建物	355.85	6.64
合計	5356.44	100.00



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-5 貢寮田寮洋示範案棲地圖

## (二) 國土功能分區套疊

經套疊內政部營建署 2019 年的國土功能分區模擬圖(圖 4.2-6)，由於本示範案規劃範圍包括大面積森林、東北角暨宜蘭海岸國家風景區，以及雙溪水系在貢寮攔河堰以上的水源水質保護區，因此範圍中間以東北角暨宜蘭海岸國家風景區劃定邊界為界線，西側以水源水質保護區的國保一、敏感緩衝區的國保二，以及屬於山坡地農業的農業三為主，而東側則以國家風景區的國保四，以及雙溪下游聚落的城鄉一為主。

從國土綠網的關注角度，本區域之大面積森林及國家風景區以西的雙溪水系環境已有受到相當保護，且重要之水梯田生產地景亦有被劃定為農業發展第三類，確保糧食生產功能、維持農業生產地景，另外國家風景區範圍內亦有大部分面積劃定為國保四，惟雙溪支流—枋腳溪及遠望坑溪流域，以及迴彎處洪泛平原—田寮洋濕地，雖然也是做為此區相當重要的農業生產地景，也分別為洄游性生物與候鳥的重要棲地(詳後續章節說明)，但在國土功能分區模擬上則被建議劃設為城鄉一，由於其可能帶來潛在的開發壓力，而應再予以調整檢討。而後經新北市政府啟動縣市國土計畫劃設作業，於 2020 年 9 月公開之「新北市國土計畫(109 年 8 月依大會決議修正報部審議版)」，其國土功能分區示意圖(圖 4.2-7)中可見已將田寮洋濕地及主流河岸兩旁農業地景劃做農業發展第五類，提升了農業生態地景的保全效果。

針對本區國土功能分區之劃設檢討及利用管理細部探討上，建議依據綠網所盤點之棲地區位的重要性，如雙溪、隆隆溪及遠望坑溪做為洄游魚類重要溪流廊道的生態價值，以及透過雙溪主流所串聯的各個農田濕地生態系，尋求以里山倡議兼顧生態、生產、生活的永續發展模式，取代短期開發利益。

表 4.2-2 貢寮田寮洋示範案範圍套疊國土功能分區模擬之類型組成

國土功能分區模擬類型	面積(公頃)	面積比例
國保一	2803475	5.229%
國保二	17858690	33.308%
國保四	21108288.1	39.369%
海洋二	8935.4	0.017%
海洋三	888.6	0.002%
農業三	3196551.4	5.962%
城鄉一	8489508.7	15.834%
其他	149921.9	0.280%
總計	53616259	100.00%

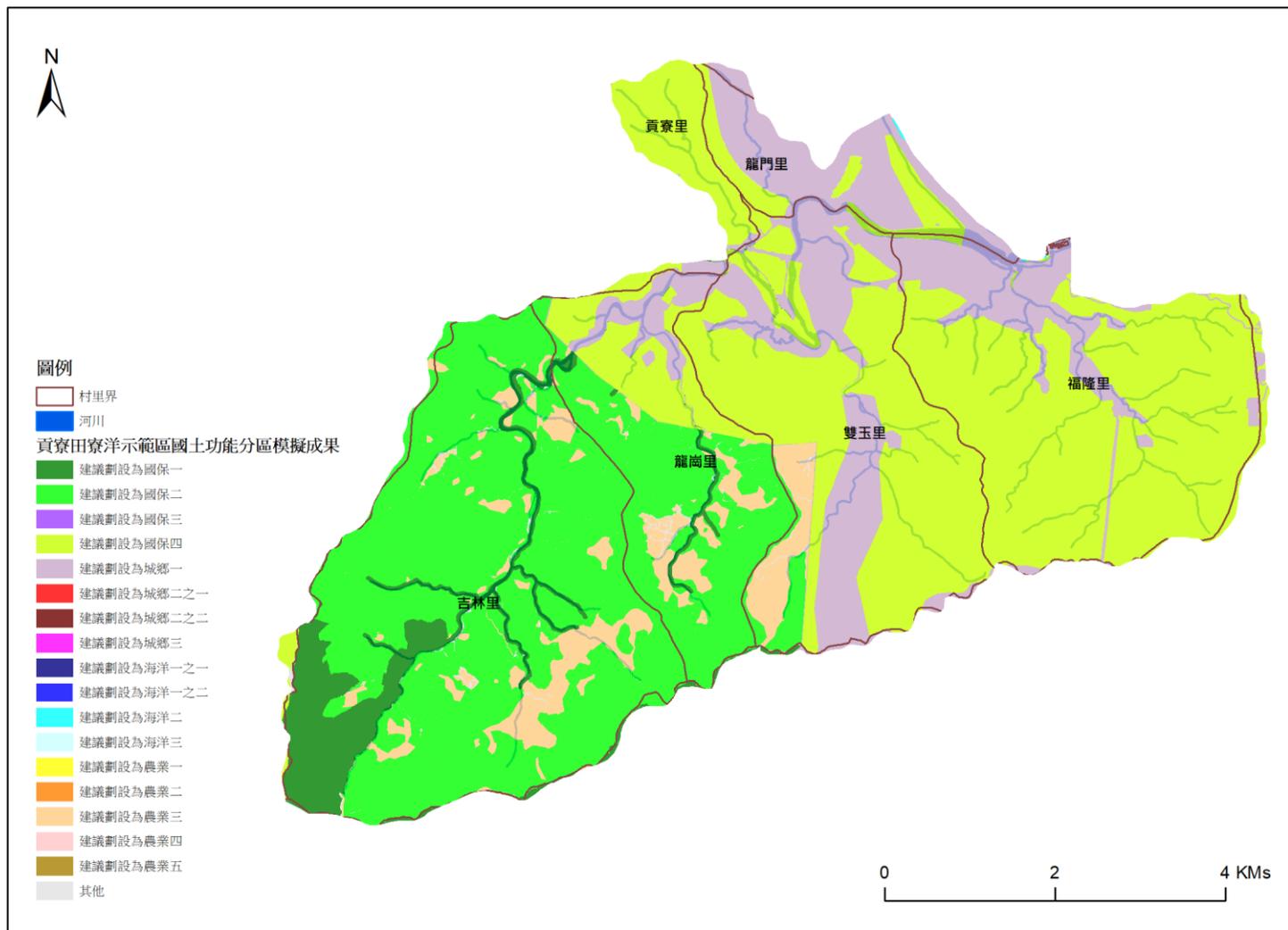
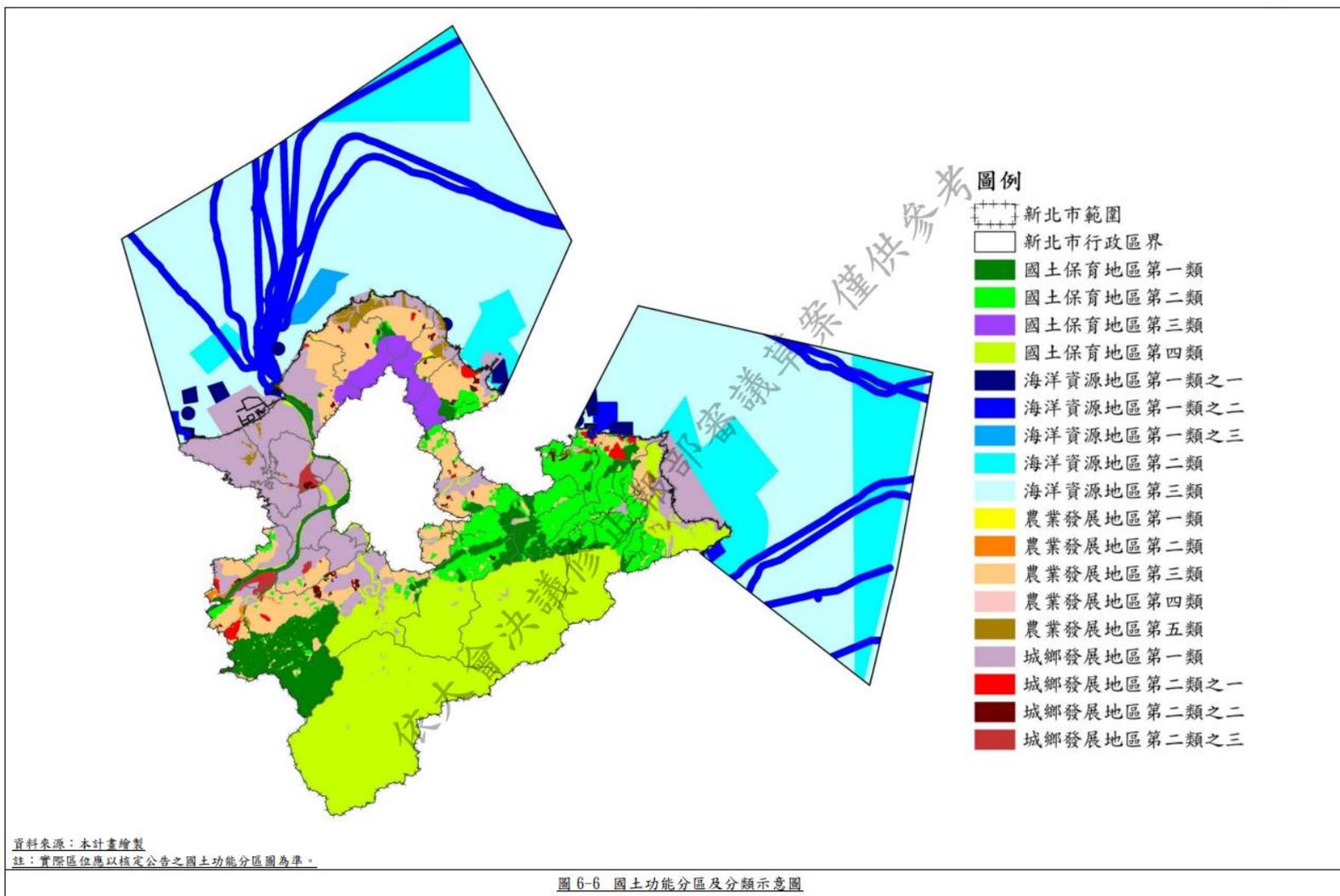


圖 4.2-6 貢寮田寮洋示範案範圍套疊國土功能分區模擬圖



資料來源：新北市政府，2020年。新北市國土計畫(109年8月依大會決議修正報部審議版)。

圖 4.2-7 新北市國土計畫(109年8月版本)國土功能分區示意圖

### (三) 生態背景與保育課題分析

田寮洋與周邊的雙溪河水系，因地理位置與過去農耕型態造就獨特而重要生物棲地，是候鳥、水域魚蝦蟹類及各類珍稀溼地動植物的關鍵棲地與庇護所，長期受到公部門、學術單位或民間團體的關注並投入保育工作，以下彙整示範案區域內的受關注物種、重要棲地區位及重要性：

#### 1. 重要候鳥過境驛站：田寮洋濕地

田寮洋濕地為雙溪河下游右岸，以台二丙公路、田寮洋街、貢寮第九區公墓作為交界的平原區域 (圖 4.2-8)，總區域面積約 70 公頃，是一個受次生林、丘陵及雙溪河包圍，由水稻田、埤塘濕地所構成的洪泛平原，扮演著調節雙溪河水位的重要角色。若以東西向的北迴線鐵路做切分，田寮洋北側一半為埤塘、一半為水田，靠西側有部分旱作區；南側靠鐵路中間為水田區、兩側為旱作區，更南邊靠雙溪河側則為經常漫淹的草澤區 (圖 4.2-9)。



資料來源：本計畫參考羅東林區管理處「里山辦公室計畫第一期：里山熱點盤點輔導」結案報告：圖 58「貢寮田寮洋推動潛力點區位及地景元素圖」更新繪製。

田寮洋濕地範圍圖資：人禾環境倫理發展基金會，2018 年。里山辦公室計畫第一期：里山熱點盤點輔導。農業委員會林務局羅東林區管理處。

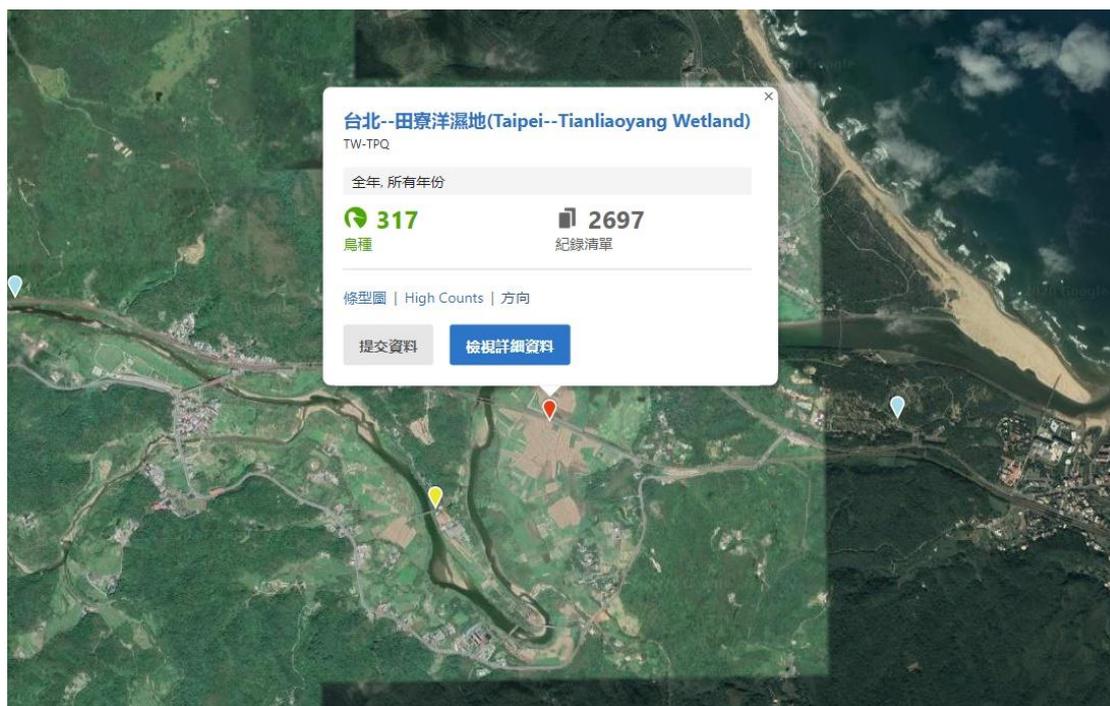
圖 4.2-8 田寮洋濕地區位及周圍棲地形態



資料來源：人禾環境倫理發展基金會。

圖 4.2-9 田寮洋濕地地景空拍圖

田寮洋區過去透過賞鳥人士、公民團體、與相關計畫（如 2010 年田寮洋徵收案及 2011 年至 2014 年田寮洋濕地周邊水梯田生態保育計畫等）的鳥類調查紀錄進行彙整，顯示此區已發現超過 300 種鳥類停棲，而 2020 年查詢美國康乃爾大學的賞鳥資料庫 e-Bird 平台，亦標示此區已蒐集到 317 個鳥種，累積將近 2700 筆紀錄（圖 4.2-10）。紀錄到的稀有鳥種包括黑面琵鷺、丹頂鶴、白鶴、白腹海鷗等大型國際紅皮書鳥種、綠頭鴨、小水鴨等雁鴨度冬，短耳鴉、灰面鵟鷹等猛禽常態小群的遷移夜棲或度冬，澤鷺、花澤鷺等草澤猛禽的度冬，黃眉柳鶯、紫綬帶、蒼翡翠等稀有陸鳥過境夜棲，黃頭鷺、小白鷺等秋季長距遷移前的集結點，跳鴿、高蹺鴿等涉禽春季北返的補給站等等。



資料來源：e-Bird 平台/熱門鳥點/台北-田寮洋濕地，2020年8月。<https://ebird.org/hotspots>

圖 4.2-10 田寮洋濕地 e-Bird 平台賞鳥紀錄

田寮洋濕地所呈現的鳥種多樣性，反應其對於遷移性鳥類的重要性。此處為台灣東線候鳥遷移廊道北端臨海第一處大面積濕地，並有森林竹林河灣等其他棲地類型環繞組成的鑲嵌地景，人為耕作的水、旱田型態，以及耕作週期變換提供不同棲地偏好鳥種的棲息空間。以水稻田而言，三四月插秧期間鸕鶿科數量最高；收割前後的七八月鷺科、猛禽、麻雀數量最高，休耕的冬期則是雁鴨科、鶉科、鷓鴣科數量最高。多元鑲嵌地景所形成的高多樣性棲地，使田寮洋得以兼容多種鳥類的需求，成為候鳥遷徙中重要的休息驛站。

## 2. 溼地動植物庇護所：溪流、水田與草澤水網棲地保存及復育

田寮洋濕地與雙溪河支流的水田、溝渠、埤塘、草澤是多數稀有水棲、半水棲物種的棲息熱點。林務局 (2012) 的赤腹游蛇、唐水蛇及鉛色水蛇之族群分布及棲地評估計畫，指出這個區域是 III 級保育類鉛色水蛇族群量大的棲息地。網路與訪談資料也顯示這裡有多種稀有蜻蛉的穩定紀錄：喙鉞晏蜓、賽琳蜻蜓、白刃蜻蜓、三角蜻蜓、漆黑蜻蜓、隱紋絲蟴、黃腹細蟴、窄胸春蜓、針尾細蟴、朝雲細蟴。

雙溪支流，包括枋腳溪、石壁坑溪、遠望坑溪河谷，涵蓋吉林里、龍岡里、雙玉里，在過去有超過百年歷史的連續大面積的水梯田地景。近年在老農凋零與不符經濟效益的情況下，水田陸續棄耕，以 2006 年衛星影像判釋，貢寮雙溪地區海拔 100 公尺坡度超過 10% 的水田約有 14.44 公頃 (李承嘉等，2010)，幾乎全為水稻栽植。而在這逐漸棄耕

的過程當中，許多田區在還有蓄水能力與水源流入的狀況下，成為高度生物多樣性的濕地環境，雖然沒有正式的學術調查，但在北部水域生物關注者的眼中一直是淡水內陸型濕地生物的庇護區域。

林務局與人禾環境倫理發展基金會自 2012 年合作推動貢寮山區水梯田復耕與里山倡議工作，透過歷年的觀察調查，在 2014 年累計 6 公頃的水梯田復耕田區時，已發現超過 500 種魚蝦螺蟹水生昆蟲等動物及水域和潮濕環境植物，包括普遍認為數量稀少並分布侷限的黃腹細螳、中華水螳螂、中華青鱗，及列名保育動物的鉛色水蛇、雨傘節、食蛇龜、柴棺龜，和列名《台灣維管束植物紅皮書初評名錄》受脅等級的挖耳草、小苔菜、絲葉狸藻、毛澤番椒、瘤果簞藻、日本簞藻、擬紫蘇草、蛇眼草等，另有一度列入初評名單的大葉穀精草、小毛氈苔。水田中常見的野慈姑、鴨舌草、圓葉節節菜、沼澤節節菜、牛毛氈、螢蘭、豬毛草、小穀精草等，或是常被採集食用的圓田螺、石田螺，過去普遍分布在平地水田，但現在在有機田區也都不易見到，代表水田生態系熟悉的物種正面臨全面的生存威脅。而隨著人們對土地利用方式及山區道路河溪治理的改變，淺山地區的天然集水環境也大量減少，使終年蓄水的水梯田及其蓄水塘，成了淡水龜及眼子菜的補償棲地。謝家倫等 (2015) 從水生植物比對標本館採集分布，認為水梯田及其周邊農業經營水域，已成為水生植物的新庇護所 (neo-refugia)。

平原區的田寮洋濕地範圍內，在鐵路北側保有較大面積草澤及水圳溝渠，有不少定居的原生淡水魚及爬行類棲息，包括 2017 年紅皮書關注的高體鯉鰱 (NNT)、臺灣吻鰕虎 (NNT)、一級保育類的柴棺龜 (NNT) 等，目前也都還摸得到野生的台灣蜆。雙溪河繞流本區周邊，流經田寮洋的無名溪、水圳及當中池沼，亦為水網的一部份，也曾在無名溪內發現字紋弓蟹、日本絨螯蟹、臺灣吻鰕虎等洄游性物種。另外，田寮洋濕地也是水茄冬 (NVU) 的原生熱區，被本地人用於傳統田區界標或支柱木等，至今仍有個體散生；北側低窪的池沼區邊緣還有數量不少的毛蕨 (NNT) 與野薑花混生，過去也曾記錄過田蔥 (NNT)。

### 3. 洄游魚類棲地及遷移路線：雙溪河水系

東北角的獨立溪流因流域範圍內開發、汙染較少，也尚未有大量溪流整治造成棲地劣化與洄游路徑阻隔，長年以來是洄游性魚類的重要生態觀察地點。自 2012 年起，林務局的「田寮洋濕地周邊水梯田生態保育計畫」的系列計畫在雙溪河下游、遠望坑溪、枋腳溪及其支流石壁坑溪、內寮溪進行溪流生物的長期調查紀錄，計有魚類 12 科 40 種、蝦類 2 科 12 種、蟹類 2 科 5 種、螺類 2 科 4 種、水生昆蟲 8 目 32 科 43 種，以及兩側洄游動物 23 種，其中包括許多初級淡水魚類及蝦蟹類特有種，顯示雙溪河主支流和水圳、池沼的廊道環境品質得以支持多樣水域生物在

此棲息。另依據 108 年度人禾環境倫理發展基金會受林務局補助執行「獨流溪生態現況調查暨環境覺知推動計畫 (3-1) (東北部)」，其針對遠望坑溪在颱風季降雨後進行水域動物定量調查及歷年名錄彙整結果，亦顯示在短短的兩公里溪段內更有高達 39 種魚、8 種蝦蟹、2 種螺，洄游物種共 32 種，是雙溪河支流中洄游物種數最高的溪流，也是整個北臺灣少有的棲地環境。

然而在雙溪河水系內的一些溪流工程構造物形成明顯的高度落差，或造成溪水伏流的現象，不僅阻斷兩側洄游生物繁殖洄游的路徑，也使如臺灣白甲魚、粗首馬口鱖等鯉科初級淡水魚，覓食性河內洄游的河段隔離或縮短。示範案區域內計有遠望坑溪攔水堰、貢寮攔河堰、枋腳溪攔河堰 3 座水利堰壩，以及大大小小難以計數的固床工等結構物，經常可以發現兩測洄游魚類僅分布在這些溪流構造物下游，上游溪段雖棲地條件良好，卻無洄游性魚類，或是僅有上溯能力強的日本瓢鰭鰕虎、蝦蟹類，也經常可以觀察到洄游魚類與臺灣鬚鱧、臺灣石魚賓等初級淡水魚停留在堰壩下方的靜水池，往上游跳躍或攀爬壩體，但因堰壩落差過大無法成功上溯。

除了前述早期建造的堰壩，2012 年後枋腳溪河段、遠望坑溪陸續有多處防災或復建工程，施工期間河床擾動造成原水濁度上升，致使河床藻類數量驟減，水生昆蟲相明顯削減，這對於以藻類及水生昆蟲為主食的魚類而言，族群規模皆會受到影響，工程造成溪流階梯深潭的穩定河相結構與水域棲地消失，以及固床工的阻隔效應可能衝擊珍貴的水域生物與棲地。

#### 4. 稀有、特殊棲地盤點

在大面積的森林、農田、線性相連的水系之外，此區亦有全台稀有、特殊的棲地類型，包括草生地、草澤等。這些稀有、特殊棲地是特定稀有動植物類群賴以生存的棲地環境，時常受開發變遷或土地管理方式改變而快速消失或劣化，是保育工作迫切需要投入保護的標的。

由文獻資料回顧、與生態專家及在地社群訪談得知，東北角貢寮區海岸的沙岸草生地，是數種海岸瀕危植物的分布熱點區域，包括海米 (NCR)、列當 (NEN)、疏花佛甲草 (NNT)、厚葉牽牛 (NVU) 等紅皮書植物，而其中鹽寮沙丘更是海米目前已知全台僅存生育地。稀有植物分布範圍在海灘與海岸保安林重疊區域，屬東北角風景管理與羅東林區管理處管轄，因民眾開車進入海灘有破壞棲地的風險，而急需跨單位協調，保存海米的全台唯一棲地。

### 4.2.3 保育復育規劃

#### 一、保育目標與目標物種指認

經由雙溪河下游流域的生態保育課題與棲地圖分析，可歸納這個區域的水系及濕地扮演關鍵角色，不僅提供各式生物及稀有物種棲息地，同時雙溪河主流與周邊的水田、洪氾沖積平原構成樹狀的陸域淡水濕地系統，水系廊道連結山林至海岸的生物遷移，並提供水源涵養、養份輸送、承洪韌性等生態系服務。也因為農田鄰近河川、濕地，水田在性質也接近濕地棲地，在這樣鑲嵌地景特性下，在地社群的環境經營方式，是維持與強化水系及濕地功能運作的基礎，更需要以「促進農業與生物棲地共存共榮的社會—生態生產地景」的角度切入，兼顧以水系串連山林至海濱的生態整全性，提昇整體生態系服務與地方生計發展。

#### (一) 願景及推動策略訂定

貢寮田寮洋示範案以「雙溪流域森川里海的串連修復」為願景，藉由保留河川水系、天然草澤、農田、聚落與周邊竹林森林的健康鑲嵌地景組合，維護國土保安及生物多樣性保育功能。針對居民社群，以照顧在地聚落的需求觀點出發，尋求維持森川里海的生產力與地方生計發展，同時提昇整體生態系服務的可能方案。

在示範案小尺度議題推動上，以 5 個關鍵目標作為實現願景的執行指引，透過友善生產、修復溪流棲地與洄游路徑、里山倡議與棲地保育的推動策略，在短期進行友善農耕作的推廣協助、稀有棲地保育，以及溪流廊道的連結性修復，持續促進各主管單位與權益關係人對談與相互了解並形成願景共識。而在中長期策略的設定上，則建議整合分項保育議題及計畫資源，針對田寮洋濕地透過公共造產的概念及友善耕作的輔導，結合第三方友善團體的中介協助，與在地農民建立長期偕同經營體系及地方回饋機制，以取得在地認同及自主參與，協力促進地方生計與生態共存的里山倡議推動，以及整體雙溪水系水資源取用、環境維護與魚類保育的永續管理。

貢寮田寮洋示範案之願景及策略如表 4.2-3 所示。

表 4.2-3 貢寮田寮洋示範案願景及策略

願景	
「雙溪流域森川里海的串連修復」維護國土保安及生物多樣性保育功能、照顧在地聚落的需求、維持森川里海的生產力。	
目標與推動策略	
<p><b>目標</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">維持田寮洋多元鑲嵌的洪泛平原地景，促使農耕環境與候鳥的永續共生</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">保育溪流水系的豐富多樣的淡水及洄游魚蝦蟹群聚</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">強化農田環境的生態系功能，成為半水棲動植物庇護所與重要棲地緩衝帶</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">保育稀有特殊棲地：海岸沙丘與稀有植物</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">生態系服務保育有助於在地聚落生活</div>	<p><b>推動策略</b></p> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">友善生產</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">修復棲地與洄游路徑</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">里山倡議</div> <div style="border: 1px solid purple; padding: 5px;">棲地保育</div>
短期策略	中長期策略
結合地方推動友善農耕、稀有棲地保育及溪流廊道連結性改善工程等相關計畫，促進各主管單位與權益關係人對談與相互了解，形成願景共識	以公共造產概念及友善耕作輔導進行田寮洋濕地棲地改善及營造，整合各方角色及資源，持續擾動地方意願，透過社會溝通取得在地認同及自主參與，協力促進田寮洋濕地及溪流水系的环境管理。

(二) 目標物種及關注議題重要區位指認

在目標物種的指認上，雙溪河下游流域選定濕地、水田棲地的代表性生物：候鳥、濕地動植物作為目標物種，以回饋棲地復育的成效評估。水系上下游串連關係到洄游性魚蝦蟹的上溯洄游，因蝦蟹可短期離水行動，可攀爬溪流工程結構物，故選擇完全水棲生活，跨越橫向構造物能力較差的洄游魚類作為考量。最後是有關稀有特殊棲地—海岸沙灘草地的瀕危植物海米，藉由沙丘生育地的指認、保全，將同時保護其他的沙丘稀有植物。

表 4.2-4 摘要說明示範案選定的目標物種、重要區位及其重要性，圖 4.2-11 則呈現重要區位在示範案範圍內的空間分布。相關議題區位在空間分布上所呈現的意義，指涉雙溪水系廊道連結山區貢寮水梯田、平原田寮洋濕地，最後到出海口，以此示範案整體保育規劃及操作而言，係以雙溪水系為主體，關切上中下游具不同生態系統功能的棲地保全或棲地品質的提升，目標為促進森川里海的連結，強化整體流域的生態系健全 (圖 4.2-12)。

本章節後續的保育復育工作規劃，為依循目標物種的重要區位及其他潛在同類型棲地，進行棲地復育或串連規劃。

表 4.2-4 貢寮田寮洋示範案的目標物種/類群

目標物種/類群	區位	重要性
候鳥	田寮洋濕地	重要候鳥過境驛站
洄游魚類	雙溪河水系	棲地及洄游路徑(swimway)
濕地動、植物	山區水梯田、田寮洋濕地	庇護所(棲地及族群衰減威脅)
瀕危植物-海米	鹽寮沙灘	海米的全台僅存生育地



圖 4.2-11 目標物種及關注議題重要區位



圖 4.2-12 雙溪流域中下游保育復育規劃—促進森川里海連結

## 二、保育復育計畫評估與規劃

### (一) 田寮洋濕地農業生態地景永續經營策略

田寮洋濕地是整個示範案的核心，這塊由農田、濕地、次生林構成的洪泛平原環境，期望尋求農業生產環境兼容生物多樣性維護的可能性。就「重要候鳥遷徙驛站」，以及溪流水圳連結雙溪水系的「洄游物種移動廊道」保育重要性，羅東林管處 (2018) 在里山保育優先區域的盤點中，設定田寮洋保育標的為「天然草澤 + 友善環境水田 + 友善環境旱田 + 少縱向及橫向阻隔的河廊 + 無除草劑的圳路 + 森林 + 聚落」的地景組合。因此，示範案以三個面向進行田寮洋濕地規劃，分別為：1. 推動友善農耕產業的建立，營造過境候鳥適合棲地、2. 人工化水圳的環境改善、3. 鐵路改建案衝擊減輕。友善農耕與水圳環境改善目的在提昇棲地環境品質，並對居民生計有所益助，建立生產與生態互利共存的里山倡議模式，長久維持；鐵路橋改建工程則因其對於農地與水文形成的不確定威脅，促使示範案投入了解與溝通，旨在力求改建工程能不影響田寮洋整體生態系統服務功能。

#### 1. 推動友善農耕產業的建立，營造過境候鳥合適棲地

示範案以長期維持田寮洋多元鑲嵌的洪泛平原地景，促使農耕環境與候鳥的永續共生為目標，其同時也是關心田寮洋的生態及農業社群認為對於田寮洋候鳥重要驛站保育的最理想情境。

田寮洋洪泛平原上的農田是東北角最大面積的農地區塊，農地利用以水稻田、旱田，以及休耕田地、草澤地為主。水稻田現有耕作面積約 18 公頃，水稻田隨四季的變化而有最多鳥種偏好，是主要的候鳥或過境鳥類利用的環境，鳥種主要為鴿科及鷓科的泥灘涉禽同功群鳥類，而旱田需求鳥種在周邊也有其他類似的替代棲地，因此友善農耕推廣建議優先操作水稻田及相關水路、水圳的維護修復，從中建立合作關係，再切入區域的整體發展。

此區水稻僅一期作，耕作節奏及候鳥過境時間點如下：水稻在 7 月下旬收割後，因為擔心颱風或強降雨若造成漫淹，在沒有植株的情況下田土易流失，因此多等入冬的 11 月至次年 1 月才翻田，也因為延後翻耕、抑制田土流失的考量，區公所的休耕補貼查驗也配合於年底甚至隔年年初才辦理，而沒有領休耕補貼的其他水田，通常會更晚翻田。接著，農民會在 3 月初插秧前再翻田整平一次，並於 3 月中旬陸續插秧。

對於利用水田翻耕後呈現淺水泥濘等類似濕地泥灘環境的鴿科及鷓科鳥類而言，它們主要在 9 月中至 11 月中旬由北方進入田寮洋，而由於這段期間水稻田未翻耕，甚或不灌水，使鴿科及鷓科鳥類棲息覓食環境少，而 11 月陸續翻田後鴿科及鷓科鳥類則已到達更南方適宜棲地，因此秋季及冬季 (9 月至隔年 2 月) 的灘地涉禽同功群比例都不高，直到大約 3

月春季北返時的比例才有所提升 (人禾基金會，2018；羽林生態公司，2019)。

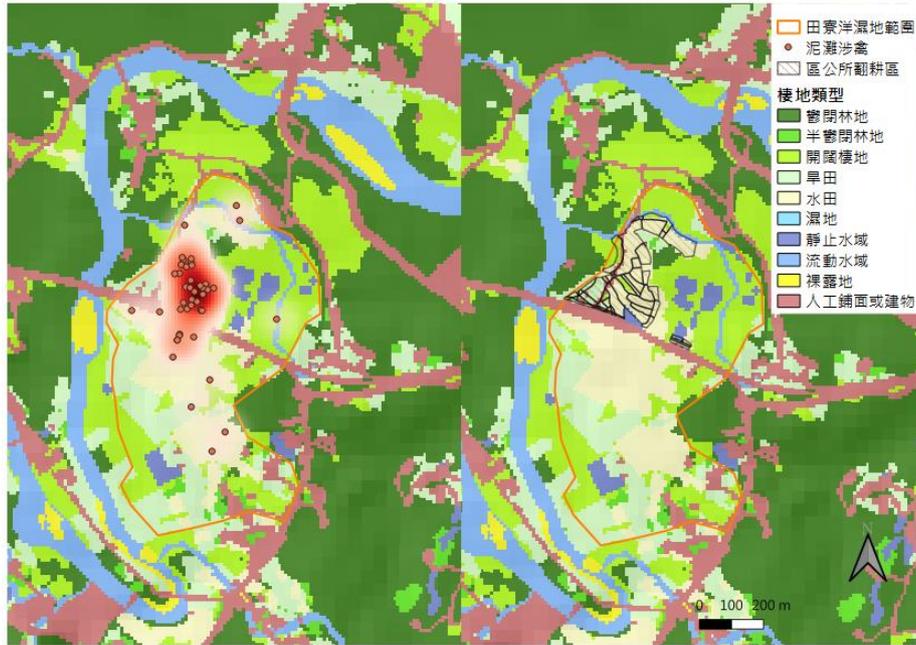
就田寮洋水稻田的環境特性及慣常農業操作手法，初步可從以下 2 個方向促進候鳥棲地的增加及棲地品質的提升：

#### (1) 提早翻耕，增加過境期水稻田的湛水泥灘棲地

在此執行面向上，目標為能在降低田土流失的風險下，增加 10 月份已翻田並保持湛水的水田面積。為了能在適合時期營造鴿科及鷓科鳥類的棲地，貢寮區公所已於 2018 年開始協助農戶翻田，範圍選在泥灘涉禽分布熱區的鐵路北側水稻田 (圖 4.2-13)，並於 2019 年將翻耕範圍擴大到鐵路南邊的水田 (圖 4.2-14)。參照「108 年新北市貢寮區田寮洋生態調查與棲地經營成效評估」計畫的結論建議，因先前操作翻田的時間稍晚，未能在 9-10 月前完成翻耕，鴿科和鷓科鳥類已在過境，因此建議提早於 8 月至少完成部份翻田提供適當棲地，並持續監測候鳥數量變化及棲息行為，以釐清提早翻耕對提供適宜棲地及候鳥數量的效益。

#### (2) 減少使用農業化學藥物

目前田寮洋大多為安全用藥的慣行農業，藥物使用項目及時機包括水稻插秧後的福壽螺藥、抑制雜草發芽的除草劑，以及田埂除草劑等。福壽螺及雜草被農民視為最大問題，因此一直對友善耕作抱持觀望態度，在冬季休耕期為管理方便，農民以噴灑田埂除草劑為主，然而這些農業化學藥物的使用，影響農田濕地的棲地品質，也不利於候鳥及其食物資源的棲息。在減少使用農業化學藥物的推廣上，為顧慮在地農民的勞動成本，建議初期以休耕期間不用藥、耕作期間減少用藥為目標，搭配相關環境友善配套或鼓勵措施，如區公所延續透過僱工協助田埂區域人工刈草，慢慢說服農民朝向環境友善耕作，並從中建立合作機制。



資料來源：

鳥類資料：羽林生態公司，2019。108年新北市貢寮區田寮洋生態調查與棲地經營成效評估。新北市政府貢寮區公所翻耕範圍：新北市政府貢寮區公所，2018。本計畫套疊

圖 4.2-13 田寮洋濕地泥灘涉禽熱區 (左) 及 107 年區公所協助翻耕範圍 (右)



資料來源：新北市政府貢寮區公所、人禾環境倫理發展基金會，2019。

圖 4.2-14 108 年區公所協助翻耕範圍

在水稻農業與候鳥共存的課題上，由於耕作方式轉為友善農法在勞力成本投入與經濟收入之間的不確定性，使農民多屬於缺乏改變的意願，或是抱持著觀望的態度。為了支持友善農耕的長期操作，使農民與環境都能獲益，在過程中的輔導協助，以及建立穩定的產銷是必要的基礎。因此，在田寮洋濕地的友善農耕產業建立上，引介民間友善農作組織相互合作、針對友善農法進行交流，結合第三方專業團體的中介協助在地農民銜接政府友善環境及農糧政策，以及透過品牌的建立、友善農產的推廣行銷，與在地農民建立長期偕同經營體系及地方回饋機制，是促進田寮洋濕地農業生態地景永續經營的重要工作項目。

## 2. 人工化水圳的環境改善

過去農田地景的水圳渠道系統是各種魚蝦的棲地，它們藉著這些水道在不同田區、埤塘、溪流間移動，但這樣的水域棲地在廣泛的農田水利建設下已大量流失，轉變成水泥溝渠，是農田生態系快速崩解的直接原因之一。田寮洋也面臨同樣的問題，水圳及無名溪的水泥化，成為不利水域動物棲息的兩面光或三面光水道。貢寮區公所 (2019) 透過委託專業生態團隊進行田寮洋田區的水域調查，發現水泥化渠道的魚蝦數量極少，有棲地劣化、移動阻隔、動物受困及外來種問題，並提出流域情報圖，明確標示建議水道改善地點與改善方式 (圖 4.2-15)。示範案建議後續參照該份調查報告，逐步改善棲地劣化與移動阻隔、動物受困問題，回復水域生態群聚，而外來種的部分由於僅能侷部移除，而需要長期投入處理。

### (1) 無名溪棲地復育

無名溪穿過田寮洋鐵路北側區域，往西匯入雙溪河主流，在田區的溪段長期以來被視為排水溝渠，近年陸續修築混凝土護岸，成為三面光結構，而位在田寮洋東邊的上游溪段，則仍保有自然的溪流環境。過去人禾環境倫理發展基金會於無名溪調查，記錄到羅漢魚、國家接近受脅 (NNT) 的臺灣吻鰕虎，而水泥化之後由於棲地單調化，缺少潭瀨棲地，水流快速，只有零星魚類、毛蟹紀錄。除了水泥化的課題以外，無名溪與雙溪河匯流口的垂直面落差，也造成洄游性生物不利攀附上溯的課題。

水泥渠道化的無名溪主要有棲地劣化與洄游移動阻隔二大問題，棲地改善以回復自然底質的潭瀨棲地與淡水、洄游魚類族群為最終目標，短期可先以管理與營造方式進行改善。本示範案參考人禾環境倫理發展基金會於 2019 年進行的田寮洋水域調查分析，摘錄優先改善建議如下。

#### A. 無名溪匯流口改善

建議拆除匯流口及其上游 150 公尺左右的水泥封底，並視情況加強兩側護岸基腳，之後待水量逐漸充沛的季節，藉由河流自然營力重新創造出適合多種水域及陸域生物的多樣化棲地。

#### B. 無名溪棲地營造

無名溪河道為典型的 U 形槽 (三面光) 構造，寬大平整的底部不利於生物躲藏，且水深較淺也使水溫變化較大。在棲地營造上，建議減少無名溪內的除草次數，以提供生物躲藏的空間。

#### (2) 野生動物受困水圳

水圳及無名溪的護岸垂直壁面高度過高，蛙類、鉛色水蛇、花浪蛇等小動物掉落底部後則無法回到陸地，可能消耗體力在水中溺斃。建議將現有的垂直面改為傾斜的緩坡或設置逃生坡道。



資料來源：人禾環境倫理發展基金會，2019。108 年新北市貢寮區田寮洋生態調查與棲地經營成效評估。新北市政府貢寮區公所。

圖 4.2-15 田寮洋流域情報圖



資料來源：人禾環境倫理發展基金會，2019。108 年新北市貢寮區田寮洋生態調查與棲地經營成效評估。新北市政府貢寮區公所。

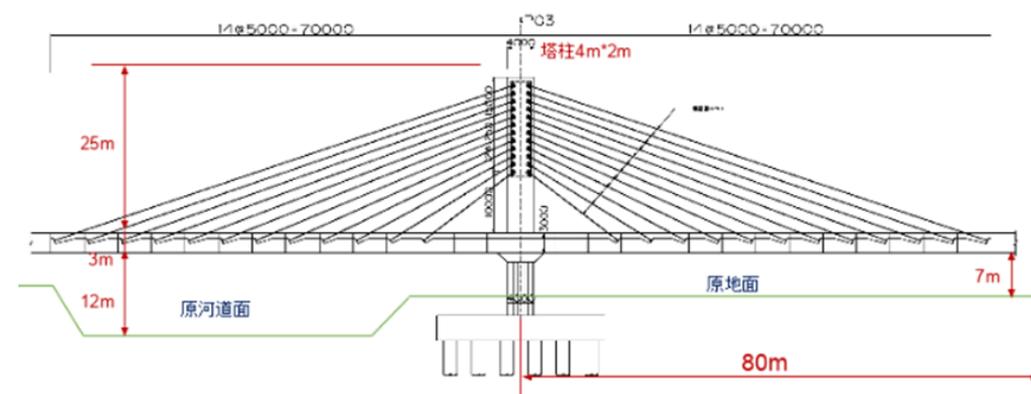
圖 4.2-16 田寮洋人工化水圳的環境問題

### 3. 鐵路橋改建計畫之環境衝擊減輕

#### (1) 第三雙溪及新社橋改建工程背景

鐵路橋改建工程為本計畫設定田寮洋為綠網重要示範區後，第一

個出現的重要議題。為了配合政府落實推動易淹水地區水患治理計畫，回應雙溪地區改善淹水需求，並同時改善鐵路線形與鐵路溢淹情形，交通部臺灣鐵路局（以下簡稱臺鐵局）規劃改建宜蘭線第三雙溪及新社橋，欲將其鐵路段進行改線、延建並加高。該工程於 2018 年 1 月進行「施設跨河建造物使用河川許可申請」，預定將新橋新建於舊鐵路橋旁約 15 公尺，而雙溪跨河橋以單塔脊背橋設計（脊背至高點離地面高達 35 公尺，參考圖 4.2-17），其餘路段則為短跨距高架橋。



資料來源：中興工程顧問有限公司。

圖 4.2-17 臺鐵局改建方案之單塔脊背橋設計圖與地景模擬

## (2) 環境衝擊減輕協調

依循前述章節提及田寮洋濕地的生態重要價值，其現狀的農耕運作模式及濕地樣貌，為此處有豐富鳥類生態的主因之一，而由於高聳的脊背橋在田寮洋低緩的地景顯得突兀，有可能會降低候鳥在此歇息意願的風險，再加上鐵路橋改建徵收農地造成棲地消失、未定案的原

鐵道處置方式、鐵路橋下無名溪封底改道的工序，以及施工時的擾動範圍及程度，不僅暫時性影響周邊候鳥，也可能改變田寮洋田區內的洪泛現象，以及區域水文之流動，破壞田寮洋長期下來達到平衡的農耕與濕地現狀，因此鐵路橋改建工程之環境衝擊減輕的協調工作，為田寮洋濕地農業生態地景維繫上不可避免的一環。

本示範案規劃透過綠網的角色關注，積極連結並參與行政協調，建請臺鐵局研擬對濕地生態變動最小的施作方案，並補充執行生態檢核以維護此處的里山地景，以及原有洪泛的水文模式。此外，庇蔭於此處豐富的生態資源，有關原鐵道及路堤之後續規劃，建議可在減少干擾生態與不影響農作的前提下，進一步劃設並整合此處的遊憩動線與空間。

## (二) 雙溪水系洄游路徑修復

溪流上游至出海口的縱向連續性，是維護水域生物洄游移動需求以及生態系運作的基礎特性，同時也是雙溪水系保育上，促進豐富多樣的淡水及洄游魚蝦蟹群聚的關鍵因子。由於雙溪河下游水系多座水利堰壩及固床工，形成魚類移動阻礙，因此本示範案在洄游路徑修復規劃工作上，設定以「回復水系內有移動或洄游需求的魚類群聚」為標的。有關這些生活史在河川內或河海間移動的魚類，各自有不同的上溯模式及在流域內分布的區段，因此整體規劃工作應著重於結合水系內橫向工程結構物盤點，評估各個結構物對於不同魚類移動的阻隔效應，綜合雙溪支流棲地潛力評估，以指出優先改善之橫向結構物建議。

### 1. 魚類相及移動模式分群

為評估各個結構物對於不同魚類移動的阻隔效應，首先須盤點雙溪河下游的初級淡水魚及河海洄游魚類相，並進行移動模式分群。

因雙溪河的感潮帶在跨河吊橋附近，接近出海口，因此如鯔、雙邊魚等海源廣鹽性魚類很少越過感潮帶進入純淡水域，再者由於雙溪水系的橫向構造物主要分布在主流貢寮攔河堰上游及各支流，與海源廣鹽性魚類棲息棲位不重疊，故在洄游路徑分析中，暫不考慮這類魚種。經彙整相關文獻紀錄，並排除海源廣鹽性魚類，以下表列雙溪下游主流、遠望坑溪、枋腳溪之初級淡水魚及河海洄游魚類名錄。

表 4.2-5 雙溪河下游魚類名錄

科名	中名	學名	類型	備註 <sup>1</sup>
鯉科	臺灣石(魚賓)	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	初級	特有種
鯉科	臺灣鬚鱨	<i>Candidia barbatus</i>	初級	特有種，本區疑人為引入。別名臺灣馬口魚
鯉科	鯽	<i>Carassius auratus auratus</i>	初級	
鯉科	鯉	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	初級	
鯉科	粗首馬口鱨	<i>Opsariichthys pachycephalus</i>	初級	特有種，別名粗首鱨
鯉科	臺灣白甲魚	<i>Onychostoma barbatulum</i>	初級	NNT，別名臺灣鏟頰魚
鯉科	長鰭馬口鱨	<i>Opsariichthys evolans</i>	初級	別名臺灣平頰鱨
鯉科	唇鱨	<i>Hemibarbus labeo</i>	初級	
鯉科	短吻小鰾鮎	<i>Microphysogobio brevirostris</i>	初級	特有種，NNT
鰍科	中華鰍	<i>Cobitis sinensis</i>	初級	別名中華花鰍
鰍科	泥鰍	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	初級	
溪鱧科	溪鱧	<i>Rhyacichthys aspro</i>	兩側洄游	
鰕虎科	極樂吻鰕虎	<i>Rhinogobius giurinus</i>	兩側洄游	
鰕虎科	日本瓢鰭鰕虎	<i>Sicyopterus japonicus</i>	兩側洄游	別名日本禿頭鯊
鰕虎科	短吻紅斑吻鰕虎	<i>Rhinogobius rubromaculatus</i>	初級	特有種
鰕虎科	明潭吻鰕虎	<i>Rhinogobius candidianus</i>	初級	特有種
鰕虎科	臺灣吻鰕虎	<i>Rhinogobius formosanus</i>	兩側洄游	特有亞種，NNT
鰕虎科	大吻鰕虎	<i>Rhinogobius gigas</i>	兩側洄游	特有種
鰕虎科	黃斑鰾鰕虎	<i>Mugilogobius flavomaculatus</i>	兩側洄游	別名龜紋鰾鰕虎
鰕虎科	黑頭阿胡鰕虎	<i>Awaous melanocephalus</i>	兩側洄游	別名曙首厚唇鯊
鰕虎科	黑紫枝牙鰕虎	<i>Stiphodon atropurpureus</i>	兩側洄游	別名紫身枝牙鰕虎
鰕虎科	黑鰭枝牙鰕虎	<i>Stiphodon percnopterygionus</i>	兩側洄游	
鰕虎科	眼斑厚唇鯊	<i>Awaous ocellaris</i>	兩側洄游	
鰕虎科	寬帶裂身鰕虎	<i>Schismatogobius ampluvinculus</i>	兩側洄游	別名寬帶裸身鰕虎
鰕虎科	兔頭瓢鰭鰕虎	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	兩側洄游	
鰕虎科	環帶黃瓜鰕虎	<i>Sicyopus zosterophorus</i>	兩側洄游	別名環帶瓢眼鰕虎
塘鱧科	褐塘鱧	<i>Eleotris fusca</i>	兩側洄游	別名棕塘鱧
塘鱧科	尖頭塘鱧	<i>Eleotris oxycephala</i>	兩側洄游	
塘鱧科	珍珠塘鱧	<i>Giuris margaritacea</i>	兩側洄游	別名無孔塘鱧
塘鱧科	黃鰭棘鰓塘鱧	<i>Belobranchus belobranchus</i>	兩側洄游	
塘鱧科	頭孔塘鱧	<i>Ophiocara porocephala</i>	兩側洄游	
慈鯛科	吉利慈鯛	<i>Tilapia zillii</i>	次級	外來種
慈鯛科	巴西珠母麗魚	<i>Geophagus brasiliensis</i>	次級	外來種
慈鯛科	尼羅河口鱒魚	<i>Oreochromis niloticus</i>	次級	外來種
爬鰍科	纓口臺鰍	<i>Formosania lacustre</i>	初級	特有種，NVU
湯鯉科	黑邊湯鯉	<i>Kuhlia marginata</i>	兩側洄游	別名湯鯉
湯鯉科	大口湯鯉	<i>Kuhlia rupestris</i>	兩側洄游	
鰻鱺科	花鰻鱺	<i>Anguilla marmorata</i>	降海洄游	別名鱸鰻
鰻鱺科	日本鰻鱺	<i>Anguilla japonica</i>	降海洄游	NCR，別名日本鰻

科名	中名	學名	類型	備註 <sup>1</sup>
海龍科	帶紋多環海龍	<i>Hippichthys spicifer</i>	兩側洄游	
海龍科	無棘腹囊海龍	<i>Microphis leiaspis</i>	兩側洄游	

資料來源：

人禾環境倫理發展基金會，2013。101年度田寮洋濕地周邊水梯田生態保育計畫結案報告。農業委員會林務局。

人禾環境倫理發展基金會，2017。105年度貢寮水梯田生態保育--重要棲地保育合作經營暨生物指標測試結案報告。農業委員會林務局。

新北市貢寮區公所，2017。枋腳溪上游及其支流流域生態情勢現況調查與封溪護魚實施河段評估建議報告。

人禾環境倫理發展基金會，2019。108年獨流溪生態現況調查暨環境感知推動計畫(3-1)(東北部)。農業委員會林務局。

註 1：依據《2017 臺灣淡水魚類紅皮書名錄》，參照國際自然保育聯盟紅皮書受脅與評估系統 (IUCN Red List of Threatened Species™)，區分為：瀕絕 (EX)、地區性滅絕 (RE)、國家極危 (NCR)、國家瀕危 (NEN)、國家易危 (NVU)、國家接近受脅 (NNT)、國家無危 (NLC) 七種等級，以及數據缺乏者 (DD)，提供後續臺灣保育類魚類名錄審定及建立評估機制。本備註欄僅標註具國家接近受脅 (NNT) 等級以上者。

遠望坑溪及枋腳溪匯入雙溪主流後，距離出海口距離僅約 3 公里，有多種洄游性或經常需在溪流內上下移動的魚類：

### (1) 洄游性魚類

如花鰻鱺、日本鰻鱺、日本瓢鰭鰕虎、臺灣吻鰕虎、黑紫枝牙鰕虎、黑鰭枝牙鰕虎等洄游性魚類。臺灣吻鰕虎、黑紫枝牙鰕虎、黑鰭枝牙鰕虎等鰕虎科魚類目前僅分布於台灣東北或東部地區清澈河段。另常見於河口汽水域的塘鱧、湯鯉則經常進入溪流下游或中游生活。

### (2) 河內洄游初級淡水魚

目前了解較多的是臺灣白甲魚，繁殖季會上溯至水溫較低的上游溪段產卵。

### (3) 其他魚類的移動需求

多種溪流魚類會在局部河段移動，隨著成長或產卵選擇緩流區或潭區利用，或個體擴散至水系的其他溪段尋找生存棲地。降雨後被大水帶到下游的魚隻會上溯到適合的棲息溪段，如遠望坑溪雨季可觀察到臺灣鬚鱨、臺灣石魚賓等鯉科魚類試圖跳過攔水堰回溯到上游。

由區域內的魚類名錄篩選原生魚種，屬河—海洄游性或在河川內移動魚類，且出現溪段或生態習性較清楚的物種，進一步依上溯模式分類(表 4.2-6)，作為後續評估水系內橫向構造物對於不同類群魚類是否能通過之基礎，檢視構造物對於魚類群聚的移動阻隔。

表 4.2-6 雙溪河下游洄游/移動性魚類上溯模式分群

雙溪河下游物種	類群*		說明
黑邊湯鯉 大口湯鯉	G1 河海洄游魚類	G1a	中、大型物種，跨越阻礙的能力中等
褐塘鱧 珍珠塘鱧		G1b	小型或底棲物種，跨越阻礙的能力差
花鰻鱺 日本鰻鱺 日本瓢鰭鰕虎 臺灣吻鰕虎 環帶黃瓜鰕虎	G2 攀附上溯魚類	G2a	鰻與近似物種，長距離遷移的降海洄游或兩側洄游物種，跨越阻礙的能力好，以攀附方式上溯
黑鰭枝牙鰕虎 黑紫枝牙鰕虎		G2b	小型底棲物種，兩側洄游物種，跨越阻礙的能力差，以攀附方式上溯
臺灣石（魚賓） 臺灣鬚鱨 臺灣白甲魚 粗首馬口鱨 長鰭馬口鱨	G3 鯉科與近似物種		在溪流內遷移的物種，以游泳或跳躍跨越阻礙的能力中等

註\* 魚類分類方式參考 Sola, C., M.Ordeix, Q.Pou-Rovira, N.Sellarès, A.Queralt, M. `Onica Bardina, A.Casamitjana, and A.Munné. 2011. Longitudinal connectivity in hydromorphological quality assessments of rivers. The ICF index: A river connectivity index and its application to Catalan rivers. *Limnetica* 29:273–292.

## 2. 洄游/移動性魚類分布

未經人為工程干擾下，洄游/移動性魚類在水系中的分布是修復洄游路徑的理想狀態，而在大小堰壩與固床工已廣泛存在於各溪流的既存事實下，洄游/移動性魚類的分布需從過去紀錄或訪談，以及參考同種魚類在其他溪流的上溯距離或居住的溪流型態，推估不同魚種的潛在分布範圍。但受限於資料片斷化、難以完全掌握分布狀態，特別是魚種分布的上游界線，可能與環境資源及同種種間的競爭、掠食有關，亦會隨不同時間地區而有變動，目前暫以將溪流下游到上游：感潮帶、平原河段、山區溪流做粗略劃分。

雙溪流域的魚類調查 (經濟部水利署水利規劃試驗所，2017；人禾環境倫理發展基金會，2017) 已指出雙溪河主流、遠望坑溪、枋腳溪河海洄游魚類的分布，不同程度地受限於橫向構造物阻隔 (如圖 4.2-19)，日本瓢鰭鰕虎、臺灣吻鰕虎、鰻魚 (G2a) 可越過橫向構造物，上溯到上游環境；相對地，黑鰭枝牙鰕虎 (G2b) 會上溯到中上游濱溪植被遮蓋度低的溪段。人禾環境倫理發展基金會針對遠望坑溪長期觀察，發現黑鰭枝牙鰕虎在上游有零星紀錄，其體型小、上溯能力有限，遇到橫向構造物阻隔常會被擋在下游，如貢寮攔河堰、遠望坑溪三圳 (三圳上游也有分布紀錄，但數量遠小於三圳下游，可能是在流量適宜的情況下，有少數個體跨過抬水堰到達上游)。湯鯉、褐塘鱧 (G1) 常可上溯到溪流進入山

區的中游段，在示範案區域內可分布到支流的枋腳溪，但容易被壩體阻擋，受限在枋腳溪攔河堰及遠望坑溪三圳抬水堰下游。鯉科與近似物種(G3)，則分布於雙溪河感潮帶以上的主支流純淡水水域。

本區域洄游/移動性魚類在無人為橫向構造物阻隔前提下，在水系中可上溯棲息的潛在分布推估如圖 4.2-18。

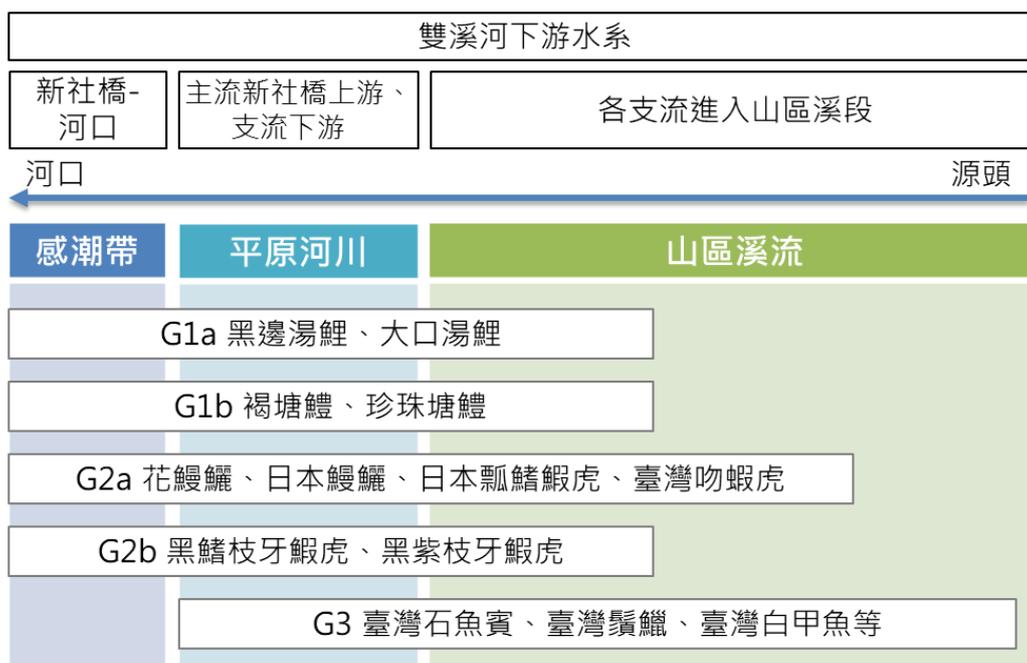
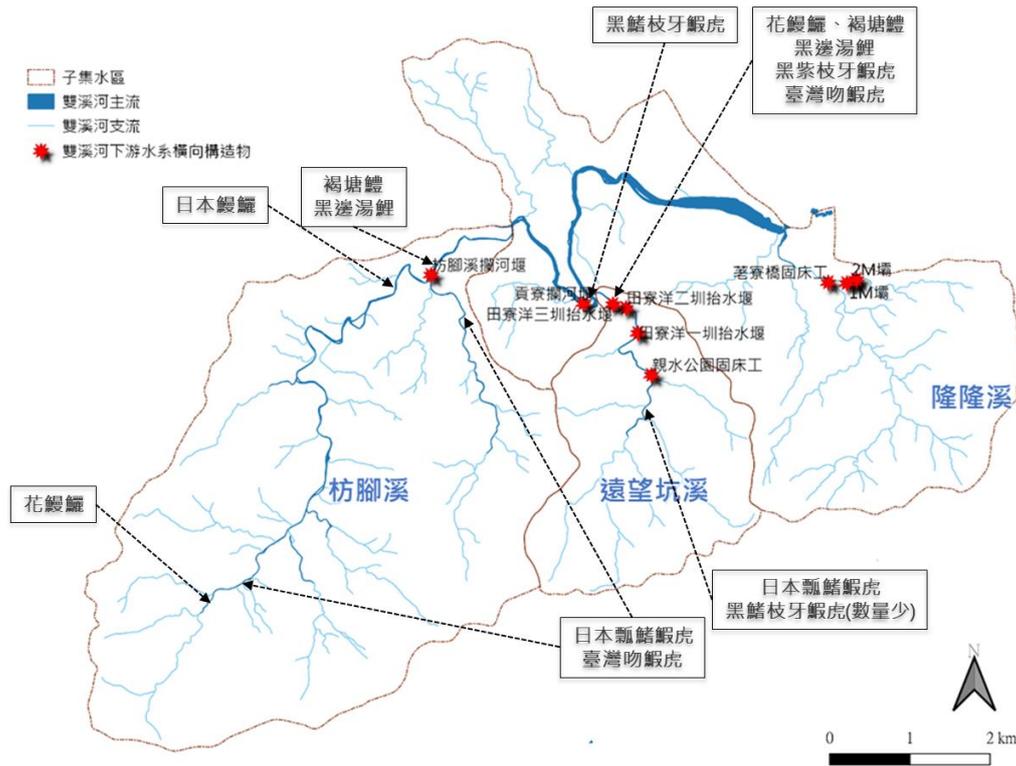


圖 4.2-18 洄游/移動性魚類的潛在分布河段

### 3. 橫向結構物盤點

人禾環境倫理發展基金會發起東北角溪流的「巡溪日」踏查所紀錄的水域生物、兩岸的植生、魚蝦上下洄游可能遇到的阻隔等資訊，呈現在網頁地圖「東北角河溪管家—從河說起」，本計畫蒐集其中的人工橫向結構物資料，共有 10 處，分別為主流 1 處（貢寮攔河堰），隆隆溪 4 處，遠望坑溪 4 處及枋腳溪 1 處，詳如圖 4.2-19。



資料來源：

工程結構物：人禾環境倫理發展基金會，東北角河溪管家—從河說起 (<https://reurl.cc/Qd75KZ>)

洄游魚類分布：經濟部水利署水利規劃試驗所，2017。台灣地區北部區域雙溪水庫可行性規劃檢討(7)-社經專題-溝通宣導(3) 期末報告書；人禾環境倫理發展基金會，2017。105 年度貢寮水梯田生態保育--重要棲地保育合作經營暨生物指標測試結果報告。農業委員會林務局

圖 4.2-19 雙溪河下游水系橫向構造物與支流洄游魚類最上游分布地點紀錄

#### 4. 魚類通過評估

魚類是否能通過河川中的橫向構造物，是魚類上溯能力與構造物形等等因素綜合作用的結果，因而同一構造物對不同上溯模式的魚類，會有選擇性通過或阻隔的不同結果，也會受到水文條件影響，包括自然的水文變化及河道因工程結構物造成水流量或流速的改變。示範案區域內魚類是否能通過橫向阻隔的評估，可分為 2 種方式：

##### (1) 生態調查資料

生態資料是反映實際魚類通過的佐證，經濟部水利署水利規劃試驗所 (2017) 委託專業團隊進行的雙溪流域洄游廊道評估，針對貢寮攔河堰、遠望坑三圳拾水堰、枋腳溪攔河堰等 3 座較大型的堰壩，在上下游設置多個樣點進行魚類調查，藉以了解魚類能否通過構造物進入上游水域。

## (2) 橫向構造物物理性特徵

表 4.2-7 橫向構造物魚類通過評估方式

項目	G1a G3	G1b G2b	G2a
河道			
構造物上方或上下游河床無地表水流(伏流、斷流)，長度超過 0.5M	無法通過	無法通過	無法通過
河岸或構造物下游面有潮溼、粗糙區域可供魚類攀附上溯	-	-	通過
堰壩			
水面—壩頂垂直落差(跳躍/攀爬高度)h，最大值	0.6 M	0.4 M	1.7 M
構造物下潭區深度，最小值	1.4 * h	1.4 * h	-
頂部寬 $\geq$ 0.5 M 的構造物，頂部水深最小值	10 cm	1 cm	1 cm

生物調查資料及橫向構造物特徵的評估結果，依個別橫向構造物所在溪段其潛在魚類可通過構造物的類群數多寡，區分為良好至差共 5 個等級 (表 4.2-8)。

表 4.2-8 溪流橫向構造物的魚類通過等級

連續性類別	說明
優	接近所有潛在魚類類群在所有水文狀態下都能通過
好	大多數或部分潛在魚類類群在所有水文狀態下都能通過
中等	大多數或部分潛在魚類類群在部分水文狀態下可以通過
不良	僅 1 個潛在魚類類群，且在特定水文狀態下才能通過
差	沒有魚類類群可以通過，或只在少數特別水文狀態下才能通過

雙溪下游水系的評估結果如圖 4.2-20。由於貢寮攔河堰是可調整高度的橡皮壩，取水時升起，再加上有魚道設置，因此多數魚類可通過但整體數量仍較下游少；枋腳溪攔河堰雖同樣有魚道，使得鱧魚、日本瓢鰭鰕虎可以上溯，但湯鯉被阻擋在下游，魚道的適用性需要再評估檢討。這二座大型堰壩尚有部分魚類可以通過，而針對其他沒有魚類調查可供魚類通過評估的橫向構造物，大多數垂直落差達 1-2 M，遠超過溪流魚類跳躍的高度 (0.6 M)，對魚類洄游造成明顯阻礙，只有田寮洋二圳抬水堰、荖溪橋固床工魚類較容易通過。



圖 4.2-20 雙溪下游水系的魚類通過評估結果

### 5. 指認改善優先性

回應示範案修復水系中魚類移動的瓶頸點，復育洄游/移動性魚類群聚的目標，改善工作需指出洄游魚類上溯路徑上受到阻礙的關鍵位置，以及堰壩上游溪流的棲地品質是否提供良好生存環境，依以下因子考慮改善優先性：

#### (1) 洄游魚類利用的重要支流

依據人禾環境倫理發展基金會 (2019) 「獨流溪生態現況調查暨環境覺知推動計畫 (3-1) (東北部)」，其以溪流自然棲地、受威脅物種、洄游物種等項目指認 16 條應關注溪流，其中位於示範區內的遠望坑溪屬高敏感關注溪流，隆隆溪則為次敏感關注溪流。

#### (2) 水系下游的阻隔優先改善

因為洄游性物種河—海間移動的需求，魚苗需從海洋上溯補充，因此溪流縱向連續性的改善，需由河口往上游逐步擴大洄游魚類的生存空間。

#### (3) 魚類洄游/移動重要阻隔

上述分析指出雙溪下游水系的堰壩對於魚類上溯的阻隔，魚類通過程度越差，則影響較多的魚類類群，因此建議優先進行改善。

貢寮攔河堰是雙溪河主流上的第一個阻隔，大部分體型較小的洄游

魚類在較下游處即轉往更靠近出海口的支流—遠望坑溪，因此遠望坑溪的保育需求更高於較上游的枋腳溪。另外，隆隆溪也是魚類專家指認的洄游魚類豐富的重要獨流溪，而由於其主流保持連通，到上游支流才遇到壩體阻隔，綜合以上評估，現階段選擇優先針對遠望坑溪進行改善。

進入遠望坑溪的洄游魚類，很快就遭遇一處約 2 M 的高壩(田寮洋三圳抬水堰)，以上溪段環境雖然自然多元，但卻只有少數的洄游魚類分布紀錄，顯示魚類因為壩體隔絕，而無法完成洄游產卵的生活史。其他鯉科魚類也同樣受到阻隔，雨季有時可見到臺灣鬚鱧、臺灣石魚賓試圖跳躍三圳抬水堰，但因落差過大無法成功往上游回溯的景象(圖 4.2-21)，除此之外，乾季的時候更因橫向構造物對於河川廊道的阻隔與水流型態轉變，造成河槽平整化與河川伏流化的現象(圖 4.2-22)。本示範案以田寮洋三圳抬水堰作為優先改善目標，透過改善三圳抬水堰的阻隔，並考量二圳、三圳之間溪段河相與棲地回復的可能性，可望增加約 650 M 棲息溪段，並回復遠望坑溪下游段魚類移動的路徑，提昇水系連續性與棲地品質，復育洄游生物相。



資料來源：人禾環境倫理發展基金會

圖 4.2-21 三圳抬水堰使魚類上溯受阻情形



資料來源：人禾環境倫理發展基金會

圖 4.2-22 遠望坑街以下乾涸情形(左圖)、二圳乾涸情形(右圖)

## 6. 示範案任務：田寮洋三圳抬水堰改善規劃

遠望坑溪是雙溪河靠近出海口的一條支流，因為雙溪主流貢寮攔河堰阻礙部分魚類的洄游，使得遠望坑溪成為小型鰕虎繁殖與棲息的重要水路。然而，遠望坑溪下游的田寮洋三圳抬水堰造成溪流縱向連續性上的瓶頸，除了使重要的洄游性魚類上溯受阻，也使得雨季後那些因為大水而沖到下游的鯉科大魚，無法再回到上游繁殖，造成不同族群皆聚集在人工構造物下方，進一步使得洄游性小型鰕虎遭受鯉科魚類的掠食壓力，以及不平衡的食物或空間資源競爭。由於遠望坑溪現為雙溪水系中保存洄游魚類的重要棲地，同時搭配由新北市政府推動的封溪護漁政策，此廊道改善工作能在環境與政策條件皆充分的情況下，成為示範案的重要工作標的。

本項工作重點，為透過促成小段關鍵瓶頸的廊道改善合作，藉以建立區域水網溝通合作的基礎，目的除了能使溪流的重要環境功能有所改善，使重要洄游性物種棲息利用，亦提供後續在地經營的團隊，如貢寮區公所、羅東林區管理處等綠網夥伴，能藉由整合地方創生、生態旅遊、草嶺步道觀光推廣等努力，彰顯保全環境與生態所能帶給居民的正面價值。

### (三) 友善耕作提升農田環境的生態功能

農田的空間分布常是介於自然與人為利用之間的緩衝環境，具有提供野生動物棲地，以及緩衝人為活動對自然生態造成的負面影響的功能，因而是里山倡議強調人與自然和諧共生的重要元素。從里山倡議保存生物多樣性的角度，農田生態系需要在良好的棲地經營與地方居民生計之間取得平衡發展。

#### 1. 友善耕作推廣區位指認方法

示範案依下列項目，指認潛在推行友善耕作的優先區位：

##### (1) 關鍵棲地

在本示範案區域，農田環境具有關鍵棲地的特殊地位：1. 野鳥重要驛站的田寮洋，即為由農田與埤塘濕地鑲嵌組成；2. 北海岸、東北角是水棲、半水棲動植物庇護所，山區的水梯田是這些物種經常棲息的环境。

##### (2) 關鍵棲地緩衝區

以田寮洋濕地向外延伸 500M 環域劃設緩衝區，並以河川作為自然邊界，將超過邊界外已大幅改變或具其他棲地類型者，視為不同地景單元。緩衝區的指認除了緩和人為影響，友善耕作的推廣更可協助減少農藥除草劑可能的毒害，提昇棲地品質，有機會形成潛在棲地，擴大關鍵棲地面積。

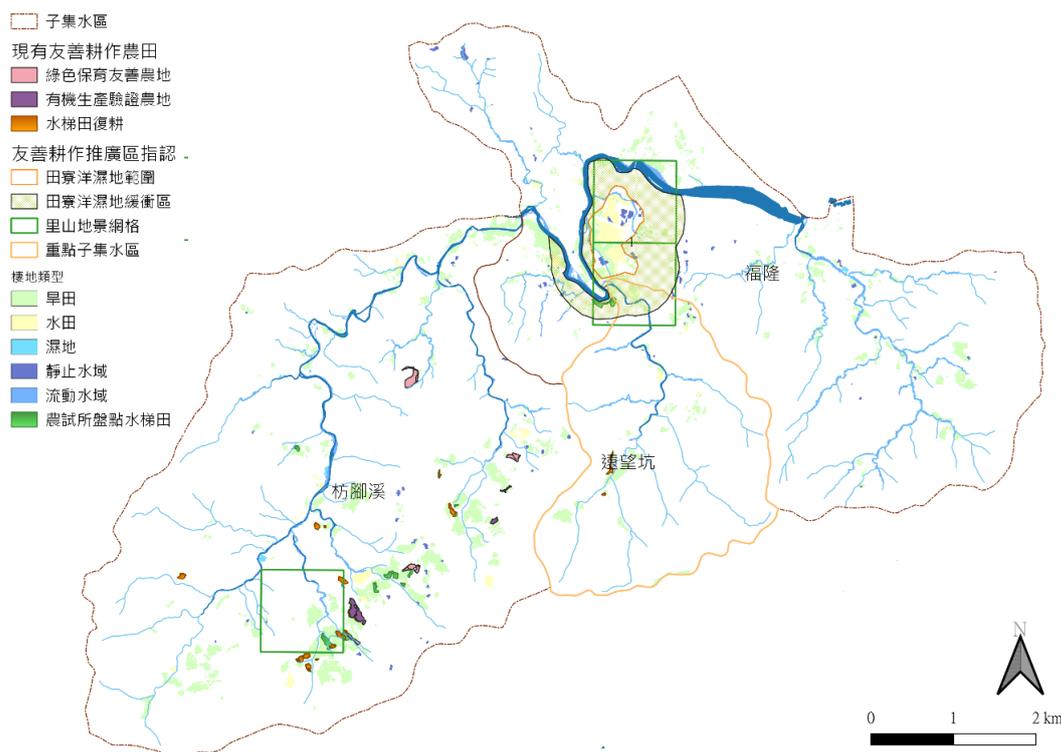
### (3) 潛力里山區域

以全台關注地景網格 (詳第 3.3.5 節) 進行指認與描述。

## 2. 友善耕作推廣區位指認結果

透過前述指認方法，本示範案中指認建議優先推廣、輔導友善耕作的區位包含以下幾個區塊：

- (1) 田寮洋濕地：示範區內最大且集中的農業區，水、旱田農地約佔田寮洋的 60% 面積，提供泥灘涉禽、草原性陸禽為主的鳥類覓食、躲藏棲地，以及其他野生動物利用。在 2018 年之前，大多數水田由少數幾位代耕者以慣行農法種植，收成依配合公糧收購乾穀，也有部分是由糧商收購濕穀。旱田則為個別農戶小規模耕作。
- (2) 水梯田：過去貢寮山區大量的水梯田因人口外移大部分已棄耕，由林務局長期支持人禾環境倫理發展基金會及狸和禾小穀倉推動的水梯田復耕工作，證實恢復傳統水梯田耕作模式可使農業生產與保存生物多樣性並存，並維持濕地與水棲動植物棲地。羅東林管處 (2018) 的區域綠網規劃，提出柴棺龜 (保育類 I 級)、鉛色水蛇 (保育類 III 級)、中華青鱗 (紅皮書 NVU)、黃腹細蟪、針尾細蟪、中華水螳螂、狄氏大田鱉、葦草蘭 (紅皮書 NCR) 等珍貴稀有物種為「貢寮雙溪山區水田優先關注區」的標的物種，亦指出加入生態經營的合作田區，已使得此區成為台灣淡水域原生及紅皮書水草多樣性最高的區域。而經本計畫 3.4 節水域重要關注區域指認，得知遠望坑溪也同時是多種洄游魚類利用的重要溪流。綜合前述保育優先性分析，示範案指認遠望坑子集水區內的水梯田作為友善耕作潛力區。
- (3) 田寮洋濕地周邊緩衝區：緩衝區涵蓋雙溪河主流下游東側及南側，以及遠望坑溪下游的水旱田。
- (4) 潛力里山區域：本示範案範圍內共有計 3 個關注地景網格，2 個位於田寮洋濕地、1 個位於枋腳溪子集水區。



資料來源：

綠色保育友善農地、有機生產驗證農地圖資：農業委員會農糧署、特有生物研究保育中心，2019。

水梯田復耕圖資：人禾環境倫理發展基金會，2020。

農試所盤點水梯田：行政院農業委員會農業試驗所，2020。

圖 4.2-23 貢寮田寮洋示範案友善耕作推廣潛在區位指認

#### (四) 海岸稀有植物—海米生育地保育

海岸沙丘屬零星分布的特殊棲地，全台分布數量稀少，且經常遭受不同程度的人為開發、遊憩干擾，海米的個案不僅反應沙丘植物的生存困境，也開啟造林復育之外其他少見特殊棲地保全及管理議題，特別是海岸沙丘位在海岸保安林邊緣，在現有經營模式下容易劃為造林定砂操作，影響稀有植物的生育。

##### 1. 棲地威脅因子

鹽寮沙丘面臨的威脅彙整如下：

- (1)在地團體指出民眾開車進入海灘，壓輾稀有植物棲地
- (2)海岸造林造成棲地消失
- (3)台電正針對核電廠重建碼頭造成貢寮—鹽寮沙灘流失問題，進行養灘操作的評估，但不論以挖沙回填或以軟性海岸造林方式，都可能直接損害或衝擊既有稀有植物生育地，造成現有海米的族群及棲地消失。

##### 2. 示範案任務：協助海米棲地會勘與跨部會保育對策討論

針對鹽寮沙丘所面臨到的威脅，或就東北角或甚至北海岸的沙丘植物特殊棲地的保全及管理議題，本示範案規劃協助會勘，並參與保育對策討論，彙整相關建議及初步成果，以促進生育地保育工作。

### 三、工作推動與合作伙伴

經分析盤點示範區內相關生態議題，診斷現有缺陷或未來潛在的保育問題，最後以候鳥、洄游魚類、特殊稀有棲地等保育標的，提出針對雙溪下游區域的整體保育規劃，期望對於維持並提升現有生態棲地之目標皆能有所助益。而由於區域性工作需藉由跨單位、跨公私部門形成共識，共同協力合作，因此亦將相關課題之合作夥伴納入呈現，詳如表 4.2-9。

綠網建置工作以短期任務及中長期推動劃分執行時程建議，除了納入相關單位既有執行成果及進行中的工作項目以外，亦呈現本示範案於小尺度工作執行上的短期任務，相關成果詳第 4.2.4 節。

表 4.2-9 貢寮田寮洋示範案短中長期工作推動與合作夥伴

項目	既有計畫執行成果	短期任務 (2 年)	中長期推動 (2-5 年)	合作夥伴
田寮洋濕地農業生態地景永續經營策略	<p><b>羅東林管處(2018)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>完成區域綠網優先關注區盤點，提出田寮洋農田濕地保育規劃</li> </ul> <p><b>貢寮區公所(2018-2019)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>協助農民提早翻耕及人工刈草，辦理生態調查監測及生態旅遊</li> </ul> <p><b>貢寮田寮洋示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鐵路橋改建生態衝擊減輕討論及變更設計溝通協調</li> <li>引介友善耕作團體，與在地農民溝通並合作友善契作</li> </ul> <p><b>新北市政府(2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>農田濕地棲地及耕作環境改善並持續生態監測</li> <li>進行無名溪棲地營造試驗</li> <li>辦理友善稻米收購及行銷活動</li> </ul>	<p><b>友善農耕及候鳥棲地</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>持續溝通地方意願，藉由友善耕作團體輔導與中介協助、進行友善農法交流</li> <li>持續監測候鳥數量變化及棲息行為，研究翻耕適期、田間管理與候鳥利用關係</li> </ul> <p><b>人工化水圳的環境改善</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水泥化溝渠改善，設置動物逃生設施減少動物受困死亡</li> <li>無名溪微棲地營造及匯流口洄游阻隔改善</li> </ul> <p><b>鐵路改建案衝擊減輕</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鐵路橋改建持續追蹤工程對候鳥及溪流的衝擊及生態保育措施執行</li> </ul>	<p><b>友善農耕產業的建立</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>逐步建立農產品品牌，與在地農民建立長期偕同經營體系及地方回饋機制，發展與保育共存的產業樣態</li> <li>促進在地農民的保育認同及自主參與，凝聚社區的濕地農業永續經營策略</li> <li>協助精進病蟲害防治的友善農耕技術</li> </ul> <p><b>鐵路改建案衝擊減輕</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鐵路橋改建範圍棲地回復與閒置地規劃(賞鳥動線、農夫市集等)</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>羅東林管處 新北市農業局 貢寮區公所 瑞芳農會 農業改良場 農水署北基管理處 交通部臺鐵局</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>社區發展協會 人禾基金會 台北鳥會、中華鳥會 農民及主要代耕業者 福隆便當業者</p>
雙溪水系洄游路徑修復	<p><b>林務局、人禾(2011-2016)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水梯田周邊溪流生物調查紀錄</li> </ul> <p><b>水利規劃試驗所 (2015-2018)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>雙溪中下游溪況及構造物盤點</li> </ul> <p><b>雙溪水庫環評-雙溪水系洄游路徑分析及水域生態保育對策</b></p> <p><b>貢寮田寮洋示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>魚類移動阻隔評估及指認優先改善區位</li> <li>遠望坑溪廊道改善規劃</li> </ul>	<p><b>遠望坑溪廊道改善</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>搭配改善前後生態監測，進行遠望坑溪廊道改善工程</li> <li>進行成果紀實及平台會議定期交流檢討，推動溪流環境教育及遊憩活動，進行政策推廣宣傳</li> </ul>	<p><b>遠望坑溪廊道改善</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>整合地方創生、生態旅遊、草嶺步道觀光推廣等，擴大生態保育的正面價值</li> </ul> <p><b>雙溪流域管理整合平台</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>建立雙溪流域管理整合平台，協調河川取水、水利水保工程、生態保育等事宜</li> <li>雙溪水系阻隔持續改善，並建立棲地復育評估方法</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>農水署北基管理處 水土保持局 東北角風景管理處 新北市水利局、農業局 貢寮區公所</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>人禾基金會 社區發展協會</p>

項目	既有計畫執行成果	短期任務 (2 年)	中長期推動 (2-5 年)	合作夥伴
友善耕作提升農田環境的生態功能	<p><b>林務局、人禾、狸和禾小穀倉 (2011-2019)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>以生態系服務給付機制長期推動貢寮水梯田環境友善耕作</li> <li>長年維持良好棲地條件，維繫多種水生、半水生生物棲息</li> </ul> <p><b>羅東林管處(2018)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>完成區域綠網優先關注區盤點，指認田寮洋濕地與雙溪貢寮水梯田為優先關注區</li> </ul> <p><b>貢寮田寮洋示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>指認友善耕作推動潛力區位</li> <li>引介友善耕作團體與在地農民溝通並合作友善契作</li> </ul>	<p><b>友善耕作推廣</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現地勘查友善耕作潛力區範圍內合適田區，確認地主與農民意願，擴大推動友善耕作</li> </ul>	<p><b>友善耕作機制建立</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究不同農耕區位之間的田間管理與生態保育結合模式與成果</li> <li>逐步建立農產品牌，與在地農民建立長期偕同經營體系及地方回饋機制，發展與保育共存的產業樣態</li> </ul>	<p><b>公部門：</b></p> <p>新北市農業局 貢寮區公所 羅東林管處 瑞芳農會 農業改良場</p> <p><b>民間單位：</b></p> <p>社區發展協會 人禾基金會 狸和禾小穀倉</p>
海岸稀有植物—海米生育地保育	<p><b>貢寮田寮洋示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>透過參與跨部會現勘會議，共同指認稀有植物重要棲地、課題釐清，並促成稀有植物棲地保護，禁止車輛進入</li> </ul>	<p><b>海米生育地保育</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>台電鹽寮沙灘養灘計畫後續追蹤協調及重要棲地監測</li> </ul> <p><b>北海岸瀕危植物保育策略</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>盤查北海岸稀有植物分布、受威脅狀況，提出後續經營管理作為或保育策略建議</li> </ul>	<p><b>海米生育地保育</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>台電鹽寮沙灘養灘計畫之後續追蹤協調及重要棲地監測</li> </ul> <p><b>瀕危植物整體保育策略</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>發展森林以外的海岸保安林棲地管理、復育模式</li> <li>跨部會研商瀕危植物整體保育策略，提供相關管理單位之植物保育行動推展</li> </ul>	<p><b>公部門：</b></p> <p>羅東林管處 東北角風景管理處 貢寮區公所 林業試驗所 特生中心</p> <p><b>民間單位：</b></p> <p>社區發展協會 人禾基金會 狸和禾小穀倉 台灣電力公司</p>

#### 4.2.4 議題處理及行動開展

##### 一、示範案共識平台會議召開

本示範案透過文獻與生態資源盤點、議題資訊蒐整以及環境診斷分析，指認示範案範圍內相關重要議題區位。為使相關權屬單位及民間團體得以知悉本案之生態保育課題及策略目標，並建立後續溝通與聯繫管道，本示範案於2019年3月5日舉行第一次平台會議，盤點並邀請相關單位參與，共同促成綠網建置之共識，會後擬定此區域優先推動保育課題之策略方向，如表4.2-10。

表 4.2-10 貢寮田寮洋示範案關注議題及推動策略

次序	主題	保育課題	綠網平台成員	策略說明
1.	田寮洋友善耕作及田間管理與生態棲地保育目標之策略整合	<ul style="list-style-type: none"> <li>因工作考量使翻田時間偏晚，不利渡海入境水鳥棲息覓食。</li> <li>本區大多為施用除草劑、除蟲劑的慣行農業，不利生物棲息。</li> </ul>	新北市政府農業局	<ul style="list-style-type: none"> <li>改善農作的環境條件，協助友善農業推廣工作，陪伴地方發展與保育標的共存的產業樣態，促成產業六級化。</li> <li>延續蒐整環境基線調查資料，針對田間管理與生態棲地保育目標進行分析，提供保育策略及成效評估指標。</li> <li>納入農改場角色協助精進病蟲害防治的農耕技術，並透過串連地方農會進行產銷整合，與在地商家合作地產地銷等。</li> </ul>
			新北市貢寮區公所	
			人禾環境倫理發展基金會	
2.	雙溪河支流及田寮洋境內水圳之廊道改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠望坑溪為洄游魚類的主要廊道，取水堰構造物造成洄游受阻。</li> <li>圳路既有型態與維管方式可能不利於生態保育推動工作。</li> </ul>	農委會農田水利處	<ul style="list-style-type: none"> <li>針對遠望坑溪或雙溪河其他支流之可進行廊道改善處，邀請土地權屬機關與相關治理單位共同研議改善方式。</li> <li>灌溉圳路的生態化調整，例如在適宜節點爭取較大腹地營造較多植生或孔隙的環境，或縱向廊道阻隔的改善。</li> </ul>
			農委會水土保持局	
			東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處	
			新北市政府水利局	
3.	鐵路改建衝擊減輕與後續區域發展之配合規劃	<ul style="list-style-type: none"> <li>鐵路橋修建工程的進行，將影響既有耕作農田及棲地環境。</li> <li>部分無節制賞鳥人士，對鳥類棲息及農民耕作造成干擾。</li> </ul>	交通部臺灣鐵路管理局	<ul style="list-style-type: none"> <li>持續參與鐵路局設計階段之溝通討論，協助鐵路改建之規劃進行重新評估，兼顧地景生態考量。</li> <li>未來銜接鐵路改建計畫，規劃宜農宜旅的賞鳥動線，並加強宣導規範，解決拍鳥與拍火車和在地生活間的衝突。</li> </ul>
			東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處	
			台北市野鳥學會	
			中華民國野鳥學會	

資料來源：本計畫整理。



圖 4.2-24 貢寮田寮洋示範案第一次共識平台會議

## 二、小尺度議題行動開展

依據共識平台會議所列之小尺度關注議題上的操作策略項目，本計畫於小尺度議題行動開展主要選定三個項目進行操作，依據時序分別為：田寮洋鐵路橋改建跨部會協調、遠望坑溪廊道改善規劃，以及友善農耕輔導契作及溝通推廣。除了上述執行項目以外，本計畫也將參與海米生育地保全之協商會議成果納入呈現。

### (一) 田寮洋鐵路橋改建跨部會協調

延續 4.2.3 章節盤點之鐵路橋改建議題，臺鐵局為了配合政府落實推動易淹水地區水患治理計畫、改善鐵路線形等目的，於 107 年及 109 年期間規劃改建宜蘭線第三雙溪及新社橋。由於田寮洋濕地具重要且獨特的生態系價值及多樣化的棲地組合，該改建工程涉及以下潛在生態議題：

1. 高聳的脊背橋在田寮洋低緩的地景顯得突兀，可能降低候鳥歇息意願。
2. 鐵路橋改建、架高後移除舊路線土堤，可能大幅度改變當地水文，影響長期下來達平衡的農耕與濕地現狀。
3. 位於鐵路橋工區下方的無名溪，由於乘載考量而規劃封閉舊有箱涵並改道，工期期間將阻斷無名溪的水系連結。
4. 工區徵收農地及其他施工擾動區域與程度，可能影響候鳥棲地及水域環境。

