

行政院農業委員會林務局委託研究計畫

臺東利吉地質公園適生植物調查及評估計畫 成果報告



執行機關：國立屏東科技大學

計畫主辦人：王 志 強 副教授

中華民國 107 年 11 月

摘要

利吉惡地地質公園位於臺東市北郊的卑南溪畔，菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞擠壓而形成利吉混同層即在此處露頭，此區泥岩邊坡沖蝕、土壤水分缺乏且肥沃度低，因此植物難以生長，這類地景便被稱為惡地。本研究針對利吉地質公園進行植相及植群調查研究，其範圍為臺東縣利吉村、富源村(197 縣道以西)至巒山村南部之泥岩惡地環境。分別調查了 30 個 100 m² 的喬木植物社會樣區，並評估 8 項環境因子。結果共記錄 214 種維管束植物，其中為 9 種稀有植物。透過雙向矩陣群團分析及降趨對應分析將喬木植物社會劃分為 7 型，分別為銀合歡型(*Leucaena leucocephala* type)、錫欖橄欖型(*Elaeocarpus serratus* type)、相思樹型(*Acacia confusa* type)、無患子型(*Sapindus mukorossii* type)、樟樹型(*Cinnamomum camphora* type)、澀葉榕型(*Ficus irisana* type)、小葉桑型(*Morus australis* type)。利用典型對應分析得出，海拔高度、坡向與全天光空域為影響植物社會組成及變化之重要因子。

關鍵詞：利吉地質公園、惡地、植群

目錄

摘要.....	1
目錄.....	2
圖目錄.....	4
表目錄.....	6
壹、前言.....	7
貳、前人研究	9
參、研究區域概況	14
一、地理位置	14
二、山系與水系	15
三、地質、地形與土壤	17
四、氣候概況	17
五、自然資源現況	18
肆、研究方法與步驟	20
一、植物相踏查、調查採集及比對	20
二、植群樣區設置與調查	22
三、土壤物理與化學性質之分析	26

四、植群與環境因子資料之統計與分析	29
五、維管束植物資源清單資料庫之建立	32
六、稀有植物評估	32
七、樹種之徑級結構	33
伍、結果與討論	35
一、維管束植物資源	35
二、稀有物種評估	36
三、植物社會分類	37
四、植群組成與環境變數之關係	50
五、各林型之徑級結構分析	55
六、利吉地質公園適合栽植之樹種選擇	59
陸、結論	61
柒、參考文獻	62
附錄一、臺東利吉地質公園植物名錄	71
附錄二、臺東利吉地質公園樣區環境原始資料	87
附錄三、臺東利吉地質公園土壤性質原始資料	89
附錄四、臺東利吉地質公園適生植物調查研究照片	90
附錄五、期中委員意見回復表	95

圖目錄

圖 1 利吉地質公園位置圖	15
圖 2 197 縣道海拔高度剖面	15
圖 3 利吉地區等高線地圖	16
圖 4 臺東氣象站之氣候圖	18
圖 5 利吉地質公園位置圖	20
圖 6 利吉地質公園植物社會研究流程圖	21
圖 7 樣區形狀及小區分布情形	22
圖 8 不同坡向角度轉換水分梯度圖	24
圖 9 林分樣區之全天光空域與直射光空域	25
圖 10 矩陣群團分析流程	30
圖 11 IUCN 物種保育等級評估	33
圖 12 利吉地質公園樣區位置圖	38
圖 13 植物社會雙向矩陣群團分析樹形圖	39
圖 13 銀合歡型樣區環境	41
圖 14 錫蘭橄欖樣區環境	42

圖 16 無患子型樣區環境	45
圖 17 樟樹型樣區環境	47
圖 18 澀葉榕型樣區環境	48
圖 19 小葉桑型樣區環境	50
圖 20 植物社會降趨對應分析圖	52
圖 21 利吉地質公園植物社會典型對應分析雙序圖	54
圖 22、銀合歡型與銀合歡之徑級之徑級結構分析	55
圖 23、錫欖橄欖型與錫欖橄欖之徑級之徑級結構分析	56
圖 24、相思樹型與相思樹之徑級之徑級結構分析	57
圖 25、無患子型與無患子之徑級之徑級結構分析	57
圖 25、無患子型與無患子之徑級之徑級結構分析	57
圖 26、樟樹型與樟樹之徑級之徑級結構分析	58
圖 27、澀葉榕型與澀葉榕之徑級之徑級結構分析	58
圖 28、小葉桑型與小葉桑之徑級之徑級結構分析	59

表目錄

表 1 利吉地質公園現有動植物資源表	19
表 2 利吉地質公園維管束植物資源統計表	35
表 3 利吉地質公園人為栽植作物統計表	36
表 4 利吉地質公園稀有植物名錄	37
表 5 銀合歡型之環境因子狀況	40
表 6 錫蘭橄欖型之環境因子狀況	42
表 7 相思樹型之環境因子狀況	43
表 8 無患子型之環境因子狀況	45
表 9 樟樹型之環境因子狀況	46
表 10 澀葉榕型之環境因子狀況	48
表 11 小葉桑型之環境因子狀況	49
表 12 利吉地質公園植物社會降趨對應分析結果	51
表 13 喬木植物社會典型對應分析結果	53
表 14 植物社會環境因子顯著性測試結果	53
表 15 利吉地質公園適合栽植之樹種	59

壹、前言

利吉惡地地質公園位於臺東市北郊的卑南溪畔，由於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞擠壓而形成利吉混同層在此處露頭，因此本區為國內外地球科學研究的重要地區。利吉混同層是由顆粒極細的泥岩所組成，其中混雜許多黏質礦物，因此它的孔隙很小，滲水性及透氣性也很差。雨水只能沿著地表侵蝕，沖刷成一條一條的雨蝕溝，進而形成崎嶇不平的地貌，由於泥岩邊坡沖蝕、土壤肥沃度低，因此植物難以在此生長，這類地景便被稱為惡地。惡地東緣為海岸山脈的原始森林，原始森林因崩移面及雨蝕溝不斷的崩坍受到了破壞而導致受損，本地植物又受到特殊的地形、地質土壤等條件的影響，只有少數適合此條件下的植物得以生長，形成本區特殊的次生林景觀。

民國四、五十年間，鄰近之利吉、富源村養羊事業興盛，因為羊隻喜食銀合歡嫩莖及葉子，因此有業者撒種種植，然而引自中南美洲的銀合歡繁殖力強盛，留下滿山遍野銀合歡，為當地生態與景觀的主體。此外當地居民早期開墾後廢棄的果園亦影響當地植被更新，故需以生態復育(ecological restoration)之概念回復自然景觀，然而過去針對此區之植物種類、生態少有研究，因此調查區內植物組成與環境特性為一必要之研究。

本研究計畫目的為調查目前利吉惡地地質公園內之植物種類清單，並設立樣區進行植群取樣，藉由本次調查結果建立地質公園內之植物基礎資料，透過現況調查及分析來掌握植物與生育環境以及土壤性質之間的關係，藉此評估惡地潛在植被、適生植物之種類，後續亦將進行栽植試驗，以更進一步確定適合栽植之樹種與方法，此等結果亦可做為日後地質公園經營管理、綠美化及植栽栽植、學術方面之參考。

本研究期間預計進行6年，全期之具體之研究內容，以及預期目標如下：

1.全程目標

- (1) 了解臺東利吉地質公園植物資源清單及植群類型。
- (2) 蒐集臺東利吉地質公園土壤環境物理及化學特性資料。
- (3) 蒐集、分析及推估臺東利吉地質公園潛在植被、適生植物之種類。
- (4) 分析植物資源與栽植環境之相關性。
- (5) 進行臺東利吉泥岩惡地環境之綠美化及植栽栽植試驗。
- (6) 針對臺東利吉地質公園之植栽及綠美化方法及技術，提供主管機關適當之建議與參考。

2.本年度(107年)目標：

- (1) 了解臺東利吉地質公園植物資源清單及植群類型：調查臺東利吉地質公園之植物種類及植群類型，並加以分析、歸群。
- (2) 蒐集臺東利吉地質公園土壤環境物理及化學特性資料：調查記錄本區之氣候資料、環境條件及因子，並分析不同植群類型環境因子之差異及其相關性。
- (3) 蒐集、分析及推估臺東利吉地質公園潛在植被、適生植物之種類：根據調查資料、前人研究，分析臺東利吉地質公園潛在植被、適生植物之種類。
- (4) 分析植物資源與栽植環境之相關性，提供主管機關植栽選擇植物種類之建議與參考。
- (5) 調查研究範圍主要為臺東縣利吉村、富源村(197縣道以西)至巒山村南部之臺東利吉泥岩惡地環境。

貳、前人研究

臺東利吉惡地地質公園成立於 2010 年，園內具有形成現今臺灣造山過程，菲律賓板塊與歐亞板塊碰撞擠壓所留下來的的重要證據-利吉層(利吉混同層)，主要以灰色泥岩為基質，夾雜許多外來岩塊，於海岸山脈西麓卑南至瑞穗間，以卑南鄉利吉村、富源村附近最為典型，長久以來即為國內外地球科學研究的重要地區(劉瑩三，2012)，為了瞭解不同惡地之植被與環境之關係，本研究整理國內關於惡地植群之研究如下。

(一)國內惡地地型種類

國內之惡地地型主要可分為三大類，分別為礫岩、泥岩及石灰岩(吳久雄，2003)，各類型之介紹分述如下：

1. 礫岩：此類惡地以苗栗三義的火炎山自然保留區最為典型。礫石彼此間互相鑲嵌，使得剪力強度變大，坡面有足夠的支撐力避免崩落。降雨時，則因顆粒間空隙充滿水分，在沒有足夠的支撐之下，邊坡就容易發生崩落的現象，形成許多陡峭的蝕溝(陳榮河，1999；王瑞斌，2001；鄭遠昌，2004)。火炎山的土壤礫石佔 80% 以上，排水良好，但由於土層薄，植物無法順利生長產生穩定土石的效果(林俊全等，2007)。

2. 石灰岩：石灰石礦主要分布於花蓮地區、蘇澳宜蘭地區、竹東地區及本島西部之半屏山、大岡山、壽山等地，其土壤通常呈鹼性(pH7.5-8.3)，土壤酸鹼度與含石率過高，對於植物養分的吸收與新陳代謝皆產生不利的影響。生長在石灰岩地區的植物，在一般土壤深厚的生育地，其生長情形與優勢度並不特別顯著或突出，只有在大多數植物不適生長的岩石地，其特殊的生理機制及對極端環境擁有較高耐受力的特性，才得以顯現，因而能在惡地環境中正常生長。

3. 泥岩：其形成原因乃是造山運動導致海相沈積物隆起堆積而

成，又稱青灰岩。臺灣泥岩的分布主要有3處：西南部泥岩地區、花東泥岩地區及恆春半島泥岩區（何春蓀，1986）。泥岩岩性單調，土壤厚度僅約30-50 cm左右，除與砂岩互層外，尚且具有不透水性、遇水泥濘、無水則乾裂的物理特性（耿文溥，1981）。泥岩 pH 值高達8.5-9.3，有機質含量極低，交換性陽離子 Na^+ 、 Ca^{2+} 含量較多，有效性磷含量低，可能具有海水的成分（Shih, 1967）。

由於泥岩遇水容易軟化的特性，經過雨水和地表水的沖刷，就形成地表崎嶇、蝕溝密佈、草木不生的「惡地」景象。因為在土壤不斷流失下，土壤中之硫及磷含量相當減低，會阻止先驅植物之生長（劉棠瑞、蘇鴻傑，1983），泥漿顆粒纖細、滲透力差、不易透氣、土壤空氣不足，導電度高達 16.1mmhos/cm，pH 值 7.4，高導電度使植物細胞不易維持正常滲透。

(二)臺灣惡地相關植群之研究

礫岩惡地以苗栗三義的火炎山自然保留區最為典型。王偉等(2016)於苗栗三義火炎山地區進行植群分類之研究，共設置 52 個 10 x 25 m² 樣區。彙整前人研究與本研究調查紀錄之植物資源種類清單，共計 109 科 205 屬 433 種維管束植物，其中歸化植物約佔 10%；火炎山地區的植物社會依外觀形態可大致區分為森林及灌叢-草本等 2 類植物社會，後者多分布於變動性大的沖積扇，可區分成田菁型 (*Sesbania cannabiana* type) 及甜根子草型 (*Sactharum spontaneum* type) 等 2 種灌叢-草本植物社會。森林植物社會依群團分析結果可劃分為相思樹型型 (*Acacia confusa* type)、千年桐型 (*Aleurites montana* type)、山黃麻-小梗木薑子型 (*Trema orientalis*- *Litsea hypophaea* type)、橢圓葉赤楠-大頭茶型 (*S zygium elliptifolium* -*Gordonia axillaris* type)、銀合歡型 (*Leucaena leucocephala* type) 等 5 型。其亦發現銀合歡型的物種多樣性較其他森林植物社會低，並建議對歸化及入侵植物進行管理。

生長在石灰岩地區之植物，一部份原因是由於在一般土壤深厚之生育地無法與其他植物競爭，故數量少，只有在大多數植物不適生長之岩石地，競爭壓力低，可以忍受貧脊環境，佔有一席之地(呂

勝由，2002)。環境因素高度變異，因此石灰岩植群極其具多樣性和具有豐富的固有種(蘇詮智，2005)。以周富三等(2010)於高雄市壽山森林植群之研究結果為例，其根據 162 個 100 m² 樣區的植物組成，利用雙向指標種分析與列表比較法，將樣區分成 5 個林型，分別為 A.咬人狗-稜果榕林型(*Dendrocnide meyeniana* - *Ficus septica* forest type)、B.鳳凰木林型(*Delonix regia* forest type)、C.恆春厚殼樹林型(*Ehretia resinosa* forest type)、D.銀合歡林型(*Leucaena leucocephala* forest type)、E.榕樹林型(*Ficus microcarpa* forest type)。

十八羅漢山自然保護區因具生態代表性之地景景觀，其特殊地質主要為六龜礫岩堆積組成，地表、土壤保水性差，旱季長達 7 個月，故以耐旱岩生植物為主。錢亦新等(2012)於十八羅漢山自然保護區植群調查之研究，共設 24 個 10×10 m² 樣區，維管束植物計 101 科 355 屬 512 種，本區植群經雙向指標種分析後可分為黃荊-土密樹型(*Vitex negundo* type - *Bridelia tomentosa* type)、黃豆樹-紅皮型(*Albizia procera* type - *Styrax suberifolia* type)、荔枝型(*Litchi chinensis* type)、江某-水錦樹型(*Schefflera octophylla* type - *Wendlandia uvariifolia* type)及稜果榕型(*Ficus septica* type)等 5 型。

梁耀竹(2011)針對臺灣本島西部之礫岩、泥岩、石灰岩等 3 種惡地地形進行植群調查與分析，共設 50 個 25×10 m² 樣區。其於研究區範圍內共紀錄 97 科 237 屬 337 種維管束植物，並分出 6 個森林優勢型：I. 相思樹型 (*Acacia confusa* type)；II. 銀合歡型 (*Leucaena leucocephala* type)；III. 楓香型 (*Liquidambar formosana* type)；IV. 大葉桃花心木型 (*Swietenia macrophylla* type)；V. 大頭茶型 (*Gordonia axillaris* type)；VI. 香楠型 (*Machilus zuihoensis* type)。其針對歸化植物的分析則發現三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*)、馬櫻丹 (*Lantana camara*)、銀合歡 (*Leucaena leucocephala*) 和小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) 等 4 種普遍歸化於惡地環境，千年桐千年桐型 (*Aleurites montana*) 為礫岩惡地的主要歸化物種，泥岩以銀合歡入侵最嚴重，石灰岩則以三角葉西番蓮為最普遍，同時該研究認為泥岩惡地應為三者中立地條件最差者。

另依該研究結果顯示，惡地易受干擾，且常出現演替初期植物，該研究亦發現數種原生植物能適應於銀合歡社會之生育環境，分別是山柚、破布烏、烏柑仔、臺灣海棗、沙楠子等，且能順利進行天然之更新，其中山柚、破布烏和烏柑仔等 3 種樹種是該研究認為較具特色的原生樹種。

利吉地質公園位於海岸山脈之南端，陳文民等(2006)於臺東海岸山脈植群分類與製圖研究中，調查之維管束植物共有 591 種，採用雙向指標種分析法(TWINSPAN)與降趨對應分析法 (DCA)進行分析，按列表比較法，調整樣區及物種之排列順序，共歸納出共 4 個群團：錐果櫟群團、黃杞群團、澀葉榕群團、太魯閣櫟群團。與利吉鄰近之電光泥火山位於都巒山層、大港口層與利吉層接觸帶，形成於中新世至更新世，大港口層與利吉層位在本區呈現犬牙交錯的沈積接觸，利吉層由此向南尖滅(pinch out)，而電光火泥火山就位於利吉層之上（李思根等，2002）。李斯根等(2002)於電光泥火山地景進行生物資源之調查研究，其一共調查 139 種植物，並將當地植物社會依原生(未經干擾)與次生(經干擾後演替)之差異進行分群，原生植群分別為：I、水燭-海雀稗-耳葉鴨跖草社會；II、蕨蕨社會；III、彭佳嶼飄拂草社會；IV、大莞草-天蓬草舅社會；V、開卡蘆社會；VI、鯽魚膽社會；VII、小梗黃肉楠-錐果桐社會；IX、山棕-樹杞社會；次生植群則分成：X、兩耳草-耳葉鴨跖草社會；XI、五節芒社會；XII、飛龍掌血-羅氏鹽膚木社會；XIII、恆春楊梅社會；XIV、杜虹花-羅氏鹽膚木社會；XV、銀合歡社會；XVI 羅氏鹽膚木-山黃麻社會。

依據李斯根等所記錄，上述植群 I~V 型為水生植物社會，VI~XVI 則為陸生植物社會，且 VI、VII、VIII 三型之土壤基質為利吉泥岩層，VI 型之主要樹種鯽魚膽為亞灌木，而 VII、VIII 兩型則以森林植物為優勢，其植物種類除了優勢種之小梗黃肉楠、錐果桐、樹杞外，另有粗糠柴、黃杞、大葉楠、長葉木薑子、錐果桐、青剛櫟、樹杞、臺灣天仙果、粗糠柴、蟲屎、小葉桑、構樹、臺灣白匏子等植物。藉由上

述前人研究顯示，對於利吉惡地實際植群調查資料闕如；雖過去約二、三十年前曾做地質調查，但此區域地質特殊，經颱風、地震等自然擾動後，地貌土壤皆與過往有所不同，有鑑於此，除植群調查之外，土壤分析也是本計畫執行基本重點，希望藉由了解土壤特性與植生之關係，分析適合此區綠美化與栽植之合適樹種。

參、研究區域概況

一、地理位置

行政院農業委員會林務局於2011年的全國地景保育研討會大會正式成立「臺灣地質公園網絡」。該會議中，總共推動六個地質公園，含澎湖海洋地質公園、北部海岸地質公園（含野柳、鼻頭角-龍洞地質公園等）、草嶺地質公園、燕巢泥岩惡地地質公園、利吉泥岩惡地地質公園和馬祖地質公園。

利吉地質公園為利吉混同層之露頭，分布在海岸山脈的南段，北從花蓮縣玉里鎮的樂合里附近起，沿著海岸山脈西緣向南延伸，至臺東縣卑南鄉海岸山脈南端臺東大橋附近為止，又以卑南鄉利吉村、富源村附近最為典型，利吉混同層為菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞擠壓所留下的重要證據，故此區長久以來即為國內外地球科學研究的重要地區，而泥岩所形成的惡地地形，則為非常顯著的地景。利吉地質公園西側為卑南溪，東面則有197縣道相鄰，對面則是知名地景小黃山以及臺東農地的灌溉溝渠卑南大圳(圖1)。



圖 1 利吉地質公園位置圖(取自:

http://140.112.64.54/TGN/park5/super_pages.php?ID=tnpark20)

二、山系與水系

本區位於海岸山脈南端，自臺東大橋至鸞山橋為止，全區皆與卑南溪相鄰，沿線分別有虎頭山(192 m)、利基利基山(238 m)、兵山(300 m)、利基利吉山(454 m)、劍山(約 650 m)、鸞山(214 m)等山丘坐落於 197 線道兩側，其中位於 197 線道西側者以兵山為最高點，至於縣道內最高點則為 337 m(圖 2)，而最低點則為卑南溪岸，海拔約為 0 m(圖 3)。

