

# 108 年臺北市大崙頭山林地示範區調查及營造

## 摘要

士林區大崙頭山區公有林地示範區目前多為次生林，部分林木老熟亦未加以應用，本研究進行示範林地林相改良，並提出大崙頭山林地示範區造林施作規範、種植營造計畫。種植營造計畫之樹種選擇，永續林木區採用物種分布模擬，分析森林法 12 種貴重木於大崙頭山林地之生育地適宜度，再據以選擇永續林木區之經濟樹種，四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區，則以完整名錄 → 可用名錄 → 推薦名錄 → 審定名錄之階段式流程來篩選所需的特色植物與景觀植物，藉由系統性逐步彙整及過濾的方式來建立適用之植物推薦清單。

本年度完成 5 ha 之林相改良示範作業，同時進行造林撫育施作等作業前後調查，了解疏伐後概況，並配合整地、種植及改良完成等階段，製作縮時紀錄影片及空拍影像，藉以累積臺北市林地經營管理之相關知識與操作技術，作為未來臺北市林地經營管理之基礎資料及參考資訊。林地示範區之營造除可進行林相改良工作外，亦讓此區域之景觀增添四季變化，遊憩資源更加豐富，整體場域將具有森林保育、防災、景觀、教育遊憩及資源永續利用等多重效益，實為未來臺北市林地經營管理之重要基礎與參考資訊。

## 一、前言

森林具有捍止土砂、截留降水與涵養水資源之功能，對山坡地範圍之環境維護尤其重要。為保育森林資源，使森林發揮維護國土保安、保護人民生命財產與公共設施安全，並提昇生活環境品質之功能。而林地經營係藉森林之各項機能控制地表，藉由森林植被之覆蓋截留雨水、減少沖蝕保護土地，或藉植物之根系固著土壤、增加土壤孔隙，達到鞏固土石涵養水源之作用，或於沿海地區透過林木所構築之屏障，阻擋來自海洋之強風、鹽分侵襲，達到防風防潮之效果等，據以發揮國土保安功能，並保護民眾生命與財產之安全之公益功能。

為顧及森林法管制及臺北市林地管理穩定性，並兼顧山坡地保育利用條例、都市計畫法及臺北市都市計畫施行自治條例等相關法令之整體性，並考量臺北市土地管制使用合法性維護，臺北市政府於 106 年依森林法施行細則第三條之規定，辦理臺北市之林地範圍認定研析，建置林地清冊及繪製圖說，共認定林地面積 3,229 ha。另於 107 年進行臺北市公有林地植群樣區設置調查，進行植群資料分析，並挑選 1 處位於士林區大崙頭山區之公有林地作示範區營造，研擬經營管理作業方法，並進行初步營造，盼作為未來臺北市林相更新撫育及林地經營管理之參考資料。此一示範區中之林地約 26 ha，過去曾進行相思樹、柳杉、檸檬

桉、油桐等樹種之造林，亦有栽植經濟果樹或竹林，後因缺乏撫育多已淪為次生林，部分林木老熟亦未加以應用，因此擇定大崙頭山林地分年辦理林相改良工作，將老熟造林木及擴張之竹林重整改良。另本區早年建設局即規劃為臺北小溪頭遊憩區，目前亦有許多民眾至此進行健行踏青等休閒活動，因此除林相改良工作外，亦希望加強此區域之景觀及規劃更貼近民眾之戶外活動場域，並串聯鄰近之環教及遊憩場域，擴大本區功能以達發揮森林保育防災、景觀、教育遊憩及資源永續利用等多重效益。

## 二、前人研究

### (一) 地理資料

本計畫區位於臺北市士林區與內湖區交界處，大崙頭山海拔 476 m，山頂寬平，隸屬大屯火山群之五指山系，為臺灣小百岳之一。本區屬於古老之沉積岩，於雙溪河床為大寮層可見由厚層塊狀砂岩和頁岩或砂岩、頁岩互層所組成，山腰為淺灰色至白色砂岩、灰色砂岩、灰黑色頁岩互層，和大崙尾山頂的五指山層，主要由灰白色礫質中粗粒正石英岩或副石英砂岩構成(鄧屬予，2006)。計畫區附近山岳有大崙頭山(476 m)、文間山(184 m)以及大崙尾山(451 m)，而位處山腰處以一湖泊，大崙湖；而山區北側自然步道與萬溪產業道路銜接，與內雙溪森林自然公園一同相伴。