由於該改建工程於程序上無需進行環境影響評估，於規劃設計過程中亦未透過操作生態檢核、諮詢相關生態專業人士，進一步考量工程對於當地生態及地景的衝擊，因此本示範案於小尺度議題處理上，透過與臺鐵局連結及協調溝通，建議工程主辦單位重新評估改建工程之潛在環境風險，並擬定對於當地生態更為友善之工程方案。

經多位生態關切團體初步接洽臺鐵局並告知潛在生態爭議，臺鐵局隨即同意工程暫緩，增辦快速生態評估，並於 107 年 8 月至 11 月期間規劃辦理數場設計工作坊，邀請各相關部門、本示範案執行團隊、生態及景觀專業人

士，以及 NGO 團體，共同檢討水理安全與地景生態議題，參與單位包括公家單位：林務局、特生中心、第十河川局、新北市水利局、新北市農業局、貢寮區公所，以及民間團體：人禾基金會、台北鳥會、中華民國景觀學會、觀察家生態顧問公司、千里步道協會、雙玉社區發展協會等。經過數場設計工作坊，綜整各方對於該改建工程的結論建議為如下：

1. 相關水理計算是依據 85 年「雙溪河治理計畫」以及 103 年「易淹水地區水患治理計畫」等規劃報告，然而規劃的兩側堤岸受環團與在地群起反對，包含田寮洋的多數主流河段並未建成，缺乏呼應環境現況的水理運算基礎，亦未考量濕地的生態敏感性與長期影響，應重新檢討。
2. 按照虛擬的治理計畫線，雙溪河在此處廣達 140 米，原就水利局建議避免在河中多落墩，致使臺鐵局決定採用大跨徑的脊背橋。經過與水利單位會商結果，落墩數並非絕對限制，位置與結構安全才是重點，只要能符合水利單位的通洪需求，並不會針對橋型提出要求。
3. 田寮洋濕地的動態平衡維持不易，應以變動最小化為規劃原則。既有的土堤鐵路穿越其中，與周邊農事活動與微水文的調節密不可分，間接促成各種候鳥在此駐足歇憩，生態重要性不容忽視。

經數場設計工作坊，臺鐵局釋出善意採納部分生態衝擊減輕建議，亦請設計顧問公司進行橋型檢討、增辦可行性評估，提出符合水理演算之橋型替代方案，然針對高度 35 M 之脊背橋型式改變，將衍生經費及工期增加的課題，且與廠商可能衍生之合約爭議，因此未能決然裁示變更。而後多位民間團體復於 2019 年 5 月 3 日邀集相關政府單位研討此案，共同擬具說帖再度向臺鐵局及交通部陳情，強調為田寮洋此重要生態示範區，望能配合調整工程作法，研議取消脊背橋之型式變更改採四跨連續制式橋型設計，以符合環境永續平衡決策。

表 4.2-11 本示範案參與第三雙溪及新社橋改建工程相關研商會議

時間	參與會議名稱
2018.08.31	第一次工作坊會議
2018.09.18	第一次水安全設計工作坊
2018.10.05	第二次工作坊 ( 生態環境 )
2018.12.27	研商田寮洋鐵路改建案會議
2019.03.20	拜會交通部臺鐵局
2019.03.21	鐵路橋施工計畫暨生態防護措施研討會議
2019.04.18	拜會水利署第十河川局
2019.04.23	拜會新北市水利局
2019.05.03	第三雙溪及新社橋改建工程對策研討會議
2019.06.26	影響水域生態敏感區防護會勘
2019.06.27	鐵路橋生態保育措施研討會議
2019.10.30	橋型變更案地方釋疑說明會



圖 4.2-25 第三雙溪及新社橋改建工程對策研討會議

經長達一年的協調溝通，臺鐵局願改以低噪音工法、謹慎處理汙水排放、增辦生態長期監測計畫，以維繫當地重要的濕地環境，同時透過 2019 年 6 月 5 日的內部會議敲定配合調整方向，於跨河橋段取消脊背橋方案，改以一般制式橋重新提送水理檢核，展現臺鐵局在重大公共建設決策上，願意多考量環境生態價值而做進一步調整的善意與立場，亦成為跨部會政策透過國土生態綠網的連結與協調，而促成良善改變的佳績之一。



資料來源：交通部臺灣鐵路管理局。

圖 4.2-26 跨河段原橋型方案—脊背橋 (左)、變更設計替代方案—制式橋 (右)

除了與民間團體及相關政府部門共同協力促成設計方案變更以外，本執行團隊亦針對該改建工程之辦理程序與施作情形，參與相關施工階段生態衝擊減輕之研討及現勘會議，以提供相關設計變更建議。其中包括由人禾基金會提報之水域生態敏感區迴避或生態防護課題，透過共同參與 6 月 26 日現勘討論，使無名溪的封閉改道工程朝向先行施設排水箱涵，並進行導引分流而避免斷流情形；以及參與 3 月 21 日及 6 月 27 日之生態保育措施研討，將相關監測作為或防護措施建議納入施工計畫。



圖 4.2-27 施工中生態防護及無名溪導引分流討論

於同年 8 月 5 日、8 月 6 日由本計畫所辦理之「國土生態綠網首部曲：尋找森川里海的連結」成果交流會，亦邀請到臺鐵局張政源局長蒞臨，向社會大眾分享田寮洋鐵路橋改建工程透過國土生態綠網政策的行政協調，變更工程方案，減緩對於環境生態衝擊的寶貴經驗，並肯定在工程規劃中應充分考量生態影響之想法。



圖 4.2-28 成果交流會臺鐵局張政源局長分享

經重新辦理橋型結構、補充測量及水理分析等工作，臺鐵局於 2019 年度 8 月至 9 月期間，向新北市政府重新提出河川公地申請文件審查，該審查會議經相關補件程序，遂於 2020 年 7 月通過，現正進行變更及報部程序。

本計畫透過相關聯繫協商機制，促成臺鐵局願意為此重大公共工程進行設計變更、增辦生態評估程序、擬定施工生態防護措施及生態監測計畫，為田寮洋濕地的環境變動風險帶來些許減輕作為。針對此工程改建案，目前仍在進行施工中，除了既有已施設之生態防護措施以外，也有其他有待進一步追蹤或討論協商議題，提供後續綠網推動單位參照：1. 持續追蹤相關生態防護措施辦理情形，如無名溪導引分流工程等，針對潛在生態風險或狀況提出建言；2. 偕同在地居民探討改建範圍棲地回復與閒置地規劃，如規劃宜農宜旅賞鳥動線或市集，並加強宣導規範，減緩拍鳥與拍火車和在地生活的衝突。

## (二) 雙溪水系洄游路徑修復—遠望坑溪廊道改善規劃

延續 4.2.3 章提出之「示範案任務：田寮洋三圳抬水堰改善規劃」，由於遠望坑溪為雙溪水系中洄游魚類的重要棲地，再搭配由新北市政府推動的封溪護漁政策，此廊道改善工作能在環境與政策條件皆充分的情況下，成為示範案的重要工作標的之一。本項工作重點，為透過促成小段關鍵瓶頸（遠望坑溪二圳至三圳間）的廊道改善合作，藉以建立區域水網溝通合作的基礎。



資料來源：人禾環境倫理發展基金會、貢寮區公所提供照片，本計畫繪製。

圖 4.2-29 遠望坑溪改善規劃工作重點

### 1. 遠望坑溪改善跨部會協調

本示範案於 2019 年 3 月 21 日首次拜會農田水利會基隆工作站，初步詢問三圳取水需求及改建可行性，得知在 2018 年乾季，三圳已有不到水的情形。如對於抬水堰有改善的需求，於設計上可透過接管引水、取水口變更或保留部分堰壩等方法，在不影響取水的前提下促進遠望坑溪的廊道改善。

透過提請貢寮區公所的協助，執行團隊參與同年度 4 月 9 日現勘會議，與北基農田水利會、新北市農業局、新北市水利局、水保局及東北角風景管理處等相關權屬單位，共同討論取水需求及改善所須行政程序，並在後續相關補充書面回應後取得以下結論事項：

- (1) 取水壩為北基農田水利會灌溉設施，由需求單位擬具改善計畫書圖送交北基農田水利會審查，在不影響灌溉取水及灌溉設施維護管理之原則下，可經該會審查同意後由需求單位辦理改善工程。
- (2) 針對二圳與三圳之間數支固床工設施及河道整理權責，在固床工的部分為由水保局臺北分局委辦施作後移交由新北市政府維管，而關

於河道權管經新北市政府治理權責劃分，因該河段為雙溪河治理點下游支流，且高程未達一百公尺，因此非屬農業局權責。另依據水利局「新北水河計字第 1080933808 號」函覆，提及市管河川支流之新建、設施巡查、維護及管理係劃分予區公所執行，爰旨案設施改善由區公所本權責辦理。

- (3)針對改善方案建議，建議在保持灌溉取水功能下，改善三圳抬水堰上下方河段，回復能自我清淤、改善伏流的近自然坡度及穩定溪床底質，而由於橫向構造物阻隔致河道過於寬淺，因此建議二圳至三圳之間之構造物均要調整，可採自然砌石型態設計。針對抬水堰本身，建議調降至 50 公分或拆除，協調在二圳至三圳間轉彎段設置一丁壩，並新設取水口接到三圳原取水口。

有鑑於廊道改善計畫對於各部會而言是具有創新性的想法，因此建議取水堰的改善應屬示範性操作，執行原則為透過綠網平台進行跨部會合作，給予規劃及執行面上彈性檢討與溝通的空間，以避免受既有行政程序限制。

## 2. 遠望坑溪現地測量

為能提供更詳盡的環境資訊，供示範案於改善規劃過程做進一步評析，並提供後續相關工程專業團隊參考，因此本計畫於 2019 年 8 月至 10 月期間，針對遠望坑溪二圳與三圳間之溪流縱橫斷面與底質進行多次測量工作，測量結果說明如下：

### (1) 縱斷面

從遠望坑街入口第一根電線杆為起點，以 10-20 公尺為測站間距，再以遠望坑溪斷面最深處為測點，沿遠望坑街繞回起點作閉合水準測量。測量結果扣掉道路的河床測量總長共 295.66 m，共計 23 個測點。河床高程差為 3.81 m，平均坡降為 0.0129，測量結果如圖 4.2-30。

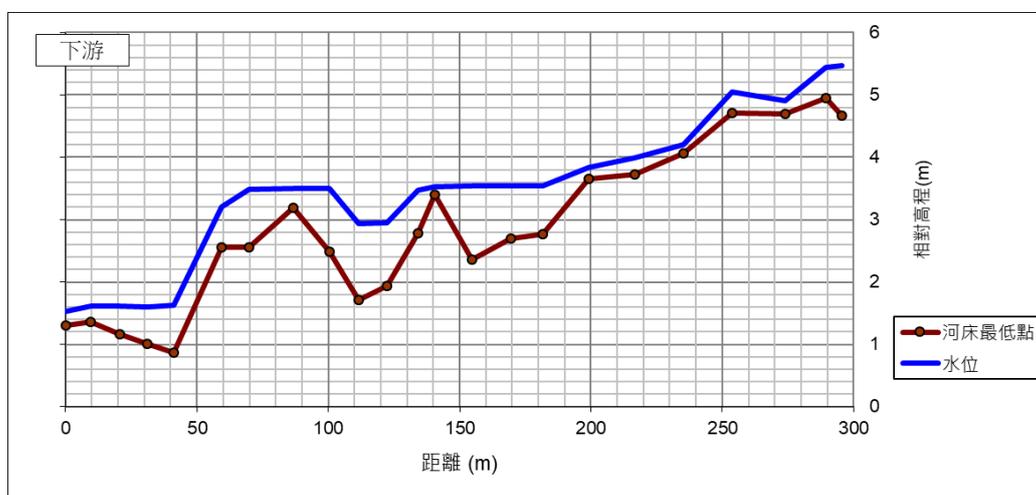


圖 4.2-30 遠望坑溪縱斷面測量結果

## (2) 橫斷面

橫斷面之測量以 25-50 公尺為一測站，以河床有明顯潭瀨或變化處為測站選擇原則，共測 12 個站點，測站位置如圖 4.2-31 之紅線，各斷面剖面如表 4.2-12。

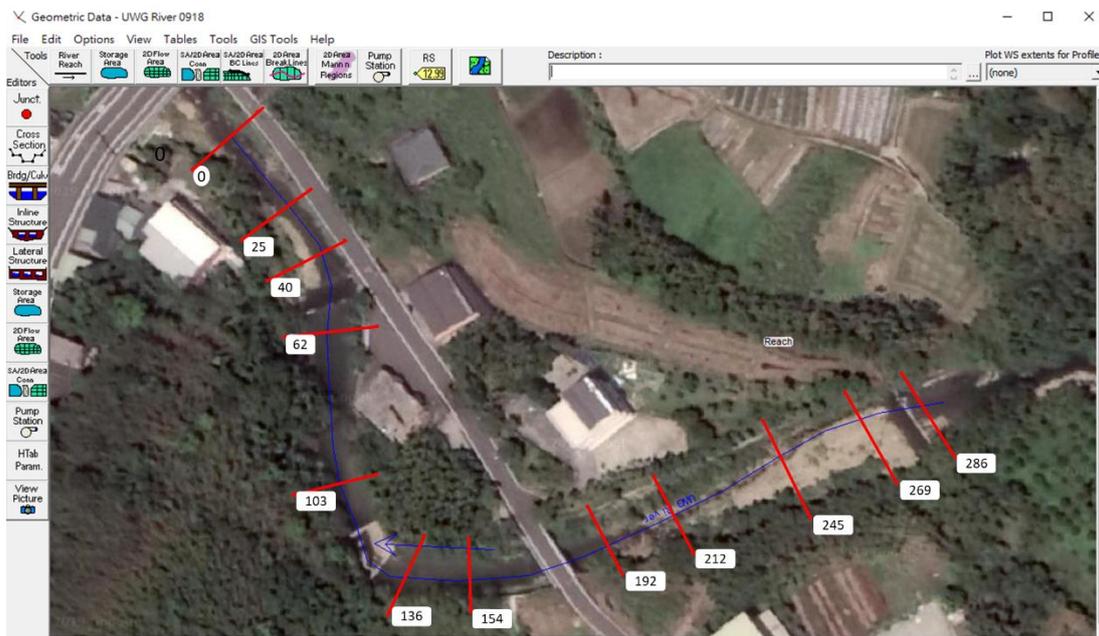


圖 4.2-31 橫斷面測站位置圖

從表 4.2-12 之測量結果，約略可見遠望坑溪在二圳與三圳間的流況以及其中的縱橫向構造物對水域棲地型態的影響。斷面 0 處因遠離三圳較遠，已可見些許瀨區出現，再往上游三圳接近處可見因圳抬高而沖出的深槽河道，而在斷面 62 與斷面 286 上則可見因抬水堰所造成之淤積現象。

於兩圳之間的轉彎處 (斷面 103 ~ 斷面 154) 可見流路朝河道左岸貼近，除因為其為河道攻擊面外，轉彎處的固床工靠左岸處有人為鑿出的缺口，也是此流路貼近左岸的原因之一。此處河道若不斷下刷，後續須注意可能會導致護岸的不穩定而崩塌。最後，在陸橋與二圳間，初判原工程設計時有將河道拓寬，此導致此段河道流路貼近摩擦阻力較小的兩側護岸，並在中間形成淤積中島。

表 4.2-12 遠望坑溪橫斷面測量結果 (1/3)

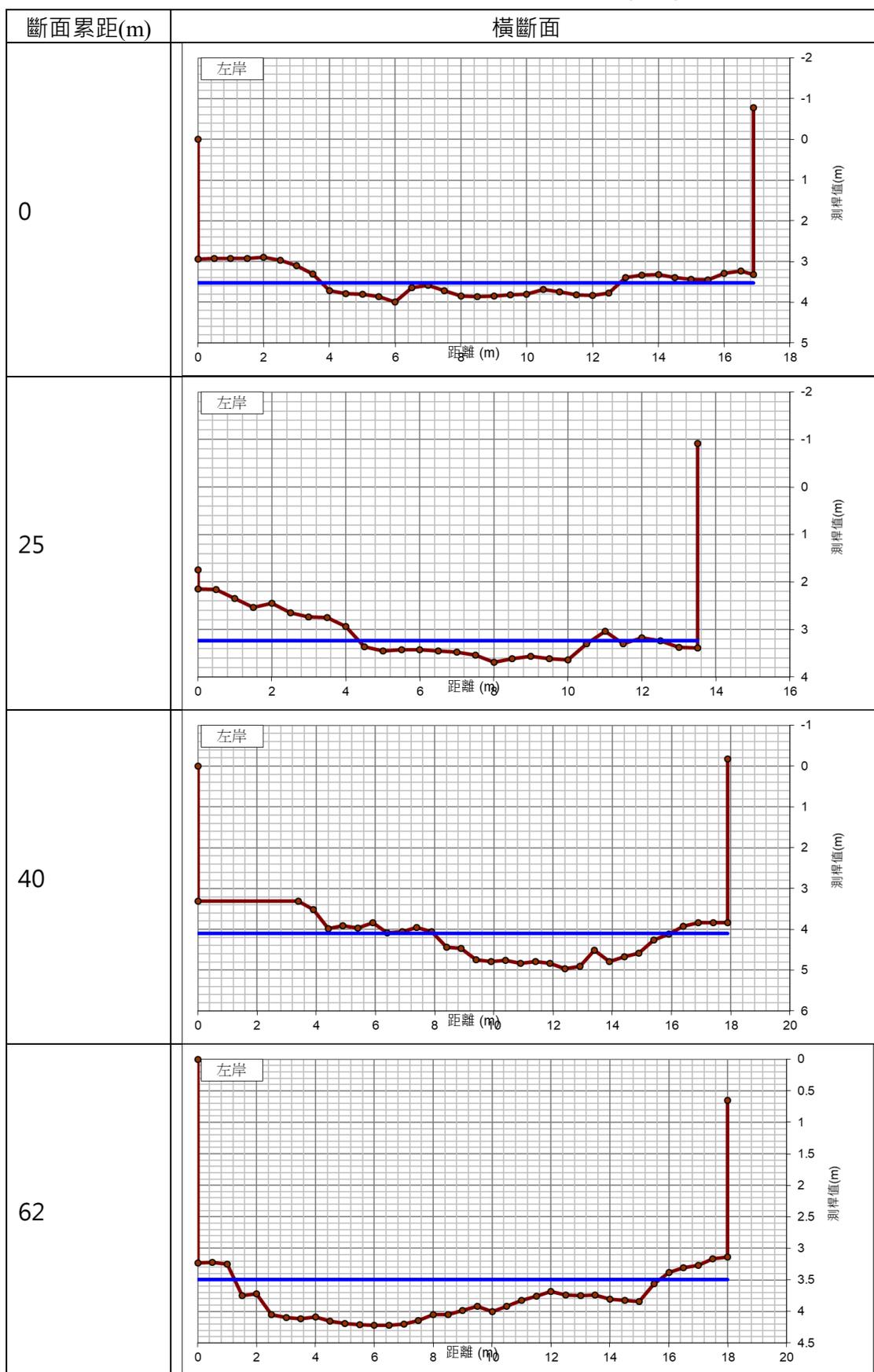


表 4.2-12 遠望坑溪橫斷面測量結果 (2/3)

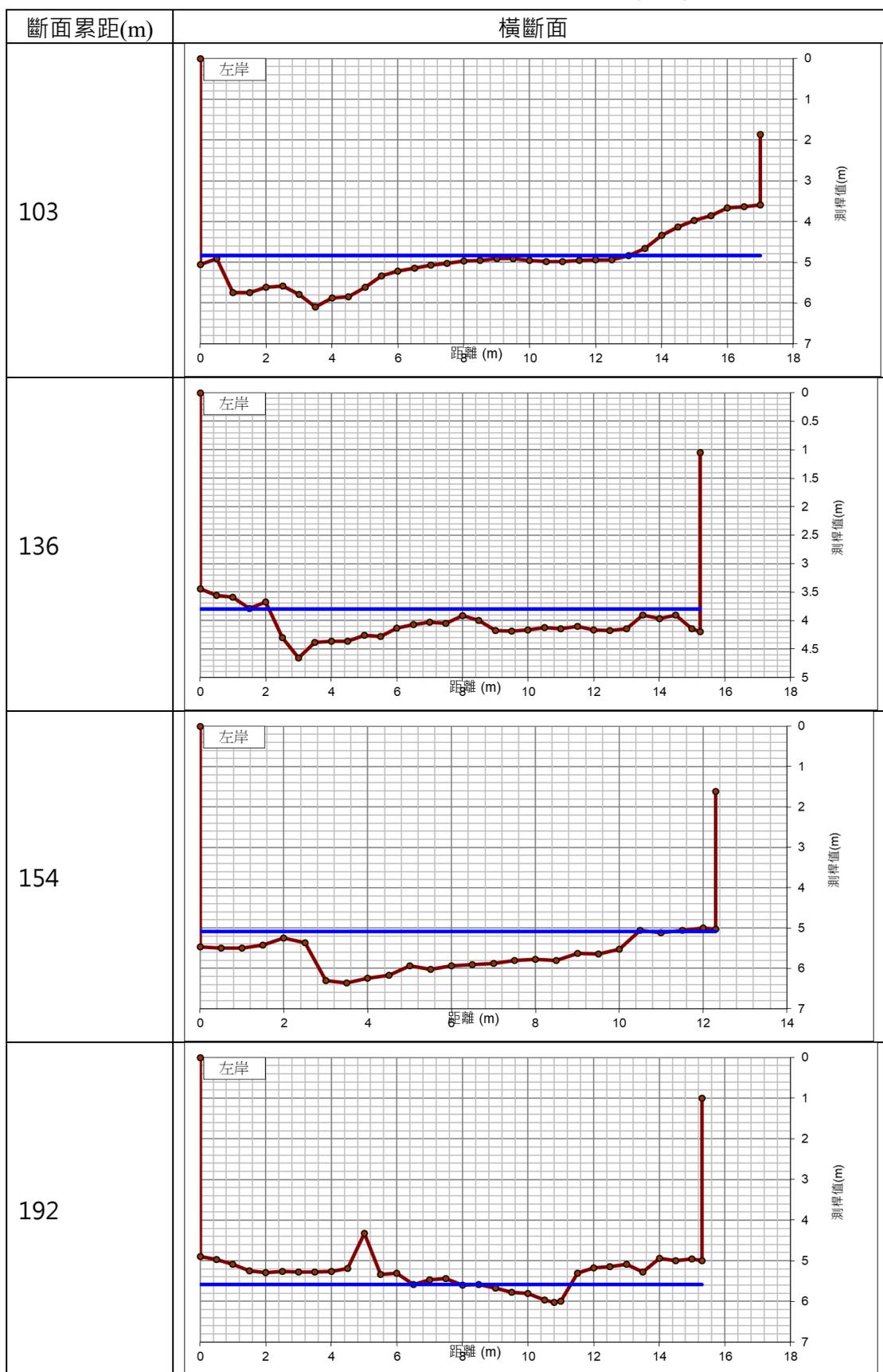
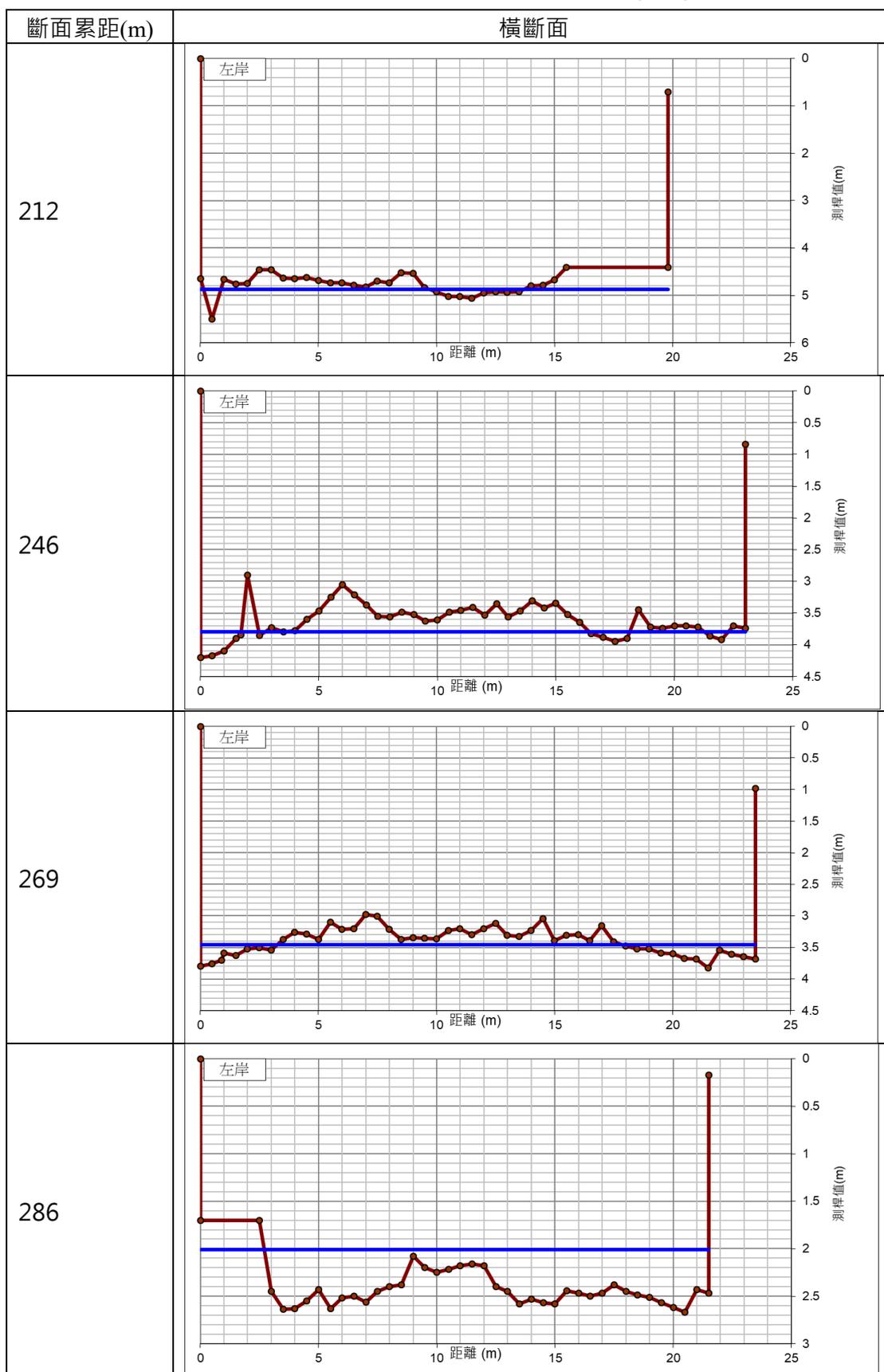


表 4.2-12 遠望坑溪橫斷面測量結果 (3/3)



### (3) 河床質

河床粒徑之組成可幫助了解判斷河道的曼寧  $n$  值，供後續工程設計參考，而建立出河道粒徑曲線後，還可幫助後續判斷河床變化。此外，河床底質粒徑組成與是否包埋，同時為河道是否適合水域生物棲息的判斷因子之一。本計畫參考美國再做溪流河床質調查採行之 Wolman pebble count 方法，於設定之河道斷面隨機撿拾 100 顆之石頭，測量其粒徑三軸長度後取中值。再將各石頭粒徑進一步以溫特瓦系統 (Wentworth grain size) 做粒徑分級後，繪製於對數表如圖 4.2-32。

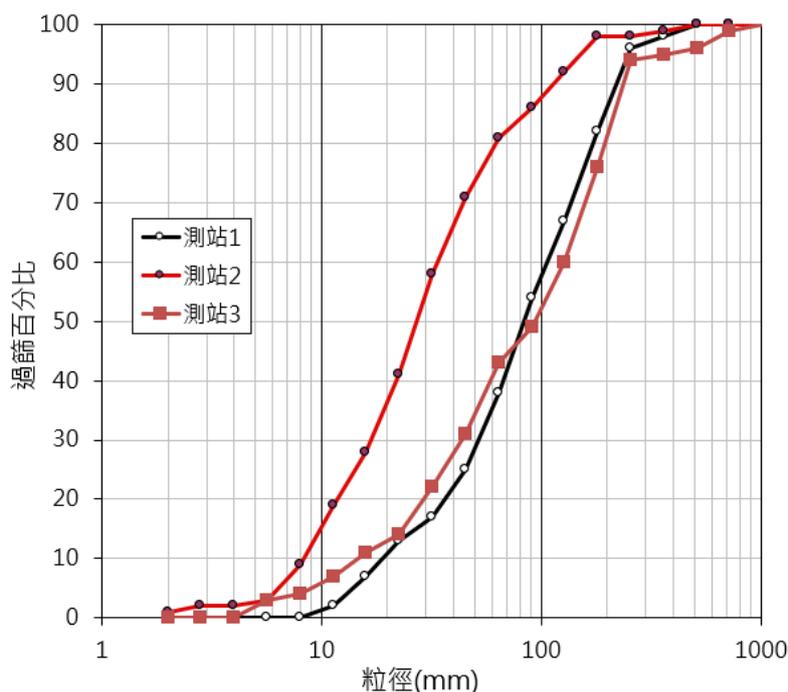


圖 4.2-32 遠望坑溪粒徑分析

上述粒徑曲線之測站環境如表 4.2-13，測站 1 為測量起點，為不太明顯的瀨區；測站 2 為三圳上，有明顯淤積；測站 3 在路橋上游處淤積中島的右岸，可見明顯流速較快的瀨區。另以落葉做簡易表面流速之測量，結果為：測站 1=0.235cms；測站 2=0.066cms；測站 3=0.327cms。

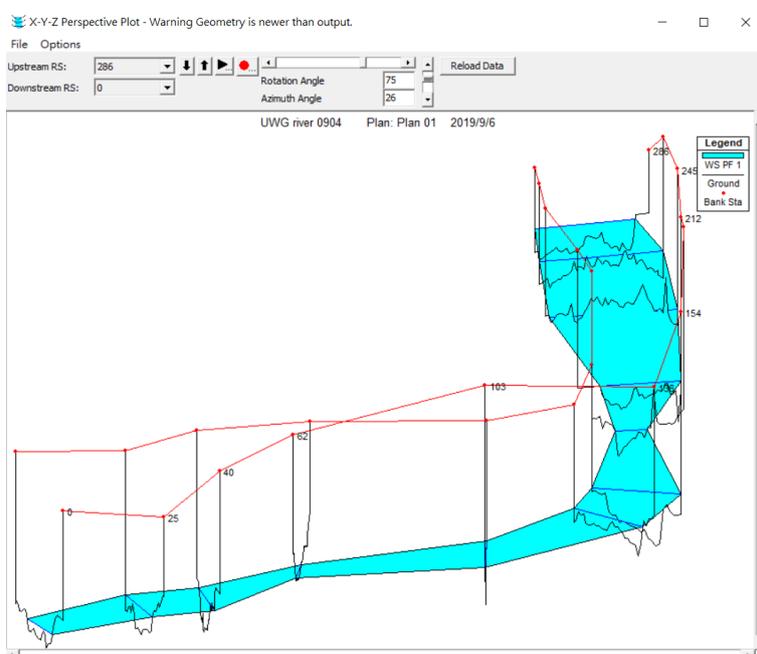
表 4.2-13 粒徑分析樣站

測站 1 (下游)	測站 2 (中游)	測站 3 (上游)
		

#### (4) 建立模型

HecRas 為美國陸軍工程師團水文工程中心 (Hydrologic Engineering Center, 簡稱 HEC) 所發展之河川分析系統 (River Analysis System), 可執行一維定量流及變量流之水面剖線演算, 作為河川工程設計與規劃之參考。此外, 此程式之模擬結果有圖形輸出的功能, 包括: 渠道斷面、水面線、率定曲線及渠道三維透視圖等。

模型之建置以斷面 1 最低點為相對高程 0(無法確認實際道路高程), 並參考縱斷面的測量高程, 以橫斷面累距分別內插後加回各橫斷面, 並以測量時的斷面水位作為邊界條件。由於本次測量工作與一般工程測量的要求不盡相符, 測量精度並不足以直接供工程規劃設計之用, 然以此工具建立河道模型可作為對現地掌握的初步參考值, 也可提供後續平台討論以及工程專業團隊評判參考。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-33 遠望坑溪測量結果三維透視圖

### 3. 遠望坑溪廊道改善規劃

經釐清遠望坑溪廊道改善之相關權責關係、界定改善原則與目標, 並完成初步測量及水面剖線演算建模, 本計畫彙整相關工作成果、諮詢專業顧問, 提出遠望坑溪廊道改善規劃報告, 從中界定三個建議改善方案, 以及各單位協力事項 (表 4.2-14), 力求以綠網盤點及規劃報告為基礎, 促成小尺度區域水網合作, 將經驗回饋予其他洄游路徑修復工作。

三個建議改善方案表列如下, 有待透過進一步的工程測量設計以及細部資料的索取, 如取水量、水權量、堰壩調整及合併取水之可行性評估等, 以擇定最佳採納方案。

**(1) 丁壩、新設取水口與河道全斷面緩坡化及近自然化**

於三圳往上至溪流轉折段，設置一丁壩取代全斷面取水堰，新設一取水口透過接管的方式，將灌溉用水導引至原三圳取水口處。此方案可能受限於轉彎段取水條件（目前乾季枯水情形可能延伸至遠望坑街以上，如圖 4.2-22），因此有待進一步評估。如能確保取水需求，即可將高落差之三圳抬水堰進行全面拆除，並透過河道整理及既有固床工的近自然化，使河川恢復其自然營力及河相平衡。

**(2) 架水橋 (或設明渠) 與河道全斷面緩坡化及近自然化**

抬水堰拆除、河道全斷面緩坡化及近自然化與方案一相同，然不另外新設取水口，而是透過長距離架管或是設置明渠，將三圳灌溉需求併入二圳做統一供應。如進行架管，方式簡單且快速，然擔心阻塞與維管上的困難，需進一步考量管徑大小及維管需求，而如設置明渠，則需透過設置一跨河水橋至彼岸，橋柱可能影響河川斷面。

**(3) 改善既有取水堰與河道局部緩坡化及近自然化**

針對落差過高的第三取水堰，保留局部的堰堤，設置水底下箱涵向上延伸 100 公尺，而箱涵以外的部分設置同高度攔水堰，確保取水需求。攔水處提前的話，可方便非取水範圍的坡度調緩，然而此工程方案的影響範圍會比較大。

依據遠望坑溪廊道改善規劃報告，本計畫已初步規劃遠望坑溪改善協商平台會議議程，後續待透過相關聯繫、確定辦理時間，將協助進行整體報告，提出改善規劃建議，同時為擴大跨單位整合力量，一同為區域的生態保育盡一份心力，改善計畫相關工項或經費需求亦希望透過綠網夥伴關係，共同協助廊道改善，因此以下初步提出各單位的協力建議，有待後續進一步商議。

**表 4.2-14 遠望坑溪改善計畫各單位協力關係建議**

相關單位	後續行動或配合事項
農委會農田水利處	提供經費補助，協助水利會推動抬水堰改善事宜
臺灣北基農田水利會	遠望坑溪抬水堰的管理單位，參與辦理廊道改善計畫
東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處	具有遠望坑溪部分土地權屬，配合計畫執行，補助親水功能改善並協助觀光資源的串連與教育推廣
水土保持局臺北分局	過往曾協治理此溪段，補助協助丁壩工程與護岸改善
新北市政府水利局	作為改善溪段的權管單位，補助固床工近自然化及河道整理
新北市政府農業局	協助辦理施工前、後的生態調查及監測
貢寮區公所	擔任在地溝通平台，協調與區域其他工作之間的界面衝突
人禾環境倫理發展基金會	關注貢寮地區溪流的公民團體，提供議題資訊，參與改善方案的討論

### (三) 友善農耕輔導契作及溝通推廣

針對田寮洋濕地改善農作環境條件，協助友善農業推廣工作，發展與保育標的共存的產業樣態課題，貢寮區公所已於 2018 年至 2019 年間投注心力委託團隊協助農民提早翻耕、人工刈草和辦理綠網小旅行，並於 2020 年度改由新北市政府委請人禾環境倫理發展基金會，協助田寮洋濕地的生態監測調查、無名溪棲地營造試驗操作、休耕期環境友善作為以及搭配大型活動推動友善稻米代購行銷。本計畫於田寮洋友善農耕工作推動上，為協助促成一期稻作之友善農耕，於今年年初引介金山彩田米的楊儒門先生，協助與地方農民溝通合作，而後與在地農民—林大哥以友善農耕的方式契作約八分地的水稻田，也於過程中協助提供友善農法技術、有機資材，以及相關友善農耕補貼機制之銜接。

本次輔導契作工作以促成在地農民後續的合作意願為主要目標，契作田區位於雙溪南灣段，並非位於田寮洋濕地核心範圍內(如圖 4.2-34)，但由於其坐落於 4.2.3 節指認之關鍵棲地緩衝區域內，友善農耕的初期操作除了緩和人為影響，減少農藥除草劑對於棲地帶來的毒害，提昇棲地品質以外，亦有機會形成潛在棲地，擴大關鍵棲地面積。

在友善農法的替代資材選用上，主要為建議並提供蘇力菌作蟲害防治，而關於福壽螺防治的問題，農民於初期主要為使用苦茶粕。苦茶粕雖可一定比例解決福壽螺的困擾，然由於它也會對於其他水域生物帶來潛在傷害及影響，因此在今年度的輔導操作上，以輔導減量使用為主，避免轉作初期造成過量勞動負擔，而規劃於明年度教導農民使用米糠誘捕，提升人為捕撈效率。



圖 4.2-34 貢寮田寮洋示範案友善耕作推廣契作田區

經三月插秧後至七月收割過程中間的輔導協助，以及今年度貢寮區適合稻作生長的氣候，該契作田區已有初步產出成果，預定將於年底進行包裝印製，搭配相關宣傳工作，爭取企業認購與銷售。



圖 4.2-35 友善耕作推廣契作田區收割

由於本年度契作工作為以促進農民合作意願及友善農法的交流推廣為主，因此尚未搭配相關生態調查或監測工作，評估相關環境友善替代資材及田間管理對於候鳥及水域生物的影響，另由於本示範案所操作之友善農耕契作，其產出稻米的行銷推廣、價格或甚至品牌的建立，會連帶關係到新北市政府綠網計畫於田寮洋濕地核心區的農耕產業經營模式的建立，因此建議後續除了針對友善農耕行為及區位，搭配進一步生態監測及分析比較之外，亦須透過平台會議的召開，進行跨單位的協力關係整合。

#### (四) 其他議題—海岸稀有植物之海米生育地保育

於鹽寮沙灘棲地保全、海米生育地保育課題上，為由在地生態關切團體發現特殊稀有植物受到立即性危害後，由林務局於 108 年 7 月 16 日召開現勘協調會議，邀集東北角風景管理處、羅東林管處、貢寮區公所、林業試驗所、特生中心，以及相關生態關切民間團體等單位之學者專家，現地勘查並討論棲地保全對策。

本示範案執行團隊亦夥同參與鹽寮沙灘會勘，協助指認海米及其他稀有植物生育地點，提出以保留棲地現況不加以人為擾動為原則，也建議後續可針對北海岸、以至於全台海岸沙地的稀有植物發起區域性盤查，了解整體分布、生育，以及棲地受威脅狀況，指認綠網脆弱棲地或保育核心區。

經該場現勘會議討論，得出以下結論：

- 1.建議現有沙丘維持現況，避免工程及車輛進入破壞棲地，並定期監測。

- 2.建議更深入了解本區域資源，予以盤點後再擬定後續經營管理作為。
- 3.請羅東林區管理處及東北角風景管理處適時辦理區域平台會議，邀請在地民間團體及居民共同討論該區域整體發展性，擬定全面性保育策略。
- 4.針對瀕危植物整體保育策略，由林務局、特有生物研究保育中心及林業試驗所另召開會議協商，若有具體方向，屆時提供給東北角風景管理處及各單位知悉，俾利植物保育行動之推展。
- 5.本次現勘各與會單位意見，提供東北角風景管理處規劃管理措施參考。

該次現勘會議結束後，東北角風景管理處隨即於 2019 年 9 月 11 日釋出公告(圖 4.2-36)，將福隆鹽寮沙丘(1004 號保安林)劃定為禁止車輛進入管制區域，並維護物種棲地。

# 公告

## Announcement

發文日期：中華民國 108 年 9 月 11 日  
發文字號：觀東管字第 1080300790 號

主旨：訂定「東北角暨宜蘭海岸國家風景區福隆鹽寮沙丘保安林管制區域禁止車輛進入事項」，並自即日生效。

依據：發展觀光條例第 64 條第 1 項第 2 款。

公告事項：

- 一、管制事由：區域內為瀕危植物-海米之重要且於本島目前發現之僅存棲地，為數種海濱紅皮書植物分布熱點，為維護物種棲地，特公告禁止車輛進入。
- 二、管制區域範圍：福隆鹽寮沙丘(1004 號保安林)。
- 三、禁止事項：管制區域內，除既成道路與通道外，禁止車輛進入及停放。
- 四、違反本公告事項者，依發展觀光條例第 64 條第 1 項規定，處新臺幣五千元以上十萬元以下罰鍰。



交通部觀光局東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處 製  
Northeast and Yilan Coast National Scenic Area Administration,  
Tourism Bureau, Ministry of Transportation and Communications

免費服務電話:0800-091-015      緊急通報電話:119  
Toll Free      Emergency Call

圖 4.2-36 福隆鹽寮沙丘保安林管制區域公告

## 4.2.5 成效評估擬定與結論

### 一、成效評估擬定

在本示範案的保育復育規劃中，總共歸納出四個關注議題區位，分別為：田寮洋濕地、雙溪河水系、山區水梯田與周邊農田濕地，以及鹽寮沙灘。其中由於山區水梯田已有由林務局、人禾基金會與狸和禾小穀倉合作多年的計畫經營及產業陪伴，已透過相關監測資料驗證和禾田間作業原則，是能夠維持、甚至強化水梯田區生物多樣性的關鍵（人禾環境倫理發展基金會，2017），而鹽寮沙灘瀕危植物則是已初步得到行政規範的保全，因此本示範案的成效評估擬定，主要聚焦於田寮洋濕地及雙溪水系這兩個議題面向。於此同時，就國土生態綠網建置的角度，除了將物種及棲地的保育復育與生物多樣性的提升視作政策目的以外，也須同時將保育工作中具關鍵角色的在地社區生活及生產條件，納入評估考量。故以下針對此區的保育操作擬定三項成效評估，以供後續相關計畫執行過程中的成效檢核追蹤。

#### (一) 田寮洋濕地候鳥、水域生物的族群量提升

田寮洋濕地作為重要的候鳥遷徙中繼站，其定期擾動的農耕環境及自然、半自然的多元鑲嵌地景，是有利於大量候鳥棲息的重要因素，而其濕地範圍內的大面積草澤及水圳溝渠，也具有紅皮書關注的水域生物分布。回顧保育復育規劃，維持現有多元鑲嵌的自然與生產地景組合，維持現有土地利用、水文型態，進而促進農耕與生態互惠狀態，是田寮洋濕地保育經營的目標。

因此，在維繫現有棲地功能、降低棲地大幅度變動及其他減損因子的原則下，延續水旱田與周圍田埂圳路的環境友善耕作推廣操作、水泥溝渠的近自然化改善，促進農田濕地的棲地功能提升，是此區後續的保育經營方向。在成效評估的部分，貢寮區公所自 2018 年起委託生態專業團隊，開啟了鳥類、魚蝦蟹螺類及兩生爬行類的資料蒐整及環境基線年度調查，因此針對田寮洋濕地的綠網建置成效評估，建議是在地景多樣性予以維持的前提下，可以候鳥及水域生物的族群量作為成效評估方法。

#### (二) 雙溪水系連結度及洄游性生物多樣性提升

有關本示範案對於雙溪水系及洄游性物種的關注，界定河川縱向連結度為「回復水系內有移動或洄游需求的魚類群聚」的關鍵要素。參考本示範案進行各構造物魚類通過評估過程，為就過往物種分布與洄游紀錄、既有橫向構造物盤點、物種洄游能力分類群等工作，完成瓶頸點的指認（圖 4.2-18）。因此針對此區水域生態綠網的建置工作，建議自雙溪水系下游往上游，檢視主支流各構造物改善後的魚類通過評估程度，作為河川連結性修復的成效評估。同時，如能搭配推動雙溪水系的水域生態監測工作，則能在納入不同魚類群聚需求的考量後，進一步依據各主支流洄游性生物分布的族群量與多樣性趨勢，作為成效評估方法。

### (三) 在地社區受惠於生態資源，促進里山生活永續發展

在以里山倡議手段推動保育工作中，能同時考慮到在地社區生產及生活條件，建立兼顧生態保育的產業與永續發展模式，是社區是否有意願且有能力的持續參與保育操作的重要因素。因此就生產—生活面向的成效評估擬定，建議以生態相關產業(如友善耕作、生態旅遊等)的建立、產業活絡程度與經濟收益是否提升，以及青年返鄉者是否得以符合基本生活需求，作為在地社區的生活是否受惠於生態資源，得以使里山生活永續發展的評估。

## 二、區域綠網建置操作指引

綜整貢寮田寮洋示範案從區位選取、生態環境背景分析、保育復育規劃、議題處理及行動開展，以及最後的成效評估擬定，係以雙溪水系為主體，蒐整相關保育評析與執行成果，依據流域中、下游所盤點出的不同保育議題區位，推動流域整體生態系保全與棲地提升，同時就洄游路徑的關鍵瓶頸點，進行修復連結規劃。

本案操作示範主要涉及兩大議題類型，包括淡水濕地里山生產地景保育，以及溪流洄游廊道連結修復。為提供後續涉及上述議題類型的綠網建置工作參考，本節歸納此區域包含本計畫及其他既有保育操作計畫的處理面向及建議，作為綠網建置下一階段操作指引。

### (一) 淡水濕地里山生產地景保育

#### 1. 環境背景資料盤點

在背景資料的盤點上，淡水濕地里山生產地景的保育，除了蒐整區域內相關生物資源、棲地調查成果及既有保育規劃報告以外，也需盤點在地產業與耕作型態，或甚至更進一步地了解社區組成、生計條件，及在地居民對於生態環境資源利用的態度與願景。上述盤點目的在於掌握環境背景資料、釐清在地社區的保育合作意向及建立溝通管道的機會點，而於此同時，也需留意區域發展規劃及潛在開發案等可能對於地方帶來重大改變的計畫，如貢寮田寮洋示範案的鐵路橋改建計畫。

#### 2. 保育復育規劃

經過本計畫產製的棲地圖與生態熱點的疊合探討，再搭配既有文獻所指出之生態議題，可指認區域內關注議題及區位。藉由更進一步的議題分析、現地勘查、專家諮詢、文獻回顧及權益關係人/單位拜訪，可針對所指認之議題區位擬定保育策略，並列出潛在合作對象。

針對淡水濕地里山生產地景所涉及的生態議題，可能包括農田廢耕可能造成既有棲地功能減損、施用農藥或除草劑對於候鳥或水域生物有害、灌排水圳棲地單調化不利於生物躲藏棲息、天災農損帶來農田排水及溪流的整治與常態清淤的需求、鳥害農損帶來農民對於鳥類或其他野

生動物的不友善、其他新興開發及公共工程的介入，以及外來種入侵放養等議題面向，可作為議題盤點參考。在本示範案關注的田寮洋區域，則另有拍鳥、拍火車觀光客的觀光倫理問題，造成在地居民對於生態資源的不滿。

### 3. 議題處理

就上述生態議題，主要涉及的是農業管理 (環境友善耕作轉型、天災農損調適)，以及公共工程的施設與維管問題 (溪流整治、灌排清淤、其他重大公共建設)。在議題處理上，首先就農業生產的部分，可銜接農糧相關環境友善政策資源，如綠色保育標章及生態服務給付推動方案等，藉由引入生態專業團隊對於該區域「農業生產保育操作」的研析成果，提供相關田間管理調整指引，以提高收入的誘因鼓勵在地農民不施用農藥及除草劑，並參與保育操作(如維持湛水或提早翻耕等，依區域環境特性與保育目標的不同而有所差異)。於推動初期可能面臨勞動力不足、產量銷售與補貼政策的不確定性而使得參與意願不高，因此銜接農村勞動力調度機制、以逐年減少用藥輔導生態農法轉型、建立產銷班等配套措施，建議須一併考量。另外，《農業保險法》經三讀通過，待相關子法與機制完整訂定後，亦將能逐步降低天災農損對於生計的影響，有助於環境友善耕作的推動。

而在公共工程的施設與維管上，除了既有的環境影響評估規範，經公共工程委員會於 2019 年 5 月 10 日修正頒布的「公共工程生態檢核注意事項」，明定除了災後緊急處理、搶修、搶險、災後原地復建等相關工程外，中央政府各機關辦理新建公共工程或地方辦理之新建公共工程受中央政府補助比率逾工程建造經費百分之五十時，需辦理生態檢核作業。因此當面臨公共工程的規劃施設具潛在生態影響時，可依循該工程主辦單位之生態檢核機制，提請溝通協商並提出生態衝擊減輕建議，列入生態保育措施；而若於施工階段產生環境生態異常，則可依據該注意事項提請停止施工並調整生態保育措施，確保公共工程的施工不至於對環境生態造成不當的影響。

除了前述在議題處理上建議援引的機制、法規或政策資源以外，區域綠網建置在涉及社區發展事務，以落實「以社區為本的生態保育」時，還有相關政策資源如里山倡議、農村再生、社區林業、地方創生等，得以協助社區生態產業的發展以及保育共識的凝聚。

### 4. 成效評估

針對淡水濕地里山生產地景保育的成效評估，關注的是淡水濕地農田環境的保育工作，包括田區與周遭自然、半自然水陸域環境的維持及農耕操作方式調整，如何讓水生、半水生生物，以及遷徙性候鳥得以棲

息利用，維繫農業與生態的互惠關係。而從地景保存的觀點，避免溪流水圳的水泥化、濕地埤塘的消失，更是有助於回應氣候變遷及缺水問題的關鍵要素之一。因此在成效評估的擬定上，淡水濕地所能提供的棲地功能、環境功能及社會功能等生態系服務的維持與提升，是建議予以評估或監測的面向，藉以回顧綠網建置工作的目標，檢核工作成效並適時檢討調整。

## (二) 溪流迴游廊道連結修復

### 1. 環境背景資料盤點

溪流迴游廊道連結修復的第一步，是經過蒐整該水系河川管理/治理規劃報告，盤點既有河川流域利用情形、生物資源及棲地狀況後，掌握流域環境現況，並釐清相關管理制度與權責單位。由於既有河川流域調查工作，較少是從生物利用及棲地需求的角度出發，不若本示範案關注的遠望坑溪具有在地生態專業團隊及既有環評報告等資料支持，因此在資料相較不足的情形下，建議可補充調查，以了解流域內不同物種的分布與迴游利用需求。

### 2. 保育復育規劃

在保育復育規劃上，依據河川流域的環境特性，上下游具連結關係而無法分開評估，因此應以整體流域觀點而非特定溪段作為規劃範疇，透過進一步爬梳區域內不同物種的棲地利用需求與條件(如水溫、水質、水量、濱溪植被帶、溪流廊道縱向與橫向連結、具潭區或瀨區微棲地等)，訂定棲地保育目標或原則，進行整體流域的改善規劃。而就本示範案規劃面向，則是從修復溪流縱向連結的角度，藉由各構造物的魚類通過程度及地理區位的評析，指出優先改善瓶頸點。

河川流域可能涉及的生態議題非常廣泛，包括橫向構造物阻隔造成迴游受阻與河川伏流化、河岸堤防護岸形成垂直落差不利小動物利用或逃脫上岸、河川取水過度造成生態基流量不足、上游不當人為開發與廢水排放造成下游水質汙染、水利水保工程造成濱溪植被與潭瀨等棲地條件消失，以及毒魚、電魚、過度商採和外來種入侵放養等議題，有待進一步評析與盤點改善。

### 3. 議題處理

就上述生態議題，涉及了眾多河川管理或治理單位之管轄業務，其中針對水利水保之既有構造物改善或新建工程的生態衝擊減輕，對接單位可能是林務局集水區治理組及所屬各區林管處治山課、水利署及所屬河川局、水保局及所屬水保分局、國家公園管理處，或是各地方政府農業局、水利局、大地工程處等單位；河川取水問題則對應到自來水公司與甫升格的農田水利署及所屬管理處；開發管制與水質問題則對應土管

機關及環保署；最後有關野生動物管理問題，則涉及漁業署主管的漁業法及林務局主管的野生動物保育法。

由於河川流域議題背後牽涉複雜的權責分工，因此在議題處理上需透過召集平台會議輔以議題點的現勘，釐清權管單位及議題改善所需銜接的行政機制、法規或政策工具，再進行計畫分工協調。本示範案透過協助釐清遠望坑溪二三圳改善涉及單位、河床縱橫斷面測量、以及改善方案的評估，最後提出改善規劃報告給予後續辦理單位參照。

在水利署與林務局簽署合作備忘錄之際，是透過平台合作召集相關流域管理單位共同研商河川生態復育、工程設計與施作方式改良及管理機制精進的適當時機點，除此之外亦有前瞻水環境計畫得以支持積極性水環境生態復育工作，然而作為流域環境改善融入生態觀點的政策推動初期，需要搭配監測工作及定期召開平台會議，滾動檢討。

#### 4.成效評估

就溪流洄游廊道連結修復而言，個案改善目標是能修復河相狀態，促進目標洄游類群的群聚，因此魚蝦蟹類的監測工作是其中重要的成效評估方法；而就流域溝通平台建置層面，其運作是否實際針對流域管理上可能遭遇的潛在棲地影響與生態衝擊達到好的協調管控，或甚至是能進一步將整體流域生態系的觀點回饋到工程設計與改善評估方法，則是其成效評估的重要方向。

### 4.3 淺山生態系開發壓力之減緩—苗栗石虎生態廊道改善示範案

示範案的第二個議題，是淺山森林生態系的開發壓力。當人類經濟活動與動物生存的空間需求重疊時，能否找到平衡的解方？我們以臺灣西半部淺山的石虎，作為探討案例。

#### 4.3.1 區位選取

在 3.1 國土綠網生態分區中，將臺灣西半部依據氣候分區與行政區界，分為西北、西部，以及西南部三個分區。西北部與西部分區間，以大安溪與雪山西稜為界，前者年降水量及年均溫均較低，降水季節性不明顯，但溫度季節性明顯；後者年均溫、溫度季節性、以及降水季節性與其它地區相比，均屬中等。雖然氣候略有不同，且許多生物及生態現象在大安溪呈現分布界線，然而在地形上，西北部苗栗淺山至西部大肚山、八卦山台地，以及雪山山脈西側淺山環境，均屬人類活動旺盛，開發頻度密集的地區，仍留存之淺山森林亦多為與農地鑲嵌之里山地景 (圖 4.3-1)。然而，此處也是許多低海拔森林物種的原始棲息地，近年尤以石虎最廣為人知。

棲息於淺山森林生態環境的石虎，已知主要分布範圍包括苗栗、新竹、台中、彰化、南投等縣市，屬於西北部與西部國土綠網分區；在 3.3.7 陸域關注區域指認結果中，西北二、西北六、西二、西三、西四、西五、西六分區均屬石虎活動範圍，關注重點與保育策略也都包含淺山森林生態系的棲地維持，以及推動友善耕作之里山環境。然而，其中以西北六分區記錄最多石虎路殺事件，顯示本分區迫切需要優先關注。

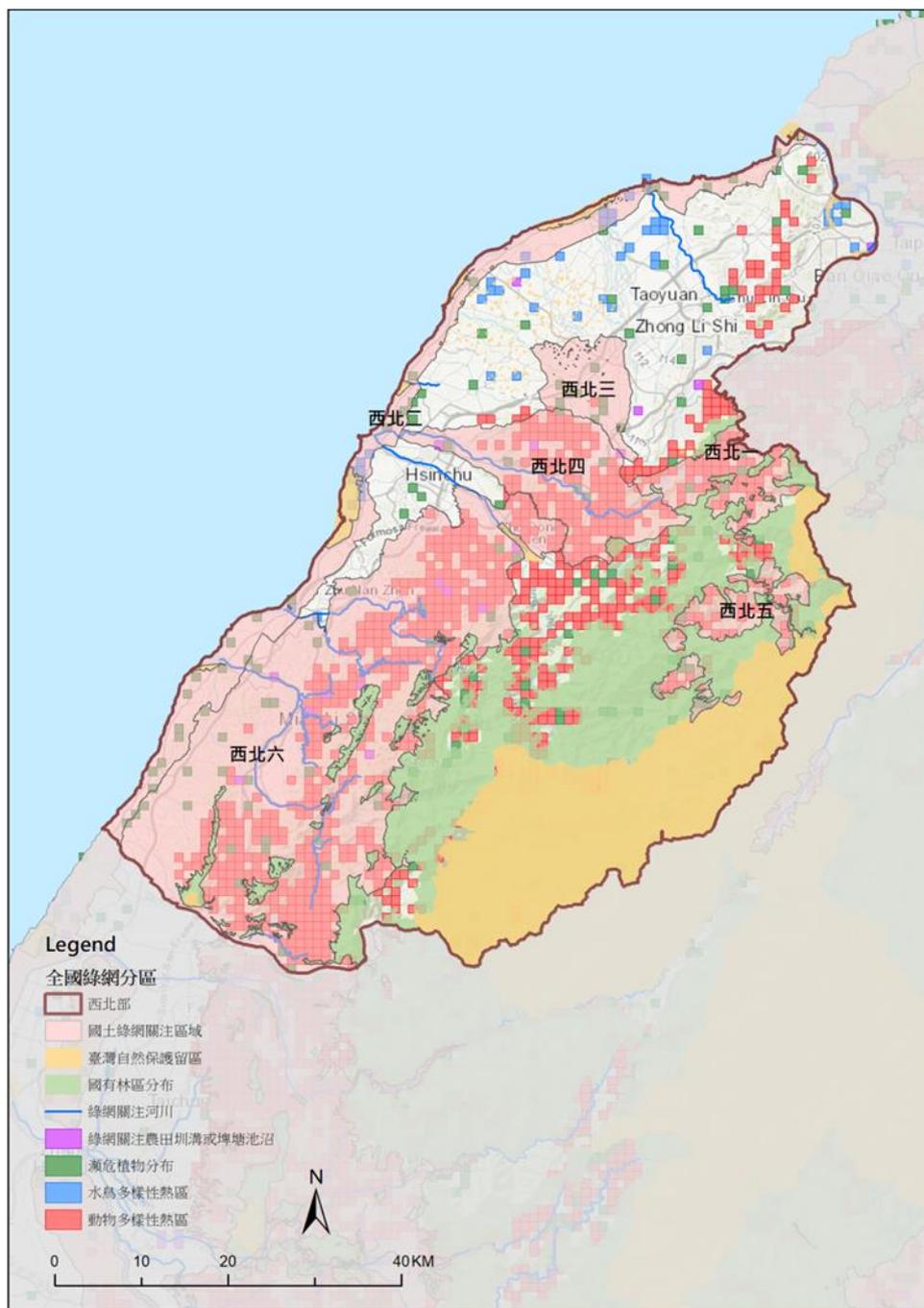


圖 4.3-1 大尺度西北部綠網分區圖

西北六分區涵蓋新竹芎林至苗栗淺山地區(圖 4.3-2、圖 4.3-3)，區內有較高比例的人為活動土地利用型態，如建物、道路等人工鋪面，森林亦多與果園或農耕地鑲嵌。主要河川流域包括頭前溪、中港溪、後龍溪、以及大安溪，淺山環境是重要的生物多樣性熱區，多種關注動植物分布於此(參見表 3.3-1)，也具備重要關注地景(里山)的條件。本區的主要保育目標為保存低海拔森林生物多樣性，推動友善農業，營造合適石虎等野生動物的棲地，並建立淺山森林棲地生態廊道，減少動物路殺事件。

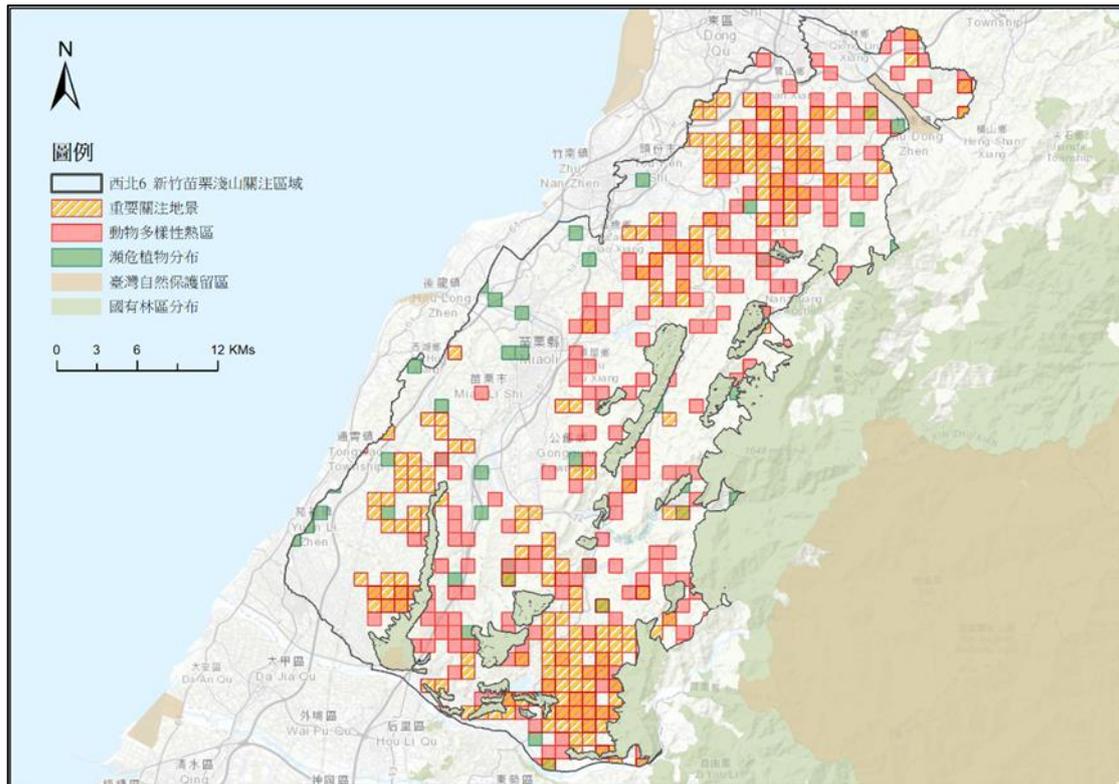


圖 4.3-2 中尺度西北六綠網關注區域—陸域

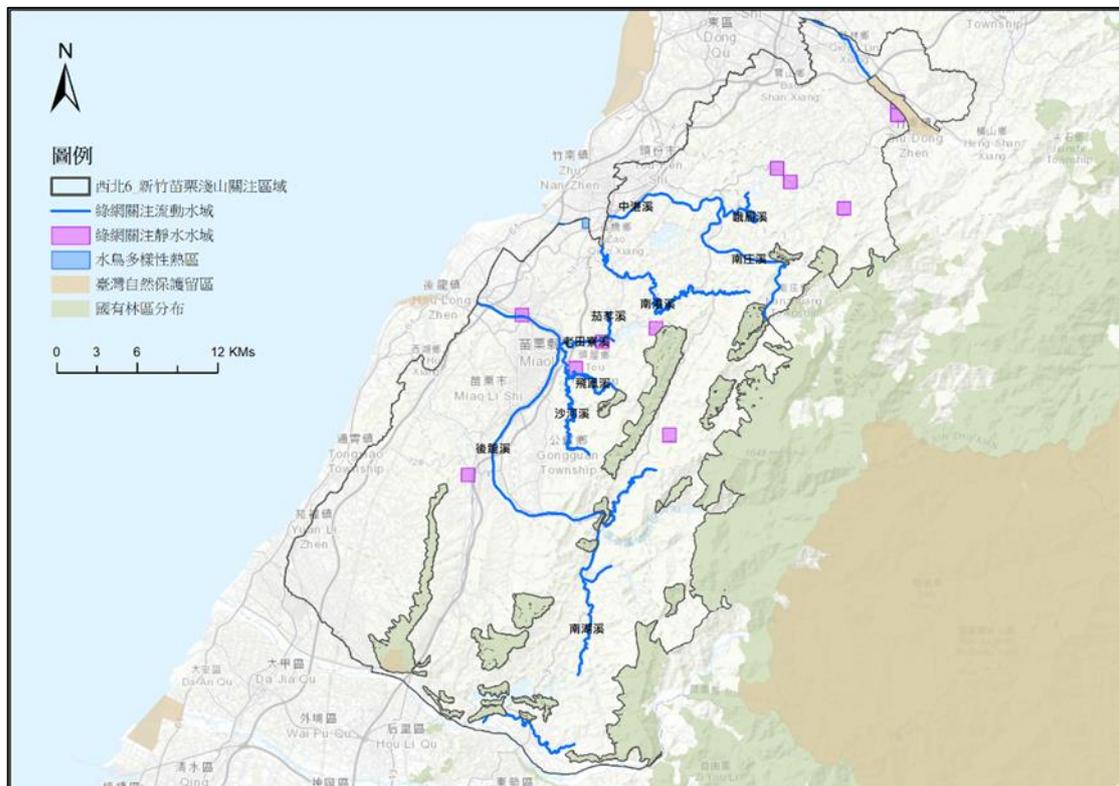


圖 4.3-3 中尺度西北六綠網關注區域—水域

將西北六區域與關注動物的資料套疊分析後圖 4.3-4，可以發現石虎重要棲地涵蓋了西北六大部分的範圍。在保育議題上最受到一般大眾所關注且具議題性的物種為石虎，石虎為西部淺山環境最為代表性的物種，目前因瀕臨絕種急需保育，保育石虎的同時也為石虎保留適合棲地，使石虎發揮保護傘物種的效應，同時保留了淺山其他關注物種 (例如：穿山甲、食蟹獾、麝香貓) 的棲地。

在西北六與石虎重要棲地重疊的範圍內，通霄鎮為林務局最早試辦友善石虎生態服務給付的鄉鎮之一，也是苗栗縣生態服務給付舉辦最早區域。盤點目前於通霄的相關保育成果及議題，可以得知在通霄的石虎相關議題與背景資料較完備，包含路殺事件、養禽戶危害、遊蕩犬貓衝突等。且通霄的友善農業與生態給付發展較為成熟。在重要石虎棲地保育評析報告中也指出，通霄鎮由於路網的切割，石虎棲地的隔離與破碎化嚴重，通霄鎮面臨開發的壓力也最大，此區域建議為優先改善區域 (林等，2016)。

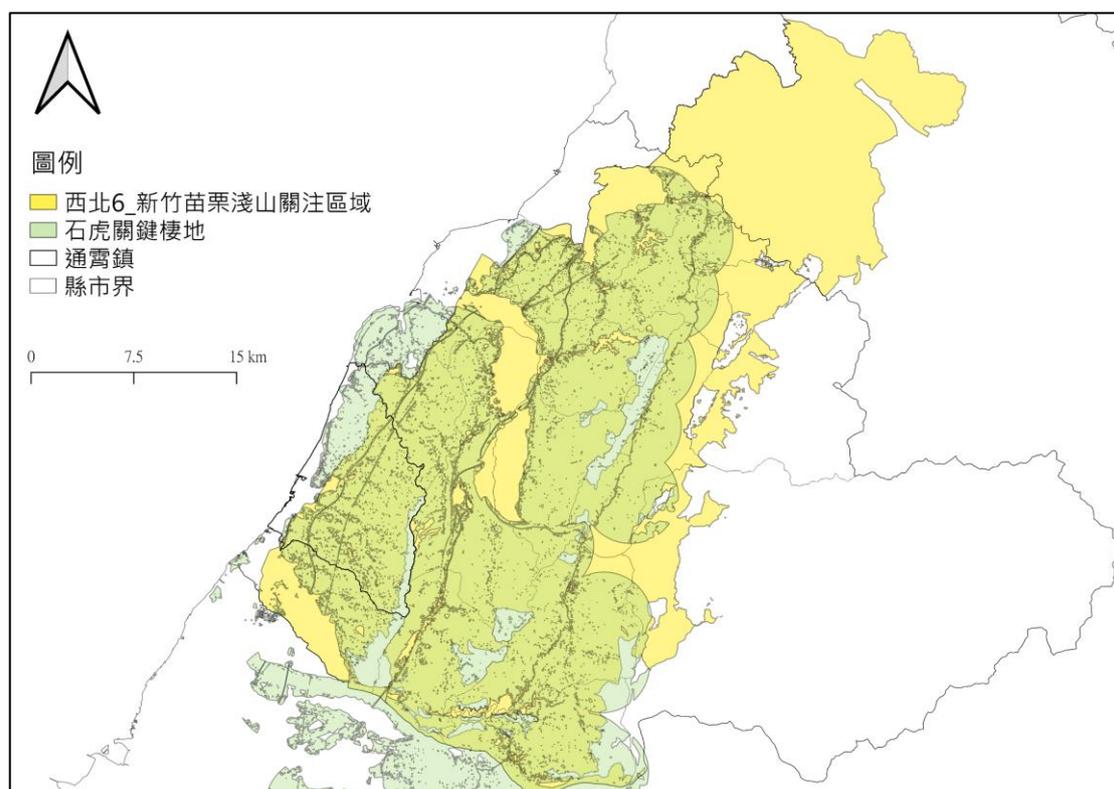


圖 4.3-4 西北六區域與石虎關鍵棲地的資料套疊

### 4.3.2 環境背景分析

#### 一、示範案區位

通霄鎮位於苗栗縣西南部，南北長約 16 公里，東西寬約 11 公里，總面積約 107.8 平方公里，佔苗栗縣面積十七分之一。西臨臺灣海峽；東鄰銅鑼鄉、三義鄉；南與苑裡鎮為界；北邊和東北邊分與後龍鎮及西湖鄉相連 (圖 4.3-5)。

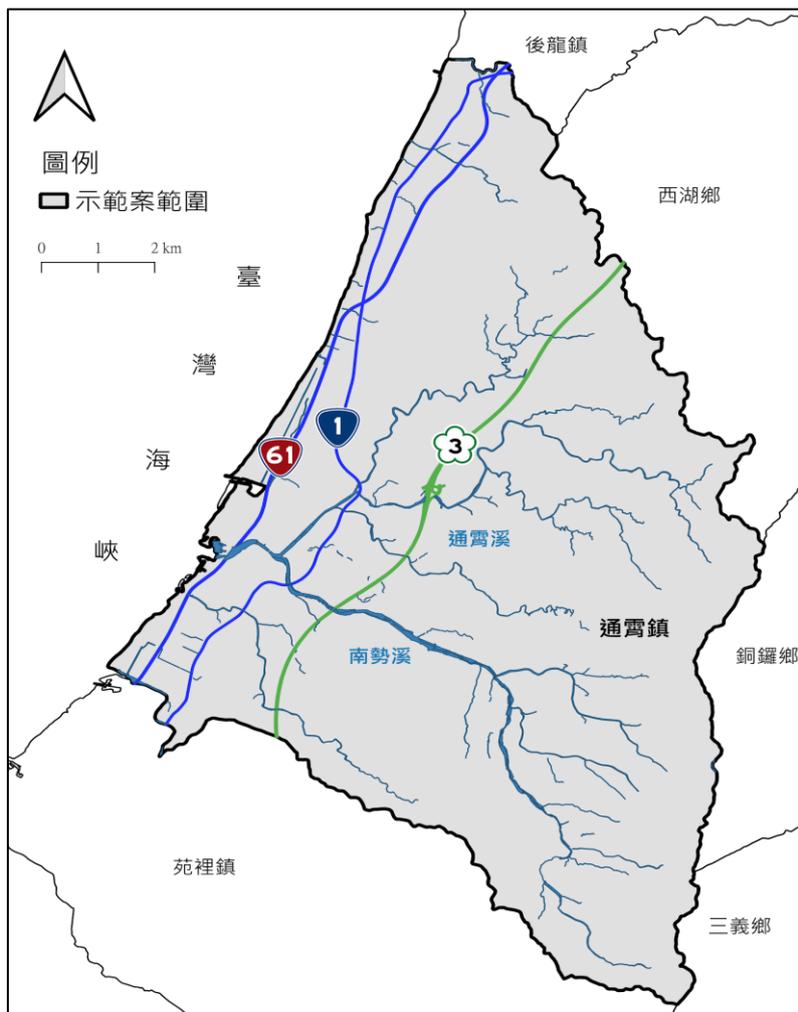


圖 4.3-5 西部淺山示範案區位與鄰近鄉鎮

#### 二、地理與流域環境

##### (一) 水系

本區域的河川水系為通霄河流域，主要河川為通霄溪和南勢溪。主流通霄溪長約 10 公里，流域面積約為 79.9 平方公里，佔全鎮面積的四分之三，往上游的支流又可分為圳頭溪、內湖溪、北勢窩溪、楓樹溪等 (圖 4.3-6)。通霄鎮地形以丘陵為主體，地勢東南高西北低，最高處在東南處福興里大坑附近，海拔約 438 公尺。故南邊的南勢溪較陡急，水流急湍，而通霄溪的河道平緩、水流緩慢。

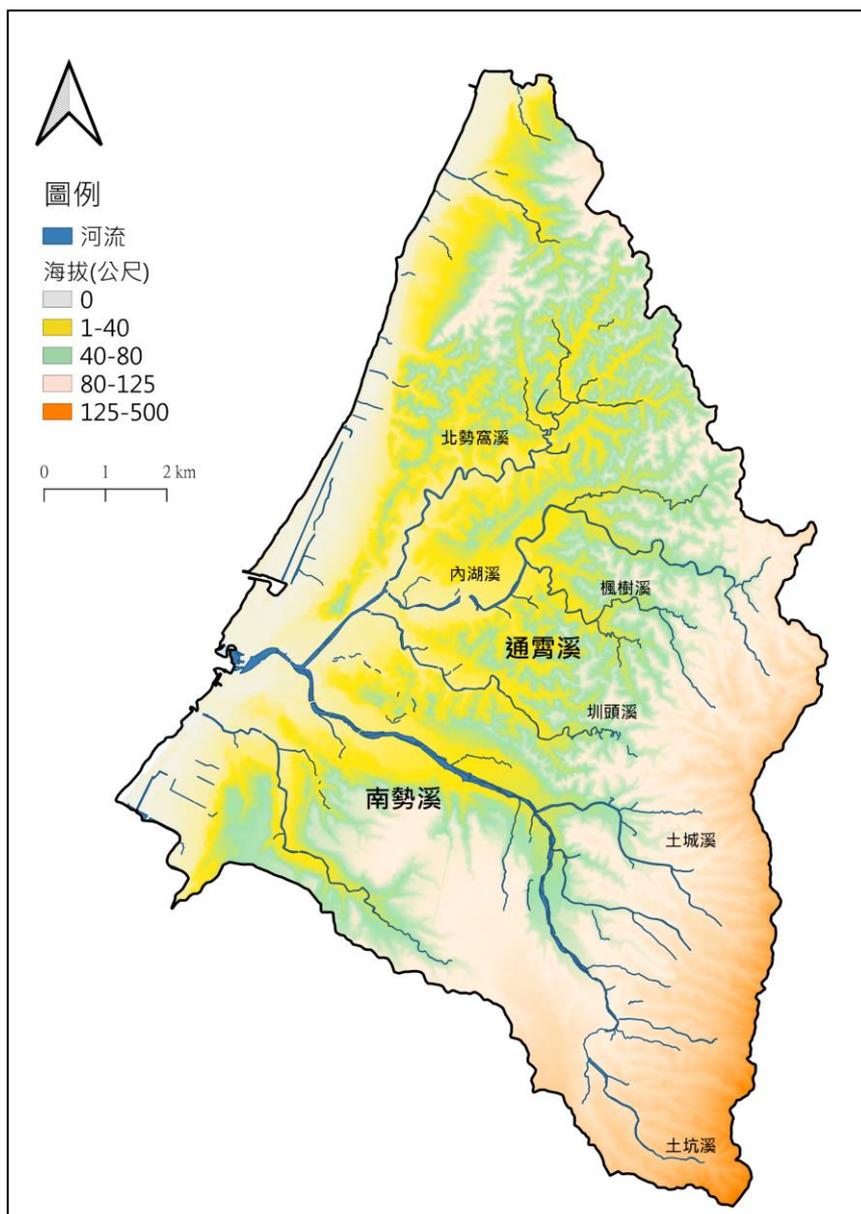


圖 4.3-6 通霄地區的水文

## (二) 人口與產業

據苗栗縣戶政服務網 2011 年至 2020 年的人口數和戶數資料，通霄鎮人口數和戶數的變化如圖 4.3-7 所示；人口數由 2011 年的 37933 人每年持續減少至 2020 年為 33423 人，而戶數由 2011 年 11339 戶呈增加趨勢至 2015 年 11573 戶，而後增加趨緩至 2020 年為 11541 戶，由此可知通霄的人口數量持續下降，但是戶數保持相對穩定，可能表示通霄鎮的家庭組成漸變為小家庭組成模式。

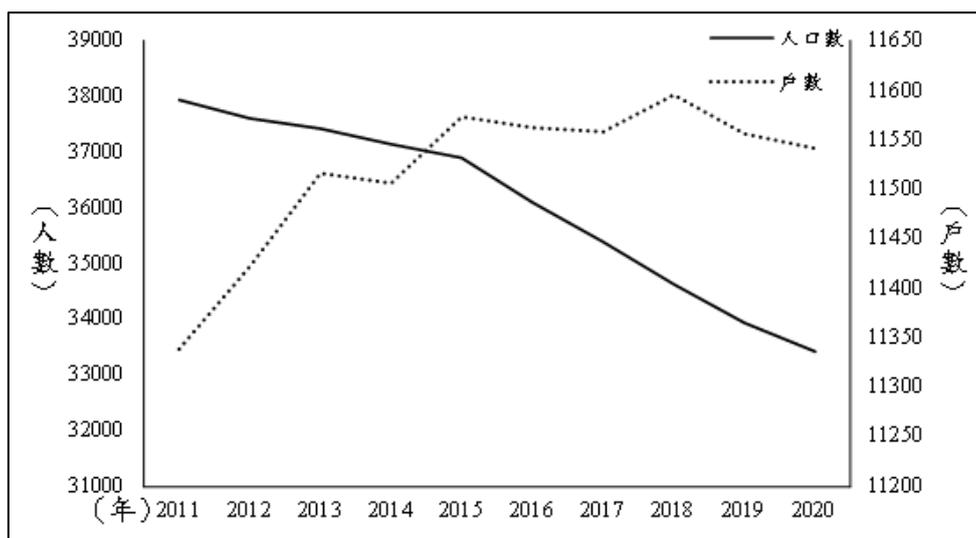


圖 4.3-7 2011 年至 2020 年通霄人口數與戶數資料

本區產業為農牧業和工商業。工商業有製磚廠、生產原油和天然氣的煉製廠等，農畜業為主要的產業。據苗栗縣主計處 2018 年度苗栗縣統計年報顯示，通霄鎮的耕地面積為 2,888 公頃，佔全縣耕地面積的 8.6%，為全縣第四。稻米為此區主要農產品，通霄鎮稻米收穫面積為 1,022 公頃，佔全縣稻米收穫面積的 9.7%，為全縣第三。雜糧、特用作物、蔬菜及水果此區亦有生產，但產量遠不及稻米。通霄鎮的家畜數量 2018 年為 15,410 頭，為苗栗縣第二，主要養豬佔大宗，其次為羊和乳牛；家禽數為 571 千隻，數量是全縣第一，數量佔全縣約三分之一，通霄鎮的家禽主要為蛋雞 386 千隻，其次為肉雞 185 千隻。

### (三)交通

本區主要交通有臺鐵、台 1 線、台 61 西濱海快速公路、縣道、國道三號、高鐵，臺鐵、省道、國道及高鐵為南北向，主要集中通霄鎮的中部以西的區域，縣道大抵為東西向，通霄鎮中部以東的區域主要為縣道和鄉道 (圖 4.3-8)。

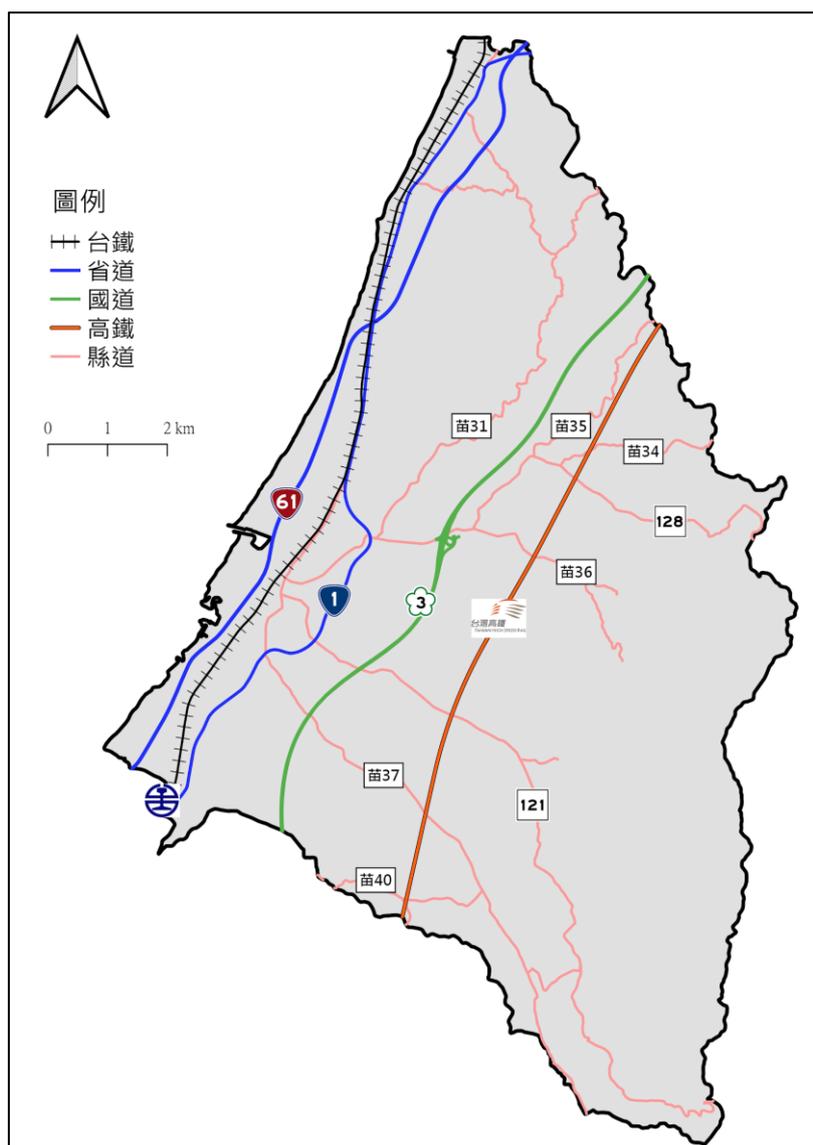


圖 4.3-8 通霄鎮的交通網絡

### 三、生態地景特色

#### (一) 棲地圖繪製

通霄鎮面積總計為 10,780 公頃，棲地圖繪製如圖 4.3-9，鬱閉林地和半鬱閉林地主要集中在東部邊界處，中部北部大多是林地與水田、旱田混雜，溪流橫跨東西部，西部沿海有些濕地，西南邊多為人工建物和市區，有些人工建物也分布在東南區。整體面積比例以鬱閉林地、旱田、和人工建物的比例最高，林地與田地的面積佔 67.8% (表 4.3-1)。

表 4.3-1 西部淺山示範案範圍棲地組成

棲地類型	面積(公頃)	面積比例
鬱閉林地	4274.3	39.7%
半鬱閉林地	382.7	3.5%
開闊棲地	641.8	6%
旱田	2247.3	20.8%
水田	409.3	3.8%
濕地	64.7	0.6%
靜止水域	121.3	1.1%
流動水域	316.9	2.9%
裸露地	67.8	0.6%
人工建物	2253.9	20.9%
合計	10780	100%

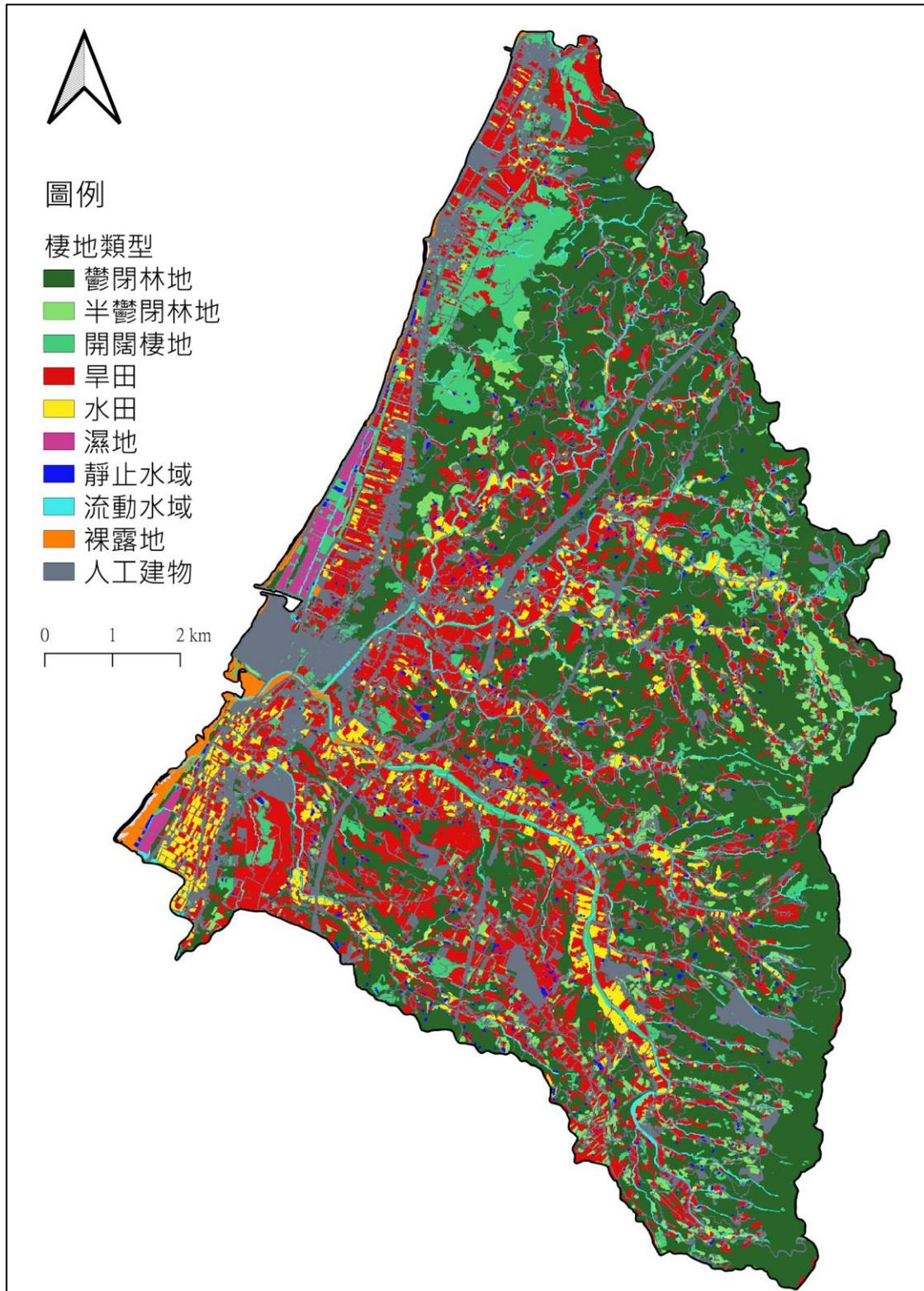


圖 4.3-9 通霄地區棲地圖

## (二) 國土功能分區套疊

套疊內政部營建署 2019 年的國土功能分區模擬圖 (圖 4.3-10)，通霄鎮大多數的面積其國土功能分類屬於農業發展地區第三類，佔整體面積將近 70% (表 4.3-2)，與棲地圖中的林地和田地的面積比例相近。

農業發展地區第三類為具有糧食生產功能且位於山坡地之農業生產土地，以及可供經濟營林，生產森林主、副產物及其設施之林產業用地，條件如下：

1. 供農業使用，且無國土保育地區第一類或無第二類 (國土保安、水源保護必要) 之山坡地宜農、牧地。
2. 可供經濟營林之林產業土地，且無國土保育地區劃設條件之山坡地宜林地。

表 4.3-2 西部淺山示範案範圍套疊國土功能分區模擬之類型組成

國土功能分區類型	面積(公頃)	面積比例
農業三	7482	69.41%
國保一	704	6.53%
農業二	353	3.28%
城鄉一	304	2.82%
農業一	253	2.35%
城鄉二之二	99	0.92%
城鄉二之一	82	0.76%
國保二	26	0.24%
農業四	24	0.22%
海洋一之二	10	0.09%
海洋三	9	0.09%
海洋一之一	4	0.04%
其他	1429	13.26%
合計	10780	100%