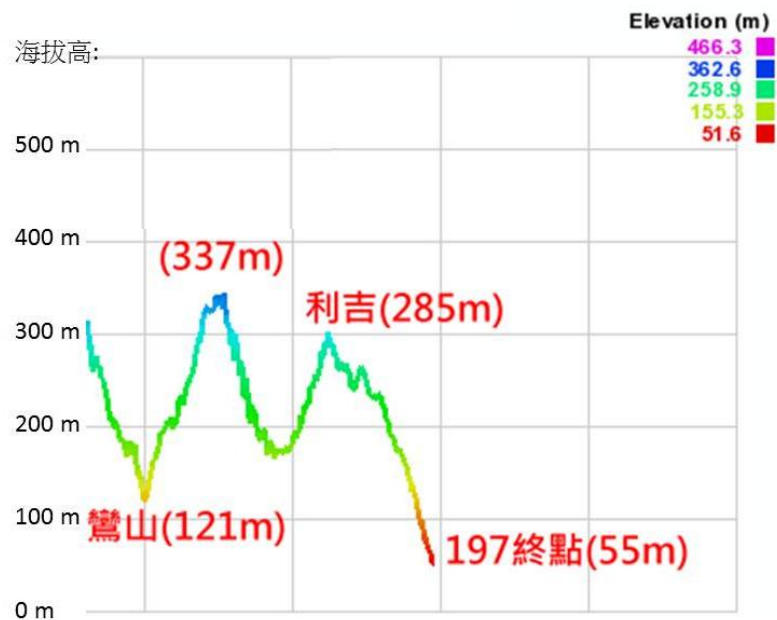


圖 2 197 縣道海拔高度剖面

(修改自: <https://www.beclass.com/rid=1839e6b568dc0d6f2e6c>)

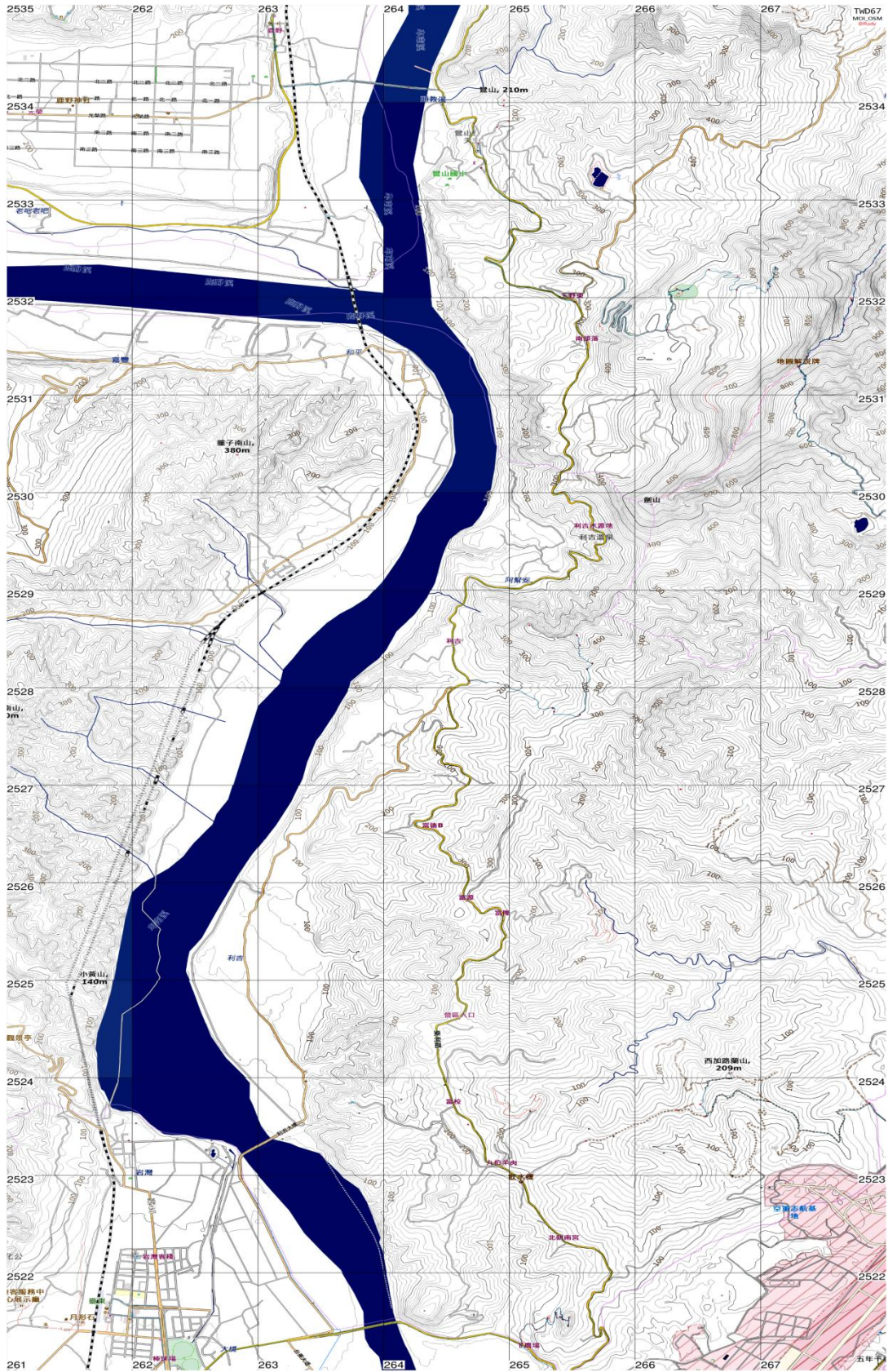


圖 3 利吉地區等高線地圖 (取自地圖產生器：
<https://map.happyman.idv.tw/twmap/main.php?tab=0>)

三、地質、地形與土壤

利吉泥岩惡地地質公園具有菲律賓板塊與歐亞板塊碰撞擠壓之證據利吉混同層，混同層是指雜亂沒有層裡的泥岩，在兩個板塊擠壓下產生強烈剪切，來自各處的岩石碎塊混在一起。其主要以灰色泥岩為基質，夾雜許多不屬於深海泥質沉積物的外來岩塊，其最主要岩石種類為蛇綠岩系(Ophiolites)(林書帆等，2017)。利吉層在形成的同時，因強力剪切作用，使利吉層中的基質泥具有緻密的鱗片狀葉理，其剪切方向與今日的大地應力方向一致，應為更新世後的碰撞運動之產物。由於泥岩層缺乏明顯的層理，且因易沖刷流失而常形成惡地景觀，常見雨溝、土指、天然橋等地形(臺灣國家地質公園網絡，2017)。

灰色泥岩顆粒纖細、滲透力差、不易透氣，且高導電度使植物不易正常滲透，而經雨沖刷，土壤 pH 值偏酸性(林書帆等，2017)。少量的雨水滲入泥岩表面形成淺薄的泥漿，隨著逕流將泥層侵蝕沖刷下來，形成深狹密密麻麻的蝕溝(徐美玲，1999)。泥岩經乾燥後常呈現近六角形或不規則形的龜裂現象，陡峭的山壁就會形成一道道雨蝕溝。利吉混同層分布地帶於富源村之土壤則屬黑色的膨脹土，此土為火成岩混同泥岩所生成，雖排水差、黏性高，保肥力卻很強，過去利用此種土壤種植水稻雜糧之收穫良好(林書帆等，2017)。

四、氣候概況

本區海拔介於 0- 400m，其氣候帶偏向熱帶型氣候，依據 Su(1985)臺灣地理氣候區劃分，此區屬於東區南段，為夏雨型氣候。為了得到確切的長期氣候資料，本研究用臨近此區之臺東氣象站(經度：121.154586，緯度：22.752211；海拔高度：9.0 m)作為代表，利用自 2010-01 到 2018-1 之資料做統計，根據結果(圖 4)此區年均溫為 24.6℃，冬季(12~2 月)最低月均溫為 13.1 為℃，夏季(6~8 月)最高月均溫則為 34.9℃；年雨量 1908 mm，降水集中於 6~10 月，12~4 月則為乾季。

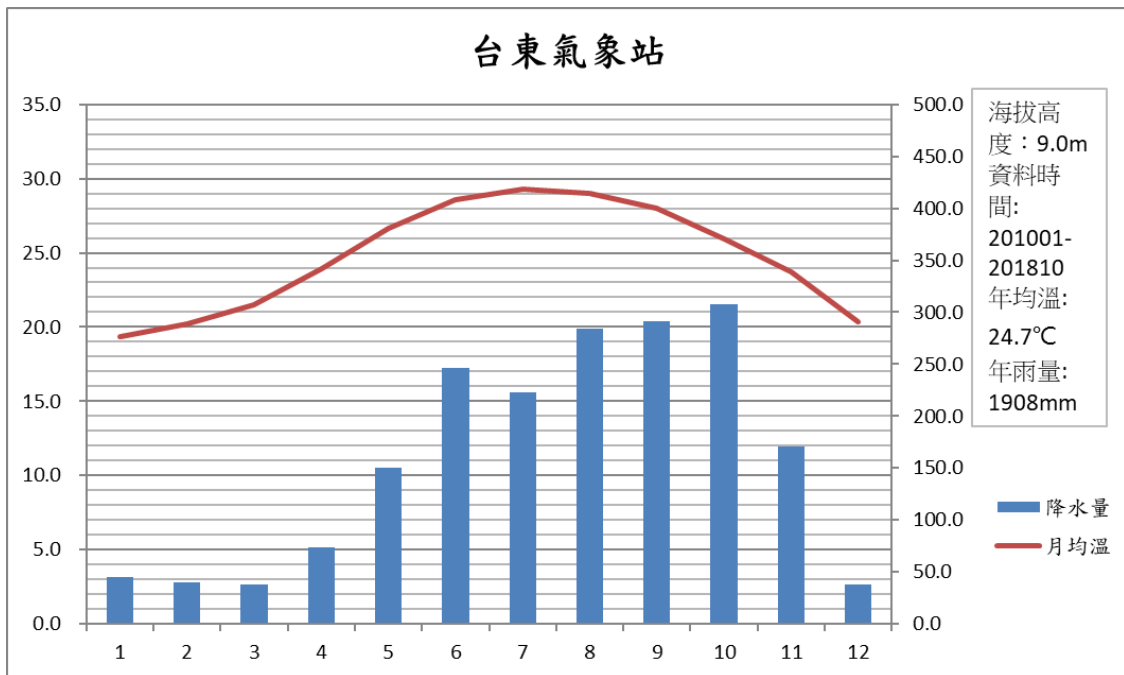


圖 4 臺東氣象站之氣候圖(資料來源:中央氣象局
<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>)

五、自然資源現況

由於本區少有系統性之研究，本研究依據利吉社區農村再生計畫於 100 年之申請書、花東縱谷國家風景區管理處、以及當地學生(臺東女中)之科展作品中，整理出現有之動植物資源如下(表 1):

而根據花東縱谷國家風景區網站描述，五節芒、銀合歡、相思樹和車桑子為利吉惡地最常見的優勢植物，多半生長在堆積大量崩塌土石的下層；黃連木和臺灣蘆竹則生長在崩移面及雨蝕溝的上方。

表 1 利吉地質公園現有動植物資源表

類別	物種
哺乳類	臺灣獼猴、野兔、白鼻心、食蟹蒙、穿山甲、赤腹松鼠、蝙蝠
爬蟲類	南蛇、青蛇、赤尾青竹絲、大頭蛇、小頭蛇、飯匙青、斯文豪氏攀蜥、蓬萊草蜥、梭德氏草蜥、多菱南蜥
鳥類	環頸雉、朱鷗、烏頭翁、五色鳥、大捲尾、小捲尾、綠繡眼、小彎嘴畫眉、大冠鷲、松雀鷹、紅隼、領角鴉、白鷺鷥、紅鳩、樹雀
鱗翅目	寬尾鳳蝶、大鳳、紫蛇目蝶、青斑蝶類、石牆蝶、寬青帶鳳蝶、綠斑鳳蝶、長尾水青蛾、黃蛾、尺蠖
蜻蛉目	猩紅蜻蜓、善變蜻蜓、霜白蜻蜓、薄翅蜻蜓
鞘翅目	臺灣山窗螢、扁鍬、犀角金龜、獨角仙、桑天牛、叩頭蟲、星天牛、大象鼻蟲、姬椿象、青銅金龜、扇金龜
其他	中國螳螂、寬腹螳螂、薄翅蟬、雄蟬、草蟬
水生生物	貪食蝦、大和草蝦、拉氏清溪蟹、雙色澤蟹、毛蟹、米蝦、小雨蛙、日本樹蛙、褐樹蛙、黑框蟾蜍、臺東間爬岩鰍、尼羅魚、土虱、鱸鰻、鱉、斑龜
植物	臺東石楠、賽巒華、萬年松、黃連木、苦楝、車桑子、臺灣欒樹、無患子、構樹、臺灣海棗、羅氏鹽膚木、雀榕、白榕、小葉桑、澀葉榕、菱果榕、山素英、武靴藤、桐鈎藤、蟠龍木、酸藤、猿尾藤、黃藤、山棕、咬人狗、姑婆芋、刺裸實、草海桐、臺灣蘆竹、通草、青剛櫟、蟲屎、血桐、青桐、梧桐、大葉楠、赤楠、月桃、楓香、章葉戚、五節芒、七里香、山柑

肆、研究方法與步驟

一、植物相踏查、調查採集及比對

針對本研究區域進行踏查及植物清單調查、標本採集，並攜回研究室予以鑑定，並進行照片拍攝，納入研究調查之植物資源清內。本研究主要沿 197 線道以西(圖 5)進行植物調查及採集，並採取植群樣區的取樣調查，相關研究流程圖如下(圖 6)。

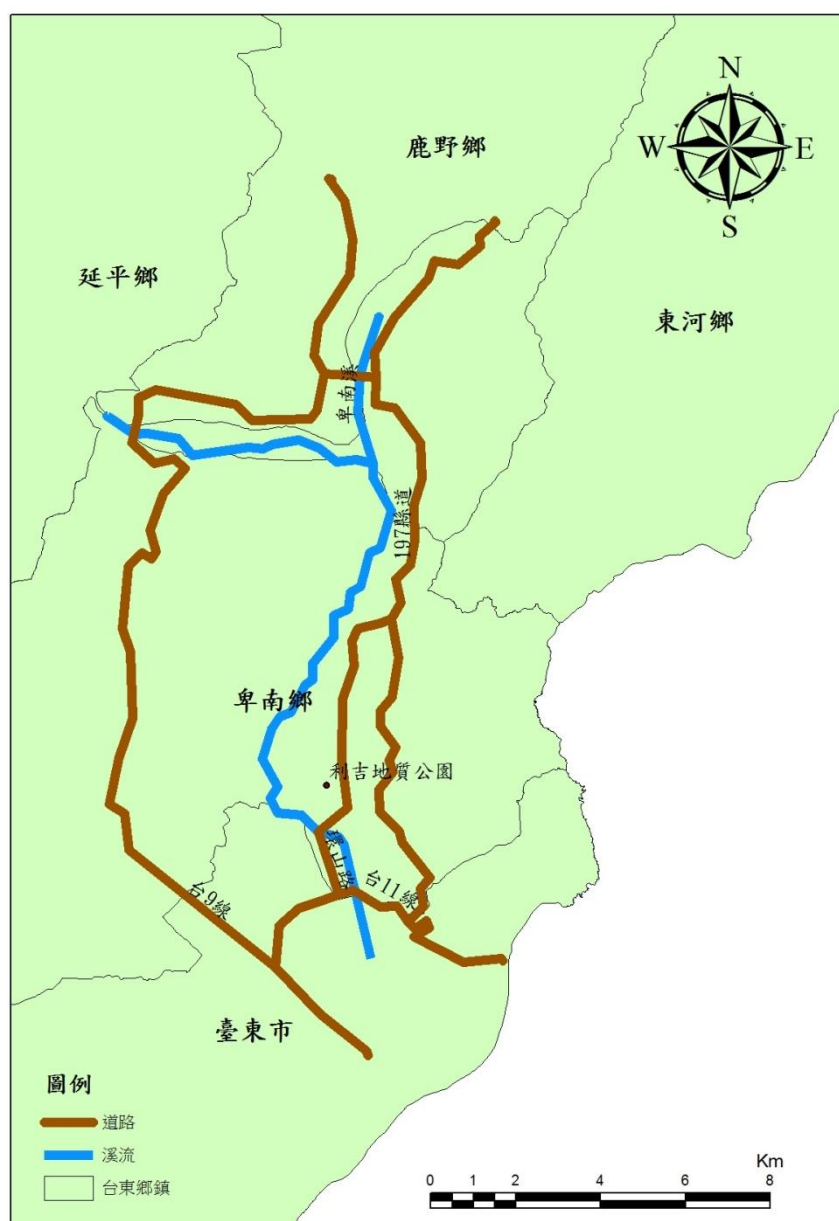


圖 5 利吉地質公園位置圖

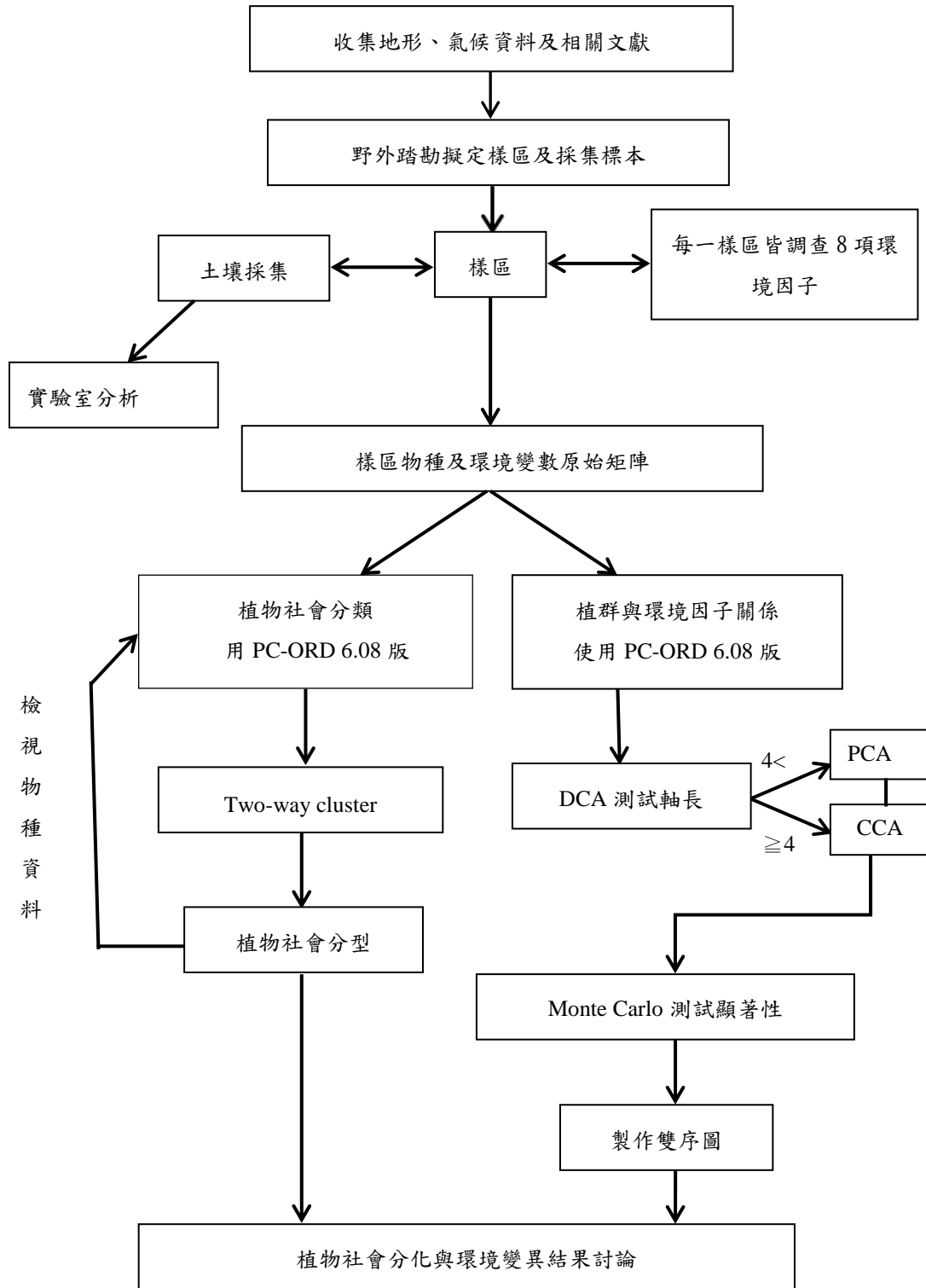


圖 6 利吉地質公園植物社會研究流程圖(本研究繪製)