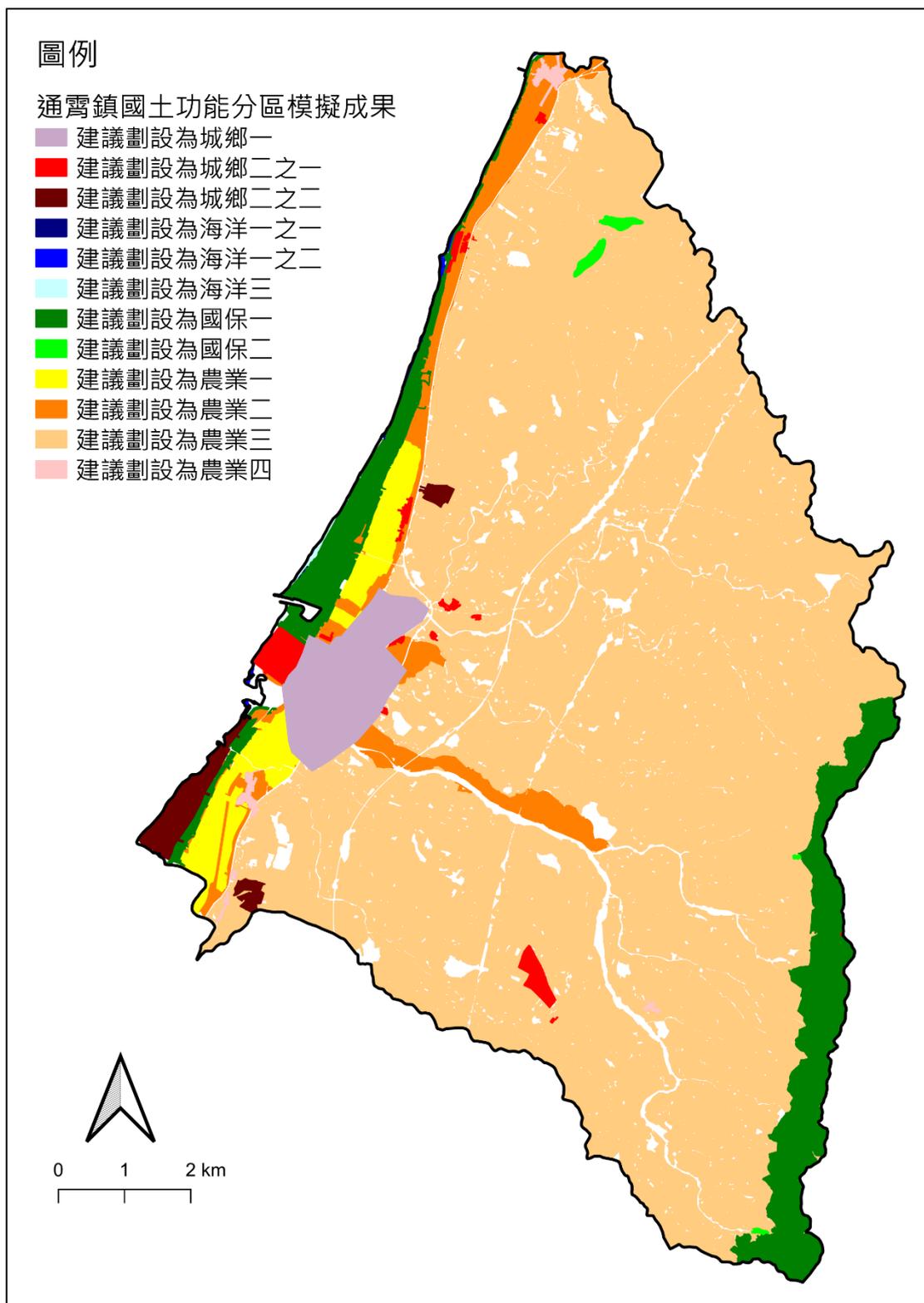


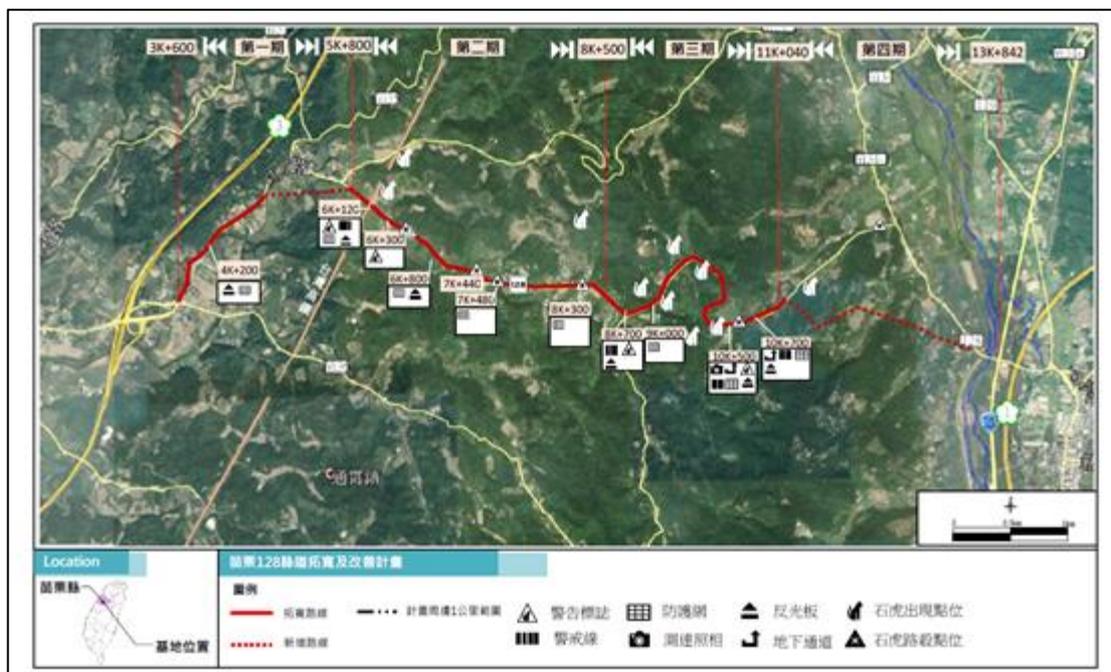
圖 4.3-10 通霄地區套疊國土功能分區模擬圖

### (三) 生態背景與保育課題分析

#### 1. 石虎路殺

彙整特有生物研究保育中心的路殺社石虎路殺資料及「苗栗縣大尺度之路殺風險評估」暨「縣道 140 改善建議分析」之石虎路殺點位、在此區域執行相關研究之石虎路殺資料，繪製石虎路殺點位熱區圖，通霄區域路殺較多的區域在縣道 128、以及國道 3 號一處(圖 4.3-12)。

針對縣道 128 石虎路死事件之改善設施，於姜博仁等 (2019a) 研究中，建議可在道路上特定路段增設減輕措施，如設置反光板、置噪音路面、清除路邊綠籬園藝植物、設置防護網等。2009 年縣道 128 通霄至銅鑼段道路拓寬工程案通過環評，在「128 線通霄至銅鑼段道路拓寬改善工程環境影響差異分析及環境現況差異分析及對策檢討報告」(2020) 之專案小組審查意見回覆說明，未來將在 128 縣特定路段增設防止石虎路殺改善措施(圖 4.3-11)。



圖片源自：128 線通霄至銅鑼段道路拓寬改善工程環境影響差異分析及環境現況差異分析及對策檢討報告

圖 4.3-11 縣道 128 通霄至銅鑼段的道路拓寬工程增設防止石虎路殺改善措施位置

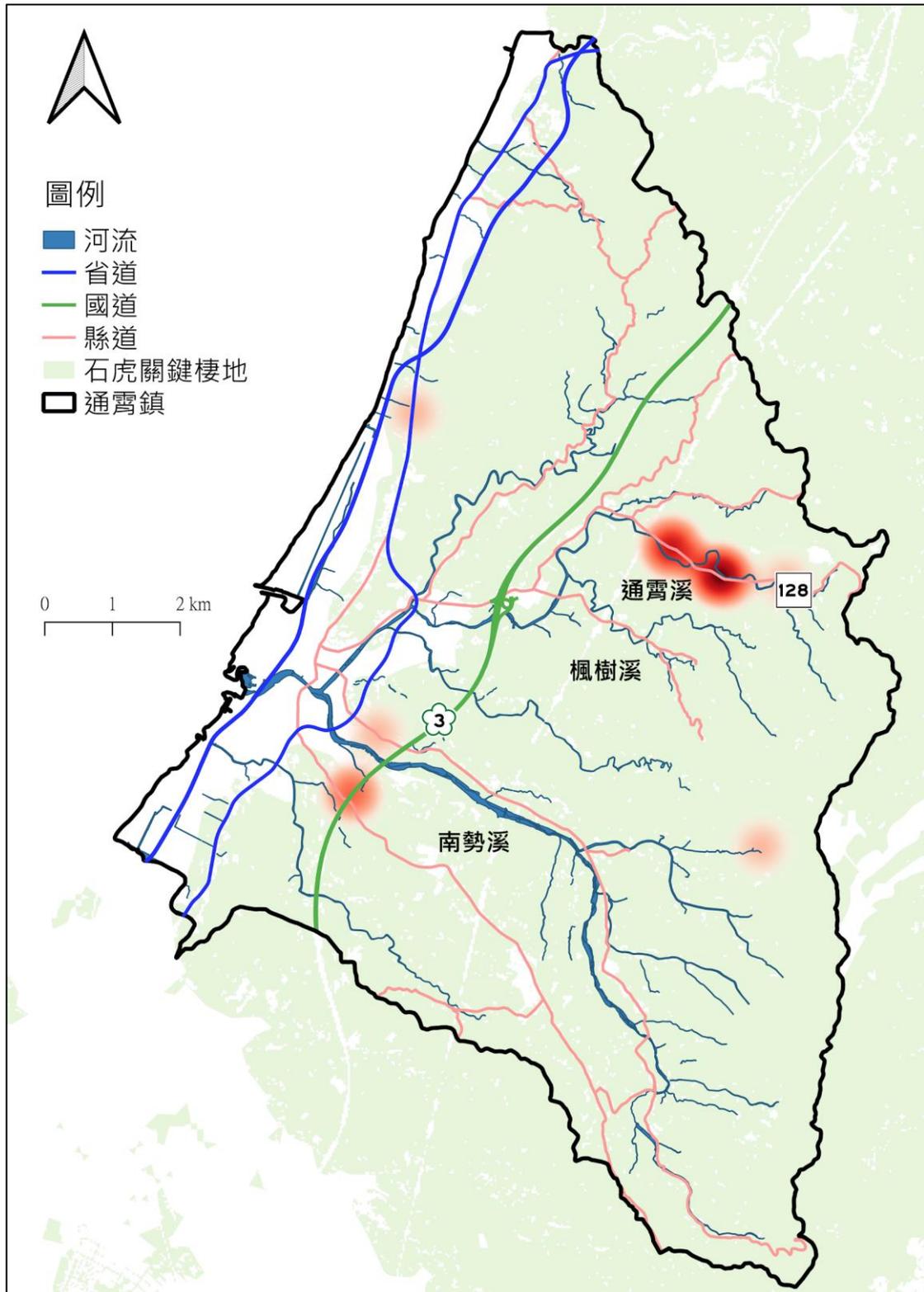


圖 4.3-12 石虎路殺點位熱區圖，顏色越紅的區域代表路殺越多

## 2. 石虎與人類之衝突

苗栗淺山地區的石虎族群主要分布在人為活動頻繁、棲地破碎化的低海拔丘陵地區，然而這些淺山地區的住戶有圈養家禽的習慣。目前已知「半野放放養」的養殖場多有被食肉目動物(尤其石虎)偷獵而損失雞隻之情形，多數當地居民視石虎為有害動物，養禽戶為求降低經濟損失，因此時有以捕獸鉗或毒餌移除石虎之案例(裴，2006、2007、2008)。一般養禽戶如果都對石虎採用致命性移除方式，將對石虎族群有嚴重衝擊。由於淺山地區的野生動物與當地民眾之關係密切，而石虎更因其行為與食性與當地民眾有更明顯之衝突，不利保育工作。據高嘉孜(2013)的「苗栗縣通霄鎮石虎 (*Prionailurus bengalensis chinensis*) 之移除模式及衝突探討」研究中，問卷調查的結果顯示過去 70 年間，至少有 296 隻石虎被捕獲。估計這些致死性控制而死亡的石虎數量遠多於路殺，對於石虎族群存續至屬關鍵。

對於石虎危害的通報，一般養雞農戶配合意願較高，而且較支持修繕雞舍圍籬或協助防治等友善防治措施(姜和陳，2018、姜，2019c)；有超過一半以上的一般養禽戶希望可以補助防治。解決石虎侵入養禽場域，完善的籠舍與圍網為根本解決衝突的方法，當地養禽戶大多是小型規模飼養，缺乏資金購買材料與搭建人力的不足是目前友善防治的最大阻力。目前由台灣石虎保育協會號召志工協助當地民眾改善養禽設施，至 2020 年 10 月 26 日為止，已經完成 100 間的設施改善，由志工搭建圍網解決了人力缺乏的問題，大大提升當地養禽民眾對於正向解決石虎危害防治的意願，達到居民與野生動物雙贏的目的。

## 3. 友善農業

據台灣有機農業資訊網之有機業者查詢，通霄地區的友善業者共有 14 筆。產品項目有米、雜糧、根莖菜、柑桔等(表 4.3-3)。

近年也推出石虎友善農作，位在楓樹里的楓樹窩石虎米即是友善石虎農作(圖 4.3-13)。透過不使用農藥、除草劑、滅鼠藥、不放置捕獸夾等友善農作方式，讓石虎可以安全地在農地獵食鼠類，間接保留石虎的棲地。



圖 4.3-13 楓樹里石虎米一景

表 4.3-3 台灣有機農業資訊網之通霄農友

序號	農產品經營者名稱	友善團體名稱	產品品項
1	李○樺	財團法人慈心有機農業發展基金會	米
2	徐○發	財團法人慈心有機農業發展基金會	大漿果
3	阮○明	財團法人慈心有機農業發展基金會	米、雜糧、柑桔
4	徐○田	財團法人慈心有機農業發展基金會	米
5	田鰲米農場	財團法人慈心有機農業發展基金會	米、雜糧、包葉菜、短期葉菜、花菜、果菜、瓜菜、豆菜、瓜果、其他
6	阮○明	財團法人慈心有機農業發展基金會	米
7	謝○任	苗栗縣農會	大漿果、梨果、柑桔
8	李○樺	台灣品牌農業推廣協會	米
9	阮○松	台灣品牌農業推廣協會	米
10	徐○田	台灣品牌農業推廣協會	米
11	徐○發	台灣品牌農業推廣協會	米
12	羅○玉	苗栗縣農會	大漿果
13	林○昌	苗栗縣農會	其他
14	陳○源	苗栗縣農會	根莖菜、果菜

慈心有機農業發展基金會於 2010 年與農委會林務局合作推動綠色保育計畫，期待傳遞友善環境的耕作理念，該基金會已在 2017 年通過院農業委員會「友善環境耕作推廣團體」審認，可協助「通過綠色保育驗證且符合友善環境耕作補貼資格之農友」申請友善環境耕作補貼。截至 2019 年 7 月 5 日為止，在通霄地區綠保通過名單有 5 筆 (表 4.3-4)。

**表 4.3-4 通霄通過綠色保育驗證之農友**

序號	申請者	作物類別	保育標的
1	李 O 樺	米	石虎
2	田鰲米農場	米	大田鰲
3	阮 O 明	米	石虎
4	徐 O 發	大漿果	白鼻心
5	徐 O 田	米	石虎

#### 4. 生態給付

2019 年 7 月農委會林務局核定「友善石虎生態服務給付試辦方案」，希望在地民眾可自參與棲地維護，和建構友善棲地環境，以獎勵取代限制，鼓勵各界投入石虎保育工作，試辦鄉鎮其中之一即在通霄鎮。2020 年苗栗縣擴大辦理生態給付，範圍擴大為通霄、西湖、苑裡，2020 年 8 月於苗栗縣政府舉辦今年第一次表揚大會，表揚 32 位有功人士。2019 年至 2020 年在通霄地區加入生態給付的農戶有 18 戶，養禽戶有 60 戶，共計 78 戶且還在增加中。

#### 5. 國道 3 號通道改善

據「重要石虎棲地保育評析」內繪製石虎主要族群的廊道分析，通霄區域的國道 3 號在北部有一段廊道交流瓶頸區 (圖 4.3-15)。廊道交流瓶頸區存在可能會使石虎交流困難，甚至導致較多路殺事件發生。

由本計畫委託姜博仁博士進行的通霄鎮石虎廊道交流分析結果 (圖 4.3-16)，可以發現通霄石虎的核心棲地分為東西兩區，其中間的廊道交流區被國道 3 號以及高鐵穿越。國道 3 號穿越石虎廊道交流的區域主要分成 3 部分，其中 2 個部分與圖 4.3-15 的交流瓶頸區有重疊，新增的部分則是在通霄交流道至南勢溪、後壁窩一帶。詳細分析方法與結果，請參閱附錄五

目前通霄鎮與西湖鄉交界處的國道 3 號已由交通部高速公路局中區養護工程分局執行道路設施改善，如設置防護網、改善通霄一號跨越橋的動物通道，及橋下的排水溝設置動物橫跨橋、動物逃生坡道。其中通霄一號跨越橋自 2013 年起至 2018 年已記錄到 15 次石虎穿越，另外記

錄到白鼻心、麝香貓、鼬獾、臺灣野兔等 21 種野生動物使用，通霄一號跨越橋也是高公局中區養護工程分局獲得第 19 屆交通部金路獎的代表作(圖 4.3-14)。



圖 4.3-14 通霄一號跨越橋友善動物穿越設施改善

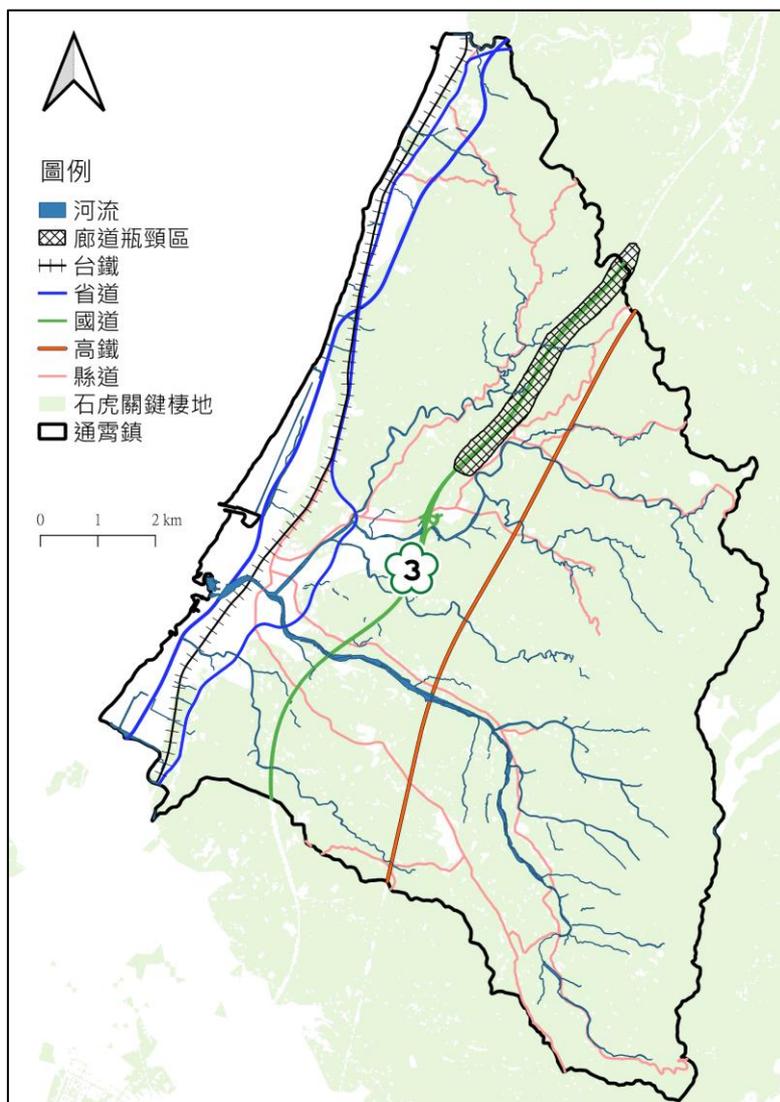
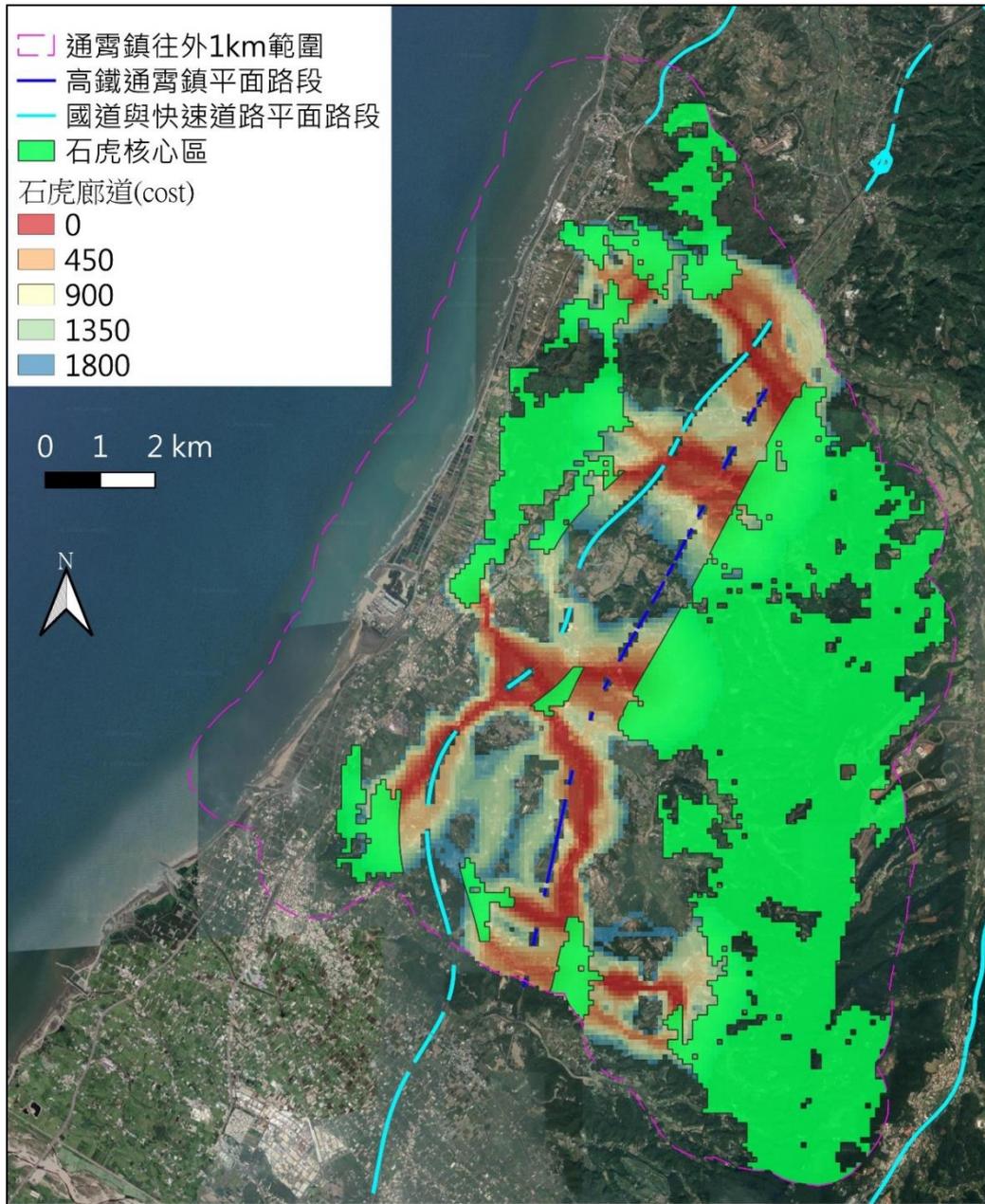


圖 4.3-15 國道 3 號的廊道交流瓶頸區位置圖



資料來源：本計畫委託姜博仁博士分析繪製。

圖 4.3-16 通霄鎮與周圍 1 公里內石虎廊道分析

### 5. 通霄林班地遊蕩犬貓問題

從 2006 年至 2019 年間數個在苗栗的研究報告都提出在野外的遊蕩犬貓 (包含流浪及放養犬貓) 與石虎都有高度的共域狀況 (裴, 2006、2007、2008; 姜等, 2015; 林等, 2016; 觀察家生態顧問有限公司, 2017; 姜等, 2018; 姜, 2019c)。在林良恭等 (2009) 的研究中指出野貓、野犬的競爭壓力是石虎的生存衝擊因子之一, 且石虎曾被檢驗出感染犬瘟熱與犬小病毒 (裴, 2011、陳, 2018)。最近姜博仁等 (2019c) 的研究中也有拍攝到石虎被犬隻追逐的畫面, 並發現石虎可能會避開犬群活動的時間, 偏向夜間活動。

## 6.開發案

據營建署的非都市土地開發審議作業輔助系統上的資訊，自 2010 年 1 月至 2019 年 6 月在通霄鎮及鄰近的銅鑼鄉交界處共有 11 筆開發案(表 4.3-5)，其全為山坡地之開發案。套疊「重要石虎棲地保育評析」繪製出的石虎關鍵棲地，與 11 筆通霄鎮與鄰近的開發案位置，幾乎所有開發案位置都位在石虎關鍵棲地上(圖 4.3-17)。

表 4.3-5 通霄鎮與鄰近區域過往之開發案列表

在通霄鎮的開發案名稱	與通霄鎮鄰近的開發案
苗栗通霄通灣段及北勢窩段山坡地產業園區開發案	銅鑼鄉九湖觀光旅館開發案
通霄高爾夫球場	新竹科學工業園區第四期擴建用地銅鑼基地開發案
通霄土城段山坡地住宅社區開發	變更新竹科學工業園區第四期擴建用地銅鑼基地開發計畫與細部計畫
擴大苗栗縣通霄鎮月稱光明寺宗教園區開發案	苗栗縣銅鑼鄉銅鑼科學園區北側住宅社區開發案
苗栗縣通霄鎮月稱月光寺開發案	台灣農林苗栗銅鑼九湖段土地工商綜合區開發案
	富格蘭科技有限公司機械設備工廠

近年來的露營風氣盛行，也使部分苗栗淺山環境被開發為露營區。據交通部觀光局露營區查詢專區的資料，自 2020 年 3 月 17 日為止，在通霄地區則有 14 筆露營區資料，扣除無營業的業者後剩餘 12 筆，其中農牧用地作為露營區的有 11 筆，剩餘 1 筆待確認。在通霄鎮的露營業者是否有違反相關法令，其狀態皆為待清查中。不合法的露營區衍生出的亂象，有包含濫墾山坡地、垃圾汙染、水源汙染等。其中為了露營區的整地及經營，破壞了原本的森林環境；為了吸引遊客前往開了新路或拓寬既有道路。這些做法破壞了野生動物的棲息地，增加了動物被路殺的風險，且遊客帶來的貓狗也使得淺山地區的野生動物增加了可能被獵捕或傳染疾病的機會。

為邁入 2025 年的非核家園，再生能源是能源轉型重要一環，能源政策規劃 2025 年再生能源發電占比達 20%的目標，其中太陽光電又是最重要的關鍵。經濟部今年提出第二期「太陽光電 2 年推動計畫」，目標 2019 年與 2020 年分別新增 1.5GW 與 2.2GW、共 3.7GW 容量，在 2020 年將太陽能累計裝置量提升到 6.5GW，將我國土地與建築物空間作最有效率的規劃利用，並以「產業園區」、「畜、農、漁電共生」、

「中央與地方共同推動」三大主軸擴大建立示範案例與專案，有許多農牧地被鼓勵轉型為太陽能光電場。據台灣石虎保育協會的 Facebook 臉書專頁在 2020 年 5 月 18 日發表的文章，苗栗通霄鎮的山坡地傳出計畫開發 30 公頃的農牧地作為太陽能光電場所，這些農牧地多為山坡地上的雜木林或農地，設置地面行光電板前，會先清理林地與農地，整理成平坦地面，對當地淺山環境生態造成影響。

目前對於農地變更為太陽能光電場所的現象，農委會已修正「農業主管機關同意農業用地變更使用審查作業要點」，對於光電開發使用農地案件將加嚴審查，未來光電開發 2 公頃以上變更案改由中央審查；2 公頃以下者，除了「被其他用地包圍、夾雜的零星農地」之外，可由地方政府同意變更，其餘農地一律不予同意變更。而苗栗縣也已通過石虎自治條例，其中第 4 條中有訂定進行開發面積一公頃以上或新闢、拓寬道路長度為一千公尺以上，在規劃設計階段需徵詢專家學者意見，採取對環境友善的工法。未來通霄鎮在面臨農地變更、淺山森林開發、西部沿岸等各種開發案時，除了既有的環境影響評估與農委會的審查外，也可以由縣政府依石虎自治條例召集專家學者來督促業者善盡有善環境的責任。

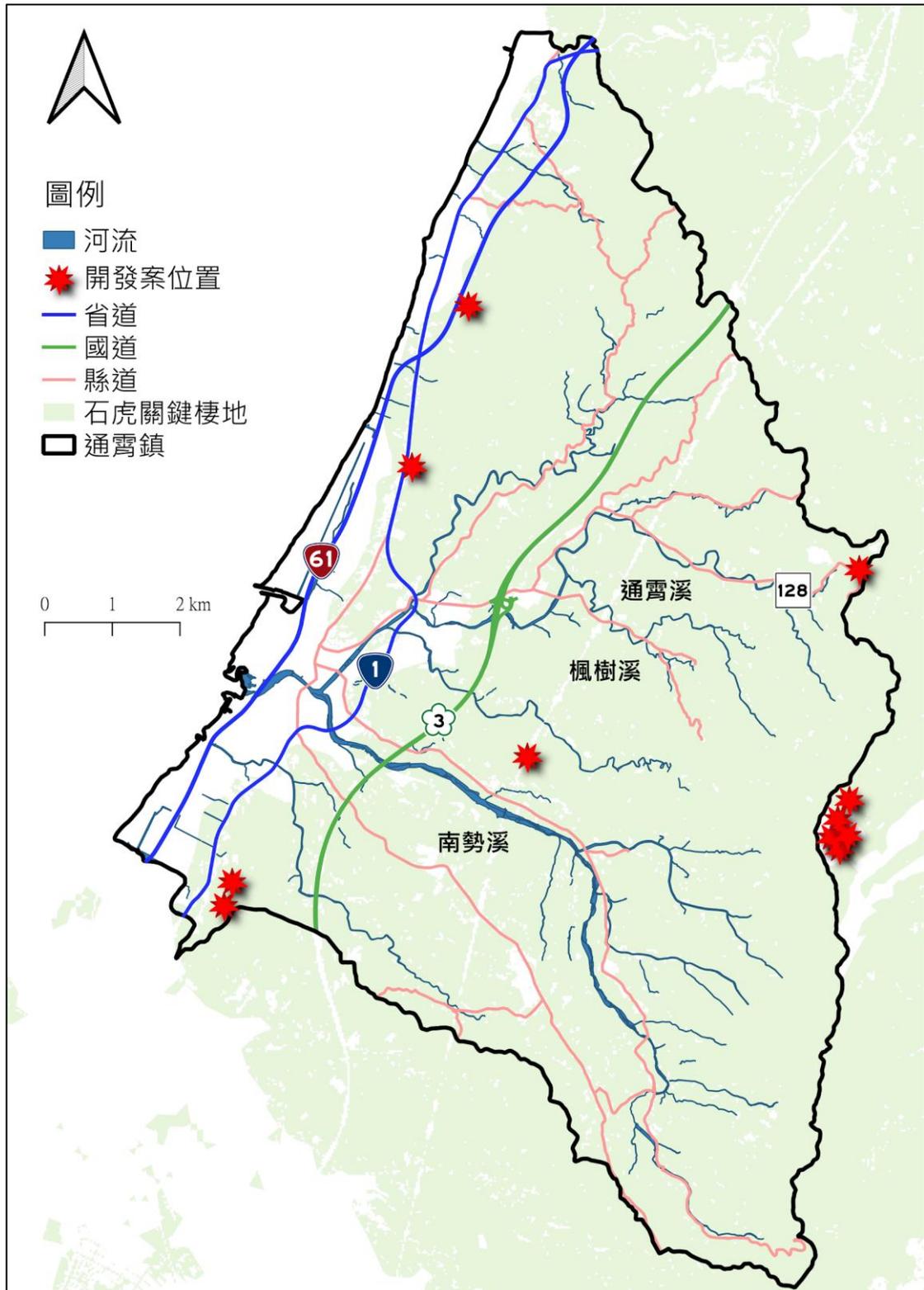


圖 4.3-17 統計自 2010 年 1 月至 2019 年 6 月通霄與鄰近地區開發案位置圖

### 4.3.3 保育目標設定

#### 一、保育目標與目標物種指認

##### (一) 願景及推動策略訂定

西部淺山示範案以「在兼顧居民生計與發展的前提下，維持石虎的數量與營造石虎棲地」為願景，藉由建立石虎友善路網與營造石虎適合棲地，達到多個棲地藉由路網串連，並移除影響石虎生存之不利因子，最後形成在通霄里山地景下的大面積石虎棲地連結。除了友善農業與生態給付外，藉由促進不同產業加入，擴大生態系服務功能，促進在地聚落發展。最後與在地居民、保育團體、主管機關、研究單位達成共識，進行長期且系統性的石虎監測，確保各種保育石虎方案的成效。

在小尺度的推動上，以 5 個目標為實現願景的指引，短期內達到指認優先改善路殺位置、石虎通道建立位置、友善農業及生態給付未來鼓勵加入區域、國產署土地認養建議優先位置、在地產業加入優先建議。長期推動友善路網設施改善、友善石虎棲地持續增加、減緩流浪貓狗威脅、在地更多認同保育石虎理念產業加入。透過不同單位與部門的協商，最終取得在地認同及自主參與，協力促進地方能在保育石虎的行動中，也同時能夠兼顧居民生計與在地發展。西部淺山示範案之願景及策略如表 4.3-6。

表 4.3-6 西部淺山示範案之願景、目標與策略

願景	
在兼顧居民生計與發展的前提下，維持石虎的數量與營造石虎棲地。	
目標與推動策略	
<p><b>目標</b></p> <p>通霄石虎友善路網建立</p> <p>營造石虎適合棲地</p> <p>負面因子移除</p> <p>長期監測石虎</p> <p>生態系服務保育有助於在地聚落生活</p>	<p><b>推動策略</b></p> <p>降低路殺 通道建立</p> <p>友善農業 國產署土地認養</p> <p>生態給付 生態造林及綠化</p> <p>降低貓狗威脅</p> <p>長期監測平台建立</p> <p>在地不同產業加入</p>
短期策略	中長期策略
指認路網改善或建立的優先區位，並提供未來友善環境營造區域建議，促進各主管機關及權益關係人相互了解，達成目標共識。	建立石虎友善路網，營造石虎友善適合棲地，達到路網與棲地連結。同時降低流浪貓狗所造成不利石虎生存的因子，整合不同單位與部門，達到通霄系統性長期監測石虎族群動態，確保路網與棲地連結成效。最後加入在地更多不同產業，使生態系服務有利於在地聚落發展，增加石虎保育路上更多伙伴。

(二) 目標物種指認

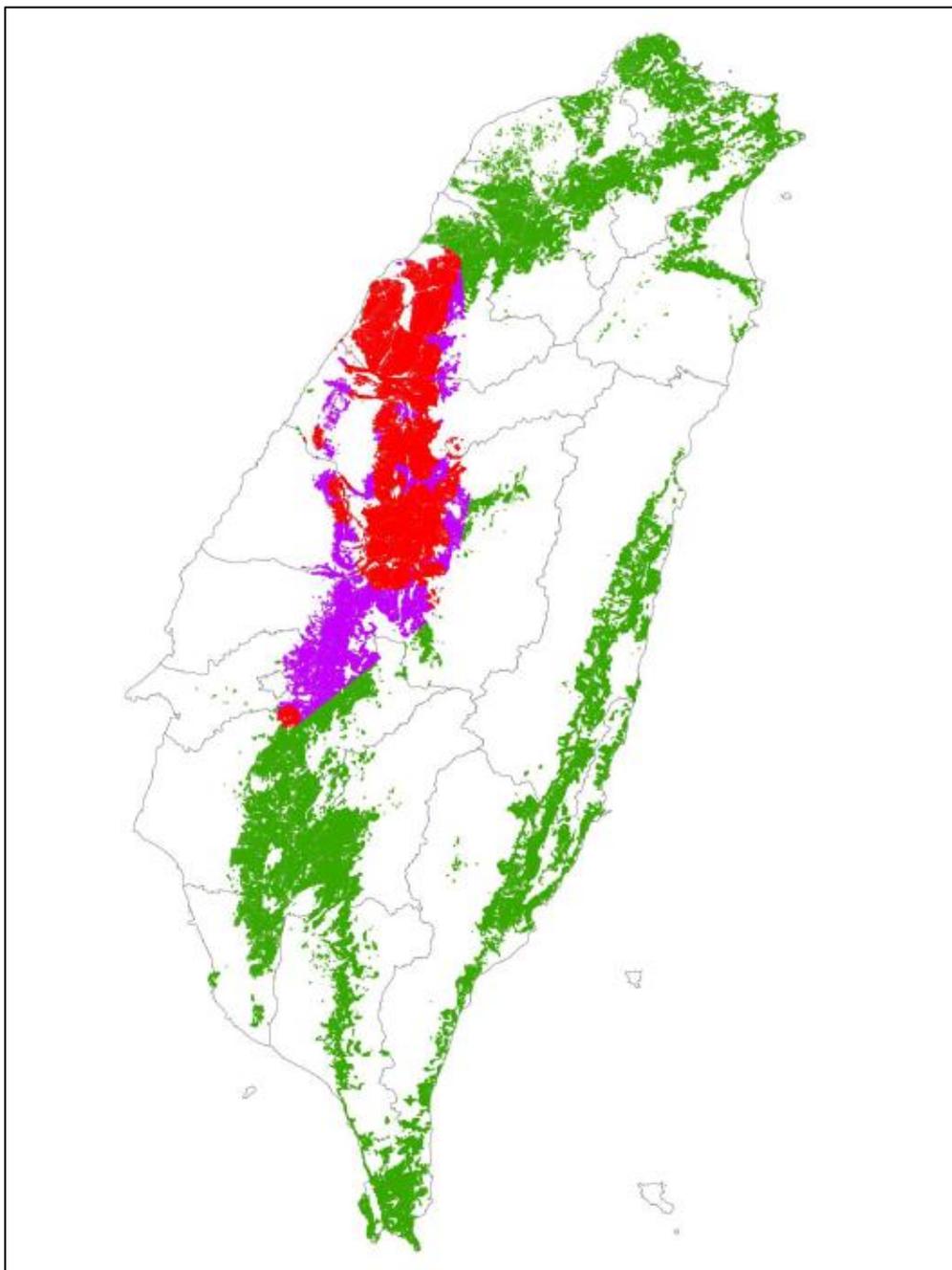
石虎為生態系中的高階消費者，體重約 3-6 公斤，在莊琬琪 (2012) 從排遺分析發現石虎以哺乳動物、尤其是鼠科動物為主食 (39.4%)，鳥類次之 (26.4%)，也包含少部分爬行類及昆蟲。陳美汀 (2015) 研究苗栗地區 6 隻石虎的平均活動範圍，顯示其活動範圍約為 5 平方公里，最小核心活動範圍約 1 平方公里，活動範圍大。

據「重要石虎棲地保育評析」報告，其蒐集 1996-2016 年間包括自動相機、路殺與救傷紀錄等石虎分布點位，以 Maxent 進行全臺石虎可利用棲地的分布預測，將可利用棲地和已知石虎分布區交集的範圍定義為「重要棲地」、與重要棲地相鄰可能有石虎分布或可作為石虎族群成長擴散的棲地稱作「潛在棲地」，其他模型預測全臺適合石虎的棲地為「可能棲地」(圖 4.3-18)。

陳美汀博士據 6 隻無線電追蹤的石虎和自動照相機拍攝到的照片進行石虎數量估算，在通霄 32 平方公里的研究樣區內估計有 7-10 隻個體，以此推

估石虎密度約每 100 平方公里有 21-31 隻 (林等, 2016)。石虎重要棲地面積約 2,140 平方公里, 假設在重要棲地的石虎密度呈現均質狀態, 以上述密度估算全臺約有 468-669 隻石虎 (林等, 2016)。石虎數量稀少, 已被列為瀕臨絕種的保育類野生動物。

石虎可作為淺山哺乳動物的保護傘物種, 保育石虎棲地即保育此區域淺山哺乳動物的生存棲地。石虎也是苗栗縣和臺中市的吉祥物, 具有議題性及社會關注度。



圖片源自:「重要石虎棲地保育評析」。

圖 4.3-18 石虎可利用棲地, 包括紅色區域的重要棲地(關鍵棲地)、紫色區域的潛在區域、綠色區域為石虎可能棲地

## 二、保育復育計畫評估與規劃

### (一) 通霄石虎友善路網建立

#### 1. 降低路殺

由石虎路殺熱區圖了解石虎路殺熱區位在縣道 128，故優先降低此路段的石虎路殺狀況。彙整在縣道 128 的石虎路殺位置，整理出石虎路殺熱區的位置大致位在 6K+120 至 8K+700 一帶。縣道 128 為通霄至銅鑼段道路，目前已通過道路拓寬環評，拓寬工程將在這一段的道路上設置減輕路殺措施，如 6K 處設置防護網、警示牌、警戒線、反光板，在 7K 處設置防護網，在 8K 處設置防護網、警示牌、警戒線、反光板。由於已經規劃路殺防治措施，因此後續規劃將以相鄰的通霄溪作為目標。

##### (1) 通霄溪建立通道

結合此區的地景圖層，縣道 128 周圍有通霄溪流過，通霄溪穿梭在縣道 128 周圍。石虎會利用溪床灘地移動覓食(漢林生態顧問有限公司，2020)，建立一條石虎可自由進出通霄溪的通道，可能可以提供石虎另一條不用過馬路，即可跨越道路的選擇。

##### (2) 通霄溪溪床環境改善

通霄溪位於石虎重要棲息地範圍內，為石虎分布重要溪流，且通霄溪為石虎於通霄境內活動之重要通道(姜，私人通訊)，除了建立石虎進出通霄溪的通道外，改善通霄溪的溪床現況亦為重要，姜博仁(2019a)指出河段保持自然溪流的狀態，對石虎的穿越移動非常關鍵。由 Google 街景圖可知通霄溪有些河段的河岸為垂直的水泥構造，溪床也有水泥化，這樣的環境可能使石虎不利於溪床移動，將通霄溪的溪床和溪岸改善，可以提供石虎另一條經溪床東西向移動之通道。

#### 2. 石虎交流通道建立

##### (1) 國道 3 號持續改善交流通道

國道 3 號於通霄為南北走向，將通霄區域的石虎關鍵棲地一分為二，因通霄的丘陵地形，有些區域國道為高架化，部分國道下方是涵洞或隧道，在通霄國道 3 號沿線有多筆石虎出沒的紀錄(圖 4.3-19)。根據高速公路局 2015 年資料，目前通霄區域的國道 3 號北部已有數個改善通道，其餘尚有 5 個位置有其他未改善構造物，這 5 個位置分散在國道 3 號通霄區域的北中南(圖 4.3-19)，其中 1 至 4 號點恰好與姜博仁博士所做之分析位置(圖 4.3-16)有所重疊。建議可由這 5 個未改善構造物位置先進行場勘，後續進行國道 3 號構造物改善的規劃(圖 4.3-20、圖 4.3-21)。

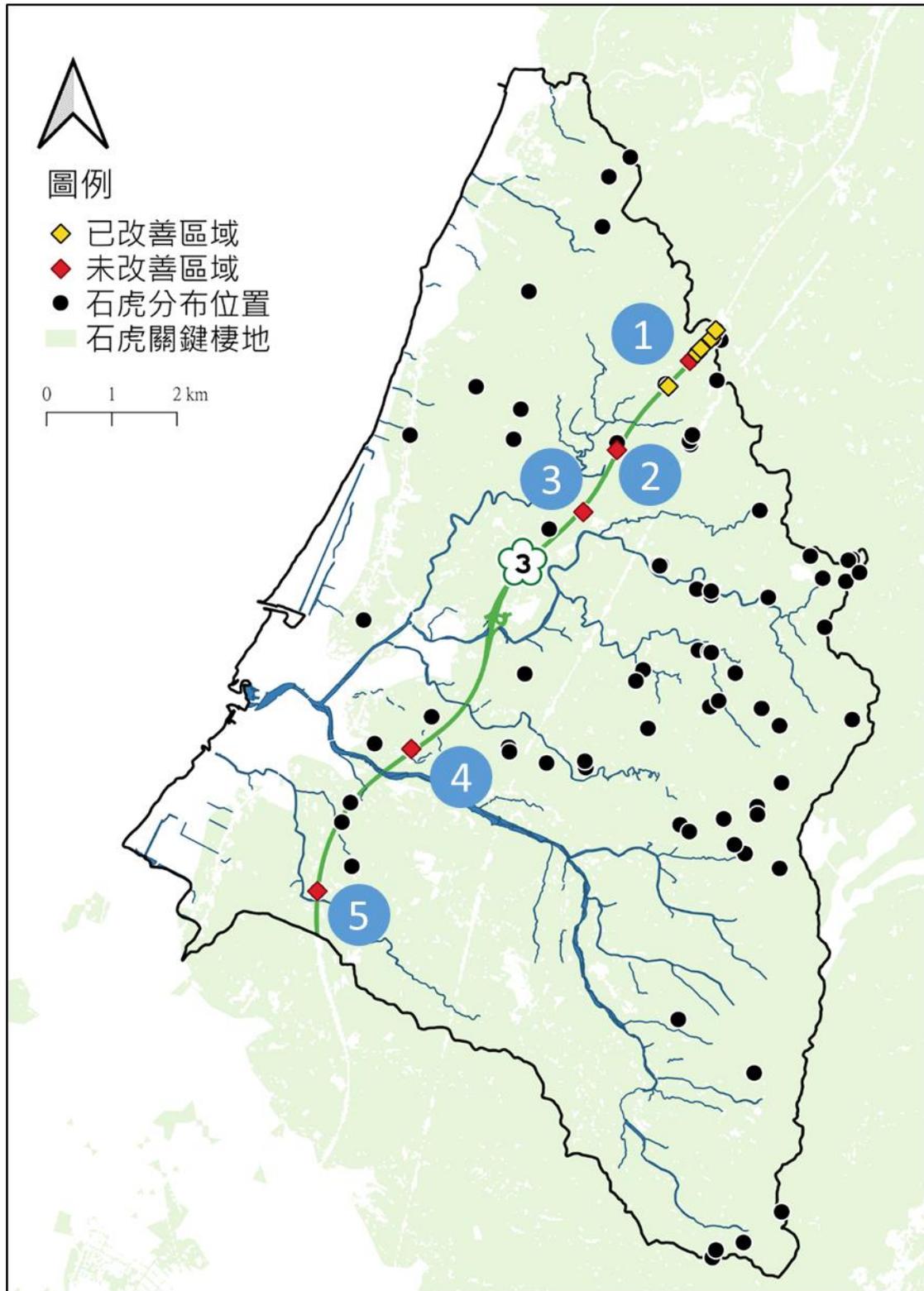
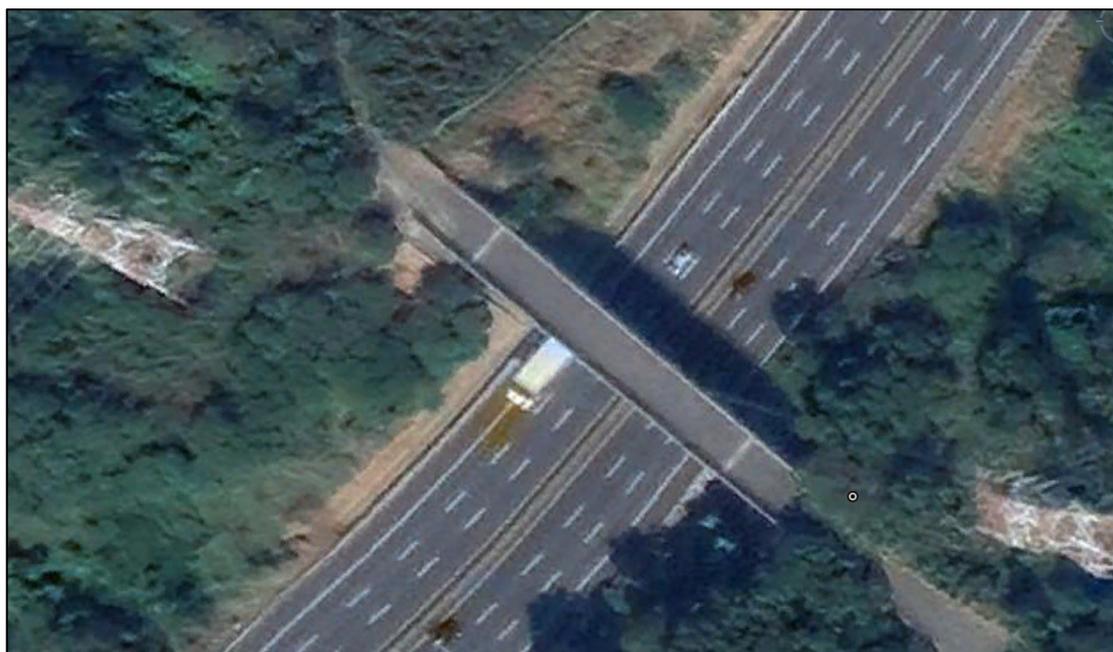


圖 4.3-19 石虎出沒點位與國道通道設施改善及未改善構造物位置



圖片來源：Google 地圖街景。

圖 4.3-20 由 2013 年 Google 地圖街景截取通霄區域國道 3 號南部區域的路下通道



圖片來源：Google 地圖街景。

圖 4.3-21 由 2019 年 Google 地圖截取通霄區域國道 3 號南部區域的路上通道

### 3.指認改善優先性

建議進行通霄溪現場環境勘查以及國道 3 號沿線未改善構造物區域現場勘查，了解通霄溪和國道 3 號的環境狀況，評估後續的處理方式。

## (二) 營造石虎適合棲地

### 1. 友善農業及生態給付

由友善農業和生態給付來串連通霄與相鄰地區的國有政府土地，如保安林、林班地、財政部國產署土地 (圖 4.3-22)。由目前在通霄區域的友善農業和生態給付分布圖，可發現目前的友善農業和生態給付區域多集中在通霄鎮中部及北部的區域，南部區域較少加入友善農業和生態給付的農友。

### 2. 國產署土地認養

財政部國產署在 2019 年 1 月 30 日訂定「國有非公用邊際土地提供認養促進環境保護案件處理原則」，陸續媒合環保團體申請認養國有非公用邊際土地。2020 年 3 月與社團法人台灣石虎保育協會完成簽約認養 1718 平方公尺的土地，石虎保育協會將以此土地串聯鄰近的石虎米範圍，將國有土地與私有地串接成一個較大的石虎友善棲地。後續會與地主及農民協調，共同執行石虎保育相關工作，將定期巡管、推動保育教育、舉辦生態導覽及辦理生態監測等，預期對當地石虎棲地環境能更進一步展現保育成效。

針對石虎保育，國產署也積極與林務局合作，找出石虎出沒熱點，在石虎頻繁出現的淺山地區，盤點出具延續性的塊狀國有地，提供清冊供保育團體認養。未來將會指認優先認養地區，與國產署協調後提供建議優先認養區域名單，並在未來與認養團體達成共識，結合生態造林或綠化的活動，達成更多石虎棲地營造。

### 3. 指認改善優先性

由目前的生態給付和友善農業位置分布圖 (圖 4.3-22)，可發現通霄鎮南部較少生態給付和友善農業，將生態給付和友善農業分布套疊石虎關鍵棲地之村里界，可發現城南里、坪頂里、南和里及福興里，這四個里有較少生態給付和友善農業分布 (圖 4.3-23)，將此四個里套疊至棲地利用圖，這四個里也有許多旱田和水田的分布 (圖 4.3-24)，建議未來可先優先鼓勵這四個里的農友加入生態給付和友善農業的伙伴關係。

財政部國產署的土地呈現較破碎化的情形 (圖 4.3-25)，在部分區域有面積較大且相連的區域，套疊國產署土地分布圖和石虎分布，建議可優先邀請保育相關團體認養有石虎分布，且國產署土地面積較大的區域，這些區域位在梅南里、圳頭里的西部、內湖里的北部、通灣里的西部以及白東里。

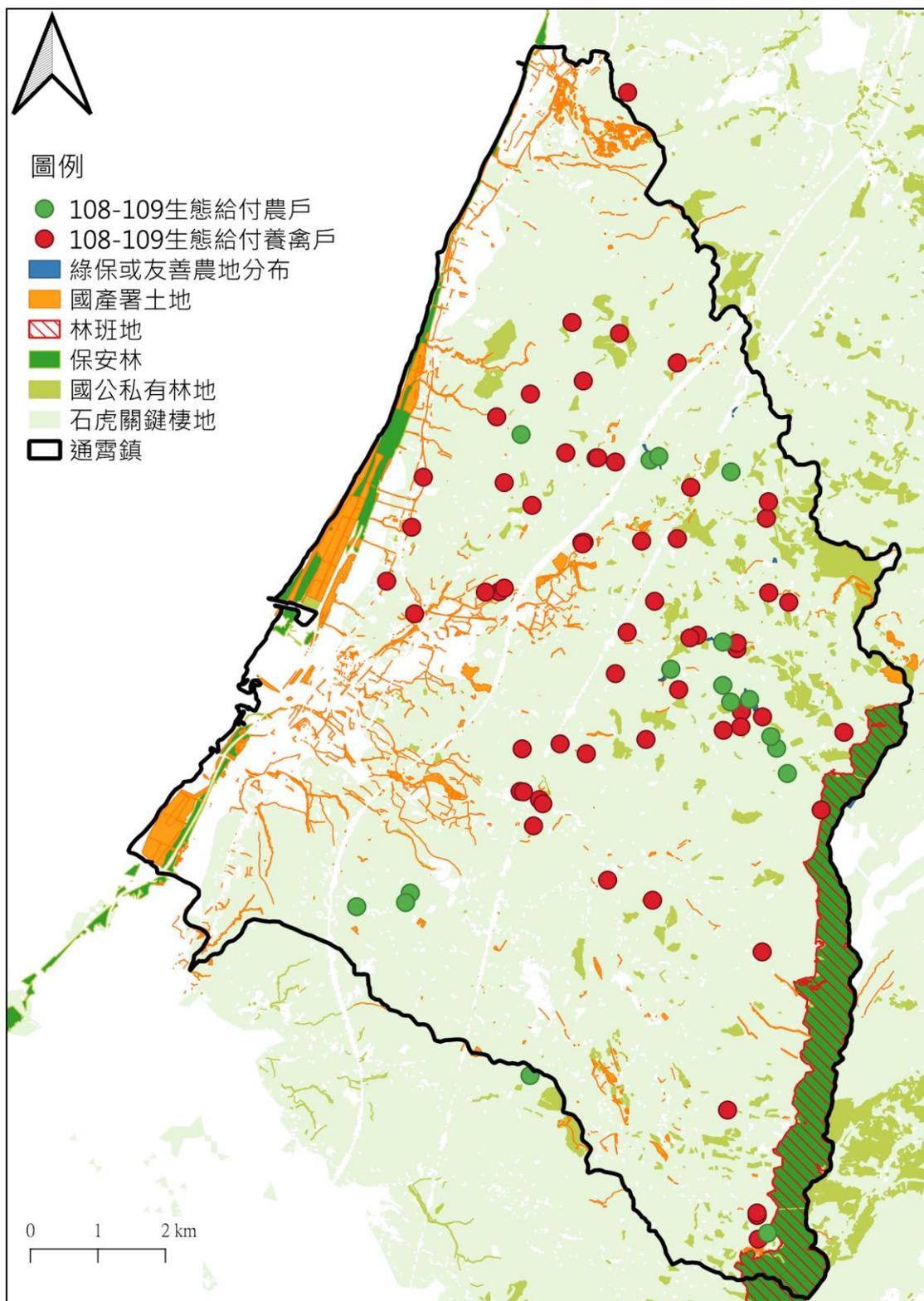


圖 4.3-22 生態給付和友善農業分布套疊石虎關鍵棲地和鄰近國公私有林地、林班地及保安林

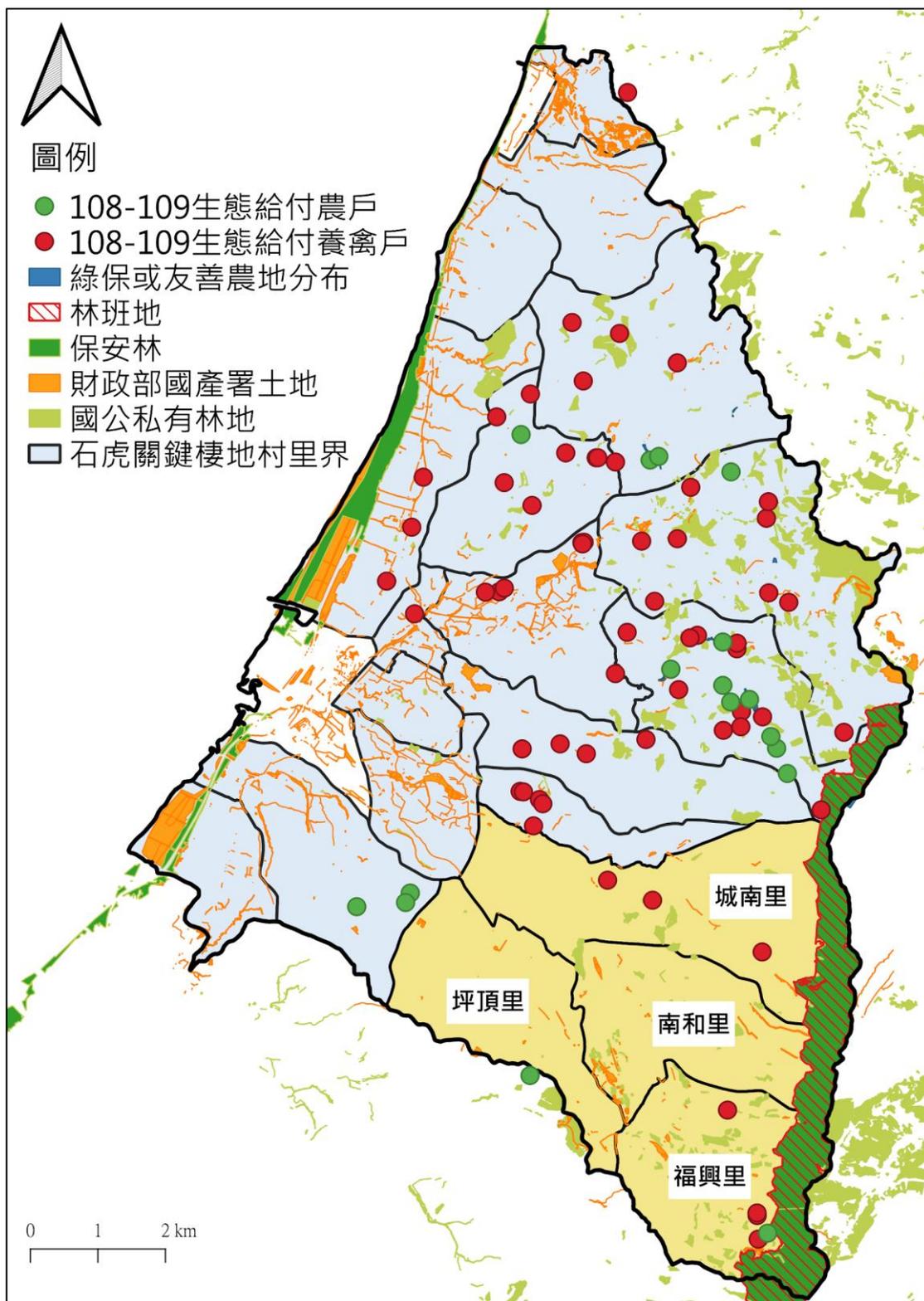


圖 4.3-23 生態給付和友善農業分布套疊石虎關鍵棲地之村里界，城南里、坪頂里、南和里及福興里有較少生態給付和友善農業分布

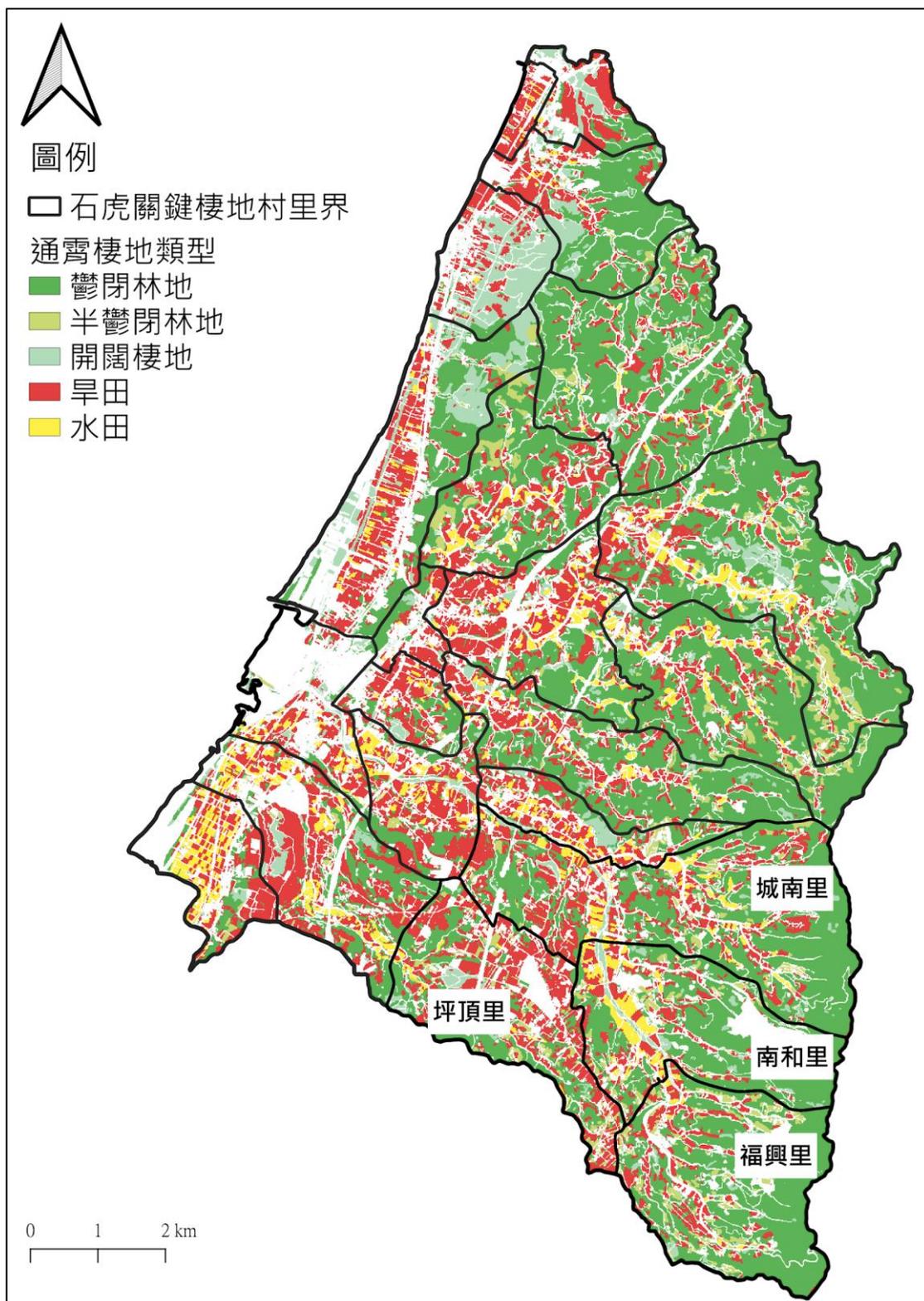


圖 4.3-24 城南里、坪頂里、南和里及福興里套疊通霄鎮棲地圖

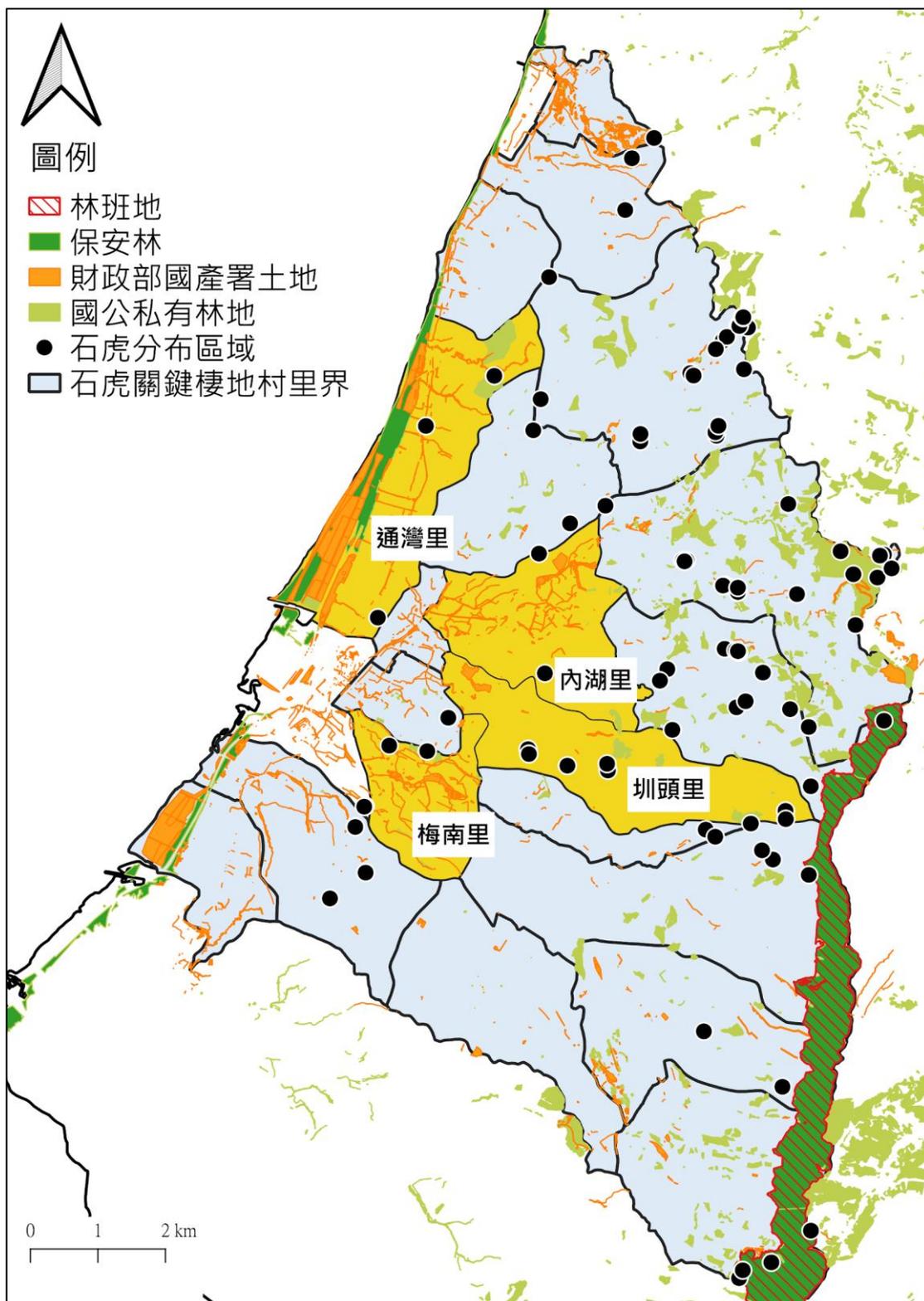


圖 4.3-25 套疊國產署土地分布圖和石虎分布，建議可優先認養梅南里、圳頭里、內湖里、通灣里及白東里的土地

### (三) 負面因子移除—降低遊蕩犬貓威脅

顏士清 (2019) 曾在陽明山國家公園進行流浪動物族群現況調查的研究，該研究顯示流浪犬隻在野外因營養不良及傳染病導致年表觀存活率不高，流浪犬隻增加的主因是未結紮個體不斷生育繁殖，以及不時發生的棄養事件，為野外流浪犬隻族群增加新成員。因此，要降低遊蕩犬貓對野生動物的影響，必須要從停止餵養遊蕩犬貓、降低遊蕩犬貓野外繁殖數量與停止棄養寵物來著手。

苗栗縣動物保護防疫所為苗栗縣犬貓管理機關，依苗栗縣石虎自治條例中的權責為落實犬貓管理及疾病防治，以避免與石虎相互間之疾病傳染。目前國內以 TNVR ( Trap 捕捉、Neuter 絕育、Vaccinate 疫苗、Return 回置 ) 為降低流浪犬貓數量的主流處理方式。台灣之心愛護動物協會與台灣石虎保育協會合作，目前針對石虎密集活動區，啟動台中、苗栗大安溪沿岸為中心的犬隻絕育計畫。建議未來動物保護防疫所可加強與相關保育團體合作，藉由絕育與加強取締棄養，應可降低野外流浪犬貓的數量。

目前在苗栗縣政府與林務局生態給付計畫的努力下，已有數個社區成立了石虎保護巡守隊，社區巡守隊可以協助進行遊蕩犬貓的餵食宣導和棄養舉發；若社區巡守時有發現有人在定點餵食遊蕩犬貓的狀況，建議可以當場宣導、勸說禁止餵食遊蕩犬貓。若巡守時有遇到寵物棄養的情況，可協助動物保護防疫所舉發。

### (四) 石虎長期監測—監測指標與長期監測平台的建立

根據苗栗縣石虎自治條例第 5 條；苗栗縣政府應進行石虎數量、族群，及可能出沒地區之研究調查，應依據最新資料每五年通盤檢討一次。縣府各級單位應依循調查結果，採取生態補償應變措施。統整目前在通霄區域會記錄石虎出沒資料的相關計畫有：苗栗縣石虎族群數量與分布調查計畫、生態給付配合架設自動照相機進行石虎的監測、國道 3 號的清潔人員的路殺回報、台灣動物路死觀察網、其他在地的調查和監測案，這些資料收集需建立一平台整合，此平台的處理單位建議由苗栗縣政府農業處和林務局新竹林管處一起合作。

由現有的石虎資料整合，可先了解通霄地區有哪些區域缺少石虎觀測資料，進行補充調查，以全面了解通霄地區的石虎分布狀況。了解石虎在通霄地區的分布狀況後，可使用此資料設立觀測石虎監測樣區，長期監測石虎的分布及族群、行為等狀況。藉由監測平台與長期監測規劃的建立，也可在本示範案的優先改善位置建立監測計畫，可藉由自動照相機觀測改善措施的效用與路殺事件監測來作為石虎友善路網建立的成效評估。

### (五) 生態系服務有助於在地聚落發展

#### 1 尋求在地不同產業加入石虎保育伙伴

里山倡議的行動面之一，即為尋找多元權益關係人的參與和合作、貢獻在地社會與經濟成長。目前台灣已有里山倡議的數筆案例，其中一例為新北市政府的金山倡議，政府以地產地銷的方式，保價收購在地友善耕作的農產品，鼓勵農民友善耕作，這些友善作物即作為在地學童的營養午餐食材。通霄在地產業主要為農牧業和工商業，農牧業已有友善農業和生態給付加入石虎保育工作，工商業目前暫無參與石虎保育的合作方案，建議未來可將工商業納入石虎保育合作對象。

## 2.指認優先加入產業

南和里及福興里經地圖檢視與場勘後，發現這兩個里的民宿數量較其他里多，該民宿聚集區域同時也位於石虎重要棲地範圍內，且鄰近林班地(圖 4.3-26)。建議未來可以尋求在地民宿業者的合作，結合觀光產業以友善環境觀光為出發點，以生態旅遊形式將生態導覽解說代入行程中。再進一步也可徵詢民宿業者意見，由業者主動將民宿周遭環境營造成石虎適合棲地，並加入石虎長期監測伙伴行列，讓石虎保育也可成為通霄鎮民宿一個亮眼的招牌，使來此旅行的遊客認識石虎保育工作的內容，由此將保育行動拓展到在地其他產業，協助在地聚落發展。



圖 4.3-26 南和里及福興里有較多民宿數量

### 三、工作推動與合作夥伴

經分析盤點各項目標與短、中長期推動策略，期望對於通霄石虎保育有所助益，由於議題眾多且區域性工作需由跨單位、跨公私部門形成共識，共同協力合作，因此亦將相關課題之合作夥伴納入呈現，詳如表 4.3-7。

表 4.3-7 西部淺山示範案短中長期工作推動與合作夥伴

項目	既有計畫執行成果	短期任務 (2 年)	中長期推動 (2-5 年)	合作夥伴
通霄石虎友善路網建立	<p><b>西部淺山示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>指認通霄地區之友善路網建立的區域，包含通霄溪和國道 3 號部分區域</li> </ul> <p><b>高速公路局(2014)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>國道沿線生態課題調查與友善措施評估計畫：通霄一號跨越橋的設立</li> </ul> <p><b>林務局(2019)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「苗栗縣大尺度之路殺風險評估」暨「縣道 140 改善建議分析」：減緩路殺之道路設施建議</li> </ul> <p><b>苗栗縣政府(2019、2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>苗 29 鄉道友善環境動物通道工程施工中及完工後（第一期）動物利用監測暨改善建議分析：友善石虎之設施和路殺減緩設施建議</li> <li>苗栗縣石虎路殺緊急處理暨老庄溪監測調查計畫：路殺改善及河川廊道建議</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>與縣政府對接苗栗石虎調查計畫的資料，了解通霄溪及縣道 128 附近的石虎現況</li> <li>與相關單位共同會勘縣道 128 處的通霄溪</li> <li>評估設置動物攀爬梯與建立溪床廊道的位置</li> <li>與相關單位會勘國道 3 號未改善構造物之區域</li> <li>評估國道 3 號未改善構造物區域的改善方式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>縣道 128 與通霄溪建立交流通道</li> <li>通霄溪流流域溪床棲地營造，建立適合石虎使用之通道</li> <li>國道 3 號持續改善交流通道，降低廊道阻隔現況，並藉由設施改善預防路殺發生</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>新竹林管處 交通部高速公路局 苗栗縣政府農業處 苗栗縣政府工務處 苗栗縣政府水利處 通霄鎮公所</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>台灣石虎保育協會 野聲環境生態顧問</p>

項目	既有計畫執行成果	短期任務 (2 年)	中長期推動 (2-5 年)	合作夥伴
營造石虎適合棲地	<p><b>西部淺山示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>指認國產署土地建議 NGO 優先認養區域，優先指認有善農業與生態給付未來具發展潛力之區域</li> </ul> <p><b>林務局(2015-2016)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>重要石虎棲地保育評析：評估石虎重要棲地</li> </ul> <p><b>苗栗縣政府(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>苗栗縣友善石虎生態服務給付試辦計畫：生態給付計畫推動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>與里長、社區發展協會、居民討論，推廣加入友善農業和生態給付</li> <li>與國產署及有意認養土地之 NGO 會勘優先指認的土地</li> <li>與國產署及 NGO 討論土地的經營方式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>持續推動友善農業與生態給付，吸引更多在地農友加入伙伴行列</li> <li>列出國產署土地建議民間團體認養清單，與國產署合作主動向 NGO 推廣土地認養。</li> <li>持續推動生態造林與綠化</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>新竹林管處 國有財產署 苗栗縣政府農業處 通霄鎮公所 特生中心</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>台灣石虎保育協會 野聲環境生態顧問 楓樹社區發展協會 慈心基金會 苗栗自然生態學會</p>
負面因子移除	<p><b>林務局(2018、2019)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>石虎捕食利用模式研究以苗栗地區放養家禽場所及森林作業空隙為例：家禽受石虎損害調查與友善防治方法測試、石虎損害通報系統建立、伐木跡地石虎及其獵物生態研究</li> <li>減緩苗栗淺山地區野生動物與人類衝突之行動研究：輔導辦理淺山動物侵擾放養家禽場域之友善防治措施、探討林班地伐採作業與淺山野生動物生態之關係</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>與相關部會、團體召開會議謀求對流浪犬貓處理的共識</li> <li>評估效仿台灣之心愛護動物協會與石虎保育協會之合作案，在通霄地區執行 TNVR 之可行性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>改善流浪貓狗在野外的數量，降低流浪犬貓對石虎之不良影響</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>新竹林管處 農委會畜牧處 苗栗縣政府農業處 苗栗縣動物保護防疫所 通霄鎮公所</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>台灣石虎保育協會</p>

項目	既有計畫執行成果	短期任務 (2 年)	中長期推動 (2-5 年)	合作夥伴
長期監測石虎	<p><b>林務局(2006-2008、2018-2021)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 新竹、苗栗之淺山地區小型食肉目動物現況與保育研究：竹苗地區的食肉目動物研究與保育建議</li> <li>• 自動相機動物監測整合計畫：全台自動照相機監測哺乳動物</li> </ul> <p><b>苗栗縣政府(2019-進行中)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 苗栗縣石虎族群數量與分布調查：苗栗縣的石虎調查</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建立長期監測石虎分布數量之方法、族群變化指標、棲地變化指標、檢討方法</li> <li>• 建立石虎數量和分布平台，在通霄與石虎相關之研究和議題皆可在此平台展示，供有關單位、團體檢視查閱</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 整合通霄社區、民間團體、公部門、研究單位的石虎調查資訊，透過平台會議達成協議，於通霄進行系統性且長期的石虎調查</li> <li>• 檢視通霄石虎數量和分布的長期變化趨勢，作為後續監測方法調整之參考</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>新竹林管處 苗栗縣政府農業處 通霄鎮公所 特生中心</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>台灣石虎保育協會 野聲環境生態顧問 楓樹社區發展協會 苗栗自然生態學會</p>
生態系服務保育有助於在地居民生活	<p><b>西部淺山示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 優先指認當地具有加入夥伴關係潛力之產業</li> </ul> <p><b>新竹林管處(2014、2019)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 苗栗地區社區參與石虎保育工作推動計畫：石虎族群現況調查、石虎在地保育工作坊</li> <li>• 苗栗淺山生態系棲地保育推廣計畫：友善耕作推廣</li> </ul> <p><b>苗栗縣政府(2019)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 苗栗縣社區石虎保育計畫；保育宣導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 尋求民宿業者加入的可行性評估</li> <li>• 與在地社區發展協會、鎮公所探討在地產業加入的執行方案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 推動在地民宿業者加入友善石虎伙伴行列，並藉由解說導覽、生態旅遊行程，結合在地友善農業，使生態系服務有助於在地社區產業發展</li> <li>• 持續推動在地更多不同的產業加入友善石虎的保育伙伴，使石虎保育有助於在地居民生活</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>新竹林管處 苗栗縣政府文化觀光局 苗栗縣政府農業處 通霄鎮公所</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>台灣石虎保育協會 楓樹社區發展協會 苗栗自然生態學會</p>

#### 4.3.4 議題處理及行動開展

##### 一、小尺度議題及推動策略擬定

本計畫經由文獻匯整、土地利用類型盤點、議題資訊蒐集及圖資套疊分析，完成中尺度議題指認。此示範案短期內僅能達成指認優先改善地區，平台會議討論與規劃尚待完成。盤點的議題中以降低路殺和廊道阻隔的議題最為迫切需要解決，因此後續將針對友善石虎路網進行小尺度的議題行動開展。

##### 二、縣道 128 小尺度議題行動開展

###### (一) 場勘縣道 128 優先指認區域

經過圖資分析縣道 128 與通霄溪通道建立區位，縣道 128 優先指認改善區域為 6K+120 至 8K+700 處，通霄溪緊鄰縣道 128，此區域溪流與道路皆為東西向，呈現時而並行時而交錯，根據現場的場勘結果，發現該溪段水泥化嚴重，且邊坡為陡峭水泥鋪面，為俗稱的三面光溪床整治。由於縣道 128 已經通過拓寬環評，且拓寬工程規劃中也包含路殺防治措施的部分，因此接下來將針對於通霄溪的動物通道改善進行示範案操作。

要進行通道的建立，建議遠離道路，避免石虎使用通道進出溪床時太接近車道，導致更容易產生路殺。由圖 4.3-28 看出在該段優先改善區域內，通霄溪有四個區段較遠離縣道 128，建議由這四個區段優先增設通道，配合現場勘查結果，建議在改善區段 1 及 4 的南側，區段 2 及 3 的北側為增設通道之位置，如此通道設置可使石虎由南往北移動時可走區段 1、4 下至通霄溪，經溪床移動後由區段 2、3 離開通霄溪，反之亦然。而架設之通道種類，可參考苗 29 鄉道友善環境動物通道工程 (野聲環境生態顧問有限公司，2020) 施工中所使用之木製動物攀爬梯 (圖 4.3-27)，該木梯架設方便，不須重新水泥施作，且木梯較為狹小的踏板設計可使犬隻較不易使用，避免因為通道的設置導致石虎更容易與犬隻接觸。

通霄溪河道平緩水流緩慢，過去在颱風暴雨時，曾因流速慢不易流入南勢溪，河道不易紓解雨水，因此常氾濫成災，目前已完成整治工作，遇雨成災狀況已獲改善。因為示範案規劃架設動物攀爬梯於溪流整治之水泥邊坡，且後續規劃改善通霄溪溪床環境，由場勘的結果之後會建議朝保留溪床草地以及改善溪床之落差來進行，此次的示範案操作，必須在不危害居民生命財產的前提下進行後續規畫執行，預計將會與苗栗縣政府水利處以及通霄鎮公所進行討論與現勘，尋求達成石虎友善路網建立與居民生命財產安全之雙贏。



圖片來源:野聲環境生態顧問有限公司。

圖 4.3-27 苗 29 鄉道之木製動物攀爬梯

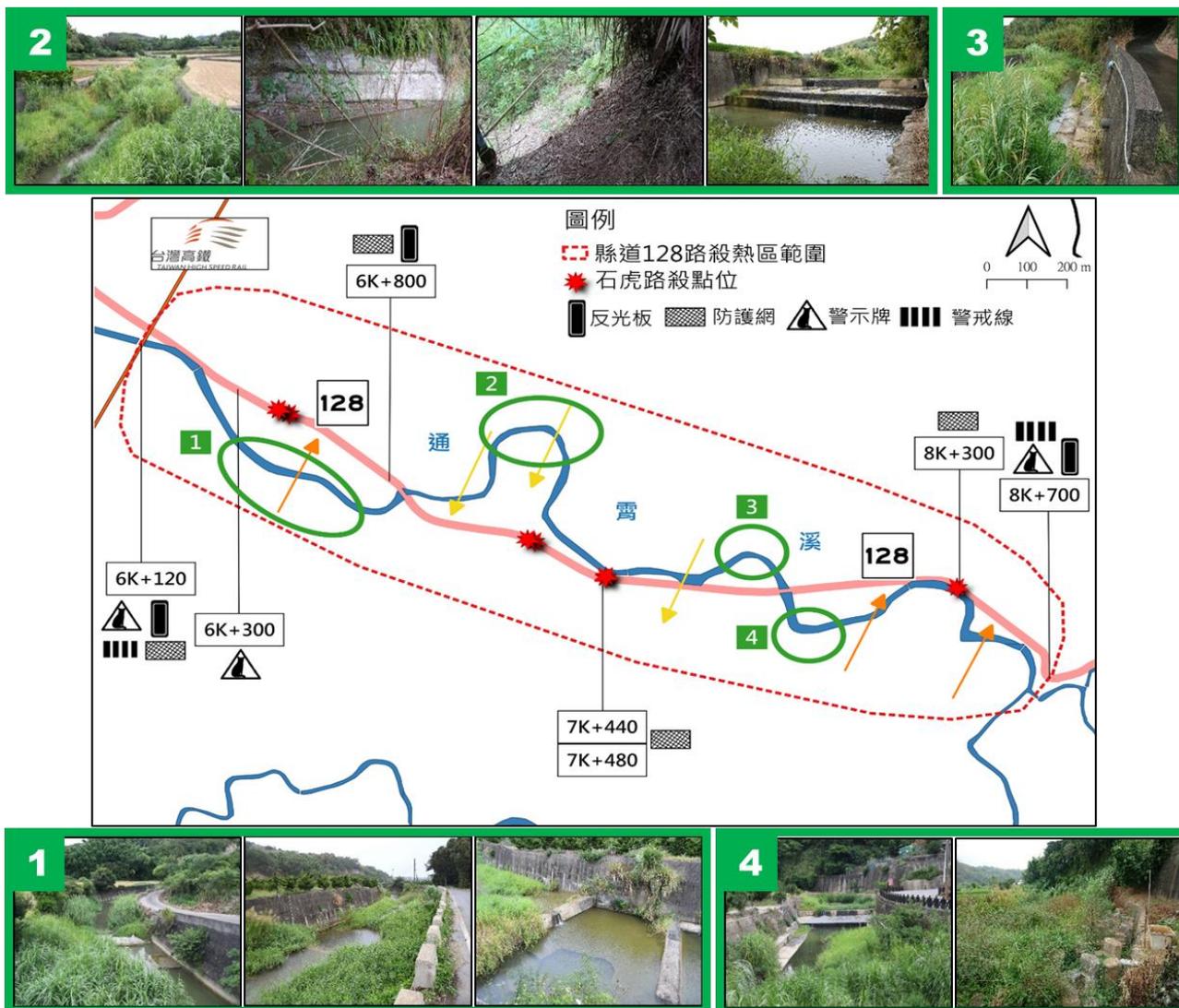


圖 4.3-28 彙整縣道 128 通霄至銅鑼段道路拓寬改善工程之道路路殺減輕措施，通霄溪通道建立之建議改善位置與環境照片

## (二) 後續改善規劃

本計畫經過圖資分析與場勘後的規劃，後續預計將與新竹林區管理處、苗栗縣政府農業處、水利處以及石虎保育協會討論通霄溪動物通道建立之可行性，在可行性規劃後即可開始建立監測計畫，以利評估通道之效益。

建立通道後下一個目標為改善通霄溪溪床環境之可行性，透過更進一步的現勘指認各溪床應改善位置，並與水利處討論，希望保留溪床之草地，且降低水泥構造物之阻礙，讓石虎不只利用動物通道也可以利用溪床移動。

通道建立與溪床環境的改善，目的是希望石虎有一個友善的路網可以移動，降低路殺現況，待通霄溪連接通道的建立與溪床環境改善後，應可提供在此路殺熱區石虎移動時除了穿越馬路外的另一選擇。縣道 128 的拓寬計畫中也包含路殺改善設施的設置，後續若與通霄溪通道改善設施整合，引導石虎使用溪床移動，將可提升此路段路殺減輕成效。

**表 4.3-8 通霄溪通道改善計畫各單位協力關係建議**

相關單位	後續行動或配合事項
新竹林區管理處	提供經費補助，協助推動石虎友善路網
苗栗縣政府農業處	辦理動物通道改善計畫以及改善前、後之監測
苗栗縣政府水利處	提供水利相關專業意見，協助達成保育與水患防治雙贏
苗栗縣政府工務處	提供縣道 128 道路拓寬路殺設施改善資訊，協助整合該區段之動物通道改善
通霄鎮公所	擔任在地溝通平台，納入居民意見進入改善計畫
台灣石虎保育協會	提供石虎保育專業意見，協助改善動物通道

## 三、國道 3 號小尺度議題行動開展

### (一) 場勘國道 3 號優先指認區域

在圖 4.3-19 中由圖資資料得知有 5 處未改善結構物，本示範案後續進行現場場勘 (表 4.3-9)。其中第 4 號位置由於不在既有道路上且路徑不明顯，因此並未在此次的場勘結果中。

- 位置 1 為國道下方車輛可通行之隧道，隧道出入口附近已有架設鐵絲圍網阻隔國道與一般道路，邊坡部分鐵絲圍網尚有些空隙，待未來與高速公路局會勘後討論改善措施。

- 位置 2 為高架橋下方架空部分，此區域空曠且鄰近附近樹林，動物不易從此處上國道。但國道下方有條排水溝經過，此排水溝為水泥垂直壁面且深超過 2 公尺，可能會成為石虎通道的阻隔，待釐清管理單位後可進行共同會勘，評估是否需要改善。
- 位置 3 為國道上方之跨越橋，該跨越橋兩端為樹林，由於該跨越橋長度較短，是否未來依照通霄一號跨越橋模式進行改善，使石虎較易利用跨越橋進行移動，則需與高速公路局會勘後進行討論。位置 3 現場會勘發現該處的鐵絲圍網未能有效阻隔動物進入國道，且該段的國道路旁並未設置動物防護網，這或許是 4 個尚未改善的位置中最為迫切改善的項目。
- 位置 5 為高架橋下方架空部分，橋下空曠且鄰近樹林，應不至於造成動物通道的阻隔。此區域大部分有鐵絲圍網阻隔一般道路與國道，但國道護欄旁的鐵絲圍網有部分縫隙，待後續與高速公路局共同會勘後可討論改善措施。

綜合國道待改善區域的會勘結果，4 個位置其實車流量不大且道路較狹小，一般道路發生石虎路殺的機會較低。1 號位置的隧道、2 號位置的橋下排水溝與 3 號位置的跨越橋可能是石虎交流通道的改善點；5 號位置的鐵絲圍網空隙與 3 號位置的圍網阻隔不足，可能會使野生動物容易進入國道，以上為場勘過後認為需改善的地方，其中以 3 號位置是較為急迫的改善位置。

表 4.3-9 國道 3 號未改善構造物位置場勘照片

位置	現場環境照		
1			
2			
3			
5			

## (二) 後續改善規劃

本計畫經過圖資分析與場勘後的規劃，預計下一步將與新竹林區管理處、高速公路局、苗栗縣政府農業處、工務處、水利處以及石虎保育協會討論國道 3 號動物通道建立與路殺事件降低之可行性，在可行性規劃後即可開始建立監測計畫，以利評估改善措施之效益。

表 4.3-10 國道 3 號改善計畫各單位協力關係建議

相關單位	後續行動或配合事項
新竹林區管理處	提供經費補助，協助推動石虎友善路網
高速公路局中區養護工程分局	提供經費補助，協助推動國道 3 號友善石虎改善計畫以及改善前、後之監測
苗栗縣政府農業處	辦理國道 3 號改善計畫以及改善前、後之監測
苗栗縣政府水利處	提供水利相關專業意見，協助達成保育與水患防治雙贏
苗栗縣政府工務處	提供國道 3 號周遭一般道路之改善意見，協助整合該區段之動物通道改善
通霄鎮公所	擔任在地溝通平台，納入居民意見進入改善計畫
台灣石虎保育協會	提供石虎保育專業意見，協助改善國道 3 號之設施

### 4.3.5 成效評估擬定與結論

#### 一、成效評估擬定

盤點石虎議題中以降低路殺和廊道阻隔的議題為迫切需解決者，故 5 個目標議題中以石虎友善路網建立進行小尺度的議題開展。經圖資分析和現場觀察，本計畫指認縣道 128 優先改善區域為 6K+120 至 8K+700 處之通霄溪，此段溪流的四個區域為建議先優先改善區，建議可架設可讓動物攀爬的木梯，讓動物可以順利進出通霄溪移動。在國道 3 號下方的通道改善處，經現場勘查後，指認 1 號位置的隧道、2 號位置的橋下排水溝與 3 號位置的跨越橋可能是石虎交流通道的改善點；5 號位置的鐵絲圍網空隙與 3 號位置的圍網阻隔不足，可能會使野生動物容易進入國道，3 號位置處的國道路旁並未設置動物防護網，應是較為急迫的改善位置，建議後續與有關單位會勘討論改善措施。石虎友善路網建立之成效評估方式，可在新設置之通霄溪通道、通霄溪改善之溪床、國道 3 號通道處架設紅外線自動照相機，觀察石虎是否利用，以及石虎利用的頻度，將其作為路網改善之成效。另外，縣道 128 和國道 3 號的石虎路殺數量是否有減少，也是其改善之成效指標。

#### 二、區域綠網建置操作指引

西部淺山森林環境受人為干擾影響大，淺山環境為近年來較受關注的地景，是低海拔生物重要的棲息環境，該區域以瀕臨絕種之保育類野生動物石虎最受注目。本示範案主要聚焦在西部淺山之石虎保育，保育面相包含營造石虎棲地和維持石虎數量，本節歸納本案對於兩面相之議題建置流程，提供一般性建議。

##### (一) 區位指認

1. 彙整西部淺山環境中較重要且受關注物種的分布區域
2. 選擇棲地較破碎化、受開發影響大、且有較多重要關注物種研究，以及曾有相關保育作為之鄉鎮為示範區位

##### (二) 地理環境與示範區位議題分析

1. 彙整示範區位的地理、人口和產業、水文、交通及地景特色，包含土地利用圖、國土功能分區圖繪製等
2. 彙整示範區位內之生態與保育課題

##### (三) 設定保育物種和保育目標

1. 保育物種以保育淺山環境之保護傘種為佳，石虎為淺山環境之高階消費者，活動範圍大，故可作為此區域地保護傘物種
2. 因西部淺山環境為人為活動頻繁之區域，區內多私人土地，故願景推

動以「在兼顧居民生計與發展的前提下，維持石虎的數量與營造石虎棲地」

#### (四) 保育復育計畫評估與規劃-營造石虎棲地

##### 1. 通道建立

- (1) 圖資分析彙整石虎路殺熱區、棲地阻隔的區域
- (2) 分析路殺熱區的和阻隔區域的地景組成
- (3) 改善路殺狀況
  - 建立除了道路之外的通道、道路環境改善
- (4) 改善阻隔區域
  - 尋找阻隔區域中潛在可以交流的區域
  - 通道環境可如何改善增加石虎願意利用的可能性

##### 2. 串聯石虎棲地-國有土地和友善農業、生態給付的串聯

- (1) 彙整區域內國有土地分布及類型，包含林務局之林班地及保安林，以及國產署土地
- (2) 彙整區域內友善農業和生態給付的位置
- (3) 套疊國有土地和友善農業、生態給付位置、土地利用圖與曾有石虎分布位置之圖層，探討何處可再增加友善農業、生態給付之推廣，串聯更多友善石虎棲地
- (4) 套疊國產署土地和石虎分布位置之圖層，探討何處的土地可優先認養及經營管理規劃

##### 3. 設定短期任務和中長期推動策略

#### (五) 保育復育計畫評估與規劃-維持石虎的數量

##### 1. 移除影響石虎生存之負面因子-遊蕩犬貓的威脅

- (1) 彙整管理遊蕩犬貓之主管機關與法規
- (2) 彙整其他區域對遊蕩犬貓的管理建議方法，包含禁止餵食、禁止棄養，以及 TNVR 降低遊蕩犬貓的野外數量
- (3) 尋找現有的有關團體可協助未來宣導禁止餵食遊蕩犬貓、禁止棄養，以及執行 TNVR

##### 2. 掌握族群變化-建立監測指標和平台

- (1) 彙整執行石虎監測之法律依據

(2) 尋找現有執行中可蒐集石虎數量或分布之計畫和生態給付、環評調查、公民科學活動、志工活動等，可利用者些資料先建立石虎族群和分布平台

3.在地石虎認同-保育石虎有助於在地居民生活之生態系服務

(1) 彙整此區域產業類別，探討其他潛在可加入石虎保育的產業

(2) 評估潛在產業未來有助於石虎保育的經營方式

4.設定短期任務和中長期推動策略

(六) 工作推動與合作伙伴

盤點所設定之保育復育計畫評估與規劃之短期任務和中長期推動策略之有關的政府單位以及地方團體

(七) 小尺度之議題處理

1.盤點石虎相關議題，選擇有迫切性之議題作為小尺度行動開展之議題

2.行動開展議題之圖資分析、蒐集文獻與現場勘查

3.建議可優先改善的詳細位置和方式

4.評估後續的改善規劃

### 三、結論

國土綠網生態分區中，西北六分區為人為活動頻繁的地區，但此區仍保有淺山森林與農地鑲嵌之里山地景，此處是許多低海拔森林物種的棲息地，其中以石虎最廣為人知。石虎為瀕臨絕種的保育類野生動物，其重要棲地涵蓋西北六大部分的範圍，石虎為生態系中的高階消費者、活動範圍大，適合選作保護傘物種。西北六分區的關注重點與保育策略為淺山森林生態系的維持、保存低海拔森林生物多樣性、營造適合石虎等野生動物的棲地、生態廊道建立、減少動物路殺事件，以及推動友善耕作。而西北六分區中，通霄鎮的石虎相關議題與背景資料較為完備，友善農業與生態給付發展也較成熟，而此區域也受到較多的道路路網切割，在石虎棲地隔離與破碎化嚴重，故以此區為優先改善區域。

彙整通霄地區有關石虎之生態保育課題包含路殺、人虎衝突、友善農業、生態給付、通道改善、遊蕩犬貓及土地開發，本示範案以「在兼顧居民生計與發展的前提下，維持石虎的數量與營造石虎棲地」為願景，彙整石虎分布、路殺位置、環境、友善農業及生態給付等圖層，規劃小尺度的推動策略。小尺度的推動上，以 5 個目標為實現的指引，5 個目標分別為：石虎友善路網建立、營造石虎適合棲地、負面因子移除、長期監測石虎及生態系統服務保育有助於在地聚落生活。推動策略上本示範案已完成指認優先改善路殺位置、指認石虎

通道優先建立位置、友善農業及生態給付未來鼓勵加入區域、國產署土地認養建議優先位置、在地產業加入優先建議。路殺位置指認石虎路殺熱區之縣道 128 處的通霄溪為改善區域，建議建立通霄溪通道和通霄溪溪床環境改善；國道 3 號 5 處未改善構造物建議可從鄰近烏眉國小的位置優先改善；友善農業及生態給付的推動上，建議可優先鼓勵城南里、坪頂里、南和里及福興里的友善農業推動；國產署土地建議可優先認養有石虎分布且國產署土地面積較大的區域，包含梅南里、圳頭里、內湖里、通灣里及白東里；負面因子移除方面，建議可由動物保護防疫所與民間保育團體合作，進行流浪犬貓絕育計畫，配合石虎保育巡守隊進行遊蕩犬貓的禁止餵食宣導和棄養舉發；長期監測石虎方面，建議建立監測指標與長期監測平台；生態系統服務保育方面，建議尋求在地不同產業加入石虎保育，建議先尋求當地的民宿業者合作，結合觀光產業及友善環境之生態導覽。

期透過長期推動友善路網設施改善、友善石虎棲地持續增加、減緩流浪貓狗威脅、在地不同產業參與，以兼顧在地生計與發展的方式，促進更全面的保育石虎的行動。

#### 4.4 河川串聯森川里海的橫向連結—曾文溪中游河川復育示範案

示範案的第三個議題，是以河川串聯「森—川—里—海」的橫向連結。水為生命之源，人類文明的拓殖，均始於河岸兩旁；然而河岸開發使我們逐漸遠離自然，人類活動頻繁的平原區域中，草生與農耕地的生態重要性亦長期被忽略。我們選擇富庶嘉南平原的曾文溪流域，作為探討案例。

##### 4.4.1 區位選取

在 3.1 國土綠網生態分區中，西南部分區包括嘉義、台南及高雄。此區氣候呈乾濕季分明的特徵：年均溫高、溫度季節性不明顯，但降水呈明顯季節性，且山區年降水量高。自嘉義到高雄，源於阿里山山脈與玉山山脈的多條河川由東向西流貫，由北港溪、朴子溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、二仁溪、阿公店溪、高屏溪等河川沖積而成的平原，為臺灣最主要的農業產區，也是臺灣最早開發的區域。

源自山區的河流，從生物多樣性豐富的森林出發，穿過淺山生態系中林地、果園、農地相嵌的里山生產地景，化身為埤塘與水圳灌溉滋養里地水生與旱作區域，最後融入里海河口魚塢、鹽田濕地，匯入臺灣海峽。依據地形地貌，西南部分區又可分為六個陸域關注區域（參見 3.3.7 陸域關注區域指認結果），西南部的陸域關注區域指認結果請參考圖 4.4-1，其中有五個中尺度關注區域在空間上均與本區最具代表性的大河—曾文溪相關。

曾文溪上游屬於分區西南五，曾文水庫周邊是山麻雀的重要分布區域，山區森林則與國有林連結，是動植物生物多樣性熱區，多種關注動植物分布於此。中游烏山頭水庫東側淺山屬於分區西南四，以淺山森林生態系與里山生產地景為保育目標。烏山頭水庫西側則以曾文溪本身為界，西北屬於分區西南三，以埤塘濕地及水田等水域比例較高的農業生產地景為主，特別是浮水植物如菱角田，提供水雉重要的棲息環境；西南屬於分區西南六，偏向旱作農田與草生地環境，或夾雜少部分的埤塘水田，是草鴉主要的分布範圍。下游河口與海岸地區則屬分區西南一，主要為濕地地景，包括魚塢、鹽田、河口及潟湖，提供過境期及度冬水鳥的重要棲息環境。

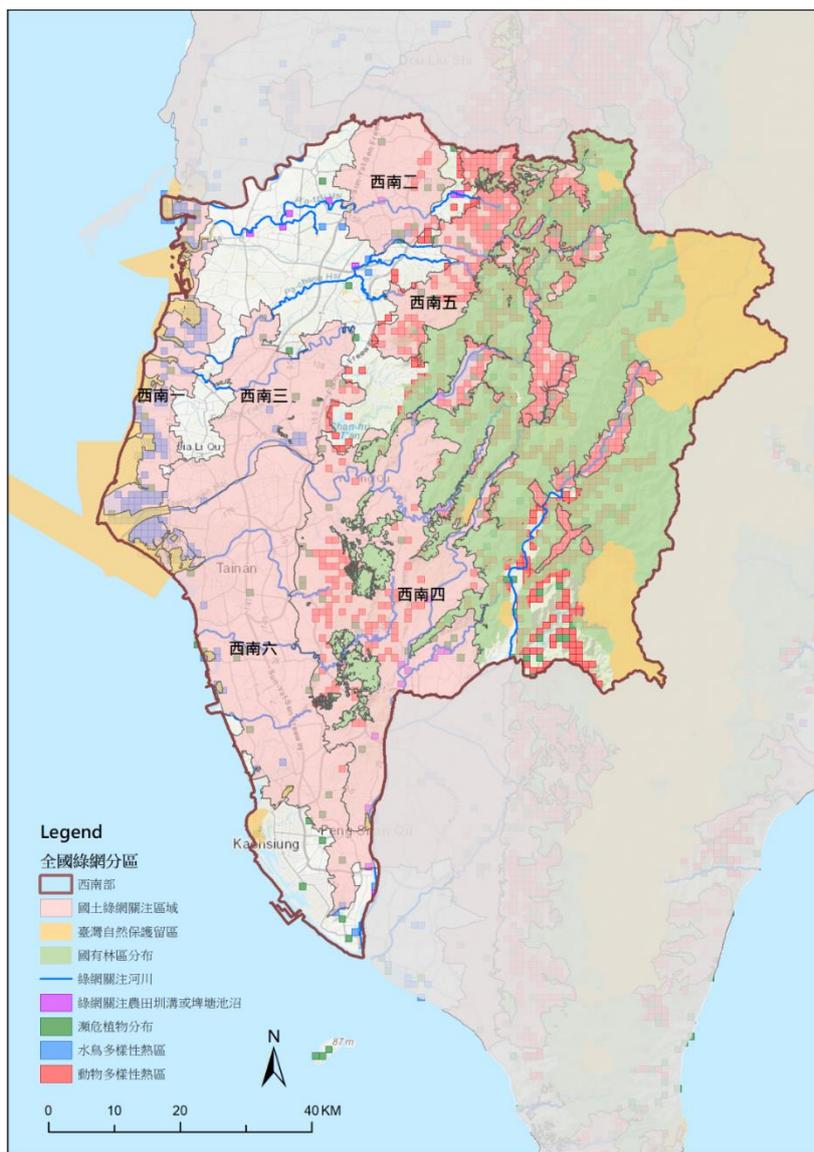


圖 4.4-1 綠網陸域關注區域指認結果 (西南部)

曾文溪上游有三個水庫分別為曾文水庫、烏山頭水庫與南化水庫，皆位於國有保安林中；而曾文溪下游出海口則有數個自然保護留區，可見上游與下游段均受到不同程度的保護，但在中游卻為農業與荒地交錯的河段，故在這邊挑選西南部分區中的西南五、西南三與西南六作為關注範疇。

這三個關注區域於中尺度關注區域之關注稀有植物為大葉捕魚木、少葉薑、樟葉木防己、澤瀉蕨、龍骨瓣苔菜、南化摺唇蘭、小冠薰、膜稈草、高雄茨藻、紅海欖等，關注動物則為草鴉、環頸雉、黃鸝、鉛色水蛇、草花蛇、諸羅樹蛙、食蟹獾、山麻雀、黑鳶、八色鳥、灰面鵟鷹、食蛇龜、白腹遊蛇、草花蛇、高體鯉鰻、日本鰻鱺、南臺中華爬岩鰍、七星鱧等。

#### 一、中尺度水域網絡

曾文溪流域中綠網關注靜水水域如圖 4.4-2，主要分布於曾文溪上游海拔，

超過曾文水庫與南化水庫各有一個網格，但海拔約在 100-250 公尺。這兩個關注靜水水域網格均位於集水區，並被國有林區包圍。

曾文河流域中水鳥多樣性熱區網格主要位於曾文溪口沿海地區，有一個位於西港大橋與國姓橋之間，再往中游的部分則有三個位於官田區，最後則有一個位於上游曾文水庫內。海岸邊的水鳥多樣性熱區網格大多位於臺灣自然保護留區中(國家重要濕地—曾文溪重要濕地與台南縣曾文溪口北岸黑面琵鷺動物保護區)，最上游的網格則位於曾文水庫內，其餘中游的水鳥多樣性網格則沒有鄰近大面積的保護留區，僅在官田一帶有一個國家重要濕地。



圖 4.4-2 中尺度曾文河流域綠網關注區域—水域

## 二、中尺度陸域網絡

曾文河流域中之重要關注地景網絡如圖 4.4-3，動物多樣性熱區網絡與瀕危植物分布網絡多半位於曾文河流域的中上游當中，而在偏上游的位置，這些網絡多半位於國有林區當中，代表棲地受到某種程度的保護。而在曾文溪中游烏山頭水庫周遭的重要關注地景網絡、動物多樣性熱區網絡與瀕危植物分布網絡則多半非位於國有林區內，恰巧屬於人類活動與農林漁牧頻繁的地區當中，顯見曾文溪中游為一個需要保育資源投入的空缺地帶。

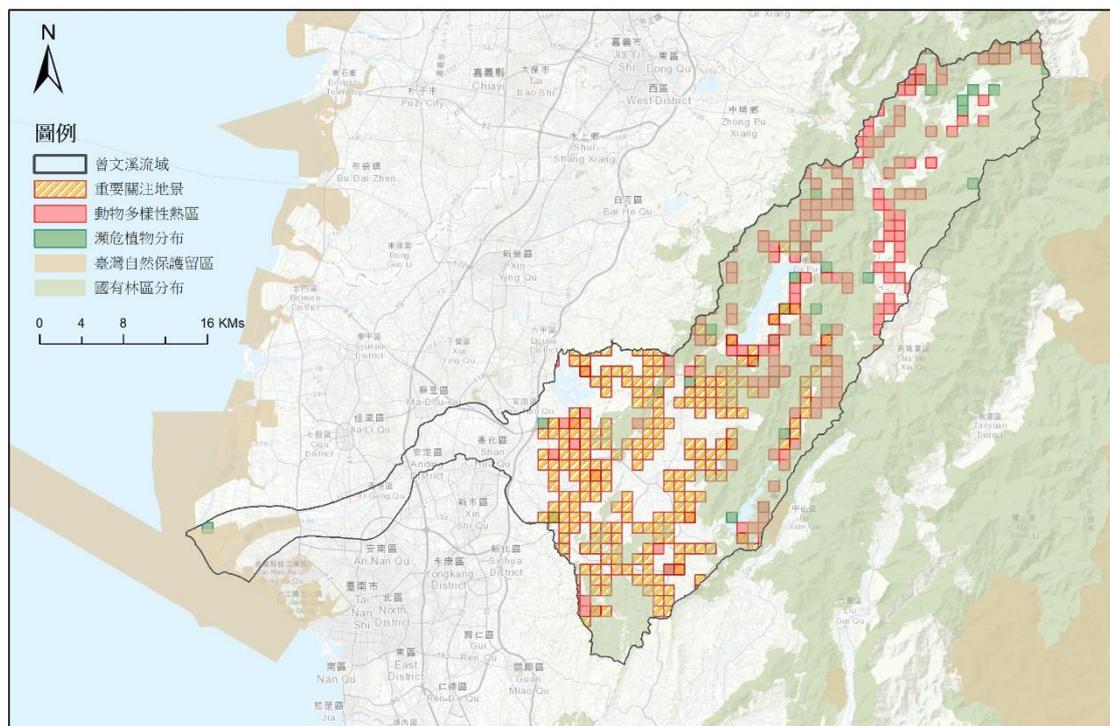


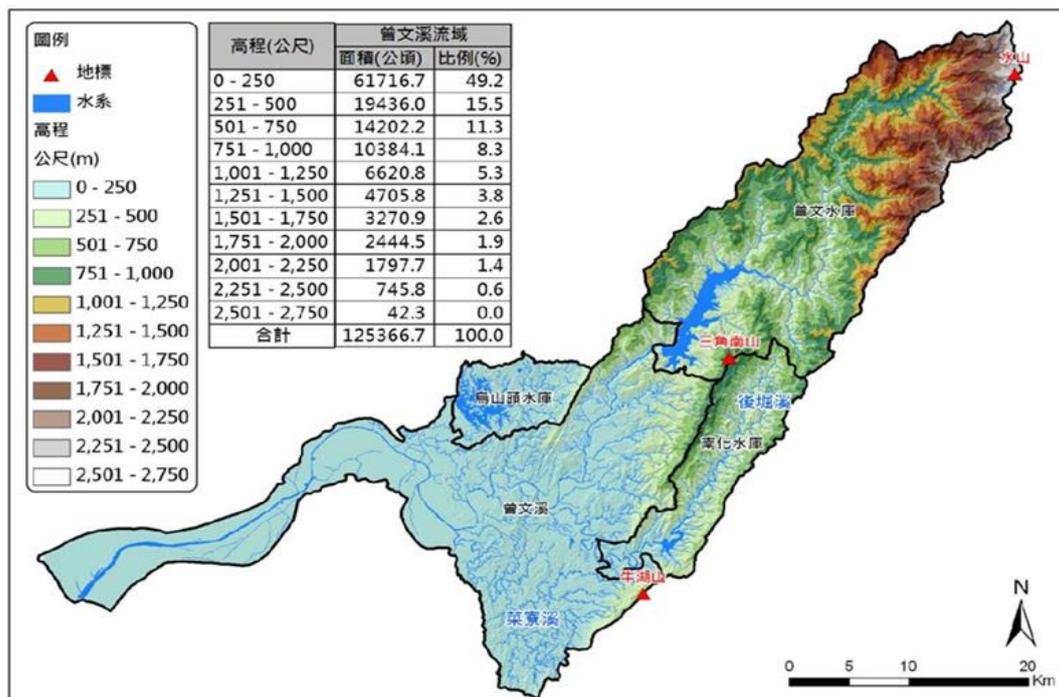
圖 4.4-3 中尺度曾文河流域綠網關注區域—陸域

### 4.4.2 環境背景分析

#### 一、曾文河流域環境

曾文溪位於臺灣西南部，北鄰急水溪，東界高屏溪，南接鹽水溪，西鄰臺灣海峽，主流發源於阿里山山脈之水山(標高 2660 公尺)，上游蜿蜒山谷中，依序流經嘉義縣阿里山鄉、番路鄉、大埔鄉及高雄縣三民鄉，流入曾文水庫；出水庫壩址後，依序流經台南市楠西區、玉井區、大內區、山上區、善化區、官田區、麻豆區、安定區、西港區、七股區，最後於於臺南市安南區青草崙西北方流入臺灣海峽。曾文溪之主要支流有塔乃庫溪、普亞女溪、草蘭溪、後堀溪、菜寮溪、官田溪等。曾文溪主流全長約 138.47 公里，流域面積約 1176.64 平方公里。於曾文溪內的大型水庫有曾文水庫、善化水庫與烏山頭水庫等。

其中曾文一橋上游河段蜿蜒於山谷中，坡度較陡約為 1/250，屬山區河流；曾文一橋(與台南市道 174 縣到交會)至二溪大橋(與台南市南 182 線交會)河段，坡度較緩約 1/420，屬淺山河流，河道逐漸展寬；二溪大橋下游河段河道平緩，平均坡降約 1/3500，河幅廣闊且易於淤積，為平原河川(曾文溪河川管理計畫，2019)，曾文溪流域地勢東高西低，其中高程低於 250 公尺的佔流域面積 49.2%，高程介於 250 公尺與 750 公尺的佔流域面積的 25.8%，高程高於 750 公尺的則佔流域面積剩餘的 25.0%。曾文溪流域概況如圖 4.4-4。



資料來源：「曾文溪流域因應氣候變遷防洪及土砂研究計畫」，經濟部水利署水利規劃試驗所，2013 年。

圖 4.4-4 曾文溪流域高程分布圖

## 二、曾文溪流域地質概況

曾文溪河道北方為嘉義丘陵，南方為新化丘陵。嘉義丘陵主要以砂層、石灰岩與頁岩層構成，南邊與曾文溪相接，東側連接到大尖山-觸口斷層。曾文系河道西側位於烏山頭水庫西側的六甲斷層南端東緣接續到新化斷層以及左鎮斷層，再往東則接續到大尖山-觸口斷層的南段，而大尖山-觸口斷層難斷與左鎮斷層相接，跨越大尖山-觸口斷層後的東北邊則為曾文水庫，東南邊則為南化水庫。

## 三、曾文溪流域水文氣象

曾文溪流域界於熱帶氣候與溫帶氣候之間，屬西部平原亞熱帶氣候。流域內有阿里山與台南兩個長期氣象監測站，位屬平地的台南氣象監測站年均溫為 25°C，而位屬山區的阿里山氣象監測站年均溫為 11.8°C。本流域內以 6 至 8 月氣溫較高，10 月起才逐漸下降。

每年之雨季約為 5 月至 9 月，4 月至 5 月以梅雨為主要降雨型態，6 月至 9 月為午後對流雨與颱風為主要降雨型態；10 月至隔年 4 月則為旱季。年降雨量平地近海處每年約為 1800 至 2200mm 之間，山區降雨量較高，每年約為 2400 至 3000mm，年總平均降雨量約略為 2350mm，本區為典型之夏季季風型氣候帶。流域平均相對濕度為 77 至 93%，年平均蒸發量平地約為 1000mm 而山區約為 500mm。

#### 四、曾文溪流域之社會經濟狀況

曾文溪流域上游為高山林區，少有農耕產業；中游為丘陵地，有許多的農業區；下游則屬於嘉南平原之農業區，主要農產品有稻米、甘蔗、甘薯、芒果與五穀雜糧等，以稻米為最主要之農作物。

流域內有隸屬於經濟部工業局之官田工業區與山上工業區，還有隸屬於科技部之台南科學園區與樹谷園區。糖業與農業有隸屬於台糖公司之玉井、善化、麻豆總爺三個糖廠；另外還有台南市肉品市場、善化成功酒廠等工廠。

#### 五、灌溉系統與排水系統

曾文溪中下游為嘉南平原農業精華區，區域內灌溉系統發達，流域內之灌溉系統隸屬於台南農田水利會，包括烏山頭水庫南幹線灌溉區、菜寮溪玉井之芒子芒埤灌溉區，另外沿著曾文溪於中下游有數處抽水站。

曾文溪流域之排水系統有十條，隸屬於台南市政府管轄區域排水系統，自下游往上游為安定排水、溪尾排水、山上排水、後營排水、番子田排水、渡子溪頭排水、茄拔排水、大內排水與內江排水等，如圖 4.4-5。



資料來源：「曾文溪流域因應氣候變遷總和調適研究」，南區水資源局，2017 年。

圖 4.4-5 曾文溪流域內中央及縣市管排水系統

## 六、生態地景特色

### (一) 棲地圖繪製

曾文溪流域面積總計 117,600 公頃，棲地圖繪製如圖 4.4-6 面積與比例如表 4.4-1。鬱閉林地和半鬱閉林地主要集中在東北處，這兩者佔了所有面積的六成左右。由於曾文溪流域內有三個水庫，故靜止水域也有近 3% 之多，其餘較多的就是旱田與人工建物，分布於中下游的地方，其他土地利用類型面積則較少。

表 4.4-1 曾文溪示範案範圍棲地組成

棲地類型	面積(公頃)	面積比例
鬱閉林地	62927.7	53.48%
半鬱閉林地	17664.7	15.01%
開闊棲地	3241.0	2.75%
旱田	9501.8	8.07%
水田	982.8	0.84%
濕地	2094.3	1.78%
靜止水域	3390.9	2.88%
流動水域	3403.9	2.89%
裸露地	5157.8	4.38%
人工建物	9305.1	7.91%
合計	117670	100%

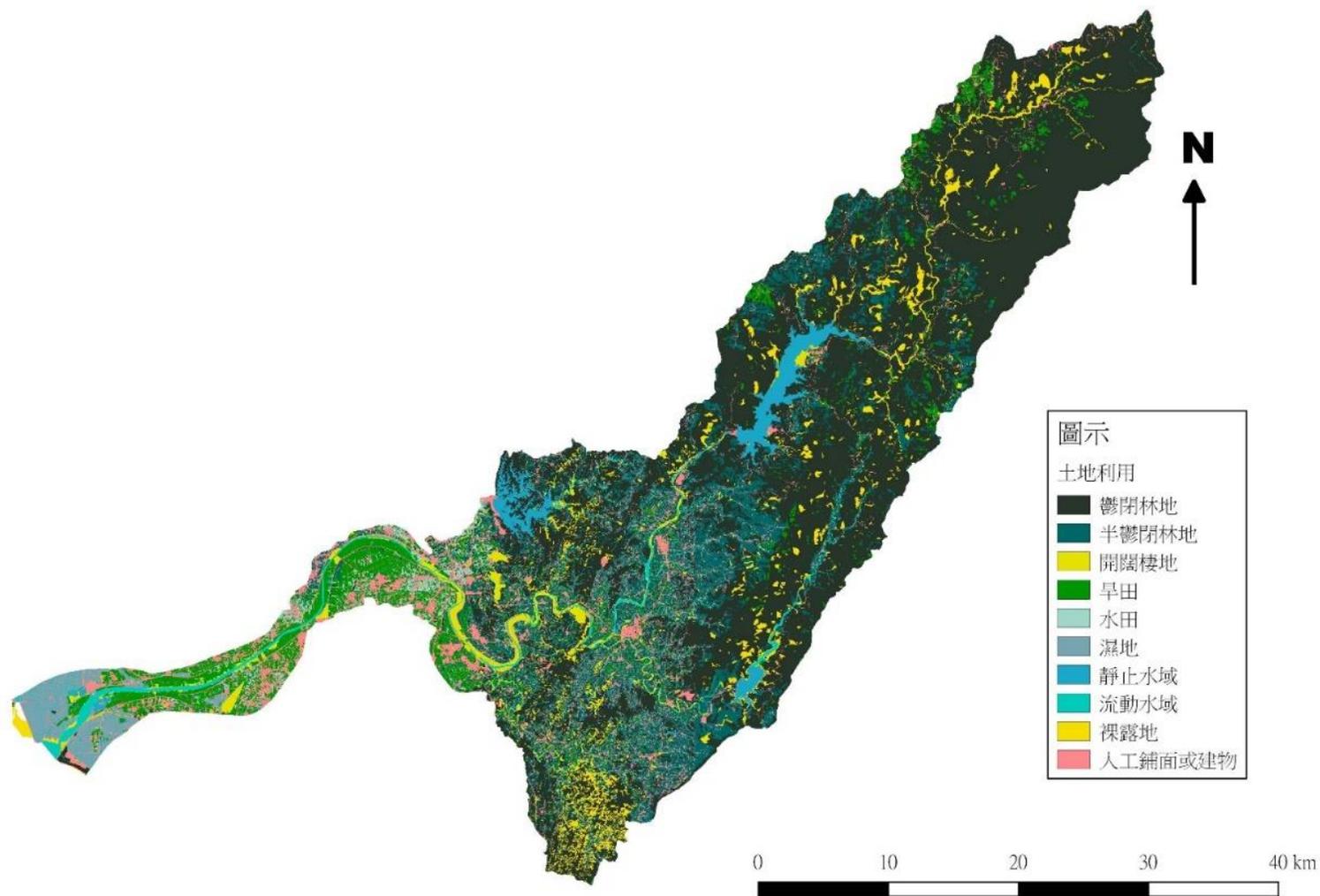


圖 4.4-6 曾文河流域棲地圖

## (二) 國土功能分區套疊

套疊內政部營建署 2019 年的國土功能分區模擬圖(圖 4.4-7)，由於曾文溪中上游屬水庫集水區範圍，因此大多數的面積其國土功能分類屬國土保育第一、二類，佔整體面積將近 72%(表 4.4-2)。

其中在中游段(包括台南善化、大內、官田、山上)，除了被劃為國保一的河川行水區以外，其他為農業發展區域第一類至第三類的鑲嵌分布，並具有城鄉發展第一類及第二之一類之區域分布。

針對該區域現存農耕使用土地或草地，可能在未來會被劃定為城鄉發展區，而面臨較大的開發或是非農業使用的壓力，建議可參照本計畫產製之關注物種預測分布以及生物多樣性等重要圖資，予以探討並給予劃設調整建議。

表 4.4-2 曾文河流域套疊國土功能分區模擬之類型組成

國土功能分區模擬類型	面積(公頃)	面積比例
城鄉一	4020	3.42%
城鄉二之一	721	0.61%
城鄉二之二	361	0.31%
城鄉三	4	0.00%
國保一	58692	49.91%
國保二	25941	22.06%
國保三	1958	1.66%
國保四	10231	8.70%
農業一	5160	4.39%
農業二	3591	3.05%
農業三	3527	3.00%
農業五	653	0.56%
農業四	586	0.50%
其他	2153	1.83%

### 圖例

#### 國土功能分區類型

- 建議劃設為城鄉一
- 建議劃設為城鄉二之一
- 建議劃設為城鄉二之二
- 建議劃設為城鄉三
- 建議劃設為國保一
- 建議劃設為國保二
- 建議劃設為國保三
- 建議劃設為國保四
- 建議劃設為農業一
- 建議劃設為農業二
- 建議劃設為農業三
- 建議劃設為農業五
- 建議劃設為農業四
- 其他

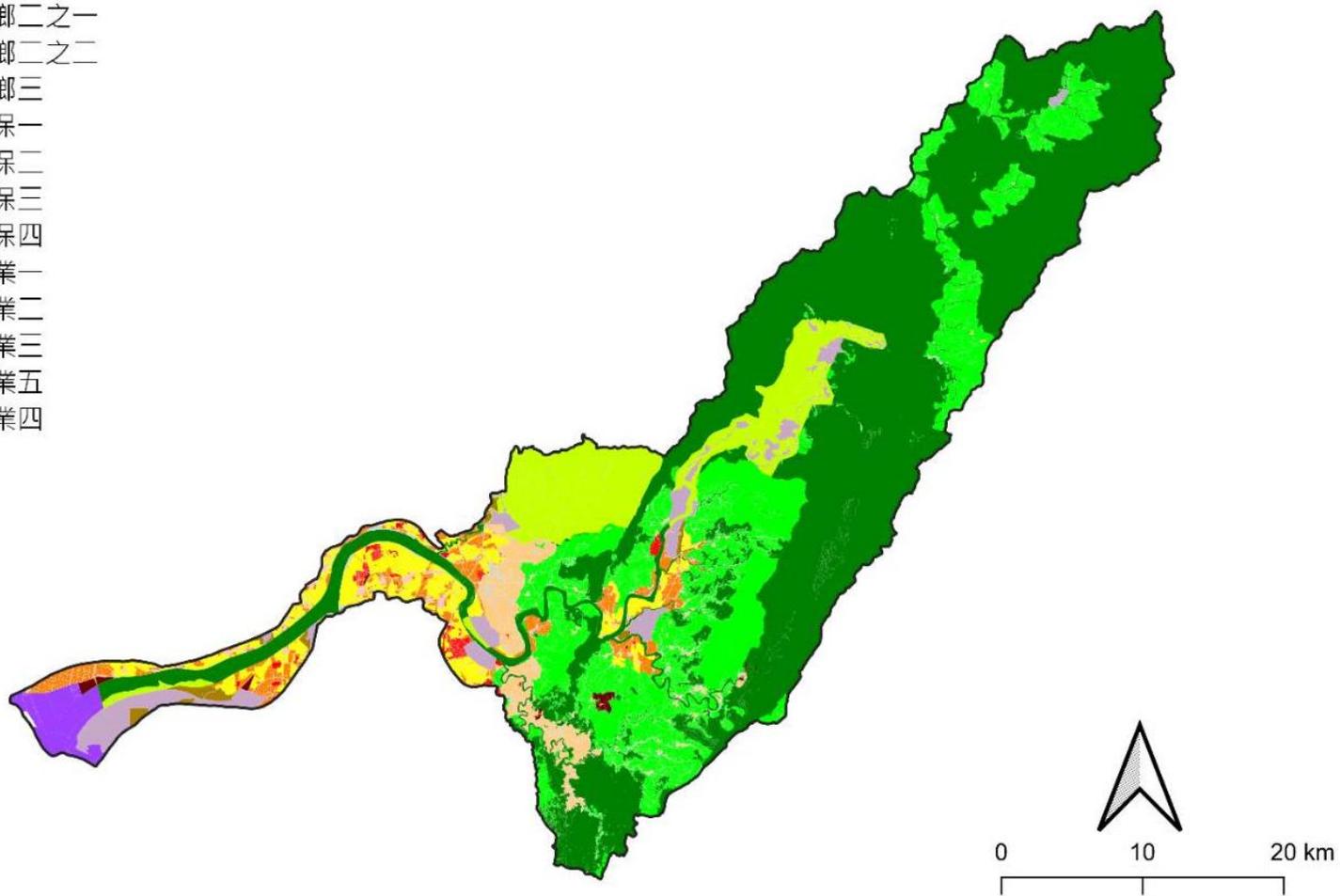


圖 4.4-7 曾文河流域套疊國土功能分區模擬圖

### 4.4.3 保育目標設定

近年水利署發表之「曾文溪河川環境管理計畫」(經濟部水利署，2019)為從水文角度出發之評估報告，但同時考慮三生：生態、生產與生活的綱要計畫，該計畫從水質、水量、河相、生態以及土地使用等五大面向進行曾文溪流域環境議題分析。在水質方面，主要污染源可分為工業廢水、畜牧廢水、農地排水以及生活汙水等。此外，水庫放淤造成的懸浮固體濃度飆高，以及因河道下切造成的海水入侵、土壤鹽化，同為曾文溪流域水質課題之一。

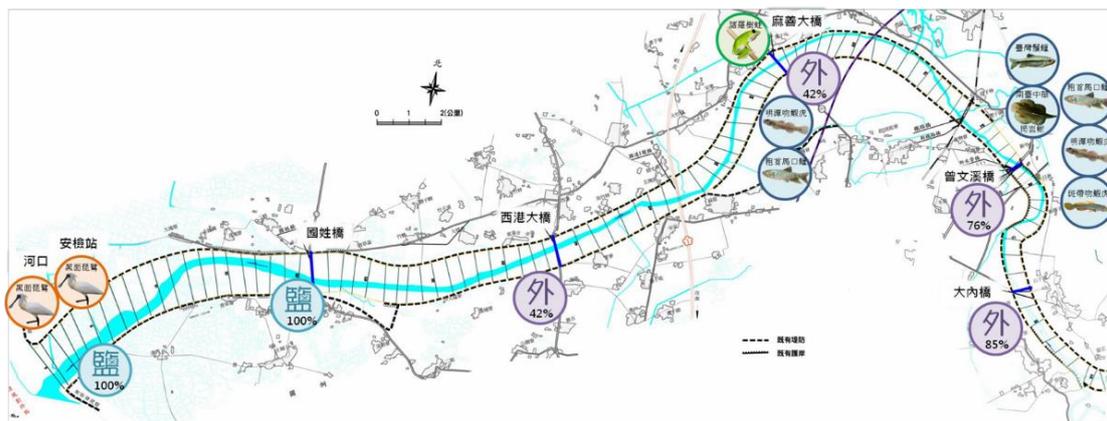
#### 一、曾文溪河川流域之關注物種

自曾文水庫興建後，對整體流域的輸砂作用造成劇烈影響，也因而衍伸出諸多問題。曾文水庫及其上游一系列攔砂壩，使卵石等粗料被攔截於上游溪床，使下游河道護甲層消失，加劇河道下切現象。進一步導致河床海岸退縮、河床粒徑變化(變細小)、感潮界線上移、河床兩極化以及局部淤積與河道束縮等一系列現象，為曾文溪流域現今在河相面向上所面臨之課題。根據 2016 年執行之曾文水庫放淤對曾文溪下游河道及海岸監測影響分析總報告(經濟部水利署第六河川局，2016)有統整曾文流域之關注的物種，其出現位置如圖 4.4-8 及圖 4.4-9。



資料來源：曾文溪河川環境管理計畫，經濟部水利署第六河川局，2019年。

圖 4.4-8 曾文溪關注物種分布圖(二溪大橋上游)



資料來源：曾文溪河川環境管理計畫，經濟部水利署第六河川局，2019年。

圖 4.4-9 曾文溪關注物種分布圖(二溪大橋下游)

## 二、曾文溪河川流域之關注魚類

根據 2016 年執行之曾文水庫放淤對曾文溪下游河道及海岸監測影響分析總報告(經濟部水利署第六河川局，2016)，共紀錄到 15 目 42 科 82 種魚類，其中魚類有 9 種特有種分別為：南臺中華爬岩鰻、台灣石鮒、高身小鰮、粗首馬口鱮、短吻小鰮、臺灣石魚賓、臺灣鬚鱮、南臺吻鰕虎及斑帶吻鰕虎等。其中南臺中華爬岩鰻為 III 級其他應予保育之保育類野生動物，於曾文溪中上游有零星紀錄到；而台灣石鮒為田間圳溝指標，僅走馬瀨大橋附近紀錄到一次。魚類外來種則有銀高體鯉、琵琶鼠、絲鰭毛足鬥魚、吉利非鯽、吳郭魚、厚唇雙冠麗魚及線鱧等 7 種，其中銀高體鯉更是全流域的優勢種。另外還有大洋性洄游物種包括大眼海鯢、海鯢、黃小沙丁魚、浪人鱈，河海洄游物種包括日本鰻、花鰻、金黃叉舌鰕虎、南臺吻鰕虎、斑帶吻鰕虎、極樂吻鰕虎等。

## 三、曾文溪河川流域之關注陸域動物

於曾文溪流域以及曾文溪出海口中陸域脊椎動物豐富，保育類動物依據臺灣生物多樣性網絡資料(2020)哺乳類部分珍貴稀有保育類則有穿山甲與麝香貓，其他應予保育之野生動物則有棕葉貓。瀕臨絕種保育類野生動物有卷羽鵝鵝、東方白鸛、黑面琵鷺、黑嘴端鳳頭燕鷗、諾氏鷗等，珍貴稀有保育類野生動物則有 50 種，其他應予保育之野生動物也有 14 種。保育類爬蟲類之瀕臨絕種保育類野生動物有柴棺龜，其他應予保育之野生動物有草花蛇、鉛色水蛇與臺灣黑眉錦蛇。保育類兩棲類有珍貴稀有保育類野生動物台北赤蛙與諸羅樹蛙 2 種，其他應予保育之野生動物有金線蛙 1 種。本區有特色的保育類鳥類為水雉、黃鸝、山麻雀與黑鳶等。

## 四、曾文溪中上游之潛在保護傘物種—草鴉

除了上述之關注物種以外，本區還有一個重要的關注物種候選—草鴉 (*Tyto longimembris*)。草鴉為臺灣原生之鳥類，屬於草鴉科的夜行性貓頭鷹，全世界總共有 6 個亞種，其中分布於臺灣的為特有亞種 *pithecops*(劉小如等，

2012)。草鴉之保育狀況在臺灣野生動物保育類名錄當中屬於瀕臨絕種保育類，在臺灣鳥類紅皮書當中則屬於國家瀕危鳥類(NEN)，其判斷條件為 C1：族群內成熟個體數少於 250 隻，同時族群量在 3 年或 3 代下降 25%。

### (一) 草鴉之棲地需求

草鴉在臺灣本島以西南部低海拔丘陵及平原有較多的觀察紀錄，過去認為其棲地需求主要在棲息於開闊但人煙稀少的非森林棲地，包括惡地形、河灘地、高莖草叢、竹林草生地交界區、甘蔗田、廢耕田地、果園邊緣、軍事基地及機場等(方偉宏，2005；曾翌碩和林文隆，2010；曾翌碩，2011)，偏好丘陵地形中崎嶇難行，高莖草本與灌木叢生且視野良好之處(劉小如等，2012)。

然而近年透過衛星追蹤的資料發現草鴉會利用之棲地為鑲嵌式地景之草生地，非常靠近人類活動區域(曾翌碩，2018)，還會利用機場、河道甚魚塭區進覓食(蔡若詩，2018；蔡若詩，2019)。

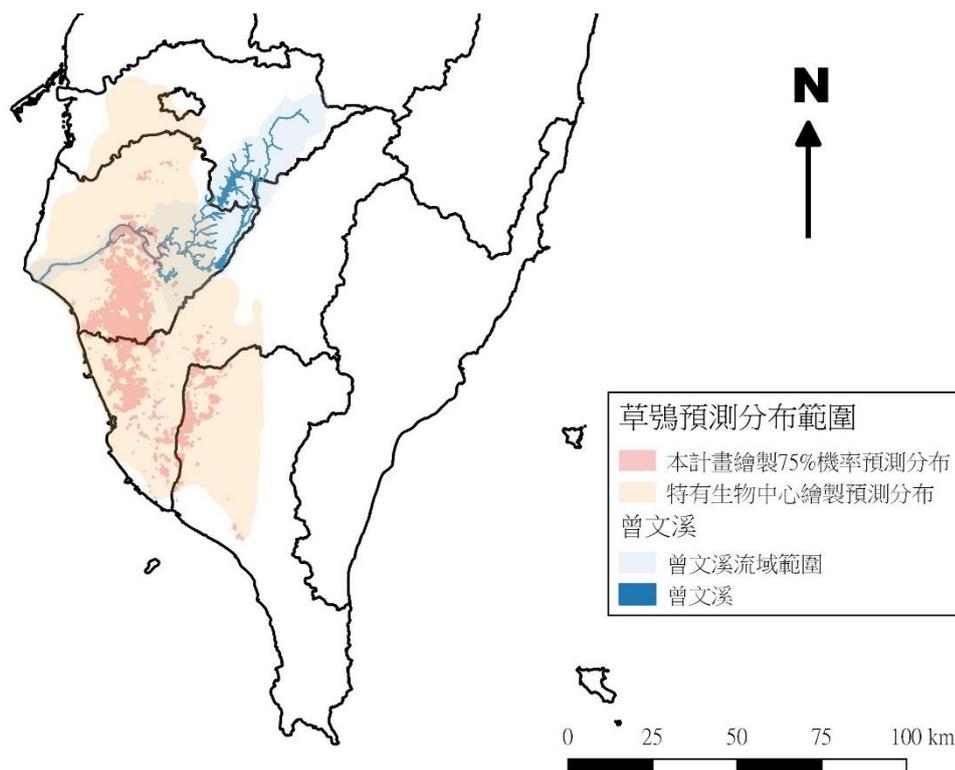
### (二) 草鴉之威脅

草鴉之食物為小型哺乳類，根據衛星追蹤資料，繁殖季與非繁殖季甚至不同性別追蹤之軌跡都不一樣(蔡若詩，2018；蔡若詩，2019)，顯見草鴉需要各種不同的棲地，但目前我們仍不清楚草鴉在繁殖覓食時需要哪一種棲地，但從追蹤軌跡可以看到他們跨越了機場、水田、旱田河床甚至魚塭，顯見草鴉所需要的為複雜的鑲嵌式地景。

另外除了棲地減少之外，農田所使用之農藥以及鳥網也是草鴉主要之威脅，如何讓在地農民與草鴉和平共存也成了減低其威脅之重要目標。

### (三) 草鴉之預測分布

草鴉主要的分布區域為屏東、高雄、台南與嘉義的平原地帶。圖 4.4-10 有特有生物研究保育中心(淺黃色)與本計畫(淺橘色)製作之預測分布，可見曾文溪中下游為草鴉之重要棲息地。



藍色的地區為曾文溪流域，淺黃色的範圍為特有生物研究保育之心之預測分布，淺橘色部分為本計畫之預測分布範圍。

圖 4.4-10 草鴉之預測分布

#### (四) 草鴉於曾文溪流域之價值

傳統草鴉研究均集中於臺灣南部(嘉義、台南、高雄與屏東)為主(蔡若詩, 20165; 蔡若詩, 2016、蔡若詩, 2017a), 延伸至臺灣中部(雲林、彰化、台中與苗栗)之研究發現草鴉的數量極少(蔡若詩, 2017b)。其中不管哪一區的研究, 均發現草鴉喜愛利用河川河川類型之棲地。近年進行之衛星追蹤研究(蔡若詩, 2018; 蔡若詩, 2019)之個體以台南南邊之救傷個體與台高、雄與屏東軍機場之捕捉個體為主, 亦發現草鴉也喜愛利用河川類型之棲地, 但卻缺少台南北邊--亦即分布於曾文溪中游之個體。

基於目前草鴉之研究均指出曾文溪中游為一個潛在的草鴉良好棲地, 使用同一批資料但不同方法之分布預測圖如 4.4-9 均能看出類似之結果, 而本計畫利用較為精細之環境資料進行預測分布, 發現草鴉主要之核心棲地為台南市之中南區域, 剛好位於曾文溪之中游之南邊與北邊, 故我們這邊選擇草鴉分布預測與曾文溪流域重疊之區域作為生態綠網操作之示範區域。

### 三、曾文溪流域土地利用分布與變化

從曾文溪流域 2006 年與 2016 年的國土土地利用調查資料中可見, 草地之分布主要集中於玉井至曾文溪橋間。草鴉為本示範案之目標物種, 從草地分布之集中處可將尺度縮在曾文溪中游。這邊將在曾文溪流域與善化、官田、

大內、山上以及玉井等五個行政區做交集，將 2006 年與 2016 年的國土地利用調查資料製圖如圖 4.4-11 及圖 4.4-12。

由各項國土利用調查的用地分類變化(表 4.4-3)，初步探討草鴉可能棲地的消滅情形與類型。其中可能屬於草鴉棲地的草生地減少約 22 公頃，果園減少 1,637 公頃。作為其覓食場域的農田合計增加約 690 公頃，而其中須特別注意滅鼠藥之使用對草鴉的毒害威脅。

表 4.4-3 曾文溪中游五行政區 2006-2016 土地利用變化

用地分類	2006 年		2016 年		2016-2006 年	
	面積(ha)	百分比(%)	面積(ha)	百分比(%)	面積(ha)	百分比(%)
水田	662.75	2.70%	870.81	3.60%	-208.06	-0.90%
旱田	3441.64	14.10%	2543.15	10.40%	898.49	3.70%
果園	6186.3	25.30%	7823.96	32.00%	-1637.66	-6.70%
水產養殖	35.01	0.10%	40.95	0.20%	-5.94	0.00%
濕地	0	0.00%	80.86	0.30%	-80.86	-0.30%
草生地	915.15	3.70%	937.4	3.80%	-22.25	-0.10%
森林用地	8128.37	33.20%	7415.88	30.30%	712.48	2.90%
交通用地	851.07	3.50%	728.94	3.00%	122.13	0.50%
水利用地	1680.07	6.90%	1245.13	5.10%	434.94	1.80%
建築用地	990.64	4.10%	1102.57	4.50%	-111.93	-0.50%
公共用地	205.28	0.80%	232.61	1.00%	-27.32	-0.10%
遊憩用地	340.85	1.40%	258.62	1.10%	82.23	0.30%
礦鹽用地	11.68	0.00%	7.33	0.00%	4.35	0.00%
其他	1000.72	4.10%	1161.4	4.80%	-160.69	-0.70%

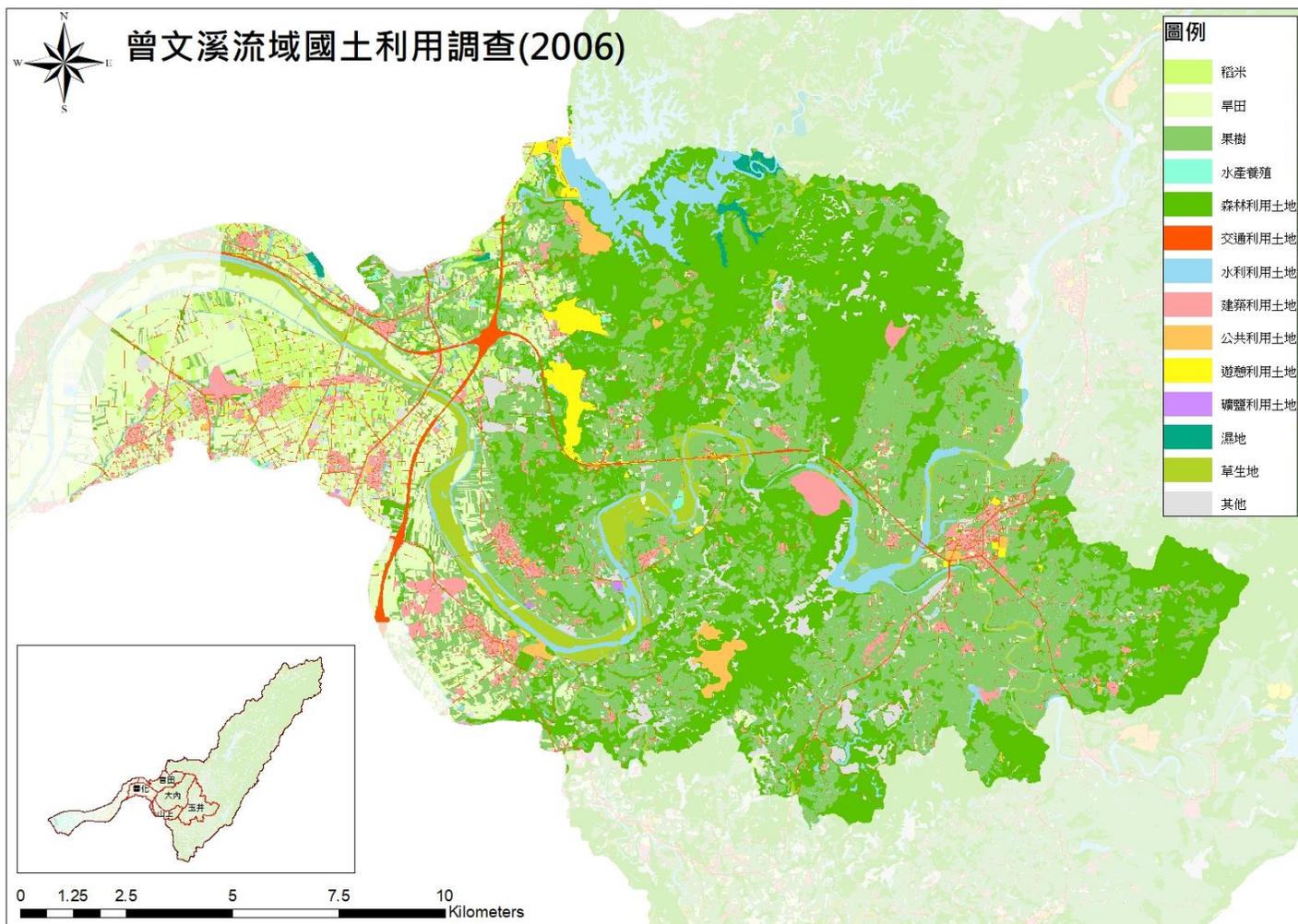


圖 4.4-11 曾文溪流域國土利用調查(2006)

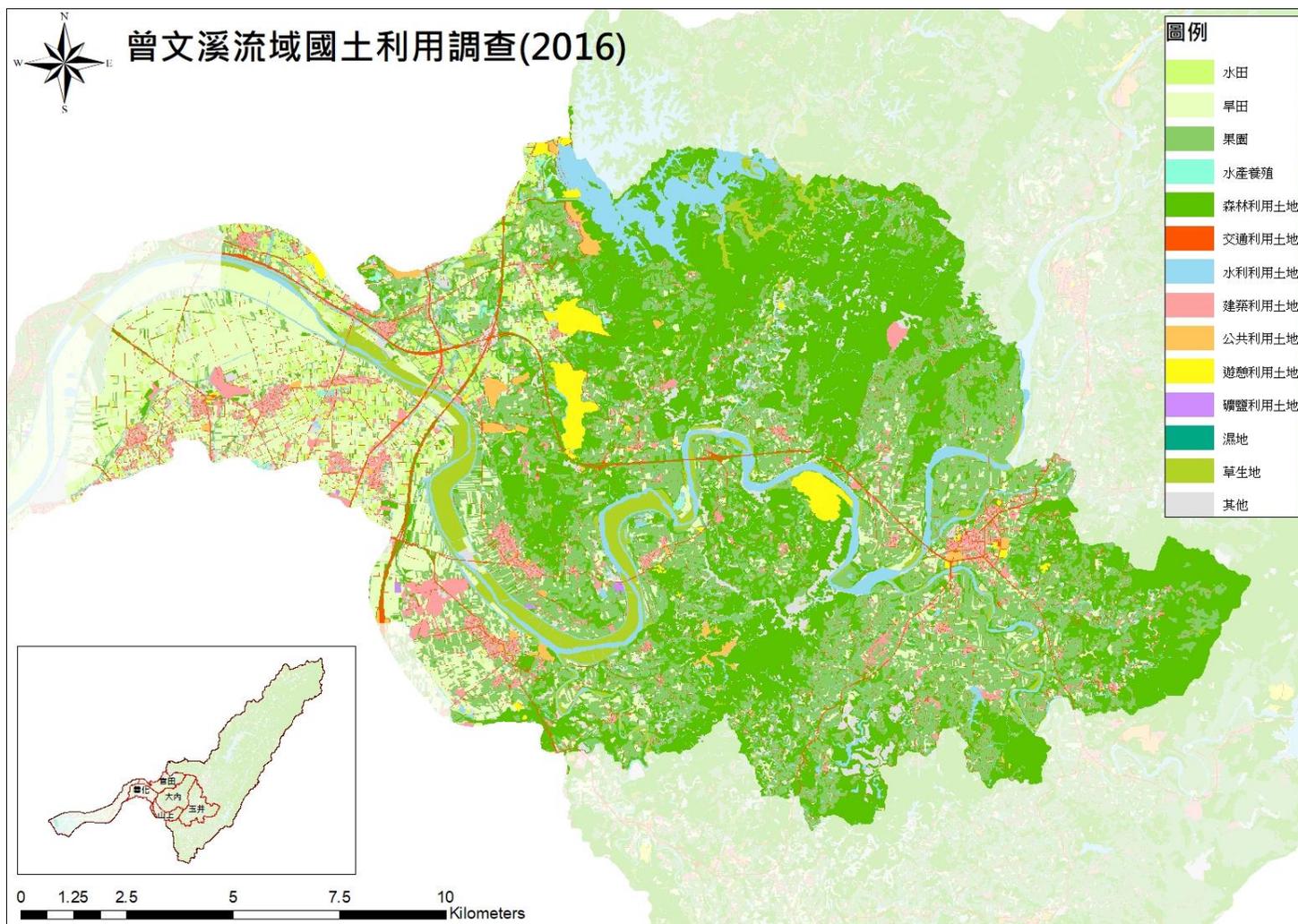


圖 4.4-12 曾文溪流域國土利用調查(2016)

#### 4.4.4 議題處理

##### 一、曾文溪中游草鴉可示範經營土地

本團隊與國有財產署聯繫，瞭解國有財產署位於曾文中上游之土地以及邊際土地之所在位置，並將國有財產署之土地與草鴉分布機率較高的區域(桃紅色)做疊合，得到下圖亮綠色(國產署邊際土地)與亮藍色(國產署土地)如圖 4.4-13，本報告以這些國有土地作為示範區假想經營之土地。

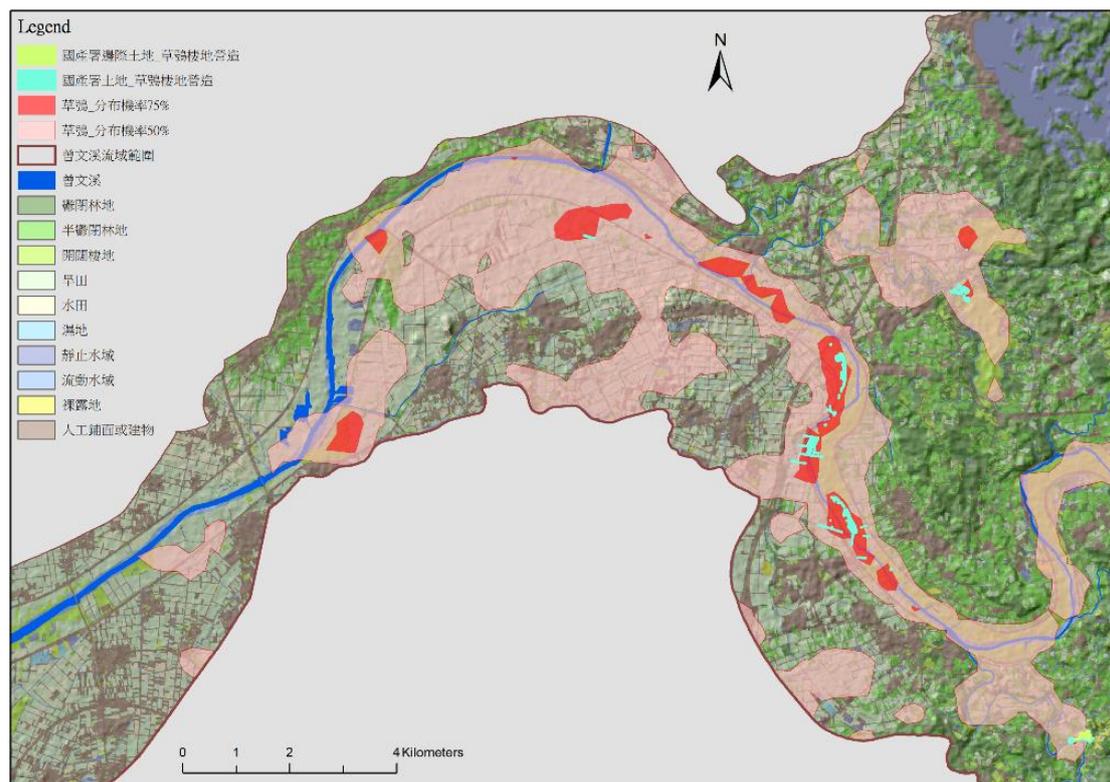


圖 4.4-13 國有財產署位於曾文溪河床之邊際土地(亮藍色與亮綠色)與草鴉分布預測範圍(紅色與粉紅色)

##### (一) 曾文溪中游草鴉可示範經營土地與草鴉活動棲地

根據蔡若詩(2019)以衛星發報器追蹤草鴉的研究，得知其平均單日移動距離約為  $13 \pm 4.5\text{km}$ ，活動範圍以最小多邊型法(MCP)估算為  $198.3 \text{ km}^2$ ，以 95%核心密度估算則為  $29.6 \text{ km}^2$ 。若將活動範圍理想化為一個正圓，則可得到半徑 3-8 公里的活動半徑。

將國有財產署位於曾文溪中游之土地以及邊際土地取 3-8 公里的半徑之後作為草鴉可經營棲地的緩衝得到圖 4.4-14，可以瞭解鄰近之自然保護留區與大型綠地如下，這些大型綠地都是草鴉可以利用的潛在良好棲地。

- 國家重要濕地：官田重要濕地、嘉南埤川重要濕地、番子田埤、(葫蘆埤)南北、烏樹林埤、鹽水埤下游濕地與冷水埤濕地
- 高爾夫球場：嘉高爾夫球場、南寶高爾夫球場
- 營區：新中營區、大內新訓中心
- 糖廠：善化糖廠

草鴉可經營棲地 8 公里緩衝範圍內也有 2 個國軍的營區，這些營區中的建築密度低，通常大樹也會被保留下來，被開發的壓力與機率均較低，可以視為某種保護留區。如在高雄市區內仍在使用的廢棄的營區是保育類鳥類黃鸝的重要棲息地，這些營區以及周遭地區已經成為黃鸝出現之熱點。

善化糖廠目前還是種植的許多甘蔗，而台糖所屬之糖廠或農場通常種植甘蔗或其他旱作，為臺灣西南平原罕有的大規模旱田，適合草鴉、燕鴿、環頸雉等喜愛開闊棲地的保育類鳥類利用。其中台南台糖沙崙農場更是目前一般鳥友等待觀賞草鴉最好的地點。

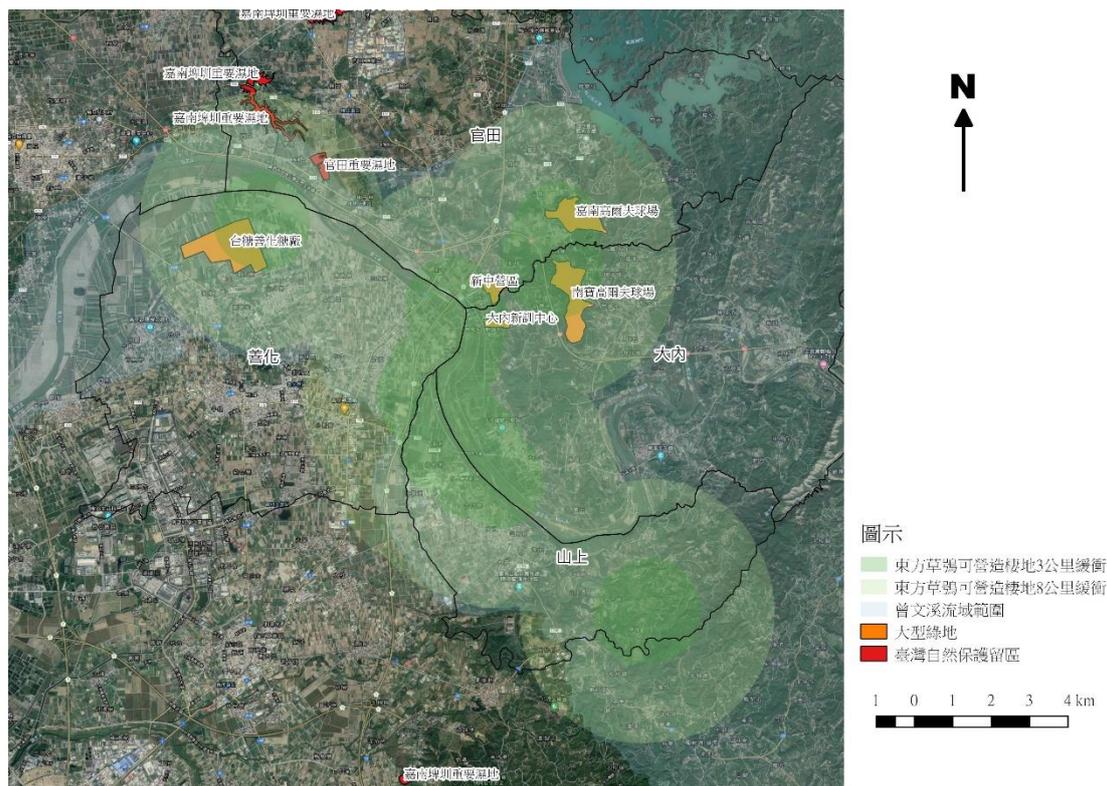


圖 4.4-14 關注物種可示範經營土地與草鴉之活動範圍，與其鄰近自然保護留區與大型綠地

## (二) 曾文溪中游草鴉可示範經營土地鄰近之農業型態與友善環境耕作農田

根據農糧署之資料，關注物種可示範經營土地鄰近之農業型態以水稻為主，其次為玉米、西瓜與鳳梨，甘藍與甘蔗則較少。

當代農業為了有效的增加產量，大量的使用化學農藥以及肥料，但卻對農田的生態系統帶來極大的威脅。財團法人慈心有機農業發展基金會(後簡稱為慈心基金會)為了兼顧農業「生活」、「生產」與「生態」三個面向，2010年與農業委員會林務局合作推動綠色保育計畫，並提出「綠色保育標章」，以求兼顧農民生計與生態保育。綠色保育標章(後簡稱綠保)並不是嚴格的有機認證，只要在耕作時符合以下兩點原則：

1. 不施化學合成農藥、化學肥料、除草劑或天然但有害環境、傷害物種的資材。
2. 提供生物覓食、棲息的友善環境，朝向農田生物多樣性的目標。

只要在生產操作上符合「綠色保育標章」有關友善環境耕作的基準，經過慈心基金會認證過後，即可在銷售的農產品上貼上綠保的證明，向消費者傳遞農民友善環境的耕作理念，期待讓民眾以消費來實質支持生態保育。在申請綠保標章時則需符合以下三個條件：

1. 需在農業生產區存有某種保育動物、稀有物種、紀念性物種或指標物種任一類動物；或是透由棲地環境營造，構築水域、陸域或多樣化棲地環境。
2. 農業生產過程應採用避免傷害該動物的各種管理措施、慎選投入農田之養分及病蟲草防治資材，並積極營造適合該動物之生存環境。
3. 農田養分管理及病蟲草害之防治資材應使用生產標準所列之資材，不應使用化學農藥、化學肥料、除草劑等等非友善生物及環境之資材。

在曾文溪中游草鴉可示範經營土地鄰近區域中，台南市善化區、大內區、玉井區、山上區與官田區符合綠保之耕作農田以水稻與雜糧(黃豆、黑豆與玉米)為主，另外還有部分甘蔗、大漿果與根莖葉菜類。詳細資料如下表 4.4-4，而其分布如圖 4.4-15。

從圖 4.4-15 可以看出綠保大部分分布在官田區，雖然官田區與草鴉可營造棲地重疊度較小，但因為官田區為綠色保育標章之發源地，故表 4.4-4 裡可見大部分的綠保田都是以水雉為保育標的。大內區與玉井區之綠保田僅有 4 個，其保育標的就是以陸域棲地與多樣化棲地為主。

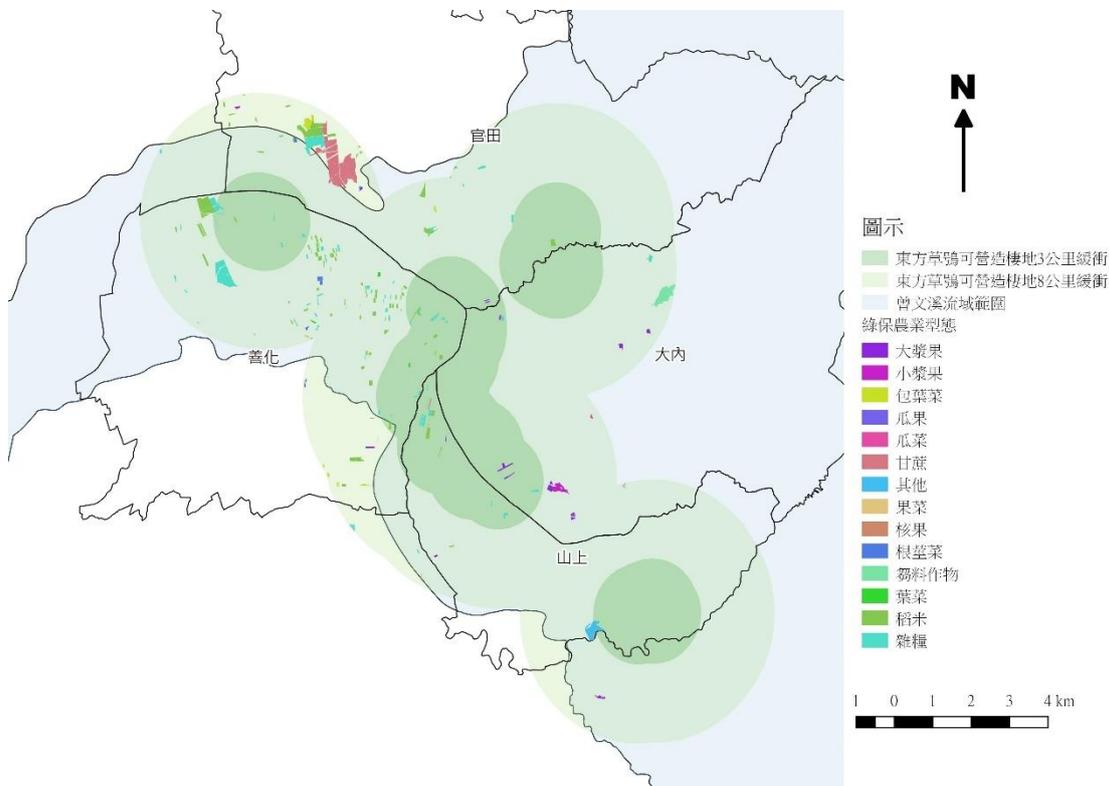


圖 4.4-15 曾文溪中游草鴉可示範經營土地鄰近之綠保

表 4.4-4 台南市善化區、大內區、玉井區、山上區與官田區符合綠色保育標章之耕作農田

序號	縣市	地區	證書字號	申請者	農場名稱	作物類別	保育標的
1	臺南	大內	19-CS-0919-01	鄭○梅	米糠自然果園	瓜菜、果菜、核果、大漿果、小漿果、柑桔、其他(香椿、咸豐草、洛神花、破布子)	陸域棲地
2	臺南	大內	18-CS-0918-01	郭○長	珍鶴自然農場	雜糧、根莖菜、大漿果、小漿果、核果	陸域棲地
3	臺南	玉井	19-CS-0111-01	黃○榮	YOSHIKO 芒果園	大漿果、小漿果、核果	陸域棲地
4	臺南	玉井	18-CS-0515-04	同○威	俊威自然農法農園	短期葉菜、大漿果、小漿果、核果、梨果、其他(橄欖)	多樣化棲地
5	臺南	官田	18-CS-0515-03	朱○維	無	米	水雉
6	臺南	官田	19-CS-0417-04	陳○仰	無	米	水雉
7	臺南	官田	17-CS-1122-06	陳○	無	米	水雉
8	臺南	官田	17-CS-1031-01	許○明	無	米、大漿果	水雉
9	臺南	官田	18-CS-0211-01	陳○安	陳田農作	米、包葉菜、小漿果、果菜、根莖菜、短期葉菜、雜糧、柑桔、大漿果	多樣化棲地
10	臺南	官田	16-CS-0711-02	吳○霖	無	米、瓜菜、果菜	鳳頭蒼鷹
11	臺南	官田	19-CS-0709-01	吳○翰	夢幻生機農園	米、瓜菜、果菜	鳳頭蒼鷹
12	臺南	官田	18-CS-0706-03	陳○偉	無	米、果菜	水域棲地
13	臺南	官田	18-CS-0706-02	吳○成	夢幻生機農園	米、果菜、短期葉菜、瓜菜、大漿果、小漿果、核果	鳳頭蒼鷹
14	臺南	官田	17-CS-1122-09	林○興	無	米、根莖菜	水雉
15	臺南	官田	18-CS-1008-02	蔡○諺	無	米、根莖菜	水雉
16	臺南	官田	20-CS-0304-05	王○國	無	米、根莖菜	水雉
17	臺南	官田	17-CS-1006-01	黃陳○欲	無	米、根莖菜	水雉
18	臺南	官田	17-CS-0625-01	臺南市官田區公所	無	米、根莖菜	多樣化棲地

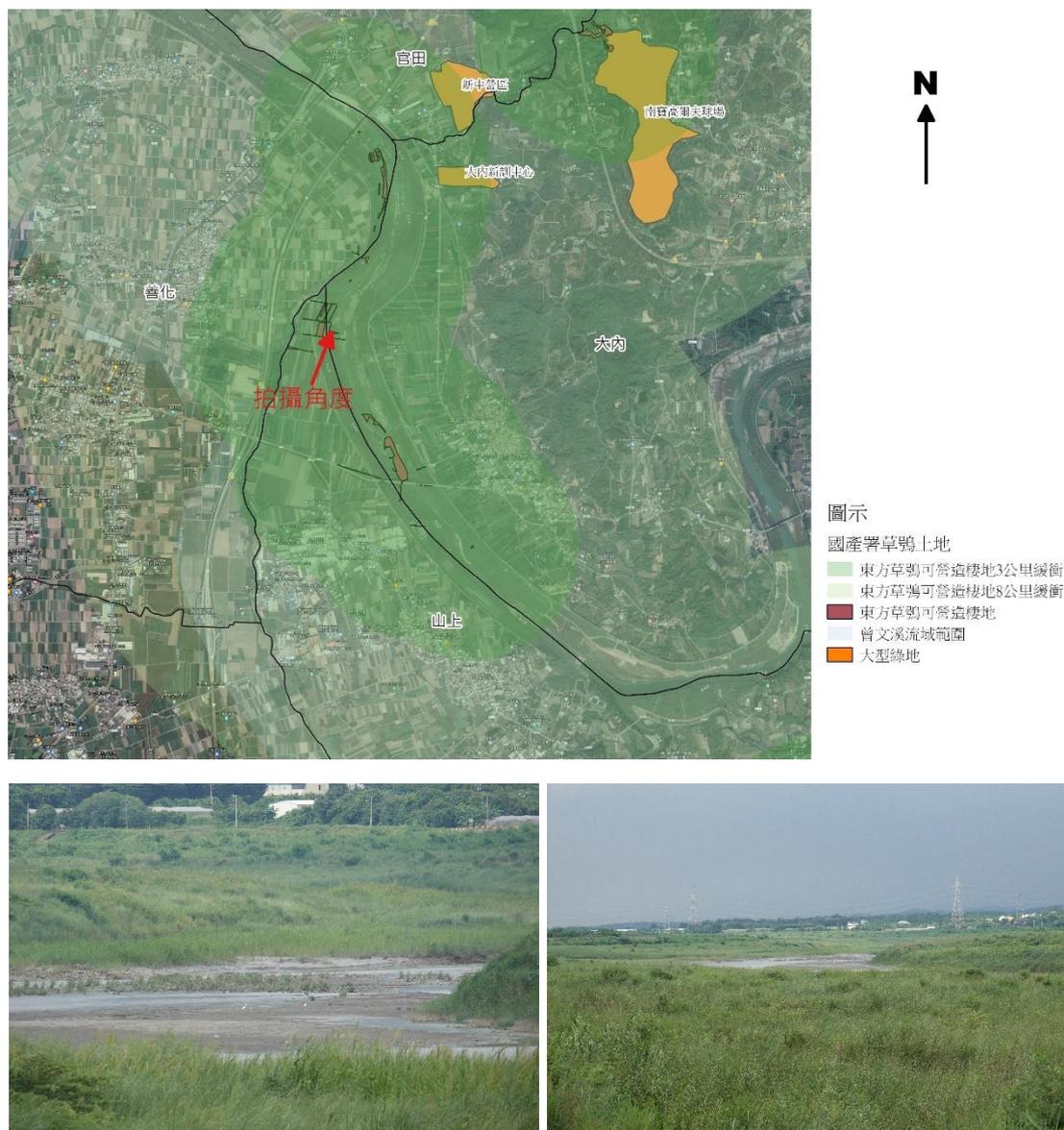
序號	縣市	地區	證書字號	申請者	農場名稱	作物類別	保育標的
19	臺南	官田	17-CS-0928-01	林○火	綠寶田農場	米、根莖菜	水雉
20	臺南	官田	17-CS-1122-03	王○文	無	米、根莖菜	水雉
21	臺南	官田	17-CS-1122-04	陳○榮	無	米、根莖菜	水雉
22	臺南	官田	17-CS-1122-02	王○常	無	米、根莖菜	水雉
23	臺南	官田	17-CS-1201-01	洪○珠	無	米、根莖菜	水雉
24	臺南	官田	17-CS-0822-01	李○賓	水菱有機農場	米、根莖菜、大漿果、瓜菜、其他(白蓮花、白鶴靈芝、魚腥草、甜菊、仙草、薄荷、咸豐草)	水雉
25	臺南	官田	18-CS-0515-02	劉○強	無	米、根莖菜、小漿果、核果	多樣化棲地
26	臺南	官田	20-CS-0130-05	何○男	心安農場	米、根莖菜、短期葉菜、瓜果、其他(油茶樹)	水雉
27	臺南	官田	18-CS-0515-01	黃○琴	無	米、根莖菜、雜糧、包葉菜、短期葉菜、花菜、果菜、豆菜、大漿果、其他(菊花、蝶豆花)	多樣化棲地
28	臺南	官田	17-CS-1122-07	蘇○美	無	米、雜糧	水雉
29	臺南	官田	19-CS-0610-01	李○雲	無	核果、大漿果、小漿果、瓜菜、果菜、雜糧、瓜果、花菜、包葉菜、短期葉菜、根莖菜、其他(洛神花)	多樣化棲地
30	臺南	官田	19-CS-1112-04	陳○榮	古田自然農園	核果、米、柑桔、小漿果	多樣化棲地
31	臺南	官田	20-CS-0828-12	鄭○華	無	根莖菜、大漿果	水雉

#### (四) 曾文溪中游草鴉所偏好之棲地

根據蔡若詩(2019)對於草鴉日棲點 10x10 公尺的樣區研究，發現其優勢植物與高度為白茅(96±20 公分)、巴拉草(87±36 公分)與長穎星草(79±18 公分)，多位於河床中間。這邊需要注意的是這些優勢植物的高度約僅 1 公尺左右，比河床地常見的甜根子草常常超過 1 公尺為矮，推測為河床地經過擾動後正在演替中的植物群落。

2020 年前往位於大內區曾文溪河床上周遭國有財產署可供經營之土地某處如圖 4.4-16 進行現勘，可見該處河床地行水區並沒有大面積的水域，行水區以外的草叢高度也較高，推測目前並不是草鴉適合之棲地。

由於草鴉之繁殖季為 9 月至隔年 4 月(蔡若詩，2017)，同時喜歡鑲嵌地景，然而臺灣南部之汛期為 5 月至 9 月，恰巧與草鴉之繁殖季錯開，造成保育上的困難。若未來需要營造草鴉喜愛之棲地，可以趁繁殖季初期或者末期來經營，於特定河段集中在短時間之內完成，切忌在繁殖季期間持續的干擾草鴉的繁殖。



上：拍攝角度示意圖；左下：遠景；右下：近景。

圖 4.4-16 草鴉可經營棲地現場照片 (2020 年 8 月拍攝)

(五) 曾文溪中游草鴉所偏好之棲地營造之利益相關單位

根據曾文溪河川管理計畫(2019)，曾文溪以水利為出發點的相關行動與執行機關有經濟部水利署第六河川局、經濟部水利署水利規劃試驗所、經濟部水利署南區水資源局、台灣自來水公司等；保育相關單位有農委會林務局以及嘉義林管處、農委會特有生物研究保育中心；中央與地方政府有財政部國有財產署與台南市政府；私人公司有中興工程顧問公司與漢林生態顧問公司；非政府組織有台南社區大學、社團法人荒野保護協會台南分會、社團法人台南市野鳥學會、台南市野生動物保育學會與生態工法基金會等；學校有嘉義大學自然資源系與屏東科技大學野生動物保育研究所等。各單位之行動措施如表 4.4-5。

表 4.4-5 曾文溪中游草鴉所偏好之棲地營造各單位協力關係建議

行動措施或權責單位	執行機關	後續行動或配合事項
規劃曾文水庫上游粗料回歸下游河道	水規所	提供經費補助，協助經營草鴉於曾文溪河床之適合棲地
規劃南化水庫上游粗料回歸下游河道	自來水公司	同上
研擬曾文溪環境流量計畫	水規所	同上
模擬自然洪水之排洪排沙研究	南水局	同上
削高灘造低灘之河道整理規劃	六河局	同上
研擬河道內施工管理規範	六河局	同上
研擬曾文溪縱橫向生態廊道改善計畫	六河局	同上
灘地農業環境友善輔導計畫	六河局/林務局	提供經費補助，協助經營草鴉於曾文溪河床之適合棲地以及提供安全之食物來源
草鴉可經營土地	國產署	提供初期可操作土地
地方主管機關	台南市政府	提供經費補助，協助與地方區公所聯繫
草鴉保育主管機關	林務局/嘉義林管處	提供經費補助，協助協調政府、學術界與民間之力量
草鴉分布預測	特生中心/生態工法基金會	提供草鴉保育經營保育之建議
草鴉棲架架設	屏科大野保所	增加草鴉可以使用之棲息棲地
草鴉救傷	台南市野生動物保育學會	提供草鴉保育經營保育以及救傷之建議
台南地區生態保育團體	台南鳥會/荒野台南分會/台南社大	提供草鴉保育經營保育之建議
草鴉衛星追蹤與棲地研究	嘉大生資系	提供草鴉保育經營保育之建議
曾文溪河川管理計畫擬定單位	中興工程	協助經營草鴉於曾文溪河床之適合棲地
南水局曾文溪流域生態檢核執行單位	漢林生態	協助經營草鴉於曾文溪河床之適合棲地

#### 4.4.5 其他議題診斷

為掌握曾文溪河川環境現況，本計畫於 2019 年 5 月初拜訪在地 NGO 掌握在地情報後，另於 8 月中進一步針對曾文溪中下游環境進行現勘，現勘重點為溪尾安定滯洪池、沿岸灘地環境以及河口溼地。

溪尾安定滯洪池之現址原為日治時期所設之霞堤，霞堤是一種開口堤，能引導洪水於洪泛時溢淹至開口後的空間做為滯洪。霞堤為引導洪水自然溢淹的方法，需要較大的洪泛滯洪空間，但在土地密集開發利用的壓力下，此處堤口近年被封住後欲改建成滯洪池。溪尾安定滯洪池現正處於施工中，目前仍保有一定面積的草生地，且為許多鳥類如草鴉、高蹺鴿等棲息使用的空間，但在施工過程中不斷受到工程擾動。此外，在施工過程中更挖掘到具有文史價值的近百年歷史丁壩，保存具有高度歷史價值之水利工程遺跡，回溯過往先民的工程智慧，也同時是此處的重要議題之一。

沿岸灘地與河口溼地是具有高度生態價值之地區，河川高灘地可依據河川管理辦法申請種植植物、圍築魚塢及插、吊蚵等使用。於曾文溪下游近河口處多以魚塢使用為主，但多數已廢棄使用(如圖 4.4-17)。此外，在沿岸的支流排水多設有人工護岸，使得灘地排水無法自然流動，並造成生物難以利用的阻隔，若能使支流排水能在灘地上自由蜿蜒，便可成為生物能利用的重要空間(如圖 4.4-18)。部分沿岸灘地仍保有相對良好的草生環境，且有許多生物使用，然而仍有些區段受到較高的人為使用影響，除有大量廢棄垃圾外，部分草地疑似有除草劑的使用。



資料來源：吳仁邦攝影。

圖 4.4-17 曾文溪灘地魚塢現狀



資料來源：曾文溪河川環境管理計畫，經濟部水利署第六河川局，2019年。

圖 4.4-18 自然蜿蜒之排水匯入處易形成生物棲地

本計畫從溪尾安定滯洪池為起點至河口溼地，針對側向支流排水、灘地環境以及重要生態或議題點位進行初步勘查，其相對位置如圖 4.4-19，環境現狀整理如表 4.4-6。

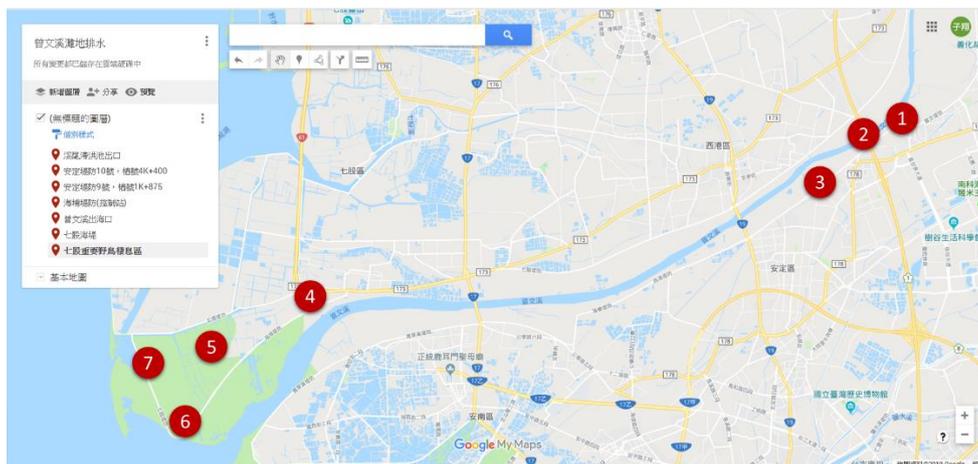


圖 4.4-19 曾文溪 8 月現勘點位位置圖

表 4.4-6 曾文溪中下游環境現狀

代號	位置說明	現況照片
1	溪尾安定滯洪池	

2	安定堤防 10號閘門·樁號 4K+400			
3	安定堤防 9號閘門·樁號 1K+875			
4	海埔堤防 (控制站)			
5	七股重要 野鳥棲息地			
6	曾文溪出 海口			
7	七股海堤			