二、植群樣區設置與調查

(一)樣區選擇與設置

本研究採用多樣區法(Multiple plot method)進行取樣，以其瞭解區域內植物社會之組成。用於分類法及分布序列法之樣區，須要求樣區均質性(homogeneity)與均勻性(uniformity)，儘量在沒有明顯的結構分界線或層次變化處設立(蘇鴻傑、劉靜榆，2004)。由於研究範圍內有許多陡坡及人為開發地區，本研究遂採主觀取樣，樣區之設置主要考慮海拔、地形等環境變化與植物組成。

本研究針對喬木植物社會進行取樣，喬木樣區每一大小為 $10 \times 10 \text{ m}^2$ ，由 4 個 $5 \times 5 \text{ m}^2$ 之小區組成(圖 7)，並針對樹高 1.5 m 以上之喬木進行樹種鑑定、胸高直徑量測等工作；胸徑小於 1cm 之樹種、草本及蕨類，記錄植物種類及覆蓋度。本研究所記錄到植物學名主要以臺灣植物誌第 2 版第 6 卷及其補遺為參考依據(Boufford *et al.*, 2003；Wang and Lu, 2012)。此次調查共設置了 30 個樣區。

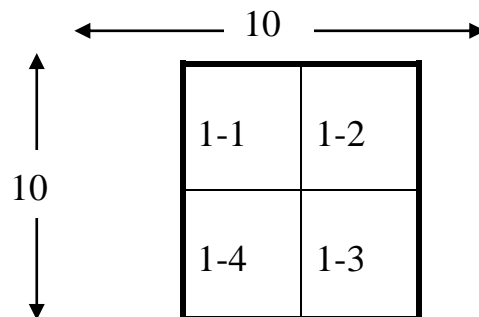


圖 7 樣區形狀及小區分布情形(本研究繪製)

(二)環境因子觀測與評估方法

植物的地理分布涉及植物與環境間的相互關係，也就是對環境因子的適存反應(謝長富，2013)，植群型在不同生育地之分布，以環境因子評估其相關性，作為解釋或研判之基礎(蘇鴻傑，1987a)。本研究採用之環境因子，經由直接觀測及間接評估者共計 8 項，為海拔高度(Altitude, Alt.)、坡度(Slope, Slo.)、坡向(Aspect, Asp.)、地形位置(Topographic position, Top.)、含石率(Stoniness, Sto.)、全天光空域(Whole light sky space, WLS)、直射光空域(Direct light sky space, DLS)與土壤 pH 值(Soil pH)。茲述如下：

1.海拔高度

海拔高度係影響太陽輻射、降雨、溫度及土壤等因子為諸多環境因子之綜合效應，間接性的影響植群分布(蘇鴻傑，1987a)。本研究利用全球定位系統(Global positioning system, GPS)內建之氣壓高度計於樣區中心進行測定，單位為 m。

2.坡度

坡度影響土壤發育與堆積、土壤排水性、含水量及太陽輻射(蘇鴻傑，1987a)。量測時利用坡度計或羅盤儀測出樣區的仰角或俯角，於樣區若干點進行測定後求其平均。

3.坡向與水分梯度(Moisture gradient, Mos.)

方位係指樣區最大坡度所面臨之方向，不同方向導致日照、溫度、濕度及土壤水分之差異。方位角由指北針或羅盤儀直接讀出，但其數字大小與產生之效應並無相關，一般多轉換為相對之效應值，以代表其所影響的環境因子，此影響梯度可稱為水分梯度。以北半球而言，西南向最乾燥，東北向及北向最為潮濕，故給予 1-16 的相對值(圖 8)(Day and Monk, 1974)。

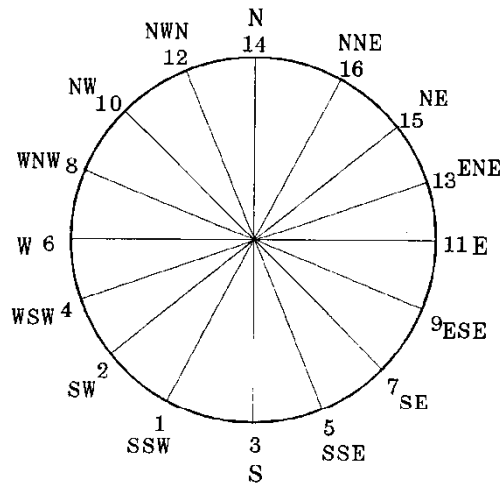


圖 8 不同坡向角度轉換水分梯度圖

4.地形位置(Topographic position, Top.)

地形位置係指生育地位置與當地地形起伏之相對關係，其主要影響乾性及濕性之局部氣候、太陽輻射及土壤含水量(蘇鴻傑，1987 a)。稜線和上坡通常太陽輻射較高，較為乾燥。反之，溪谷及下坡則較為潮濕。本研究將地形位置分為 5 項，由乾燥到潮濕給予序位值，分別為：1-稜線至山頂；2-上坡；3-中坡；4-下坡；5-溪谷。

5.含石率(Stoniness)

土壤含石率可看出樣區之土壤發育狀況，並研判對植群生長產生之影響(蘇鴻傑，1987a)。本研究採樣區內直接評估含石率值，依循 Franklin *et al.*, (1979)之標準，將土壤含石率分為 5 級，依序為 0-5%(1 級)、6-35%(2 級)、36-65%(3 級)、66-95%(4 級)及 96-100%(5 級)。

6.全天光空域(Whole light sky space, WLS)

太陽輻射不僅為一切生物能量之來源，且控制生育地之大氣候及局部氣候，全天光空域是指林分樣區能接受到太陽輻射的空域大小，為綜合方向、坡度、地形遮蔽度及太陽輻射能的估計值(蘇鴻傑，1987a)。本研究利用直接觀測法以羅盤儀觀測樣區四周十二個固定方位角，以測出遮蔽物高度角；數位高程資料乃將樣區點為輸入程式

後，以樣區點位比較 12 方位之參考點，接著經由計算後求出相對比例面積之值，其值介於 0-255 之間，0 表示全天光空域為 0%，反之 255 為 100%。利用此兩方法相互對照、修正以求出該樣區全天光空域值。

7. 直射光空域(Direct light sky space, DLS)

直射光空域表示某一生育地樣區直射光量的評估，其範圍由樣區可直接看到太陽在空中運行之天域大小(蘇鴻傑，1987a)。因此，直射光空域計算是全年太陽直接輻射時間的累積總和，扣除被地形遮蔭的時間計算而來(謝漢欽，1997)(圖 9)。

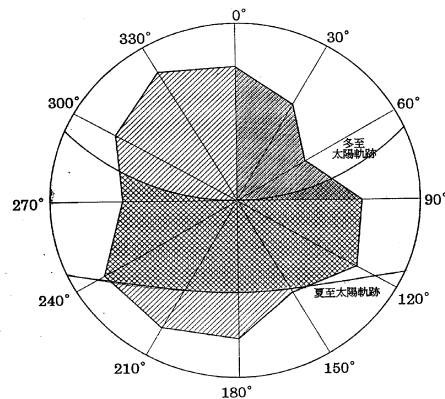


圖 9 林分樣區之全天光空域(單斜線部分)與直射光空域(雙斜線部分)

8. 土壤 pH 值(Soil pH, pH)

礦物質土壤 pH 值可視為土壤肥力之綜合評估(蘇鴻傑，1987a)。土壤中鹽基愈多，則 pH 值愈高；多雨地區因鹽基類常淋洗嚴重，pH 較低。因此，土壤 pH 與土壤成分甚為相關。本研究採集回來之土樣經由 0.5 mm 篩網過篩之後，將土壤與蒸餾水以 1:1 比例配置並攪拌，靜置一小時後以 DELTA 320 pH Meter 測定。

三、土壤物理與化學性質之分析

土壤物理性質測定是為研究土壤特性、進行土壤改良及科學管理提供依據。需要測定的土壤物理性質通常包括：密度、孔隙度、土壤結構、土壤質地組成等。土壤化學性質影響土壤中的化學過程、物理化學過程、生物化學過程以及生物學過程的進行，其中重要的有土壤的酸鹼性、緩衝性、氧化還原性質、吸附性、表面電化學性質與膠體性能等。這些性質深刻影響土壤的形成與發育過程，對土壤的保肥能力、緩衝能力、自淨能力和養分循環等也有顯著影響(Hodgson J.M, 1985)。

(一)物理性質

1.土壤質地(soil texture)

可採機械分析或手觸感分析，本研究測定土壤質地，採機械分析進行實驗。土壤固相部份係由礦物質與有機質所組成，土壤質地 (soil texture) 指礦物的基本粒子組成的比例，土壤礦物的基本粒子可人為劃分為：砂粒 (sand particle)、粉粒 (silt particle) 及粘粒 (clay particle) 等三個土壤粒部 (Soil separates) (Hodgson J.M, 1985)。本研究採機械分析之鮑氏比重法(Bouyoucos Hydrometer method)，將採回土樣以 2mm 孔徑篩網篩取 50 克，加入蒸餾水 300ml 和 10ml 偏磷酸鈉溶液配置並靜置 10 分鐘均勻浸潤，再使用電動攪拌機攪拌 10 分鐘，放入量筒並加蒸餾水至 1050 ml 之刻度，插入鮑氏比重計測量第一次數值 (PS) 為粘粒與粉粒之含量。靜置 24 小時後測量第二次數值(PC)，將兩數值進行計算。

(二) 化學性質

1. 有機質測定

採凱氏定氮法(Kjeldahl method) 土壤中氮素之存在幾乎全屬有機態，利用濃硫酸及少量分解促進劑，進行高溫處理，再利用標準酸液滴定之，以 Tachiro's indicator 做指示劑，其終點為桃紅色。由標準酸液之消耗量即可計算出氮量。秤取樣區土 1 克放入 100mL 凱氏分解瓶中，加入分解促進劑與 8mL 濃硫酸，置於加熱分解爐 4 小時；取 20mL 之 2% 硼酸裝於 100mL 燒杯，加入 1~2 滴 Tachiro's 指示劑置於接收管底端。將分解瓶與加入指示劑之硼酸放入凱氏氮蒸餾裝置上，按機器提示操作。最後再以 0.1N 之硼酸做滴定還原至桃紅色。

2. 有效磷

採白雷氏第一法(Bray P1 method) 精確地吸取 100ppm 的磷酸標準原液 0, 2, 4, 6, 8, 10 mL 分別置于 6 個 100 mL 量液瓶內，並以抽出液各稀釋成 100 mL，精確地吸取磷酸標準工作液各 5 mL 分別置於 6 個 5 mL 的試管中，各加 5 滴鉬酸銨液，再各加 5 滴的還原劑溶液，搖勻，靜置 20-30 分鐘。以 650 nm 之波長測定，並讀取每個濃度的讀數(透光度)並將此讀數與濃度在半對數紙上繪製一標準曲線並讀取其濃度，做計算得知結果。

3. 土壤陽離子 CEC 及 Ca、Mg、Na、K 測定

土壤陽離子交換(Cation exchange capacity)，是指土壤膠體所能吸附各種陽離子的總量，其數值以每千克土壤中含有各種陽離子的物質的量來表示，即 mol/kg。CEC 的大小，基本上代表了土壤可能保持的養分數量，即保肥性的高低。陽離子交換量的大小，可作為評價土壤保肥能力的指標。陽離子交換量是土壤緩衝性能的主要來源，是改良土壤和合理施肥的重要依據(Hodgson J.M, 1985)。土壤採集回實

驗室後利用 2mm 之篩網過篩，取 5g 的土樣至三角瓶內，加入 100 mL NH₄Oac 振盪，約 30 分鐘至 1 小時後以 NH₄Oac 定積至 200 ml 使用抽氣機連接抽氣瓶與布氏漏斗，將土壤溶液過濾後倒入燒杯。利用原子吸收光譜分析儀測出土壤內鈉、鉀、鈣、鎂含量。

先秤取 5g 土樣至於 250 ml 錐形瓶中，加入 100 ml NH₄Oac，搖盪 30min-1 hr 或 10min 靜置過夜後抽氣過濾之，過濾前，濾紙先以 NH₄Oac 溶液濕潤濾紙。以 NH₄Oac 溶液清洗瓶內之土樣(每次約 30 ml)，過濾之；至濾液體積略小於 200 ml；定積至 200 ml；此部份濾液留用，以原子吸收光譜儀(A.A)測定置換性陽離子。以 25 ml 酒精除去土樣中多餘的 NH₄Oac，每次使用小量並完全排光，丟棄濾液，再重複 1 次。經酒精淋洗過之土樣(稱為銨土，所有吸附位置均被 NH₄⁺ 所佔據)，再以 100 ml 的 NaCl 溶液分次淋洗之，收集濾液並以 NaCl 溶液定積至 250 ml。取 100 ml 濾液利用凱氏氮裝置進行蒸餾與滴定。分別計算出 100g 土壤中鉀、鈉、鈣、鎂四種陽離子的毫克當量：

Exchangeable cations (交換陽離子) (m.e./100g) = (ppm/x)/元素之毫克當量) × (100/土壤重 g)。

$$x = 1000 \text{ ml/定積量(ml)} = 1000/200 = 5$$

$$\text{鉀之毫克當量} = 39/1 = 39, \text{ 鈣之毫克當量} = 40/2 = 20$$

$$\text{鎂之毫克當量} = 24/2 = 12, \text{ 鈉之毫克當量} = 23/1 = 23$$

CEC (m.e./100g) = 硫酸之滴定用量(ml) × N (硫酸標準液之濃度) × (100/土樣重 g)

四、植群與環境因子資料之統計與分析

(一)植群資料之統計

本研究乃利用植群生態研究常用之分類法(Classification)及分佈序列法(Ordination)作為分析方法。因分類法及分佈序列法可相輔相成，亦於植物社會結構的多樣性分析上為一有效的技術，因此，不論在林型之相互關係或環境因子之研判上，均可得到更理想之結果(蘇鴻傑，1996；Zhang *et al.*, 2008)。利用分類法探討各林分樣區的異質性，將相似的集合成一群，以反應此區域物種生長狀態及優勢程度；分佈序列結果可比較植物社會分類，並求出植物社會與環境間之相關性，以得到物種分布受限於何項環境梯度之影響。

樣區內記錄到胸高直徑 ≥ 1 cm之物種，計算其密度(單位面積內之株數)、頻度(小區出現數量之百分率)及優勢度(胸高斷面積之總和)，化為相對值(百分率)後，3項總和加總即為重要值指數(Importance value index, IVI)(劉崇瑞、蘇鴻傑，1983)。總和最高為300%，經由換算以100%為基礎值後，再建立原始矩陣，其意義代表某植物在林分樣區中所佔有之重要性。

(二)植群分類-矩陣群團分析

植群分類在於調查許多林分後，依出現與不出現或量的多寡，將相似樣區排列在一起，相異之樣區則分開，以識別植群型或林型(蘇鴻傑，1996)，乃利用指標種(Indicator species)逐漸將異質性高的植物社會切分成較為等質的分群或林型，並且列出切分時的特徵值(Eigenvalue)，作為分型的參考(楊勝任、李政賢，2005)。因此，分類法重視定性之取樣，以採取並製作名錄為主要目標，由環境大約一致之林分，求得該群叢之完整植物名錄(劉崇瑞、蘇鴻傑，1983)。

本研究使用套裝軟體 PC-ORD 6.0 版內建之雙向矩陣群團分析法 (Two-way Cluster Analysis) 將樣區分類。雙向矩陣群團分析法係以各植物於各樣區中之重要值指數為計算基礎，採用 Motyka *et al.*(1950) 之相似性指數(Index of Similarity, IS)，計算兩兩樣區間之相似性指數，將相似性最高之二樣區合併為一合成樣區，再計算合併後之合成樣區與其他樣區間相似性指數，如此依次合併，直至所有樣區合併至一合成樣區為止，各連結相似性指數繪製樹形圖(Dendrogram)，並列出各樣區物種及其重要值(顏色深淺表示高低)，對植物群落加以分類。有關矩陣群團分析之流程如圖 10。

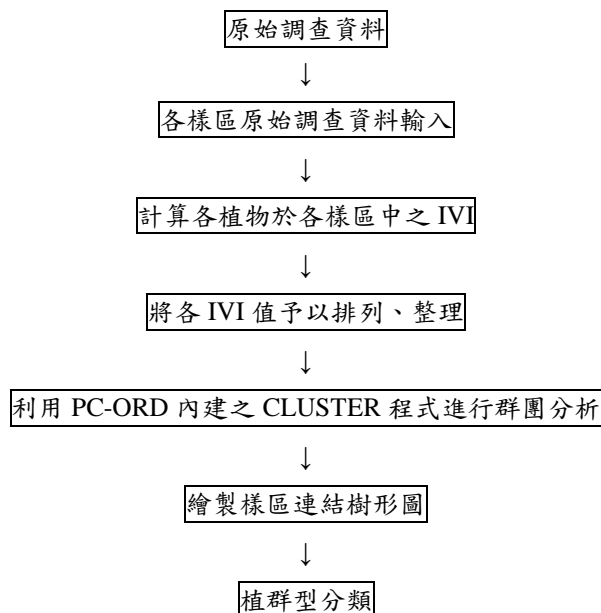


圖 10 矩陣群團分析流程

(三)植群與環境因子相關性分析

梯度分析(Gradient analysis)為樣區或植物在具有影響力之環境梯度上加以排列，說明植群型在環境梯度上之位置，並尋求植群變異與環境梯度之相關性，其又可分為直接梯度分析(Direct gradient analysis)與間接梯度分析(Indirect gradient analysis)兩類。直接梯度分析乃是在已知影響之環境梯度下，將樣區在主要影響梯度，依其環境觀測值標

出位置；間接梯度分析則為事先無法確認哪一項環境因子對於植群分布產生影響，則就樣區之植群資料進行分析，求出其變異梯度，再逐一測試各環境因子與植群變異之相關性，並進行合理解釋，此法亦常以分布序列稱之(蘇鴻傑，1987b)。

定量分析自 1950 年起即應用於越來越多的植群生態調查，分布序列法即為定量分析中常用之方法。分布序列法主要強調物種組成或環境及其他因子間的相關性(Zhang *et al.*, 2008)。因此，此結果常解釋物種沿環境梯度的變化，亦說明環境因子之差異將直接對於物種分布產生影響。

探究植物與環境因子間關係之分析方法眾多，其中較為廣泛利用的為主成分分析(Principal Components Analysis, PCA)及降趨對應分析(Detrended Correspondence Analysis, DCA)(Zhang *et al.*, 2008；蘇鴻傑，1987c)。然就降趨對應分析結果顯示，若其梯度軸大於 $4SD$ ，顯示物種於環境梯度上呈現單峰反應，此時應使用典型對應分析(Canonical Correspondence Analysis, CCA)測試物種與環境因子間之相關性，反之，則使用主成分分析(Lepš and Šmilauer, 2003)。

本研究乃利用套裝軟體 PC-ORD 6.08 版內建之降趨對應分析，再依據降趨對應分析之軸長選擇主成分分析或典型對應分析。降趨對應分析為一多變量的分析，目的係找出樣區或物種沿著環境梯度上的歸群及變異，其分析乃將交互平均法(Reciprocal Averaging, RA)每一軸求得之序列分數，重新刻劃以消除軸端壓縮，此外在第二軸之後運算中，每次反覆加權平均法(Weighted Average, WA)計算時，均進行降趨之步驟，以降低拱形效應(蘇鴻傑，1987c)；主成分分析目的為將多變數之觀測數據簡化，而抽出若干個主要之變異梯度而稱之，分析時乃計算變數間之關係而求出矩陣，接著求出主要變異梯度，並算出特徵值代表該梯度所涵蓋的變異程度(蘇鴻傑，1987c)；典型對應分析可從物種及環境變數資料粹取出最佳的複合梯度軸，並由環境變數的線性組合將每一物種隙區分開至最大程度。其結果可將環境變數顯示於雙序圖(Biplot)中並以箭頭表示，箭頭所在象限表示環境變數與梯

度軸呈現正負相關性，長度則代表與植群分布相關程度的大小，長度愈長相關性愈大、愈重要，反之相關性愈小；環境變數與梯度軸愈接近(夾角愈小)者，表示相關愈顯著，反之愈小(楊勝任、李政賢，2005)。無論利用主成分分析或典型對應分析之結果，皆須經由 Monte Carlo 顯著性測試來檢驗環境因子間哪一項達顯著，以找出影響物種組成變異之最佳環境因子。