#### 4.4.6 成效評估擬定與結論

##### 一、成效評估擬定

盤點曾文溪草鴉議題中以增加草鴉可以生存的棲地以及減少農藥危害的議題最迫切。經盤點曾文溪流域之重要目標動物與植物後，並配合綠網藍圖計畫所選定之目標物種，選出草鴉作為曾文溪流域之重點保育物種。經圖資分析與現場觀察，本計畫指認曾文溪中段有一些國產署土地可作為最先期的草鴉棲地經營示範，未來希望能夠與水利單位聯繫，再固定疏浚曾文溪河道與處理上游砂石時，能夠同時與其他單位建立工作平台，共同商討如何能夠落實曾文溪河川管理計畫中的水質管理、水量管理、河相管理與生態管理等等面向，同時考慮水利與保育兩個面向，同時兼顧人民之安全。

在改善草鴉之生存棲地之後，我們需要透過某些調查手段來確認草鴉有沒有過來使用這個棲地。基本上我們可以透過回播調查或者架設猛禽棲架來確認草鴉是否有來使用這塊棲地。

由於草鴉為夜行性之貓頭鷹，根據蔡若詩(2017, 2018)之草鴉調查經驗，需要察覺草鴉的存在需要在適當的月份於夜間使用草鴉的聲音進行回播(playback)，若附近有草鴉存在即會有反應，但這種方法需要較多的人力。

猛禽棲架是近年屏東科技大學鳥類生態研究室所推廣設計的，其原理是於開闢地架設高聳的竹竿或木架，以供猛禽如黑翅鳶停棲使用。為了確認黑翅鳶等猛禽是否有使用棲架，我們可以於棲架上方架設自動相機，透過回收自動相機的照片確認猛禽的使用狀況。若使用具無線傳輸功能的自動相機，更能即時瞭解猛禽的使用狀況。根據屏東科技大學鳥類生態研究室與屏東林區管理處執行之國土綠網計畫成果，屏科大團隊在 2020 年 7 月 4 日於 Facebook 屏東林區管理處披露一段草鴉利用猛禽棲架的影片，證實猛禽棲架不只是白天會有日行性猛禽利用，晚上貓頭鷹類也會使用。

由於猛禽棲架配合自動相機較為節省人力成本，雖然需要購置自動相機，但若架設於有適當管理的田間就相當安全，再者由於本方法所需的監測人力較少，未來可作為棲地改善之成效指標。

##### 二、區域綠網建置操作指引

曾文溪流域範圍廣大，除了下游出海口與鄰近濕地之黑面琵鷺近年受到許多關注之外，中游甚至上游沿線的動物與植物均非傳統之關注對象。故本計畫透過盤點曾文溪流域的動物與植物資源選出草鴉作為本計畫示範之用，但未來還是可以在此區挖掘其他的關注物種。本示範案主要聚焦於曾文溪中游河床地之草鴉棲地，保育面向包含營造草鴉棲息與覓食之棲地、減少農藥與鳥網之影響，並使用猛禽棲架來評估草鴉族群是否有使用。

### (一) 區位指認

1. 彙整曾文溪流域環境中較重要且受關注物種的分布區域
2. 選擇棲地較破碎化、受開發影響大、且有較多重要關注物種研究，以及曾有相關保育作為之鄉鎮為示範區位

### (二) 地理環境與示範區位議題分析

1. 彙整示範區位的地理、人口和產業、水文、交通及地景特色，包含土地利用圖、國土功能分區圖繪製等
2. 彙整示範區位內之生態與保育課題

### (三) 設定保育物種和保育目標

1. 保育物種以保護傘種為佳，草鴉為淺山環境之高階消費者，活動範圍大，故可作為此區域地保護傘物種
2. 因曾文溪流域為人為活動頻繁之區域，區內多私人土地，故願景推動以兼顧居民生計與發展的前提下，營造草鴉的棲息與覓食棲地，並增加其數量。

### (四) 保育復育計畫評估與規劃-營造草鴉棲地

#### 1. 改善棲地品質

- (1) 圖資分析彙整草鴉熱區
- (2) 找出可以操作的區域
- (3) 協調相關單位改善棲地
- (4) 維持鄰近區域的友善農業型態，減少農藥與鳥網的威脅

#### 2. 串聯草鴉棲地-國有土地和友善農業、生態給付的串聯

- (1) 彙整區域內國有土地分布及類型，包含林務局之林班地及保安林，以及國產署土地
- (3) 彙整區域內友善農業和生態給付的位置
- (4) 套疊國有土地和友善農業、生態給付位置、土地利用圖與草鴉可能分布位置之圖層，探討何處可增加友善農業，串聯更多友善草鴉棲地
- (5) 套疊國產署土地和草鴉可能分布位置之圖層，探討何處的土地可優先認養及經營管理規劃

#### 3. 設定短期任務和中長期推動策略

#### (五) 保育復育計畫評估與規劃-維持草鴉棲地的品質

- 1.配合曾文溪河川環境管理計畫提升曾文溪河床草鴉棲地品質並減少威脅
  - (1) 邀請對草鴉繁殖瞭解的學者與 NGO 團體，會同水利單位尋找出營造草鴉棲地的方法。
  - (2) 鼓勵曾文溪中游鄰近友善農業產業。
- 2.掌握族群變化-建立監測指標和平台
  - (1) 彙整執行草鴉監測之法律依據與操作方法
  - (2) 尋找可架設猛禽棲架的地點，並於鄰近社區串連，尋找可以執行監測的志工，建立跨單位之平台
- 3.在地認同-保育草鴉有助於在地居民生活之生態系服務
  - (1) 彙整此區域產業類別，探討其他潛在可加入草鴉保育的產業
  - (2) 評估潛在產業未來有助於草鴉保育的經營方式
- 4.設定短期任務和中長期推動策略

#### (六) 工作推動與合作夥伴

盤點所設定之保育復育計畫評估與規劃之短期任務和中長期推動策略之有關的政府單位以及地方團體

#### (七) 小尺度之議題處理

- 1.盤點草鴉相關議題，選擇有迫切性之議題作為小尺度行動開展之議題
- 2.行動開展議題之圖資分析、蒐集文獻與現場勘查
- 3.建議可優先改善的詳細位置和方式
- 4.評估後續的改善規劃

#### 4.5 原生植群的復育營造—墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案

示範案的第四個議題，為台灣南部熱帶原生海岸植群的復育營造；屏東恆春地區早期受到人為開發影響，導致原有棲地逐漸改變成適合外來種生存環境。因此，能否透過生態造林，移除外來種，恢復原始林相與豐富的生物多樣性？我們以受到銀合歡入侵的恆春半島熱帶季風林，作為探討案例。

##### 4.5.1 區位選取

在 3.1 國土綠網生態分區中，南部及恆春半島的氣候與西南部相似，乾濕季分明，年均溫高、溫度季節性不明顯，而降水具明顯季節性，且山區年降水量高；由於恆春半島屬於特殊的熱帶季風林生態系，故將屏東縣獨立為南部及恆春半島分區。又可分為四個陸域關注區域（參見 3.3.7 陸域關注區域指認結果與圖 4.5-1），其中南一、南二位於屏東北部，與高雄、臺東相鄰；南三、南四則位於恆春半島。

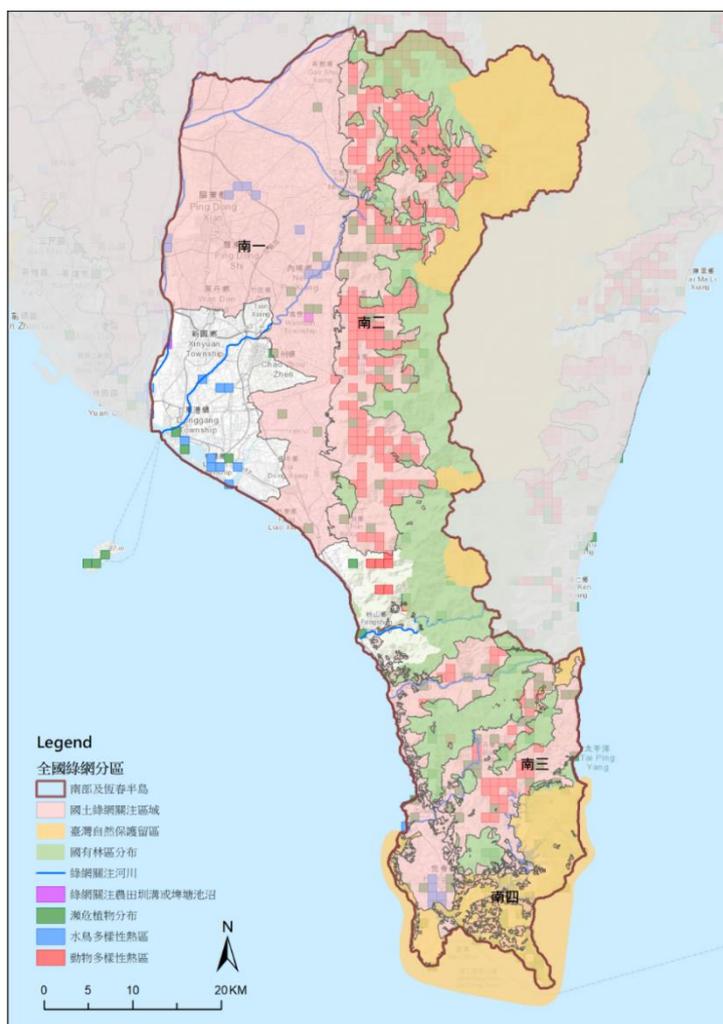


圖 4.5-1 綠網陸域關注區域指認結果 (南部)

恆春半島在地形上屬於中央山脈尾稜，山區林相完整，溪流水量豐沛，主要河川流域如枋山溪、楓港溪、四重溪、保力溪、港口溪，另有眾多獨流溪分布；動、植物生物多樣性高，是許多台灣特有植物的生存區域，也是過境猛禽與度冬水鳥的重要棲息地點。然而，近年入侵恆春半島的銀合歡，由於具強烈排他性，經常形成單一林相，其內動物多樣性低，對恆春半島的生物多樣性有極為負面的影響。屏東林區管理處多年來已在恆春半島移除入侵銀合歡，並以恢復為原生熱帶季風林林相為目標進行生態造林。

因此，我們將墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案選為第四個示範案關注議題；配合此需求，將已知銀合歡分布區域，以及「已移除銀合歡進行生態復育造林」的區域，指定為陸域關注區域「南四」分區，而恆春半島其餘區域則屬於「南三」分區。此二分區之指認概念相輔相成，空間互補，期能在恆春半島移除入侵銀合歡，進行生態造林以恢復熱帶季風林。

南三與南四分區散佈於恆春半島 (圖 4.5-2 與圖 4.5-3)，區內有部分國有林以及低比例的人為活動土地利用型態，重要關注地景散佈於恆春半島，而動物多樣性熱區與瀕危植物分布則以山區較多，本處亦有不少臺灣自然保護留區以及國有林地。本處的河流以楓港溪與四重溪較長，於西南龍巒潭一代有一些水鳥多樣性社區，但本處並無綠網關注靜水水域。綜觀整個恆春半島，在銀合歡分布的區域也與許多重要關注地景重疊，故恢復熱帶季風林將可改善及維護恆春半島豐富的生物多樣性，以維持整體國土生態綠網的完整性。

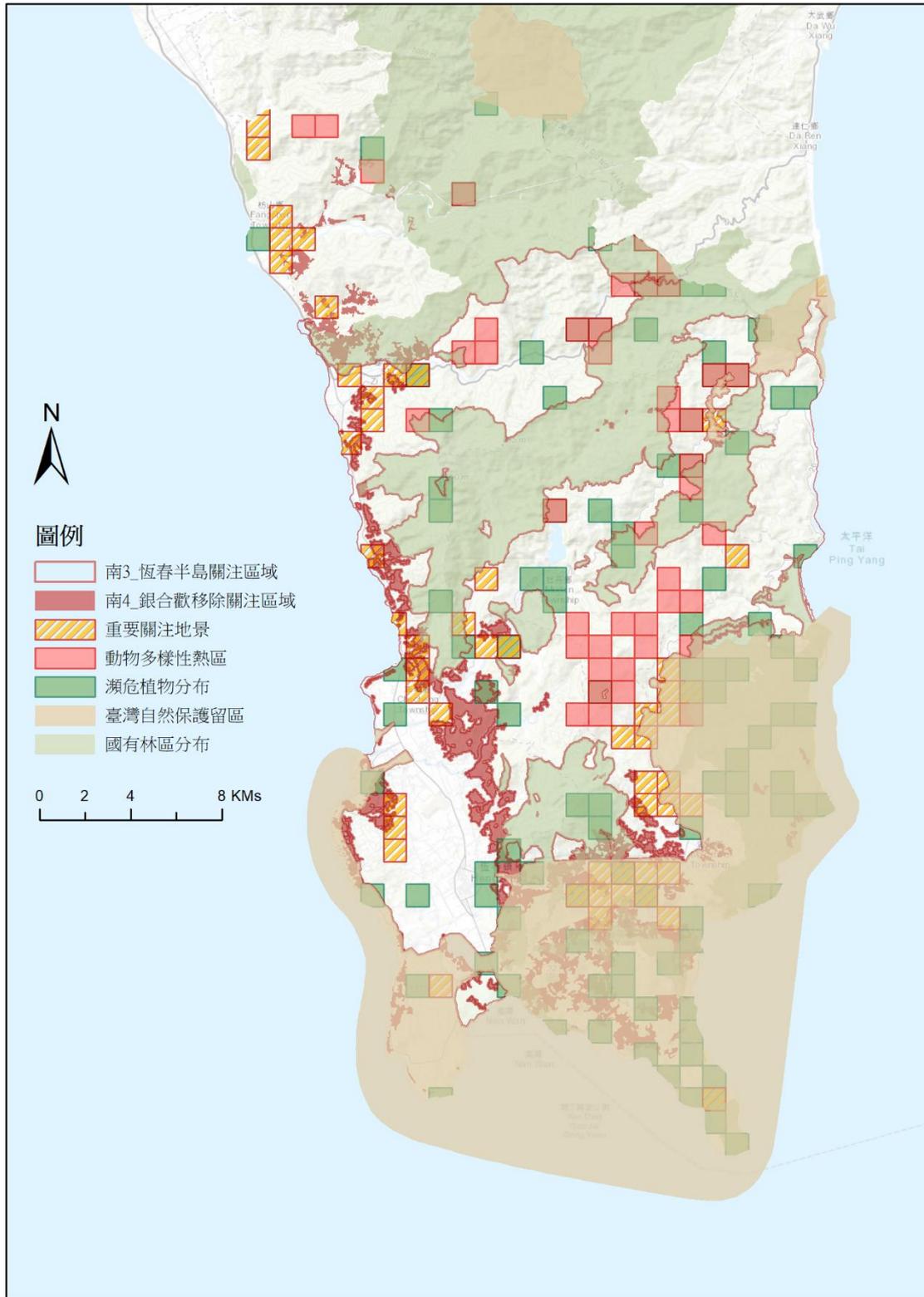


圖 4.5-2 中尺度南 3 與南 4 綠網關注區域—水域

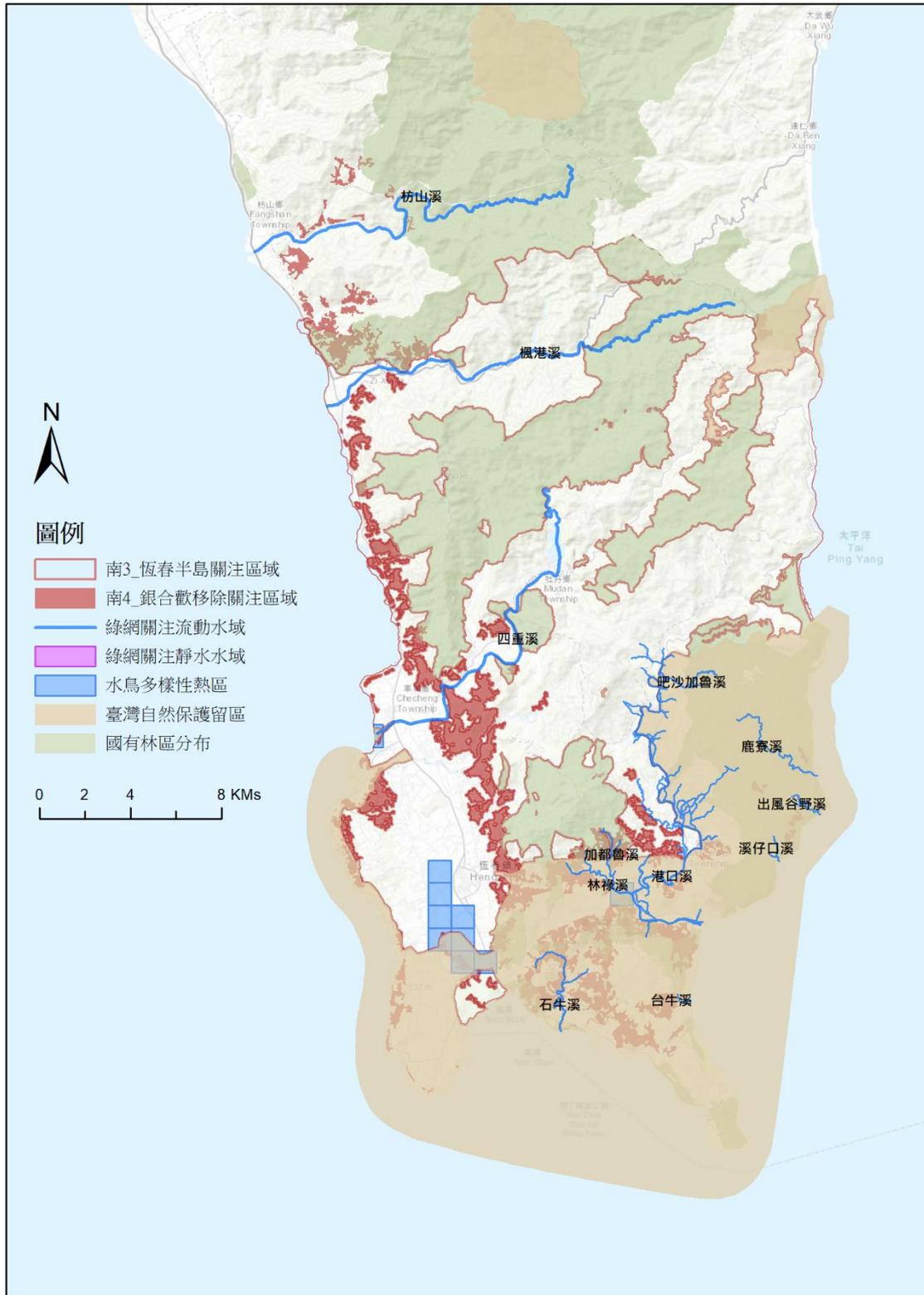


圖 4.5-3 中尺度南 3 與南 4 綠網關注區域—水域

## 4.5.2 環境背景分析

### 一、示範案區位

示範案所選範圍位於屏東縣枋山鄉、牡丹鄉、車城鄉、滿州鄉及恆春鎮範圍之恆春半島共 6 個鄉鎮，其地形主要以低山及丘陵台地為主。地勢方面，以四重溪為界，其地勢分成南北兩部份，四重溪以北到楓港溪南岸，低山綿延，高度約在 600-1,000 m，四重溪以南則以丘陵、台地及平原為主，因此，地形上從大漢山以南，中央山脈相當於以台地姿態伸入恆春地區，高度逐漸降低，此一高平台地被河流切割後，形成現今恆春半島主要之地形。

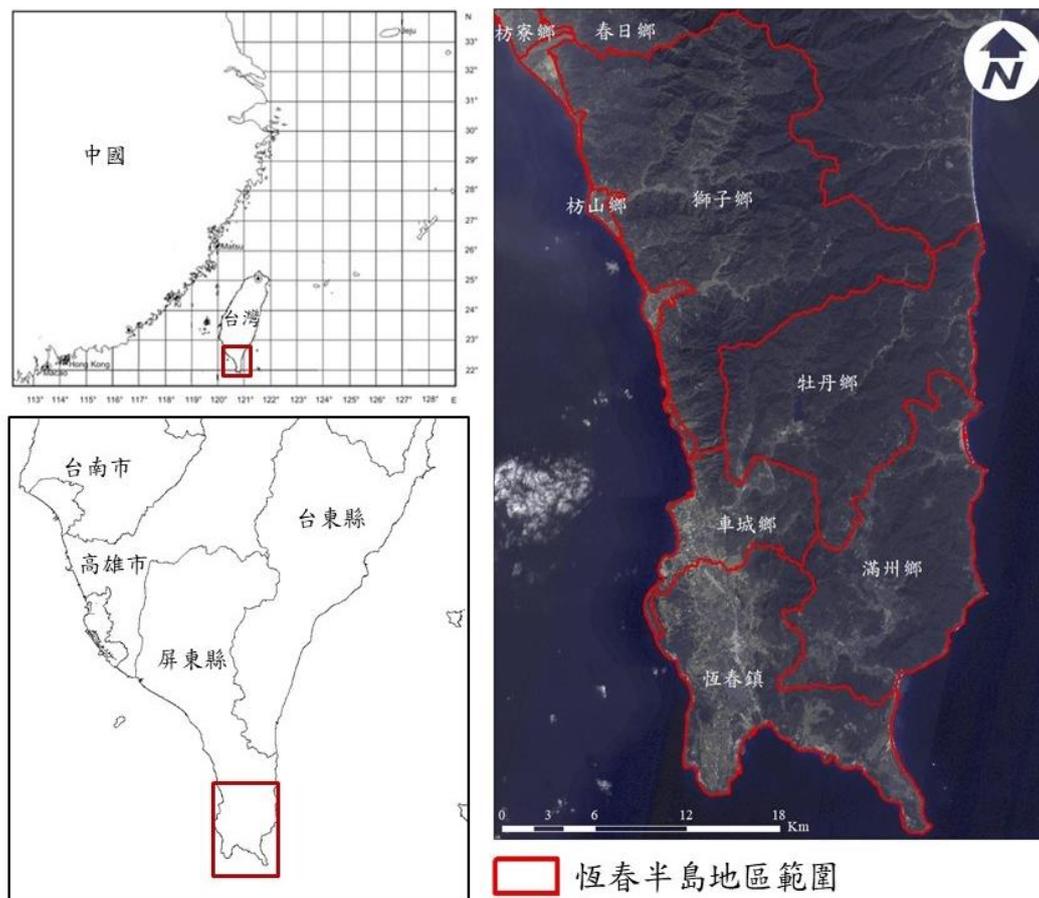


圖 4.5-4 恆春半島示範案區位與鄰近鄉鎮

### 二、地理與流域環境

#### (一) 水系

本區域的河川水系主要為東西向的枋山溪，楓港溪，和安朔溪。由於主分水嶺向東偏移，西坡的河流其有較長的流路與較大的流域面積。在楓港以南，半島山系重心以牡丹池山，高士佛山，四林山至老佛山一帶，作北北東—南南西走向，本區河流概以此線作分水嶺。其主要水系有東北—西南走向的四重溪，和南北走向的港口溪，其餘次要溪流均為東西流向，河谷短促。

## (二) 氣象

氣候方面，以恆春氣候站 1981-2020 年之氣象資料進行統計並進行生態氣候圖分析，由氣象資料統計顯示，研究區氣候屬熱帶性氣候，年溫差不明顯，1 月最冷，其平均氣溫為 20.6°C；7 月最熱，平均氣溫為 28.9°C，年均溫為 25.5°C；年降雨量 2,031.4 mm，降雨主要分布於 5 至 10 月，佔全年降雨量 92.4%，11 月至隔年 4 月為乾季；平均相對溼度介於 73%-87%；年平均風速 3.91 m/sec，7 月至 9 月為颱風盛行季節，10 月至隔年 3 月之東北季風，常因其來向與東北季風相符，風力強大，每秒達 10-17 m，俗稱「落山風」，為本區特殊現象，枋山以南，包括恆春、車城、牡丹、獅子、滿州等鄉鎮所受影響，較其他地方為強烈 (交通部中央氣象局，2020)。

## (三) 交通

受到地型影響，恆春半島道路較為單一，主要屏東至楓港的台 1 線為主，台 1 線終點連接台 26 省道；恆春半島景觀公路以台 26 省道為主，為南台灣環繞恆春半島海岸的省道公路，所以又稱南部濱海公路。由楓港開始，經過狹長的枋山鄉、獅子鄉、車城鄉，終點台東縣達仁鄉安朔，目前通車路段長 67.49 公里，通車路段分別為「楓港—港口」、「港仔—旭海」與「南田—安朔」路段。台 26 省道也連結了車城至保力、壽卡至舊牡丹的屏 199 縣道，恆春至新庄、新庄至港仔的屏 200 縣道、壽卡至楓港的台 9 省道南迴公路及屏 153 鄉道的西海岸景觀道路。

## (四) 人口與產業

恆春半島是屏東縣最南端亦是台灣的最南端，故有「國境之南」之稱，本地區包括恆春鎮、車城鄉、枋寮鄉、枋山鄉、滿洲鄉，據屏東縣政府民政處資料顯示，目前六個鄉鎮人口約 9 萬多人。產業結構方面，早期多數居民多以農業為主，主要作物以洋蔥、山藥及熱帶水果芒果、火龍果等；至墾丁國家公園成立後，產業結構逐漸轉為服務觀光業，近年來屏東縣政府更是全力推動恆春半島地區做為屏東縣發展國際觀光的主要重點地區。

## 三、生態地景特色

恆春半島位在臺灣的最南端，其位置三面臨海，東面太平洋，南瀕巴士海峽，西鄰臺灣海峽，北接恆春縱谷平原、三台山、滿州市街，港口溪、九棚溪等。南北長約 24 公里，東西寬約 24 公里，具有豐富及特色的海岸線及生態。受到季風及氣候影響下，具有豐富的森林形相，本區熱帶林及季風林發達，植物種類眾多：從船帆石到香蕉灣一帶，分布著臺灣本島唯一的熱帶海岸林，特殊的植物種類如棋盤腳、蓮葉桐、瓊崖海棠等等。在自然度高，並擁有森林、湖泊的蔽障的環境條件下，恆春半島也是成為許多候鳥過境、度冬所的主要路線及棲息處。

#### 四、外來入侵種之生物學

每種外來物種入侵均有其原因，無論是物種本身之生理特性或是外在環境因子迫使其進入新的生育地均可能發生，而人為因素往往是最容易造成外來物種出現之最主要原因之一。過去百年來，世界經濟受到全球與自由化之影響，國際間貿易活動頻繁，交通便利，人類為滿足各種經濟社會活動需求，許多物種(包含具經濟價值及觀賞性動植物或新品種等)，均直接貿易、運輸、觀光或是非法走私等進入新生育地；亦有部份外來種藉由運輸貨物時，無意地攜離原生育地，並轉移至新的生育地 (Stohlgren *et al.*, 2011)，此種外來物種如在自然或半自然生態環境中，建立一個穩定及能擴散的族群，即會降低原生態系之生物多樣性 (Biodiversity)，此現象即成為外來入侵種 (IUCN, 2000)。

外來入侵種亦常為生物多樣性遭受衝擊之重要因素，當外來入侵種繁殖及擴張達到生態入侵時，若無法有效管理，即會造成多數原生物種危害，進而影響本土生態系之穩定性 (Jackson, 2015)。因此，外來入侵種除了嚴重危害威脅原生物種的生存外，在基因、物種及生態系等各層面上，亦會對於環境與社會經濟易造成不可逆的影響 (Davis, 2013)。有鑑於此，國際間對於外來入侵種如何預防及防治，以維持生物多樣性及生態系穩定性平衡，被視為生物資源永續發展的重要指標 (Keller *et al.*, 2011; Nikolic *et al.*, 2013)。

一般而言，外來入侵種之入侵過程，可分為 3 個階段，分別為引進 (Introduction)、野化 (Naturalized) 以及擴散 (Pread) (蔣慕琰, 2003)，其入侵過程如圖 4.5-5 所示。以入侵植物為例，係由原產地中以少數個體，藉由各種管道越過地理限制及屏障傳播到新生育地；多數新生育地環境與其外來入侵種之原產地的生育環境有所差異，但外來入侵種能在新生育地環境下快速適應，並藉由繁殖與拓殖潛力，建立新的族群社會，進而改變當地生態環境，並與原生物種產生種間競爭及排擠 (Parendes and Jones, 2000; Kolar and Lodge, 2001)。

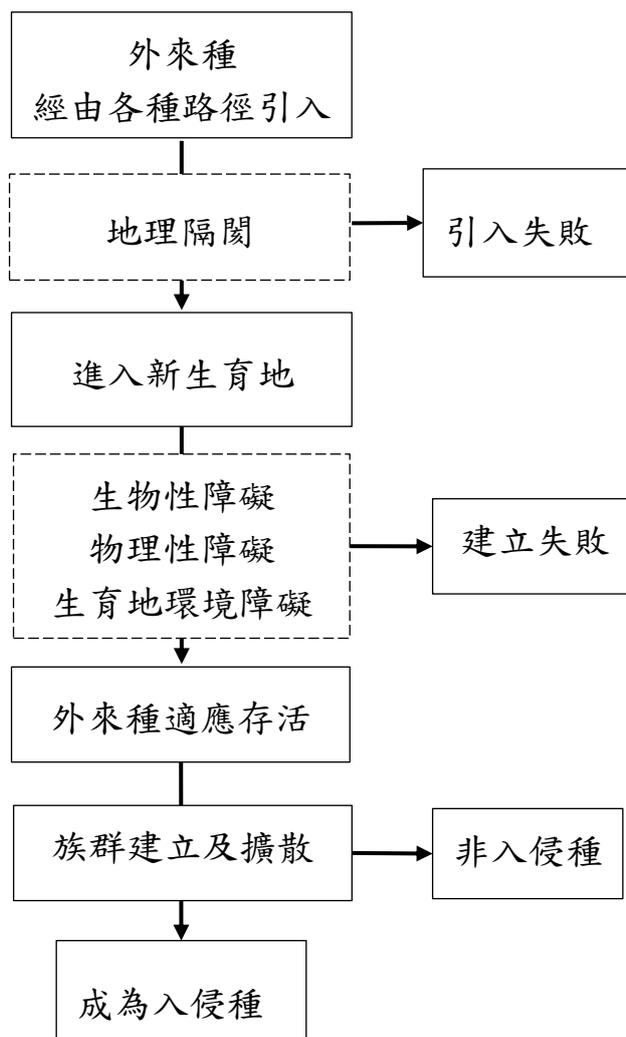


圖 4.5-5 外來物種入侵過程概念圖 (Kolar and Lodge, 2001)

由上圖可知，多數的外來入侵種擴散機制並非單一因子所造成，影響因子包括外來入侵植物生活史、棲地環境及入侵物種其生態生理特性。因此，以銀合歡入侵臺灣地區而言，其主要原因在於銀合歡具有特殊的生存競爭力及外在人為因素所造成，故本計畫對於銀合歡的擴散機制先由銀合歡的引進歷史及其生態生理特性加以探討。

#### 五、銀合歡用途及引進歷史

銀合歡屬於含羞草亞科 (Mimosoideae) 銀合歡屬 (*Leucaena*)，原生地為中美洲和墨西哥尤卡坦半島地區等一帶，目前於世界上大多數之熱帶和亞熱帶地區皆已成為歸化種 (Lim, 2012)，該物種之用途相當多樣化。由於銀合歡屬植物葉子，具有豐富的蛋白質及營養，早期銀合歡相關研究多以畜牧為主，作為植物性補充飼料 (Meena devi *et al.*, 2013)；之後研究中發現銀合歡富含單寧 (Tannins)、胡蘿蔔素 (Carotene)、含羞草氨酸 (Leucenol)、黃酮醇苷

(Flavonol glycosides) 等，具有抗炎和抗糖尿病等功效，可被應用於醫學的藥物製劑 (Chowtivannakul *et al.*, 2016)。銀合歡種子亦由 72-74% 之不飽和亞油酸 (Linoleic)、油酸 (Oleic) 及脂肪酸 (Fatty Acids) 所組成，能提煉工業用油 (Chowdhury *et al.*, 1984)；此外，銀合歡全株會產生類似於阿拉伯樹膠之物質 (Gum arabic) 可作為可食用的穩定劑、乳化劑等食品產業上或是其它產業 (Pendyala *et al.*, 2010)。在食品利用方面，墨西哥和中美洲的土著居民有使用未成熟的豆莢和種子作為食物的紀錄，而在印尼、印度及泰國等東南亞地區，銀合歡的嫩葉、花、種子及幼莢常被當地人拿來做為沙拉的食材，成熟的種子亦被用為咖啡的替代品，此外，銀合歡亦常用於紙漿和造紙生產、綠肥作物 (Lim, 2012) 或是用於崩塌地、受污染地區進行生態恢復過程之植被 (Lins *et al.*, 2006)。

由上述可知，銀合歡在不同產業具有多樣化的利用，有相當高的經濟價值，因此為各國主要引進的經濟樹種之一。在臺灣地區引進銀合歡的引進歷史最早有紀錄的為荷蘭及西班牙人於 16 世紀，為了作為牛、羊等家畜的飼料及供為薪炭材之用並隨著船隊傳入臺灣，當初引入的銀合歡主要為夏威夷型，因此，銀合歡出現在臺灣已有 3、4 百多年的歷史 (潘富俊，2014)。於 1970 年，正值臺灣地區經濟成長時期，許多產業的興起而使紙漿的需求增加，為了提供造紙原料，因此相關產業業者從中美洲地區引進薩爾瓦多巨型銀合歡以供為紙漿用材，由於薩爾瓦多巨型銀合歡由於生長快速、萌芽更新能力強及輪伐期短等特性開始有小面積的種植及相關的研究。本報告整理臺灣有關於銀合歡栽植等相關報告如表 4.5-1 所示。

表 4.5-1 臺灣地區對銀合歡栽植及利用相關研究

年份	研究題目	內容	作者
1986	耐寒及抗酸性銀合歡種類五年之生長比較	對於異葉銀合歡 4 個品系栽植於酸性土壤，比較各系銀合歡生長之差異，並發現受氣溫影響，不同品系銀合歡有生長季節之差異。	施文君、胡大維、潘富俊
	薩爾瓦多型銀合歡苗木在銨態及硝酸態氮源介質的生長	分析 NO <sub>3</sub> -N/NH <sub>4</sub> -N 不同比例的 Hoagland and Arno 的營養液對薩爾瓦多型銀合歡不同型態氮源的適應性。	洪富文、孔繁熙、張淑玲
1987	異葉銀合歡之組織培養	取四倍體及三倍體異葉銀合歡不同組織進行無菌播種培養，並找對不定芽誘導最適合之組合。	潘富俊、張淑華
	銀合歡人工林生物量估算方法之比較	透過 5 種常用之生物量估算方法，以實際生物量做為依據進行銀合歡人工林生物量估算，並找出最適合的估算方式。	劉宣誠、高毓斌
	恆春地區三至五年生銀合歡林分地上部養分聚積與循環。	探討 3 至 5 年生銀合歡林分地上部主要養分之聚積量及循環，供為其施肥量以及維護林地長期生產力之參考。	程偉兒、沈慈安
1988	土壤 pH 值對異葉銀合歡苗木生長及養分含量之影響	對於異葉銀合歡 4 個品系和薩爾瓦多型銀合歡栽植於不同土壤 pH 值樣區，比較各系銀合歡生長之差異。	程偉兒、潘富俊
	雙重接種對銀合歡生長和養分吸收量之影響	針對薩爾瓦多型銀合歡對不同 pH 值土壤和不同接種處理對 4 個月大苗木之影響。	潘富俊、程偉兒
	孟宗竹與銀合歡人工林生物量之綜合關係式	研究導出銀合歡單株或林分之各部位生物量之關係式，作為生物量資源調查之依據。	劉宣誠、高毓斌
	裏地區酸性土壤之改良對銀合歡生長之效應	探討 pH 值調整與化學肥料施用，對銀合歡其生長及生產力之影響。結果顯示，此二種改良作業均有助於初期之生長。	孔繁熙、高毓斌、楊武俊
1990	新品系銀合歡在不同生育地之四年生長	對於不同海拔高度及不同 pH 值土壤之試驗地，栽植 4 類品系的銀合歡，找出各品系銀合歡適合的生育環境。	潘富俊、施文君、陳逸銘
1991	異葉銀合歡優劣苗生長之比較	對於異葉銀合歡進行苗木選拔，觀察優質及劣質生長情況並比較。	潘富俊

年份	研究題目	內容	作者
1992	留存萌蘗枝數對銀合歡萌芽更新林分生長的影响	探討銀合歡留存萌蘗處理及未處理在累積生長值上的差異。	潘富俊、施文君、馬復京
2007	銀合歡木材與輪胎廢料研製固態生質燃料之可行性	探討將銀合歡材研磨成粉並與輪胎廢料，依五種質量比所製成的固態燃料磚間的差異。	林曉洪

由表 4.5-1 顯示，臺灣地區有關於銀合歡研究，多集中於 1980-1990 年代，以林業試驗所為主，多以培養及栽植等育林方面的研究為主，並以屏東縣南州、恆春、台東太麻里等地區為主進行造林樣區種植。到了 1990 年後受到經濟及相關產轉型的影響，以農業為主的生產型態，轉為工業生產之經濟結構，銀合歡其經濟價值不如預期而用途效益日趨下降的清況下，又受到木蝨大面積危害而告終止，部份銀合歡人工林分則未繼續經營而廢棄 (呂福原、陳民安，2002)。由上述可以知道，銀合歡在很早期就已被引入於臺灣地區，並在 1980 年代開始才有大面積的造林。但除了引進行為之外，銀合歡能成功成為入侵種其主要原因除物種的生理特性外，生育地受到外在干擾亦為重要原因；Vítková *et al.* (2017) 研究中指出當生育地遭受外力干擾時，將提高植物入侵的發生機率，而干擾程度、頻率及幅度大小越強烈，外來植物入侵機率越高。干擾除了對於原生植群造成嚴重破壞，並會造成生育地的破碎化，而促使生育地環境的改變，如光度增加、土壤養分減少、種間生長棲位改變、種間競爭強度增加等 (Wilson and Pinno, 2012)。

以恆春地區為例，恆春半島丘陵綿亙、土壤貧瘠，除灌溉便利地區種植西瓜、洋蔥、水稻之外，多數丘陵地區早其多栽植瓊麻作物以提供採織製纜；但受到工業轉型影響之下麻繩漸為尼龍繩取代，麻業遂日趨式微，由圖 4.5-6 能得知，1980 年以後瓊麻產業逐漸沒落，恆春地區瓊麻栽植面積開始逐年下降到了 1988 年後恆春地區就無栽植瓊麻的農地 (胡金印，2002)。加上 1984 年墾丁國家公園成立後，恆春地區之社會經濟由農業轉為服務業，農業從事人口逐漸下降至 1995 年後臺灣加入世界貿易組織後，對於國外農產品採取進口並逐步降低關稅，使得多數本地農產品價格無法與進口農產品競爭，農業產值逐年降低，更是降低當地願意從事農業人口意願，導致多數的瓊麻田及農地廢耕而成為廢耕地，提供了銀合歡野外族群入侵的空間 (李昭宗，2003；Hu, 2002)。

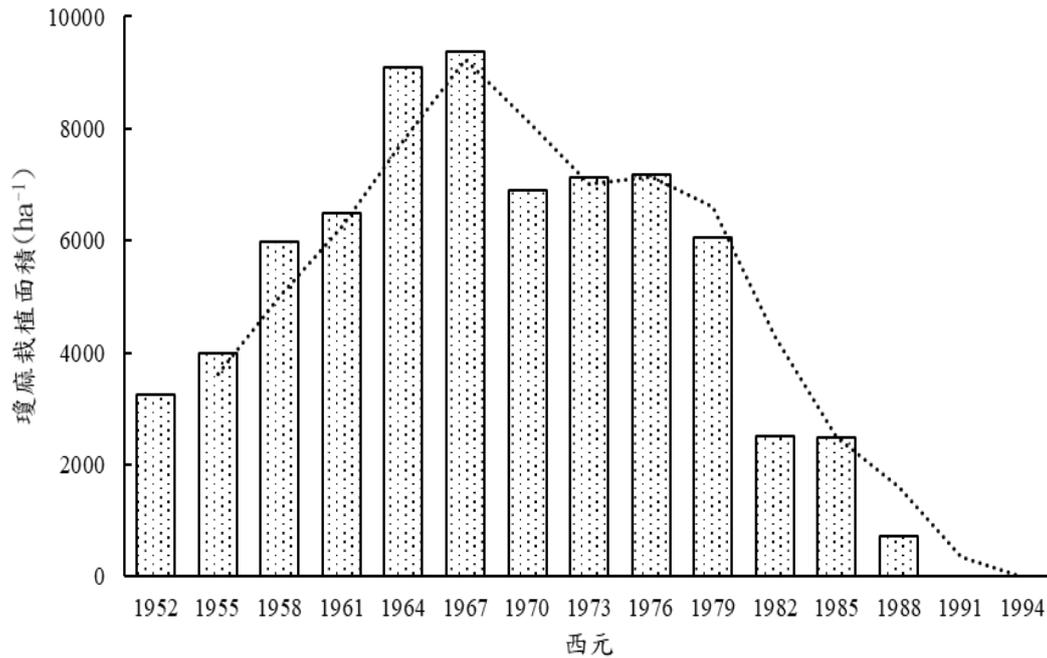


圖 4.5-6 恆春地區例年瓊麻栽植面積 (胡金印, 2002)

由歷史文獻來看，恆春地區在 1980-1990 年代時有於野外進行小面積的造林實驗，但銀合歡族群仍未發生大面積的入侵現象；在銀合歡利用部份，恆春地區早期農民因生活型態所需，仍會利用銀合歡木材及葉、種子，進行防風籬製作、飼養牲畜及薪炭用材之用，因此銀合歡雖在恆春地區野外成為部份植群社會之優勢樹種，但仍受限於部份區域。在受到廢耕地面積增加，這些人為嚴重干擾的廢耕地為銀合歡提供合適的生育環境，並造成目前在恆春地區銀合歡嚴重入侵的主要原因。

#### 一、銀合歡型態及物候

銀合歡形態特徵為常綠樹種，樹高約 4-18 m，為深根性之灌木或喬木；葉型為二回羽狀複葉，其羽片 4-9 對，小葉 7 (11)-22 對，長 8-16 mm，寬 2-7 mm，暗灰綠色，無毛先端銳形；花為頭狀花序具長梗，白色，具淡香，直徑 15-20 mm，每個花序具 160-200 花朵；莢果長條扁平，長約 14-26 cm，寬 1.5-2 cm，每莢果內具種子 15-30 枚，種子為卵形長橢圓形或橢圓形扁平狀，長 6-10 mm，種子未成熟時為綠色，成熟後轉為褐色並具光澤 (Lim, 2012)。銀合歡在大多數時期，樹上同時存在花，不成熟和成熟的豆莢 (圖 4.5-7)。因此，銀合歡具有旺盛生長活力，種子一年四季不斷，其種子產量據估計胸徑 8.0 cm 以上之銀合歡的單株種子年產量可達 10,000-30,000 粒 (李昭宗, 2003)。

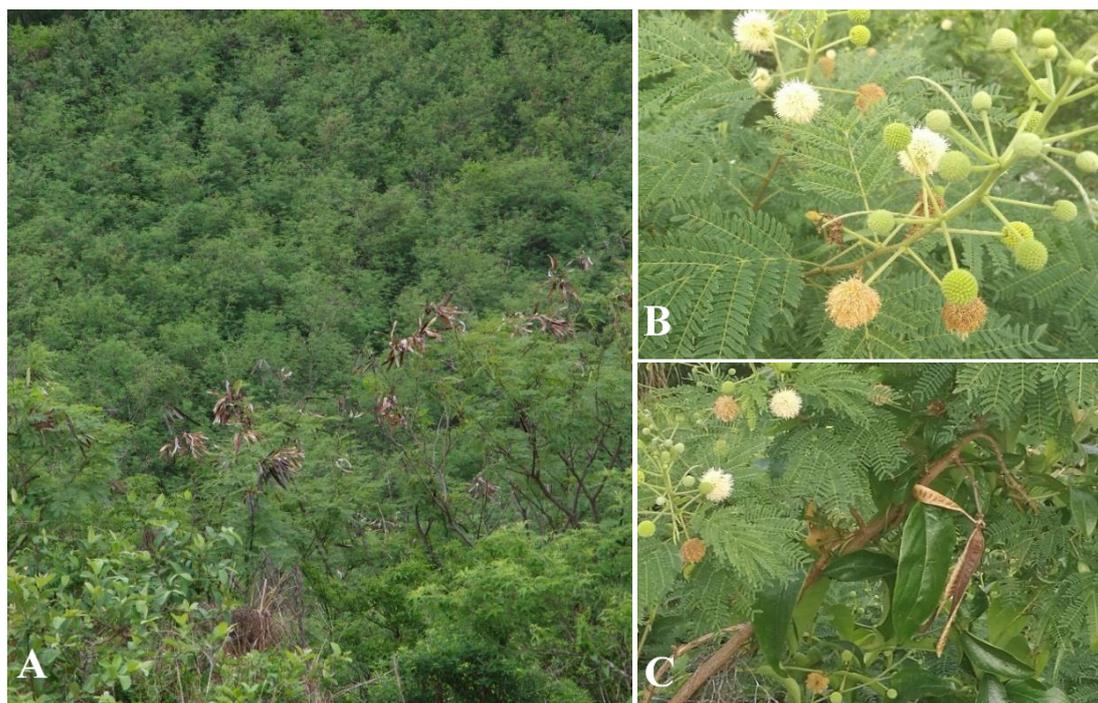


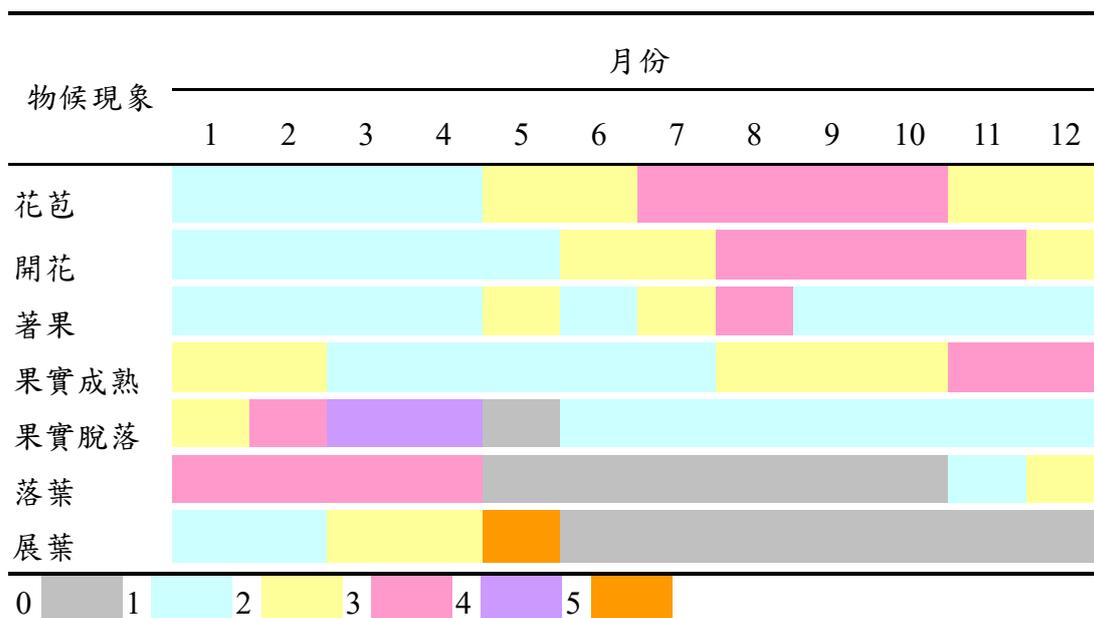
圖 4.5-7 銀合歡生長性狀 (A.銀合歡全株、B.花序、C.豆莢)

銀合歡在繁殖生理特性上易產生種內雜交而形成新品系，由研究文獻來看，全世界銀合歡品系多達 100 多種以上，而目前存在於恆春地區之銀合歡以 3 種品系為主，分別為薩爾瓦多型 (Salvador type)、夏威夷型(Hawaii type)及秘魯型 (Peru type)，3 種品系銀合歡之生長型態有顯著的差異 (表 4.5-2)；然而，在這 3 種品系中易造成入侵危害的銀合歡品系主要以夏威夷型銀合歡為主 (呂福原、陳民安，2002)；其中主要原因為夏威夷型銀合歡在生長特性上，相較於其它 2 品系銀合歡，更能適應恆春半島地區的生育環境，加上夏威夷型銀合歡生長勢及繁殖力極強，受入侵嚴重之生育地，會形成銀合歡純林的林相且會造成其他本土樹種無法共存之現象，因此已被列為嚴重危害臺灣地區之生態入侵物種，為目前外來植物入侵之主要防治對象。

表 4.5-2 銀合歡種內變異型比較(呂福原、陳民安，2002)

變種名	樹高 (m)	小葉長 (mm)	莢果長 (cm)	種子長 (cm)	說明
薩爾瓦多型	20	10-18	18-26	8-11	幼枝平滑。
夏威夷型	8-18	7-12	12-18	5-7	略灌木狀，幼枝被白色短毛。
秘魯型	20	10-18	18-26	8-11	與薩爾瓦多型相似，但多枝且分枝點低。

在物候方面，李昭宗 (2003) 曾利用 Braun-Blanquet 尺度，量化銀合歡各月物候現象如圖 4.5-8 所示，由圖中可知恆春地區銀合歡生活週期短，幾乎終年可見銀合歡花苞、開花、著果、果實成熟及果實掉落，其花期應屬於次週年期性 (Sub-annual)，一年至少有兩次開花期，如果水分充足終年均可以開花，舊豆莢未完全掉落，新豆莢已開始出現。然而，銀合歡終年生長旺盛，仍受到氣候影響，進入乾季其花苞、開花明顯下降。而物候現象會受到微生育地環境之差異，在同一季節乾旱環境將導致銀合歡樹葉易全株落光，若在土壤含水量較高的生育地，則會產生不落葉或部份落葉，同時會有開花、著果的現象。



註：分成 0-5 級尺度，以上列顏色表示程度的大小。

圖 4.5-8 墾丁國家公園銀合歡物候圖(李昭宗，2003)

## 二、銀合歡的危害生理特性

許多研究指出，植物生活史及其生態生理特性，為決定外來植物是否成功入侵之重要影響因素 (Ordonez *et al.*, 2010)。一般成功入侵的外來種，其對生育環境的適應幅度較廣，且對環境逆境有較強的忍耐力，如耐蔭、耐貧瘠土壤、耐污染等，此種生理生態特性，使外來植物可以與原生植物產生生長競爭，並佔據原生植物不能利用的生態地位 (Richardson *et al.*, 2000)。由銀合歡的生理特性上能得知，銀合歡為豆科植物，根系發達並為深根性之樹種，其根系與多數的豆科植物相同，具有根瘤菌共生之特性，能將大氣中之遊離態氮，還原轉化為植物能利用氮化合物之固氮作用 (Nitrogen fixation) (Le Maitre *et al.*, 2011)；Vincent *et al.* (2018) 研究中指出銀合歡之根系能與土壤中叢枝菌根菌 (Arbuscular Mycorrhizal Fungi, AMF) 及外生菌根真菌 (Ectomycorrhizas, EcM) 緊密的結合，產生共生效應 (Symbiotic effect)，能減低重金屬對於植物所產生之毒性，增加共生植物之耐受性，根瘤菌內之固氮酶能協助銀合歡氮吸

收及利用，促使銀合歡相較於其它物種，更能適應貧瘠及遭受污染的生育環境。圖 4.5-9 為恆春某一地區經火燒後植生回覆情況，透過調查顯示經由火燒干擾後土壤嚴重裸露，加上恆春地區氣候條件及地理環境因子下，一般先驅植物較不易進入，然而經由火燒後 2 年後進行實地調查後發現，該地區的地被植物多由銀合歡所佔據，顯示銀合歡具有強勢的生理特性能夠適應恆春地區的環境。



圖 4.5-9 恆春地區火燒基地前後植生覆蓋情況

除此之外，銀合歡為陽性樹種，當棲地具有充足陽光及林分空間時其生長勢快速；Prasad *et al.* (2011) 於南印度安得拉邦地區，進行銀合歡不同密度下，對生長、生物量分配和木材生產力的影響，其結果顯示，在低密度下對於銀合歡樹高、胸高直徑 (Diameter at Breast Height, DBH) 會顯著增加生長，其年高度生長為 3.1-3.7 m、DBH 生長量為 1.5-2.6 mm 左右。銀合歡具有強勢的萌蘖更新能力 (圖 4.5-10)，銀合歡砍伐後，易從砍伐處或是根株上萌芽萌蘖，砍伐 1 年後每個根株平均約有 7-9 萌蘖；待 6 年後其萌蘖生長之枝條，其累積生長量與正常之銀合歡無異，顯示當生育地受到外來干擾時，銀合歡較其它物種更能於干擾後之生育地生長，並易形成優勢種 (潘富俊等，1993)。



圖 4.5-10 銀合歡於砍伐及伐倒木處萌蘖情況

外來入侵植物皆具有強勢之有性繁殖能力，能一年多次開花，產生大量的種子與幼苗，種子發芽率高且易於傳播，幼苗生長快，幼齡期短等特性，其在新生地能快速建立種群 (Richardson *et al.*, 2000; Richardson and Pyšek, 2012)，銀合歡亦不例外，全年皆能開花、結種，據統計全株可形成 700-1,000 左右之果莢，每 1 個果莢約含有 15-20 粒之種子，因此，全年銀合歡能生產大量種子 (李昭宗，2003；郭耀綸，2007)，且因其果莢及種子質量輕，在恆春地區之東北季風及颱風的影響下，有利果莢飄散及種子的散播 (李昭宗，2003)。有關銀合歡的入侵國內外有相關的研究，例如 Jurado *et al.* (1998) 於墨西哥東北部銀合歡林地，進行全面整理後，進行地被植群調查，結果顯示林地在全面整理後地被植群種類共有 36 種，但仍以銀合歡小苗主要優勢種；銀合歡小苗從林地全面整理至種子萌發，可在一年內佔據整個林地；另外國內，林其臻 (2011) 進行銀合歡種子發芽及小苗更新特性的研究指出，銀合歡小苗生長快速，在全光及光度 70% 環境下栽植 6 個月，其銀合歡小苗之苗高生長可達 35.4-66.6 cm、地徑則為 7.6-9.8 cm，呈現快速成長的競爭潛能。

銀合歡每年除能大量產生種子，而形成種子雨之外，其掉落於地表之種子，在日積月累下，能在枯枝落葉層及土壤表層，形成土壤種子庫 (Warr *et al.*, 1993)。一般而言，土壤種子庫能區分為 3 種類型，類型 A、B 稱之為暫時性 (Transient) 種子庫，此類種子受到生長季節影響，僅在出現 1 年中的部份時期；類型 C 則稱之為持續性 (Persistent) 種子庫，指土壤種子終年皆保持量多而穩定之種子 (Nakagoshi, 1985)。林其臻 (2011) 於恆春地區進行銀合歡林分土壤種子庫調查研究指出，土壤表層至土層 5 cm 處銀合歡種子密度能高達 1,900 粒/m<sup>2</sup>，此外，銀合歡土壤種子庫屬類型 C 之持續性種子庫，在受到威脅、干擾及極端的生育地環境時，種子能潛伏於土壤中，等待特定條件及環境適合生長、發芽時，可在同一地點重複發芽生長。

劉恩妤等 (2018) 針對夏威夷型銀合歡與 5 種臺灣原生樹種 (相思樹 (*Acacia confusa*)、茄苳 (*Bischofia javanica*)、草海桐 (*Scaevola taccada*)、水黃皮 (*Pongamia pinnata*) 及欖仁 (*Terminalia catappa*)) 種子不同溫度的發芽表現；透過夏威夷型銀合歡在不同發芽階段的耐旱能力，藉以探討夏威夷型銀合歡族群在臺灣擴展的優勢性。研究結果指出夏威夷型銀合歡種子任何溫度處理下發芽率皆低，僅約 8-16% 且發芽不同步，顯示夏威夷型銀合歡種子能藉由休眠來延長時間尺度的發芽分配；在不同溫度環境下，夏威夷型銀合歡磨破種皮後的發芽率幾乎達 100%，且在低溫 20/10°C 環境下，種子平均發芽天數分別只需 4.2 及 5.7 天，顯示種子休眠解除後具備極大的發芽潛力。研究中也指出夏威夷型銀合歡胚根突出長度至 2 mm 的耐乾燥能力較相思樹高，顯示夏威夷型銀合歡種子具有結構的休眠，解除休眠後的發芽率高，發芽適溫範圍廣，及發芽種子耐旱能力強等特性，由此可知夏威夷型銀合歡本身的生理特性皆是有利於族群擴張的重要因素。

外來植物與原生植物之間往往存在著相互抑制作用，有時候是導致入侵成功的重要元素，例如，植物在貧瘠、乾旱、鹽份高及高紫外線等不良生育地中，常會改變植群結構及植物之生化反應來適應環境 (Young *et al.*, 2009)。銀合歡於原生育地為多年生常綠灌木或喬木 (Lim, 2012)，其在遺傳上並非落葉樹種，然而恆春地區銀合歡有顯著假落葉現象 (林昭宗，2003；呂明倫等，2009)；林昭宗 (2003) 進行恆春地區銀合歡物候研究中發現，10 月份恆春地區開始盛行東北季風，土壤水分蒸散旺盛且雨量減少，此時為恆春地區乾季季節；然而銀合歡為適應乾燥環境，以落葉方式度過乾旱期，並藉此完成果莢乾熟種子迸裂散佈的機制，而到濕季來臨時，大量的雨水供應及適宜的氣候條件又促使葉子迅速長出。Wolfe and Bloem (2012) 對於銀合歡入侵波多黎各之熱帶及亞熱帶退化森林研究，發現在乾季時水分成為當地原生樹種生長的限制因子，然而銀合歡相較於其它樹種生長率高，並能在種子發芽生長 8 個月後開始產生種子，其主要原因為銀合歡相較於其它原生樹種，其根系分佈旺盛，可提高水分利用效率，該研究指出銀合歡可在不同程度乾旱的逆境下，以形態及生理的改變來適應環境。

植物之間常以光、養分及水分等環境資源為競爭之對象，此種競爭彼此之間均受到抑制，因此在族群擴展，屬於負面的相互作用，當兩個族群共存於同一生育地時，因競爭作用而導致其中一種族群消失時，稱為競爭排斥原理 (Competitive exclusion principle) (Capitán *et al.*, 2017)，會產生競爭排斥，通常係因植物會製造有毒物質來抑制其它植物生長，此稱作相剋作用或是毒他作用 (劉崇瑞、蘇鴻傑，1983)，相剋作用會影響伴生物種的演替、優勢度、歧異度、植物社會結構及生產力。許多外來入侵植物為了在新的生育地與其它植群競爭，會採取向環境釋放化學物質的方式來影響，或排擠其它植群生長，使自身族群在資源競爭上能夠取得優勢 (Zimdahl and Brown, 2018)。銀合歡全株，包括根、莖、葉及種子皆具有含羞草素，是一種氨基酸類毒 ( $\beta$ -(3-hydroxy-4-oxopyridyl) $\alpha$ -amino-propionic acid) (Jones and Megarrity, 1986)，可由體外分泌或藉由凋落物方式，將含羞草素累積於土壤之中，對其它物種產生毒他作用，達到抑制其它植物種子發芽及生長，增加銀合歡族群競爭的能力 (Kuo, 2003)。

### 三、恆春地區銀合歡的生態入侵現況

為了解目前恆春地區銀合歡的生態入侵現況，本報告整理歷年來有關於恆春地區銀合歡入等相關研究報告與資料，如表 4.5-3 所示。

表 4.5-3 歷年銀合歡入侵研究報告

年份	作者	研究題目	出處
1976	陳德順、胡大維	臺灣外來觀賞植物名錄	川流出版社
1983	郭耀綸	銀合歡之植物相剋潛能研究	國立臺灣大學森林學研究所碩士論文
1989	陳朝圳、范貴珠	恆春地區巨型銀合歡生長與收穫之研究	屏東農專學報
2001	陳朝圳	外來植物入侵對森林生態系經營之衝擊	中華林學會九十年年會及會員大會特刊
	郭耀綸	外來入侵種長穗木之個體生態學性狀及相剋作用活動潛力	臺灣林業科學
2002	呂福原、陳民安	墾丁國家公園外來種植物對原生植群之影響以銀合歡為例	墾丁國家公園管理處保育研究報告
2003	李昭宗	恆春地區銀合歡入侵及擴散之研究	國立屏東科技大學森林系碩士論文
2004	楊剛	遙測資訊應用於墾丁國家公園地景變遷監測之研究	國立屏東科技大學森林系碩士論文
2005	關召芳	恆春半島土地利用型對地景破碎化之影響	國立屏東科技大學森林系碩士論文
2006	鍾玉龍、呂明倫	SPOT 衛星影像於墾丁國家公園銀合歡入侵分布之繪製	臺灣林業科學
2007	金絮之等	墾丁國家公園銀合歡入侵之研究	華岡農科學報
2008	呂明倫等	墾丁國家公園四種優勢植群之地面光譜分析	航測及遙測學刊
	馮郁筑	航空照片應用於恆春半島之銀合歡植群擴散	國立屏東科技大學森林系碩士論文
	陳朝圳	銀合歡砍除更新造林對於銀合歡入侵抑制之影響	屏東林區管理處委託計畫(編號 97-06-5-03)
2009	呂明倫等	恆春半島銀合歡入侵分布之動態與區位分析	航測及遙測學刊
2010	吳坤真	墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係	國立屏東科技大學森林系碩士論文
2011	陳建璋等	航空照片應用於恆春半島尖山、關山、後灣與大尖石山地區之銀合歡植群擴散	華岡農科學報
2013	吳坤真等	墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係	國家公園學報
2016	呂明倫	外來入侵物種銀合歡族群擴散模擬之研究	航測及遙測學刊

年份	作者	研究題目	出處
2017	陳朝圳	銀合歡移除復育之生態效益評估	行政院農業委員會林務局委託研究計畫
2017	郭家和等	恆春半島銀合歡移除後造林對生物多樣性之影響	中華林學季刊
	郭家和、陳朝圳	恆春海岸地區銀合歡移除造林初期之苗木生長表現	林業研究季刊
	郭家和	恆春半島地區銀合歡移除造林及其生態服務價值評估	國立屏東科技大學生物資源研究所博士論文
2018	郭家和等	恆春半島地區銀合歡移除復育造林之生態系服務功能效益評估	國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告
	Chen <i>et al.</i> (2018)	Forest disturbance leads to the rapid spread of the invasive <i>Leucaena leucocephala</i> in Taiwan	Journal of Rakuno Gakuen University

由歷年的研究報告皆指出，銀合歡除了造成當地原生植群社會組成及結構的改變之外，亦會嚴重影響生態系的功能，包括生態系的劣化、生物多樣性、林地生產力的下降及水分、養分循環的改變等，對於當地生態及經濟各方面造成重大的威脅及損失 (Vilà *et al.*, 2011; Rabitsch *et al.*, 2016)。過去對於銀合歡的生態入侵其與原有植群的競合關係已有多篇研究，例如金絮之等 (2007) 利用航空照片，進行墾丁國家公園內不同入侵程度之銀合歡分佈圖建立，由結果得知，在墾丁國家公園內中，以一般管制區域之銀合歡入侵程度總面積最大，佔一般管制區域區內高達 61.1% (表 4.5-4)；其主要原因為該區域受到開墾後造成地表裸露及原始林受到破壞，已成為銀合歡之最佳生育區，顯示銀合歡入侵與土地開發程度具有密切相關。

表 4.5-4 墾丁國家公園各分區面積及銀合歡所佔百分比(金絮之等 2007)

名稱	生態保護區	特別景觀區	史蹟保存區	遊憩區	一般管制區	其它區域
面積 (ha)	4,981.2	1,601.1	12.4	296.4	10,800.6	337.1
銀合歡所佔百分比 (%)	28.2	9.1	0.1	1.7	61.1	1.9

呂明倫、鍾玉龍 (2007) 對於銀合歡空間分佈特徵之研究，繪製墾丁國家公園銀合歡與非銀合歡植群的空間分佈圖，依據研究區海拔高及道路距離劃設不同研究區域之範圍，其結果發現，銀合歡於海拔 0-100 m 以及距離道路 0-500 m 區域所占面積最多且皆呈現均勻分佈；道路與海拔高為銀合歡重要之環境控制因子，主是原因為這些區域人為干擾頻繁，人類活動及干擾後往往造成

地表裸露或是造成開放環境，當林地不受遮蔽受光量大又無其它植物競爭，為銀合歡最合適的生育地，並助長銀合歡的入侵與擴散。郭昱君(2008)利用1976-2007年土地覆蓋資料，結合各時期之銀合歡分佈，進行土地利用型態的改變與環境限制，對銀合歡分佈影響之驗證，以瓊麻栽植區域、道路、土地經營管理類型和地形因子等變數，結合不同解析度的網格系統，進行判別分析，建立棲地分類模式，結果顯示影響墾丁國家公園銀合歡分佈的主要因子為過去瓊麻栽植、道路距離、國家公園管理嚴格度及海拔等，並支持土地利用型態的改變會導致棲地受到干擾，進而增加外來物種的入侵機會之假說。

呂明倫等(2009)利用遙測技術，建立恆春半島銀合歡空間分佈資訊，並配合地形與土地利用相關的因子，進一步建構線性迴歸模式與環境因子間的相關程度，監測銀合歡入侵之動態發展，結果顯示與海拔高、坡度、道路與農地皆達顯著性。吳坤真等(2013)藉由多期SPOT衛星影像進行土地利用分類，探討墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係。由銀合歡分佈之面積比例與其地景指數之分析得知(表4.5-5)，地景破碎程度與銀合歡入侵程度具有關聯性，相關性分析之最大嵌塊體指數呈負相關，Shannon's地景多樣性指數呈正相關，顯示由人為活動所帶來的干擾，會對於地景嵌塊體類型產生破碎化，並導致增加銀合歡入侵的機會。

表 4.5-5 地景指數與銀合歡入侵比例之相關性測試結果(吳坤真等，2013)

	NP	PD	LPI	MPS	MSI	MPFD	SHDI	<i>L area</i>
NP	1.00	1.00**	-0.61**	-0.88**	-0.07	-0.11	0.66**	0.09
PD		1.00	-0.61**	-0.88**	-0.07	-0.11	0.67**	0.10
LPI			1.00	0.62**	-0.13	0.09	-0.90**	-0.31*
MPS				1.00	0.09	0.20	-0.70**	-0.21
MSI					1.00	0.86**	0.09	-0.23
MPFD						1.00	-0.05	1.00
SHDI							1.00	0.45**
<i>L area</i>								1.00

\*  $p < 0.05$  ; \*\*  $p < 0.01$  ; NP : 嵌塊體數量 ; PD : 嵌塊體密度 ; LPI : 最大嵌塊體指數 ; MPS : 平均嵌塊體大小 ; MSI : 平均形狀指數 ; MPFD : 嵌塊體平均碎形維度 ; SHDI : Shannon's地景多樣性指數 ; *L area* : 銀合歡面積比例。

由上述前人研究結果皆指出造成銀合歡族群擴張的外在主要因素，可能是受到區域人為干擾頻度頻繁的清況下，造成地表裸露或是造成開放環境；以恆春地區為例，土地利用改變最主要是早期的瓊麻田廢耕後而造成露裸地產生。由胡金印(2002)報告中能看到1970年恆春地區瓊麻田的空間分布，並透過陳朝圳(2017)利用1988、1993、1999、2004、2008、2013及2016年恆春

半島 (獅子鄉以南) 之 Landsat 系列衛星影像，進行銀合歡分布辨識，分析 28 年來銀合歡之面積消長情形結果圖來看能看出恆春半島地區銀合歡入侵分布與瓊麻田的空間分布有高度的重疊。呂明倫 (2009) 指出銀合歡的生長較偏好於低地、緩坡，以及近道路與農地並顯示銀合歡入侵多為人為干擾明顯之區域，與陳朝圳 (2017) 研究中銀合歡分布趨勢亦相符合，顯示恆春地區銀合歡入侵在空間變化上有高度的相關性 (圖 4.5-11)。

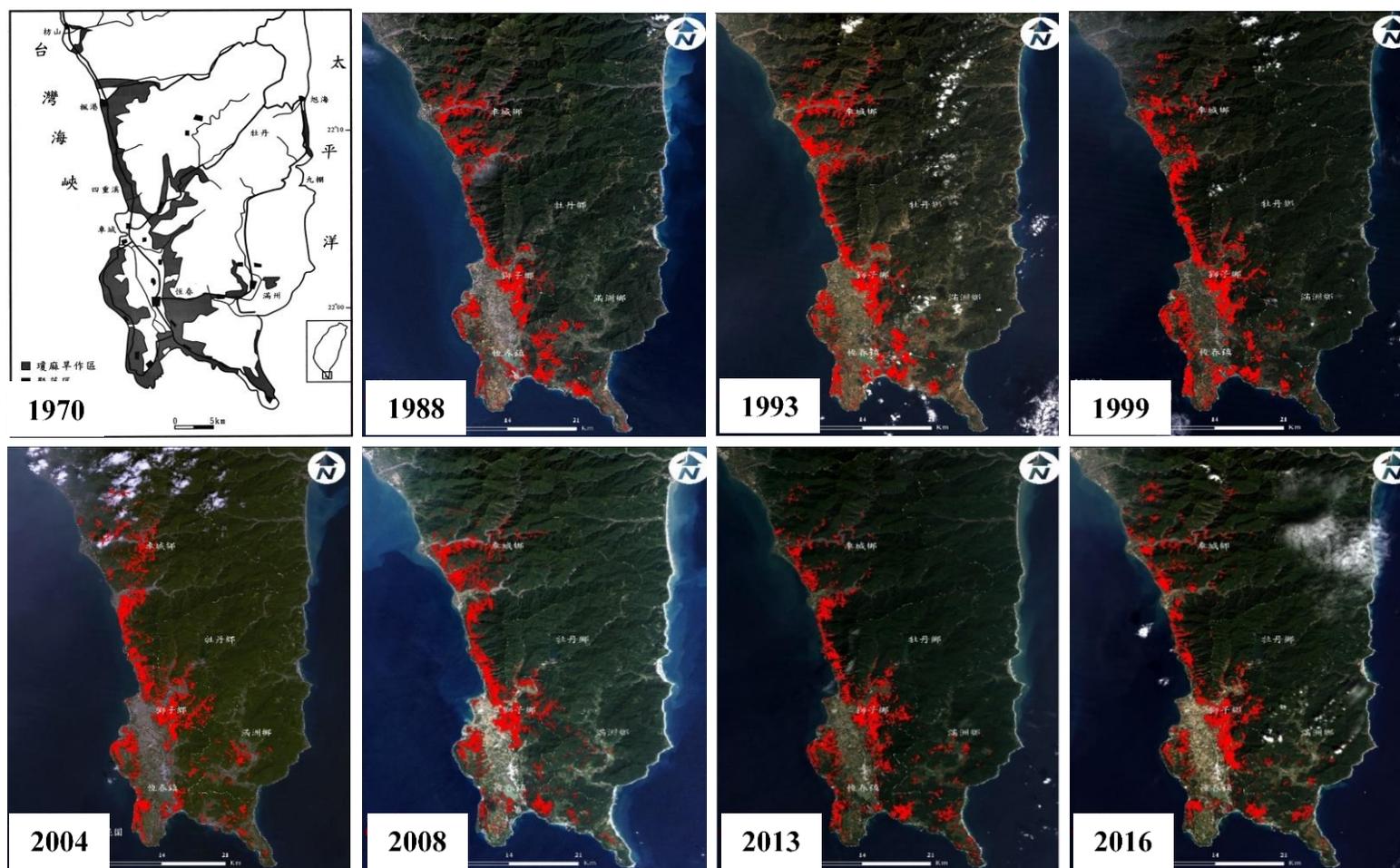


圖 4.5-11 1970 年恆春地區瓊麻田(左上第一張)及恆春半島不同時期銀合歡空間分布 (胡金印, 2007、陳朝圳, 2017)

外來植物在新生育地的環境條件下競爭能力，往往強過處於相似棲位的原生植物，並能在競爭中取得優勢而形成優勢族群 (Laurent *et al.*, 2017)。銀合歡生長快速對於惡劣及貧瘠之棲地有較高適應性等生長特性(王相華、洪聖峰，2005)，此外，銀合歡全株具有含羞草素，能透過直接或間接方式抑制其它植物種子之萌發或是幼苗 (Kuo, 2003)。因此，當銀合歡入侵並建立族群後易形成大面積純林並逐漸向外擴張 (金絮之等，2007；吳坤真等，2013)。由歷年的銀合歡分佈範圍來看，銀合歡族群空間主要沿枋山溪、楓港溪河道之兩側及人為活動較密集之城鎮周圍皆有銀合歡入侵之情況；然而森林覆蓋良好地區如恆春半島之東半部地區等，銀合歡較少見其蹤跡，顯示完整、覆蓋良好的森林對於銀合歡入侵有較高的抵擋能力。

#### 四、銀合歡入侵的防治及移除策略

臺灣為四面環海之海島型國家，受到海洋所形成之天然屏障，外來植物不容易入侵；但因受到經濟活動的影響，臺灣多數之外來種植物來自人為引入(蔣慕琰等，2003)。目前臺灣有紀錄之外來植物已超過 2,700 種，大多數之外來植物都為栽培種，用於食用、畜牧、藥草、觀賞、加工等目的 (徐玲明，2013)。蔣慕琰等 (2003) 分析臺灣外來植物的歸化率，在 279 種歸化植物中，樹木、灌木及草本植物分別有 11、36、232 種，具侵佔性特性者超過 50 種，其中，具高度侵佔性及危害力之 20 種外來植物中，原產美洲者有 16 種佔 80%。其中，銀合歡在 2000 年時被 IUCN 評定為定為全球最具威脅性的百大入侵物種之外，也是臺灣地區唯一一個已入侵並嚴重危害臺灣森林生態系統的本本植物。

利用各時期銀合歡所佔據之分布面積進行統計，結果如圖 4.5-12 所示。分析結果顯示，至 2016 年初之銀合歡分布面積為 5535.56 ha，占恆春半島地區範圍 6.67%，而經扣除屏東林管處之造林地範圍後得到銀合歡危害面積為 5491.13 ha。在不同年份銀合歡面積分布情況來看，以 1988 年銀合歡面積 5,076.01 ha (占恆春半島地區範圍 6.12%) 開始，分布面積有逐漸增加之趨勢，至 2004 年銀合歡分布面積最高為 6,101 ha (占恆春半島地區 7.36%)。銀合歡分布面積從 2009 年開始呈現出逐年下降趨勢。整體而言，在長期動態下，恆春半島地區 28 年銀合歡擴散速率為 16.41 ha/year，銀合歡入侵的面積逐漸增加，空間上的擴張情形多分佈於原先就有銀合歡佔據的環境下往周圍逐漸擴張 (陳朝圳，2017)。

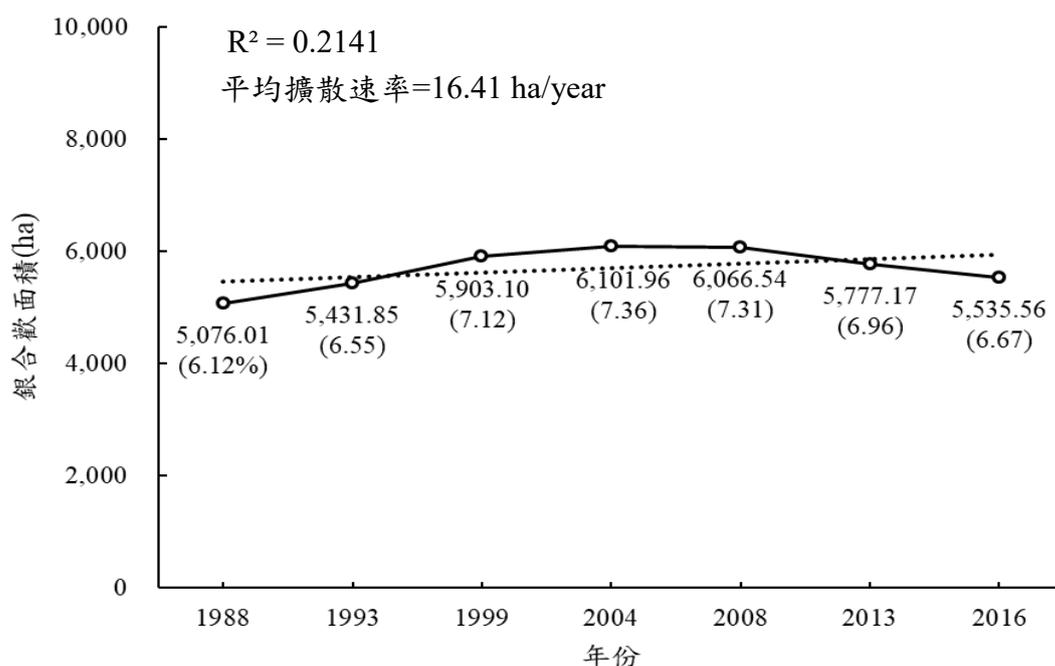


圖 4.5-12 恆春半島不同時期銀合歡面積變化 (陳朝圳, 2017)

由銀合歡入侵的歷史、競爭能力、長期銀合歡時間及空間分布變化來看，銀合歡早期能入侵的地區多為受到開墾後造成地表裸露或是土地過於貧瘠而荒廢之農田等，銀合歡入侵後逐漸發展成完整群落。並在這十幾年來，在臺灣其分佈範圍從南部地區之恆春半島開始，逐漸擴散至中北部及離島地區。當銀合歡形成優勢族群易使該地區物種之多樣性下降，並造成生態環境改變，逐漸使森林生態系服務功能喪失或下降，因此，銀合歡為臺灣地區危害嚴重的生態入侵植物，嚴重衝擊及危害臺灣本土森林生態系 (郭耀綸, 2007; 王相華, 2008; Wolfe and Bloem, 2012)。目前銀合歡銀合歡族群仍有持續的入侵情形，顯示其分布面積仍逐年擴大，入侵程度仍呈現增長。但是回顧其消長的情形，於 2004 年後增長的幅度趨緩並有逐漸下降之趨勢，顯示銀合歡之擴散有防治的必要性 (朱育儀等, 2017)。因此，農委會林務局、林業試驗所、國家公園管理處、以及屏東縣政府等等相關單位一直以來積極進行銀合歡的防治工作。由其在農委會林務局屏東林管處方面，從 2002 年開始就進行銀合歡規劃防治工作，將國有林地內的銀合歡進行移整治外，近年來更是結合國、公有地經管機關及民間單位投入防治工作，透過分區階段性移除並復育造林，讓土地恢復為恆春半島原有森林植群景觀。本報告整理歷年來各單位對於銀合歡整治的相關研究如表 4.5-6 所示。

表 4.5-6 銀合歡防治相關研究

年份	整治方法	研究題目	內容	作者
2004	化學及森林經營防治	墾丁國家公園範圍內銀合歡防治及原生樹種林下栽植技術之研究	採用藥劑注射及原生樹種養成、撫育方式，抑制銀合歡成熟植株及更新幼苗之生長，將原有銀合歡佔優勢之林分復舊為原生海岸林。	王相華、洪聖峰
2005	化學方式	銀合歡藥劑注射防除效果及林相復舊方式	透過嘉塞磷 (glyphosate) 單一藥劑及嘉塞磷與三氯比(triclopyr)混合藥劑等不同化學藥劑組合及劑量對於銀合歡之防除效果以及銀合歡佔優勢森林之林相復舊方式	王相華、洪聖峰
2008	化學方式	臺灣不同季節下嘉磷塞注入銀合歡 ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) 後之消褪變化	分別於春季及夏季兩季節採用三種不同濃度之嘉磷塞除草劑，在施用總量相同 (18.8 mmole) 之情況下，比較其控制效果並監測除草劑殘量流向。	陳榮芳、王相華、王慶裕
2008	生物防治	以銀合歡豆象進行銀合歡生物防治可行性評估	該研究無實際進行生物防治等實驗，但透過文獻回顧方式探討藉助銀合歡豆象及長角象鼻蟲等食種子性昆蟲來蛀食種子方式降低銀合歡種子的生產量與存活率之可行性評估。	吳立心、吳文哲、陳玄武、王巧萍
2009	化學防治	化學除草劑對銀合歡之控制效果	以固殺草 (Glufosinate)、巴拉刈 (Paraquat)、丁基拉草 (Butachlor) 及伏寄普 (Fluazifop) 等八種不同作用機制除草劑進行夏威夷 (Hawaii) 及薩爾瓦多 (Salvador) 兩型銀合歡移除並觀察施用時兩型銀合歡在各生長階段對於不同的除草劑的反應。	黃琛瑜、徐玲明、王慶裕
2009	物理及森林經營防治	銀合歡砍除造林更新對於銀合歡入侵抑制之影響	以機械式大片整地、林下栽植及大面積伐除後造林等 3 種銀合歡移除作業對於銀合歡入侵抑制效果。其中林下栽植銀合歡移除方式以貼近地表處並對切斷面施以砍斫；大面積伐除則為地表處直接砍伐銀合歡純林。	陳朝圳

年份	整治方法	研究題目	內容	作者
2011	森林經營防治	墾丁熱帶海岸林植生復舊操作技術手冊	透過棲地內現有的原生樹木(前生樹)，並栽植經過篩選的原生樹(架構樹種)，以加速海岸林植生的樹冠鬱閉及生物多樣性恢復，並達到抑制銀合歡生長、節省經費及撫育作業時間的生態復舊目標。	王相華、郭耀綸、陳芬蕙
2017	森林經營防治	銀合歡移除復育之生態效益評估	探討全面整地造林、複層造林-帶狀栽植、複層造林-林下栽植等3種復育作業方式對於銀合歡移除後再造林成果之影響；結果顯示透過森林經營防式能有效抑制銀合歡生長避免造林樹苗在初期與銀合歡競爭。	陳朝圳
2019	物理及化學防治	恆春半島海岸林銀合歡入侵之防治方法	該研究分別以密集的砍伐銀合歡、砍伐銀合歡後在樹樁上覆蓋黑色塑料板、銀合歡環剝處理等物理方式，加上砍伐後再樹樁切面或樹幹的環帶區域塗抹除草劑(草甘膦)及注入草甘膦等化學方式，討探何種模式處理能對於銀合歡達到最佳的抑制。	彭世賢、王相華、郭耀綸

一般而言，外來植物生態入侵防治除了前期預防、中期監測外，當外來入侵植物，進行特定環境，並具有一定規模之族群後，可藉由人工移除方式或投入化學藥劑等方式來進行移除 (徐玲明等，2013；Fox *et al.*, 2009; Davis, 2013)。以銀合歡部份來說，整理了臺灣地區有關銀合歡防治有關的研究 (表 4.5-6) 並將不同的銀合歡防治方式進行探討。在不同的防治方式來看，生物防治法對於環境的衝擊最小，因此如可透過生物防治方式來進行將是最為省工之方式，但生物防治法技術成面較高，需長期的研究以確認其有效性及專一性，目前國際上少有藉生物防治有效控制外來入侵植物的成功案例。以恆春銀合歡為例，目前只有一篇探討銀合歡豆象進行銀合歡生物防治可行性評估等研究報告，因此，透過生物防治法來進行銀合歡防治目前仍未有較好的進展。

在化學防治部份，主要是使用農藥或除草劑等化學物質控制外來入侵種生物之方法。王相華、洪聖峰 (2005) 於銀合歡佔優勢森林之林相，以不同化學藥劑組合及劑量對於銀合歡之防除效果之研究，結果顯示注射藥劑後，銀合歡會呈現出萎凋、死亡及植株再萌芽之狀況，然而，在注射劑量方面，銀合歡單株胸高直徑每 cm 注射嘉塞磷藥劑量 1 ml 時其致死率為 67%；當嘉塞磷藥劑量提高至 1.5 ml 時其銀合歡植株致死率為 100%；除直接注射藥劑外，黃琛瑜等 (2009) 利用八種不同作用制除草劑進行夏威夷及薩爾瓦多兩型銀合歡小苗抑制，結果顯示部份除草劑對於兩型銀合歡於種子發芽及幼苗生長能夠抑制幼苗生長，雖然以藥劑方式能有效殺死銀合歡，但考慮到成本及對環境污染衝擊下，在利用化學藥劑進行移除仍需多方面考量。化學防治法多有良好的效果，但大面積施用對非目標生物有傷害，對環境也可能造成負面影響，需有嚴謹的作業方式，可考慮為輔助措施。

人工移除法相較於化學藥劑移除，對環境影響程度較小並適合於多數之地區；人工方式進行的物理防治法為目前最常使用之外來植物移除策略，人工移除法可分為兩種，一為以徒手方式進移除，二為利用工具方式進行。徒手方式進移除主要適用於根系較淺或是易被拔除之植物，例如小花蔓澤蘭能以傳統人工方式進行拔除 (郭耀綸等，2007)。以人工徒手方式除了成本較高且成效較緩慢。然而亦非所有外來入侵植物皆適用，例如銀膠菊等易對人體產生過敏之植物，應以工具直接對於外來植物進行移除為有效之方式。王相華、陳芬蕙 (2010) 針對農耕地廢棄後遭銀合歡入侵之林地，以 12 m 與 6 m 兩種寬度之銀合歡移除帶進行銀合歡直接移除，結果顯示，銀合歡移除後受到短期擾動下，多數受擾動的植生可在一個生長季內經由幼苗庫與種子庫等更新材料快速補充恢復，未來植生更新之速度與方向則需要進一步的監測研究。將目前各種防治透過 4 個層面進行比較如表 4.5-7 所示。

表 4.5-7 不同銀合歡防治方法效益比較

防治方法	技術門檻	實施成本	實施效果	生態效益
物理防治	低	中	低	中
化學防治	中	低	中	低
生物防治	高	高	低	高
森林經營防治	中	高	高	高

由表 4.5-7 可知，在 4 種中防法方法中森林經營防治的實施成本相較於其它 3 種防治方法較高，但在實施效果及生態效益方面也較其它 3 種防治方法高；因此，森林經營防治法也是現階段農業委員會林業試驗所、林務局屏東林管處及及墾丁國家公園管理處所採用的主要銀合歡防治方式，也合乎目前在進行銀合歡整治上最主要的方法。目前森林經營防治法主要是結合物理防治及環境生態復育兩種作業方式，主要是透過採人工或是機械切除方式將銀合歡移除，但過程中儘量保留現地天然更新的原生樹種，並搭配實施原生樹苗混植造林，以加快成林速度，可減低撫育作業成本，並避免銀合歡再次入侵。

陳朝圳 (2009) 以不同砍伐方式對於造林成果之影響，結果以機械式大面積的翻土整地，對於銀合歡抑制是非常有效的，可避免造林樹苗在初期與銀合歡競爭，且先驅性的物種多為一年生植物，對於苗木並無立即性影響，然而，大面積的機械整地對於當地的水土保持有短暫性的影響及生物多樣性的疑慮，但可利用防風圍籬、植生木樁等穩固土壤及減少風害、鹽害。人工移除法其中需值得注意的是，執行人員須具備相關專業知識，若因清除人員專業知識不足而移除錯誤，危害到非目標物種，或是外來植物的莖未完全清除，使一部分遺留在地上將可能會重新發芽，導致作業程序效果不彰的情形。陳朝圳(2009)研究中亦指出大面積的移除原銀合歡純林後再造林，受到銀合歡萌蘗能力強之因素，在大面積銀合歡移除後應把伐木移除現地；加上定期除草、除蔓等所有後期撫育才能有效抑制銀合歡生長。

### 4.5.3 保育復育規劃

#### 一、銀合歡整治與綠網計畫

有鑑於銀合歡已危害臺灣地區本土物種的多樣性並造成森林生態系的劣化，因此，行政院農業委員會林務局等相關單位，長期以來一直積極規劃執行並配合學術單位進行銀合歡移除、新植造林及撫育工作等各類型防治的工作。目前恆春地區針對銀合歡實施整治方面，主要以農委會林務局屏東林區管理處、林業試驗所恆春分所、墾丁國家公園管理處以及屏東縣政府等單位為主。整治工作最早可溯及 1992 年墾丁國家公園管理處曾對關山附近之銀合歡林予以砍除後並進行造林，後因遭致火災而告失敗，而墾丁國家公園管理處 2001 年時砍除龍鑾潭南側及龜山兩地銀合歡林及管理處行政中心四周之混生林中之銀合歡；農委會林業試驗所恆春分所則在同年度，於通往墾丁森林遊樂區台 26 號甲公