五、維管束植物資源清單資料庫之建立

依樣區內及調查路線所記錄到的植物種類，整理植物名錄清單，並依據物種之分類地位歸納其分類群。並將整理完成之植物資源清單，建置維管束植物資料庫，其內容包含各種植物分類群調查記錄之出處、物種名稱(中英文俗名、學名)、調查地點、調查時間及方法等。本計畫擬依國科會出版之「臺灣植物誌」(Flora of Taiwan)第二版(Huang, T. C. (editor-in-chief) 1993-2003)為標準，處理不同研究報告間所產生的同物異名(synonyms)等問題，並分別依科、屬製作維管束植物種類清單(inventory)。

六、稀有植物評估

2017 年臺灣植物分類學會全體會員及全國相關機關與林務局共同彙整編撰，依據國際自然及自然資源保育聯盟(The international union for conservation of the nature and resourced, IUCN)之紅皮書名錄類別與標準: 3.1 版 (IUCN 2012b) 與 IUCN 地區及國家級評估標準應用指南: 4.0 版 (IUCN 2012a)，並以「臺灣維管束植物紅皮書初評名錄」(王震哲等，2012) 評估結果所收集的物種為基礎，加上 2017 年 6 月 30 日前發表的新種與新紀錄種，出版了臺灣維管束植物紅皮書名錄(臺灣植物紅皮書編輯委員會，2017)，本研究即依臺灣維管束植物紅皮書名錄進行稀有植物評估。

物種評估等級分為絕滅(Extinct, EX)、野外絕滅(Extinct in the Wild, EW)、區域絕滅(Regional extinct, RE)、極危(Critically Endangered, CR)、瀕危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、接近威脅(Near

Threatened, NT)、暫無危機(Least Concern, LC)、資料缺乏(Data Deficient, DD)、不適用(Not Applicable, NA)及未評估(Not Evaluated, NE)等 11 級(圖 11)。

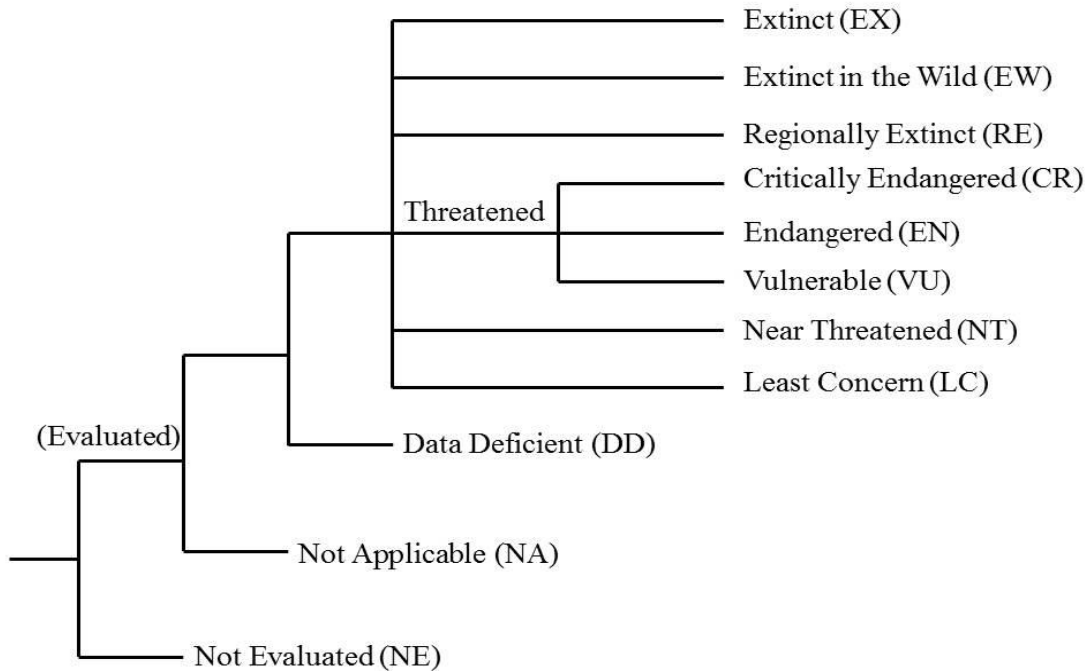


圖 11 IUCN 物種保育等級評估

七、樹種之徑級結構

在一樹木族群中，各種年齡或齡級與出現株數之分布關係，稱為族群結構(Population structure)，通常以齡級與各齡級出現之密度，標示於座標圖中，以曲線表示其年齡分布，可稱為齡級分布圖。此圖可用於表示族群動態(Population dynamic)，預測該族群過去與未來之消長情形，亦可指示其天然更新之狀態，故為森林演替研究方法之一(Daubenmire, 1968)。

樹木之年齡，雖可計算年輪而推算之，但較麻煩，有時可用胸高直徑表示齡級。不同樹種之直徑級，雖不一定代表相當之齡級，但就同一樹種而言，直徑級可大約顯示不同之齡級(Blum, 1961; Gate and Nichols, 1930)。

本研究參考游孟雪(1999)整理的六個類型進行區分，並依 Bongers *et al.*(1988)做補充及解釋，分別為：

(一)L 型分布(L-shaped)：族群個體大部分集中在最小徑級(達總數 50%以上)，其他徑級的個體分布比例減少許多。此結構的族群其更新良好但補充不良。在幼苗數量多但死亡率大，或成熟木移除率較少的情況下，都可能造成這種族群結構。林分發育初期之結構亦屬此型，但出現株數僅限於小徑級。

(二)反 J 型分布(reverse J-shaped):在最小徑級內有最多的個體數，而隨著徑級的增加，個體數逐漸地減少。植群的結構穩定，小樹補充與老樹死亡之間有著穩定的關係，使族群數量能維持在一穩定之狀態。

(三)J 型分布(J-shaped):族群的大部分個體是大徑級，小樹數量十分稀少，有可能是林下環境不適合其繁殖或小苗、小樹存活，除非有大的干擾或不斷的干擾事件發生，使偶然的個體更新，否則這些樹將從森林消失。但若樹種之壽命極長，老齡木可留存於林中。

(四)波浪型分布(rotated sigmoid shaped):最小徑級內的植株數量最多，而較大徑級內的植株數量又再出現一次高峰的情形，此為大徑級老樹移除速率低，而幼苗補充呈間歇性所造成的結果。其更新為繁殖狀況良好，而世代替補呈不連續性。此類型亦可由反 J 型曲線中，因局部小干擾導致若干被壓木之解放生長，或因競爭淘汰而使存活者增大，而使徑級分布曲線有所變形而來。

(五)鐘型分布(bell-shaped):族群之個體數與徑級呈常態曲線分布，集中在中間徑級的同齡木(cohort)數量最多。代表族群之拓殖或更新僅在過去某一狹小時段出現，例如大規模之次級演替，陽性樹種大量出現，而目前更新繁殖已少或缺如，則徑級分布呈此型。或者是小徑級的個體在生長環境改善後，能夠快速生長達到中徑級，而產生這類的徑級分布結構。

(六)不明確型分布:族群之個體數與徑級呈隨機或平緩曲線分布，代表族群的繁殖狀況趨勢不明確，或者是個體漸進等率的增加，而產生這類的徑級分布結構(Bongers *et al.*, 1988;Knight, 1975)。

伍、結果與討論

一、維管束植物資源

本研究經由記錄實地探勘及樣區出現之植物種類製成利吉地質公園內之維管束植物名錄(附錄一)。結果共記錄 73 科 171 屬 214 種植物，包含蕨類植物 6 種，裸子植物 2 種，雙子葉植物 172 種，單子葉植物 34 種(表 2)。除了樣區內外之植物種類，本研究亦將研究區域中，居民栽植的農作物加以記錄，本研究共記錄 20 種作物，其中以釋迦、番石榴(芭樂)、芒果為本區最大宗的果樹(表 3)。

表 2 利吉地質公園維管束植物資源統計表

分類群	科	屬	種
蕨類植物	5	6	6
裸子植物	1	1	2
雙子葉植物	58	133	172
單子葉植物	9	31	34
合計	73	171	214

表 3 利吉地質公園人為栽植作物統計表

學名	中文名	學名	中文名
<i>Mangifera indica</i> L.	芒果	<i>Annona squamosa</i> L.	釋迦
<i>Carica papaya</i> L.	木瓜	<i>Chenopodium formosanum</i> Koidz.	臺灣藜
<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench.	黃秋葵	<i>Myrica rubra</i> (Lour.) Sieb. & Zucc.	楊梅
<i>Morinda citrifolia</i> L.	檄樹	<i>Psidium guajava</i> L.	番石榴
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	草莓番石榴	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	百香果
<i>Averrhoa carambola</i> L.	楊桃	<i>Euphoria longana</i> Lam.	龍眼
<i>Litchi chinensis</i> Sonner.	荔枝	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	星蘋果
<i>Capsicum annum</i> L.	辣椒	<i>Capsicum annum</i> L. var. <i>grossum</i> Seudt	青椒
<i>Areca catechu</i> L.	檳榔	<i>Cocos nucifera</i> L.	椰子
<i>Musa sapientum</i> L.	香蕉	<i>Zea mays</i> L.	玉米

二、稀有物種評估

稀有植物評估依據臺灣維管束植物紅皮書名錄(臺灣植物紅皮書

編輯委員會，2017)之評定，共記錄 9 種，分別是極危(CR)有 2 種；易受害(VU)有 3 種；資料不足(DD)有 4 種(表 4)。

物種	學名	保育等級
華三芒草	<i>Aristida chinensis</i> Munro	CR
蘭嶼肉桂	<i>Cinnamomum kotoense</i>	CR
臺東火刺木	<i>Pyracantha koidzumii</i> (Hayata) Rehder	VU
鈍葉朝顏	<i>Argyreia formosana</i> Ishigami ex Yamazaki	VU
大花艾納香	<i>Blumea conspicua</i>	VU
芙蓉	<i>Hibiscus mutabilis</i> L	DD
類黍柳葉箬	<i>Isachne miliacea</i> Roth	DD
宜梧	<i>Elaeagnus oldhamii</i> Maxim.	DD
臺灣藜	<i>Chenopodium formosanum</i> Koidz.	DD

表 4 利吉地質公園稀有植物名錄

三、植物社會分類

共計調查完成 30 個樣區(圖 12)，經由原始矩陣計算樹種 IVI 值後，利用雙向矩陣群團分析法將進行樣區分類，Mueller-Dombois and Ellenberg (1974) 曾建議，可採用訊息維持度(imformation remaining) 25-50 % 作為劃分植群位階的臨界值標準。本研究將分析結果樹形圖，與現場植物社會外觀形象及物種組成對照後，選定訊息維持度 39.5% 為植群型之劃分標準，將森林植物社會劃分成 7 個植群型(圖 14)，植群以優勢種進行分型命名，分別為：

- I. 銀合歡型(*Leucaena leucocephala* type)
- II. 錫欖橄欖型(*Elaeocarpus serratus* type)
- III. 相思樹型(*Acacia confusa* type)
- IV. 無患子型(*Sapindus mukorossii* type)
- V. 樟樹型(*Cinnamomum camphora* type)

VI. 澀葉榕型(*Ficus irisana* type)

VII. 小葉桑型(*Morus australis* type)

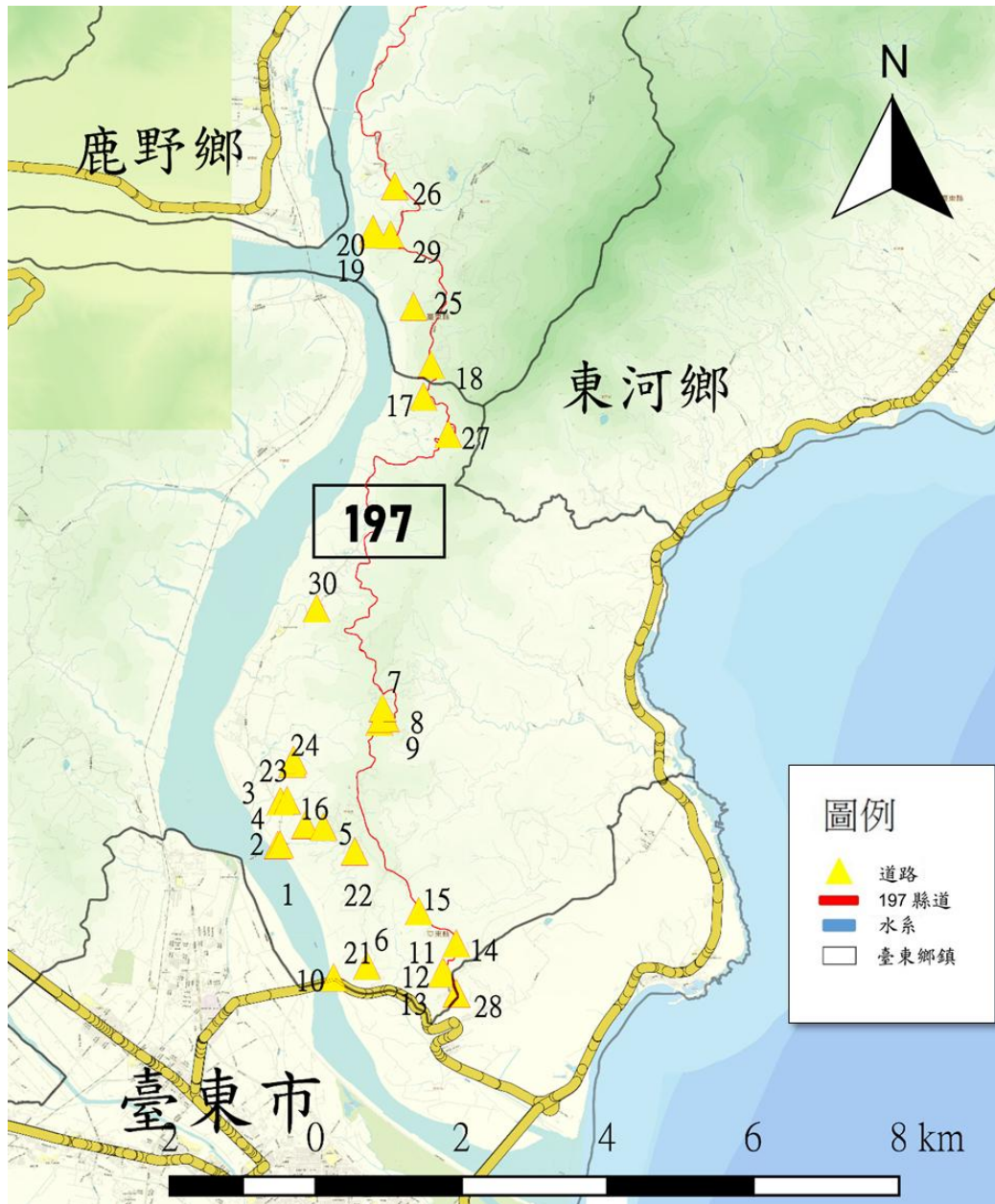


圖 12 利吉地質公園樣區位置圖

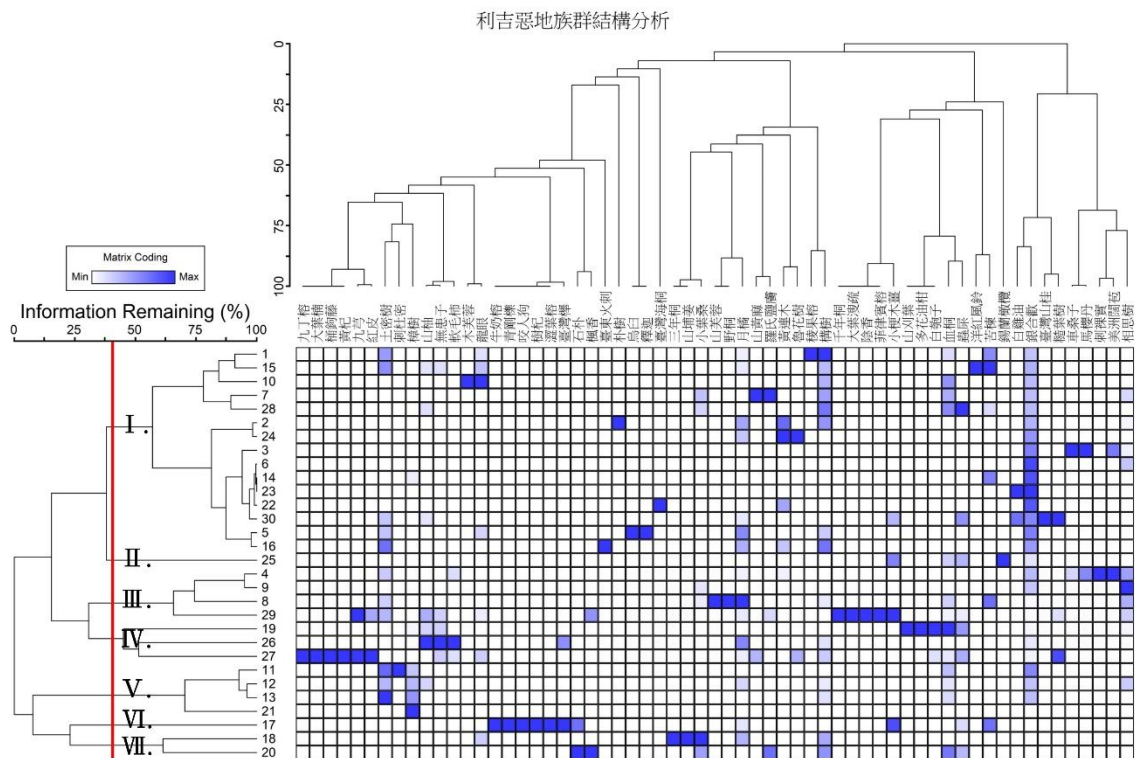


圖 13 植物社會雙向矩陣群團分析樹形圖

I. 銀合歡型(*Leucaena leucocephala* type)

本型包含樣區 1~3、5~7、10、14~16、22~24、28、30，共計 15 個樣區。環境因子方面，海拔分布介於 52-273 m；坡度介於 3 至 35°；坡向介於 110 至 330°；地形位置涵蓋溪谷至稜線；全天光空域介於 20-83%；直射光空域介於 31-85%；土壤 pH 值介於 6.63 至 8.26；土壤含石率介於 5-80%，各項環境因子如表 5 所示。植物組成方面，優勢種為銀合歡(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.)，並且於部分樣區近乎純林；伴生種為構樹(*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent.)、相思樹(*Acacia confusa* Merr.)、苦楝(*Melia azedarach* L.)、七里香(*Murraya paniculata* (L.) Jack.)、黃連木(*Pistacia chinensis* Bunge)等；灌木優勢種為車桑子(*Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.)；地被植物主要為美洲擴苞菊(*Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don)及五節芒(*Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut.)，伴有馬櫻丹

Lantana camara L.)、竹葉草(*Oplismenus compositus* (L.) P. Beauv.)、盤龍木(*Malaisia scandens* (Lour.) Planch.)等，小苗更新以銀合歡、七里香、和土密樹(*Bridelia tomentosa* Blume)為主。樣區環境如圖 13。

表 5 銀合歡型之環境因子狀況

植群型		銀合歡型	
樣區編號		1~3、5~7、10、14~16、22~24、28、30	
環境狀況			
海拔(m)	52-373	全天光空域(%)	20-83
坡度(°)	3-35	直射光空域(%)	31-85
坡向(°)	110-330	土壤 pH 值	6.63-8.26
地表含石率(%)	5-80	地形位置	溪谷至稜線
土壤質地	砂質壤土、砂質黏壤土、黏壤土、黏土、砂土	有機質	0.16-8.88
有效磷	-90.47~205.32	鉀	0.32-0.96
鈉	0.05-3.4	鈣	0.62-19.28
鎂	0.32-18.91	CEC	5.57-16.72



圖 13 銀合歡型樣區環境

II. 錫蘭橄欖型(*Elaeocarpus serratus* type)

本型僅有樣區 25，根據現場環境推斷為人工栽植之錫蘭橄欖廢棄所形成之次生林。環境因子方面，海拔為 273 m；坡度為 23°；坡向為 150°；地形位置為下坡；全天光空域為 73%；直射光空域為 67%；土壤 pH 值為 5.95；土壤含石率則為 30%，各項環境因子如表 6 所示。植物組成方面，優勢種為錫蘭橄欖；伴生種為銀合歡、血桐 (*Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg.) 等；地被植物主要為大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.)，另有姑婆芋 (*Alocasia odora* (Roxb.) C. Koch) 等，以及黃藤 (*Calamus quiquesetinervius* Burret.)、雞屎藤 (*Paederia foetida* L.) 等藤本植物，小苗更新有臺灣山桂花 (*Maesa perlaria* (Lour.) Merr. var. *formosana* (Mez) Yuen P.)、石朴 (*Celtis formosana* Hayata)、大葉楠 (*Machilus japonica* Sieb. & Zucc. var. *kusanoi* (Hayata) Liao) 等。樣區環境如圖 14。

表 6 錫蘭橄欖型之環境因子狀況

植群型		錫蘭橄欖型	
樣區編號		25	
環境狀況			
海拔(m)	273	全天光空域(%)	73
坡度(°)	23	直射光空域(%)	67
坡向(°)	150	土壤 pH 值	5.95
地表含石率(%)	30	地形位置	下坡
土壤質地	砂土	有機質	4.66
有效磷	313.54	鉀	1.38
鈉	5.87	鈣	15.37
鎂	0.9	CEC	12.99



圖 14 錫蘭橄欖樣區環境

III. 相思樹型(*Acacia confusa* type)

本型包含樣區 4、8、9、29，共計 4 個樣區。環境因子方面，海拔分布介於 77-304 m；坡度介於 4-30°；坡向介於 150-280°；地形位置涵蓋下坡至上坡；全天光空域介於 68-74%；直射光空域介於 72-84%；土壤 pH 值介於 6.05-7.93；土壤含石率為 10-90%，各項環境因子如表 7 所示。植物組成方面，優勢種為相思樹；伴生種為七里香、銀合歡、苦楝、楓香(*Liquidambar formosana* Hance) 等；地被植物主要為五節芒，另有月桃(*Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith)、大花咸豐草、馬櫻丹等，小苗更新有構樹、七里香、血桐等。樣區環境如圖 15。

表 7 相思樹型之環境因子狀況

植群型		相思樹型	
樣區編號		4、8、9、29	
環境狀況			
海拔(m)	77-304	全天光空域(%)	68-74
坡度(°)	4-30	直射光空域(%)	72-84
坡向(°)	150-280	土壤 pH 值	6.05-7.93
地表含石率(%)	10-90	地形位置	下坡至上坡
土壤質地	壤土、砂質黏 壤土、砂質壤 土	有機質	2.02-4.65
有效磷	-34.52~206.94	鉀	0.48-1.84
鈉	0.58-17.6	鈣	0.94-15.25
鎂	0.79-16.26	CEC	4.99-12.25



圖 15 相思樹型樣區環境

IV. 無患子型(*Sapindus mukorossii* type)

本型包含樣區 19、26、27，共計 3 個樣區。環境因子方面，海拔分布介於 213-250 m；坡度介於 1-30°；坡向介於 240-310°；地形位置涵蓋中坡至上坡；全天光空域介於 38-65%；直射光空域介於 45-73%；土壤 pH 值介於 6.55 至 7.21；土壤含石率介於 10-50%，各項環境因子如表 8 所示。植物組成方面，優勢種為無患子(*Sapindus mukorossii* Gaertn.)；伴生種為白匏子(*Mallotus paniculatus* (Lam.) Muell. -Arg.)、山柚(*Champereia manillana* (Blume) Merr.)、軟毛柿(*Diospyros eriantha* Champ. ex Benth.)等；地被植物有五節芒、馬櫻丹、小毛蕨(*Christella acuminata* (Houtt.) Lev.)、臺灣海棗(*Phoenix hanceana* Naudin)等，小苗更新以七里香與無患子為主，另有血桐與軟毛柿等樹種。樣區環境如圖 16。

表 8 無患子型之環境因子狀況

植群型		無患子型	
樣區編號		19、26、27	
環境狀況			
海拔(m)	213-250	全天光空域(%)	38-65
坡度(°)	1-30	直射光空域(%)	45-73
坡向(°)	240-310	土壤 pH 值	6.55-7.21
地表含石率(%)	10-50	地形位置	10-50
土壤質地	砂質壤土、壤質砂土	有機質	1.58-6.21
有效磷	-14.79~24.88	鉀	0.45-7.39
鈉	1.25-1.46	鈣	7.83-15.95
鎂	0.46-20.7	CEC	5.39-14.35



圖 16 無患子型樣區環境

V. 樟樹型(*Cinnamomum camphora* type)

本型包含樣區 11~13、21，共計 4 個樣區，其中樣區 21 為人工栽植的樟樹純林。環境因子方面，海拔分布介於 94-127 m；坡度介於 10~11°；坡向介於 12 至 24°；地形位置接為中坡；全天光空域介於 27-65%；直射光空域介於 32-78%；土壤 pH 值介於 5.65 至 6.44；土壤含石率皆為 5%，各項環境因子如表 9 所示。植物組成方面，優勢種為樟樹(*Cinnamomum camphora* (L.) Nees & Eberm.)；伴生種為銀合歡、構樹、血桐等；地被植物優勢種為五節芒，小苗更新以銀合歡、樟樹為主。樣區環境如圖 17。

表 9 樟樹型之環境因子狀況

植群型		樟樹型	
樣區編號		11~13、21	
環境狀況			
海拔(m)	94-127	全天光空域(%)	27-65
坡度(°)	10-11	直射光空域(%)	32-78
坡向(°)	12-24	土壤 pH 值	5.65-6.44
地表含石率(%)	5	地形位置	中坡
土壤質地	粉砂壤土、砂質壤土、黏質壤土、黏土	有機質	1.92-3.82
有效磷	-42.26~160.36	鉀	0.19-0.67
鈉	0.22-0.86	鈣	7.14-9.72
鎂	0.48-1.15	CEC	8.91-11.95



圖 17 樟樹型樣區環境

VI. 澀葉榕型(*Ficus irisana* type)

本型僅含樣區 17，為以演替後期樹種為主要組成的樣區。環境因子方面，此樣區海拔高為 288 m；坡度為 19°；坡向為 350°；地形位置為中坡；全天光空域為 38%；直射光空域為 56%；土壤 pH 值為 6.85；土壤含石率為 5%，各項環境因子如表 10 所示。植物組成方面，優勢種為澀葉榕(*Ficus irisana* Elmer)；伴生種為小梗木薑子(*Litsea hypophaea* Hayata)、欂櫨(*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino)、咬人狗(*Dendrocnide meyeniana* (Walp.) Chew)等；地被植物以竹葉草為主，另有小毛蕨、大頭艾納香(*Blumea riparia* (Blume) DC. var. *megacephala* Randeria)等，小苗更新有青剛櫨(*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.)、欂櫨、澀葉榕等。樣區環境如圖 18。

表 10 澀葉榕型之環境因子狀況

植群型		澀葉榕型	
樣區編號		17	
環境狀況			
海拔(m)	288	全天光空域 (%)	38
坡度(°)	19	直射光空域 (%)	56
坡向(°)	350	土壤 pH 值	6.85
地表含石率(%)	5	地形位置	中坡
土壤質地	砂質壤土	有機質	4.8
有效磷	447.8	鉀	1.95
鈉	0.27	鈣	17.92
鎂	0.93	CEC	14.14



圖 18 澀葉榕型樣區環境

VII. 小葉桑型(*Morus australis* type)

本型包含樣區 18、20，共計 2 個樣區，據現場情形判斷樣區 18 應為廢棄之桑樹田，20 則於另一廢棄農地周遭。環境因子方面，海拔分布為 336 及 234 m；坡度為 10° 及 1°；坡向為 195° 及 210°；地形位置接為中坡及上坡；全天光空域為 65 及 40%；直射光空域則為 73 和 45%；土壤 pH 值為 6.68 和 6.62；土壤含石率為 10 與 5%，各項環境因子如表 11 所示。植物組成方面，優勢種為小葉桑(*Morus australis* Poir.)；伴生種為石朴、構樹、楓香、油桐(*Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy Shaw)等；地被植物優勢種以五節芒為主，另有大花咸豐草，小苗更新有月橘、羅氏鹽膚木(*Rhus chinensis* Mill. var. *roxburgii* (DC.) Rehd.)及小葉桑等。樣區環境如圖 19。

表 11 小葉桑型之環境因子狀況

植群型		小葉桑型	
樣區編號		18、20	
環境狀況			
海拔(m)	336、234	全天光空域(%)	65、40
坡度(°)	10、1	直射光空域(%)	73、45
坡向(°)	195、210	土壤 pH 值	6.68、6.62
地表含石率(%)	10、5	地形位置	中坡及上坡
土壤質地	壤土	有機質	2.88、2.71
有效磷	295.63、 94.86	鉀	4.27、2.09
鈉	0.54、2.1	鈣	0.54、2.1
鎂	0.54、1.02	CEC	12.14、12.86



圖 19 小葉桑型樣區環境

四、植群組成與環境變數之關係

本研究共調查 30 個喬木植物社會，野外調查資料製成原始矩陣後(詳見附錄二)，以降趨對應分析測試軸長，計算三個序列軸長，軸長單位又稱為樹種轉換之平均標準偏差(Average Standard Deviation of Species Turnover, SD)(蘇鴻傑，1987)。其代表植物社會變異之梯度，並依據軸長是否大於 4 來解釋樣區與物種組成是否有轉換，該選擇使用典型對應分析(DCA)或主成分分析(PCA)，以分析環境因子與植群組成之關係。

(一)降趨對應分析(DCA)

經由降趨對應分析之結果，測得三軸之軸長及特徵值，軸長依序為 4.657、2.85 及 2.253；特徵值依序為 0.731、0.45 及 0.221 (表 3)，各軸長及特徵值依序遞減，表示各軸所代表的植群變異依序遞減，且

以第一軸為主要之變異方向。而第一軸之軸長大於 4 *SD*，說明物種於環境梯度上呈現單峰分布，因此，續使用典型對應分析(CCA)檢視環境變數與植物社會組成之關係。

表 12 利吉地質公園植物社會降趨對應分析結果

	軸 1	軸 2	軸 3
特徵值	4.657	2.85	2.253
梯度軸長	0.731	0.45	0.221

經由喬木植物社會降趨對應分析圖(圖 20)顯示，樣區由左下側至右上側即隨著海拔高度增加而向右側排序，樣區海拔高度介於 52 至 273 m，左側為樟樹型，樣區為 12、13、18、21；中上側為相思樹型，樣區為 4、8、9、29；中心為銀合歡型，樣區為 1~3、5~7、10、14~16、22~24、28、30；無患子型則分散於右側，樣區為 19、26、27。樣區 17、25 分別為澀葉榕型與錫蘭橄欖型，前者林相組成為演替後期，與其他樣區大有不同；後者則為人工林。

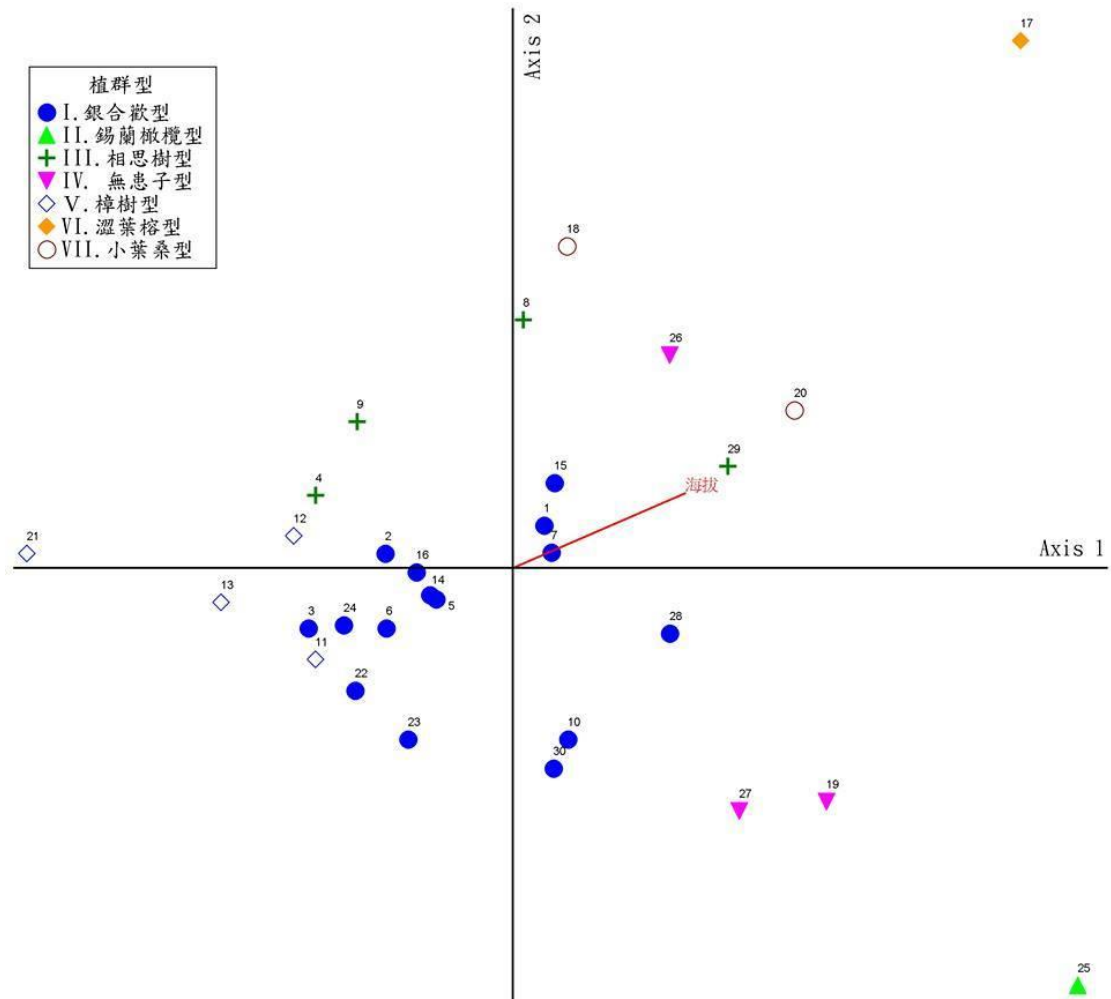


圖 20 植物社會降趨對應分析圖

(二) 典型對應分析(CCA)

降趨對應分析主要測試樣區中之物種是否具有轉換，組成差異上高低，利用各軸之梯度軸長，作為後續步驟之依據。本研究僅針對喬木植物社會進行典型對應分析，分析結果可探討植物社會與環境因子間之關係。植物社會經由典型對應分析之後，其三軸特徵值依序為 0.542、0.384 及 0.324 (13)。特徵值之高低表示各軸對於所有相對變異的解釋能力，變異解釋率則顯示，軸 1 與軸 3 可解釋 8.0%、5.7% 之變異，因此利用第一軸與第二軸作為繪圖選擇及解釋係數之依據。

表 13 喬木植物社會典型對應分析結果

	軸 1	軸 2	軸 3
特徵值	0.542	0.384	0.324
變異解釋率	8.0	5.7	4.8
累積變異解釋率	8.0	13.7	18.5

本研究共調查 8 項環境因子，利用 Pearson 相關性係數表找出顯著之因子，顯著性測試結果顯示(表 14)，共 3 項環境因子達極顯著，其餘環境因子則未達顯著。軸 1 以海拔高度(Alt.)呈現負相關；軸 2 以坡向(Asp.)與全天光(WLS.)呈現負相關。

表 14 植物社會環境因子顯著性測試結果

環境 因子	相關性		
	軸 1	軸 2	軸 3
Alt.	0.795**	0.157	-0.344
Slo.	0.330	0.082	0.204
Asp.	0.257	0.613**	0.168
Top.	0.144	0.013	0.458
WLS	0.202	-0.596**	-0.110
DLS	0.032	-0.358	-0.274
pH	-0.041	-0.244	-0.342
Sto.	0.063	-0.366	-0.446

註：* $P < 0.05$ ；** $P < 0.01$

Alt.：海拔高度；Slo.：坡度；Asp.：方位；Top.：地形位置；WLS：全天光空域；DLS：直射光空域；pH：土壤 pH 值；Sto.：土壤含石率。

藉由 8 項環境因子以軸 1、軸 2 配合樣區繪製雙序圖(圖 21)。圖中顯示環境變數箭頭之方向為該環境變數最大之方向，而相關性之高低則視該樣區與環境因子夾角之大小來衡量，愈接近則相關性愈大。以海拔而言，由右至左排序為中至低海拔樣區分布，如銀合歡型樣區分布於圖中左側，無患子型樣區分布於圖中右側，顯示樹種會沿著海拔梯度的改變而位於其適當的位置。

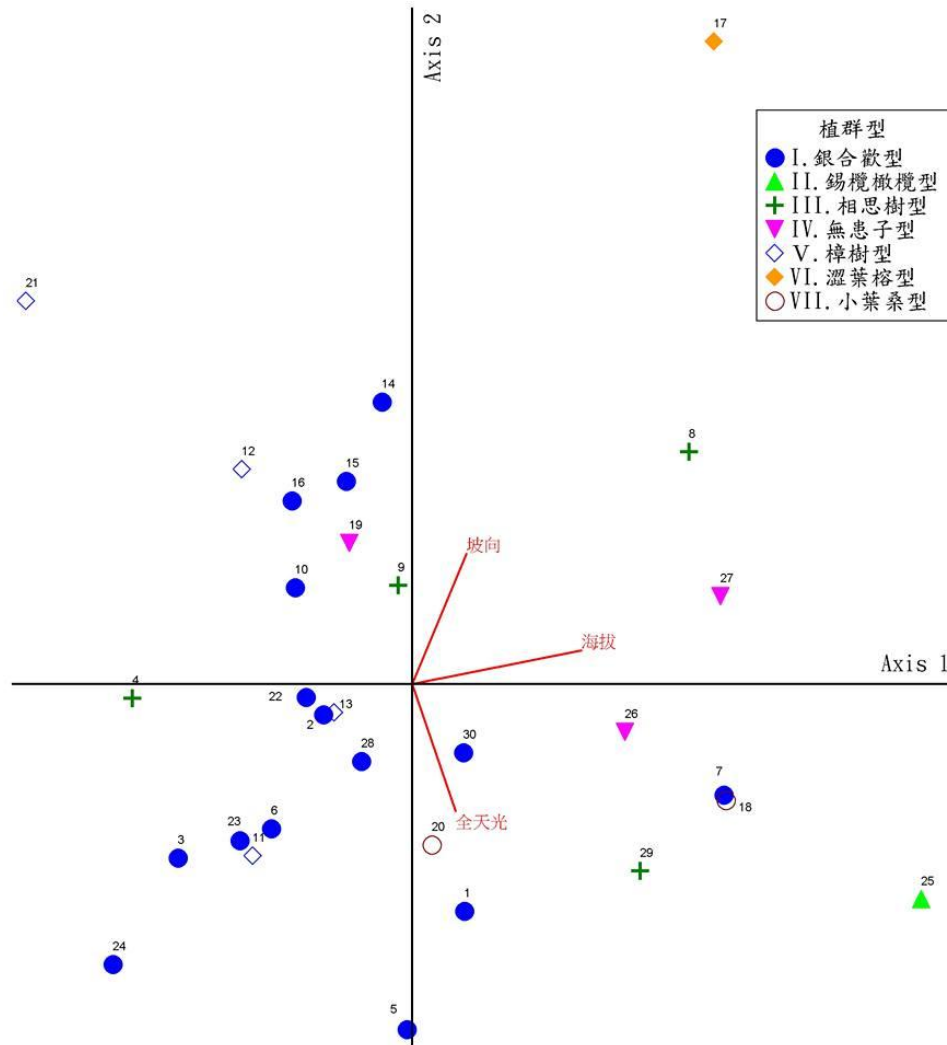


圖 21 利吉地質公園植物社會典型對應分析雙序圖

五、各林型之徑級結構分析

本研究將各植群型主要樹種之數量配合徑級階來建立徑級分布圖，每一徑級間距為 5 cm，起於 $1 \leq 5$ ，依序為 10、15、20、25、30、35、40、45、50 及 >50 ，共 11 個徑級階。依據矩陣群團分析之結果，本研究植群型分為四型，如下分別說明各植群型徑級分布圖。

I. 銀合歡型(*Leucaena leucocephala* type)

由銀合歡型之徑級分布圖可得知(圖 22)，此型小徑木($1 \leq 5$)為最多之情況，並呈現反 J 型分布，同時許多樣區皆有小苗之記錄。本型之銀合歡以小徑木分布於樣區中，亦呈反 J 型曲線，此植群型未來若未受干擾，仍將維持目前的植群組成。