路兩旁，砍除銀合歡並進行造林。然而，銀合歡砍除造林因未繼續撫育，造林木多數無法成活，銀合歡並已開始恢復生長。龍鑾潭南側銀合歡砍除更新造林，造林後因有持續撫育，鮮見銀合歡幼苗成長。墾丁國家公園管理處行政中心四周混生林中銀合歡砍除後，因樹冠鬱蔽度不足，無法抑制銀合歡生長，目前仍然可以看見高度約為 1 m 之銀合歡。恆春分所所進行銀合歡砍除造林，銀合歡砍除後因上層裸空日照充足，地面上 30 cm 以下之銀合歡幼苗數量眾多，如果不進行撫育，銀合歡在此區仍會快速增長。由上述銀合歡砍除更新造林案例得知，若造林後不進行撫育，因銀合歡具龐大種子數量及旺盛活力，造林後短時間內就可能再長出銀合歡，當銀合歡樹冠足以遮蔽造林木時，往往會導致造林失敗。

屏東林區管理處方面則在 2002 年起與國立屏東科技大學研究團隊致力於恆春半島進行銀合歡整治並同時進行造林復育，迄今已逾十多餘年；在防治研究成果方面，主要能分為三個階段進行；第一階段主要是針對銀合歡物候現象、銀合歡在不同土地利用型態生長情形、銀合歡分佈與土壤關係以及銀合歡入侵擴散變遷情形等四個面向進行調查。透過結果推估銀合歡入侵擴散面積的速度及生長模式，並提出以阻斷林床種子發芽、營造複層林及撫育、除伐等育林作業法提出抑制銀合歡擴散之策略(圖 4.5-13)；在同年度時開始於恆春事業區第 34 林班進行銀合歡優勢林之造林更新試驗，2004 年進行更新樹種之密植試驗，及 2007 年在潮州事業區第 23 林班，進行銀合歡移除新植造林等。此階段最主要的成果說明了，以機械式大面積的翻土整地，能有效壓制銀合歡生長；但如果透過大面積整地方式需要較頻繁的除草、除蔓等所有後期撫育；此外，如果透過複層林營造方式，對於苗木的存活率及生長率是較低，苗木死亡率及高且林木也生長緩慢，也須透過定期的撫育才可以抑制銀合歡的生長(林務局屏東林區管理處，2004)。

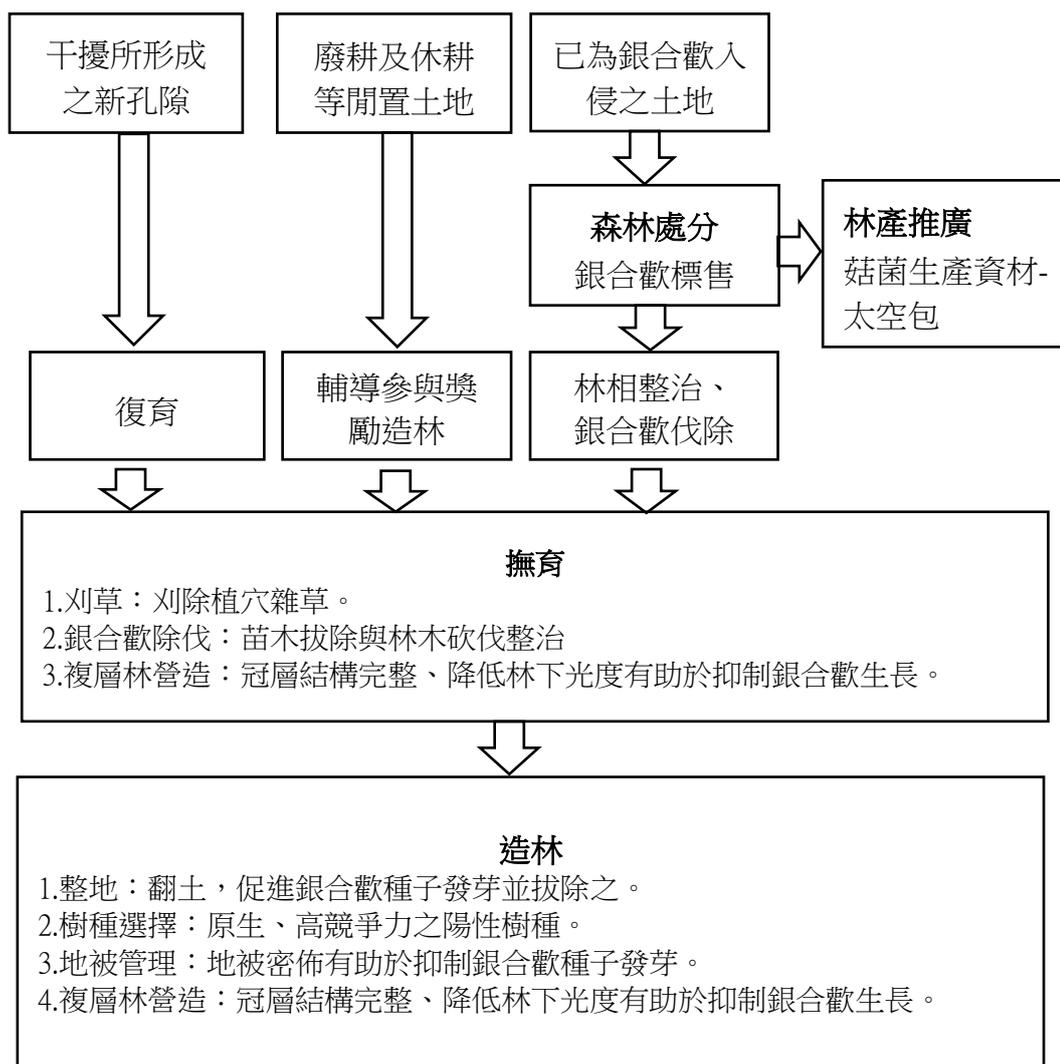


圖 4.5-13 抑制銀合歡擴散之育林策略架構 (林務局屏東林區管理處，2004)

然而，為達成全面性的銀合歡移除目標，屏東林區管理處於 2014 年擬訂銀合歡移除復育計畫，由國有林班地為主體，進行全面性的銀合歡移除復育工作；並於 2015 年時召開防治會協調各國、公有地管理機關投及私有土地人員進行防治工作輔導並投入相關防治工作。該項防治計畫期能於 5 年內將恆春半島之景觀區、道路兩側，與可及性較高的國有林班地及海岸林之銀合歡，進行移除復育，期望在 10 年內將銀合歡逐漸自恆春半島移除，此為第二階段。此階段主要目的在於探討過去 10 年來恆春半島銀合歡之消長，透過造林區內設置試驗樣區方式觀測其防治成效，並透過生物多樣性及碳吸存推估角度來評估銀合歡移除復育對生態保育之效益。結果顯示，無論何種生育環境及作業法，透過人為介入進行經營及管理下，銀合歡族群能有效被抑制並降低其族群擴散；此外，經過銀合歡移除並重新用該地原生種植物進行造林，如透過適當的撫育後其生態價值能顯著的提升。由遙測影像及現地調查資料來看恆春半島地區銀合歡變遷情形，也顯示近十年來屏東林區管理處於恆春地區進行銀合歡移除並造林對於銀合歡有顯著成果。族群擴散的情形趨緩，未來若能用針對銀合歡

密集區域持續進行移除並造林以加以防治，必能有效降低銀合歡族群的入侵擴散 (陳朝圳，2017)。

第三階段的銀合歡整治工作，由於銀合歡具有排它性，所形成之純林林相單純，故能提供給其他物種之棲地環境多樣性低，根據觀察銀合歡入侵已阻礙淺山與海岸區間物種之連結，並造成生態廊道被分割之現象，且入侵嚴重範圍多位於人為干擾嚴重之淺山區域；因此，在第三階段的主要內容主要是探索恆春半島潛在生態廊道位置，再透過生態廊道樣區設置進行動植物及棲地環境監測等工作，以瞭解銀合歡移除後復育造林達成淺山之生態廊道串連之功效及效益。透過這個階段的工作成果也顯示，潛在生態廊道評估實屬不易，必須結合多種面向與多種輔助資料進行評估。因此，如果透過大數據收集及分析方式，輔助判斷潛在生態廊道實際位置並對經常發生路死事件之熱點區域進行評估，何種原因造成動物必須冒險通過道路，是否生育環境遭受壓迫，皆為未來可持續努力研究之方向 (林務局屏東林區管理處，2020)。

## 二、銀合歡整治效益

由銀合歡整治現況可知，林務局屏東林區管理處過去 10 年投入大量人物、物力，進行銀合歡進行移除作業，包含 2004 年委託屏東科技大學完成「森林劣化生態系復育-外來樹種入侵對生態系之影響」計畫，及海岸林銀合歡移除及原生種復育工作，至目前為止銀合歡整治成效頗佳，在整體效並呈現以可以生態系服務功能效益及生物多樣性恢復 2 個層面來看。在生態系服務功能效益上，郭家和等 (2018)選定了森林生態系服務功能之供給及調節服務中選擇了 7 項評估指標，運用能值分析法進行量化分析並將結果換算為銀合歡移除復育造林生態系服務各評估指標之經濟價值。結果顯示，在 7 項生態系服務評估指標中，以碳吸存功能 (61.6%)為整體生態系服務經濟價值中最主要之項目，其次為生物多樣性功能 (26.3%)、水土保持功能 (4.2%)。整體而言，銀合歡移除復育造林在生態服務價值估算為 40,310.4-53,023.6 元/ha/year，皆高於銀合歡未移除林相之 10,495.6-19,556.0 元/ha/year。研究中指出，無論是何種作業方式皆能有效提升整體生態服務價值；其中，在所評估之各項森林生態系服務功能中，以碳吸存及生物多樣性功價值最高。

長期以來加強造林及再造林之森林經營方法皆被公認為促進吸存 CO<sub>2</sub> 之有效策略，透過造林及再造林之經營方法所新成之林相，生長力旺盛，林地的生產力高，相較於銀合歡純林之林相，大氣中 CO<sub>2</sub> 吸存能力及潛力高。此外，受到銀合歡本身具有含羞草素並具有毒他作用特性下，銀合歡入侵後之林相常演替成銀合歡優勢樹種之林相，而造成棲地單純化並影響陸域動物生物量也相對有減少之情況。因此，藉由大面積銀合歡移除並復育造林，除能改變林相增加植群多樣性外，透過棲地環境改善能對生物提供更多元的棲地選擇並增加陸域動物物種多樣性。透過研究報告中 7 項森林生態服務指標進行銀合歡移除後造林之生態效益價值估算，銀合歡入侵後之林相經由大面積移除並復育造

林後，經造林撫育成林後可形成多層次的森林，並全面恢復原有生態森林生態系統服務，並由低價值之林相轉換為具高生產力林地。無論是那種銀合歡移除復育方式，生態效益價值皆高於未移除銀合歡之林相 2~5 倍之多，其結果也說明，透過銀合歡移除復育造林除能整治銀合歡分布面積並抑制擴散之外，藉由生態復舊造林可提高原生森林生態系服務功能(郭家和等，2018)。

在生物多樣性方面，郭家和等(2017)透過生物多樣性分析探討恆春半島銀合歡移除後造林對生物多樣性之影響研究指出，未進行移除的銀合歡純林其重要值指標 (IVI) 為 45.9 (山區對照區) 及 55.8 (海岸對照區)，而銀合歡移除後造林樣區之銀合歡重要值指標 (IVI) 則降至 5.4 (海岸區林下栽植複層林營造作業區) 及 10.9 (山區帶狀複層林營造作業區)；顯示銀合歡移除造林已成功改變原先以單一銀合歡物種組成之林相，並逐漸恢復為植物物種多樣性較高之林相。此外，由木本植物與陸域動物 Shannon Wiener 多樣性指標之關係進行 Pearson 相關檢定，其結果如圖 4.5-14。從結果可知，木本植物與陸域動物多樣性指標間具有顯著性正相關 ( $r=0.7217, p=0.029$ )，顯示木本植物物多樣性增加確實會影響陸域動物物多樣性的提升。

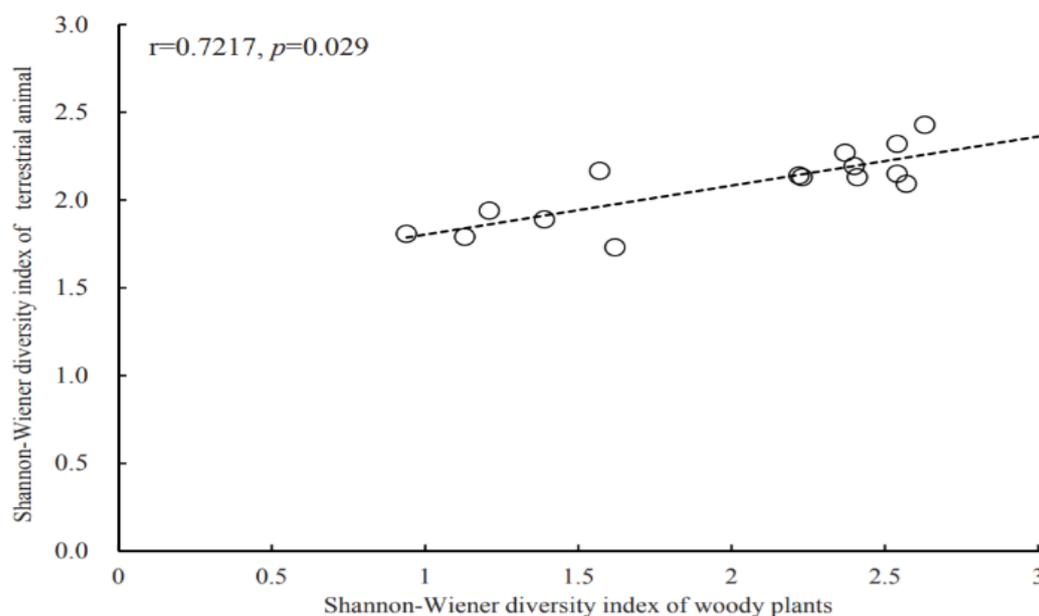


圖 4.5-14 恆春地區銀合歡移除後木本植物與陸域動物 Shannon-Wiener 多樣性指標之相關性 (郭家和等，2017)

此外，農業委員會林務局屏東林區管理處 (2020) 恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估調查中顯示，在銀合歡移除後再造林地中的維管束植物共 27 科 53 屬 56 種，其中外來種共 16 種，特有種 1 種，且並無臺灣維管束植物紅皮書名錄所列瀕危植物，動物監測資料共記錄 53 科 73 屬 81 種陸域動物，其中含臺灣特有種 13 種。由生物多樣性結果顯示，銀合歡移除並進行原生樹種栽植，可有效改善及提高植物多樣性，並降低銀合歡之優勢度，造林後所形成的林相具有多種優勢原生種之高多樣性林相。木本樣區之監測結

果，目前造林成效良好，造林苗木之株數完整，透過撫育作業維護，目前並未發現大量銀合歡小苗，而造林時間較長久之成熟林分，也並未發現銀合歡有再次入侵之情形。在動物監測方面結果指出該區物種於生態廊道內皆有出現，以量化方式進行比較並無明顯差異，但透過質化分析，可發現造林地內，動物行為明顯較為多元，常有覓食、休憩、成體攜幼體、同種競爭等現象，推測未來若持續撫育使林地健全，造林地之森林生態系功能即趨於完整，故較能提供動物理想棲息環境。

由銀合歡移除後生態效益等相關研究報告中，對銀合歡移除與後續復育造林其重要性與效益結果皆顯示出未進行銀合歡移除之地區植物相主要以銀合歡為優勢種，然剛透過不同銀合歡移除造林之撫育作業，成林後確實能有效降低銀合歡之數量並抑制其優勢度。恆春半島銀合歡入侵因地理環境不同其入侵程度會有所差異，當欲進行生態系復育造林時，可針對不同環境選擇合宜的造林作業方法，以確保銀合歡移除後造林可以抑制銀合歡生長。因此，以長期生態效益而言，銀合歡移除後並進行長期的森林經營作業方式能抑制銀合歡的生長，且可提升整體生物多樣性，其對生態系功能具有正面效益。

### 三、銀合歡移除對陸蟹之影響

本計畫為了解銀合歡移除對陸蟹之影響，於今年度進行陸蟹與大型無脊椎動物之種類與數量調查，調查方式以定量調查法，調查區域分成造林區 (A 區) 與銀合歡純林區 (B 區)。每區分成兩條約 100 m 之穿越線 (A-1、A-2；B-1、B-2) 調查(圖 4.5-15)，每次調查穿越線左右兩側約 5 m(即共 10 m) 距離內之陸蟹與大型無脊椎動物之種類與數量。因應蟹類與多種無脊椎動物皆為夜行性，故調查時間皆為夜晚。調查時持手燈沿著穿越線徒步翻找沿線活動或棲息之動物。四至七月每個月調查一次，每次二至三日(乾旱時為二日；降雨或雨後潮濕為三日)。

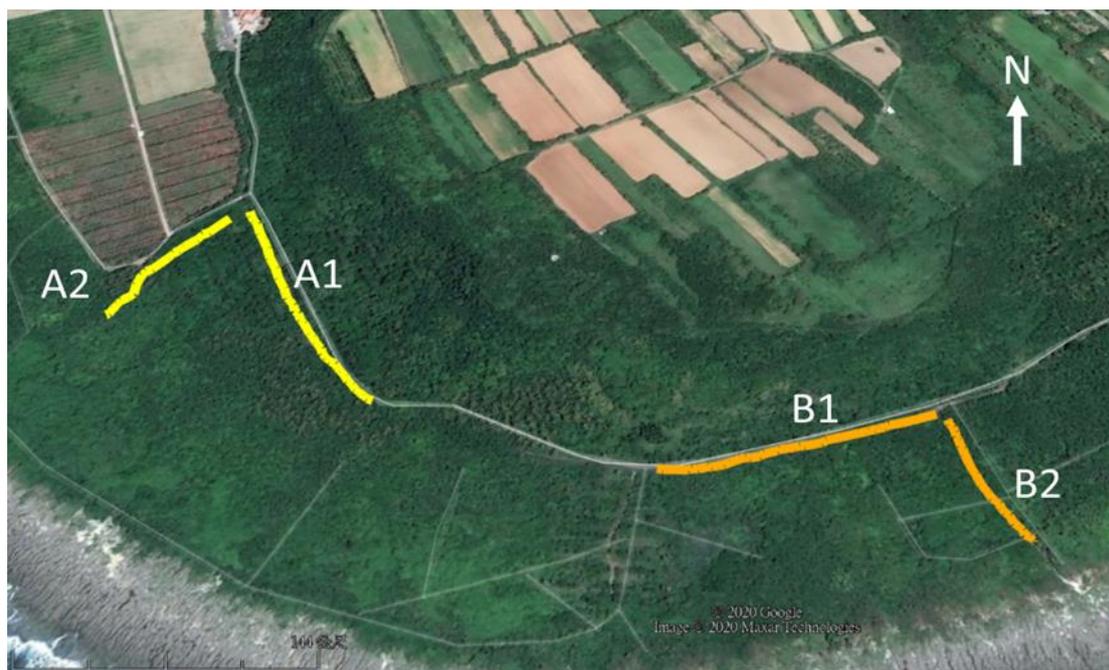


圖 4.5-15 調查路線示意圖

累計四至七月的調查，共記錄到陸蟹四種、其它無脊椎動物四種(詳見表 8)。其中造林區 (A 區) 總計為七種 (陸蟹三種、其它無脊椎動物四種)；銀合歡純林區 (B 區) 總計為五種 (陸蟹兩種、其它無脊椎動物三種) (詳見表 4.5-8)。

四月調查氣候乾旱，森林底層亦乾燥，調查期間在造林區 (A 區) 無發現陸蟹；銀合歡純林區 (B 區) 發現一個物種，即短腕陸寄居蟹 (*Coenobita brevip manus*) 一隻；五月時陣雨，森林底層潮濕，調查期間在造林區 (A 區) 共記錄五個物種，別為短腕陸寄居蟹 2 隻、紫地蟹 (*Gecarcoidea lalandii*) 1 隻、班卡拉蝸牛 (*Camaena batanica pancala*) 173 隻、球蝸牛 (*Acusta tourannensis*) 61 隻、十字盾鞭蠍 (*Typopeltis crucifer*) 38 隻；銀合歡純林區 (B 區) 共記錄三個物種，分別是班卡拉蝸牛 84 隻、球蝸牛 39 隻、十字盾鞭蠍 10 隻；六月氣候乾旱，森林底層大致乾燥，局部潮濕，調查期間在造林區 (A 區) 共記錄五個物種，分別為短腕陸寄居蟹 1 隻、凹足陸寄居蟹 (*Coenobita cavipes*) 1 隻、紫地蟹 1 隻、班卡拉蝸牛 220 隻、球蝸牛 140 隻、十字盾鞭蠍 21 隻；銀合歡純林區 (B 區) 共記錄三個物種，分別是班卡拉蝸牛 114 隻、球蝸牛 98 隻、十字盾鞭蠍 18 隻；七月陣雨，森林底層潮濕，調查期間在造林區 (A 區) 共記錄六個物種，分別為短腕陸寄居蟹 2 隻、紫地蟹 1 隻、班卡拉蝸牛 37 隻、球蝸牛 42 隻、皺足蛞蝓 (*Laevicaulis alte*) 3 隻、十字盾鞭蠍 18 隻；銀合歡純林區 (B 區) 共記錄三個物種，分別是班卡拉蝸牛 32 隻、球蝸牛 35 隻、十字盾鞭蠍 10 隻。

表 4.5-8 調查區域物種總名錄 (數字為平均隻次，無數字表示為 0)

物種	四月		五月		六月		七月		總計
	A 區	B 區	A 區	B 區	A 區	B 區	A 區	B 區	
<b>陸蟹</b>									
短腕陸寄居蟹	-	1	2	1	1	-	1	1	7
凹足陸寄居蟹	-	-	-	-	1	-	-	-	1
紫地蟹	-	-	1	-	-	-	1	-	2
黃灰澤蟹*	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<b>其它</b>									
班卡拉蝸牛	-	-	173	84	220	114	37	32	660
球蝸牛	-	-	61	39	140	98	42	35	415
皺足蛞蝓	-	-	-	-	-	-	3	-	3
十字盾鞭蠍	-	-	38	10	21	18	18	10	115
<b>物種總數</b>	<b>0 種</b>	<b>1 種</b>	<b>5 種</b>	<b>4 種</b>	<b>5 種</b>	<b>3 種</b>	<b>5 種</b>	<b>5 種</b>	<b>8 種</b>

星號表示該種可能為區外爬入(見討論)；A 區為造林區；B 區為銀合歡純林區

表 4.5-9 兩區之物種總名錄(數字為平均隻次總和，無數字表示為 0)

物種		A 區	B 區	總計
<b>陸蟹</b>	短腕陸寄居蟹	4	3	7
	凹足陸寄居蟹	1	-	1
	紫地蟹	2	-	2
	黃灰澤蟹*	-	1	1
<b>其它</b>	班卡拉蝸牛	430	230	660
	球蝸牛	243	172	415
	皺足蛞蝓	3	-	3
	十字盾鞭蠍	77	38	115
<b>物種總數</b>		<b>7 種</b>	<b>5 種</b>	<b>8 種</b>

星號表示該種可能為區外爬入(見討論)；A 區為造林區；B 區為銀合歡純林區



短腕陸寄居蟹



凹足陸寄居蟹



紫地蟹



黃灰澤蟹



班卡拉蝸牛



球蝸牛



皺足蛞蝓



十字盾鞭蠍

圖 4.5-16 物種照片



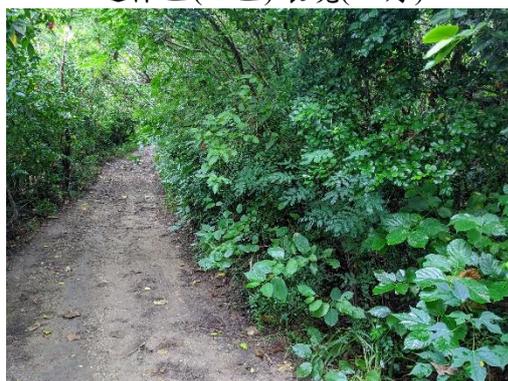
造林區(A區)環境(四月)



造林區(A區)環境(四月)



造林區(A區)環境(七月)



造林區(A區)環境(七月)



銀合歡純林區(B區)環境(四月)



銀合歡純林區(B區)環境(四月)



銀合歡純林區(B區)環境(七月)



銀合歡純林區(B區)環境(七月)

圖 4.5-17 調查區域環境照片

第一次調查(四月)時氣候甚為乾旱，五月起起氣溫上升，降雨也增加，使森林底層極為濕潤。因此後續(六月與七月)調查到的物種與數量皆比第一次高很多。且造林區(A區)的林底無脊椎動物數量普遍比銀合歡純林區(B區)多，以蝸牛、蛞蝓與十字盾鞭蠍特別明顯，但蝸牛類與十字盾鞭蠍數量在七月的數量明顯下降，應是該種類的自然消長。

陸蟹方面，種類與數量同樣是造林區(A區)多於銀合歡純林區(B區)。僅有七月在銀合歡純林區(B區)發現到的黃灰澤蟹未在造林區(A區)發現，該物種是陸棲等級相對較低(T3等級)之物種，推測是因為七月調查時間有降雨，該個體則從鄰近的水源地(位於調查區外)爬入，並非區內原生個體。除了黃灰澤蟹以外，所也發現到的陸蟹都是陸棲等級較高(T4等級)之物種，特別是短腕陸寄居蟹，從四月至七月皆有發現，這類物種不需要常態性的水源也可生活，因此可在較乾旱的區域發現，推測是區內原生的物種。

不論T3或T4等級物種，這些陸蟹須以植物與其他小型無脊椎動物活體或屍體為食，並且需要以落葉、倒木、岩石為棲所。造林區(A區)的落葉為闊葉，也有較粗大的倒木(圖4.5-17)，可形成陸蟹良好的棲所。這些底質也供應其它無脊椎動物(如蝸牛)為資源，而這些無脊椎動物的活體或屍體都可成為陸蟹之食物。而銀合歡純林區(B區)的這些條件較少，雖有許多銀合歡落葉與果莢掉落(圖4.5-17)，但無法形成較大的隱蔽處，也未見其他動物取食這些銀合歡的產物，因此整體的生物多樣性與數量皆較低。

調查區域地勢平坦且乾旱，環境歧異度不高，在恆春半島中並未被列為陸蟹多樣性熱點(劉烘昌，2009；李政璋、邱郁文，2013；李政璋、邱郁文，2019)。實際調查也發現此區陸蟹物種少，但可明顯看出造林區包含陸蟹在內的各類動物都比銀合歡純林區豐富，因此推測造林應有助野生動物資源回復。陸寄居蟹類必須以空螺殼為生，而在恆春半島各地與台東小野柳均有民間團體或個人廣為募集空螺殼，堆置在海岸林供陸寄居蟹使用(如港口溪口兩岸、後灣、墾丁青年活動中心)。這些區域的陸寄居蟹常會集中到空螺殼聚集地選擇螺殼資源。初步調查發現此區的陸寄居蟹族群量不大，某些個體以福壽螺殼為居(圖4.5-16)，但福壽螺因為過輕、過薄，並不是良好的螺殼種類。因此建議可募集空螺殼堆置在造林區，藉此可讓携福壽螺殼的陸寄居蟹來此換殼，也可藉空螺殼的被使用量，提供此區的陸寄居蟹族群之線索。

#### 4.5.4 議題處理及行動開展

##### 一、銀合歡整治展望

本研究透過 Google trend 以臺灣地區為主，利用關鍵字「銀合歡、入侵危害、恆春」進行熱度趨勢搜尋，時間為 2004 年開始至 2020 年 7 月為止，結果如圖 4.5-18 所示。由於 Google trend 資料庫的限制，搜尋年份只能由 2004 年開始，但由熱度趨勢變化來看，2004-2009 期間有較高的搜尋熱度，

其中以 2006 年的 266 分最高；2011 年後熱度雖然有下降的趨勢但仍有在 75-94 分間，顯示現階段仍對銀合歡相關議題保持的關心。

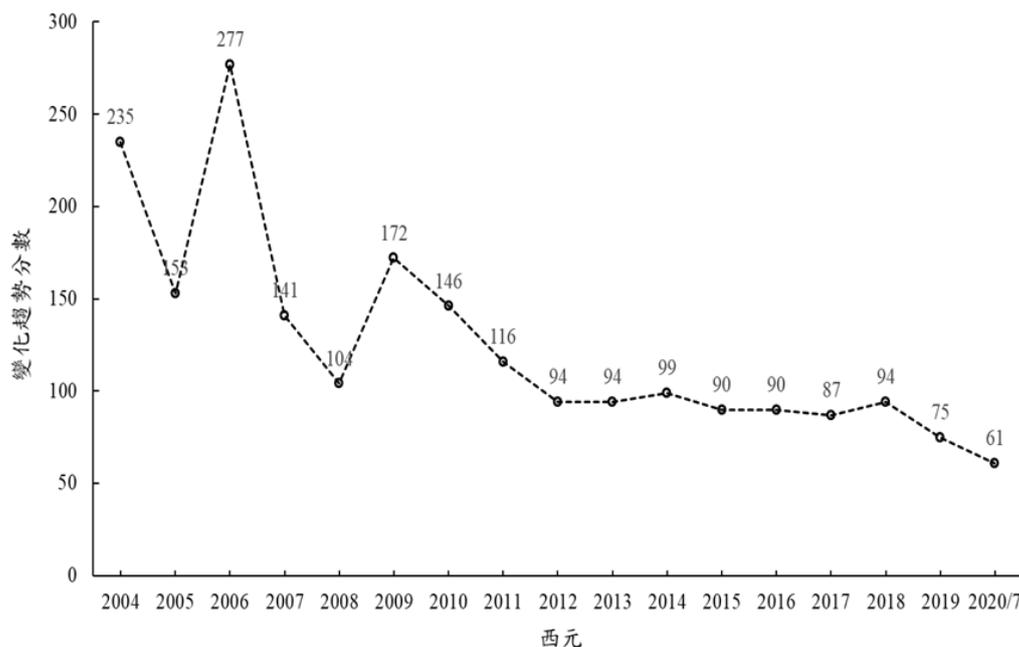


圖 4.5-18 2004-2020 年銀合歡熱門程度變化趨勢分數

銀合歡防治而要長期關注並透過不同政府機關、單位及民眾共同合力才能達到全面防治的目標。由銀合歡的危害分布面積來看，銀合歡族群多數集中於人為干擾程度嚴重，或是人為活動明顯、頻繁之鄉鎮周圍及道路兩側。農業委員會林務局屏東林區管理處 (2020) 透過銀合歡分布範圍及地籍資料利用地理資訊系統以套疊分析找出銀合歡移除優先順序，主要以銀合歡單一嵌塊體大於 20 ha 之區域進行篩選，同時計算碎形維度與距離道路 100 m 兩項因子進行評估，總計選出 21 個嵌塊體符合上述三項因子。需要進行銀合歡移除的所屬單位分別有行政院農委會林務局 (以下簡稱林務局)、行政院農委會畜產試驗所、行政院國防部軍備局、屏東縣滿州鄉公所、行政院農委會林業試驗所、臺灣電力股份有限公司、國立屏東科技大學、行政院財政部國有財產署等單位管轄，部分公家單位雖然其總面積超過 20 ha，但其分布面積為許多銀合歡嵌塊體所組成。

2017 年銀合歡總分布面積為 5491.13 ha，其中公部門管轄範圍 4,788.57 ha，自屏東林區管理處執行之伐除面積迄今為 687.84 ha (含各公家單位授與土地使用權予屏東林區管理處代為執行區域)，目前透過衛星影像 (2019 年衛星影像) 分類結果，最新分布面積已下修至 4122.09 ha，總計銀合歡消退了 666.48 ha。但部分私有土地區域之銀合歡些許擴張，合理推測人為干擾畢竟能力有限無法達到全面防堵，倘若假以時日持續執行銀合歡伐除，並持續撫育作業，必然能形成自然演替消滅銀合歡之趨勢。

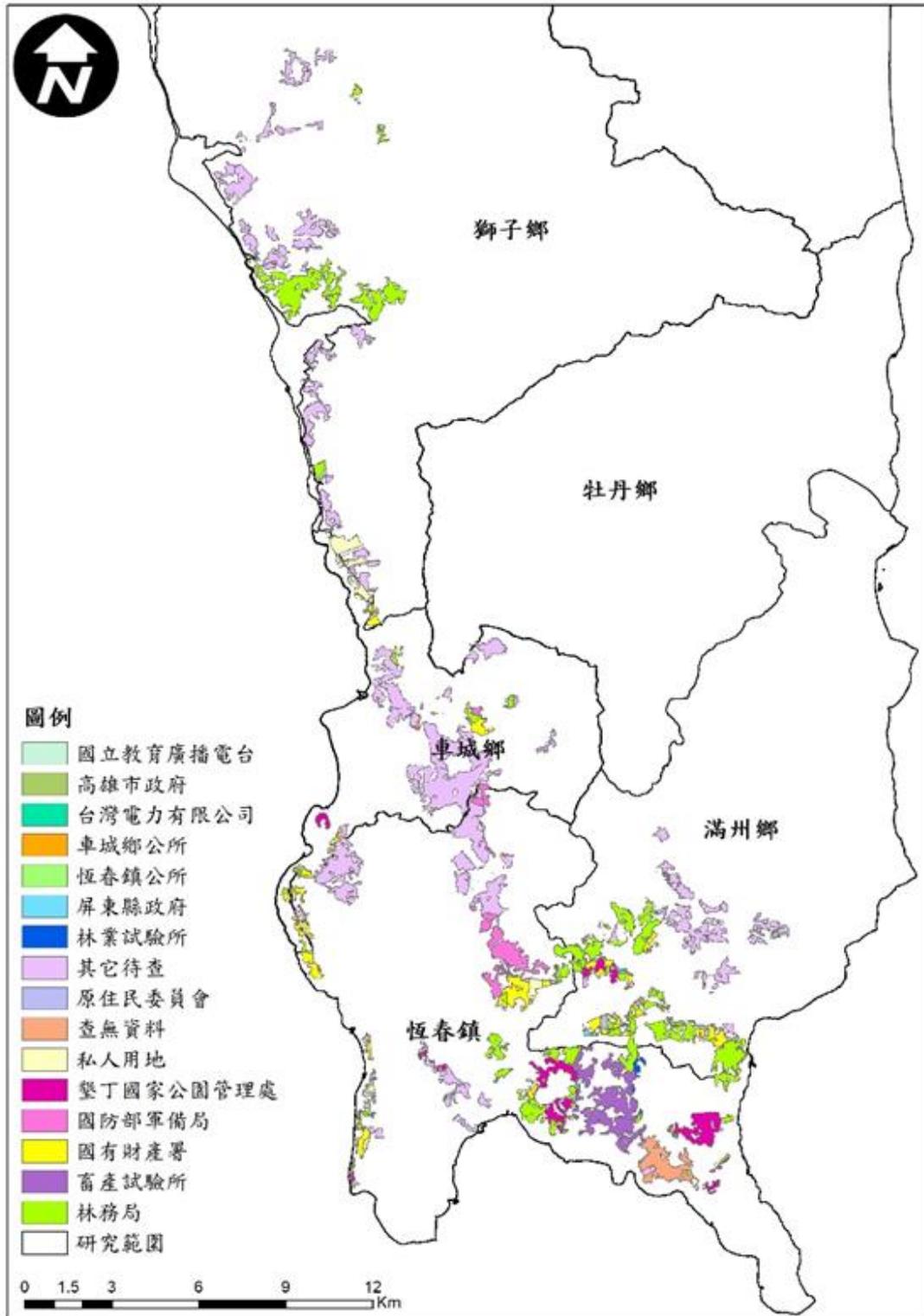


圖 4.5-19 恆春地區各部會管轄範圍內銀合歡分布圖 (林務局屏東林管處，2019)

## 二、銀合歡整治平台辦理現況

利用衛星影像搜尋銀合歡入侵範圍與分布情形，彙整各公部門所管轄範圍，套疊管轄範圍圖層與銀合歡入侵範圍，釐清各公部門所管轄之銀合歡入侵範圍，由屏東林區管理處統籌，通知各公家單位前來召開會議，並且透過屏東林區管理處所委託之研究計畫團隊，報告關於移除銀合歡復育造林之效益，期望透過如此作為能使各公部門可共同努力一起進行銀合歡移除復育造林，而屏東林區管理處以協助、輔導的角色，達到相輔相成之目的，若是針對人力不足之公部門，則使用租借土地使用權之方式，由屏東林區管理處協助移除銀合歡至復育造林代為執行。

表 4.5-10 銀合歡整治平台辦理現況 SWOT 分析表

<p><b>S 優勢</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.每年度都可監督辦理情形，透過會期提醒各單位執行時間掌握進度。</li> <li>2.屏東林區管理處長年實行移除作業，已有完整相關技術背景可提供輔導與協助。</li> <li>3.可透過會議由各公部門回報，以獲得土地使用權進行主動移除作業。</li> </ol>	<p><b>W 劣勢</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.公部門承辦人員因業務負擔大，主動解決銀合歡入侵之意願低落。</li> <li>2.公部門承辦人員通常不具備決定相關事宜之權利。</li> <li>3.單位本身經費不足，亦無法租借土地使用權。</li> </ol>
<p><b>O 機會</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.收到通知公部門皆會參加會議，並定期回報移除進度。</li> <li>2.屏東縣政府農業處亦有相關經費協助進行，若有鄉鎮公所缺席，則有屏東縣政府農業處協助說明進度。</li> </ol>	<p><b>T 威脅</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.部分單位銀合歡移除作業相關經費較低。</li> <li>2.移除銀合歡復育造林之工作通常不被排在較前之優先順序。</li> <li>3.公部門單位因故請假，無法強制要求與會，無法掌握移除進度</li> </ol>

銀合歡整治平台辦理現況 SWOT 分析表如表 4.5-10，經費問題依舊為銀合歡移除作業之最大問題，亦為最難克服點，透過跨部門會議每年定期追蹤能主動地了解各部門轄管土地範圍之移除進度，由於移除銀合歡作業，現階段僅依各單位彼此能擁有共識進行，但針對較不積極之單位僅能口頭宣導，然而其影響因子多數為經費不足、業務繁重、以及較不重視此議題等。針對此狀況現階段處理方式，已請委託屏東林區管理處、屏東縣政府農業處代為執行，各單位將該單位之土地使用權，行文函請屏東林區管理處、屏東縣政府執行銀合歡移除作業來進行初步改善。

部分單位也曾經反映，該單位主管同意協助銀合歡移除作業，在經費到位之情況下，該單位並無相對應技術操作銀合歡移除工作。後續解決方法同上述經費不足問題，同樣出借土地使用權委託屏東林區管理處、屏東縣政府農業處代為執行或進行相關作業示範達到伐除與造林恢復之效果。

結合上述兩項重點，銀合歡移除作業在現實面的考量(經費、技術)，移除工作將會太過集中著重於屏東林區管理處、屏東縣政府農業處，是否需要尋找第三勢力之協助，如各層級之私人企業等，利用碳權之名義進行植樹造林，符合國際世界目前之大方向與趨勢，透過民間或私人企業力量介入，透過公家單位監督、輔導的方式進行銀合歡移除作業

### 三、銀合歡未來整治規劃

由屏東林管處銀合歡防治計劃中顯示大面積之銀合歡純林除了造成生物多樣性下降之外，亦於地景上也會形成破碎化情況而造成生態失衡或影響物種消失。藉由大面積且多區域的海岸、淺山的整體性銀合歡移除，並轉換為森林生態系之地景，使此區地景嵌塊體由深山、淺山及海岸具有連結性，而營造出森林生態系的廊道，不但有利於生物多樣性之維持，更能有效減緩銀合歡再次入侵，將是未來銀合歡移除及防治之主軸。因此，未來如何結合一般民眾及非營利組織共同來加入銀合歡整治工作，由民眾的力量及國土綠網計畫來保護當地生態系統將銀合歡整治之效益最大化為未來能努力的方向。本計畫提出下列外來物種入侵移除過程概念圖，移除外來入侵種時，當移除速度高於擴散速度則移除成功；當移除速度等於擴散速度屬動態平衡，但對問題並無改善；當移除速度低於擴散速度，則面機會擴大，故必須使其減少族群建立與擴散，本計畫建議協力解決擴散根源透過「了解問題」、「示範移除」、及「抑制擴散」等三大方式可成功移除外來入侵種（圖 4.5-20）。

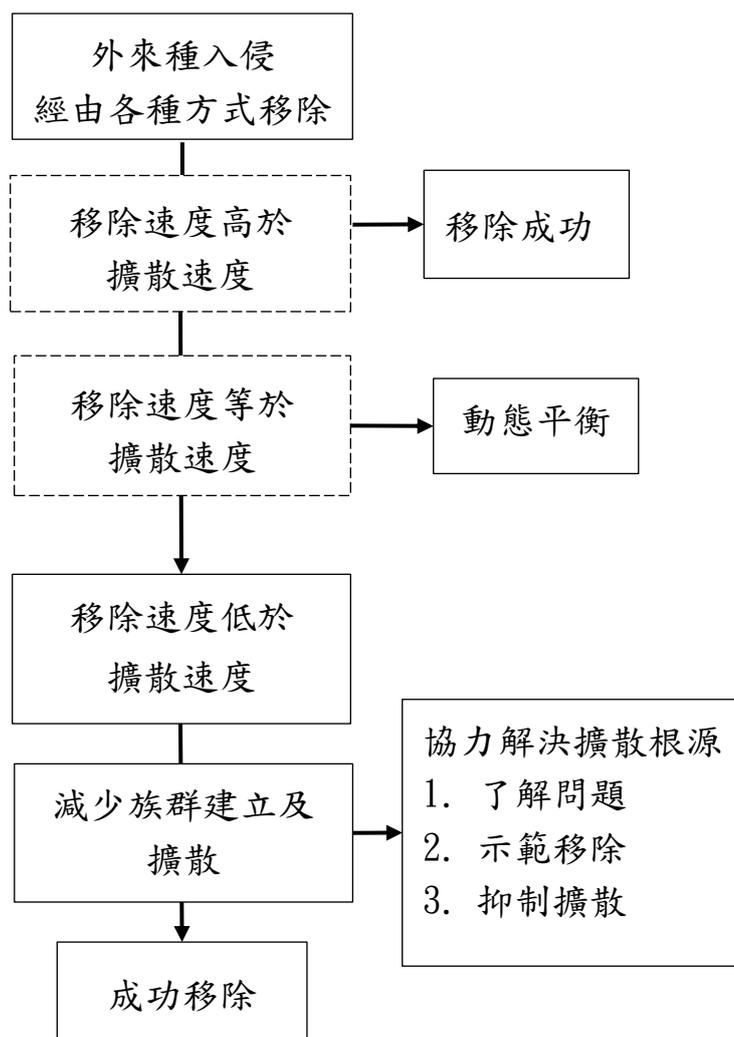


圖 4.5-20 外來物種入侵移除過程概念圖

因此本計畫擬定 3 個計畫做為未來銀合歡防治可行計畫。

#### (一) 銀合歡整治規劃共享平台計畫

銀合歡入侵已造成恆春半島生態系的劣化，如何有效防治已成為土地管理相關單位之重要議題。由文獻整理得知，銀合歡防治方法雖有物理、化學藥劑、生物等防治方法，進行銀合歡擴散的抑制，但以銀合歡入侵臺灣森林生態系而言，因其入侵面積廣大因此透過大規模機械式的移除模式，無論是何種銀合歡移除更新造林的方式，其防治成效皆能達到預期成果。因此農委會林務局屏東林區管理處為達成全面性的銀合歡移除目標，併同林務局國土綠網計畫所進行的銀合歡移除復育計畫來看，由國有林地為主體進行銀合歡移除復育計畫，進而協同各國、公有地經管機關有效投入防治工作，並擴及私有土地之輔導，期能將恆春半島之國、公有土地內景觀區、道路兩側或可及性高之國有林班地及海岸林之銀合歡移除復育，並期望 10 年內優先能將銀合歡為害密度達 50% 以上自恆春半島移除，以復舊恆春半島之熱帶森林生態系。

然而，銀合歡於恆春半島地區於早期已大面積分布，並多集中於人為干擾程度嚴重或是人為活動明顯或頻繁之鄉鎮周圍及道路兩側；其中，以目前銀合歡分布範圍及地籍資料來看，除政府公家單位外也有不少分布於私人土地上，因此，如何整合並協助進行銀合歡伐除工作為未來需要思考的方向。目前有關於恆春地區銀合歡伐除規劃與研究資料眾多，但各規劃研究單位之間資料交流上缺乏共同性知識管理平台，容易造成資料的缺乏與研究上的困難，因此需要將知識集中，期能讓各研究單位及私人單位共享銀合歡伐除及整治之知識。

因此，本計畫主要建立一平台，收集目前現有衛星影像資料、銀合歡分布範圍、地籍資料等，依知識庫系統為概念建立網頁資料並加以擴充及強化，使其成為更完整與功能更強大的保育知識庫。相關銀合歡知識檢索系統和知識入口網站之建置，將可讓使用者以關鍵字或知識主題等不同方式有效率地擷取到所需之知識，並且系統亦會依使用者瀏覽習慣推薦關聯知識，提高使用者進行知識探索之便利性與效率性。另外針對林務局銀合歡整治範圍及未來需要銀合歡移除範圍，需要提供便於各所屬單位能夠進行包含動植物以及棲地變化的資料收集，以格網 (Grid) 監測技術進行監測、管理，並利用 GIS 之格網概念呈現，將有助於瀏覽的人員快速了解相關知識。本計畫預計完成一套具有知識分享與銀合歡動態監測收集系統，將有效避免銀合歡整治工作與研究因為知識不能延續而產生的斷層，以及減少因為人工不足所造成的缺失。

## (二) 銀合歡伐除示範區的教育訓練基地計畫

由林務局屏東林管處 (2017) 銀合歡移除復育之生態效益評估計畫中可知，透過大面積的銀合歡移除後造成能有效的抑制銀合歡的生長。然而，單純的將銀合歡移除並無法有效的控制銀合歡族群的擴展，主要是受到銀合歡入侵後的林分會形成大量的種子庫，經整地造林後易引發銀合歡種子庫的發芽成株，因此，需要藉由快速生長的造林樹種並透過定期的撫育作業，能有效抑制銀合歡的再度入侵。由於銀合歡伐除並透過後期的森林經營方式才能有效的抑制銀合歡再入侵。然而銀合歡伐除後的再造的森林相對於其它的人工林分其方式略有差異，因此本計畫以林務局屏東林管處在恆春地區所建立的銀合歡伐除再造林地為對象，建立一銀合歡伐除示範區的教育訓練基地用以推廣銀合歡伐除造林作業，除了可進行技術上的觀摩外，也可以讓民眾體認了解銀合歡移除的意義。

銀合歡伐除示範區的教育訓練基地的設立，為能讓一般民眾能體認銀合歡移除的重要性及具體之意義，在示範區的教育訓練基地內設置不同銀合歡移除方式示範樣區，詳細地將銀合歡移除作業方式，後續撫育工作及撫育後林分特性等列出；另外設置銀合歡伐除後木材再利用工坊可以讓民眾經由實際體驗方式能深刻的瞭解銀合歡伐除及撫育作業的特性，猶如遊樂區的解說

教育，此舉一來可以避免在進行銀合歡伐除作業時被誤解為伐木，二來銀合歡伐除後對於當地生態環境的提昇及貢獻，也可由銀合歡伐除示範區的教育訓練基地的設讓一般民眾充分的瞭解，未來將有助於銀合歡移除再造林作業的推展。

### (三) 全民 VGI 系統銀合歡防治計畫

由銀合歡入侵歷史回顧可知，銀合歡入侵與恆春地區及墾丁國家公園在近十幾年的發展階段中所造成土地利用型態改變而使銀合歡入侵影響擴大；此外，外來的遊客也有相當的風險會直接或間接引入新物種，遊客人數增加為恆春地區及墾丁國家公園帶來經濟活動改變及生態衝擊。雖然遊客人數的增加對於森林遊樂區及國家公園生態環境易帶來相當程度壓力，但相反的我們也能透過遊客來保護當地生態系統。隨著網際網路逐漸在全球各地普及開來，透過網路開放性的架構讓任何連上網際網路的使用者都能在同一個網站上進行意見發表、互動交流及資料相互分享，如近年來興起的社群網路 Facebook、Twitter、Plurk 等。自發性地理資訊 ( Volunteer Geographic Information, VGI ) 是近年來 GIS 新興的概念，使用者透過 Web 2.0 技術在網際網路進行雙向互動的介面機制，並結合 GIS 資料庫系統將具有空間資訊之資料整合、分析並顯示於平台上。每一個使用者簡單地透過線上地圖的介面或有 GPS 的設備就可以在操作平台上產生出地理資訊並分享。VGI 最主要的功能就匯集廣大群眾所收集的資料，達到資料更新維護的目的，VGI 系統相關的概念還能運用在資源管理、環境教學、導行路線規劃、災害防治等等。

外來種的入侵常常在人們不易察覺的情況下，慢慢的侵入並佔據該生態系統。因此，如要有效的防治及預防外來種的入侵，針對外來種種類、分布以及入侵現況的資訊的瞭解，是政府及有關單位需要深加思考及掌握的方向之一。然而，臺灣地區因地理環境影響下所包含的環境棲地類型、地形地貌以及土地利用型態多樣且複雜。因此，如要全面調查及監測每一外來入侵種清況，所耗費的人力、時間及涉及的經費、資源會相當可觀和漫長。因此，要如何透過全民的力量進行外來入侵種的情報分享及調查，並能將資料透過網路平台儲存及分享，將是有效並能降低經費及資源的最佳方法。因此，本次研究主題想透過 VGI 系統共享性和即時性特性，經由遊客或是當地民眾共同監測外來種入侵清況及分布。並藉由後端處理系統將每個使用者所提供之資訊進行整合並回饋給使用者。有關政府單位能藉由 VGI 系統所提供之資料進行匯整與分析並進一步找出外來種入侵受害嚴重的地區及棲地類型、擬訂外來種相關防治方法及優先防治的物種名單，也能透過 VGI 系統資訊平台建置，將外來種防治相關資訊提供給使用者查詢。達到全民防治外來種理想目標。

全民 VGI 系統銀合歡防治計畫主要運用分為兩個部份，首先是在 WebGIS 部分，首先利用具備有完整的時間解析力之法國 SPOT 衛星影像及

恆春半島彩色正射航空照片進行土地覆蓋分類及之銀合歡之空間分布圖層建立。利用地理資訊系統技術進行數化並將數化之圖層上傳到 WebGIS 做為基本圖層資料。第二部分為使用者監測，在進行建土地覆蓋圖層及銀合歡分佈圖層資料時，為提高輔助地物之判釋及準確度評估之地面真實參考資料，此時就能透過使用者利用平板電腦或是手機進行定位、照像及現地調查並將資料回傳到 WebGIS 上。最後管理者能藉由每個使用者所上傳共享之資料加以整理並分析後，能更進一步了解銀合歡族群物候、消長、分布清況，也能透過土地覆蓋變遷資料及銀合歡空間分布圖，探討銀合歡入侵各土地覆蓋類型的現況等有利銀合歡管理防治等地理空間資訊，給管理機關或是專家學者在進行政策制定及研究時有力參考依據。

#### 四、工作推動與合作伙伴

經分析盤點示範區內相關生態議題，並對於現有銀合歡防治、海岸原生植群及生態復育營造現有缺陷或未來潛在的保育問題，以永久移除恆春半島地區銀合歡為目標提出針對恆春地區的整體保育規劃，期望對於維持並提升現有生態棲地之目標皆能有所助益。而由於區域性工作需藉由跨單位、跨公私部門形成共識，共同協力合作，因此將本計畫所提出的三個銀合歡防治可行計畫納入合作伙伴、相關單位及將目前執行成果及進行中的工作項目，以短期任務 (2 年)、中長期推動 (2-5 年) 進行任務規劃。

表 4.5-11 墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案短中長期工作推動與合作夥伴

項目	既有計畫執行成果	短期任務 (2 年)	中長期推動 (2-5 年)	合作夥伴
銀合歡整治規劃 共享平台計畫	<p><b>墾丁國家公園(2004)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>墾丁國家公園範圍內銀合歡防治及原生樹種林下栽植技術之研究</li> </ul> <p><b>屏東林管處(2012-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>行政院農業委員會林務局屏東林區管理處銀合歡防治相關計畫</li> </ul> <p><b>墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>銀合歡移除後生態效益評估</li> <li>銀合歡移除後生態廊道改善規劃</li> </ul>	<p><b>共享平台建置</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>資料收集，包目前現有衛星影像資料、銀合歡分布範圍、地籍資料等進行整理並建置資料庫</li> </ul> <p><b>銀合歡移除方式設計</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>透過不同銀合歡移除方式後生態調查，並將分析結果設計成不同銀合歡移除流程放置於網頁中</li> </ul>	<p><b>共享平台使用及推廣</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>透過不同的網路平台及小程序將銀合歡整治規劃共享平台使用內容及方式推廣</li> </ul> <p><b>潛在生態廊道評估</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>依知識庫系統為概念建立網頁資料並加以擴充及強化，使其成為更完整與功能</li> </ul> <p><b>銀合歡整治工作協助</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>透過平台整合銀合歡防治的公部門及一般民間團體，協助銀合歡移除過程中各種工作事項及後續生態復育之相關工作</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>屏東林管處 墾丁國家公園管理處 畜產試驗所恆春分所 國防部軍備局林業試驗所恆春研究中心 國有財產署 屏東科技大學 恆春鎮公所 滿州鄉公所 獅子鄉公所</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>臺電公司 一般土地擁有者</p>

項目	既有計畫執行成果	短期任務 (2 年)	中長期推動 (2-5 年)	合作夥伴
銀合歡伐除示範區的教育訓練基地計畫	<p><b>屏東林管處(2012-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>行政院農業委員會林務局屏東林區管理處銀合歡防治相關計畫</li> </ul> <p><b>墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案(2019-2020)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>銀合歡移除後生態效益評估</li> <li>銀合歡移除後生態廊道改善規劃</li> </ul>	<p><b>教育訓練基地選址</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>配合林務局屏東林區管理選擇適合的銀合歡復育地進行基地選址及相關設施建設</li> </ul> <p><b>教育訓練基地課程設計</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>撰寫訓練基地課程相關課程，包含銀合歡移除工法、操作及後續復育及生態調查方式等。</li> </ul>	<p><b>銀合歡伐除示範</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>結合銀合歡整治規劃計畫，協助需要進行銀合歡伐除的團體機關進行銀合歡伐除示範等相關課程及研習活動。</li> </ul> <p><b>銀合歡環境教育宣導</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>配合當地 NGO 及國中小環境教育課程，辦理相關課程研習</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>屏東林管處 墾丁國家公園管理處 恆春研究中心 恆春鎮公所 滿州鄉公所 獅子鄉公所</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>當地 NGO 團體</p>
全民 VGI 系統銀合歡防治計畫		<p><b>VGI 程式開發</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>透過 Web 2.0 技術在國際網路進行雙向互動的介面機制，結合 GIS 資料庫系統將具有空間資訊之資料整合，並開發出相關系統</li> </ul>	<p><b>VGI 程式推廣</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>配合恆春半島各公部門、當地 NGO 及中小學環境教育，推廣銀合歡防治 VGI 系統</li> <li>配合當地活動，如恆春民謠節等，辦理互動活動對遊客宣導銀合歡防治 VGI 系統下載及操作</li> <li>不定期在 VGI 辦理各式活動，提高互動</li> </ul>	<p><b>公部門</b></p> <p>屏東林管處 墾丁國家公園管理處 恆春研究中心 恆春鎮公所 滿州鄉公所 獅子鄉公所</p> <p><b>民間單位</b></p> <p>當地 NGO 團體</p>

#### 4.5.5 成效評估擬定與結論

##### 一、成效評估

在本示範案的保育復育規劃中，歸納銀合歡移除並復育原生植群需要長期與公家單及地方組織合作，然而就國土生態綠網建置的角度來看，原生物種及棲地的保育復育、生物多樣性的提升等做為計畫目的以外，當地居民對於銀合歡長期移除工作也需要大力的支持，才能達到永久將銀合歡移除恆春半島的長期目標。因此，針對此區保育操作擬定成效評估指標，以供後續相關計畫執行之成效參照。

- (一) 銀合歡移除後棲地改善評估
- (二) 生態廊道生物多樣性提高評估
- (三) 在地民眾對於外來種移除的意識及參與程度評估

##### 二、區域綠網建置操作指引

綜整墾丁銀合歡移除與熱季風林回復示範案從區位選取、環境背景分析、保育目標設定、議題處理及行動開展，以及最後的成效評估擬定，係以恆島半島地區為主體，依據銀合歡移除後復育造林地等不同保育議題區位，推動恆春半島內整體生態系保全與棲地提升，同時就銀合歡移除後對於生態廊道建置進行連結規劃及分析。為提供後續綠網建置工作參考，本節歸納本案於此銀合歡移除主要議題面向之綠網建置流程，提供一般性建議。

外來物種之防治方法國際間雖有機械及物理、化學藥劑、生物等防治方法，進行外來入侵物種擴散的抑制，但以銀合歡入侵臺灣森林生態系而言，因其入侵面積廣大，因此林務局屏東林管區等相關單位陸續依據銀合歡入侵之生育環境，設立不同的銀合歡移除造林模式；結果顯示，透過大規模機械式的移除模式，無論是何種銀合歡移除更新造林的方式，其防治成效皆能達到預期成果，此一情形亦証實，銀合歡經人為移除後進行原生樹種復育當銀合歡與天然植群形成混生狀態時，可促進生育地的物種多樣性。由調查及前人研究中發現，銀合歡於 1988 年開始就有大面積分佈，並集中於人為干擾程度嚴重或是人為活動明顯之鄉鎮周圍及道路兩側。當棲地受到干擾時有利於植物入侵的發生，干擾程度、頻率及幅度大小越強烈，外來植物入侵機率越高。因此，未來在執行恆春半島地區綠網建置時，應藉由大面積且多區域的海岸、淺山的整體性銀合歡移除，並轉換為森林地景，使森林地景嵌塊體由深山、淺山及海岸具有連結性，而營造出森林生態系的廊道，不但有利於生物多樣性的維持更能有效減緩銀合歡入侵。

## 第五章 綠網行動策略研訂

### 5.1 跨部會溝通平台建置

國土生態綠網推動涉及多個部會、縣市政府及一般民眾。單靠林務局，甚或農委會，無法順利推動。綠網行動策略規劃的最終目的是要找出策略，而策略需有相應單位的配合與協力，才得以達到預期的目標。過程中每個階段共識的達成，是確立規劃之重要要件。

本案的政策推動以滾動式規劃之概念，透過座談會、跨工作平台會議、議題研討等行動方法，與林務局、跨政府相關部門、NGOs 充分溝通協調。本計畫另藉由與專家顧問以及林務局業務部門組成定期討論之小組形式開會討論，取得對於關鍵領域、議題、操作方法，及後續計畫落實與行動計畫方向等共識。

本計畫初步提出國土綠網建置規劃方法後，透過專家座談會與不定期的平台溝通，取得多方參與者之意見回饋，並且將這些意見納入持續修正的過程，以進行下一階段的藍圖建置階段，完成綠網藍圖規劃成果。

#### 5.1.1 跨部會溝通平台建置及操作方法

##### 一、跨部會平台建置

在國土生態綠網的規劃與建置過程中，由於涉及跨部會及跨公私部門在策略與行動上的介面整合，因此本案為呼應綠網政策推動的核心價值—「連結人網」，期能透過協助跨部會平台的建立，擬定待協商議題、針對議題進行協調討論，並進一步建立合作共識，擴展綠網夥伴關係。

依據國土生態保育綠色網絡建置計畫之核定本所示，跨部會平台的建置包含以下層面：

##### (一)區域操作層面

依照各關注區域保育議題，由林務局轄區所在各林區管理處成立區域型跨機關平台，就保育目標、保育策略、保育工具、合作夥伴等討論因應對策及合作方式。

##### (二)里山倡議網絡會議平台

推動「臺灣里山倡議夥伴關係網絡 (TPSI)」的全國性策略架構，邀集社區、部落、NGOs、NPOs 及學術單位等，建立國內夥伴互助合作平台，深化臺灣推動里山基礎，擴大保育效益，提升臺灣淺山保育成效以及環境韌性。

##### (三)政策制度面

藍圖規劃及政策性事務，由林務局邀集各部會相關機關，成立跨部會溝

通平台，討論整體計畫、共同盤點資源、排列議題順序、擬定實施策略。

本案為協助整體政策之藍圖規劃，將跨部會連結的目標著重在政策制度面的探討協調，包括策略整合、資源盤點與銜接、以及相關法規與制度的疊合分析等，而於此同時，本計畫也積極參與區域生態綠網所召開之平台會議，以及里山倡議網絡會議平台於分區辦理的實務交流工作坊，以從全國生態綠網規劃的角度，融入相關平台的研商或辦理成果。

## 二、議題設定

針對上述跨部會平台的運作架構設定，本計畫透過第一年的工作執行，進行生態綠網概念及政策目標的訂定，同時透過相關資料、法規、政策的盤點與銜接工作，以及參照計畫核定本所提及之跨部會合作章節，進一步設定了「國土規劃」、「農業生態」、「交通建設」與「流域管理」四個議題面向，如圖 5.1-1。以下依照各個議題面向、主要對應部會，表列主要協調項目，並設定於綠網關注區域確立後，協助與相關部會進行連結與協調討論。

於本計畫進行綠網藍圖規劃過程中，受特生中心及林試所的大力協助，前者提供水鳥多樣性熱區分布、紅皮書受脅植物重要棲地分布、路殺熱區等圖資，並協助本計畫介接 TBN 資料庫，蒐整各類群物種分布資料；後者以國家植物園方舟計畫成果，提供植物多樣性熱點分布、瀕危植物分布網格，並協助擬定綠網關注植物清單及各分區分布情形。作為協助生態基礎資料建置、綠網藍圖關注區域指認及策略規劃的角色，特生中心及林試所屬同時涉及四個議題面向之夥伴單位，因此除了特定任務以外，亦可就資料面或策略面，在各議題平台會議上提供資料應用建議，並進一步協助生態基礎資料研究與整合工作。

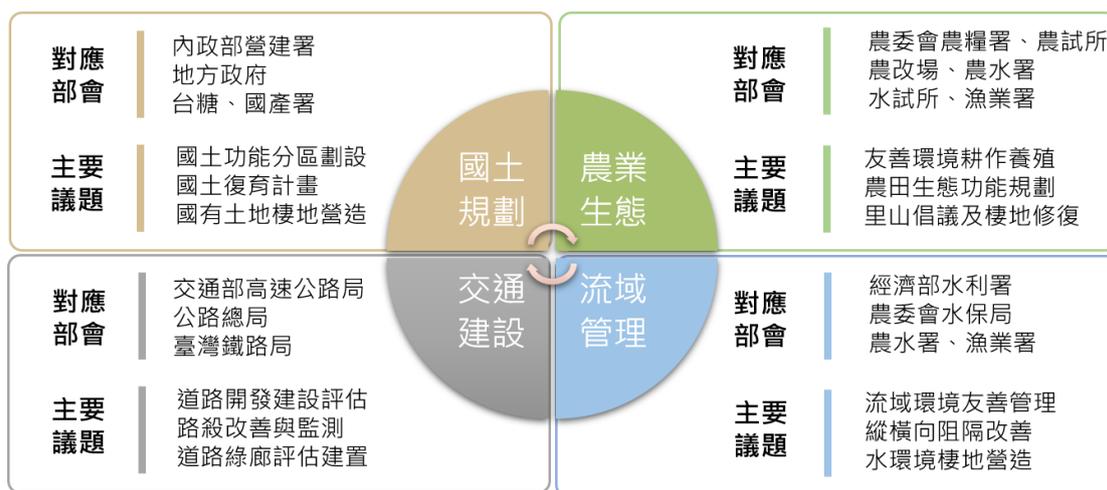


圖 5.1-1 跨部會協調之四大議題面向

## (一) 國土規劃

在國土規劃的面向上，由於本案在藍圖規劃上涉及空間治理與管理目標的策略研析，因此在生態綠網關注區域建置完成後，須與內政部營建署主管之國土計畫，就國土功能分區、特定區域計畫與國土復育促進地區劃設等相關議題，提供本計畫蒐整或產製之相關生態重要背景資訊，進行研商探討。其中針對國土功能分區的劃設，可就本案指認之關注區域，透過進一步與縣市國土計畫劃設結果進行套疊探討，並針對疑義處進行協商。

表 5.1-1 國土規劃議題協調項目

議題項目	單位		協調項目
生態保育潛力 區用地取得	臺灣糖業股份有限公司		透過綠網所指認的重要關注區域，疊合台糖、退輔會與國有財產署之所有國有土地，提供轉為棲地營造、生態植被復育、平地造林等友善環境經營策略。
	財政部	國有財產署	
	行政院	退輔會	
國土功能分區 劃設、特定區域 計畫與國土 復育促進地區 擬定探討	內政部	營建署	針對綠網重要關注區域，提供進一步研議國土功能分區劃設原則檢討、特定區域計畫擬定，以及國土復育促進地區的劃設背景資訊，予以與國土計畫對接。
	地方政府		於地方政府劃設縣市國土計畫階段，提供綠網重要關注區域或相關生態重要背景參考圖資，予以套疊探討並針對疑義處進行討論

## (二) 農業生態

在農業生態的面向上，欲提升淺山、平原、濕地等涉及人為農林漁牧利用之棲地功能的提升，里山倡議方法中促成社會生態—生產地景之保全以及友善生產環境的推動，是綠網建置的重要行動之一。農委會轄下相關機關已有針對不同生產類型，逐步推動友善耕作、友善養殖以及相關環境友善給付措施，後續於此議題面向上的跨部會溝通，建議主要推動相關輔導與補助措施的介面整合。

表 5.1-2 農業生態議題協調項目

議題項目	單位		協調項目
農業生態 功能規劃	農委會	農試所	針對農村地景規劃結合生態棲地保全及景觀遊憩等多元目標，推動整體農地生物多樣性、生態系服務的評估與盤點工作
推動友善 環境耕作	農委會	水試所	針對友善養殖技術發展與推廣，整合協助介面
		漁業署	
		農糧署	針對綠色環境給付、友善環境耕作認證制度，整合協助介面
	農試所 農改場	針對生態友善耕作技術發展與推廣，整合協助介面	
	原民會		推動原住民地區的生態產業發展

議題項目	單位		協調項目
推動里山 倡議	農委會	漁業署	提供生態綠網重要關注區域圖資，討論里海地區潛力點盤點方法
		特生中心	協助里山、里海地區潛力點盤點方法學建置
	交通部	林試所	協助里山、里海地區潛力點盤點方法學建置，並推動瀕稀植物周邊里山里海社區保育工作
修補與強 化生態廊 道	農委會	農水署	針對指認之生態綠網重要關注區域，盤點既有農田水圳與溝渠系統，進一步研析農田水圳與溝渠之縱橫向廊道修復與近自然化的改善方法，並避免新興工程水泥化、渠道化減損棲地功能
		水保局	
	地方政府		

### (三)交通建設

在交通建設的面向上，將主要議題項目設定為「道路開發建設評估」以及「路殺改善與監測」兩個部分，除了逐步將生態與棲地價值的重要性納入道路開發前的評估指標之一之外，重點區域的路殺改善與監測、相關改善策略的研議以及道路工程生態檢核機制的落實，亦是重點討論課題。

表 5.1-3 交通建設議題協調項目

議題項目	單位		協調項目
道路開發 建設評估	交通部	公路總局	透過生態綠網重要關注區域圖資，導入一般道路、國道、鐵路等交通系統，作為建設前的選線評估背景資料，研討政策目標整合方式，並透過對接工程生態檢核機制，減緩對生態與棲地衝擊
		高公局	
		台鐵局	
地方政府			
路殺改善 與監測	交通部	公路總局	透過生態綠網重要關注區域圖資，指認出建議各單位可進一步分析與調查的重點區域，透過動物通道設置、道路邊坡生態造林、以及綠廊道建置等分工整合，協助道路生態的改善
		高公局	
		台鐵局	
	地方政府		
農委會	特生中心	協助路殺改善研究與成效監測	

### (四)流域管理

在流域管理的面向上，具良好健康度的河川，是串聯生態綠網關注區域的重要生態廊道。而由於臺灣在流域上中下游的管理分屬不同機關，因此在政策制度面的協調上，研議將生態所需棲地功能，透過生態系服務架構納入流域品質評估與河川管理指標，連結各流域管理單位進行行政目標的整合，是上位且最具重要性的協調項目。

除此之外，可能影響重要水域生物棲息之既有河川構造物的盤點改善、前瞻基礎建設全國水環境改善計畫的區位疊合討論，以及河川用地提供作生態造林、生態植被復育的合作，亦是此面向上可做進一步協調與合作之處。

表 5.1-4 流域管理議題協調項目

議題項目	單位		協調項目
流域環境管理指標	經濟部	水利署	透過生態系服務的框架，研討將生態所需棲地功能與品質納入河川管理與野溪治理之上位規範的可行性，針對生態檢核機制進行交流精進
	農委會	水保局	
		漁業署	
修補與強化生態廊道	經濟部	水利署	針對所指認之生態綠網重要關注區域，盤點既有構造物點位，進一步研析海堤、河川與野溪之縱橫向廊道修復與近自然化的改善方法，並避免新興工程水泥化、渠道化損害棲地生態功能
	農委會	水保局	
	地方政府		
棲地營造與物種保育	經濟部	水利署	針對所指認之生態綠網重要關注區域，與水環境營造區位進行疊合探討，就棲地營造的方法與執行面進行介面與目標整合
	農委會	漁業署	針對所指認之洄游性生物重要溪流廊道，優先補助並協助地方政府辦理封溪護漁，並針對受商業採捕嚴重影響之稀少物種訂定保護規定

除上述四大議題涉及之部會外，其餘部會也有許多面向可以協助綠網推動。例如環保署針對應實施環評之開發行為，若涉及綠網關注區域者，建議依「動物生態評估技術規範」之第二級環境敏感區，進行生態調查。另外，目前TBN並未收納環評及施工與營運階段環境監測之生物調查資料。建議環保署諮詢TBN團隊，訂定資料結構標準，要求開發單位上傳並開放生物多樣性資料。

## 5.1.2 成果交流會

### 一、活動緣起

為了向社會大眾及生態保育、環境管理之實務工作者分享國土生態綠網計畫的重點工作及階段性成果，本計畫在2019年8月5及6日，假林務局大禮堂舉辦為期兩天的成果交流研討會，以「國土生態綠網首部曲：尋找森川里海的連結」為題，除了邀請經濟部水利署簽署綠網合作備忘錄揭開序幕，也透過邀請參與綠網各項工作之夥伴機關，進行四場主題報告與交流，凝聚眾人對國土生態綠網的共識，砥礪前行。

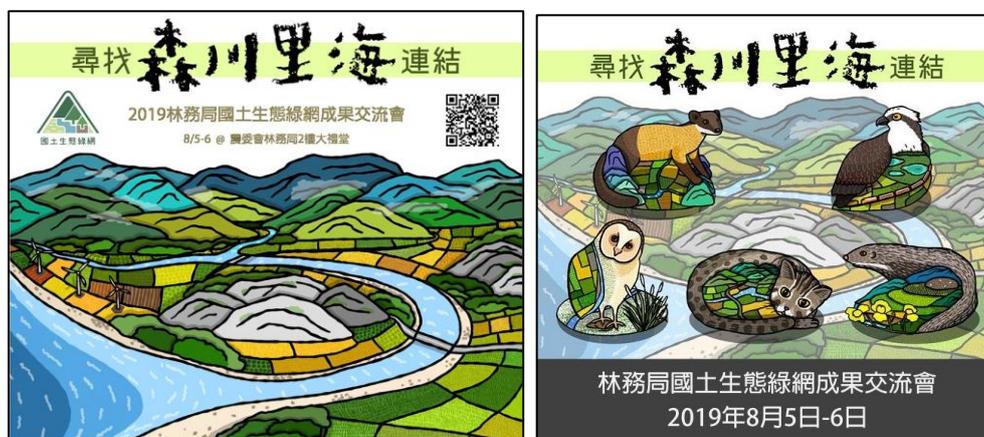


圖 5.1-2 成果交流會 FB 宣傳圖卡

為鋪展綠網各分項工作之階段成果報告與議題與談，本次活動分為「國土生態綠網跨域平台建置」、「藍圖規劃與生態廊道串聯」、「里山倡議及友善農漁生產環境推動」、「綠網理念推廣與公眾參與」四大主題架構，個別邀請具代表性主持人與與談人進行主題交流，期能針對與談主題匯聚重要觀點，提供後續執行方針指引。

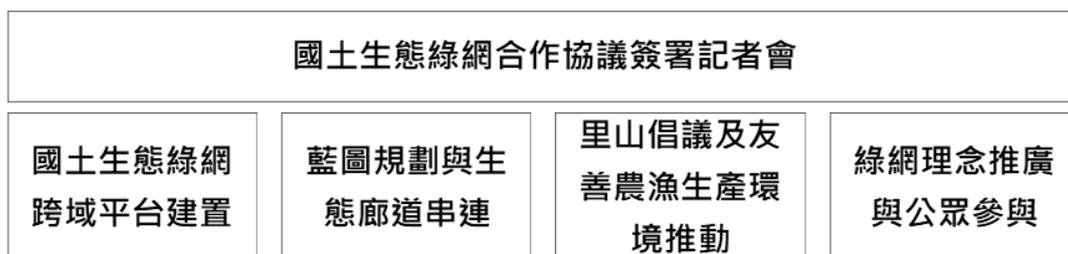


圖 5.1-3 成果交流會主題設定

## 二、活動辦理

會中在張景森政務委員及農委會陳吉仲主委的見證下，由水利署賴建信署長與林務局林華慶局長共同簽署國土生態保育綠色網絡合作協議，宣示雙方攜手改善河川生態，透過共同合作及行動，達到水環境棲地保育之願景，邁向環境治理的新典範，合作備忘錄詳附錄七



圖 5.1-4 國土生態保育綠色網絡合作協議簽署合影



圖 5.1-5 合作協議簽署記者會結束大合照

### 三、活動效益

透過 FB 系列宣傳，本次成果交流會共計約 300 人、超過 70 個公私部門共同參與，而透過林務局森活情報站之線上直播，簽署記者會的時段有將近 4800 次個觀看次數，而各單位的階段成果分享以及主題交流，則各有約 1500 次左右之觀賞次數，達政策行銷與推廣的良好效果。除了透過粉絲專頁做訊息推播，針對成果交流會的辦理與其中的議題討論，亦有媒體的迴響製成相關報導，彙整如表 5.1-5 所示。

表 5.1-5 成果交流會相關新聞報導

報導日期	媒體	新聞標題	新聞連結
2019.08.05	國立教育廣播電台	國土生態綠網交流會 公私部門共同守護家園	<a href="https://channelplus.ner.gov.tw/channel-news-episode/55597">https://channelplus.ner.gov.tw/channel-news-episode/55597</a>
2019.08.05	臺灣動物新聞網 TANews	跨部會建構國土綠網 林務局與水利署攜手合作	<a href="http://www.tanews.org.tw/info/17215">http://www.tanews.org.tw/info/17215</a>
2019.08.05	中廣新聞網	生態環境給付 農委會：落實農地農用就有	<a href="http://www.bcc.com.tw/newsView.3497726">http://www.bcc.com.tw/newsView.3497726</a>
2019.08.05	農傳媒	以生態環境給付守護農地 堅守農地農用每公頃給付 1 萬元	<a href="https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&amp;sub_theme=article&amp;id=3510">https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&amp;sub_theme=article&amp;id=3510</a>
2019.08.05	民視新聞網	中央推動「國土生態保育綠色網絡」 保育臺灣核心物種	<a href="https://www.ftvnews.com.tw/AMP/News_Amp.aspx?id=2019805L06M1">https://www.ftvnews.com.tw/AMP/News_Amp.aspx?id=2019805L06M1</a>
2019.08.05	民視新聞台 (電視)	中央跨部會合作推動「國土生態保育綠色網絡」	<a href="https://www.youtube.com/watch?time_continue=22&amp;v=vRSrT9ewNMU">https://www.youtube.com/watch?time_continue=22&amp;v=vRSrT9ewNMU</a>
2019.08.06	環境資訊中心	森林是水的故鄉 林務局 x 水利署跨域 合作保育河川生態	<a href="https://e-info.org.tw/node/219426">https://e-info.org.tw/node/219426</a>
2019.08.19	環境資訊中心	動物不會「分界線」生態如何零損失？ 國土綠網藍圖出爐：先打破空間概念	<a href="https://e-info.org.tw/node/219646">https://e-info.org.tw/node/219646</a>

## 5.2 區域綠網行動策略研擬

根據國土生態綠網計畫之目標與願景，保全淺山以降的「社會-生產-生態」地景，以創造人與自然和諧共存為各區域綠網擬定行動策略與計畫之重要準則，從而盤整的生態調查資料、推動的農業區友善生產環境、及藍綠帶串聯的重要生態系，已在橫向相關部、會、署、中心建立橫向夥伴關係，亦已帶動各林管處共同建立垂直融合架構。因此，在國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫中，嘗試以滾動式規劃概念協助建立區域綠網行動策略與架構，期透過座談、跨工作平台會議、議題研討等行動方式與林務局、跨政府相關部門、NGOs 充分溝通協調取得共識，從而取得對於關鍵領域、焦點議題、操作方法之共識，及各區域綠網後續計畫落實與行動計畫方向等工作。

本章核心精神與工作將以國土生態綠網計畫為核心，打造「提高生物多樣性與生態系統服務」、「創造友善環境產業」、「減少環境衝擊」、「消除外來物種侵害」之行動策略與架構 (strategies and action framework)，作為相關橫向關係夥伴與垂直支援局處推動相關計畫之參考依據。

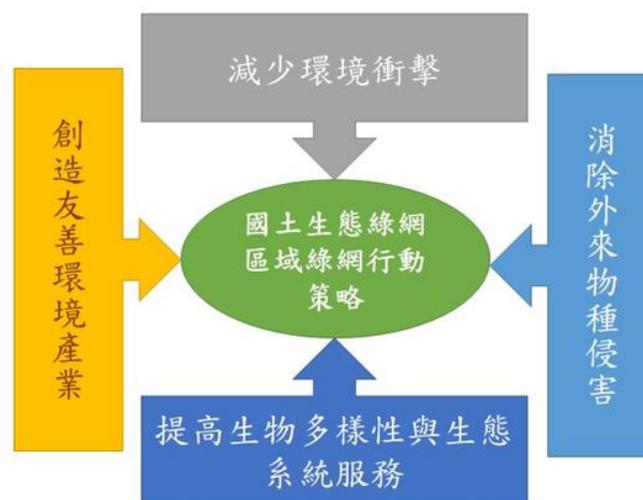


圖 5.2-1 推動國土生態綠網區域綠網行動策略架構圖

### 5.2.1 與既有國土分區規劃架構之連結探討

2020 年是生物多樣性公約與愛知目標達成查核年，各國在過去 10 年為達成愛知目標的 5 個策略目標及 20 項子目標，臺灣為維護並提高生物多樣性及其價值，始終積極推動相關政策、鼓勵科學研究，加強生態區及物種、棲地保育，以保護臺灣珍貴的環境豐度與特性。此外，2015 年立院通過、並於 2016 年頒布推動的國土計畫法，建立了國家環境基本法規與空間策略布局的指導原則，將以達成國土永續發展、確保國土安全、保育自然環境與人文資產為核心，根據地方人口與產業特性訂定並引導國土資源保育與利用，讓各級空間發展計畫能復育環境敏感地區、避免國土因不當或過度發展遭到破壞。爰此，區域綠網計畫各項行動計畫推動過程，可從以下幾個方向加強連結、以協助我國在推

動愛知目標之各項計畫：

### 一、生態敏感區劃設與保育

「對人類具有特殊價值或具有潛在天然災害，極容易受到人為的不當開發活動影響而產生環境負面效應的地區」，於 1988 年由經建會(國發會前身)定義為環境敏感區，其中，野生或特殊稀有種之動植物棲地、重要生態系統(如沼澤、海岸濕地)等生態敏感區，以及包括重要礦產資源、農業資源、水資源...等在內的生產性資源敏感區，多為國土生態綠網指認之重要關注區域，而過去的區域計畫及現在推動中的國土空間發展策略，均對前述各項環境敏感地區的劃設與保育，列為各級空間計畫應載明並審慎推動之事項。各區域綠網行動計畫可就各生態分區指認之重要關注區域成果協助生態敏感區劃設與保育之推動。

### 二、國土復育地區推動

《國土計畫法》第 35 條第 5 款指出，生態環境已嚴重破壞退化地區，得由目的事業主管機關劃定為國土復育促進地區，進行復育工作；第 6 款亦提到其他對國土保育有研究影響之地區亦同。各區域綠網之行動計畫可就業務管轄範圍盤點並評估各土地單元之生態環境品質，避免已受破壞之退化地區持續劣化，亦可對有環境衝擊之虞地區提早提出保育策略與行動計畫，協助國土生態綠網之生態系維護與藍綠帶串聯。

### 三、國土功能分區劃設

《國土計畫法》第四章規範了各個國土功能分區分類的劃設原則，根據環境自然與人文條件、土地使用現況及產業特性，區分為國土保育地區、海洋資源地區、農業發展地區，及城鄉發展地區，各分區的土地使用原則亦應符合發展願景、土地資源類型、根據分區分類申請使用許可。而國土生態綠網藍圖計畫所建立之生物多樣性分布圖、關注動物分布模型、珍稀瀕危植物重要棲地、以及指認之重要關注區域，可協助各區域綠網於前述盤點並評估環境品質計畫中，有系統、科學化的彙整具生態資訊的空間資料，其成果有助於回饋至縣市國土計畫劃設功能分區之重要基礎，以健全生態保育重要區的完整性與棲地連結度，避免過度或不當開發造成的棲地劣化。

生態綠網計畫的主要目的，在找出平地及淺山地區，人與自然互動過程下的高生物多樣性地景，例如里地里山環境，或冬季曝曬的淺坪魚塭；或是特定生物依賴的環境，例如水雉賴以繁殖的菱角田、石虎棲息的淺山鑲嵌地景、草鴉活動的旱田與河川草地。在維持原有農漁業生產功能的前提下，藉由相關政策工具，給予這些關注區域在保育上之必要協助，以維護物種之族群及生態系服務功能。

本計畫的綠網重要關注區域之國土功能分區分類，正是以農業發展地區為主，符合生態綠網的主要目的。內政部營建署模擬劃設國土功能分區，以提供各縣市政府在劃設縣市國土計畫時之參考。綠網重要關注區域套疊該模擬國土

功能分區圖資，結果以農業發展地區佔比最高，達 54.6%，國土保育地區 28.7%次之，城鄉發展地區則有 15.1%，海洋資源地區 1.6% (圖 5.2-2)。

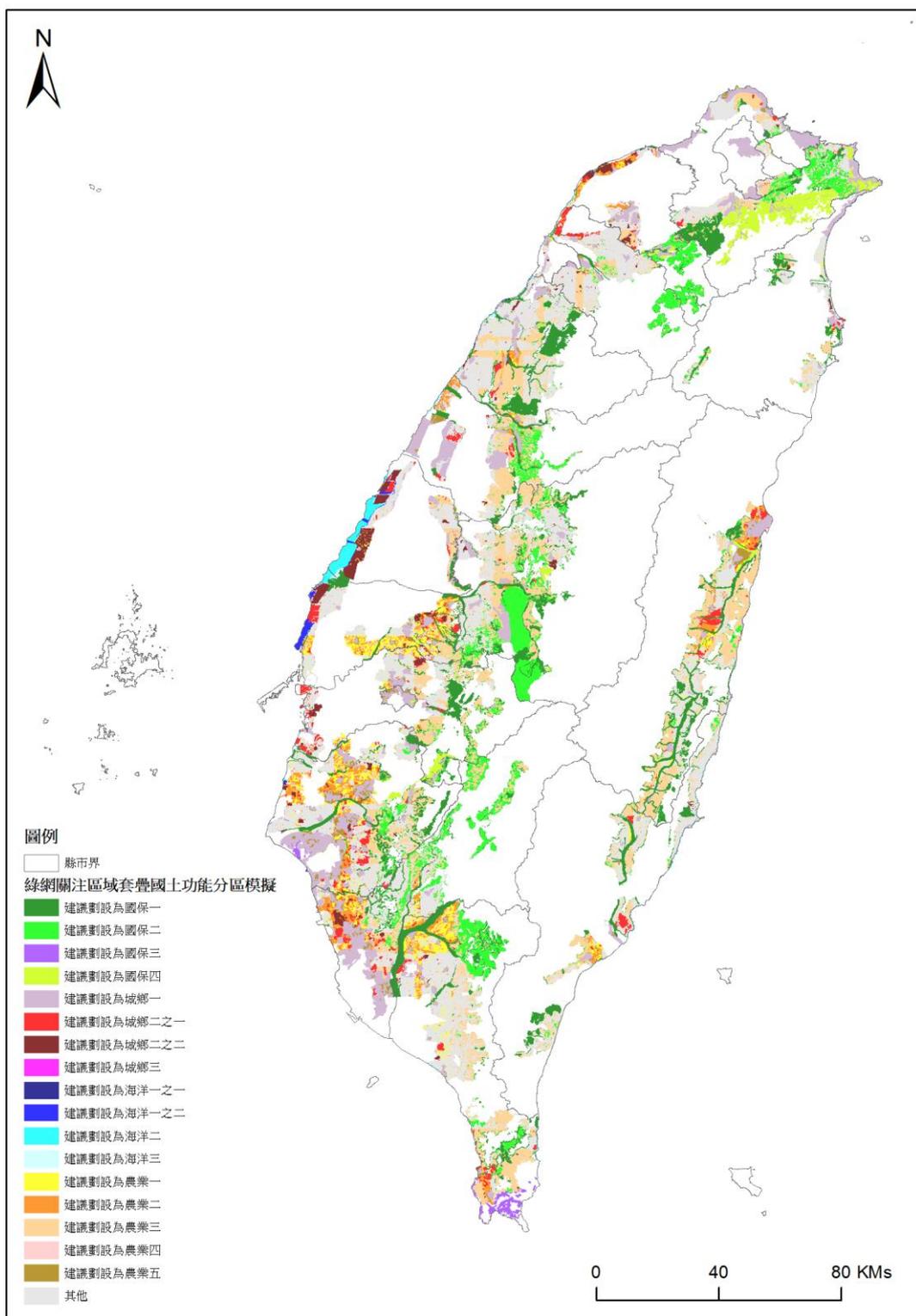


圖 5.2-2 綠網關注區域套疊國土功能分區模擬示意圖

國土功能分區是預設國家未來發展方向，將空間劃分；生態綠網則是就現況具生態保育必要者，藉由各式手段盡力維持。兩者背後的思維邏輯有所差異。在這樣的前提之下，指認之重要關注區域與國土功能分區疊合探討時，並不太需要聚焦於關注區域是否應該或已經劃入國土保育地區。不過有些位於都市計畫地區的綠網關注區域，是可以考慮劃為第四類國土保育地區(簡稱國保四)或第五類農業發展地區(簡稱農發五)。以草鴉為例，SDM 分析結果，發現在「高速公路永康交流道附近特定區」及「仁德(仁德地區)都市計畫區」有很高的出現機率；草鴉衛星追蹤結果，也確認這些都市計畫區的草生地與旱田有很高的活動頻度。因此適當地將某些區域劃為國保四或農發五，應該是可以考慮的方向(圖 5.2-3)。

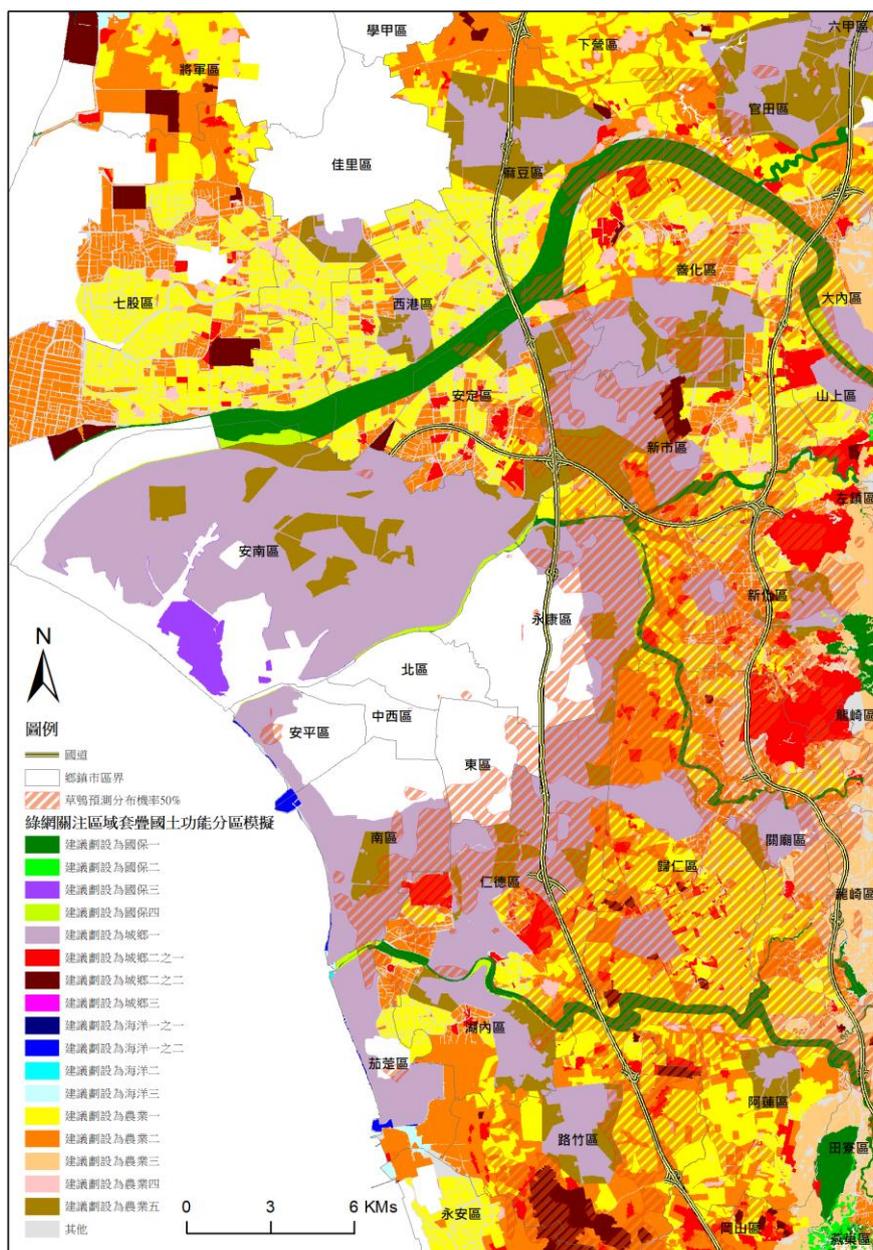


圖 5.2-3 台南市周邊綠網關注區域套疊國土功能分區模擬及草鴉預測分布

另外，鄰接既有保護區系統或國有林的生態綠網重要關注區域，建議優先劃為第三類農業發展地區(簡稱農發三)或第一類農業發展地區(簡稱農發一)。社區林業、農村再生、以及生態服務給付，可以優先在農發一與農發三推動。

#### 四、友善產業環境推動與生態給付

臺灣約有 40 萬公頃農地分布於平原上，其餘 30 萬公頃則位於山坡地上，在臺灣的生態地景與糧食安全等議題上，均扮演關鍵的角色。協助建立良好農業生產環境、扶植環境友善農業是國土生態綠網計畫一項重要核心工作，透過「水田與旱田生態服務給付的推動」，國土生態綠網及各區域生態綠網不僅與農糧署之「對地綠色環境給付計畫」、「有機農業促進法」協力推動友善農業環境，亦有助於國土計畫中推動農地資源保護策略及全國農地總量的空間發展策略。

#### 五、流域特定區域計畫

依據《國土計畫法》第四章第三節，論及「針對離島、偏鄉、原住民族土地、河川流域等地區，考量特殊自然、經濟、文化或其他性質條件，透過擬定特定區域計畫，以整合相關目的事業計畫及其資源，於生態永續、資源共享、尊重多元文化活動需求、提升公共設施服務水準等原則，研擬治理及經營管理規劃，確保城鄉發展機會公平。」供本計畫於 3.3 節及 3.4 節所盤點之綠網關注陸域、水域環境，得以透過後續細化到更小尺度的生態與棲地保育議題盤點，回饋予主管機關作為「流域特定區域計畫」評估提擬以及行政協處策略擬定上的參考依據。

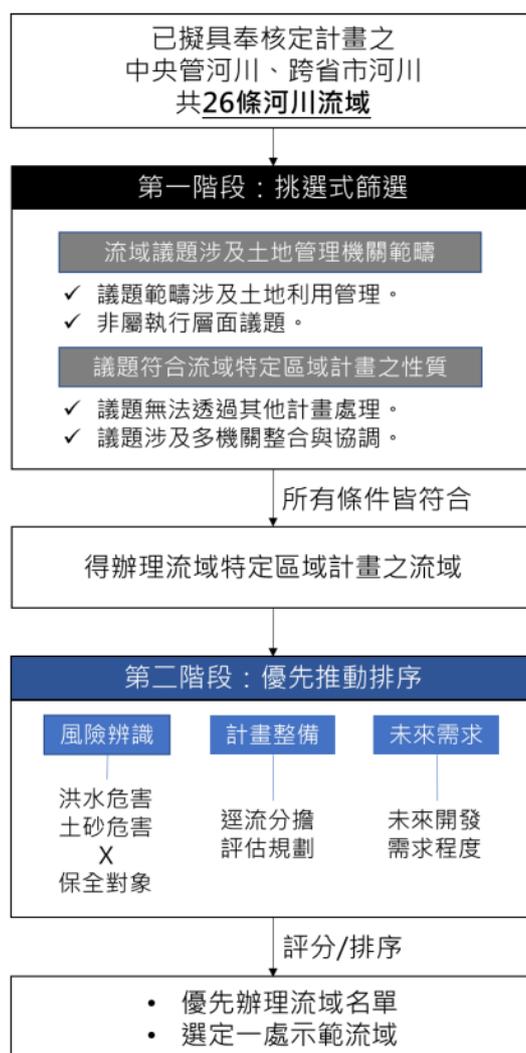
依據內政部營建署 2020 年《全國國土計畫—流域特定區域計畫：推動機制及示範計畫之研擬實作》期中報告，該計畫重新檢討歷年有關特定區域規劃及機制探討等相關研究計畫成果，重點提出了流域特定區域計畫之功能與角色，以及議題篩選機制。首先就流域特定區域計畫功能，該報告提出以下四點：

- (一)補強功能：特定區域計畫可針對具特殊性或涉及眾多目的事業主管機關，而難以透過全國國土計畫妥善處理之議題類型，進行整合性規劃，藉以調和多方利害關係，以補強或以附冊方式適時檢討納入全國國土計畫。
- (二)協議功能：針對可能涉及多個行政轄區或涉及各目的事業法規間相互抵觸，而於現有法令中無法解決之議題，可透過特定區域計畫擬定過程中所召開的部門協調會議，強化部門與空間計畫體系之橫向連結。
- (三)中介功能：特定區域計畫除上述補強功能有優先適用情形外，原則係承中央主管機關擬訂之全國國土計畫(為其附冊)，下接縣(市)國土計畫，居於全國性管理原則及地方性實質管制間之中介地位。
- (四)指導功能：特定區域計畫具指導下位實質計畫之功能，令空間計畫、部門計畫、相關法規等，皆須依循流域特定區域計畫之內容配合檢討變更。

而就議題篩選機制的部分，則提出兩個階段的流域特定區域計畫區位篩選標準，第一階段為必要條件之挑選式篩選，第二階段則是透過設定評估準則，進行評分排序，藉以選取建議優先辦理流域特定區域計畫之流域名單。其整體評估流程如圖 5.2-4 參照該計畫的評估結果，符合必要條件並得以辦理流域特定區域計畫之流域，包括鳳山溪、大甲溪、烏溪、濁水溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、高屏溪、四重溪及淡水河流域，也皆涵蓋於本計畫盤點之重要河川流域。

最後，參考上述報告就「流域特定區域計畫研提方式」之研析，論及就其他流域管理主管機關(如經濟部水利署、農委會林務局、農委會水保局等)在面臨需土地部門協助處理之議題時，可透過主動向土地主管機關提出有待協處之議題，由內政部評估是否啟動流域特定區域計畫，擬定計畫內容。

綜整相關研析內容，在區域綠網與流域特定區域計畫的銜接上，本計畫建議各林管處可優先針對「符合流域特定區域計畫辦理條件」之十個河川流域，與地方河川局、水保分局及縣市政府等流域管理相關單位合作，以流域生態系為關注範疇，逐年辦理生態與棲地保育議題盤點工作。待掌握流域範圍內無法透過既有協調機制與政策工具解決之議題後，可向內政部提請流域特定區域計畫的擬定，藉以以整體流域生態系的保育復育觀點，進行跨部會協商，提出相關管理制度與法規面的檢討建議。



資料來源：內政部營建署，2020年。《全國國土計畫—流域特定區域計畫：推動機制及示範計畫之研擬實作》期中報告。

圖 5.2-4 流域特定區域計畫議題篩選機制評估流程

### 5.2.2 與既有公共工程之疊合探討

棲地破碎化是對全球生物多樣性喪失的首要威脅，而持續增長的各類型公共建設，包括交通、能源、資通訊等網絡發展，都是棲地破碎化的主因。土地因為各種人為使用而切割分化，除了造成野生動物的移動遷徙阻礙，更影響自然界原有的生態系服務功能，包括水土涵養、氣候調節、地景與生物多樣性維持等，對環境、社會與經濟面向影響甚鉅。世界各國皆針對各類型公共建設的環境影響制定相關制度與方法：在制度面上，主要透過國土規劃與環境影響評估進行規劃管理；在系統方法上，則以道路為主的線型結構受到最廣泛的研究與討論。

本節將探討道路生態學這個整合性應用領域的發展，從國際經驗歸納出以國土綠網整合的長期方略，將破碎修復的概念引入道路等線性公共建設系統的規劃、設計到管理，讓道路廊道能兼顧物種族群存續所需的棲地連結。其次，則從國際經驗探討上位國土空間規劃的制度與規範，如何提供各類型公共建設

的規劃指引，作為權衡土地使用許可、評估侵擾與調適策略的依據，作為永續發展與能源轉型建設規劃的參考。

### 一、道路相關線性結構的生態影響

在人口密度的增加以及對於社會經濟發展的需求下，往來兩地之間的道路建設成為了國家發展的重要基礎建設之一，從往來城市與城市之間的國道、往來城市與郊區之間的縣道，以及鄉間的產業道路，各國透過編織交通路網提升了交通便利性。然而，以道路為主的線性結構雖然帶來了便利性，卻也帶來了自然棲地及地景的減損、破碎化，造成生物多樣性下降的危機。

過去數十年間，歐洲、加拿大與美國等先驅國家，體認到各種開發與道路建設對自然棲地造成嚴重的破碎與阻隔，造成生物多樣性持續下降，於是開始打造各類動物通道及衝擊減輕措施，並且興起各式國際型研討會，彼此分享經驗、交流成果，從而發展出道路生態學 (Road ecology) 此研究道路與環境之間複雜互動關係的實戰科學，旨在探討以線型道路為主的交通廊道系統對自然環境造成的衝擊，並提出解決方案。

綜覽道路生態學所揭道路建設對生態系統所帶來的影響，包括造成棲地損失、地景破碎化、生物移動受阻與路殺事件的發生、道路旁植被受外來種侵入、化學性汙染、水文與微氣候的改變等等。由於這些影響分別發生在不同的時間與空間維度下，以及針對不同目標物種的影響可能牽涉的是不同路段或道路設施，因此本章節以下針對道路生態議題的類型進行表列與探討方法的概述後，建議後續欲進行行政協處的相關單位，仍須透過進一步的研析工作以指認最適切的改善方案。

#### (一) 棲地減損與切割

棲地的減損與切割，是道路建設及其他公共工程對於生態系統所帶來的最直接的影響。由於道路建設的前期評估作業是以人為利用的角度進行思考，交通建設計畫作經濟效益評估時，背後所採行的成本效益分析法，也係以道路建設所能直接間接帶來的經濟產值進行評比分析，因此，在棲地功能與其他生態價值未能透過貨幣化或其他形式納入評估要素之一時，野生生物重要的棲息環境容易受到減損，或造成比鄰道路之棲地的破碎化，使棲地功能降低。

#### (二) 路殺與移動受阻

承上，由於棲地的減損與切割，可能進一步造成動物路殺致死，或是使動物無法於棲地間移動，不利於基因庫的交換，造成族群數的減少。野生動物可能因為需要覓食、繁殖、取暖或其他生存需求，而需橫越馬路至比鄰棲地，在沒有為動物設置防護網、反光鏡或對人車設置警示牌的情況下，動物容易在移動過程中受到來往的車輛撞傷，嚴重者甚至死亡。而道路開發形成動物移動時的線性屏障，使族群被孤立於單一地域，不利物種的繁衍。

### (三)外來種入侵

在道路建設中，除了對野生動物帶來影響，也會對道路周遭的植群帶來影響。經過道路系統的建置與開發，由於道路周圍的土壤受到翻攪擾動，以及因為光線增加、逕流增加等其他生長要素的變化，使棲地功能有所變異，再加上行經道路的車輛可能夾帶含有外來種種子的泥土，以及道路排水系統的傳遞，可能使外來強勢種入侵，影響道路周遭植群的組成以及生長情形。

### (四)化學性及其他汙染

除了道路所帶來的物理性影響，如車輛行駛所帶來的噪音、揚塵以及車頭燈帶來的閃光，致使野生動物棲息行為受影響之外，道路建設所帶來的化學性汙染，更是需要注意的潛在議題。

在道路建造過程中，由於工程使用壓路車輛、柴油機等設備，可能會產生主要由二氧化硫、二氧化氮所組成的燃油廢氣，而使用瀝青柏油鋪路的過程，則會產生 THC (總碳氫化合物)、TSP (總懸浮微粒) 等空氣汙染，針對施工過程中產生並堆置的固體廢棄物，如石灰、水泥以及殘渣，也可能經雨水沖刷下滲至土壤與水體，影響周圍生物的棲息。

在道路建設完成並使用後，由於車輛行駛所帶來的化學性汙染，則包括燃料廢氣、鏽蝕鋁金屬、輪胎塗料等，這些帶有重金屬的化學物質透過雨水下滲或沉澱，殘留在道路周圍土地上，或透過道路排水排至下游河川，也會造成整體棲地的變質。除此之外，為了方便道路的維護管理，也可能因為施灑除草劑，而對棲息環境帶來不良影響。

### (五)水文與微氣候變化

道路系統穿越棲地環境，從水文的角度的而言，由於鋪上了不透水鋪面，使原本應下滲成為地下水的雨水成為了地表逕流，雖有道路排水以及水土保持措施減緩建設對環境帶來的衝擊，然仍會一定程度改變區域的水文，此外，溝渠的設計也可能影響生物的移動。從其他環境因子而言，由於柏油鋪面受陽光照射容易吸存熱量，其散熱不易的特性將使帶狀範圍內平均溫度升高、空氣對流效應改變，造成該區域微氣候的變化。

## 二、國際經驗：以荷蘭的路網修復計畫 (MJPO) 為例

荷蘭因為地緣與環境條件，水陸域交通運輸廊道發展極為成熟，交通廊道的土地使用相對佔比多數歐洲國家為高，而各種路廊對環境造成的棲地破碎化與野生動物路殺議題，很早就受到政府與學者廣泛的關注與研究。早在 1974 年就建置全國第一條道路通道，之後陸續修建各種動物通道，有針對兩棲類、水生物，以及包含蟾蜍、刺蝟與獾為各類物種建置的小型與大型的穿越式通道 (underpass)，運河系統的逃生通道等，並將既存的跨橋改良成兼容動物穿越需求的設計。1988 年一條新建高速公路同步規劃建置了兩座大型跨越式動物

通道 (overpass) , 設計考量多物種的穿越需求 , 成為荷蘭推動道路生態的重要里程碑。到了 2005 年 , 僅在中央級道路已設置超過八百座大小動物通道 , 其他在鐵路、省級道路與地方道路也有類似規模的努力 , 而動物通道的考量也已納入荷蘭高速公路與鐵路建設的基本流程。

荷蘭是歐洲第一個嘗試以系統性手段減輕道路切割、修復棲地連結的國家 , 也戮力參與提倡歐陸棲地保育的政策發展與技術交流 , 因此累積許多寶貴的經驗。以下將整理探討荷蘭如何針對交通廊道棲地破碎化議題整體盤點、如何規劃採用減輕對策、如何參採國家綠網成果、如何指認及決定優先處理區位 , 以及如何有效執行並追蹤減輕對策的成效。荷蘭將國家綠網成果運用在道路生態的發展經驗 , 可以回饋應用在我國在國土綠網保育新框架下 , 提出目標導向、分期推進的路廊改善長程方略。

#### (一)以國家綠網進行系統性的盤點

1970 到 1980 年代在減輕路殺與棲地破碎化改善的各種努力 , 屬於急就章式的手段 , 缺乏系統性的盤點與整體規劃 , 也欠缺維護管理 , 難以評估改善與棲地修復的實效 , 直到 1990 年啟動國家綠網建置計畫 (NEN) , 才終於有了全國性的棲地破碎化改善與修復的整體規劃。NEN 是由荷蘭農業部 (Dutch Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries) 提出的國家自然政策方針 , 主要構想是彙集既有自然保育區、盤點復育潛力區 , 透過建構生態廊道連結棲地 , 目標是營造一個整全的自然網絡 (creating a coherent network of natural areas) , 荷蘭政府視之為保全動植物生物多樣性的關鍵計畫。

1999 年 , 綠網計畫推動將屆十年 , 中央政府進行成效總檢討 , 運用模式推估估算長期趨勢 , 發現多數的自然保育區仍然太小、預定的生態廊道的空間連結功能有限 , 不足以提供大多數目標物種族群所需的棲地。檢討修正後的 NEN 引入「穩建連結 (robust connections)」這個概念 , 大幅擴增原有的廊道連結區位 , 目標物種除了移動範圍大的物種 , 也考量低移動力物種在不同生命週期的棲地需求 , 2000 年新版的國家自然政策方針 , 便根據重新檢討的結果 , 概略描繪出九處穩建連結區位 , 並提出「人為自然、自然為人」的願景。

#### (二)政府部門整合推動的長程計畫

在 NEN 提出後 , 許多研究紛紛嘗試指認交通廊道瓶頸點 , 根據 NEN 目標判斷優先待改善的區位。然而 , 各項計畫的策略與範疇各不相同、論述缺乏類比依據 , 無法判定優先改善區位 , 個案改善的生態效益也往往難以客觀評估 , 而城鄉各項建設發展仍持續形成新的棲地切割與連結障礙。有鑑於此 , 中央政府的水路運輸部、經濟部、農業部與鐵路部門在 2001 年共同啟動一項「長程棲地破碎化改善計畫 (Long-term Program on Defragmentation,

MJPO)」，整合協調中央與地方部會，以系統性方法進行區位盤點，研擬處理方案並決定優先行動。此項計畫在 2005 年通過國會，目標是在 2018 年前逐步改善 NEN 指認的瓶頸點，確保野生物可以自由穿越道路系統等公共建設。MJPO 被視為推動實現荷蘭綠網的關鍵計畫，策略上採用地區導向的規劃手段，提高潛在方案與既有公共建設的彈性協調空間，此項強調地方自主的策略極為成功。操作方法簡述如下：

### 1.方法：族群存續分析

MJPO 的首要任務是重新檢討交通廊道上所有影響野生動物族群存續的問題點位。過往大多數研究僅指認路廊與生態網絡的交會點，無法評估在不同區位實際進行減輕改善方案，在生態累加效益的差異為何。因此，新計畫採用一套整合性的評估手段，進行族群存續分析。首先選定十種焦點物種進行族群存續分析，每一個焦點物種分別代表具有相近棲地需求與擴散能力的物種類群。空間模式評估工具採用專家導向的 LARCH (ArcGIS 外掛分析軟體)，分別模擬現況 (有既存障礙) 與理想情境 (建置動物通道有效移除障礙)，比對不同情境的族群分佈變化，據以指認出最能有效提升族群存續空間的重點區位。

針對國道、省道、鐵道與運河系統等全國主要交通廊道，MJPO 共指認出 1126 個潛力點，其中約 75% 為模式預測改善後將大幅提升族群存續的關鍵區位，約 23% 可以對一種以上的焦點物種的存續有所助益。若上述所有指認的潛力點都能成功修復棲地連結，模式預測有超過六成 NEN 棲地上的焦點物種族群存續力會顯著提升。

### 2.決策：指認優先行動點

依據以下三項評估原則，決定應優先執行的行動方案：

1. 根據模式評估結果，優先選擇可大幅提高族群存續的區位
2. 邀請地方機關與自然保育組織參與工作坊，根據在地知識指認潛力區位
3. 位於永續區域發展已指認的優先區域內 (priority areas for sustainable regional development)

模式預測從 1126 個潛力點中指認出 74 個高度優先區，專家工作坊則指認出 87 個優先區，其中 34 個點同時為模式預測的高度優先區，其中又有 14 個位於永續區域發展的先行區，因此列入短期 (2010 年前) 落實改善的優先行動點，所有其他的潛力點則在 2018 年前完成改善。

除了這 1126 個 NEN 指認待改善的瓶頸點，經檢討新納入 NEN 的穩健連結策略也指認 1482 個待改善的潛力點，其中 43 區被 MJPO 指定為 2006 年起的優先處理區。

### 3.成效：追蹤與維護管理

動物通道要發揮預設功能，必須要定期追蹤與管理，建議交通部門將動物通道的建置、成效追蹤與維護管理納入操作流程。一項針對以獾為目標物種的穿越式通道成效調查發現，近半數的通道有錯誤設計或不當管理問題，包括圍欄破損、通道阻塞、通道溢淹等情況，無法有效發揮功能。族群模式推估顯示，若半數動物通道無法發揮功能，獾的族群將在荷蘭境內部份區域滅絕。因此，除了正確的區位選擇，動物通道的設計與維護管理也至關重要，應盡可能設計耐用的動物通道。例如，大型的穿越或跨越式通道較不會發生堵塞或溢淹，造價雖高於小型的涵管通道，但是後續維護管理壓力較低，也較不會發生通道失效的風險。

MJPO 自 2005 年啟動，致力於逐步移除 NEN 指認的 215 處道路線型建設所造成的生態阻隔，以中央的水路運輸部與鐵道部為執行單位，由地方政府主導。2010 年 NEN 整體檢討，撤除多處穩健連結廊道，生態阻隔區位從 215 處減少為 178 處，至 2018 年底 MJPO 結案為止，完全移除 159 處阻隔 (89% 達標率)，剩下 19 處亦可望達到完全或部分改善，總計在國道與省道上興建的動物通道總數達 2100 座。

線型結構生態阻隔的移除方式包括建置生態涵洞、穿越式或跨越式通道等，經常可以既有結構物修改鼓勵目標物種穿越，達到動物通道的功能，有時阻隔可能連續數公里，此時就需要設置多座通道。

#### (三)全國架構與在地行動互相協調

MJPO 的成功經驗顯示，長期、整合性的政府計畫，確保道路切割改善的指認與評估是透過一套標準化的研究方法進行，因此可釐清瓶頸點位、評估改善需求與急迫度，並採用地區規劃手段落實。改善行動的優先順序應以族群存續提升程度作為判斷基準，並盡可能同時參採模式評估與專家知識。各級政府單位為計畫的主要發動者，但計畫的推動與目標落實則需要非政府組織與學術單位的投入，以及大眾的支持。

### 三、臺灣公共建設之環境治理現況與綠網疊合建議

#### (一)我國重大公共建設的發展

交通路網被視為國家經濟動脈，追尋速度感與快速的交通連結，是現代社會為了回應新的工業生產模式的一項重要指標。在工業革命後，大量產品的生產需要藉由運輸系統送到消費端，也因此建構快速便捷的運輸系統成為標誌現代社會的關鍵。然而，隨著道路交通系統的快速發展，道路建設長度與面積直線上升，對於原有區域的地形地貌、坡度、水文與生態等漸漸產生不容忽視的負面影響，道路路網的成形與完善，背後代表的可能是棲地與地景破碎化的嚴重程度上升。

1990 年代初期，三部對公共工程產生重大影響的法案逐步通過與實施。1989 年野生動物保育法的通過，使公共工程需要注重野生動物棲息地的保護；1994 年環境影響評估法與水土保持法通過，使公共工程需考量對水土資源的影響，同時在重大工程上必須通過環境影響評估才得以實施。上述法案之通過代表我國在道路工程上開始思考對環境生態的影響。

## (二)道路系統的現況與疊合建議

在長年的發展之下，臺灣公路路網已趨完善，較無太多興建道路之需求。公路建設之速度往往趕不上車輛的成長速度，而道路的興建或拓寬有時未必能改善交通的壅塞，帶來的可能是更多的車流量。也因此，從近年的重大計畫中(如前瞻軌道建設計畫、智慧運輸系統發展計畫)可見，在臺灣交通建設之發展重點已轉往軌道運輸系統以及智慧化運輸為主，致力提升公共運輸系統的效率與能量，並朝低碳城市為目標努力。

然而，在部分地區仍有道路開發之壓力，未來可能有較大道路開發壓力之潛在區位可從其主要經費來源上檢視。道路建設上除由地方政府自行籌款興建外，另一主要資金來源為中央補助的生活圈計畫，其提供地方政府針對轄區內需求申請道路建設經費，從 2018 年核定之「生活圈道路交通系統建設計畫(公路系統) 8 年(2015–2022) 計畫(第二次修正)」計畫中可見，近年從該計畫中申請之改善里程前三名為嘉義、台南與苗栗。而另從交通部以及公路總局之重點政策計畫中，可推測目前其工程重點區位為蘇花、花蓮、南迴、淡水以及西濱道路。

## (三)以永續發展、能源轉型為重要施政方針的環境治理藍圖與綠網疊合建議

臺灣素以多元地景風貌與生物多樣性聞名於國際，然此特殊的地景與生態，隨著產業與環境發展變遷，快速都市化而使聚落建設逐步由平原區往丘陵、山地地區蔓延，從中央到地方各項公共建設的規劃長期欠缺整體性的環境規劃。自 2015 年底國土計畫法正式通過，提出適地適性、整體管理的土地利用院景，讓國土依照當地的自然環境條件規劃與發展；近年(2019-2020) 各直轄市、縣(市)政府已陸續完成「直轄市、縣(市)國土計畫(草案)」，將帶動空間治理新的秩序、價值觀與發展策略。

於此同時，政府推動的多項革新性法案修訂、政策與計畫，也與國土計畫中的部門空間發展策略(包括住宅、產業、運輸、重要公共設施及其他相關計畫)多有影響，包括象徵國家重大施政方針的「2025 非核家園目標」能源轉型政策，「前瞻基礎建設計畫」中的水環境建設，以及農委會林務局推動執行的「國土生態保育綠色網絡建置計畫」等，都試圖在看似衝突的需求與挑戰中，尋求更明智的環境治理之路。環境變遷的當代，特別需要部會協調與任務轉型，這是國家邁向永續發展、建構韌性國土的關鍵，而綠網計畫希望建構並營造「人與自然和諧共生的環境」，可以作為部會間衝突協調的溝通機制，並回饋至空間規劃與治理的相關計畫中。

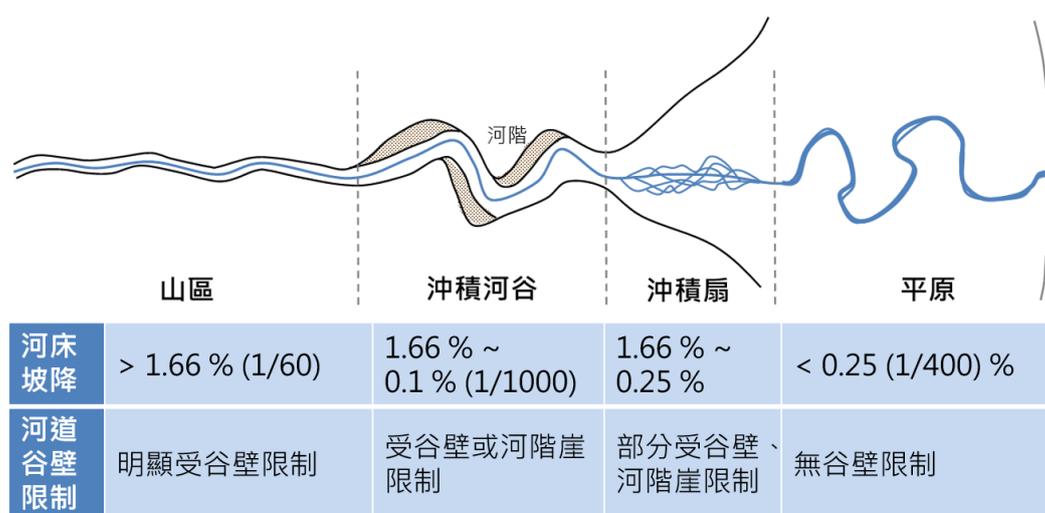
### 5.2.3 與河海流域之疊合探討

#### 一、臺灣水文環境

臺灣島型南北狹長，於中心海拔 3000 m 以上之中央山脈以及其鄰近山區為臺灣所有主要河川之發源，向東西注入太平洋或臺灣海峽。臺灣河川多短且陡，上游河谷陡峻狹窄，地質脆弱，於下游出谷之後，河床寬淺，易於氾濫。此外，臺灣雨量豐沛，年平均雨量約為 2,500 mm，是世界平均值的 2.5 倍，且降雨集中在 5 月至 10 月，而近年更因氣候變遷，造成短延時強降雨的頻率增加，加上每年約 3-5 次的颱風侵襲，造成防洪治理上的困難。

根據水利署水文年報之資料，臺灣平均年總逕流量約為 649.55 億立方公尺，但枯水期 (11 月至翌年 4 月) 僅約有 152.24 億立方公尺，占平均年總逕流量之 23.44%，使得可有效利用之水資源有限。因此，如何有效調配水資源，為臺灣水利工程在防洪外的另一項挑戰，大型水庫與堰壩的興建即是處理此問題的主要手段。然而，水庫良好壩址難覓，其選定需要有獨特水文、地質、地形及地理位置特徵等條件，現今水庫幾乎已是在各方條件權衡下的最佳壩址，如何延續水庫使用壽命並尋求新的水源，為未來水資源管理上的重大挑戰。

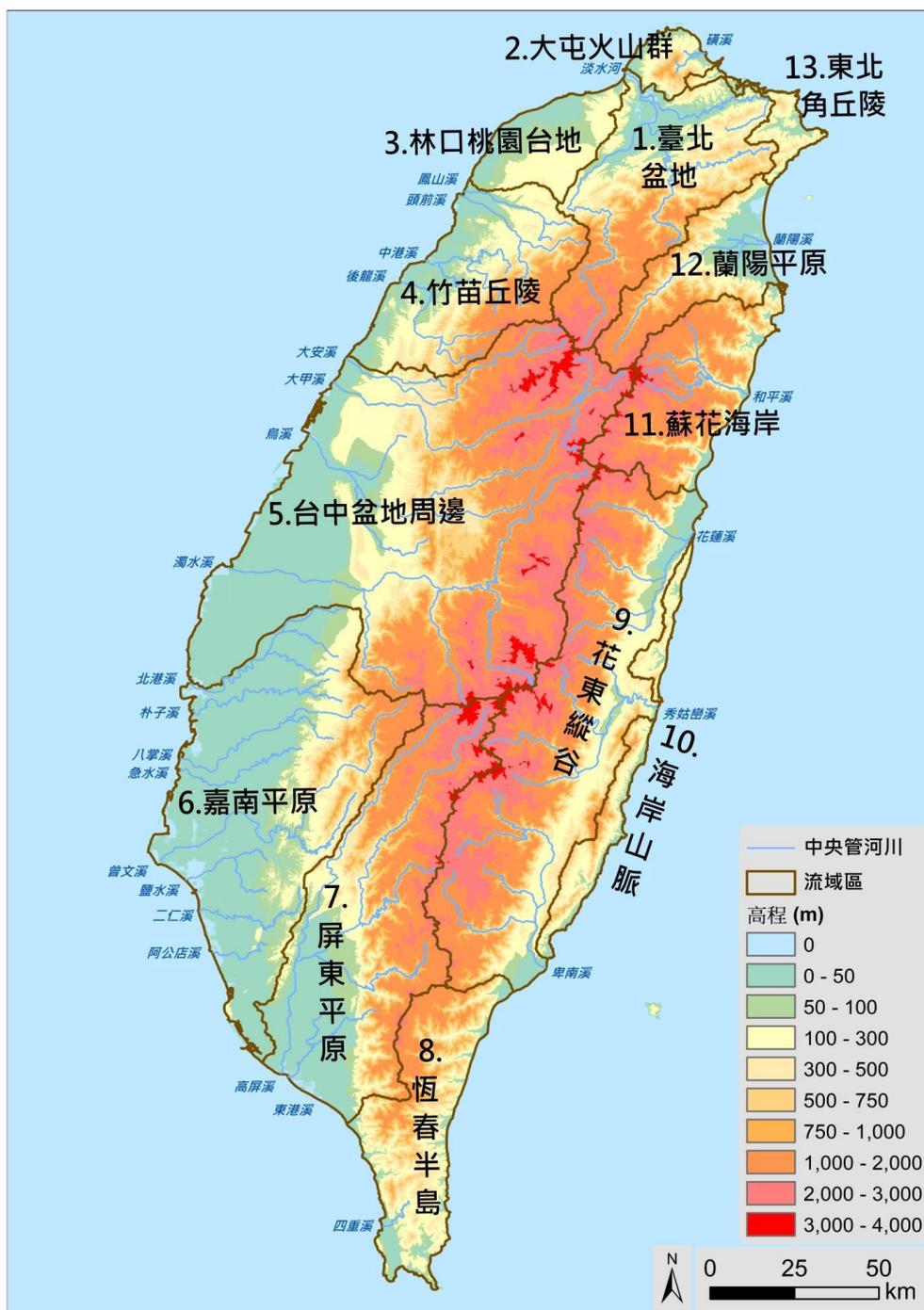
臺灣之地形、地質及水文環境特殊，又受地窄人稠的土地利用型態及水資源開發政策影響，河川在天然特性及人為干擾情況下常處於不穩定之狀態。河相學 (fluvial geomorphology，又譯為河流地形學) 為地理學之分支，係基於自然營力，描述河川不同尺度的形貌生成與變動機制的一門學問，河相學考慮河川環境在空間與時間上的變異，是解決河川環境問題的根本。水利署「順應河相之廊道範圍初步規劃研究」案中，依坡度將臺灣河川分為山區、沖積河谷、沖積扇、平原等四類 (如圖 5.2-5)，表達的是一般河川自上游至下游的沿程型態，事實上各條河川均有各自獨特的排列組合。



資料來源：經濟部水利署，2018。順應河相之河川廊道範圍初步規劃研究。

圖 5.2-5 河川地形分段類別基本原則

該案更進一步依據地理學之河相原則，包含河流地形演變過程、水系型態、河川平面型態等，將臺灣之自然水系，依其河川主要流經之地形分區 (山區、丘陵、盆地、台地、平原等)，以及地質水文條件等，歸納為流域區 (如圖 5.2-6)，並進一步分為平原曲流、獨立溪流、瓣狀河川以及失能河四大大類，於平面型態、地形發育、產砂量等方面具有各自的基本特性，如表 5.2-1。「順應河相之廊道範圍初步規劃研究」案對臺灣河川水系之分類與描述，是生態綠網以全國尺度從河川特性思考各類河川在生態特色與價值定位的重要參考。



資料來源：經濟部水利署，2019。順應河相之河川廊道範圍初步規劃研究 (期中報告修正本)。

圖 5.2-6 臺灣河川之流域區劃分

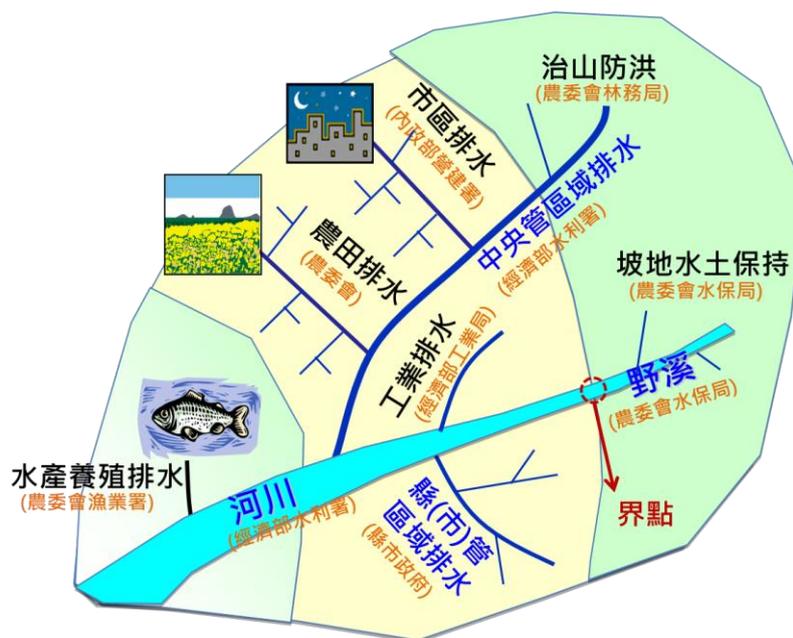
表 5.2-1 臺灣河川流域區及類群特色

類群	流域區	代表河溪	特色
一、平原曲流	2 台北盆地 4 竹苗丘陵(小) 6 嘉南平原	● 新店溪、基隆河 ● 客雅溪 ● 曾文溪、急水溪	地勢平緩，自河谷至平原皆為蜿蜒曲流，沖積扇不發達
二、獨立溪流	2 大屯火山群 3 林口桃園台地 10 東北丘陵帶 12 海岸山脈	● 磺溪 ● 港口溪 ● 豐濱溪 ● 大溪溪	小型河川，獨流入海，沖積扇不發達，土砂量較小
三、瓣狀河川	4 竹苗丘陵(大) 5 台中盆地周邊(大) 7 屏東平原 8 恆春半島(大) 9 花東縱谷 11 蘇花海岸 12 蘭陽平原(大)	● 頭前溪、後龍溪 ● 大甲溪、濁水溪 ● 高屏溪 ● 四重溪 ● 卑南溪、花蓮溪 ● 和平溪 ● 蘭陽溪	土砂生產量大，沖積扇發達，氾濫平原狹小，至平原仍為瓣狀河
四、失能河	3 林口桃園台地 5 台中盆地周邊(小)	● 南崁溪、老街溪 ● 新虎尾溪	因襲奪、改道而失去山區源頭的河川，為古沖積扇地形，土砂量較小

資料來源：經濟部水利署，順應河相之河川廊道範圍初步規劃研究(期中報告修正本)，2019。

## 二、河川管理制度與主要政策計畫

臺灣河川管理單位複雜，河川從源頭至河口間以界點作為分界，界點上游之治理單位為林務局、水保局，界點以下為水利署，而若流經市區、農田或因使用目的之不同有農委會、地方政府、漁業署及工業局等不同主管機關 (如圖 5.2-7)。不同主管機關間對於河川的使用目的與管理目標不同，使得河川在整體流域的治理與規劃上，往往難以有一致且整合性的思考。整體而言，臺灣對於河川管理與治理的想法仍以滿足經濟需求且不影響人民生命財產安全為主，較缺乏從生態環境面向思考如何維護河川廊道的重要價值。



資料來源：中興工程顧問公司。

圖 5.2-7 河川管(治)理權責單位分工

鑒於淹水災害日益嚴重，立法院 2006 年 1 月 13 日三讀通過「水患治理特別條例」，依照「水患治理特別條例」第二條第四項第二款，將「易淹水地區水患治理綱要計畫」修改計畫名稱為「易淹水地區水患治理計畫」，計畫期程共計 8 年 (2006 年 7 月~2013 年 12 月)，核定經費共計 1,160 億元。其中經濟部主責 800 億元 (河川、排水與海堤)、內政部主責 60 億元 (雨水下水道)、農委會主責 300 億元 (農田排水、上游坡地水土保持、治山防洪)，分 3 階段研擬實施計畫報院核定執行。由中央主導規劃與工程，並補助地方政府辦理縣市管河川、區域排水及下水道疏濬，期能降低 500 平方公里的高淹水潛勢水患程度和發生機率並提升縣市管河川區排的防洪設施完成率。

「易淹水地區水患治理計畫」於 2013 年底結束，又因 2013 年 8 月康芮颱風及其引進之西南氣流於中南部造成淹水災情，行政院於 2013 年底函送「流域綜合治理特別條例 (草案)」，並於 2014 年 1 月立法院三讀通過，核定「流域綜合治理計畫 (103-108 年)」經費共計 660 億元。該計畫在「易淹水地區水患治理計畫」的基礎之上，除持續以易淹水計畫之分工辦理水患治理計畫相關治理工程外，新增交通部主責之省道橋梁改建工程以及農委會主責之農糧作物保全 (農業防災與產區調整) 和水產養殖排水等工作，提出以國土規劃角度推動逕流分擔及出流管制的想法，採取流域綜合治理之方式，期能擴大治水成效。

「流域綜合治理計畫」於 2019 年結束，為能有效面對氣候變遷的挑戰，並兼顧防洪、水資源及水環境等需求，政府於 2017 年 4 月 5 日核定「前瞻基礎建設計畫」。在水環境建設的面向上，以「水與發展：穩定供水」、「水與

安全：防洪治水、韌性國土」、「水與環境：優化水質、營造水環境」為三大推動主軸，期透過跨部會資源，營造不缺水、喝好水、不淹水及親近水之優質水環境。

逕流分擔及土地開發出流管制之概念 (如圖 5.2-8)，是希望能藉由水道及土地共同分擔洪水方式，提升國土耐災程度。將原本「完全由水道承納洪水」的思維翻轉為「由水道與土地共同承納洪水」。逕流分擔係指將集水區產生的逕流，透過逕流分擔規劃的過程，妥適的分配於水道與土地。出流管制係指透過排水計畫書審查的過程，要求土地開發單位設置減洪措施，透過保水設施、中小型滯洪池、雨水流出抑制設施等，將逕流增量於暴雨期間滯留於開發區內，不致造成下游水道負擔加劇。水利署更進一步以此為概念研提相關水利法修正條文，於 2018 年 5 月 29 日獲立法院三讀通過。相關子法已於 2019 年 2 月 1 日起實施。



資料來源：經濟部水利署，水利署電子報([http://epaper.wra.gov.tw/Article\\_Detail.aspx?s=F80EC8485FC85F20](http://epaper.wra.gov.tw/Article_Detail.aspx?s=F80EC8485FC85F20))。

圖 5.2-8 逕流分擔與出流管制概念流域示意圖

評估流域內各主次集水區既有防洪能力在模擬全球氣候變遷導致強降雨條件下，造成的淹水潛勢與受災風險若過高，即需將該集水區劃定為「逕流分擔實施範圍」，盤點適當區位之公有土地設置滯洪池。這些滯洪池設置區位若能做為水域關注區域之間的串聯，設計及操作方式納入生態考量，將可促進整體生態系統服務的功能。

根據水利法第 78 條之 2 訂定之河川管理辦法，管理機關得依河川治理計畫，並參酌所轄河川水土資源、生態環境、自然景觀、河川沿岸土地發展及其他相關情事訂定「河川環境管理計畫」。「河川環境管理計畫」是水利署近年在河川管理上的重要計畫，以五大流域 (高屏溪、濁水溪、曾文溪、淡水河、

大甲溪)為目前優先推動的流域。「河川環境管理計畫」係將河川區域內土地依其適用性質劃設分區予以管理，期能朝維護水流正常功能、確保水資源永續發展、維護生態環境及促進河川區域土地合理使用等目標邁進。其中在「曾文溪河川環境管理計畫」中以河相為主要觀點思考曾文溪流域的長遠願景規劃，水庫、堤防、橫向構造物等人為硬體設施是造成河相改變的主要原因，自曾文水庫興建後，對整體流域的輸砂作用造成劇烈影響，也因而衍伸出諸多問題。曾文溪環境管理計畫已初步與國土綠網計畫之績效指標整合，並進一步延伸探討在國土綠網架構下，與農委會體系可實際實行之措施與研究計畫如表 5.2-2。因不同流域特性之不同，所面臨的議題也隨之改變，河川相關議題雖非林務局權屬職責，但河川廊道常為重要生態價值的場域，在水域生態保育上應可從林務局之專業角度切入，從生態保育的觀點進一步與水利署研究、討論與釐清已達成共識。面對重要生態廊道之河川環境，表 5.2-2 可作為不同河川局與林管處間藉由國土綠網計畫共同合作的方向參考。

表 5.2-2 國土綠網計畫與曾文溪環管計畫相關之績效指標

執行單位	衡量指標	衡量標準	107-110 年合計目標值	環管計畫建議
林務局	銀合歡剷除及生態造林、河川綠地、公有土地、海岸及耕作困難地等生態造林面積	公頃	280	配合曾文溪縱橫向生態廊道改善計畫及曾文溪河川環境營造計畫，辦理廊道關鍵點及堤防培厚生態造林
特有生物研究保育中心	生態保育核心區域與熱點指認區域數	區域或點位	100	指認曾文五橋附近及其他潛在生態熱點，如人工結構物改善後，主流與支流、水域與陸域可能串聯之點位
特有生物研究保育中心	重要野生物種與瀕危物種保育策略研擬項目數量	項	21	曾文溪南臺中華爬岩鰍等特有種魚類及諸羅樹蛙之保育策略研擬，包括外來種對策
特有生物研究保育中心	重要野生物種與生態系復育推動案例項目數量	項	5	曾文、南化水庫下游之河川生態系復育推動
農業試驗所	完成西部農業區土地生態區位調查及劃分點區數量	區	15	完成曾文溪流域農業區土地生態區位調查

資料來源：經濟部水利署第六河川局，2019年。曾文溪河川環境管理計畫。

### 三、傳統野溪、河海工程在環境生態面上的影響

水循環與自然生態系統緊密相關，水是多數生物生存之必須，也是不同物質營養交換的媒介。因此，維持山林、水庫、湖泊、溪流、農地、海洋之間的水資源連貫性，才能維繫一個健全的生態體系。自然系統的完整性是地球上各種生命存活的基礎條件，而生態系統是人類所依賴的終極資源。在生態綠網的全流域觀點上，應全面考量生態完整性，這包括自然環境中的各種組成包括：

非生物組成 (物理單元, 如水、岩石)、生物多樣性 (生態系統中物種和群落組成的豐富度) 以及生態系統過程 (生態系統的驅動力, 如洪水、火災、捕食) 等, 使生態系統能具備忍受外界干擾、自我調整與回復以及持續發展等能力。這種以生態完整性為核心的觀點, 是體認到人類的需求不能逾越自然的需求, 這是對自然供應的尊重, 也是在保障未來世代的生存權利。

河川之價值展現在多種面向上, 除作為重要生態廊道之外, 也是過往聚落文化發展之重心, 更能提供供給、調節以及遊憩等價值。然現行河川管理的思維太過強調於單一面向, 如強調將洪水快速排出的渠道化工程, 大幅提升河川的調節功能, 而求取最大蓄水容量的堰壩工程, 也大幅提升了河川的供給功能。但如此偏重於提升單一功能的工程方法, 反而削減了河川在生態、遊憩、文化等其他面向上的價值。河川為上下游間彼此牽動的系統, 自然狀態下的河川廊道, 受洪水、泥沙等營力作用不斷調整與形塑, 人為工程之干擾使其漸失去自我調節的能力。工程對河川主要影響的是水與土砂的自然流動, 進而導致自然河川與海岸的不穩定。河川廊道內的種種人為干擾行為造成的是從源頭至海岸的全流域影響, 反過來說, 河川內只要有對於生態環境較為友善的改變, 對於河川廊道整體生態系功能的提升也是全面性的。

若無對於河川的特性有著基礎的瞭解, 將可能導致河川失去以自然營力塑造適應天然地形、地質、氣候、水流等條件的河川型態之能力。為達成防洪安全與穩定供水之目標, 過去大量興建各種的水利構造物。水保局、林務局與水利署因轄管區內之溪流條件不同, 而會採用不同的工程手段, 依照其轄管區位之分野界點, 可簡單將溪流劃分為野溪與河川。在海岸方面, 對大部份海岸而言, 海岸漂沙之最主要來源不外乎就是河川所輸出之泥沙, 海岸之退縮與河川供給砂源不足息息相關。

### (一)野溪

野溪治理之各種工程設施, 目的在於防止或減輕野溪侵蝕、淘刷與溪岸崩塌之現象, 並有效控制土砂流失與運移, 達成穩定流心、減少洪水、泥砂與土石流等災害。溪流在從高處往低處流動的重力作用過程中, 不斷地將其勢能轉換成動能, 持續對溪床及兩岸土體造成沖刷破壞, 使土砂侵蝕和流失, 依溪流侵蝕方向可區分為向下、向側及向源等侵蝕類型。水土保持手冊 (2017) 中, 歸納野溪的各種災害類型為溪岸侵蝕、溪岸崩塌、土砂淤積、縱橫向沖刷、山洪及土石流等六種主要災害類型, 並據之提出相關治理對策。面對上述災害類型, 除以工程或非工程手段穩定集水區的水土資源外, 在野溪中採取之工程對策以護岸、防砂工程、滯洪設施以及基礎保護工等為主。

深潭 (pool)、深流 (run)、淺灘 (riffles)、緩流 (glide) 及岸邊緩流 (slack) 等多樣化的水流流況為水域生態能否維持的關鍵。防砂壩、固床工、堰壩與護岸等設置於溪流內的工程構造物造成溪流環境因子及地貌明顯改變, 形成單一化的棲地環境, 影響了溪流生態系統的健康發展。常見之工程措施對溪

流之河相及生態都有不同程度的衝擊影響，分別列舉如下：

### 1.護岸

在河道凹岸以及兩岸土體崩塌之地區，常施作護岸以確保河道穩定。在自然河道中，水域與陸域的乾溼交界帶，為重要的生態緩衝，使生物移動中不會直接經歷大幅度的濕度、溫度變化。而垂直於水平面的護岸，破壞的水陸域間的過渡帶，同時阻斷了兩者之間的通道。另外從河相的角度來看，光滑的護岸阻力較小，會導致兩岸水流的沖刷力道加強，造成河道的不穩定。

### 2.固床工

面對沖蝕、淘刷嚴重之溪段，會以固床工穩定河床。而固床工多以系列施作，且為保護固床工基礎破壞，會在其下游以拋石或混凝土保護。固床工指在抑制洪水對溪床的沖刷作用，某種程度上消除了河川自然的營力作用，而一系列固床工的構築，將使河床棲地單一化(劣化)，難以形成自然的湍瀨深潭，減少水域生物適生的棲地。

### 3.防砂壩

溪岸崩塌嚴重溪段會以系列防砂壩淤沙來保護兩岸基腳，在土砂淤積嚴重溪段之上游也會以防砂壩或沉砂設施攔截土砂。防砂壩係指 5 m 以上之橫向阻水構造物，已遠遠超出臺灣水域生物跳躍高度的極限，造成水域棲地連續性的切割。此外，從河相的角度而言，攔截大量土砂的同時也代表有可能會使下游的砂源不足，造成下游某些區段的侵蝕現象加劇。

除上述工程手段外，其他硬式工程構造物也多會對生態造成不同程度的影響，從生態面向來看，這些工程措施對水域生態的衝擊可大略歸納為水域棲地劣化以及阻礙魚群移動。

## (二)河川

河川水利工程是為了控制、利用和保護地表及地下的水資源與環境而修建的各項工程建設，河川治理不能僅考量河川本身的通洪能力及河防安全，需綜合考量既有機能及生態環境。一般而言，水利署轄管河川區域會在溪流的中下游，也因此經常會流經高度人為利用的地區，人為對河川的干擾，包括構造物施建、束縮河道或是河床疏濬等，會使河川因應而改變其形態，對於河川特性之掌握要充分，才能規劃、設計相對穩定的河道。下游河川河幅較廣，部分採用之水利工程構造物與野溪工程雖有所不同但仍相去不遠，在較小的區排環境造成的問題也大致相同。不同的是，水利工程往往有更大型的工程設施，在下游地區常因河川與聚落相鄰而形成人與水爭地的而設置堤防，因此束縮河川廊道空間，導致水域自然空間遭佔用。而為了農業或經濟

發展需求而設堰壩或水庫等大型攔水設施，除會形成淹沒區而造成大範圍的棲地破壞外，也會造成河川上下游的嚴重阻隔。

以混凝土為主的高強度工程雖能在一定程度下保障民眾的生命財產安全，但在極端洪水事件下所提供之能量往往可使河川收復其應有之空間，破壞堤防或其他構造物，造成河川兩岸的地區遭洪水淹沒。而極端降雨的強度與頻率的提高，使水庫營運操作上更為困難，若水壩排洪宣洩不及，更很有可能面臨潰壩危機，不僅造成下游生命財產的嚴重威脅，也是生態上的浩劫。

### 1. 堤防

堤防是將洪水侷限於固定範圍內的洪水防禦工程措施，當洪水溢岸而造成河道鄰近地區淹水時，為保護生命財產安全，沿河道特定距離構築堤防以減小淹水範圍。為防洪與創造更多土地利用空間而建的各式堤防，在河道兩側垂直聳立，除造成河川橫向阻斷，壓縮河川原先應有的擺盪空間外，也阻絕陸域生物的取水路徑，更破壞自然濱溪帶原有之樣貌與功能。

### 2. 堰壩與水庫

為因應經濟發展與人口增長之用水需求所建的堰壩，在攔蓄水資源的同時，也積蓄了許多土砂，除造成堰壩上下游的土砂不平衡，與水流方向呈垂直的構造物亦造成溪流連通性的破壞。此外，構造物上游攔蓄之土砂會使礫石間的孔隙遭泥砂包埋，造成水域棲地單一化，而被構造物所切割的溪床，也造成水域生物棲地的孤立與破碎化。構造物下游因無足夠土砂與礫石之供給，失去護甲層使河川侵蝕現象加劇，不斷下切的河床容易造成河床兩極化，原會受洪水週期性氾濫的灘地逐漸陸化外，水域與陸域間漸失去橫向連結，河川的生態也因此單調劣化。

### (三) 海岸

海岸防護的首要任務在禦潮防浪，防治海岸侵蝕與國土流失並防止海水溢淹災害，若有足夠之河口砂源補充，或可減少部分海岸工程的需求。海岸具有豐富的生態多樣性、優良的景觀與遊憩空間之價值。由於生態系的脆弱性與不確定性，海岸防護設施之設置可能會改變波流、水質與底質等干擾原有生態環境。抵禦浪潮的海堤與消波塊，同時也阻礙生物上岸產卵或遷徙的路徑。

## 四、河海流域管理策略建議

傳統的土木工程設計理念中隱含過了設計年限之後基礎設施的功能就會耗盡的概念。這概念意味著基礎設施將在有限的時間內服務於其目的，如果在此期間從基礎設施獲得的利益現值大於成本現值，則認為基礎設施在經濟上是可行的。這樣的思維用於一般道路或橋梁建設上是可行的，因為這種類型的基礎

設施通常很容易翻新，然而如果用同樣思維面對水庫與水壩，任其隨時間蓄滿沉積物，則會面臨難以處理的問題，因大型水庫是難以再重新翻新使用的。

水庫與堰壩為造成河川河相不穩定的主要因素，也間接導致了更多河溪工程的需求，上游集水區工程為數不少是為了保護其下游的水庫，以免更多土砂入庫減少其壽命，而水庫與其上游的連續攔砂壩，使下游無足夠礫石補充，造成河床護甲層的消失而不斷侵蝕下切。河口砂源供給不足，亦使海岸線不斷退縮。在整體河海流域的保育策略上，應以順應河相、順應自然營力作用為原則的平衡控制策略為主：

#### (一)上游水土資源保持

山坡地中，國有林之範圍為林務局所管。國有林中的森林在坡地水土保持上扮演重要角色。河川上游的治理策略應回歸集水區本身的水土保持與水源涵養、淨化的功能，並盡可能避免開發與使用過多的硬式工程。植物冠層可截留並減少土壤飛濺的功能；植被敷蓋可有效減緩逕流流速與侵蝕；植物根系具有固土、淨化水質的功能。上游坡地若有整治之需求，應以植生導入與工程併行，利用植物本身優良保水及固土功效，來減少表土流失與崩塌。植生工程以追求坡面穩定並達成坡面快速綠化為首要目標，在以人為方法介入時，除了重視崩塌地之植生覆蓋率的回復外，也應思考如何恢復崩塌地生態系之完整性與健康度，讓後續植生能依自然演替進程由林木接替生長，恢復為有更多的植物種類、更為深入的根系、更穩固動態平衡的森林。外來草種相對於原生草種通常會形成單一優勢與高生物樣，並抑制次級演替以及樹種再生，故坡地植生選用上宜避免使用會壓迫引入地的生物多樣性或生態系環境的外來種。而適用於水土保持植生工程的原生草種育苗與研究，也是未來可持續著力發展的方向之一。

#### (二)建立流域土砂平衡機制

水庫與大型堰壩為造成流域上下土砂不平衡的主要原因。穩定供水為社會經濟發展之必須，現今水庫幾乎已是在各方條件權衡下的最佳壩址，過往的水庫建造似為必要之惡，但在未來人口萎縮、工程技術提升的情境下，思考的不應是持續開發有限潛在壩址，而是試著延長現有的水庫與堰壩壽命，並尋找更佳的水資源利用與開發的方式。

維繫水庫使用壽命之重點為控制泥砂入庫量並強化泥砂排出能量。在控制泥砂入庫方面，加強管理集水區土地使用，減少過度開發造成的人為土砂流失，並藉由洪水期高濃度洩降排砂、離槽水庫、繞庫排砂和異重流防淤操作等技術，使泥砂可藉由水力防淤技術越過庫區。水庫上游之溪流多已建有許多以攔蓄土砂為主要功能之橫向構造物，應整合水保、林務以及水利署等相關單位，評估以交通可達之大型攔砂壩為主要清淤對象，積極清除以攔蓄之土砂，恢復攔砂壩應有功能，不宜為了攔蓄土砂而再繼續往上游興建橫向

構造物。在強化泥砂排出方面，可定期以水力排沙、水力浚渫或空庫陸挖等方式排除水庫淤砂。並規劃研擬土砂運輸方式(專用道、索道、輸送帶)，降低土砂運輸之成本，並於水庫下游規劃河道泥砂堆置區，配合水庫排洪操作使上游粒料適當的回歸下游河道，平衡上下游土砂。而在庫區淤泥部分，不可沖淤料應積極發展淤泥回收的經濟產業如磚材、骨材、水泥等，提高產業回收誘因。

流域土砂平衡機制之建立，保障的不僅是水庫的延壽，更是整體流域作為森川里海廊道的品質提升，有穩定砂源與基流量的控制，將能夠恢復河川流域整體的生態環境。

### (三)增加流域縱橫連通度

藉由上游良好的水土保持減少人為與自然的土砂生產，並建立上下游土砂平衡機制後，可著手檢討既有工程結構功能，審慎評估已屆齡壽命之壩體，考慮已失去功能的壩體存廢問題，逐漸除役固定式防砂壩，還給水生生物原有的生存環境及空間。在無特定保全對象之護岸，也因配合防砂壩與固床工的除役，朝向回復自然河道設計的方式規劃，順應河相給予溪流自由變動的空間，在河道攻擊面改以木樁或柳枝等工法保護河岸。溪流構造物的選擇與設計需能回應工程在水利、水保與生態保育的多目標需求，兼顧高水時期的洪水管理與低水時期的基流量維持。

河海流域治理議題包含水源涵養、國土保安、生態保育、社會安全、經濟發展以及山地居民維生等複雜議題與挑戰。為有效整合河海流域之相關工作，應藉由國土綠網之機會建立跨部會的平台，集結河川流域之管理單位，協調整合各管理單位之業務管理目標與期程，並設立公開透明的成效追蹤管道、強化與學者顧問的聯繫並導入公民參與的機制。

在整合各部會資源上，建議可採由美國交通運輸部委託發展之「生態系手段 (ecosystem approach)」為核心思維。生態系手段是基於對生態、經濟和社會因素的了解，整合未來的開發願景，維持或恢復生態系統及其功能與價值的方法，由綜合規劃、減緩選項以及績效衡量三個階段 (如圖 5.2-9) 組成，透過滾動式檢討與適應性管理持續進行資訊整合與生態監測。



圖 5.2-9 生態系手段循環

### (一) 綜合規劃(integrated planning)

要解決公共設施多重主管機關對生態造成的威脅，需整合各方需求，找出適當策略解決以共同的挑戰。綜合規劃是基於生態系手段進行基礎建設的發展，體認各機關各自使命的不同，並考慮相關權益關係人的需求。透過與在地團體、專家、合作夥伴以及公部門之間的協同合作，設計出一個可以涵蓋當地的最適框架。

### (二) 減緩選項(mitigation options)

通過綜合規劃可以最有效的確定影響物種、棲息地類型和其他重要生態功能的具體區域，如果有必要進行減緩措施時，執行單位可更有效率地從一系列減緩方案中做選擇。減緩措施有助於確保生態系統、棲息地和物種在時間推移下保持可持續性和生產力，減緩措施有幾個原則：

- 1.透過不採取某些行動，完全避免影響；
- 2.通過限制行動的實施與程度最大限度地減少影響；
- 3.通過修復、恢復或還原受影響的環境；
- 4.通過替換或提供替代資源或環境來補償影響。

### (三) 績效衡量(performance measurements)

績效衡量指標可以為評估區域生態系統框架下的行動如何滿足既定目標提供定量基礎，績效衡量的實施步驟如下：

- 1.確定需要監測的資源。例如物種規模、水質或連通性等。
- 2.條列可能的產出。例如，預期結果的程度達到了什麼程度？從長遠來看，該計畫項目是否產生了預期的影響？
- 3.比對措施和預期成果。將潛在績效目標及產出的綜合清單以相關數據衡量，並明確定義與描述計算方法。
- 4.確認監測頻率、績效報告的頻率以及審查單位。

## 五、河海流域區域綠網行動策略

在水域重要關注區域的保育策略上，依據指認方法及保育標的不同，分為關注淡水魚重要水域（溪流、半封閉水域、封閉水域）與洄游性生物重要溪流廊道兩個部分。其中針對前者，係以具代表性的關注物種分布狀況，指認綠網關注流域範圍或棲地區位，而就棲地屬性的不同，又再細分為流動水域（河川水系）及靜水域（農圳埤塘）兩者，如圖 3.4-1 及 3.4-2。由於本計畫在全國尺度的指認工作上，為以既有生物資料盤整及關注範圍指認為主，因此有關特定水域環境之微棲地營造、瓶頸點改善等具體改善目標的訂定與執行，將須透過下一階段區域綠網的分析工作，藉以擬定更為適切之棲地保育及河川生態復育目標。

延續前述章節對於河海流域保育議題、相關管理制度及主要政策計畫之爬梳整理，為了使河海流域管理策略建議，能夠進一步落實在區域綠網實務推動工作中，以下承接本計畫 3.4 節—「水域重要關注區域指認」之盤點成果以及專家學者座談會之意見彙整，擬定後續行動策略及待進一步研商議題，以促進河海流域之連通度及棲地品質提升。

### （一）綠網重要水域環境—河川水系

在指認結果的應用上，關於本計畫完成指認之綠網關注河川清單（表 3.4-3）中，「權屬類別」欄位是依據經濟部水利署「河川排水水道」圖資，分為中央管河川、縣市管河川、直轄市管排水及縣市管排水四類，其中中央管河川係屬水利署管轄，而直轄市、縣市管河川及排水則係由地方政府管轄。因此在第一階段，可參考表 3.4-2 所示「關注魚種分布重要水域之指認方法及分布概況」，藉以界定區域綠網計畫關注溪流範疇，並釐清協調合作對象。

第二階段，建議區域綠網首先針對關注溪流範疇，進行更進一步的生物資源盤點及棲地健康狀態分析。透過蒐整既有規劃報告（如河川環境管理計畫、河川治理計畫、水環境改善計畫等），搭配進一步的議題盤點、棲地環境現況分析（包括水質水量、河床底質、潭瀨分布、濱溪植被、構造物阻隔及伏流情形等），以及生物資料彙整蒐集與補充調查（包括外來入侵種及島內入侵種分布），從河川生態系復育的角度，依據原始棲地健康狀態及指標物種，訂定保育復育目標。

第三階段，為透過召集區域綠網平台會議，針對河川復育計畫涉及的議題及任務目標，進行跨部會協商溝通，促使各計畫資源銜接、目標與資訊整合，以及協力執行。於此同時，須透過此溝通平台定期針對執行過程及監測狀況進行協調確認，以確保各單一工作計畫不致於牴觸整體復育目標。

除了上述行動策略步驟以外，以下亦表列幾個實務面的銜接建議：

1. 經濟部水利署的前瞻水環境建設，包括水與發展、水與安全及水與環境三個部分，其中「水與發展」目標為水資源開發及提升水資源調度能力，涉及水庫開發或中上游集水區保育治理工作；「水與安全」目

標為防洪安全，涉及各地河川排水的堤防護岸設施工程及其他水利構造物的設置；「水與環境」目標為透過河川周邊水環境營造與改善，提升河川生命力。因此於綠網關注河川與前瞻水環境建設的銜接上，建議除了就「水與環境」—全國水環境改善計畫的積極性生態保育合作以外，亦須針對其他潛在水利工程進行平台協商，以期能促進工程減量或生態衝擊減輕；針對關注物種侷限分布之特定水系或小型支流，可能多數座落於水保局及地方政府之治理管轄範圍，就瀕危或特殊稀有物種保育的角度，應避免非必要性之治理或疏浚工程。如有治理必要，可就區域綠網平台的角度，建議相關治理單位應從前端規劃設計階段即導入生態檢核機制，透過生態專業團隊及平台中相關生態保育單位的參與及協助，確保工程設計及施作得以降低工區影響範圍的棲地減損情形；

3. 就生態檢核機制或特別預算計畫未能觸及的河川流域常規性利用與管理課題，涉及經濟部水利署、農委會水保局、地方政府水利局等單位之河川管理治理規劃。建議擇定特定河川合作整合性的流域綜合復育計畫，將生態保育需求融入水利署的河川環境管理計畫及水保局的相關治理工法設計，進行試驗及操作示範。

## (二) 綠網重要水域環境—農圳埤塘

關於透過侷限分布關注物種以及水鳥多樣性熱區所指認之  $1 \times 1$  km 網格重要封閉、半封閉水域環境，由於近年來人為開發壓力大、外來入侵種擴散、農田廢耕或轉作等情形，可能已使得小區域範圍內之湖泊、野塘、濕地、圳溝或水田棲地條件快速變遷，且難以回歸原始棲地狀態。

在指認結果的應用上，建議區域綠網計畫參考圖 3.3-3 及 3.4-2 所示重要靜水域分布區位(本計畫將提供圖資 shapefile 格式檔案供套疊對照)，進一步評估現地棲地狀況，釐清棲地保育的可行性及效益，訂定保育目標及指標性物種監測工作，而後再透過社區林業、里山倡議相關計畫以及區域綠網平台的協力關係，結合社區力量推動保育操作或環境友善工作。

除了積極性的里山、里海倡議推動工作之外，在再生能源開發的政策鼓勵下，大面積的地面型光電開發可能會涉及瀕危及重要候鳥棲地的減損，形成兩種綠色價值的衝突 (Green conflict)，因此針對本計畫彙整指認之重要靜水域相關區位，亦可提供開發需求單位參考，據以在選址過程中得以納入生態保育考量。

## (三) 洄游性生物重要溪流廊道

在洄游性生物重要溪流廊道的保育工作上，由於多屬流域規模不大但具特殊地理區位的獨流溪，並未如同大河系統有系統性調查，也較少保育資源投注關注，因此其生態價值時常受忽略。近年獨流溪因受到商業採集、取水

及治理工程影響，使棲地品質快速減損，因此建議區域綠網計畫能加強關注。

相較於「綠網重要水域環境—河川水系」的保育工作，洄游性生物重要溪流廊道的盤點，使用了地理條件初步篩選出候選關注獨流溪，亦藉由文獻資料的爬梳納入了棲地條件的評估，最後指認應優先關注的 56 條獨流溪。因此在洄游性生物重要溪流的復育工作上，除了參照綠網關注河川的行動策略步驟，依序進行釐清管轄權責、棲地現況分析與復育目標訂定、跨部會平台溝通協調之外，亦可就綠網關注獨流溪清單 (表 3.4-4) 上所示指認標準，細化特定獨流溪之保育建議如下：

1. 已知有多種洄游性生物分布、有瀕危或特殊性生物分布、或面臨獵捕壓力之溪流，因其現有生物資源狀態良好、敏感或具立即性採捕壓力，建議漁業署優先輔導地方政府劃定為封溪護漁區，並由各林管處協助推動社區林業或里山倡議計畫，與社區合作巡守及保育推廣工作；
2. 溪流有常流水、兩側河岸及/或河床沒有被水泥大面積覆蓋、沒有難以跨越的材質或結構之固床工或攔沙壩、已知有多種洄游性生物或有瀕危或特殊性生物分布之溪流，因其尚未受到治理或取水嚴重影響，現有棲地狀態相對自然而應受到保全，或雖其棲地狀態已受治理或取水影響，但目前仍有多種洄游性生物或敏感物種棲息，則建議地方政府導入生態檢核機制、建議水保局增列為第一級生態檢核清單、建議農田水利會列為優先關注名單等，納入各主管機關的生態保全優先對象；
3. 針對多種洄游性生物持續面臨嚴重的商採販售壓力，使其野生族群快速下降，如體色鮮艷亮麗之米蝦、沼蝦及許多鰕虎科魚等，建議漁業署除了針對具特殊稀有物種分布之獨流溪劃定封溪護漁區以外，亦能儘快研議相關敏感性物種嚴禁採集貿易之管制措施；
4. 建議林管處優先針對棲地狀態不佳，但生物資源良好之獨流溪，進一步評估其溪流取水、水溫與水質、構造物阻隔、河相與土砂失衡、斷流或伏流化等棲地劣化課題，自河口往上游追蹤沿線生態棲地的健康狀態，以棲地品質提升為改善目標，與相關權屬單位合作進行溪流廊道改善規劃，促進溪流復育及縱向廊道連結。
5. 針對既有計畫調查發現超過 30 種以上洄游性生物分布，或是符合較多數指認標準之獨流溪，於資源決策上可選擇優先推動保育工作。例如水保局台北分局已針對宜蘭大溪溪所進行的復育試驗，如能予以協助延續的復育精進計畫，搭配社區巡守隊合作及相關生態旅遊與環境教育的推動，則有機會創造生態融入治理的典範，形成多重亮點價值。

另外，針對其他未被指認之獨流溪，多為受限於棲地與生物資源調查資料不足，而未能給予評價，但其可能也具有重要生態價值而應受到關注，因此針對「待評估溪流」保育及其他議題探討建議，表列如下：

1. 建議林管處或其他區域綠網夥伴單位，針對待評估獨流溪啟動區域性普查，逐步累積棲地與生物資源調查資料。同時延續綠網關注獨流溪評估工作，界定應補充關注之獨流溪，或更進一步細化區域重要獨流溪評核標準，推動獨流溪棲地復育；
2. 建議農田水利署能系統性盤點東部各獨流溪取水情形，調節水資源利用或開發其他永續的替代水源，確保溪流得以保持生態基流量；
3. 建議林務局能針對封溪護漁及外來入侵種議題，協同其他單位做進一步探討，能針對關注溪流提出外來種防治或移除的積極措施，並鼓勵社區參與。

#### (四) 其他機制或通則性建議

除了以上三個子項目針對指認結果之應用及個案保育建議以外，尚有其他較具通則性之建議，可予以深化流域合作關係，促進河海流域的生態棲地保育。

##### 1. 敏感水域環境主動聯繫機制

針對跨單位生態檢核機制的連結上，就區域綠網所指認之敏感溪流及相關議題，建議能建立主動聯繫機制，主動提供棲地保育需求之相關資訊，讓相關河川治理單位及交通單位能知悉並召集現勘，予以協商調整。

而除了以計畫執行為導向的區域綠網平台以外，後續建議能以集水區或子集水區為單位，逐步建立區域性的流域溝通平台，面對不確定性的工程或治理需求來源，能就流域的整體性以及物種跟棲地保育需求，進行平台上的協商。

##### 2. 生態資料庫精進及資料交流機制

目前各單位之資料庫平台，如河川情勢調查資料庫及台灣生物多樣性網絡平台正進行整合銜接中，在資料庫的精進上可進一步鼓勵民間專家學者資料的提供，擬定相關資料回饋或交流機制，以充實到未來政策工具所需要的基礎。

另外，許多洄游性物種的分布資料受商業採集影響，而具相當敏感性，因此有待進一步與漁業署及相關單位協調，探討如何藉由保育法規或是封溪護漁等作法，解決物種分布資料公開或交流的瓶頸。

河川復育計畫從規劃、執行到成效評估的過程，可能同時涉及防災安全、取水需求、水質改善、生態基流量維持、治理工程衝擊減輕、外來種移除、縱橫向廊道阻隔改善等多重課題，因此就區域綠網後續對於河海流域的關注與保育操作，建議沿用生態系手段的概念，整合相關河海流域治理、管理單

位，以一區域生態系統為整體規劃邊界，取代過往係以行政業務涉及範圍為規劃邊界，搭配綜合規劃 (integrated planning)、減緩選項 (mitigation options)、績效衡量 (performance measurements) 的評估工作，支持區域綠網平台的運作。

#### 5.2.4 與濕地保育法、海岸管理法補償區域擇定整合建議

除《國土計畫法》外，《濕地保育法》與《海岸管理法》亦為重要的國土法規，以維繫自然系統、確保生態系統功能零損失為目標，期開發補償機制與法制管理基礎，更可作為區域生態綠網落實生態網絡串聯、實踐生態補償的重要參考。

##### 一、結合濕地保育法之操作機制

《濕地保育法》為近年通過的環境法令中最具宣示與政策指導規範之法令，除規範保育(第三章)與明智利用(第四章)之具體事項，打破過去保育與發展衝突的對立面，透過開發迴避、衝擊減輕及生態補償(第五章)帶動「具永續發展精神的保育目標」，兼顧生態、生產與生活的溼地明智利用，讓「保育 2.0」不會陷入 0 或 1 的僵局，也讓空間規劃部門單位進一步修定了《衝擊減輕及生態補償實施辦法》，讓重要的生物棲地於利用過程中做到零損失。其參考機制包括有：

##### (一)濕地開發補償之實施策略

濕地保育法第五章規範了開發迴避、衝擊減輕及生態補償之應有作為，其中第 27 條第 3 款規定，若遇有開發行為已無法考慮衝擊減輕措施或替代方案，且無法減輕濕地破壞或消失的情形，依法始准予實施異地補償措施(指以異地重建棲地方式對復育濕地生態實施生態補償)。為維護生態系統功能，減少環境受到的衝擊，濕地與水生生態系統之網絡串聯，有助於彌補開發行為造成的生態損失。

##### (二)區域與地區綠網核心區與生態網絡之串聯

臺灣約 80%的溼地接位於河口地區，而濕地與水生生態系統為國土生態綠網中極為重要的一個串聯生態系，若區域生態綠網從流域思考整體水土空間發展策略，將有助於濕地與水生生態系的核心區劃設與網絡串聯完整性，已反饋至國土生態綠網之整體保育策略中。

##### 二、結合海岸管理法之操作機制

##### (一)作為開發補償或復育之因應策略

《海岸管理法》第 26 條第 5 款中規定，在一級海岸保護區以外的海岸地區特定區內，若要從事一定規模以上的開發利用、工程建設、建築或使用性質特殊者，因開發利用需使用自然海岸或填海造地時，應以最小需用為原則，並於開發區內或鄰近海岸之適當區位採區彌補或復育所造成生態系統功

能損失之有效措施。區域綠網行動計畫之推動，可協調指導將區域綠網重要生態棲地類型為優先，所為《海岸管理法》特定區域開發之彌補復育對項。

### (二)新興海岸特定區位的指定與劃設

依《海岸管理法》所稱之「特定區位」，可經由中央主管機關指定地區；基於上述，未來由海岸生態綠網串聯與保護觀點，可協調內政部營建署將海岸地區所劃設之全國生態綠網，依據《一級海岸保護區以外特定區位管理辦法》予以劃定為「海岸特定區位」，提供以海岸管理法之法源保護依據，更加確保國土生態綠網之保護。

### (三)海岸生態網絡之重要地景維護

考量現階段《海岸管理法》之「整體海岸管理計畫」僅將全國區域計畫之文化景觀敏感地區及景觀道路周邊一定範圍納入「海岸重要景觀區」範圍，並無法將海岸自然地景資源完整納入管理。透過區域生態綠網劃定與行動計畫之落實，可促進海岸重要生態景觀資源之保護。

### 5.2.5 林務局及各林管處現有相關計畫協同行動策略

於本章前四節分別針對國土生態綠網政策於推動上所會牽涉之國土規劃、道路建設、流域管理及濕地海岸的整體議題架構，進行了區域生態綠網層級的疊合探討建議，並提供相關推行原則與方法。本節將延續前述內容，以國土生態綠網政策之整體架構以及計畫分項目標，對接各林區管理處在相關重要計畫上的階段成果，藉以進行後續協同行動策略的探討與研訂。

依據「國土生態保育綠色網絡建置計畫」核定本所示，整體政策主要工作項目有三，分別為：(一)國土生態綠色網絡建置、(二)高風險生態與環境系統之保育、(三)營造友善、融入社區文化與參與之社會-生態-生產地景和海景，而林務局及所屬機關在個別項目下之主要工作項目，如表 5.2-3 所列。

表 5.2-3 林務局及所屬機關主要工作項目

項目	林務局主要工作項目
國土生態綠色網絡建置	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指認綠網重要關注區域。</li> <li>2. 重要生態環境脆弱度與風險評估。</li> <li>3. 相關法令與政策檢討。</li> <li>4. 全台生態綠色網絡串聯與建置。</li> </ol>
高風險生態與環境系統之保育	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生態保育政策擬定。</li> <li>2. 生態造林，整合、縫補與連結山脈、淺山、平原、海岸間之河川、水庫、湖泊及其兩岸生態綠帶，以強化生態綠帶連結。</li> </ol>
營造友善、融入社區文化與參與之生態-社會-生產環境	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建立並運作「臺灣里山倡議網絡夥伴關係網絡(TPSI)，促進國內各分區實務工作者之交流，並向國際展現臺灣「里山倡議」之成果。</li> <li>2. 保全和活用社會-生態-生產地景和海景，推動臺灣「里山倡議」之有關政策研究、知識增進、國際參與、能力培育和實踐範例等五大工作面。</li> <li>3. 輔導重要生態廊道之農業生產，推動友善生態環境生產模式，以塑造永續之社會-生態-生產地景和海景。</li> <li>4. 推動水梯田復育、地層下陷區、地區人文與生態環境有效整合，塑造人與自然和諧共生之生態復育園區、地質公園推動等。</li> </ol>

本節將透過國土生態綠網政策的執行架構，盤整各林區管理處於 2018 至 2019 年度執行之相關計畫，列出重點工作內容或階段目標，初步提出各林區管理處後續之協同行動策略以及建議方向。

#### 一、各區域林管處重點工作內容

##### (一)羅東林區管理處

羅東林管處透過里山熱點盤點與輔導計畫，從自然資源、文化景觀、人文社會面向評估，指認了轄區內推動里山倡議之潛力點 11 處，並依據生態調查資料顯示之「受脅壓力」及「棲地或生態系服務的不可替代性」，指出 17 處區域生態綠網優先關注區。

而透過 2018 年的案例試作以及 2019 年的案例擴大串聯，羅東林管處導入綠色保育標章、生態系統服務給付以及對地綠色環境補貼等機制，逐步推動金山、萬里、三芝、石門阿里磅、貢寮、新南、雙連埤等合作田區之友善生產輔導或生態棲地營造，也在過程中針對在合作田區推動的友善生產技術，進一步研究休耕農地米糠施灑對鳥類多樣性的影響，以確立友善生產之工法對生物多樣性的助益。

而除了針對國土生態綠網案例進行友善生產輔導以及里山倡議的推動之外，羅東林管處也有透過辦理國土生態綠網的保育行銷推廣，對大眾進行宣導推廣，以及透過辦理棲地營造深度體驗活動，讓更多人能了解推動國土生態綠網政策的重要性。

## (二)新竹林區管理處

新竹林管處於 2018 年開啟「新竹林區管理處生態保育綠色網絡次網絡生態資源盤點與調查計畫」，從區域生態綠網規劃的尺度，建置區域生態綠網空間資訊圖層、進行非林班地區之棲地調繪、分析區域物種保育課題與需求、建立區域生態綠網合作平台，藉以提出在地發展策略。

於此同時，新竹林管處亦針對轄區內重要議題—石虎棲息與人類的互動—進行衝突減緩之相關研究，如放養家禽場域周邊石虎友善防制措施的評估以及森林採伐作業對於石虎棲息影響等，亦透過輔導淺山地區果農採用草生栽培耕種，推動石虎保育工作。而在理念推廣的部份，也有透過講座、市集與教育體驗活動等方式，持續對民眾宣導淺山棲地與生態保育的重要性。

針對里山倡議的推動，新竹林管處奠基於與賽夏族建立的夥伴關係，在 2019 年開啟了南庄及獅潭地區之里山經濟培力輔導計畫，預期能協助在地社區進行資源盤點、宣導里山倡議概念，並推動里山經濟的產業育成工作。

## (三)東勢林區管理處

東勢林管處參與國土生態綠網計畫，主要係在瀕危物種保育。針對大肚山環頸雉族群、大雪山臺灣黑熊、以及台中東勢區淺山石虎進行族群監測和物種與棲地的保復育工作。也同步透過摺頁、講座等活動辦理或文宣製作，進行保育宣導與推廣。

東勢林管處針對關注物種持續進行的族群監測工作，以及對於物種的深度了解，將有助於相關基礎資料的建置，而透過保育工作坊的辦理以及志工與公民科學家的培訓工作，更能進一步達成保育人才的培養，厚植軟實力。另外，東勢處在里山倡議的推動上，辦理了谷關里山保育推動計畫與大甲溪畔的泰雅族建立夥伴關係。除協助在地社區資源盤點，以及宣導里山倡議概念之外，也協助原民作物保種、復耕、友善耕作及推動里山經濟產業的工作。

#### (四)南投林區管理處

南投林管處於 2018 年參與國土生態綠網計畫，先期以臺灣細副鯽的保育工作以及中寮地區的石虎棲地營造與保育推廣工作為主。在埔里鎮所推動之臺灣細副鯽保復育工作，是透過補助在地社區，輔導河溪旁農戶轉作友善耕作、建置臺灣細副鯽避難池、宣導減少河川污染，並推動復育池的管理維護，除了維繫臺灣細副鯽的棲地，也進而培力在地社區積極參與生態保育工作；而在中寮地區推動的石虎保育工作，則是透過輔導友善耕作及安全用藥，擴大友善耕地面積。

南投林管處除了與在地社區與學校合作保育宣導推廣活動，推廣里山倡議、綠保標章、社區林業，也在 2019 年更進一步開啟了南投處國土生態保育淺山綠色網絡發展計畫，針對貓羅溪、八卦山-中央山脈的廊道連結進行進一步的了解與區域規劃。

#### (五)嘉義林區管理處

嘉義林管處之重點工作以推動諸羅樹蛙、水雉、爺蟬、山麻雀等野生動物的保復育工作與保育宣導工作為主，如在諸羅樹蛙的保育工作上，結合了在地志工進行社區蛙類調查、記錄了主要棲地類型並建置分布圖，也進一步透過研究棲地利用關係，建立友善農法作業規範。

而在區域生態綠網的規劃建置上，嘉義林管處針對嘉南地區進行了生物多樣性熱點盤點與生態綠網推動策略研析，規劃生態廊道、建置整體推動架構，並依據重要性及優先性提出分年期實施計畫，同時也另外透過跨領域聯繫平台建置及教育宣導計畫與社區協力夥伴輔導，建立跨單位的協同關係及參與機制。

#### (六)屏東林區管理處

針對屏東林管處的重點工作，為透過高屏地區生態藍圖建置計畫，完成臺灣南部高屏地區生態情報圖，以及保育類物種潛在分布查詢系統，提出以農村生態系作為高屏生態藍圖應優先關注之主題，並繪製高屏地區四條主要生態廊道，及從北高雄、東屏東生態廊道再各細分出兩條次生態廊道，藉由辦理工作坊邀集廊道涵蓋範圍內相對應之政府機關、NGO、NPO、社區協會、專家學者等一同討論廊道面臨之議題及保育策略。而於期間所辦理之浸水營野生動物重要棲息環境之苔蘚植物及蕨類資源調查，則建置了資料庫，供後續推動重要棲息環境的經營管理及保育參考。

除了上述計畫，屏東林管處另有重點成果為執行恆春半島之銀合歡移除工作，大範圍移除對生物多樣性不利之入侵性外來種植物，以及同時執行原生植被的復育工作，推動生態造林。另外在公眾理念宣導的部分，屏東林管處亦有透過辦理山林講堂以及綠保農戶觀摩參訪，鼓勵農友申請綠色保育標章，協助農友進行農產品的行銷推廣。

### (七)臺東林區管理處

臺東林區管理處於區域生態綠網藍圖規劃的面向上，辦理了利嘉溪、大南溪流域以及台 11 線海線北段河川的生態系服務盤點，盤點重要物種熱點棲地、威脅因子以及保育急迫程度，提出保育策略，成為區域生態綠網於轄區內進行綠網建置時的重要基礎。

除了上述區位，臺東處亦特別針對都歷地區推動生態系統調查、界定環境與物種特性、輔導社區參與生態監測、推動水梯田復耕、轉作友善耕作以及林下經濟經營等工作，並推動池上濕地生態系整體規劃與棲地營造工作。

### (八)花蓮林區管理處

花蓮林管處透過辦理花蓮生態保育綠色網絡發展計畫，建置區域生態綠網藍圖之空間資訊，以及藉由召集跨部會平台，納入各單位既有業務內容，進行介面的協調整合，建立彼此的共識以共同參與生態綠網的建置工作，是做為國土生態綠網政策開展初期，在跨部會平台組織及議題處理面向上的一個相當成功的經驗。

其中，在跨部會平台的建置經驗上，花蓮林管處透過界定大、小平台會議，使共識凝聚及議題處理分成兩個不同層次的主題分別進行討論，在大平台上召集各權益關係人討論綠網推動願景、針對跨單位既有計畫及任務方向進行交流；在小平台會議上召集細部生態課題所涉及到的業務單位參與討論，促成相關生態保育課題的研處工作，如提出舊橋拆除之生態廊道復舊、除草劑減用等具體議題處理模式。此跨部會操作模式，使得各相關部會在綠網工作的協力上能建立有效的溝通。

而除了上述提及之重要經驗，花蓮林管處亦透過於新社及復興部落推動森川里海生態部落，完成溪流調查，提出蝦類棲地改善建議，藉以推動東海岸里山里海倡議的自然資源保存及活化。

## 二、協同行動策略綜合建議

彙整各林管處參與國土生態綠網政策的豐碩成果，其中由於面對不同區域特性以及議題屬性，有的是延續辦理特定物種保育工作、有的是就空間概念進行區域整體保育規劃、有的是針對特定地區推展輔導示範工作，彼此開展了不同面向的工作計畫。本節承續前述章節的討論，從綠網的全國性架構，綜整提出各林區管理處之協同行動策略與後續發展方向建議。

### (一)國土生態綠色網絡建置

在區域層次上，透過各林管處在其轄區內進行更小尺度的區域綠網盤點與規劃，將可細化指認區域內的重要棲地與目標物種，並進行保育優先性評估。目前幾乎每個林管處皆完成了初步的區域綠網藍圖規劃，然由於個別林管處援引的是不同方法學、或是界定在不同空間範疇，因此規劃結果的呈現

以及保育復育工作的擬定上，對於棲地或物種的關注各有不同的比重。

奠基於各區域林管處之盤點基礎，本計畫所完成的綠網關注區域指認及保育策略擬定(3.3及3.4節)，將能提供各林管處做更進一步參考對照，除了延續各區域綠網既有擬定之保育復育工作以外，也針對可能未觸及與關注到的區域及議題，如獨流溪保育與外來種移除復育造林等，補充進行盤點與爬梳，擬定保育行動任務，以逐步搭建為更具整體性的全國生態綠網。

## (二)高風險生態與環境系統之保育

在生態與環境保育的面向上，其一重點工作為保育政策的擬定。多個林管處如南投林管處、嘉義林管處、東勢林管處等，在綠網計畫項下已有持續針對關注物種進行長期監測並推動保復育工作，也有許多豐碩成果。而在整體綠網的發展下，建議除了石虎及淺山、農田生態系的物種，亦可參考本計畫規劃成果，擴及如水系、濕地、海岸等棲地與物種的關注，討論河口、海岸陸蟹棲地之溪流棲地復育、流域棲地品質評估以及人為結構物阻隔改善。

而關於透過生態造林或生態植被復育，整合、縫補與連結山脈、淺山、平原、海岸間之河川、水庫、湖泊及其兩岸的生態綠帶，可能依據環境的不同或目標物種的棲息需求不同，而有不同的操作方式以及型態，建議後續可透過造林組的參與協助，彙整不同生態復育造林與生態廊道建立的類型，建立工作指引，同時，亦可透過進一步評估具生態潛力之國公有地、道路綠帶，基於對於野生動物遷移/移動路徑的了解，推動林道及道路路殺瓶頸點改善。

另外，針對大範圍遷徙物種如已有足夠調查研究資料，可進一步研析跨區域、跨林管處的疊合探討，例如針對區域綠網所盤點之石虎保育課題及需求，透過總局保育組及各相關林管處建立了石虎策略平台，彙整相關經驗，整合擬定石虎保育方針。