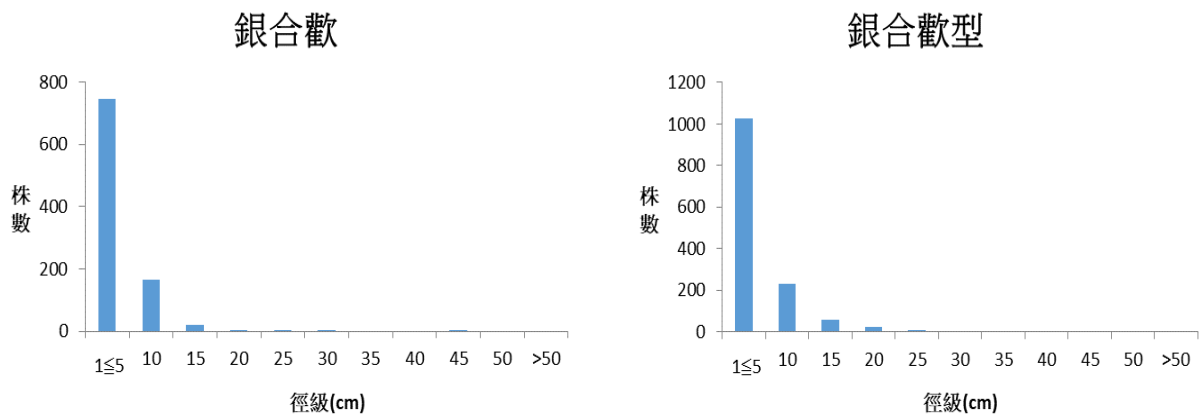
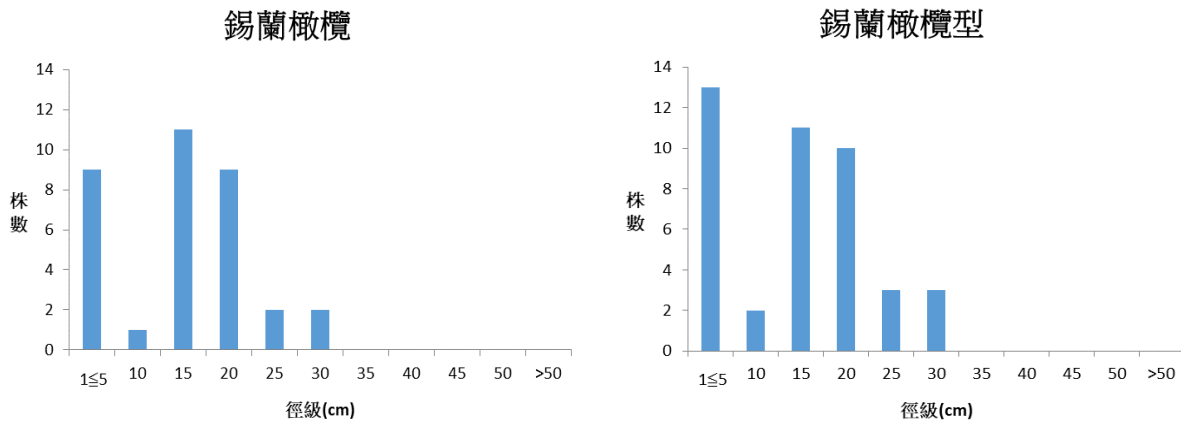


圖 22、銀合歡型與銀合歡之徑級之徑級結構分析

II. 錫欖橄欖型(*Elaeocarpus serratus* type)

由相思樹型之徑級分布圖可得知(圖 23)，本型於小徑木(<5 cm)較多，5~10 cm 植株較少，10、20 cm 兩個直徑階又有一次高峰，呈現波浪型分布，由於本型僅有一樣區，故優勢樹種與林型之所有樹種之徑級分布差異並不大，僅於小徑木有較多其他數種，此原因應為錫欖橄欖之結實分布不均，或是此次生林過往有擾動之情形，另外由小

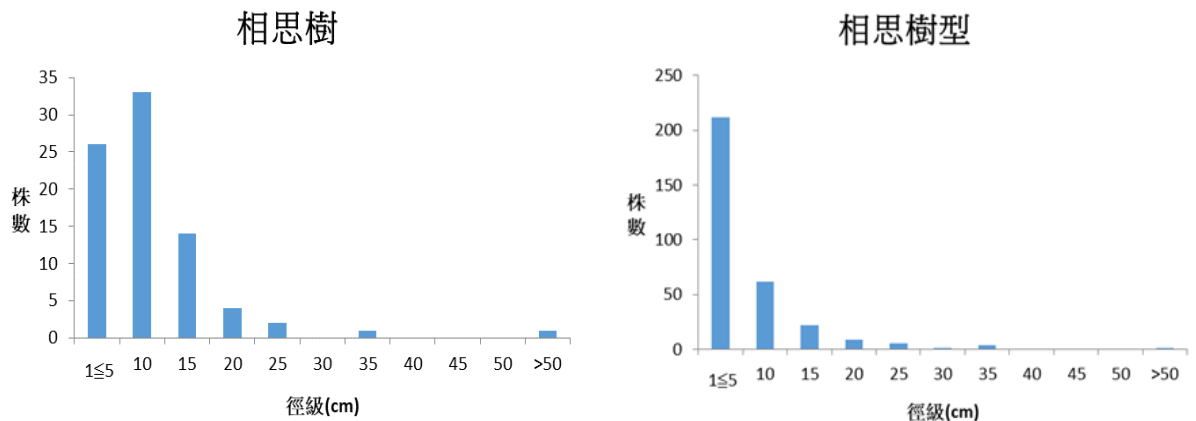


徑級株樹的差異也可發現逐漸有其他物種播遷於此。

圖 23、錫欖橄欖型與錫欖橄欖之徑級之徑級結構分析

III. 相思樹型(*Acacia confusa* type)

由相思樹型之徑級分布圖可得知(圖 24)，此型小徑木(1≤5)為最多之情況，並呈現反J型分布；而相思樹則呈鐘型分布，且有少數大徑木存在，此型如未來沒有其餘擾動發生，相思樹可能會被七里香等

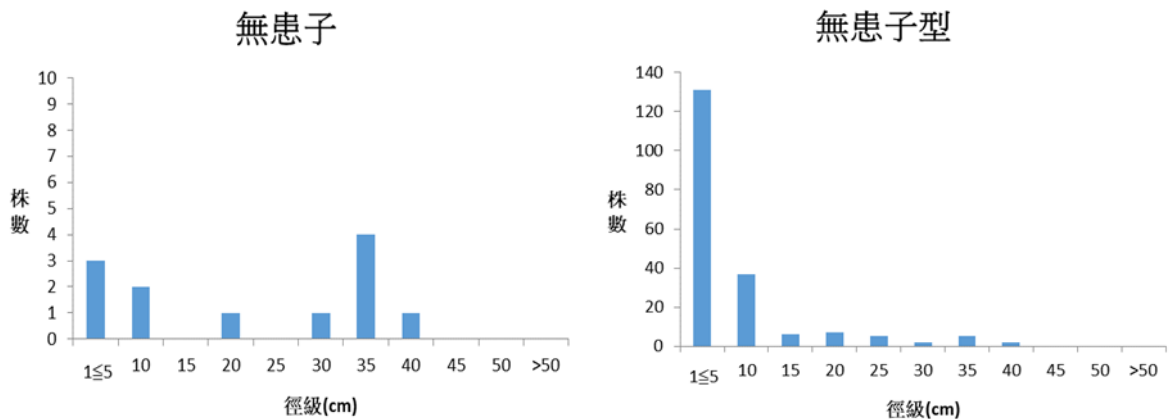


其他樹種取代。

圖 24、相思樹型與相思樹之徑級之徑級結構分析

IV. 無患子型(*Sapindus mukorossii* type)

由無患子型之徑級分布圖可得知(圖 25)，此型小徑木($1 \leq 5$)為最多之情況，並呈現反 J 型分布；而無患子則呈波浪型分布，並以小徑木與直徑階 35 cm 為最高峰，現場實際情形小苗仍以無患子為多，但已有軟毛柿與小梗木薑子等演替後期數種進入，故未來無患子可能會

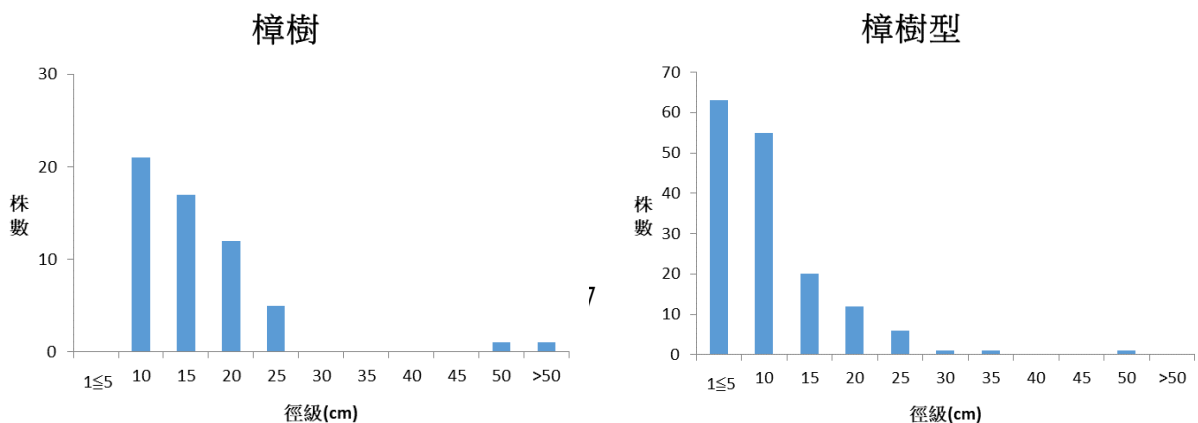


被其餘樹種所取代。

圖 25、無患子型與無患子之徑級之徑級結構分析

V. 樟樹型(*Cinnamomum camphora* type)

由樟樹型之徑級分布圖可得知(圖 26)，此型小徑木($1 \leq 5$)為最多之情況，並呈現反 J 型分布；至於樟樹雖呈反 J 型，然其卻無任何小徑木，根據現場調查，現場小苗以銀合歡與樟樹為主，如未來不以適

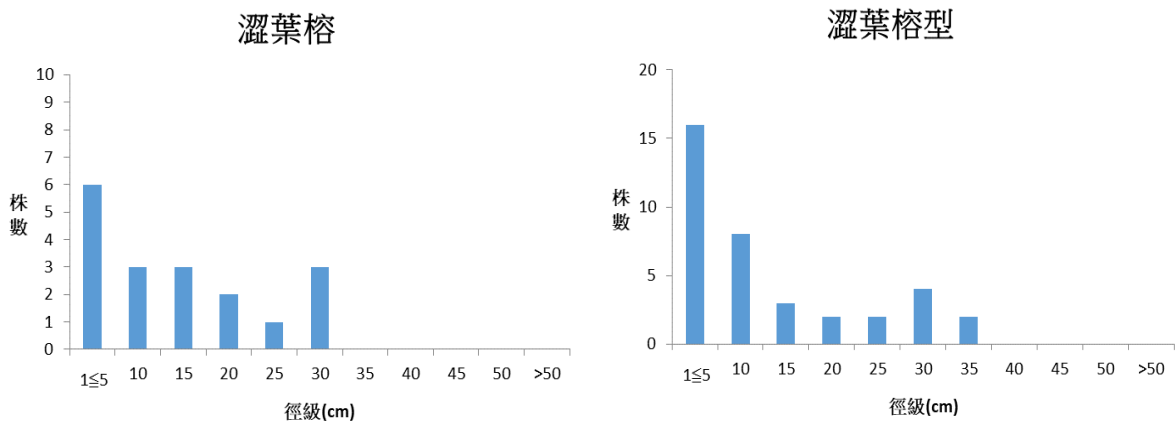


合手段移除此型內之銀合歡，則未來樟樹有可能被銀合歡所取代。

圖 26、樟樹型與樟樹之徑級之徑級結構分析

VI. 澀葉榕型(*Ficus irisana* type)

由澀葉榕型之徑級分布圖可得知(圖 27)，本型以小徑木($1 \leq 5$)為最多，另於直徑階 30 cm 約略為另一高峰，整體呈現波浪型分布，而澀葉榕亦呈此波浪型分布，由現場情形觀察，此型應為演替後期之代

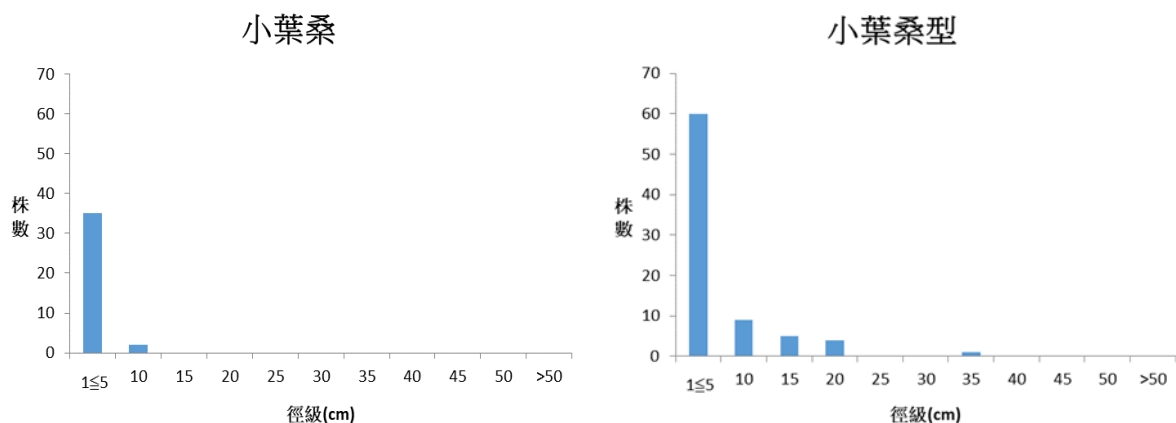


表類型，如未來沒有後續擾動，仍應會維持目前的植物組成。

圖 27、澀葉榕型與澀葉榕之徑級之徑級結構分析

VII. 小葉桑型(*Morus australis* type)

由小葉桑型之徑級分布圖可得知(圖 28)，此型小徑木($1 \leq 5$)為最多之情況，並呈現反 J 型分布。本型之小葉桑亦以小徑木分布於樣區中，呈反 J 型曲線，此植群型未來若未受干擾，仍將維持目前的植群



組成。

圖 28、小葉桑型與小葉桑之徑級之徑級結構分析

六、利吉地質公園適合栽植之樹種選擇

本研究自調查所得之 125 種喬木、灌木進行適合樹種選擇，選定標準以原生種為主、具觀賞價值、具生態價值、可適應惡地環境、具有當地代表性、能與銀合歡共存等標準進行選擇，一共選擇無患子、臺東石楠、七里香、車桑子、臺東火刺木、黃連木、相思樹、山柚仔、苦楝、楓香、樟樹、青剛櫟、九芎、檫、杜虹花等 15 種樹種，各樹種之花期、果期等介紹如下表所示(整理自臺灣種樹大圖鑑上、下)。

表 15 利吉地質公園適合栽植之樹種

物種名稱	學名	科別	花期(月)	果期(月)
無患子	<i>Sapindus mukorossii</i>	無患子科 Sapindaceae	6-7	7-11
臺東石楠	<i>Photinia serratifolia</i> var. <i>ardisifolia</i>	薔薇科 Rosaceae	3-4	10-11
七里香	<i>Murraya exotica</i>	芸香科 Rutaceae	5-9	9-12
車桑子	<i>Dodonaea viscosa</i>	無患子科 Sapindaceae	5-9	8-10
臺東火刺木	<i>Pyracantha koidzumii</i>	薔薇科 Rosaceae	3-5	8-10
黃連木	<i>Pistacia chinensis</i>	漆樹科 Anacardiaceae	3-4	9-10
相思樹	<i>Acacia confusa</i>	豆科 Fabaceae	4-5	8-10

山柚仔	<i>Champereia manillana</i>	山柚科 Opiliaceae	1-12	5-7
苦楝	<i>Melia azedarach</i>	楝科 Meliaceae	3-4	5-11

表 15 利吉地質公園適合栽植之樹種(續)

物種名稱	學名	科別	花期(月)	果期(月)
楓香	<i>Liquidambar formosana</i>	金縷梅科 Hamamelidaceae	2-3	10-11
樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i>	樟科 Lauraceae	3-4	9-10
青剛櫟	<i>Quercus glauca</i>	殼斗科 Fagaceae	3-4	12-3
九芎	<i>Lagerstroemia subcostata</i>	千屈菜科 Lythraceae	7-8	9-11
欖	<i>Zelkova serrata</i>	榆科 Ulmaceae	2-3	9-10
杜虹花	<i>Callicarpa formosana</i> var. <i>formosana</i>	唇形科 Lamiaceae	4-7	10-12

陸、結論

本研究針對出利吉地質公園進行植相及植群調查研究，調查範圍為臺東縣利吉村、富源村(197 縣道以西)至巒山村南部之臺東利吉泥岩惡地環境。調查了 30 個 100 m² 的喬木植物社會樣區，並評估 8 項環境因子。目前樣區內共記錄了 39 科 75 屬 86 種維管束植物，包含蕨類植物 3 種，雙子葉植物 75 種，單子葉植物 8 種。其中稀有植物共記錄 2 種，包含易受害(VU)1 種、資料不足(DD)1 種。

植物社會組成方面共可分為七型，包括:銀合歡型、錫欖橄欖型、相思樹型、無患子型、樟樹型、澀葉榕型以及小葉桑型。降趨對應分析之結果與雙向矩陣群團分析之結果大致吻合。環境因子經由典型對應分析後，植物社會共有 3 項環境因子極達顯著，分別為海拔高度、坡向與全天光空域呈現負相關值。

本計畫未來將持續針對範圍內之植相、植群及環境因子進行調查及評估，預計增加草本樣區，以了解草生地與森林植被於環境因子及土壤性質是否有所不同，同時未來也將針對上述所列之合適樹種進行種源標記、種子採集、物候觀察等工作，以作為評估適生植物栽植選擇之重要依據。

柒、參考文獻

- 王偉、邱清安、蔡尚惠、郭礎嘉、曾彥學、曾喜育(2016) 苗栗火炎山地區植群分類之研究。中華林學季刊 49(2)：131-149。
- 王瑞斌 (2001) 南投九九峰卵礫石排列及其形狀對坡度的影響。國立臺灣大學地質學科學系研究所碩士論文。
- 王震哲、邱文良、張和明 (2012) 臺灣維管束植物紅皮書初評名錄。特有生物研究保育中心及臺灣植物分類學會出版，94 頁。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概論-臺灣地質圖說明書。經濟部中央地質調查所。共 164 頁。
- 吳久雄 (2003) 惡地創生機-臺南縣埤仔溝溪泥岩自然生態工法示範。行政院農業委員會 136：25-29。
- 呂勝由(2002) 發現綠色臺灣-不可能的任務石灰岩植物。行政院農業委員會林務局、社團法人中華民國企業永續發展學會，第 84-89 頁。
- 李思根、蕭謙麗、姜國彰、廖聖福、黃麗津、陳婉菁(2002) 電光泥火山地景保育與生物資源之調查研究。行政院農委會林務局，104 頁。
- 周富三、楊遠波、李冠儀、廖俊奎(2010) 高雄縣壽山森林植群之研究。國家公園學報 20(3)：15-24。
- 林俊全、鄭遠昌、任家弘 (2007) 苗栗三義火炎山地區的沖蝕特性之研究。中華水土保持學報 38(3)：275-285。

- 林書帆、譚淑婷、陳泳翰、邱彥瑜、莊瑞琳、王梵、雷翔宇(2017)。
《億萬年尺度的臺灣：從地質公園追出島嶼身世》。新北市：衛
城出版社。
- 羅宗仁、鍾詩文(2007)。臺灣種樹大圖鑑(上)(下)。新北市：天下文化
出版社。
- 邱祈榮、梁玉琦、賴彥任、黃名媛 (2004) 臺灣地區氣候分區與應用
之研究。臺灣地理資訊學刊 1: 41-62。
- 徐美玲 (1999)。《上天下地看家園》。臺北縣：大地地理出版事業。
- 耿文溥 (1981) 臺南以東丘陵區之地質。經濟部中央地質調查所彙刊
第一號。共 31 頁。
- 高方淇、陳欣怡(2007) 牛魔王的故鄉－臺東利吉惡地之探討。臺灣二
〇〇七年國際科學展覽會，21 頁。
- 梁耀竹、曾喜育、邱清安、曾彥學(2011) 臺灣西部惡地之植群調查。
林業研究季刊 33(3)：23-36。
- 陳榮河 (1999) 土石流之發生機制。土工技術 74：21-28。
- 游孟雪 (1999) 墾丁高位珊瑚礁森林的組合及結構分析。東海大學生
物系學士論文，74 頁。
- 楊勝任、李政賢 (2005) 臺東海岸山脈新港山東側植群生態研究。臺
灣林業科學 20(4): 341-353。
- 陳文民、陳恩倫、方國運、劉思謙、陳明義(2006) 臺東海岸山脈植
群分類與製圖。林業研究季刊 28(4) 53-76。
- 臺東縣卑南鄉利吉社區發展協會(2011)臺東縣卑南鄉利吉社區農村
再生計畫。共 89 頁。

- 劉崇瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館股份有限公司，462 頁。
- 劉瑩三(2012) 臺東利吉惡地地質公園。地景保育通訊 38(1)：31-32。
- 鄭遠昌 (2004) 地形變遷之研究-以苗栗火炎山 地區為例。國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文。
- 錢亦新、廖春芬、葉慶龍、王志強(2012) 十八羅漢山自然保護區植群調查之研究。中華林學季刊 45(3)：299-308。
- 謝長富 (2013) 植物地理與生態。植物系統分類學，邱文良、蔣鎮宇主編。南天書局有限公司，臺北，451 頁。
- 關秉宗、夏禹九、林世宗、張宗怡 (2004) 健全陸域生物多樣性監測系統與評定 擬復育劣化環境順序。國立臺灣大學生物多樣性研究中心。共 34 頁。
- 蘇詮智(2005) 高雄縣大崗山次生植群生態之研究。國立屏東科技大學森林系碩士學位論文。
- 蘇鴻傑 (1987a) 森林生育地因子及其定量評估。中華林學季刊 20(1): 1-14。
- 蘇鴻傑 (1987b) 植群生態多變數分析法之研究(II)直接梯度分析。中華林學季刊 20(2): 29-46。
- 蘇鴻傑 (1987c) 植群生態多變數分析法之研究(III)降趨對應分析及相關分布序列法。中華林學季刊 20(3): 45-68。
- 蘇鴻傑 (1996) 植群生態多變數分析方法之研究(IV)植群分類法及相關環境因子之分析。臺灣省立博物館年刊 39: 249-268。
- 蘇鴻傑、劉靜榆 (2004) 論植相社會學之植群分類法。臺大實驗林研究報告 18(3): 129-151。

- 王偉、邱清安、蔡尚惠、郭礎嘉、曾彥學、曾喜育(2016) 苗栗火炎山地區植群分類之研究。中華林學季刊 49(2)：131-149。
- 王瑞斌 (2001) 南投九九峰卵礫石排列及其形狀對坡度的影響。國立臺灣大學地質學科學系研究所碩士論文。
- 王震哲、邱文良、張和明 (2012) 臺灣維管束植物紅皮書初評名錄。特有生物研究保育中心及臺灣植物分類學會出版，94 頁。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概論-臺灣地質圖說明書。經濟部中央地質調查所。共 164 頁。
- 吳久雄 (2003) 惡地創生機-臺南縣埤仔溝溪泥岩自然生態工法示範。行政院農業委員會 136：25-29。
- 李思根、蕭謙麗、姜國彰、廖聖福、黃麗津、陳婉菁(2002) 電光泥火山地景保育與生物資源之調查研究。行政院農委會林務局，104 頁。
- 林俊全、鄭遠昌、任家弘 (2007) 苗栗三義火炎山地區的沖蝕特性之研究。中華水土保持學報 38(3)：275-285。
- 林書帆、譚淑婷、陳泳翰、邱彥瑜、莊瑞琳、王梵、雷翔宇(2017)。《億萬年尺度的臺灣：從地質公園追出島嶼身世》。新北市：衛城出版社。
- 邱祈榮、梁玉琦、賴彥任、黃名媛 (2004) 臺灣地區氣候分區與應用之研究。臺灣地理資訊學刊 1: 41-62。
- 徐美玲 (1999)。《上天下地看家園》。臺北縣：大地地理出版事業。
- 耿文溥 (1981) 臺南以東丘陵區之地質。經濟部中央地質調查所彙刊第一號。共 31 頁。

- 高方淇、陳欣怡(2007) 牛魔王的故鄉—臺東利吉惡地之探討。臺灣二〇〇七年國際科學展覽會，21 頁。
- 梁耀竹、曾喜育、邱清安、曾彥學(2011) 臺灣西部惡地之植群調查。林業研究季刊 33(3)：23-36。
- 周富三、楊遠波、李冠儀、廖俊奎(2010) 高雄縣壽山森林植群之研究。國家公園學報 20(3)：15-24。
- 蘇詮智(2005) 高雄縣大崗山次生植群生態之研究。國立屏東科技大學森林系碩士學位論文。
- 呂勝由(2002) 發現綠色臺灣-不可能的任務石灰岩植物。行政院農業委員會林務局、社團法人中華民國企業永續發展學會，第 84-89 頁。
- 錢亦新、廖春芬、葉慶龍、王志強(2012) 十八羅漢山自然保護區植群調查之研究。中華林學季刊 45(3)：299-308。
- 陳榮河 (1999) 土石流之發生機制。土工技術 74：21-28。
- 楊勝任、李政賢 (2005) 臺東海岸山脈新港山東側植群生態研究。臺灣林業科學 20(4): 341-353。
- 臺東縣卑南鄉利吉社區發展協會(2011)臺東縣卑南鄉利吉社區農村再生計畫。共 89 頁。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館股份有限公司，462 頁。
- 劉瑩三(2012) 臺東利吉惡地地質公園。地景保育通訊 38(1)：31-32。
- 鄭遠昌 (2004) 地形變遷之研究-以苗栗火炎山 地區為例。國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文。

- 謝長富 (2013) 植物地理與生態。植物系統分類學，邱文良、蔣鎮宇主編。南天書局有限公司，臺北，451 頁。
- 關秉宗、夏禹九、林世宗、張宗怡 (2004) 健全陸域生物多樣性監測系統與評定 擬復育劣化環境順序。國立臺灣大學生物多樣性研究中心。共 34 頁。
- 蘇鴻傑 (1987a) 森林生育地因子及其定量評估。中華林學季刊 20(1): 1-14。
- 蘇鴻傑 (1987b) 植群生態多變數分析法之研究(II)直接梯度分析。中華林學季刊 20(2): 29-46。
- 蘇鴻傑 (1987c) 植群生態多變數分析法之研究(III)降趨對應分析及相關分布序列法。中華林學季刊 20(3): 45-68。
- 蘇鴻傑 (1996) 植群生態多變數分析方法之研究(IV)植群分類法及相關環境因子之分析。臺灣省立博物館年刊 39: 249-268。
- 蘇鴻傑、劉靜榆 (2004) 論植相社會學之植群分類法。臺大實驗林研究報告 18(3): 129-151。
- Blum, B.M (1961) Age-size relationship in all-age northern hard-wood. Northeastern Forest Experiment Station. Forest Research Note 125. 3pp.
- Bongers, F., J. Popma, J. M. D. Castillo, and J. Catabias (1988) Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. Vegetatio 74: 55-88.
- Boufford, D. E., H. Ohashi, T. C. Huang, C. F. Hsieh, J. L. Tsai, and K. Y. Yang (2003) A Checklist of the Vascular Plants of Taiwan, p18-109. In: Boufford, D. E., C. F. Hsieh, T. C. Huang, C. S. Kuoh, H. Ohashi,

- and C. I. Peng (eds) *Flora of Taiwan*. National Taiwan University Press, Taipei.
- Brady, N. C., and R. R. Weil (2008). Soil colloids: seat of soil chemical and physical acidity. *The Nature and Properties of Soils*: 311-358.
- Daubenmire, R. (1968) *Plant communities: a textbook of plant synecology*. Harper and Row, New York and London. 300 pp.
- Day, F. P., and C. D. Monk (1974) Vegetation pattern on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55: 1064-1074.
- Franklin, J. F., T. Maeda, Y. Ohsumi, M. Matsui, H. Yagi, and M. Hawk (1979) Subalpine coniferous forest of central Honshu, Japan. *Ecological Monographs* 49: 311-334.
- Gates, F. C., and G. E. Nichols (1930) Relation between age and diameter in trees of the primeval northern hardwood forest. *Journal of Forestry* 28(3): 395-398.
- IUCN (2001) *IUCN red list categories and criteria: version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN (2003) *Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: version 3.0*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Knight, D. H. (1975) A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. *Ecological Monographs* 45: 259-284.

- Lepš, J., and P. Šmilauer (2003) *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 269 pp.
- Hodgson, J. M., Mancini, G. B., Legrand, V., & Vogel, R. A. (1985). Characterization of changes in coronary blood flow during the first six seconds after intracoronary contrast injection. *Investigative radiology*, 20(3), 246-252.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg (1974) *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York, USA. p.545-547.
- Shih, T. T. (1967) A survey of the active mud volcanoes in Taiwan and a study of their types and character of the mud. *Petroleum Geology of Taiwan* 5:259-311.
- Su, H. J. (1985) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (III). A scheme of geographical climatic regions. *Quart. J. Chin. For.* 18(3): 33-44.
- Wang, J. C., and C. T. Lu (2012) *Flora of Taiwan, Second Edition-Supplement*. National Taiwan Normal University, Taipei. 414 pp.
- Zhang, J. T., Y. Dong, and Y. Xi (2008) A comparison of SOFM ordination with DCA and CCA in gradient analysis of plant communities in the midst of Taihang mountain, China. *Ecological Informatics* 3: 367-374.
- 交通部觀光局花東縱谷國家風景區管理處。Retrieved from: <https://www.erv-nsa.gov.tw/user/Article.aspx?Lang=1&SNo=03000059>

臺灣國家地質公園網絡。 Retrieved from:
<http://140.112.64.54/TGN/main.php>

附錄一、臺東利吉地質公園植物名錄

屬性代碼(A, B, C)對照表

欄 A - T: 木本, S: 灌木, C: 藤本, H: 草本

欄 B - E: 特有, V: 原生, R: 歸化, D: 栽培

欄 C - EN: 瀕臨絕滅, VU: 易受害, NT: 接近威脅, DD: 資料不足

1. Pteridophyte 蕨類植物

1. Aspleniaceae 鐵角蕨科

1. *Asplenium antiquum* Makino 山蘇花 (H, V)

2. Polypodiaceae 水龍骨科

2. *Microsorium henryi* (Christ) Kuo 大星蕨 (H, V)

3. Pteridaceae 鳳尾蕨科

3. *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze 日本金粉蕨 (H, V)

4. *Pteris ensiformis* Burm. 箭葉鳳尾蕨 (H, V)

4. Schizaeaceae 海金沙科

5. *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw. 海金沙 (H, V)

5. Thelypteridaceae 金星蕨科

6. *Christella acuminata* (Houtt.) Lev. 小毛蕨 (H, V)

2. Gymnosperm 裸子植物

1. Araucariaceae 南洋杉科

7. *Araucaria cunninghamii* Aiton ex D. Don 肯氏南洋杉 (T, D)

8. *Araucaria excelsa* (Lamb.) R. Br. 小葉南洋杉 (T, D)

3. Dicotyledon 雙子葉植物

1. Amaranthaceae 莧科

9. *Celosia argentea* L. 青葙 (H, R)

10. *Celosia cristata* L. 雞冠花 (H, D)

11. *Gomphrena globosa* L. 千日紅 (H, D)

2. Anacardiaceae 漆樹科

12. *Mangifera indica* L. 芒果 (T, D)

13. *Pistacia chinensis* Bunge 黃連木 (T, V)

14. *Rhus chinensis* Mill. var. *roxburgii* (DC.) Rehd. 羅氏鹽膚木 (T, V)

3. Annonaceae 番荔枝科

15. *Annona squamosa* L. 釋迦 (S, D)

4. Apocynaceae 夾竹桃科

16. *Ecdysanthera rosea* Hook. & Arn. 酸藤 (C, V)

5. Asclepiadaceae 蘿藦科

17. *Gymnema sylvestre* (Retz.) Schultes, Roem. & Schultes 羊角藤 (C, V)

18. *Tylophora ovata* (Lindl.) Hook. ex Steud. 鷓鴣蔓 (C, E)

6. Asteraceae 菊科

19. *Ageratum houstonianum* Mill. 紫花霍香薊 (H, R)
20. *Aster subulatus* Michaux 帝馬蘭 (H, R)
21. *Bidens pilosa* L. var. *minor* (Blume) Sherff 咸豐草 (H, R)
22. *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. 大花咸豐草 (H, R)
23. *Blumea conspicua* Hayata 大花艾納香 (, VU)
24. *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob. 香澤蘭 (H, R)
25. *Conyza sumatrensis* (Retz.) Walker 野桐蒿 (H, R)
26. *Mikania micrantha* Kunth 小花蔓澤蘭 (C, R)
27. *Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don 美洲闊苞菊 (S, R)
28. *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc. 南美蟛蜞菊 (C, R)

7. Bignoniaceae 紫葳科

29. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson 黃金風鈴木 (T, D)
30. *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. 洋紅風鈴木 (T,)

8. Caprifoliaceae 忍冬科

31. *Viburnum luzonicum* Rolfe 呂宋莢蒾 (T, V)

9. Caricaceae 番木瓜科

32. *Carica papaya* L. 木瓜 (T, R)

10. Celastraceae 衛矛科

33. *Maytenus diversifolia* (Gray) Hou 刺裸實 (S, V)
11. Chenopodiaceae 藜科
34. *Chenopodium formosanum* Koidz. 臺灣藜 (H, E, DD)
12. Combretaceae 使君子科
35. *Terminalia catappa* L. 欖仁 (T, V)
13. Convolvulaceae 旋花科
36. *Argyrea formosana* Ishigami ex Yamazaki 鈍葉朝顏 (C, E, VU)
37. *Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl. 野牽牛 (C, R)
14. Cucurbitaceae 瓜科
38. *Trichosanthes cucumeroides* (Seringe) Maxim. ex Fr. & Sav. 王瓜 (C, V)
15. Ebenaceae 柿樹科
39. *Diospyros eriantha* Champ. ex Benth. 軟毛柿 (T, V)
16. Elaeagnaceae 胡頹子科
40. *Elaeagnus oldhamii* Maxim. 宜梧 (T, V, DD)
17. Elaeocarpaceae 杜英科
41. *Elaeocarpus serratus* L. 錫蘭橄欖 (T, D)
42. *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir. 杜英 (T, V)
18. Ericaceae 杜鵑花科
43. *Rhododendron pulchrum* Sweet 豔紫杜鵑 (S, D)

19. Euphorbiaceae 大戟科

44. *Acalypha hispida* Burm. f. 長穗鐵莧 (S, D)
45. *Bischofia javanica* Blume 茄苳 (T, V)
46. *Breynia officinalis* Hemsl. 紅仔珠 (S, V)
47. *Bridelia balansae* Tutch. 刺杜密 (T, V)
48. *Bridelia tomentosa* Blume 土密樹 (T, V)
49. *Euphorbia cyathophora* Murr. 猩猩草 (S, R)
50. *Euphorbia nerifolia* L. 金剛纂 (S, D)
51. *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch 聖誕紅 (S, D)
52. *Glochidion rubrum* Blume 細葉饅頭果 (T, V)
53. *Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg. 血桐 (T, V)
54. *Mallotus japonicus* (Thunb.) Muell. -Arg. 野桐 (T, V)
55. *Mallotus paniculatus* (Lam.) Muell. -Arg. 白匏子 (T, V)
56. *Mallotus philippensis* (Lam.) Muell. -Arg. 粗糠柴 (T, V)
57. *Mallotus repandus* (Willd.) Muell. -Arg. 扛香藤 (C, V)
58. *Melanolepis multiglandulosa* (Reinw.) Reich. f. & Zoll. 蟲屎 (T, V)
59. *Phyllanthus multiflorus* Willd. 多花油柑 (S, V)
60. *Phyllanthus urinaria* L. 葉下珠 (H, V)
61. *Ricinus communis* L. 蓖麻 (S, R)

62. *Sapium sebiferum* (L.) Roxb. 烏白 (T, R)

63. *Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy Shaw 油桐 (T, R)

64. *Vernicia montana* Lour. 廣東油桐 (T, R)

20. Fabaceae 豆科

65. *Acacia confusa* Merr. 相思樹 (T, V)

66. *Arachis duranensis* Krapov. & W.C. Gregory 蔓花生 (H, D)

67. *Bauhinia variegata* L. 羊蹄甲 (T, R)

68. *Crotalaria micans* Link 黃豬屎豆 (H, R)

69. *Desmodium gangeticum* (L.) DC. 大葉山螞蝗 (S, V)

70. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. 大葉佛萊明豆 (S, V)

71. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 銀合歡 (S, R)

72. *Mimosa pigra* L. 美洲含羞木 (S, R)

73. *Mucuna macrocarpa* Wall. 血藤 (C, V)

74. *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi subsp. *thomsonii* (Benth.) Ohashi & Tateishi 大葛藤 (C, R)

75. *Pueraria montana* (Lour.) Merr. 山葛 (C, V)

76. *Senna alata* (L.) Roxb. 翼柄決明 (H, R)

77. *Senna siamea* (Lamarck) Irwin & Barneby 鐵刀木 (T, R)

78. *Senna tora* (L.) Roxb. 決明 (H, R)

79. *Sesbania cannabiana* (Retz.) Poir 田菁 (H, R)

21. Fagaceae 殼斗科

80. *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst. 青剛櫟 (T, V)

22. Flacourtiaceae 大風子科

81. *Scolopia oldhamii* Hance 魯花樹 (T, V)

23. Hamamelidaceae 金縷梅科

82. *Liquidambar formosana* Hance 楓香 (T, V)

24. Juglandaceae 胡桃科

83. *Engelhardtia roxburghiana* Wall. 黃杞 (T, V)

25. Lamiaceae 唇形花科

84. *Mentha canadensis* L. 薄荷 (H, R)

26. Lauraceae 樟科

85. *Cinnamomum burmannii* (C. G. & Th. Nees) Bl. 陰香 (T, R)

86. *Cinnamomum camphora* (L.) Nees & Eberm. 樟樹 (T, V)

87. *Cinnamomum insularimontanum* Hayata 臺灣肉桂 (T, E)

88. *Cinnamomum kotoense* Kanehira & Sasaki 蘭嶼肉桂 (T, E, **E1;CR**)

89. *Litsea hypophaea* Hayata 小梗木薑子 (T, E)

90. *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. var. *kusanoi* (Hayata) Liao 大葉楠 (T, E)

91. *Machilus zuihoensis* Hayata 香楠 (T, E)

27. Lythraceae 千屈菜科

92. *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) Macbrids 克非亞草 (H, R)

93. *Lagerstroemia subcostata* Koehne 九芎 (T, V)

28. Malpighiaceae 黃褥花科

94. *Hiptage benghalensis* (L.) Kurz 猿尾藤 (C, V)

29. Malvaceae 錦葵科

95. *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. 黃秋葵 (S, D)

96. *Hibiscus mutabilis* L. 芙蓉 (T, D, DD)

97. *Hibiscus rosa-sinensis* L. 朱槿 (S, D)

98. *Hibiscus syriacus* L. 木槿 (S, V)

99. *Hibiscus taiwanensis* Hu 山芙蓉 (S, E)

100. *Sida rhombifolia* L. 金午時花 (S, V)

101. *Urena procumbens* L. 梵天花 (H, V)

30. Meliaceae 楝科

102. *Melia azedarach* L. 苦楝 (T, V)

31. Menispermaceae 防己科

103. *Stephania japonica* (Thunb. ex Murray) Miers 千金藤 (C, V)

32. Moraceae 桑科

104. *Artocarpus heterophyllus* Lam. 波羅蜜 (T, D)