## (三)營造友善、融入社區文化與參與之生態 - 社會 - 生產環境

林務局近年推動「臺灣里山倡議夥伴關係網絡(TPSI)」，每年邀請有志實踐里山倡議之實務工作者、民間團體、學術機構及政府相關單位互相交流，以整體性及系統性推動里山倡議(李光中等2018)。各林區管理處亦可藉由跨機關平台，利用各機關相關之政策工具，例如社區林業、農村再生計畫、綠色保育標章等手段，進一步透過區域平台的建置，引入諸如地方農會或消費社群參與里山倡議的推動，進一步發展特定保育對象的農產品牌、建立區域產銷模式。而除了陸域的里山倡議之外，亦建議各林管處可在既有基礎上擴展至沿海里海案例，依據區域綠網之空間規劃，策略性選定推動里山里海友善生產之地點，強化綠網關注區域內的連結性或緩衝的功能性。

另外，里山里海社區也可藉推展生態旅遊，強化生物多樣性保育。生態旅遊不只是單純在自然野地旅遊。生態旅遊的核心精神是兼顧自然保育與在地居民福祉的負責任旅遊。藉由規劃完善的遊程設計與服務，使遊客深度體

驗自然，滿足休閒、獲得知識與啟發，從而思考生物多樣性的重要，並內化為個人生活態度，在日常生活中實踐有助於生物多樣性保育的作為。社區居民則藉由生態旅遊得到實質經濟利益，並因而願意積極維護自然資源；在地長期與自然環境互動產生的傳統文化底蘊、居民或部落凝聚力、土地倫理價值也會被強化。就生物多樣性保育而言，生態旅遊是一種由下而上的、自發性的保育行動。目前已有許多社區發展生態旅遊，並在經濟收益與生物多樣性保育獲得成功的案例，例如墾丁社頂、南投桃米社區。

發展生態旅遊需先盤點社區具環境教育解說價值的自然及人文資源，並協助社區提升生態旅遊規劃、環境導覽解說、生物多樣性巡守、調查監測與保育等能力。各林區管理處可以協助社區邀請大專院校、非政府組織、專業顧問公司等學界與業界專家學者，進行社區培力計畫。社區發展協會等自治組織或村里辦公室應建立相關制度，規範生態旅遊守則、承載量、環境教育及生態調查巡守人力培育、自然資源巡守監測、經濟收益回饋。當社區居民的公民意識提升，社區具有強烈自主性、凝聚力與社區互助能力，才能避免個人或財團對於生態觀光資源以最大經濟收益為優先考量的掠奪式發展。只有生態旅遊收益可以回饋社區且能完全滿足社區發展所需，社區發展及生態旅遊與生物多樣性保育才能永續。

## 第六章 國土生態綠網長期方略

國土生態綠網的建置，是一個不斷重複回饋的過程，將每次推動所得之資料與經驗，用於下一次規劃時的基礎參考。透過這樣一直不斷修正與調整的過程，強化未來規劃和發展的基礎，國土生態綠網之長期方略概念圖如圖 6-1 所示。

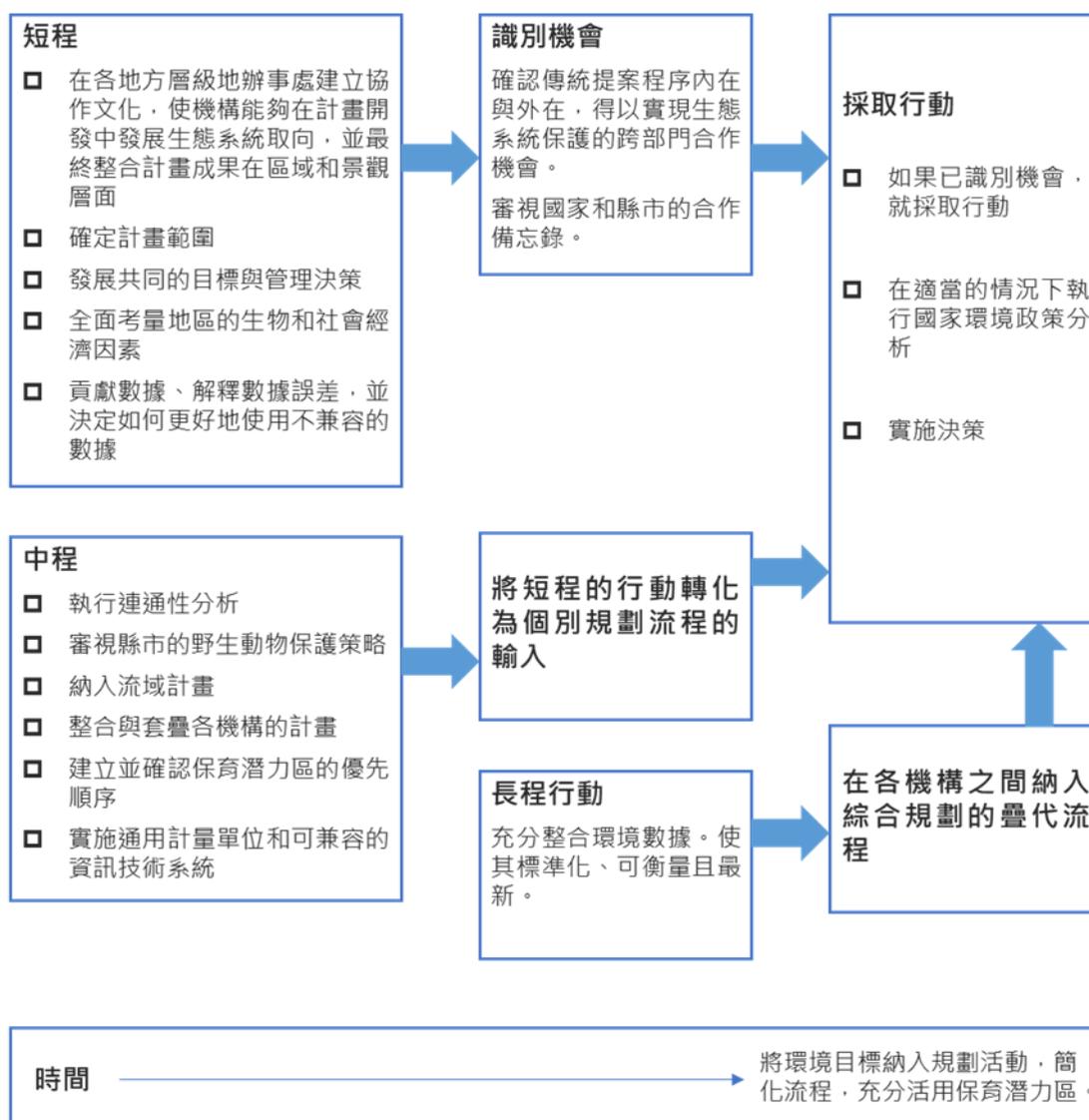


圖 6-1 國土生態綠網之長期方略

## 6.1 生態綠網檢討與策略應用建議

本計畫在初期進行資料蒐集分析，發展國土生態綠網規劃，隨著綠網建置操作示範及綠網跨部會溝通平台，針對綠網規劃檢討、諮詢及回饋修正，建議策略應用。跨部會溝通模式建立是本項計畫的重心，從區域綠網規劃，討論凝聚具體執行計畫，以至於後續協作落實，可作為後續推廣的參考。

## 6.2 物種及棲地的保育行動策略研擬

如前所述，過去棲地保育主要採取黃石模式；典型黃石模式是由少數菁英或政府決策階層推動劃設一個有明確邊界的保護區，並盡可能將人類干擾，例如漁獵與農耕，排除至保護區外。臺灣保護區系統，包括國家公園、自然保留區、野生動物保護區或野生動物重要棲息環境，都是有明確邊界的圈地保育作為；也都在某種程度上，排除人類活動干擾。這些保護區系統，基本上都源自於黃石模式的保育思維。

保護區在經營管理上，常規劃有核心區與緩衝區。而保護區與保護區之間，則可能配置生態廊道，以串聯數個保護區，使野生動物得以無礙地在保護區之間移動或播遷。傳統保護區規劃想法受到物種—面積關係理論 (the theory of species-area relationship) 及島嶼生物地理學理論 (the theory of island biogeography) 的影響。依據物種—面積關係理論，島嶼的面積愈大，可以承載的物種數就愈多；而根據島嶼生物地理學理論，島嶼與大陸的距離愈接近，物種就愈容易從大陸播遷到島嶼，因此島嶼的物種數也會愈多。Diamond (1975) 將此理論應用到保護區規劃。他主張保護區規劃可以依循以下原則：1. 保護區的面積愈大愈好；2. 總面積相當時，一個完整的保護區，比分割成數個小的保護區來得好；3. 數個保護區在空間配置上，愈緊密愈好；4. 數個保護區的空間配置，彼此等距要比呈線狀排列好；5. 分隔的保護區之間以帶狀相連(即生態廊道)，可以明顯促進其保育功能；6. 保護區的形狀愈趨近圓形愈好，因為如此則邊界愈短，受到外界的干擾也就愈少。

Diamond 對於保護區劃設的主張，在學界引發了到底是一個大的保護區好，還是幾個小的保護區比較好的爭論 (亦即 the SLOSS debate; SLOSS: a Single Large Or Several Small) (e.g., Simberloff and Abele 1976, Simberloff and Abele 1982, Wilcox and Murphy 1985)。主張單一大面積論者，認為大的保護區除了可以支持比較多的物種、健全生物群聚之外，還能夠提供活動範圍廣大且數量稀少的脊椎動物的生存需求。在人類活動或環境變遷造成棲地破碎化的情形之下，大的以及相連的保護區可以保障族群內的基因交流，維持族群規模達到最小可持續存活量，因此顯然是比較好的。反對者則認為單一大面積論者忽略了各小區物種的獨特性；如果廣佈種少，各小區的獨特性物種多，則多個小區的物種總數將比單一個大面積的保護區來得多。另外，相連的小區之間也容易造成疾病及外來種擴散。單一大面積保護區取得不易，且巡護成本也較高；

相對而言，小區土地較易獲得，經營管理也比較容易。不過這些爭論在實務上，至少在人口稠密且產業活動熱絡的地區，顯然都是假議題。不管單一大保護區或數個小保護區，都是圈地保育思維。就黃石模式的保育策略而言，現實上，在平地及低海拔人口稠密地區的阻力甚大，並沒有太多操作空間。

近代保育思維已從黃石模式，轉移成為以社區為基礎的保育。在人口稠密地區，保育策略不再思考如何排除人類干擾，而是承認人類是大自然的一份子，思索如何讓人類生活及產業活動與大自然可以和諧共存；一方面持續農林漁牧生產活動，一方面保護標的物種，以及維持甚至增進生物多樣性。在這樣的目標之下，保育措施強調社區培力、公民參與、以及公私部門或部會之間的合作。黃石模式是由少數菁英或政府決策階層發起，並規範至在地居民；帶有由上而下，具指導或指揮之性質。其保育手段是限制與處罰。相對而言，以社區為基礎的保育，則具有由下而上的自發性與草根性保育之特性，阻力相對較小。政府採取的保育手段則是支持與鼓勵。

保育典範已然從黃石模式轉移為以社區為基礎的保育，保育策略也應有所調整。傳統上，不管是國家公園、自然保留區或野生動物保護區，保護區內外適用的法令依據迥異、保育手段也有所不同。有些保護區內還可區分不同分區，採取不一樣的經營管理策略。例如野生動物保育法施行細則第 12 條明訂野生動物保護區內得分為核心區、緩衝區及永續利用區，分別擬訂保育計畫。但是以社區為基礎的保育思維之下，保育施作目標不再像保護區般有明確行政邊界，而是依物種的自然分布調整。特定物種或分類群，有其特定的棲地與自然分布範圍。因此當同一個地區有多元的保育標的時，例如在臺南地區如欲同時保育水雉與諸羅樹蛙，其關注範圍就需要多變且維持彈性。也因此除非以生態系或生物群聚為考量，否則很難指認一體適用的核心區及緩衝區。另外，面對的關注棲地是由多種地景元素，例如樹林、農田、草地、埤塘、溪流、聚落鑲嵌組合而成時，也不太適宜以串聯某單一類型土地的想法建構生態廊道。每一分類群生物的跨越與播遷能力不同；例如車水馬龍的雙線道公路，樹棲鳥類可以輕鬆跨越，但對兩生類及爬行動物而言，則絕對是遷移障礙。其他諸如生殖潛能、族群結構、棲地選擇、活動範圍及季節變動、對環境的耐受力等等，都有所差異。也因此，保育策略必須針對特定之關注物種個別研擬。一個地景斑塊對生物個體的活動範圍需求與族群承載量是否足夠，不同生物類群是不一樣的。斑塊之間的其他類型地景是否構成阻隔、斑塊面積是否太小而需要生態廊道串聯，均視關注物種或生物類群而有所不同。因此事先依據土地利用類型的空間分布，設想廊道規劃，並不是非常恰當。比較好的做法，是林務局各林區管理處針對轄區之生態綠網重要關注區域的地景及關注物種，集合相關專家學者及權益關係人共同討論，擬定適當保育策略，並邀請涉及的相關政府部會跨平台協商。也就是說，保育策略應以重要關注區為通盤檢討單元，並依個案分別討論。

本計畫指認之每一重要關注區域，均依據生物受脅等級及分布狀況，羅列其重點關注物種與主要關注棲地（詳見表 3.3-1）。有些關注物種已有保育行動綱領。本計畫已蒐集臺灣黑熊、黑鳶、黑面琵鷺、水雉之行動綱領資訊（如表 6.2-1）。

表 6.2-1 保育類動物保育行動綱領

保育類	文獻	行動綱領相關說明
臺灣黑熊	行政院農業委員會林務局，2012。臺灣黑熊分布預測模式及保育行動綱領之建立(二)。執行單位：國立屏東科技大學。行政院農業委員會林務局保育研究系列 100-14 號。計畫編號 100 林發-7.1-保-76	提出願景(Vision)、目的(Goal)及目標(Objectives)
黑鳶	行政院農業委員會林務局，2004。臺灣地區黑鳶保育行動綱領。執行單位：基隆市野鳥學會、臺灣猛禽研究會。基隆市野鳥學會、臺灣猛禽研究會編印。	提出短、中、長期保護目標及行動策略
黑面琵鷺	行政院農業委員會林務局，1995。黑面琵鷺保育行動綱領。執行單位：中華民國野鳥協會。鳥類保育研究叢刊第 15 號。臺灣地區黑面琵鷺保育行動綱領。執行單位：行政院農委會，2005。	提出保育行動指南
水雉	曾瀧永，2000。水雉保育行動綱領。臺灣濕地第 18 期。	提出短、中、長期保護目標
	行政院農業委員會林務局，2008。台南縣歷年水雉保育計畫成果分析。執行單位：社團法人臺灣濕地保護聯盟。計畫編號：97-林發-03.1-保-99(17)。	提出水雉保育行動的檢討與展望
山麻雀	國立嘉義大學，2016。105 年度曾文水庫及臨近地區山麻雀調查及保育對策評估成果報告書。經濟部水利署南區水資源局，台南。	提出山麻雀保育行動綱領草案

其他關注棲地及關注物種，除了因為個別物種的生物學及生態學特性差異，而應分別由專家學者討論及研擬保育策略之外，仍可依共通的生態學特徵，整理通則性保育策略；例如表 6.2-2。其中，淺山森林環境包括哺乳動物穿山甲、麝香貓、食蟹獾、石虎等，鳥類黃魚鴉與山麻雀，爬行動物食蛇龜與柴棺龜，以及兩生類，如諸羅樹蛙。淺山水域活動的生物，例如唐水蛇、鉛色水蛇、白腹遊蛇、赤腹遊蛇等水棲蛇類，臺北赤蛙與臺北樹蛙等兩生類，以及靜水域之淡水魚，例如菊池氏細鯽。淺山草地活動之關注物種主要是環頸雉與草鴉。泥灘濕地及農濕地環境之保育議題多以鳥類為主，包括小瓣鴿、水雉、繁殖水鳥（例如董雞、彩鶺）與黑面琵鷺等冬季遷移性水鳥。

表 6.2-2 各類型環境之物種保育策略通則

環境	保育策略通則
淺山森林	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加強基礎生物學及生態學研究，包含族群數量、分布範圍、族群密度、適合棲地型態、動物生理學、盜獵現況等；</li> <li>2. 釐清人類活動對各物種族群及棲地的影響，例如土地利用、非法獵捕、流浪犬貓對野生動物的獵殺及傳染病影響、路殺、棲地開發與破壞等，並檢視相關法律、執行人力與資源等，協助發展政策或修改相關法令；</li> <li>3. 維持淺山森林與溪流棲地，避免非必要之工程施作與開發；</li> <li>4. 串聯棲地以促進族群基因交流；</li> <li>5. 推動友善耕作，減少茶園之肥料與農藥使用，營造里山環境；</li> <li>6. 族群監測與保育成效評估。</li> </ol>
淺山水域	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加強基礎生物學及生態學研究，包含族群數量、分布範圍、族群密度、適合棲地型態、動物生理學等；</li> <li>2. 維持淡水濕地及 / 或水梯田生產地景的棲地環境，避免非必要之工程施作；</li> <li>3. 積極營造串聯淡水濕地，維持各物種之族群基因交流；</li> <li>4. 推動友善生產環境，減少農藥使用，避免棲地污染與破壞；</li> <li>5. 族群監測與保育成效評估。</li> </ol>
淺山草地	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加強基礎生物學與生態學研究；監測族群數量與基因多樣性；</li> <li>2. 維持淺山草生地環境，避免非必要工程施作與開發；</li> <li>3. 營造里山地景、推動友善生產農作，降低農藥和毒鼠藥物的使用；</li> <li>4. 對地棲之環頸雉而言，可以營造與串聯草生棲地；對草鴉而言，其飛行能力佳且活動範圍大，應盡量維持高草叢與灌叢相嵌之開闊草生棲地，避免過度開發，同時盤點閒置之國有地，營造適合草鴉之棲地。</li> </ol>
泥灘濕地 及農濕地	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加強基礎生物學與生態學之研究；</li> <li>2. 推動友善耕作，減少農藥使用、避免使用殺草劑，在遷移過境期及度冬期營造大面積濕地環境提供水鳥棲息；</li> <li>3. 維持農塘埤圳濕地環境，避免非必要之工程施作；</li> <li>4. 推動友善生產與生態服務給付；</li> <li>5. 維持淺坪魚塭週期性曬池，提供黑面琵鷺及其他遷移性水鳥覓食場所；</li> <li>6. 族群監測與保育成效評估。</li> </ol>

支持與鼓勵綠網重要關注區域的在地保育，可以利用有機農業促進法相關規定，以維護生態環境及生物多樣性。其他相關政策工具，包括依據農村再生條例，或社區林業、生態造林、生態服務給付、綠色保育標章等的推動，也有助於營造里山環境、推動友善生產，促進特定物種的保育，以及生物多樣性及生態系服務功能的維持。另外，農糧署「對地綠色環境給付計畫」的生產環境維護措施規定的綠肥或景觀作物種植，如果可以將特定植物列入，例如草鴉偏好以白茅為主的草原棲地，如農糧署認可白茅為綠肥或景觀作物，也可以藉此擴大草鴉棲地。

### 6.3 相關部會參與綠色網絡建置之行動任務推動

國土生態綠色網絡之建置，需有效結合部會間橫向及縱向之聯繫，綜整各部會既有政策計畫並盤點綠網推動成果，提出需協商點，於跨平台會議中凝聚共識，使推動生物多樣性價值及棲地/生態保育以及國土綠網建置之工作，能實際落實於各部會未來的行動規劃中。有關各部會協力綠網推動之分工事項，詳見第五章之討論。

### 6.4 國土生態綠網長期資源調查及監測規劃

生物資源現況及長期趨勢，是研擬及調整保育策略的重要基礎資訊。生態監測必須有明確目標，並由調查得到的資料，分析長期趨勢，以明瞭生態及資源現況是趨向或悖離目標，據以審視保育策略是否必須調整修正。如果沒有訂定保育監測目標並分析長期趨勢，則生態監測不過是常規資源調查罷了；事實上，許多名義上為生態監測的計畫，的確都只是資源調查而已。

長期監測可以分為全國性的整體生態現況了解，或綠網重要關注區域特定關注目標之監測。全國性生態監測不需要額外規劃，可以借助已進行多年的長期調查計畫，例如臺灣繁殖鳥類大調查或新年數鳥嘉年華，得到可靠資訊。藉由一般區域、重要關注區域、里山地景等地的鳥類群聚參數，或特定分類群的族群趨勢之比較，了解生態環境變動狀況。惟特定鳥類族群或群聚結構的變遷與生態環境之間的關聯性，仍應有更細緻的分析。另外，某些區域關注的生態環境較為特殊，例如水梯田的水中生物群聚，其環境生態概況不是繁殖鳥類群聚可以反映時，則必須另外設計調查及分析方法。

調查努力量會影響趨勢的分析及判讀。群聚調查的目的如果是要了解種類多樣性，則不同時期及不同樣點之間的調查努力量並非取得一致即可，而是應該隨棲地與季節而改變(許皓捷 2019)。相關的種類多樣性估計方法，例如無母數的種類多樣性估計器 (richness estimators, e.g., Chao1 or Chao2 index)、稀釋曲線 (rarefaction curve)、以及 Hill numbers (Chao et al. 2014)，都是非常有用的工具，可以解決努力量不一致的問題。而如果是個別物種的族群量之估

計，則努力量不強求一致，但樣本數應該要足以讓估計值的變異收斂至可接受程度。

生物群聚分析，除了種類多樣性及總生物量 (biomass) 之外，群聚結構 (物種組成及相對豐富度) 的變異趨勢分析其實更重要。設若環境大幅變遷，使群聚的物種數不變，但物種轉換率百分之百時，則種類多樣性並不會有任何變化。因此種類數或多樣性指數的變化趨勢，事實上無法完全反映群聚變異的真實面貌。排序技術 (ordination techniques)，例如對應分析 (correspondence analysis, CA)、降趨對應分析 (detrended correspondence analysis, DCA)、典型對應分析 (canonical correspondence analysis, CCA)、冗餘分析 (redundancy analysis, RDA) 等方法，可以反映群聚組成的改變，是值得善加使用的工具。許皓捷等 (2012) 曾以 DCA 第一軸排序分數對樣本年份作圖，發現四草野生動物保護區 A2 區的水鳥群聚結構，在 2003–2009 年間呈劇烈變動。另藉由 CA 的 triplot 分析，發現是水岸高草游涉禽及水域泥岸涉禽的數量增加，但泥灘涉禽減少。地方政府曾在此濕地進行一系列水鳥監測計畫，但僅計算各計畫執行年份調查到的種類多樣性及多樣性指數，完全無法探知水鳥群聚結構的變遷。值得一提的是，一般環境影響評估常用的 Shannon 或 Simpson's index，其數值較缺乏直觀，生態意義也很難理解，不同樣本之間的數值更不可以加成，生態綠網的長期生物資源調查及監測，應該避免使用。

## 6.5 國土生態綠網成效評估規劃

### 6.5.1 中長程規劃架構

國土生態綠網計畫建置的核心目標，為藉由增加自然棲地面積或減少生物在棲地間移動的阻礙等方式來縫補、串聯低海拔區域中的破碎化棲地，以提高零碎小面積棲地綴塊對於保育目標生物的可適用性，並進而達成 (1)生態層面，如減緩低海拔區域中生物多樣性喪失與受脅物種族群量下跌，(2)生產層面，如增加整體產業經濟獲益，與 (3)生活層面，如提升社會與在地居民福祉，此三大面向對應之重點長程目標效益。為能聯合三大面向以全面評估，需跨領域合作，以期實現《里山里海倡議》中之終極永續發展願景——人與自然和諧共生。

在評估各實作方法於生態、生產與生活此三面向重點長程目標上的成效時，又可分別由「由下而上 (Bottom-up)」與「由上而下 (Top-down)」兩方向思考 (圖 6.5-1)：

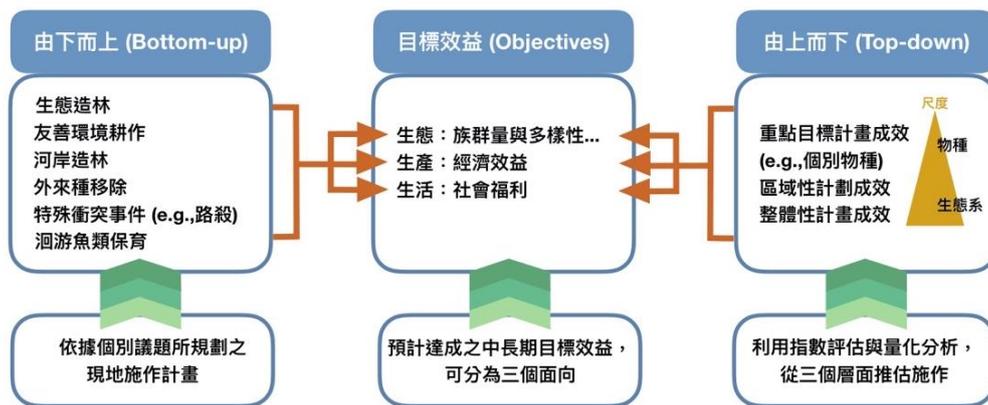


圖 6.5-1 生態綠網成效評估中長期規劃架構

**由下而上 (Bottom-up)：**以針對個別議題所規劃之各項現地施作計畫為出發點，如生態造林、友善環境耕作、外來種移除與路殺所造成之特殊衝突事件等，評估各現行計畫施作於增進生態、生產、生活三大面向目標之長程效益。

**由上而下 (Top-down)：**先確立於生態、生產、生活三大面向所應達成之效益目標，再利用指數評估與量化分析依所確立之效益目標推算由小（如個別物種）至大（如生態系）各尺度層級所需之施作策略與預期效益完成度。

為能契合生態綠網計畫核心目標與中長期評估規劃，本規劃案首先由生態層面角度出發，提出綠網成效評估概念架構與通用量化評估指數運算之建議。至於生產與生活面向之評估，屬於社會科學層面，與生態評估的差異非常大，建議後續另案研討。

### 6.5.2 生態綠網成效評估概念

為能正確評估串聯破碎棲地綴塊對於保育目標生物可適用性的提升成效，首先需要釐清且正確描述下述三項關係性（圖 6.5-2）：

(1) 物種-面積關係 (Species-area relationship)：釐清保育目標區域中之棲地綴塊面積大小與棲地綴塊中所能容納之保育目標物種族群量或物種多樣性之間的關係性。

(1)+(2) 物種-聯通度-面積關係 (Species-connectivity- area relationship)：釐清保育目標區域中之各種棲地綴塊面積，與在經由串聯或保育施作之後棲地綴塊中所能容納之保育目標物種族群量或物種多樣性之間的關係性。

(3) 保育目標-聯通度關係 (Conservation-connectivity relationship)：在釐清保育物種-連通度-墜塊面積三者之間的關係性後，可經由設定希望達成的保育目標（如希望回復的族群數量或物種多樣性等），進一步回推需要增加多少棲地面積或聯通度才能對棲地破碎化損害有效補償。



註：圖中 1 表物種-面積關係；1 與 2 是物種-連通度-面積關係；3 是保育目標-連通度關係。詳見內文。

圖 6.5-2 生態綠網成效評估核心概念

其中，物種-面積關係與物種-聯通度-面積關係兩者係屬「由下而上」面向，而保育目標-聯通度關係則屬「由上而下」面向。在釐清上述關係性之後，實際生態綠網策略成效可進一步由生態系健康程度評估指數量化評估。

### 生態系健康程度評估指數

近年來，國際自然保育聯盟 (The International Union for Conservation of Nature, IUCN) 為能正確評估當前全球生態系在面臨人為開發與氣候變遷下所遭受的崩潰風險，正全力發展各式生態系評估指標。而如欲妥善評估生態系整體健全程度，並以簡單易懂的單一指數量化該生態系功能及生態系內生物多樣性長期存續的可能性，除考慮棲地面積與保育目標物種多樣性等主要指標的量化方法外，亦需進一步綜合考量這些主要指標在時間上的變化，始能將棲地環境劣化 (environmental degradation) 此一重點動態生態過程 (ecological process; Pettorelli et al. 2018) 一併估算且妥善評估。

生態系健康程度評估指數 (Ecosystem Health Index, EHI; Rowland et al., 2020) 即為一能夠綜合評量生態系重點動態生態過程之通用指標。為能使其適合綠網規劃評估，本規劃案將生態系健康程度評估指數改善並重新定義如下：

$$EHI = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (1 - s_i e_i)}$$

其中， $n$  為該生態系內調查樣點總數， $e_i$  為調查範圍內棲地綴塊面積所佔比例， $s_i$  為環境相對惡化程度，而  $s_i$  可被進一步定義如下：

$$s_i = \frac{f_{t-1} - f_t}{f_{t-1} - c}$$

其中， $f_{t-1}$  為該生態系統保育目標值的起始值（例如，在進行綠網規劃施作前的物種數）， $f_t$  為該生態系統重點保育目標值的目前數值（例如，在進行綠網規劃施作後的物種數）， $c$  為該生態系完全崩壞後的保育目標值（例如，物種數為 0）。

最終 EHI 計算結果應永為正值：如最終 EHI 計算結果為 0，則表該生態系已完全崩潰；如 EHI 小於 1，則表該生態系健康狀態有所劣化；如 EHI 為 1，則表該生態系健康狀況未有改變；而如  $EHI > 1$ ，則表該生態系與進行綠網規劃施作前比較健康品質有所進步。

上述生態系健康程度評估指數中的各參數可依據國土綠網關注區域列表中各關注分區內之主要關注棲地類型與重點關注動植物進一步個別定義。本規劃案挑選關注區域「西南一」此一主要水鳥熱點區域作為實作範例，詳列運算過程如下。

### 生態系健康程度評估指數實作範例

本實作範例挑選綠網關注區域中水鳥熱點區域「西南一」作為生態系健康程度評估指數演算示範（圖 6.5-3），並以該區域中公民科學計畫新年數鳥嘉年華於 2019 與 2020 年所調查之水鳥族群數量開放資料（圖 6.5-3B），與作為水鳥重要棲地的魚塭面積範圍（圖 6.5-3C）作為主要評估要點；其中水鳥族群數量定義為鸕科、雁鴨科、鷓科、鷺科、鶺鴒科、長腳鷺科、水雉科、鷗科、鷓鴣科、鸚鵡科、鶴科、秧雞科、潛鳥科、彩鷓科、鵝科及鸕鷀科物種豐度調查紀錄。

於西南一區中，在 2019 年與 2020 年間均有水鳥調查紀錄之新年數鳥樣點有 5 處，因此我們可為這 5 個樣點分別計算  $s_j$  與  $e_j$ ，以樣點 1 為例：

$$e_1 = \text{樣區內魚塭面積} / \text{樣區總面積} = 0.093$$

$$s_1 = \frac{\text{水鳥族群數量}_{2019} - \text{水鳥族群數量}_{2020}}{\text{水鳥族群數量}_{2019} - \text{水鳥族群數量}_{\text{生態系崩壞}}} = 0.927$$

如此將各樣點中的  $s_j$  與  $e_j$  逐一算出，並取幾何平均數後，即可計算出該區域之生態系健康程度評估指數，在此例中，EHI 為 0.874，由 EHI 小於 1 可知，與 2019 年相比，2020 年西南一區作為水鳥熱點之生態系健康程度略有劣化。

表 6.5-1 西南一區生態系健康程度評估指數計算所需指數。其中各樣點水鳥數量為每次調查努力量平均紀錄隻數，數鳥樣區面積與魚塭面積均為平方公里

數鳥樣區	數鳥樣區面積	魚塭面積	水鳥數量 <sub>2019</sub>	水鳥數量 <sub>2020</sub>	e	s	(1-se)
樣點 1	28.26	2.629	97.84	7.151	0.093	0.927	0.914
樣點 2	28.26	7.484	65.892	95.956	0.265	-0.456	1.121
樣點 3	28.26	8.757	53.315	25.125	0.310	0.529	0.836
樣點 4	28.26	13.71	23.826	8.0444	0.485	0.662	0.679
樣點 5	28.26	15.956	50.648	39.584	0.5645	0.218	0.877

EHI = 0.874

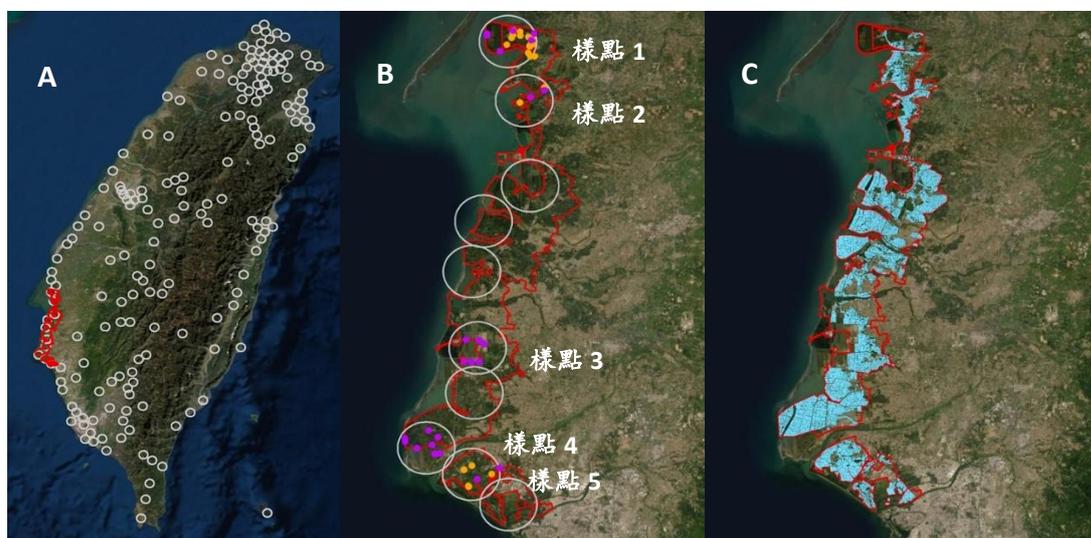


圖 6.5-3 生態系健康程度評估指數實作範例。(A)綠網關注區域「西南一」區域(紅線區域)與新年數鳥樣點分布(灰色圓圈)；(B)綠網關注區域「西南一」區域內新年數鳥於 2019 年(紫色點)與 2020 年(黃色點)調查紀錄分布；(C)綠網關注區域「西南一」區域內魚塭分布範圍(藍色區塊)

為能正確估算各綠網關注區域中生態系健康程度變化，區域中棲地分布變化為必需資訊；然而，由於目前各地詳細逐年棲地分布資訊仍普遍缺乏，因此難以全面評估監測各生態系健康程度改變並進一步評估綠網規劃施作成效，故此本規劃案建議需將逐年棲地分布監測納入未來監測計畫重要工作項目之一，而本規劃案在此先以衛星判讀資料作為各關注區棲地變化與生態系健康程度初步評估基準。

### 6.5.3 全台關注區棲地變化整體趨勢

我們目標以土地利用面積變化監測目標物種的族群與生物多樣性變化，目前可得空間解析度最精細 (300 × 300 m) 且橫跨時間尺度最長 (涵蓋 1992 至 2018 年間) 的資料，為歐洲太空總署 (the European Space Agency, ESA) 以衛星影像辨別技術所生產之全球土地利用資料庫 (ESA. Land Cover CCI Product User Guide Version 2. Tech. Rep. (2017). Available at: [maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2\\_2.0.pdf](https://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf))，我們依據國土綠網關注區域之關注土地利用類型，並考量衛星影像辨識技術之誤差限制，我們認為將其劃分為旱田、水田、農地與自然棲地鑲嵌地景、鬱閉林地、半鬱閉林地、開闢棲地、河岸濕地及水域與都市，共 8 種，此劃分方式在台灣範圍內應較為可信。

在綠網計畫臺灣本島 7 大分區的架構下，再以土地利用組成的相似性與保育目標，將臺灣本島的 39 個關注區域劃分成 16 個組別，觀察各組自 1992 迄 2018 年間的土地利用類型面積與比例增減 (圖 6.5-4)，結果顯示，河岸、濕地及水域被都市所取代，以蘭陽溪口<sup>(2-1)</sup>最為明顯，面積從 35.4 (42.98%) 平方公里下降至 18.6 (22.61%) 平方公里；農地由都市所取代，以西北部海岸地區 (藻礁生態系)<sup>(7-3)</sup>、桃園高榮野生動物保護區周邊 (桃園埤塘濕地)<sup>(7-4)</sup>與西南部沿岸農地與溼地 (水雉與草鴉)<sup>(5-1)</sup>最為明顯，面積分別由從 178.2 (62.28%)、74.5 (77.04%) 與 1119.4 (86.9%) 平方公里下降至 153.1 (53.49%)、56.9 (58.76%) 與 836.4 (64.93%) 平方公里；森林由農地所取代的情形以花東縱谷平原<sup>(3-2)</sup>與南部農地、森林與里山地景<sup>(4-1)</sup>最為明顯，面積分別由從 624.7 (47.3%)與 579.6 (50.43%)平方公里下降至 481.0 (36.42%) 與 398.4 (34.66%) 平方公里。

資料庫存有部份使用限制，首先，其為類別資料，每個面積 0.09 平方公里的網格於各年度僅被歸類為單一種土地利用類型，而台灣農地的農地輪作週期短，從此資料無法監測旱田與水田於一年內的週期變化，且由於衛星影像辨識之誤差範圍較大，可信的土地利用分類有限 (如本次報告所示之分類類型)，解析度也不足以反映較精細的棲地面積尺寸與變化，例如：桃園的埤塘濕地面積無法透過此資料監測，僅建議用於區域尺度分析，此外，關注棲地的品質也難以透過此資料得知，例如：獨流溪與藻礁生態系的的健康狀況，因此，建議依據 39 個關注區域各別的保育目標，進一步針對關注棲地面積、連通度與品質規劃調查計畫。

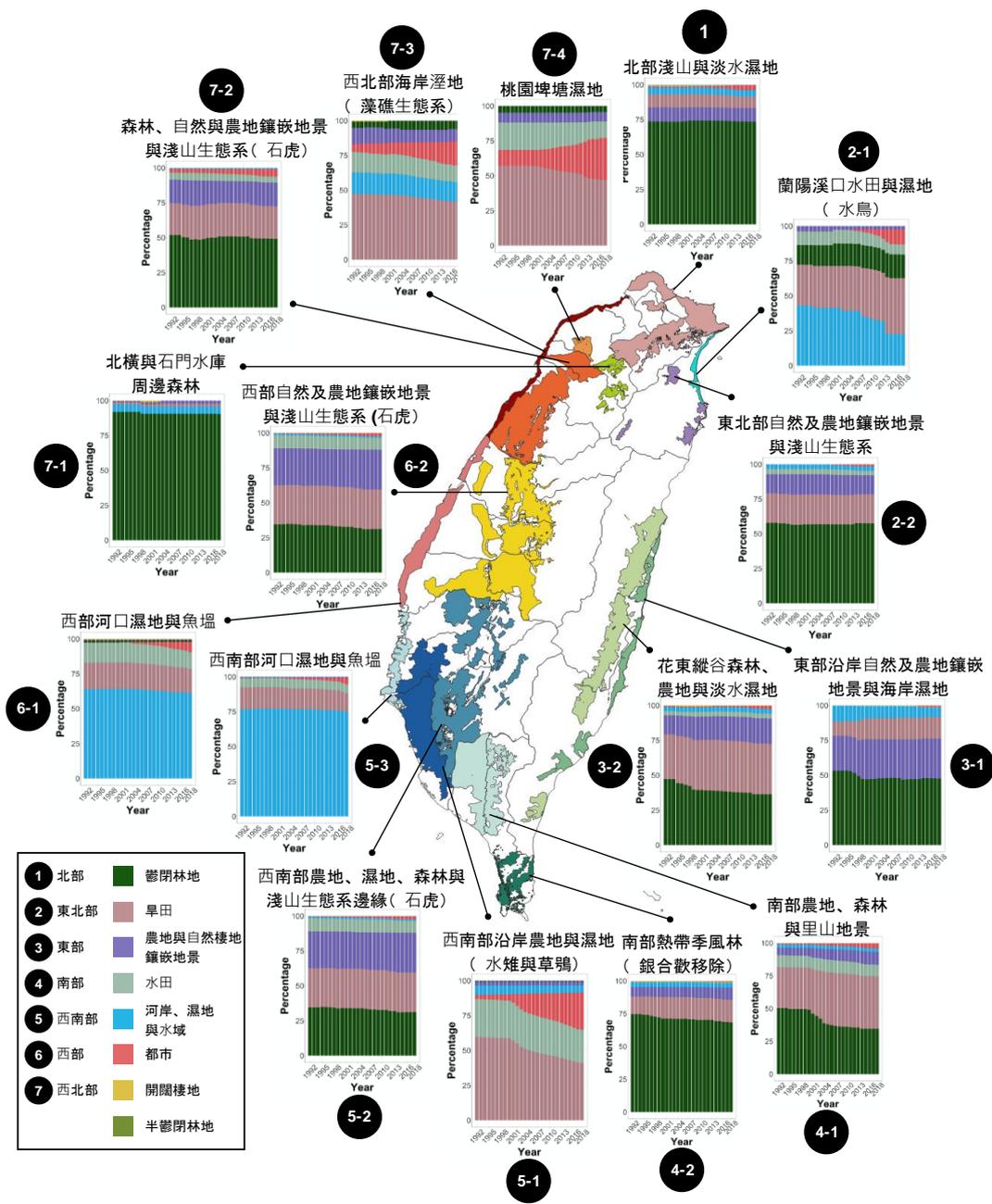


圖 6.5-4 全台關注區棲地變化整體趨勢

#### 6.5.4 歷史生態資料重建

恢復過往自然生態樣貌，是保育工作的手段，也是自然保育的長期願景。臺灣梅花鹿原本分布於平地及低海拔山區，但其野外族群曾一度滅絕，只剩動物園保有臺灣的特有亞種族群。相關單位曾於 1990 年代在墾丁社頂地區再引入 (reintroduction) 臺灣梅花鹿，以恢復其部分歷史分布；其目的在於以就地保育 (*in situ* conservation) 取代動物園的異地保育 (*ex situ* conservation)。雪霸國家公園為復育櫻花鉤吻鮭，在其歷史分布溪流羅葉尾溪、有勝溪、樂山溪、合歡溪等溪流放流櫻花鉤吻鮭，建立衛星族群，使其分布不再侷限於七家灣溪；分散棲地風險有利於櫻花鉤吻鮭之保育。臺北三芝廢耕水梯田復耕，使臺北赤蛙在其歷史分布地點得以回復一定的族群量；貢寮山區水梯田復耕，則重新記錄到許多原本稀有或消失的物種。本計畫中，墾丁地區移除銀合歡的綠網示範案，也是以恢復過往熱帶季風林樣貌，以及相應的生態系服務功能為目標。

瞭解人類嚴重干擾之前，生物的自然分布範圍，或是一個地區自然生態的歷史樣貌，是採取再引入與就地保育措施前的重要工作。綠網重要關注區域係依據生態及保育的現況所指認。要恢復過往生態樣貌，則需要有過去物種空間分布資訊；可以透過歷史資料盤點，或以現有資料結合過去的環境因子做推估。在此，以草鴉為例，嘗試推估其歷史分布。其餘關注物種或生物多樣性熱點之歷史分布推估，則有待後續進一步探討。

推估歷史分布範圍可以有兩個方法。一是以現有分布資料及環境因子建構當前之分布模型，再依據此模型及過去環境資料，推估過去之分布範圍。另一是以過去之分布與環境資料，建立過去的物種分布模型。採用哪一種方法，取決於該物種歷史分布資料的可獲得性。草鴉的過往分布資料難以取得，故以近年的分布模型推估其歷史分布。

草鴉於 2010-2019 年期間的分布資料共 3486 筆。環境資料採用陳宛均等 (2020) 整理的 2015 年之環境資料，包括海拔、溫度季節性、降水季節性、森林、農田、草本植物及都市覆蓋度，共 7 項環境因子。以 Maximum Entropy 建構物種分布模型，以 Maxent version 3.4.1 軟體進行。訓練樣本與測試樣本比例為 3 比 1，進行 10 次重複。建構之分布模型，再依據陳宛均等 (2020) 整理之 1995 及 2005 年環境資料，推估當時之分布狀況。判斷有無分布之機率臨界值，採用 10 percentile training presence。

結果發現分布網格數以近年最多，但是空間分布範圍則明顯有由北往南退縮現象 (圖 6.5-5)。不論 1995 或 2005 年，分布均可達嘉義以北；1995 年更分布至嘉義沿海布袋一帶。近年則僅分布至臺南北端；但臺南以南則有擴張趨勢。依此結果，嘉義可能是草鴉的歷史分布範圍，可據以擬定保育策略與願景。當然，以某一時間點的分布資料建立之模型，推估另一時間點的空間分布，可能存在許多問題。不同時間點的生物性因素，例如種間交互作用，包括競爭者或獵物種類或豐度可能不同，但是分布模型僅反映環境因素，導致以現在的空間

分布模型推估，將無法正確得到其歷史分布。另外，目前調查發現草鴉可以出現在都市或工業區中夾雜的草地，這可能是生物的環境適應之結果(例如黑冠麻鷺隨著時間推移，適應了都市環境)，也可能是隨土地開發，現在才出現較多這類型的棲地環境。無論如何，此背景環境的可獲得性(availability)可能限制了觀察到的空間分布狀況，使建構模型時，鳥類在都市與草地鑲嵌的地景類型之反應權重增加，相對降低了對鄉間草地的反應權重。而依此建構的分布模型，推估另一環境狀況迥異的時間點之空間分布，即可能產生較大誤差。不過無論如何，不同時序的分布模型，在瞭解關注物種以及生物多樣性熱點的空間分布變遷，以及保育策略擬定或保育願景，應該仍有一定的啟發。關注物種及生物多樣性空間分布的時序變遷，以及因應的保育策略或目標設定，仍值得後續進一步探討。

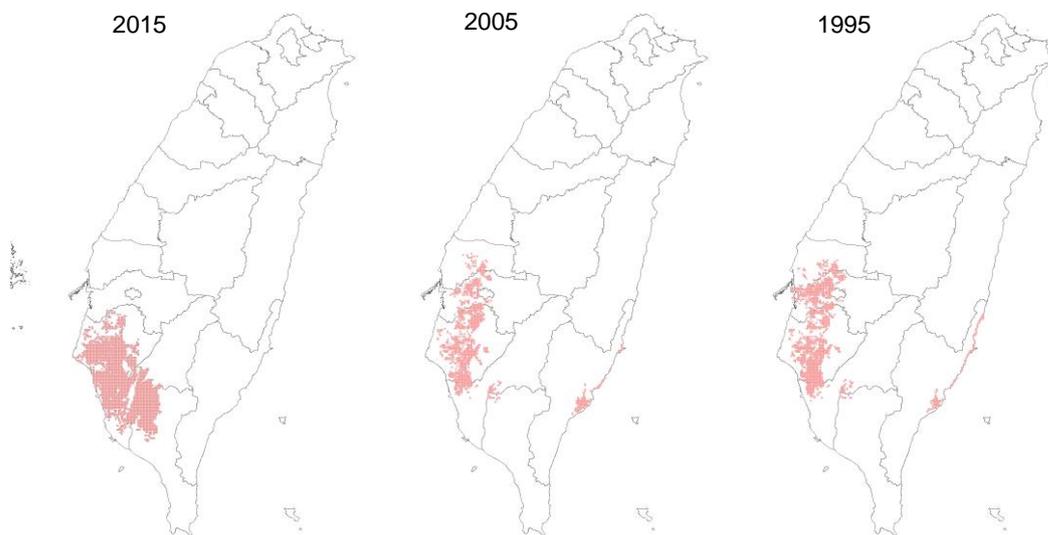


圖 6.5-5 草鴉在 1995、2005、2015 年的分布模型

## 第七章 結論與建議

國土生態綠網以平地及淺山地帶人口稠密區的物種及生物多樣性保育、以及地景維護為主要目標。其目的在於從高海拔的中央山脈保育廊道及國有林，向下串聯山林、農田、濕地、埤塘、河流等等綠網重要關注區域，並延伸至海岸，以構成完整的自然保育網。陸域重要關注區域之指認，係依據生物多樣性熱點、關注物種分布、水鳥分布、瀕危及受脅植物棲地、關注地景、關注議題等面向為之。含外島，共指認 44 處重要關注區域。水域重要關注區域則依據關注的淡水魚所分布之河流及埤塘濕地、洄游生物的重要溪流廊道、以及水鳥分布熱區所在的濕地及埤塘指認之。

人口稠密地區的保育目標在於一方面持續農林漁牧生產活動，一方面保育物種及生物多樣性。行動策略包括社區培力、公民參與、以及公私部門或部會之間的合作。可以運用既有法令及政策工具，例如有機農業促進法、農村再生條例、社區林業、生態造林、生態服務給付、綠色保育標章、對地綠色環境給付計畫等等之協力，以達到里山環境營造、物種保育、以及生物多樣性及生態系服務功能之維持。

本計畫挑選 4 個綠網關注區域的不同議題，具體示範保育策略推動過程。第一個示範案是貢寮水梯田關注地景，演示如何在森林、溪流、水田、聚落鑲嵌的環境中，達到人與自然和諧共生。第二個是苗栗淺山石虎保育課題，示範在人類經濟活動與野生動物生存空間衝突時，如何因應。第三個示範案選擇曾文溪流域，討論河流扮演「森—川—里—海」橫向連結角色時，流域治理與自然保育之間如何取得平衡。最後一個案例是恆春半島入侵種銀合歡的移除及生態造林，示範如何藉由跨機關合作，恢復原生之熱帶季風林。所有示範案的推動結果顯示，綠網關注區域與關注議題的操作是多元的，涉及的公私部門與組織或團體，視保育議題與權益關係人而有所不同。議題的處置或保育的推動，並沒有標準流程。建議各林區管理處可以召集民間團體、專家學者與機關代表，成立諮詢小組，針對每一議題或個案，討論具體保育策略。

生態綠網關注區域的分布區位可以提供國土功能分區劃設之參考。綠網重要關注區，位於都市計畫地區者，可以考慮劃為國保四或農發五用地；鄰接保護區或國有林者，建議劃為農發三或農發一。許多重要關注區域、關注水域與重要洄流廊道缺乏基礎生物與環境資料，建議系統性資源調查，以做為保育策略擬定及成效評估之依據。未來亦應進行長期資源調查及監測；全國性監測可

以使用既有資源監測計畫，例如臺灣繁殖鳥類大調查。但繁殖鳥類變動趨勢與生態環境之具體關係，仍需細緻釐清。另外，各綠網關注區域應設定明確保育目標，再設計調查與資料分析方法，以明瞭生態或資源現況與長期變動趨勢。若未設定保育目標並規劃嚴謹調查與資料分析方法，則生態監測很容易流於常規生物資源調查，僅此而已。最後，本計畫亦規劃國土生態綠網中長程的成效評估方法，包括生態系健康程度評估指數，以及棲地變化整體趨勢分析，並實作示範。至於國土綠網在生產及生活層面效益之評估，則建議另案研討。

## 引用文獻

### 第二章—國土生態綠網藍圖與行動方針

1. Dudley, N., P. Shadie, and S. Stolton. 2013. Guidelines for applying protected area management categories including IUCN WCPA best practice guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types. Best Practice Protected Area Guidelines Series.
2. Jongman, R. H., I. M. Bouwma, A. Griffioen, L. Jones-Walters, and A. M. Van Doorn. 2011. The pan European ecological network: PEEN. *Landscape ecology* 26:311-326.
3. Otto, J., C. Zerner, J. Robinson, R. Donovan, M. Lavelle, R. Villarreal, N. Salafsky, J. Alcorn, F. Seymour, and C. Kleyneier. 2013. *Natural connections: perspectives in community-based conservation*. Island Press.
4. Schelhas, J. 2001. The USA national parks in international perspective: have we learned the wrong lesson? *Environmental Conservation* 28:300-304.
5. Su, H.-J. 1985. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (III) A scheme of geographical climatic regions. *QJ Chin For* 18:33-44.
6. Yang, M.-Y. 2006. Comparing waterbirds assemblage under different fish farm management strategies. National Taiwan University.
7. 王鑫, 李光中, 許玲玉, 王曉鴻. 2017. 自然地景觀念的沿革. *文化資產保存學刊* 41:65-74.
8. 行政院環境保護署. 2019. 國家氣候變遷調適行動方案 ( 107-111 年 ) ( 核定本 ).
9. 高銘志. 2013. 環境基本法在司法裁判之角色. *司法新聲* 105:54-66.
10. 李玲玲, 趙榮台, 黃靖倫, 張文叡, 高雋. 2005. 台灣現有保護區之分類檢討與管理現況分析. 行政院農業委員會林務局, 台北.
11. 李桃生. 2017. 在環境法體系下探討森林法律原則. *臺灣林業* 43:80-87.
12. 中華民國綠野生態保育協會. 2016. 海岸資源調查及資料庫建立案. 內政部營建署.
13. 陳柏豪. 2014. 臺灣淺山生態保育策略與架構之可行性評估. 行政院農業委員會林務局, 台北.
14. 陳敦源, 王光旭. 2005. 跨域協調：組織間政策執行的管理「肩角」. *遊於藝雙月刊* 53:8-10.
15. 黃書彥, 薛美莉. 2014. 涉禽對晒池魚塭之利用-以七股地區虱目魚及文蛤養

殖為例. 台灣生物多樣性研究 **16**:339-354.

### 第三章—國土生態綠網建置

1. Ahmed, S. E., G. McInerny, K. O'Hara, R. Harper, L. Salido, S. Emmott, and L. N. Joppa. 2015. Scientists and software—surveying the species distribution modelling community. *Diversity and Distributions* **21**:258-267.
2. Banavar, J. R., A. Maritan, and I. Volkov. 2010. Applications of the principle of maximum entropy: from physics to ecology. *Journal of Physics: Condensed Matter* **22**:063101.
3. Hanley, J. A., and B. J. McNeil. 1982. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* **143**:29-36.
4. Harte, J. 2011. *Maximum entropy and ecology: a theory of abundance, distribution, and energetics*. OUP Oxford.
5. Manel, S., H. C. Williams, and S. J. Ormerod. 2001. Evaluating presence–absence models in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of applied Ecology* **38**:921-931.
6. Merow, C., M. J. Smith, and J. A. Silander Jr. 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography* **36**:1058-1069.
7. Norris, D. 2014. Model thresholds are more important than presence location type: Understanding the distribution of lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in a continuous Atlantic forest of southeast Brazil. *Tropical Conservation Science* **7**:529-547.
8. Phillips, S. J., R. P. Anderson, and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* **190**:231-259.
9. Phillips, S. J., M. Dudík, and R. E. Schapire. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. Page 83 *in* Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning.
10. Phillips, S. J., M. Dudík, and R. E. Schapire. 2017. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1).

11. Swets, J. A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science* **240**:1285-1293.
12. 陳宛均, 羅祈鈞, 蔡富安, 張安瑜. 2020. 運用開放資料建置臺灣陸域環境因子多時序資料集. *台灣生物多樣性研究* **22**:13-44.
13. 姜博仁, 林良恭, 袁守立. 2015. 重要石虎棲地保育評析(1/2). 行政院農業委員會林務局
14. 林良恭, 姜博仁, 王豫煌. 2016. 重要石虎棲地保育評析(2/2). 行政院農業委員會林務局.
15. 林瑞興, 呂亞融, 楊正雄, 曾子榮, 柯智仁, 陳宛均. 2016. 2016 臺灣鳥類紅皮書名錄. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心, 南投.
16. 林春富, 楊正雄, 林瑞興. 2017. 2017 臺灣兩棲類紅皮書名錄. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心, 南投.
17. 陳元龍, 林德恩, 林瑞興, 楊正雄. 2017. 2017 臺灣陸域爬行類紅皮書名錄. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心, 南投.
18. 楊正雄, 曾子榮, 林瑞興, 曾晴賢, 廖德裕. 2017. 2017 臺灣淡水魚類紅皮書名錄. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心, 南投.
19. 鄭錫奇, 張簡琳玟, 林瑞興, 楊正雄, 張仕緯. 2017. 2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心, 南投.
20. 行政院農業委員會. 2019. 保育類野生動物名錄(108年1月9日生效).
21. 特有生物研究保育中心. 2019. 草鴉關鍵棲地分布成果(2019/12/11 版本).
22. 特有生物研究保育中心. 2020. 49種陸域脊椎保育類動物潛在分布範圍(2020/05/16 版本). [https://www.tesri.gov.tw/A6\\_3/content/32654](https://www.tesri.gov.tw/A6_3/content/32654)。(下載時間：2020/06/23)
23. 人禾環境倫理發展基金會. 2019 獨流溪生態現況調查暨環境覺知推動計畫(3-1)(東北部). 行政院農業委員會林務局, 臺灣.
24. 陳義雄, 陳天仁. 2016. 陽明山國家公園溪流各流域魚類及甲殼類生態資源調查-陽金公路以東流域. 陽明山國家公園管理處.
25. 觀察家生態顧問公司. 2020. 花蓮生態保育綠色網絡發展計畫 II 海岸山脈獨立溪流調查成果. 行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處, 花蓮.
26. 觀察家生態顧問公司. 2019. 花蓮生態保育綠色網絡發展計畫 I 海岸山脈獨立溪流調查成果. 行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處, 花蓮.
27. 弘益生態有限公司. 2019. 台 11 縣海線北段生態系服務盤點專業服務委辦計畫(1/2). 行政院農業委員會林務局臺東林區管理處, 臺東.

28. 韓僑權, 陳聿康, 陳嘉瑜, 陳幸琳. 2012. 101 年度「墾丁國家公園淡水魚蝦貝類普查」成果報告. 墾丁國家公園管理處, 屏東.
29. 洄瀾風生態有限公司. 2019. 108 年度花蓮縣洄瀾灣流水環境改善生態調查委託專業服務案. 花蓮縣政府, 花蓮.
30. 洄瀾風生態有限公司. 2018. 推動里山倡議森川里海生態部落山村增值計畫. 行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處, 花蓮.

#### 第四章—生態綠網建置操作示範

##### 貢寮田寮洋示範案

1. 人禾環境倫理發展基金會. 2013. 101 年度田寮洋濕地周邊水梯田生態保育計畫結案報告. 行政院農業委員會林務局.
2. 人禾環境倫理發展基金會. 2015. 103 年度田寮洋濕地周邊水梯田生態保育計畫結案報告, 行政院農業委員會林務局.
3. 人禾環境倫理發展基金會. 2016. 104 年度貢寮水梯田生態保育--重要棲地保育合作先驅計畫結案報告, 行政院農業委員會林務局.
4. 人禾環境倫理發展基金會. 2017. 105 年度貢寮水梯田生態保育--重要棲地保育合作經營暨生物指標測試結案報告, 行政院農業委員會林務局.
5. 人禾環境倫理發展基金會. 2017. 106 年度貢寮水梯田棲地保育合作暨產業推動結案報告, 行政院農業委員會林務局.
6. 人禾環境倫理發展基金會. 2018. 107 年度貢寮水梯田棲地保育合作暨產業推動結案報告, 行政院農業委員會林務局.
7. 行政院農業委員會林務局. 2008. 台灣湖泊野塘及離島淡水魚類資源現況評估及保育研究.
8. 行政院農業委員會林務局. 2012. 臺灣地區淡水域湖泊、野塘及溪流魚類資源現況調查及保育研究規劃.
9. 行政院農業委員會林務局. 2016. 保育類野生動物農田棲地之綠色保育經營管理計畫.
10. 人禾環境倫理發展基金會. 2019 獨流溪生態現況調查暨環境覺知推動計畫(3-1)(東北部). 行政院農業委員會林務局, 臺灣.
11. 人禾環境倫理發展基金會. 2018. 羅東處里山辦公室第一期：熱點盤點輔導, 行政院農業委員會林務局羅東林區管理處.
12. 新北市貢寮區公所 .2017. 枋腳溪上游及其支流水域生態情勢現況調查與封溪護魚實施河段評估建議報告.

13. 新北市政府貢寮區公所. 2019. 108 年新北市貢寮區田寮洋生態調查與棲地經營成效評估.
  14. 新北市政府. 2020. 新北市國土計畫(109 年 8 月依大會決議修正報部審議版).
  15. 經濟部水利署水利規劃試驗所. 2017. 台灣地區北部區域雙溪水庫可行性規劃檢討(7)-社經專題-溝通宣導(3) 期末報告書.
  16. 經濟部水利署水利規劃試驗所. 2018. 107 雙溪生態水庫可行性規劃檢討(8) —環境、生態專題—環境因子調查.
  17. 監察院. 2019. 鹽寮福隆沙灘流失糾正案.
  18. 賞鳥資料庫 e-Bird 平台. 2020. <https://ebird.org/region/TW>.
  19. 人禾環境倫理發展基金會. 東北角河溪管家—從河說起. <https://reurl.cc/Qd75KZ>.
- 苗栗石虎生態廊道改善示範案**
20. McRae, B. H., and D. M. Kavanagh. 2011. Linkage Mapper Connectivity Analysis Software. The Nature Conservancy, Seattle WA.
  21. Paviolo, A., C. De Angelo, K. M. P. M. B. Ferraz, R. G. Morato, J. Martinez Pardo, A. C. Srbek-Araujo, B. d. M. Beisiegel, F. Lima, D. Sana, M. Xavier da Silva, M. C. Velázquez, L. Cullen, P. Crawshaw Jr, M. L. S. P. Jorge, P. M. Galetti, M. S. Di Bitetti, R. C. de Paula, E. Eizirik, T. M. Aide, P. Cruz, M. L. L. Perilli, A. S. M. C. Souza, V. Quiroga, E. Nakano, F. Ramírez Pinto, S. Fernández, S. Costa, E. A. Moraes Jr, and F. Azevedo. 2016. A biodiversity hotspot losing its top predator: The challenge of jaguar conservation in the Atlantic Forest of South America. *Scientific Reports* 6:37147.
  22. 內政部營建署非都市土地開發審議作業輔助系統. 2020. <https://eland.cpami.gov.tw/nuld/>
  23. 石虎保育大使 阿虎加油. 2020. <https://ahutw.info/about.html>
  24. 交通部高速公路局中區養護工程分局. 2018. <https://www.freeway.gov.tw>
  25. 交通部觀光局露營區查詢專區. 2020. <http://gis.tbroc.gov.tw/TTE/index.jsp>
  26. 林良恭, 姜博仁, 王豫煌. 2016. 重要石虎棲地保育評析 2/2. 行政院農業委員會林務局保育研究 105-林發-07.1-保-30.
  27. 林良恭, 姜博仁, 陳美汀, 陳家鴻, 張燕伶. 2009. 保育類哺乳動物生息現況分析與生態資訊建置. 行政院農業委員會林務局保育研究系列第 97-03 號.

28. 姜博仁, 林良恭, 袁守立. 2015. 重要石虎棲地保育評析 1/2. 行政院農業委員會林務局保育研究 104-林發-07.1-保-30.
29. 姜博仁, 陳美汀. 2018. 石虎捕食利用模式研究以苗栗地區放養家禽場所及森林作業空隙為例. 行政院農業委員會林務局.
30. 姜博仁. 2019a. 「苗栗縣大尺度之路殺風險評估」暨「縣道 140 改善建議分析」. 行政院農業委員會林務局.
31. 姜博仁. 2019b. 苗 29 鄉道友善環境動物通道工程施工中及完工後 ( 第一期 ) 動物利用監測暨改善建議分析. 苗栗縣政府.
32. 姜博仁. 2019c. 減緩苗栗淺山地區野生動物與人類衝突之行動研究。行政院農業委員會林務局.
33. 姜博仁. 2020. 苗栗縣友善石虎生態服務給付試辦計畫. 苗栗縣政府.
34. 苗栗縣工業用地暨開發許可案件資訊網.  
[http://landev.miaoli.gov.tw/Factory00190\\_Public/PublicMain.aspx](http://landev.miaoli.gov.tw/Factory00190_Public/PublicMain.aspx)
35. 苗栗縣戶政服務網. 2013. <https://mlhr.miaoli.gov.tw/news.php>
36. 苗栗縣主計處. 2020.  
<https://www.miaoli.gov.tw/accounting/Default.aspx>
37. 財政部國有財產署新聞. 2020. 國產署推動國有邊際土地認養機制再下一城，公私協力共同守護石虎棲地生態環境.  
<https://www.fnp.gov.tw/singlehtml/1fac3fb0c18443dfb9a1fbc45742acd6?cntId=f625abd960e74394bb79a47c9d701080>
38. 高嘉孜. 2013. 苗栗縣通霄鎮石虎(*Prionailurus bengalensis chinensis*)之移除模式及衝突探討. 國立屏東科技大學碩士論文.
39. 莊琬琪. 2012. 苗栗通霄地區石虎 (*Prionailurus bengalensis chinensis*)及家貓 (*Felis cantus*)之食性分析. 國立屏東科技大學碩士論文.
40. 通霄鎮公所. 2020. <https://www.tungshiau.gov.tw/Default.aspx>
41. 觀察家生態顧問有限公司. 2014. 臺灣淺山生態保育策略與架構之可行性評估. 行政院農業委員會林務局.
42. 陳美汀. 2015. 台灣淺山地區石虎 (*Prionailurus bengalensis*)的空間生態學. 國立屏東科技大學博士論文.
43. 陳貞志. 2018. 國立屏東科大學保育類野生動物收容中心疾病監測(1/3)(第 1 年/全程 3 年). 行政院農業委員會林務局 107 年度科技計畫研究報告 107 農科-10.8.1-務-e2(2).
44. 綠川工程顧問股份有限公司. 2020. 128 線通霄至銅鑼段道路拓寬改善工程

- 環境影響差異分析暨環境現況差異分析及對策檢討報告. 苗栗縣政府.
45. 裴家騏. 2006. 新竹, 苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究 1/3. 行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-05 號.
  46. 裴家騏. 2007. 新竹, 苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究 2/3. 行政院農業委員會林務局保育研究系列 95-03 號..
  47. 裴家騏. 2008. 新竹, 苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究 3/3. 行政院農業委員會林務局保育研究系列 96-01 號
  48. 裴家騏. 2011. 瀕臨絕種野生動物保育醫學研究發展之石虎疾病研究(第 1 年/全程 1 年). 行政院農業委員會林務局 100 年度科技計畫研究報告 100 農科-8.2.1-務-e1.
  49. 環境資訊中心. 2020. 李璟泓 / 苗栗哪裡又老又窮? 淺山光電的誘惑與擋人財路的石虎. <https://e-info.org.tw/node/225121>.
  50. 顏士清. 余品奐. 2019. 108 年度陽明山國家公園流浪動物族群現況調查. 陽明山國家公園管理處委託報告.
  51. 觀察家生態顧問有限公司. 2017. 台灣中西部淺山廊道生態保育策略與架構的實踐。行政院農業委員會林務局.
  52. 漢林生態顧問有限公司. 2020. 南投處國土生態保育淺山綠色網絡發展計畫 期中報告修正本. 行政院農業委員會林務局南投林區管理處.

#### 曾文溪中游河川復育示範案

53. 方偉宏. 2005. 台灣受脅鳥種圖鑑. 貓頭鷹出版社, 台北, 臺灣.
54. 行政院農業委員會林務局. 2014. 保育類野生動物名錄. 行政院農業委員會林務局. 臺灣.
55. 財團法人成大研究發展基金會. 2013. 曾文溪流域因應氣候變遷防洪及土砂研究計畫. 曾文溪流域因應氣候變遷防洪及土砂研究計畫.
56. 國立成功大學. 2015. 曾文溪流域因應氣候變遷總合調適研究(1/3). 經濟部水利署 水利規劃試驗所.
57. 國立成功大學. 2016. 曾文溪流域因應氣候變遷總合調適研究(2/3). 經濟部水利署 水利規劃試驗所.
58. 曾翌碩. 2010. 草鴉在臺灣的現況與研究回顧. 臺灣林業 36:19-24.
59. 曾翌碩. 2011a. 台灣地區的東方草鴉族群現況(摘要). 2011 海峽兩岸鳥類論壇. 中華民國野鳥學會.
60. 曾翌碩. 2011b. 草鴉-東方草鴉的野外族群現況觀察評論.
61. 曾翌碩、林文隆. 2010. 台灣的貓頭鷹. 台中縣野鳥救傷保育學會.

62. 曾翌碩、姚正得、曾志成、林世忠. 2008. 臺灣南部地區東方草鴉在育雛期間的食性分析. 特有生物研究 10:1-6.
63. 曾翌碩、詹芳澤、謝仲甫. 2008. 室內圈養環境下東方草鴉的鳴叫模式. 2008 動物行為暨生態研討會.
64. 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威. 2012. 台灣鳥類誌. 行政院農委會林務局, 台北·臺灣.
65. 潘致遠、丁宗蘇、吳森雄、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、蔡乙榮. 2017. 2017 年台灣鳥類名錄. 中華民國野鳥學會, 台北·臺灣.

#### 墾丁銀合歡移除與熱帶季風林回復示範案

66. Capitán J.A., S. Cuenda, and D. Alonso. 2017. Stochastic competitive exclusion leads to a cascade of species extinctions. *Journal of Theoretical Biology* 419:137-151.
67. Chen, J.C., B. Hoshino, A. S. Jump, M. Kaneko, and C. T. Chen. 2018. Forest disturbance leads to the rapid spread of the invasive *Leucaena leucocephala* in Taiwan. *Journal of Rakuno Gakuen University* 38:101-109.
68. Chotivannakul, P., B. Srichaikul, and C. Talubmook. 2016. Antidiabetic and antioxidant activities of seed extract from *Leucaena leucocephala*. *Lam.) de Wit. Agriculture and Natural Resources* 50:357-361.
69. Davis, M.A. 2013. Invasive Plants, and Animal Species, Threats to Ecosystem Services. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* 4:51-59.
70. Fox, J.C., Y. M. Buckley, F. D. Panetta, J. Bourgoïn, and D. Pullar. 2009. Surveillance protocols for management of invasive plants, modeling Chilean needle grass. *Nassella neesiana*) in Australia. *Diversity and Distributions* 12:577-589.
71. Group, S.I.S.S. 2000. International Union for Conservation of Nature, IUCN. 2000) IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by invasive species.
72. Hu, C.Y. 2002. History, transformation, and impact of the sisal industry in Hengchun area. Taiwan. *Journal of Pingtung History* 6:16-46.
73. Hwang, T.Y., L. M. Hsu, and C. Y. Wang. 2009. Study on the Control of Lead Tree [*Leucaena leucocephala*. Lamark) de Wit] by Herbicides. .

- Environment and Bioinformatics 6:157-163.
74. Jackson, T. 2015. Addressing the economic costs of invasion alien species, some methodological and empirical. *International Journal of Sustainable Society* 7:221-240.
  75. Jones, R.J.a.R.G.M. 1986. Successful transfer of DHP-degrading bacteria from Hawaiian goats to Australian ruminants to overcome the toxicity of *Leucaena*. *Australian Veterinary Journal* 63:259-262.
  76. Juradoa, E., F. Joel, N. José, and J. Jiménez. 1998. Seedling establishment under native tamaulipan thornscrub and *Leucaena leucocephala* plantation. *Forest Ecology and Management* 105:151-157.
  77. Keller, R.P., J. Geist, J. M. Jeschke, and I. Kühn. 2011. Invasive species in Europe, ecology, status, and policy. *Environmental Sciences Europe* 23:1-23.
  78. Kolar, C.S.a.D.M.L. 2001. Progress in invasion biology, Predicting invaders. *Trends in Ecology and Evolution* 16:199-204.
  79. Kuo, Y.L. 2003. Ecological characteristics of three invasive plants. *Leucaena leucocephala*, *Mikania micrantha*, and *Stachytarpheta urticaefolia*) in southern Taiwan. *Food and Fertilizer Technology Center Extension Bulletin* 541:1-11.
  80. Laurent, L., A. Mårell, N. Korboulewsky, S. Saïdb, and P. Balandier. 2017. How does disturbance affect the intensity and importance of plant competition along resource gradients? *Forest Ecology and Management* 391:239-245.
  81. Le Maitre, D.C., M. Gaertner, E. Marchante, E. J. Ens, P. M. Holmes, A. Pauchard, P. J. O'Farrell, A. M. Rogers, R. Blanchard, J. Bignaut, D. M. Richardson. 2011. Impacts of invasive Australian acacias, implications for management and restoration. *Diversity and Distributions* 17:1015-1029.
  82. Lim, T.K. 2012. Edible medicinal and non-medicinal plant, Volume 2, Fruits. Springer Netherlands.
  83. Lins, C.E.L., U. M. T. Cavalcante, E. V. S. B. Sampaio, A. S. Messias, L. C. Maia. 2006. Growth of mycorrhized seedlings of *Leucaena*

- leucocephala. Lam.) de Wit. in a copper contaminated soil. *Applied Soil Ecology* 31:181-185.
84. Meenadevi, V.N., V. N. Ariharan, P. Nagendra Prasad. 2013. Nutritive value and potential uses of *Leucaena leucocephala* as biofuel-a mini review. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 4:551-570.
  85. Nikolic, T., B. Mitic', B. Milas' inovic', and S. D. Jelaska. 2013. Invasive alien plants in Croatia as a threat to biodiversity of South-Eastern Europe, Distributional patterns and range size. *Comptes Rendus Biologies* 336:109-121.
  86. Ordonez, A., I. J. Wright, and H. Olff. 2010. Functional differences between native and alien species, a global-scale comparison. . *Functional Ecology* 24:1353-1361.
  87. Parendes, L.A.a.J.A.J. 2000. Role of light availability and dispersal in alien plant invasion along roads and streams in the H. J. Andrews Experimental Forest, Oregon. *Conservation Biology* 14: 64-75.
  88. Pendyala, V., C. Baburao, K. B. Chandrasekhar. 2010. Studies on some physicochemical properties of *Leucaena leucocephala* bark gum. . *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research* 1:253-259.
  89. Prasad, J.V.N.S., G. R. Korwar, K. V. Rao, U. K. Mandal, G. R. Rao, I. Srinivas, B. Venkateswarlu, S. N. Rao, and H. D. Kulkarn. 2011. Optimum stand density of *Leucaena leucocephala* for wood production in Andhra Pradesh, Southern India. *Biomass and Bioenergy* 35:227-235.
  90. Rabitsch W, P.G., R. Scalera, K. Biała, M. Josefsson, and F. Essl. 2016. Developing and testing alien species indicators for Europe. . *Journal for Nature Conservation* 29:89-96.
  91. Richardson, D.M., N. Allsopp, C. D'Antonio, S. J. Milton, and M. Rejamánek. 2000. Plant invasions-the role of mutualisms. . *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 75:65-93.
  92. Richardson, D.M.a.P.P. 2012. Naturalization of introduced plants, ecological drivers of biogeographical patterns. *New Phytologist* 192:383-396.

93. Stohlgren, T.J., P. Pyšek, J. Kartesz, M. Nishino, A. Pauchard, M. Winter, J. Pino, D. M. Richardson, J. R. U. Wilson and B. R. Murray. 2011. Widespread plant species, natives versus aliens in our changing world. *Biological Invasions* 13:1931-1944.
94. Vilà, M., J. L. Espinar, M. Hejda, P. E. Hulme, V. Jarošík, J. L. Maron, J. Pergl, U. Schaffner, Y. Sun, and P. Pyšek. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants, a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14:702-708.
95. Vincent, B., P. Jourand, F. Juillot, M. Ducouso, A. Galiana. 2018. Biological in situ nitrogen fixation by an Acacia species reaches optimal rates on extremely contrasted soils. *European Journal of Soil Biology* 86:52-62.
96. Vítková, M., J. Müllerová, J. Sádlo, J. Pergl, and P. Pyšek. 2017. Black locust. *Robinia pseudoacacia*) beloved and despised, A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management* 384:287-302.
97. Warr, S.J., K. Thompson, and M. Kent. 1993. Seed banks as a neglected area of biogeographic research, a review of literature and sampling techniques. *Progress in Physical Geography* 17:329-347.
98. Wilson, S.D.a.B.D.P. 2012. Environmentally-contingent behaviour of invasive plants as drivers or passengers *Oikos*:122, 129-135.
99. Wolfe, B.T., and S. V. Bloem. 2012. Subtropical dry forest regeneration in grass-invaded areas of Puerto Rico, Understanding why *Leucaena leucocephala* dominates and native species fail. *Forest Ecology and Management* 267:253-2610.
100. Young, S.L., J. N. Barney, and J. B. Kyser. 2009. Functionally similar species confer greater resistance to invasion, Implications for grassland restoration. *Restoration Ecology* 17:884-892.
101. Zimdahl, R.L.a.C.S.B. 2018. *Fundamentals of Weed Science Chapter 8- Invasive Plants*. Elsevier Science Publishing Co Inc., San Diego, United States.
102. 孔繁熙、高毓斌、楊武俊. 1990. 玉裏地區酸性土壤之改良對銀合歡生長之效應. *林業試驗所研究報告季刊* 5, 111-120.

- 103.王相華. 2008. 墾丁熱帶海岸林植生復舊. 林業研究專訊, 15, 22-24.
- 104.王相華、洪聖峰. 2004. 墾丁國家公園範圍內銀合歡防治及原生樹種林下栽植技術之研究. 墾丁國家公園管理處.
- 105.王相華、洪聖峰. 2005. 銀合歡藥劑注射防除效果及林相復舊方式中華民國雜草學會會刊. 中華民國雜草學會會刊 20, 15-32.
- 106.王相華、郭耀綸, 彭. 2019. 恆春半島海岸林銀合歡入侵之防治方法. 臺灣林業科學. 34, 99-112.
- 107.王相華、郭耀綸、陳芬蕙. 2011. 墾丁熱帶海岸林植物生態復舊造林操作技術手冊. 墾丁國家公園管理處.
- 108.王相華、陳芬蕙. 2010. 銀合歡移除及栽植作業對現地保留原生木本植物之短期影響-以墾丁海岸林復舊地為例. 國家公園學報 20, 15-25.
- 109.任憶安. 1986. 臺灣巨型銀合歡造林投資之經濟分析. 林業試驗所報告. 466, 1-16.
- 110.朱育儀、彭采宸、張智強. 2017. 恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林概況. 臺灣林業. 43, 35-41.
- 111.朱育儀、彭采宸、張智強. 2017. 恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林概況. 臺灣林業. 43, 35-41.
- 112.行政院農業委員會林務局屏東林區管理處. 2004. 劣化生態系復育-外來樹種入侵對生態系之影響(銀合歡入侵調查).
- 113.行政院農業委員會林務局屏東林區管理處. 2020. 恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估.
- 114.吳坤真. 2010. 墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係. In, 森林系. 國立屏東科技大學, p. 86.
- 115.吳坤真、何芫薇、陳建璋、陳朝圳. 2013. 墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係. 國家公園學報 23, 32-41.
- 116.呂明倫. 2016. 外來入侵物種銀合歡族群擴散模擬之研究. 航測及遙測學刊. 21, 65-74.
- 117.呂明倫、黃靜宜、鍾玉龍. 2009. 恆春半島銀合歡入侵分布之動態與區位分析. 航測及遙測學刊. 14, 1-9.
- 118.呂明倫、葉慶龍、鍾玉龍、謝依達. 2008. 墾丁國家公園四種優勢植群之地面光譜分析. 航測及遙測學刊. 13, 19-28.
- 119.呂明倫、鍾玉龍. 2007. 墾丁國家公園銀合歡空間分佈特徵之研究. 特有生物研究. 9, 7-18.

- 120.呂福原、陳民安. 2002. 墾丁國家公園外來種植物對原生植群之影響以銀合歡為例. In, 研究報告, p. 45 頁.
- 121.李政璋、邱郁文. 2013. 半島陸蟹. 國立海洋生物博物館.
- 122.李政璋、邱郁文. 2019. 半島陸蟹 2.0. 國立海洋生物博物館.
- 123.李昭宗. 2003. 恆春地區銀合歡入侵及擴散之研究. In, 森林學系研究所. 國立屏東科技大學, p. 70 頁.
- 124.林其臻. 2011. 銀合歡種子發芽及小苗更新特性. 國立屏東科技大學, p. 52 頁.
- 125.林曉洪. 2007. 銀合歡木材與輪胎廢料研製固態生質燃料之可行性. 中華林學季刊 40, 549-562.
- 126.金絜之、魏浚紘、陳朝圳. 2007. 墾丁國家公園銀合歡入侵之研究. 華岡農科學報 20, 41-52.
- 127.施文君、胡大維、潘富俊. 1986. 耐寒及抗酸性銀合歡種類五年之生長比較. 林業試驗所研究報告季刊 1, 9-14.
- 128.洪富文、孔繁熙、張淑玲. 1986. 薩爾瓦多型銀合歡苗木在鉍態及硝酸態氮源介質的生長. 林業試驗所研究報告季刊 1, 1-8.
- 129.胡金印. 2002. 恆春地區瓊麻產業的興衰、轉型與影響. 屏東文獻, 6, 16-46.
- 130.徐玲明、林玉珠、白瓊專. 2013. 外來侵入植物的監測與管理. 中華民國雜草學會會刊 34, 33-43.
- 131.郭昱君. 2008. 土地利用變遷對入侵植物分佈之影響-以墾丁國家公園銀合歡為例. 國立臺灣大學, p. 33 頁.
- 132.郭家和. 2017. 恆春半島地區銀合歡移除造林及其生態服務價值評估. In, 生物資源研究所. 國立屏東科技大學, p. 199 頁.
- 133.郭家和、陳建璋、陳朝圳. 2018. 恆春半島地區銀合歡移除復育造林之生態系服務功能效益評估. In, 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告, pp. 199-220.
- 134.郭家和、陳建璋、魏浚紘、陳朝圳. 2017. 恆春半島銀合歡移除後造林對生物多樣性之影響. 中華林學季刊 50, 341-364.
- 135.郭家和、陳朝圳. 2017. 恆春海岸地區銀合歡移除造林初期之苗木生長表現. 林業研究季刊 39, 113-129.
- 136.郭耀綸. 1983. 銀合歡之植物相剋潛能研究. In, 森林學研究所. 臺灣大學, p. 79 頁.
- 137.郭耀綸. 2001. 外來入侵種長穗木之個體生態學性狀及相剋作用活動潛力. 臺灣林業科學 16, 103-114.

- 138.郭耀綸. 2007. 入侵樹種銀合歡的生態性狀及管理方案. 臺灣博物季刊 94, 86-89.
- 139.陳建璋、馮郁筑、魏浚紘、陳朝圳. 2011. 航空照片應用於恆春半島尖山、關山、後灣與大尖石山地區之銀合歡植群擴散. 華岡農科學報 27, 81-100.
- 140.陳朝圳. 2001. 外來植物入侵對森林生態系經營之衝擊, 中華林學會叢書第 012 號.
- 141.陳朝圳. 2009. 銀合歡砍除造林更新對於銀合歡入侵抑制之影響. In, 行政院農委會林務局委託研究. p. 103 頁.
- 142.陳朝圳. 2017. 銀合歡移除復育之生態效益評估. In, 行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 104-6-5-01, p. 102 頁.
- 143.陳朝圳、范貴珠. 1989. 恆春地區巨型銀合歡生長與收穫之研究. 屏東農專學報 30, 66-83.
- 144.陳朝圳、鍾玉龍. 2004. 劣化生態系復育-外來樹種入侵對生態系之影響(銀合歡入侵調查). 行政院農業委員會林務局.
- 145.陳榮芳、王相華、王慶裕. 2008. 臺灣不同季節下嘉磷塞注入銀合歡 (*Leucaena leucocephala*)後之消褪變化. 臺灣林業科學. 23, 287-299.
- 146.陳德順、胡大維. 1976. 臺灣外來觀賞植物名錄. 臺灣: 川流出版社.
- 147.程偉兒、沈慈安. 1987. 恆春地區三至五年生銀合歡林分地上部養分聚積與循環. 林業試驗所研究報告季刊 2, 253-272.
- 148.程煒兒、潘富俊. 1988. 土壤 pH 值對異葉銀合歡苗木生長及養分含量之影響. 林業試驗所研究報告季刊 3, 133-146.
- 149.馮郁筑. 2008. 航空照片應用於恆春半島之銀合歡植群擴散. In, 森林系研究所. 國立屏東科技大學, p. 81 頁.
- 150.黃琛瑜、徐玲明、王慶裕. 2009. 化學除草劑對銀合歡之控制效果. 作物、環境與生物資訊, 6, 157-163.
- 151.楊剛. 2004. 遙測資訊應用於墾丁國家公園地景變遷監測之研究. In, 森林系研究所. 國立屏東科技大學, p. 105 頁.
- 152.劉宣誠、高毓斌. 1987. 銀合歡人工林生物量估算方法之比較. 林業試驗所研究報告季刊 2, 43-64.
- 153.劉宣誠、高毓斌. 1988. 孟宗竹與銀合歡人工林生物量之綜合關係式. 林業試驗所研究報告季刊 3, 393-406.
- 154.劉恩妤、簡慶德、劉瓊霖. 2018. 入侵種夏威夷型銀合歡與臺灣 5 種原生植物的種子發芽溫度及耐旱能力. 中華林學季刊 51, 37-52.

- 155.劉烘昌. 2009. 墾丁國家公園陸蟹資源調查與經營管理計畫. 墾丁國家公園管理處.
- 156.潘富俊. 1992. 異葉銀合歡優劣苗生長之比較. 林業試驗所研究報告季刊 7, 23-26.
- 157.潘富俊. 1993. 留存萌蘗枝數對銀合歡萌芽更新林分生長的影響. 林業試驗所研究報告季刊 8, 219-228.
- 158.潘富俊. 2014. 福爾摩沙植物記：101 種臺灣植物文化圖鑑及 27 則臺灣植物文化議題. 遠流出版社.
- 159.潘富俊、施文君、馬復京. 1993. 留存萌蘗枝數對銀合歡萌芽更新林分生長的影響. 林業試驗所研究報告季刊 8, 219-228.
- 160.潘富俊、施文君、陳逸銘. 1991. 新品系銀合歡在不同生育地之四年生長. 林業試驗所研究報告季刊 6, 27-33.
- 161.潘富俊、張淑華. 1987. 異葉銀合歡之組織培養. 林業試驗所研究報告季刊 2, 217-225.
- 162.潘富俊、程煒兒. 1988. 雙重接種對銀合歡生長和養分吸取量之影響. 林業試驗所研究報告季刊 3, 209-223.
- 163.蔣慕琰. 2003. 臺灣外來及侵佔性植物概觀. In, 入侵種生物管理研討會, pp. 37-46.
- 164.鍾玉龍、呂明倫. 2006. SPOT 衛星影像於墾丁國家公園銀合歡入侵分布繪製. 臺灣林業科學. 21, 167-177.
- 165.關召芳. 2005. 恆春半島土地利用型對地景破碎化之影響. In, 森林系研究所. 國立屏東科技大學, p. 105 頁.

## 第五章—綠網行動策略研訂

1. 李光中, 夏榮生, 陳超仁, 王佳琪, 林華慶. 2018. 林務局 IPSI 案例報告：促進臺灣里山倡議夥伴關係網絡 (TPSI) 的建立. 台灣林業 44:12-21
2. 國立成功大學. 2020. 全國國土計畫—流域特定區域計畫推動機制及示範計畫之研擬實作期中報告. 內政部營建署.

## 第六章—國土生態綠網長期方略

1. Chao, A., N. J. Gotelli, T. Hsieh, E. L. Sander, K. Ma, R. K. Colwell, and A. M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies.

- Ecological monographs **84**:45-67.
2. Diamond, J. M. 1975. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological conservation* **7**:129-146.
  3. Pettorelli, N., J. Barlow, P. A. Stephens, S. M. Durant, B. Connor, H. Schulte to Bühne, C. J. Sandom, J. Wentworth, and J. T. du Toit. 2018. Making rewilding fit for policy. *Journal of applied Ecology* **55**:1114-1125.
  4. Rowland, J. A., L. M. Bland, D. A. Keith, D. Juffe-Bignoli, M. A. Burgman, A. Etter, J. R. Ferrer-Paris, R. M. Miller, A. L. Skowno, and E. Nicholson. 2020. Ecosystem indices to support global biodiversity conservation. *Conservation Letters* **13**:e12680.
  5. Simberloff, D., and L. G. Abele. 1982. Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragmentation. *The American Naturalist* **120**:41-50.
  6. Simberloff, D. S., and L. G. Abele. 1976. Island biogeography theory and conservation practice. *Science* **191**:285-286.
  7. Wilcox, B. A., and D. D. Murphy. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *The American Naturalist* **125**:879-887.
  8. 許皓捷. 2019. 動物調查努力量應隨棲地與季節調整. *台灣生物多樣性研究* **21**:41-57.
  9. 許皓捷, 池文傑, 柯智仁, 楊曼瑜, 周大慶, 李培芬. 2012. 以鳥類資料評估四草溼地水鳥棲地改善工程之成效. *國家公園學報* **22**:1-17.
  10. 陳宛均, 羅祈鈞, 蔡富安, 張安瑜. 2020. 運用開放資料建置臺灣陸域環境因子多時序資料集. *台灣生物多樣性研究* **22**:13-44.