105. *Artocarpus incisus* (Th.) L. F. 麵包樹 (T, D)
106. *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent. 構樹 (T, V)
107. *Ficus ampelas* Burm. f. 菲律賓榕 (T, V)
108. *Ficus erecta* Thunb. var. *beeheyana* (Hook. & Arn.) King 牛奶
榕 (T, V)
109. *Ficus irisana* Elmer 澀葉榕 (T, V)
110. *Ficus microcarpa* L. f. 榕 (T, V)
111. *Ficus nervosa* Heyne 九丁榕 (T, V)
112. *Ficus septica* Burm. f. 稜果榕 (T, V)
113. *Malaisia scandens* (Lour.) Planch. 盤龍木 (C, V)
114. *Morus australis* Poir. 小葉桑 (S, V)
33. Myricaceae 楊梅科
115. *Myrica rubra* (Lour.) Sieb. & Zucc. 楊梅 (T, V)
34. Myrsinaceae 紫金牛科
116. *Ardisia cornudentata* Mez 鐵雨傘 (S, E)
117. *Ardisia sieboldii* Miq. 樹杞 (T, V)
118. *Maesa perlaria* (Lour.) Merr. var. *formosana* (Mez) Yuen P.
Yang 臺灣山桂花 (S, V)
35. Myrtaceae 桃金娘科
119. *Psidium cattleianum* Sabine 草莓番石榴 (T, D)

120. *Psidium guajava* L. 番石榴 (S, R)
36. Oleaceae 木犀科
121. *Fraxinus griffithii* C. B. Clarke 白雞油 (T, E)
122. *Jasminum nervosum* Lour. 山素英 (S, E)
123. *Osmanthus fragrans* Lour. 桂花 (T, D)
37. Opiliaceae 山柚科
124. *Champereia manillana* (Blume) Merr. 山柚 (T, V)
38. Oxalidaceae 酢醬草科
125. *Averrhoa carambola* L. 楊桃 (T, D)
126. *Oxalis corymbosa* DC. 紫花酢醬草 (H, R)
127. *Oxalis luteola* Glauca 乳黃酢醬草 (H, D)
39. Passifloraceae 西番蓮科
128. *Passiflora edulis* Sims. 百香果 (C, R)
129. *Passiflora foetida* L. var. *hispida* (DC. ex Triana & Planch.)
Killip 毛西番蓮 (C, R)
130. *Passiflora suberosa* L. 三角葉西番蓮 (C, R)
40. Piperaceae 胡椒科
131. *Piper betle* L. 荖藤 (C, R)
132. *Piper kadsura* (Choisy) Ohwi 風藤 (C, V)
41. Pittosporaceae 海桐科

147. *Pittosporum pentandrum* (Blanco) Merr. 七里香 (T, V)
42. Polygonaceae 蓼科
146. *Antigonon leptopus* Hook. & Arn. 珊瑚藤 (C, R)
43. Ranunculaceae 毛茛科
145. *Clematis henryi* Oliv. 亨利氏鐵線蓮 (C, V)
44. Rhamnaceae 鼠李科
144. *Rhamnus formosana* Matsum. 桶鉤藤 (S, E)
45. Rosaceae 薔薇科
137. *Photinia serratifolia* (Desf.) Kalkman var. *ardisifolia* (Hayata)
Ohashi 臺東石楠
138. *Pyracantha koidzumii* (Hayata) Rehder 臺東火刺木 (S,
E, E1;VU)
46. Rubiaceae 茜草科
139. *Ixora x williamsii* Hort. 矮仙丹花 (S, D)
140. *Morinda citrifolia* L. 檄樹 (T, V)
141. *Mussaenda pubescens* Ait. f. 玉葉金花 (S, E)
142. *Paederia foetida* L. 雞屎藤 (C, V)
47. Rutaceae 芸香科
143. *Melicope pteleifolia* (Champ. ex Benth.) T. Hartley 三腳鯮 (T,
V)
144. *Melicope semecarpifolia* (Merr.) T. Hartley 山刈葉 (T, V)
145. *Murraya paniculata* (L.) Jack. 月橘 (S, V)

146. *Severinia buxifolia* (Poir.) Tenore 烏柑仔 (S, V)
147. *Toddalia asiatica* (L.) Lam. 飛龍掌血 (C, V)
148. *Zanthoxylum ailanthoides* Sieb. & Zucc. 食茱萸 (T, V)
48. Sapindaceae 無患子科
149. *Cardiospermum halicacabum* L. 倒地鈴 (C, R)
150. *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. 車桑子 (S, V)
151. *Euphoria longana* Lam. 龍眼 (T, R)
152. *Litchi chinensis* Sonner. 荔枝 (T, D)
153. *Sapindus mukorossii* Gaertn. 無患子 (T, V)
49. Sapotaceae 山欖科
154. *Chrysophyllum cainito* L. 星蘋果 (T, D)
155. *Palaquium formosanum* Hayata 大葉山欖 (T, V)
156. *Planchonella obovata* (R. Br.) Pierre 山欖 (T, V)
50. Saxifragaceae 虎耳草科
157. *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏 (S, V)
51. Scrophulariaceae 玄參科
158. *Leucophyllum frutescens* (Berland.) I.M. Johnst. 紅花玉芙蓉 (H, D)
52. Solanaceae 茄科

159. *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Bercht. & Presl 大花曼陀羅 (T, R)
160. *Capsicum annum* L. 辣椒 (S, R)
161. *Capsicum annum* L. var. *grossum* Seudt 青椒 (H, D)
162. *Lycianthes biflora* (Lour.) Bitter 雙花龍葵 (H, V)
163. *Solanum diphyllum* L. 瑪瑙珠 (S, R)
164. *Solanum erianthum* D. Don 山煙草 (S, R)
165. *Solanum nigrum* L. 龍葵 (H, V)
53. Staphyleaceae 省沽油科
166. *Turpinia formosana* Nakai 山香圓 (T, E)
54. Styracaceae 安息香科
167. *Styrax suberifolia* Hook. & Arn. 紅皮 (T, V)
55. Ulmaceae 榆科
168. *Aphananthe aspera* (Thunb. ex Murray) Planch. 糙葉樹 (T, V)
169. *Celtis formosana* Hayata 石朴 (T, E)
170. *Celtis sinensis* Personn 朴樹 (T, V)
171. *Trema orientalis* (L.) Blume 山黃麻 (T, V)
172. *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino 欒 (T, V)
56. Urticaceae 蕁麻科

173. *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. var. *tenacissima* (Gaudich.)
Miq. 青芋麻 (H, V)

174. *Dendrocnide meyeniana* (Walp.) Chew 咬人狗 (T, V)

57. Verbenaceae 馬鞭草科

175. *Callicarpa formosana* Rolfe 杜虹花 (T, V)

176. *Lantana camara* L. 馬櫻丹 (S, R)

177. *Stachytarpheta indica* (L.) Vahl 長穗木 (H, R)

178. *Vitex quinata* (Lour.) F. N. Williams 山埔姜 (T, V)

58. Vitaceae 葡萄科

179. *Ampelopsis glandulosa* (Wall.) Mom. var. *hancei* (Planch.)
Mom. 漢氏山葡萄 (C, V)

180. *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep. 虎葛 (C, V)

181. *Tetrastigma formosanum* (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤 (C, V)

4. Monocotyledon 單子葉植物

1. Agavaceae 龍舌蘭科

182. *Agave fourcroydes* Lem. 黃條龍舌蘭 (R)

183. *Agave sisalana* Perr. ex Enghlm. 瓊麻 (H, R)

184. *Cordyline fruticosa* (L.) Goepp. 朱蕉 (H, D)

185. *Sansevieria trifasciata* Prain 虎尾蘭 (H, D)

2. Amaryllidaceae 石蒜科

186. *Hymenocallis speciosa* (L. f. ex Salisb.) Salisb. 蜘蛛百合 (H, D)

3. Araceae 天南星科

187. *Alocasia odora* (Roxb.) C. Koch 姑婆芋 (H, V)

188. *Rhaphidophora aurea* (Lindl. ex Andre.) Birdsey 黃金葛 (C, D)

4. Arecaceae 棕櫚科

189. *Areca catechu* L. 檳榔 (T, D)

190. *Arenga engleri* Beccari 山棕 (S, V)

191. *Calamus quiquesetinervius* Burret. 黃藤 (C, E)

192. *Cocos nucifera* L. 椰子 (T, D)

193. *Phoenix hanceana* Naudin 臺灣海棗 (S, V)

5. Cannaceae 美人蕉科

194. *Canna indica* L. 美人蕉 (H, R)

6. Liliaceae 百合科

195. *Dianella ensifolia* (L.) DC. ex Redoute. 桔梗蘭 (H, V)

196. *Lilium formosanum* Wallace 臺灣百合 (H, E)

7. Musaceae 芭蕉科

197. *Musa sapientum* L. 香蕉 (H, D)

8. Poaceae 禾本科

198. *Aristida chinensis* Munro 華三芒草 (H, V, CR)

199. *Arundo formosana* Hack. 臺灣蘆竹 (H, V)
200. *Bambusa dolichoclada* Hayata 長枝竹 (T, E)
201. *Bambusa multiplex* (Lour.) Raeuschel 蓬萊竹 (T, D)
202. *Bambusa stenostachya* Hackel 刺竹 (T, V)
203. *Coix lacryma-jobi* L. 薏苡 (H, R)
204. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. 狗牙根 (H, V)
205. *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf 雙花草 (H, R)
206. *Eleusine indica* (L.) Gaertn. 牛筋草 (H, V)
207. *Isachne miliacea* Roth 類黍柳葉箬 (H, V, DD)
208. *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut. 五節芒 (H, V)
208. *Oplismenus compositus* (L.) P. Beauv. 竹葉草 (H, V)
210. *Panicum maximum* Jacq. 大黍 (H, R)
211. *Rottboellia exaltata* L. f. 羅氏草 (H, V)
212. *Setaria palmifolia* (J. König) Stapf 颱風草 (H, R)
213. *Zea mays* L. 玉米 (H, R)

9. Zingiberaceae 薑科

214. *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith 月桃 (H, V)
215. *Hedychium coronarium* Koenig 野薑花 (H, R)

類群	科	屬	種	特有	原生	歸化	培育	稀有	喬木	灌木	藤本	草本
----	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

蕨類植物	5	6	6	0	6	0	0	0	0	0	0	6
裸子植物	1	1	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0
雙子葉植物	58	133	172	17	84	44	25	7	79	37	28	27
單子葉植物	9	31	34	3	14	9	8	2	5	2	2	24
合計	73	171	214	20	104	53	35	9	86	39	30	57

附錄二、臺東利吉地質公園樣區環境原始資料

植物社會

plot	Alt.(m)	Slo.(°)	Asp.	Top.	WLS(%)	DLS(%)	pH	Sto.
1	120	8	1	5	70	73	7.36	4
2	82	35	5	2	71	84	7.71	3
3	83	9	2	3	68	81	8.26	4
4	77	4	2	4	68	84	7.93	4
5	183	10	1	2	71	76	7.77	3
6	138	10	15	2	58	67	7.53	2
7	273	10	9	3	83	85	7.53	2
8	295	30	6	2	60	72	5.77	2
9	304	5	1	2	61	78	6.05	1
10	52	25	4	4	55	67	6.94	3
11	119	10	16	3	65	69	6.05	1
12	127	10	16	3	44	54	5.65	1
13	127	12	16	3	27	32	5.78	1
14	150	5	16	4	20	31	6.25	1
15	172	11	16	4	45	63	6.7	1

16	176	10	15	1	50	6	6.75	1
17	288	19	15	3	38	56	6.85	1
18	336	10	14	3	65	73	6.68	1
19	241	1	16	2	38	52	6.55	2
20	234	1	16	2	40	45	6.62	1
21	94	11	14	3	55	78	6.44	1
22	172	3	14	3	55	68	7.53	2
23	103	8	8	4	73	76	5.63	2
24	110	19	19	1	76	82	5.91	1
25	273	23	23	4	73	67	5.95	2
26	213	30	30	3	77	85	6.59	3
27	250	20	20	3	74	80	7.21	2
28	91	20	20	3	75	81	7.68	1
29	237	10	10	3	74	76	7.26	4
30	142	15	15	4	75	82	7.49	2

註：Alt.：海拔高度；Slo.：坡度；Asp.：方位；Top.：地形位置；WLS：全天光空域；DLS：直射光空域；pH：土壤 pH 值；Sto.：土壤含石率

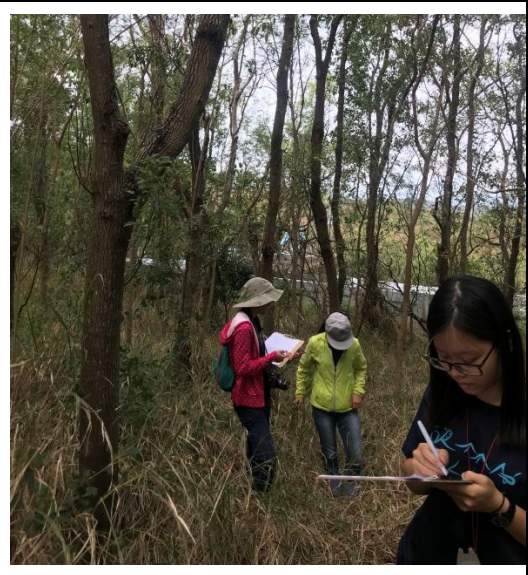
附錄三、臺東利吉地質公園土壤性質原始資料

樣區	土壤質地	有機質	有效磷	鉀	鈉	鈣	鎂	CEC
1	砂質壤土	0.41	-74.80	0.32	0.12	11.79	1.32	8.11
2	砂質壤土	3.26	86.11	0.96	0.27	16.07	1.21	8.57
3	砂質黏壤土	3.23	147.95	0.32	3.40	0.62	1.10	5.57
4	壤土	4.65	74.51	0.48	1.19	0.94	0.79	4.99
5	黏壤土	0.16	-32.90	0.54	1.63	12.19	0.97	13.00
6	黏壤土	0.39	-55.48	0.61	0.32	11.27	0.60	10.56
7	砂質黏壤土	2.22	205.32	0.61	0.69	9.10	0.95	8.38
8	砂質黏壤土	2.04	-34.52	0.74	17.60	6.00	0.99	9.20
9	砂質黏壤土	3.49	206.94	0.54	0.58	7.69	0.97	9.00
10	砂質壤土	5.01	75.53	0.51	0.69	16.05	1.08	10.39
11	粉砂壤土	2.62	41.96	0.57	0.22	7.32	1.14	9.53
12	砂質壤土	3.82	6.77	0.45	0.34	8.90	0.91	11.95
13	黏質壤土	1.92	160.36	0.67	0.86	7.14	1.15	8.94
14	黏土	8.88	15.52	0.41	0.61	12.79	0.83	14.70
15	砂質壤土	5.17	54.58	0.38	0.60	12.77	1.31	6.55
16	黏土	4.68	3.31	0.60	0.56	13.71	1.09	8.93
17	砂質壤土	4.80	447.80	1.95	0.27	17.92	0.93	14.14
18	壤土	2.88	295.63	4.27	0.54	13.75	1.02	12.14
19	砂質壤土	6.21	24.88	1.15	1.25	15.95	0.46	14.35
20	壤土	2.71	94.86	2.09	2.10	19.41	0.54	12.86
21	黏土	2.82	-42.26	0.19	0.81	9.72	0.48	8.91
22	黏土	2.44	130.66	0.42	0.05	11.05	0.63	10.99
23	砂質壤土	2.01	-34.52	0.41	0.64	9.34	0.68	8.56
24	砂質壤土	7.56	107.06	0.45	0.05	19.28	0.32	16.72
25	砂土	4.66	313.54	1.38	5.87	15.37	0.90	12.99
26	壤質砂土	4.30	-14.79	0.45	11.83	9.32	1.05	5.39
27	壤質砂土	1.58	24.06	7.39	1.46	7.83	20.70	6.56
28	砂土	2.37	-90.47	0.42	0.18	12.85	9.88	8.78
29	砂質壤土	2.02	24.47	1.84	6.17	15.25	16.26	12.25
30	砂質壤土	3.84	-4.21	0.72	0.26	13.25	18.91	11.38

附錄四、臺東利吉地質公園適生植物調查研究照片



(1) 植物社會樣區調查



(2) 植物社會樣區調查



(3) 利吉地質公園之步道



(4) 挑選樣區過程



(5) 植物社會樣區調查



(6) 挖取樣區土壤

	
<p>(7) 植物社會樣區調查</p>	<p>(8)植物社會樣區遠景</p>
	
<p>(9) 植物社會樣區調查</p>	<p>(10) 植物社會樣區</p>
	
<p>(11) 放牧之牛</p>	<p>(12)當地之代表灌木-車桑子</p>



(13) 植物社會樣區調查



(14)植物社會樣區調查



(15) 觀景臺眺望



(16) 植物社會樣區調查



(17) 全天光量測

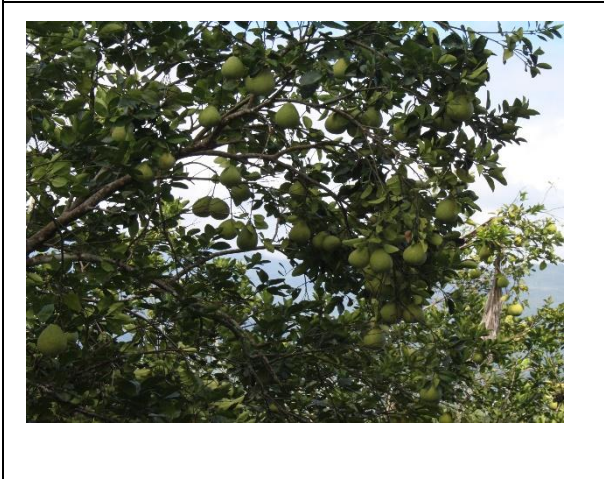


(18)挑選樣區過程

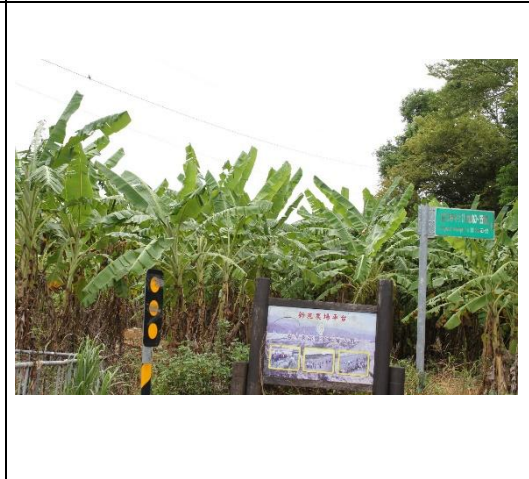


(1) 種植之果樹—百香果

(2) 種植之農作物—辣椒



(3) 種植之果樹—柚子



(4) 種植之果樹—香蕉



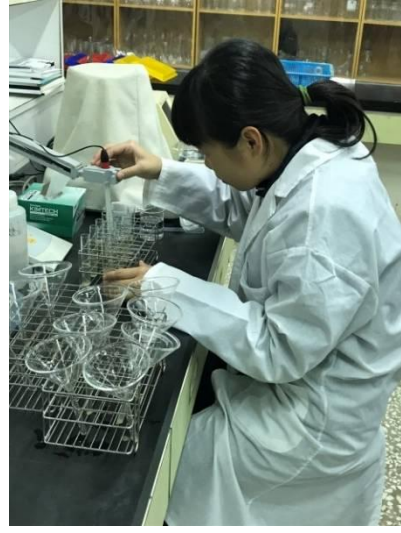
(5) 種植之果樹—釋迦



(6) 河床旁之農作物-薏苡



(1) 土壤過篩



(2) 土壤質地分析



(3) 有效磷實驗操作



(4) 有機質實驗操作



(5) CEC 操作過程



(6) CEC 操作過程

附錄五、期中委員意見回復表

審查委員/ 列席者	審查委員意見	廠商答覆
	整個社會現在呈現的是演替初期、中期還是末期?	應該都是初期，中後期的大概就是菲律賓賓榕型。
	樣區是屬於鑲嵌體來取樣還是系統取樣還是逢機取樣?	最主要的是以逢機取樣。
	銀合歡型占的面積有多大?相思樹型占的面積有多大?菲律賓賓榕型占的面積有多大?	幾乎是看不出來。銀合歡型應該是可能，可是後面這一型，像剛才提到的，它都是到後面變成鑲嵌式的就比較難。
	調查後有沒有值得留下來除了火刺木外的原生植物?或者植群調查出來可以應用在於社區可以去操作的植物?	有，這個我們在期末報告會把它放進去。
	銀合歡是否有移除的必要還是說移除會對地質造成什麼影響?	理事長：當初縱管處有召集好多相關單位針對銀合歡的部分一起討論但沒結論。
	之前的植群有銀合歡嗎?	幾乎沒有資料記載，比較沒有銀合歡的就是相思樹跟車桑子、黃連木這幾種。