### (二) 生物資源

#### 1. 臺北市動物資源

臺北市動物資源方面，過去臺北市生物多樣性指標調查計畫(李培芬，2008-2013、2015-2017)，長期監測臺北市生物多樣性指標，共紀錄 11 年資料，累積許多非常珍貴的生物資源資料，其中鳥類、淡水魚類、陸域昆蟲及水域昆蟲為每年調查更新，兩棲類、爬蟲類及淡水無脊椎動物則每 3 年調查更新。

##### (1) 鳥類

過去臺北市生物多樣性調查報告中(李培芬，2008)，第一季(8 月份)調查以留鳥、夏候鳥與過境鳥為主要調查對象，在 300 m 以上山區、300 m 以下山區與都市綠地三種類型分區內，共調查到 21 科 34 種 616 隻；第二季(9 月份)共紀錄 34 科 85 種 9,128 隻。而在 2012 年春季(2 月初起至 4 月底)調查紀錄為 33 科 72 種 4,019 隻，秋季(11 月)為 22 科 47 種 1,273 隻(李培芬，2012)。另外，於 2017 年度的調查中(李培芬，2017)，依據 40 個陸域調查點及 12 個水域調查點樣區，共記錄 102 種鳥類(2017 年 3 月至 6 月及 2017 年 9 月至翌年 1 月)，以 300 m 以下山區、都市綠地和濕地鳥類達 60 種最多，保育鳥類共 14 種，其中有第一級瀕臨絕種保育類游隼(*Falco peregrinus*)1 種；第二級珍貴稀有保育類 10 種，包括魚鷹(*Pandion haliaetus*)、黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)、東方蜂鷹(*Pernis ptilorhynchus*)、大冠鳶(*Spilornis cheela*)、鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus*)、松雀鷹(*A. virgatus*)、黑

鳶(*Milvus migrans*)、赤腹山雀(*Sittiparus castaneiventris*)、東方鳶(*Buteo japonicus*)以及臺灣八哥(*Acridotheres cristatellus*)；第三級其他應予保育類有 3 種，包括紅尾伯勞(*Lanius cristatus*)、臺灣藍鵲(*Urocissa caerulea*)，以及白尾鵲(*Cinclidium leucurum*)。特有種鳥類有臺灣竹雞(*Bambusicola sonorivox*)、五色鳥(*Psilopogon nuchalis*)、臺灣藍鵲、小彎嘴(*Pomatorhinus musicus*)、大彎嘴(*Megapomatorhinus erythrocnemis*)、繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)、赤腹山雀以及臺灣紫嘯鶇(*Myophonus insularis*)共 8 種，保育類中數量最高的物種為臺灣藍鵲與臺灣八哥，特有種中則以五色鳥數量最高。

## (2) 兩棲類動物

臺北市生物多樣性調查報告中(李培芬，2012)兩棲類共計有 22 種。金線蛙(*Pelophylax fukienensis*)(臺北植物園)、翡翠樹蛙(*Rhacophorus prasinatus*)(木柵貓空、仙跡岩、中正山)，以及臺北樹蛙(*R. taipeianus*)(鹿角坑、大屯山、中正山、夢幻湖、內雙溪、金面山、南港)為「其它應予保育之野生動物(第 III 級)」；特有種方面：盤古蟾蜍(*Bufo bankorensis*)、斯文豪氏赤蛙(*Odorana swinhoana*)、褐樹蛙(*Buergeria robusta*)、面天樹蛙(*Kurixalus idiootocus*)、翡翠樹蛙，以及臺北樹蛙為臺灣特有種。外來種方面，則調查到牛蛙(*Lithobates catesbeianus*)(原產於北美東部)與斑腿樹蛙(*Polydectes megacephalus*)。2015 年調查結果，共計 21 種，相對過去調查，當年度未調查到長腳赤蛙(*Rana longicrus Stejneger*)，而調查到黑眶蟾蜍(*B. melanostictus*)504 隻次為個體數量最多物種，此外，斑腿樹蛙的數量與分布，都較過去調查記錄增加，需多加監測其擴散速度、範圍與數量。

## (3) 爬蟲類動物

李培芬 2012 年的調查中，調查結果共計 11 科 27 種，其中柴棺龜(*Mauremys mutica*)(鹿角坑)為「珍貴稀有野生動物(第 II 級)」；龜殼花(*Protothrops mucrosquamatus*)(中正山、天母、康樂山、南港)、兩傘節(*Bungarus multicinctus*)(關渡自然保留區)為「其它應予保育之野生動物(第 III 級)」；特有種方面：斯文豪氏攀蜥(*Diplodwema swinhonis*)、蓬萊草蜥(*Takydromus stejnegeri*)、翠斑草蜥(*T. viridipunctatus*)、臺灣鈍頭蛇(*Paareas formosensis*)為臺灣特有種，黃口攀蜥(*japalura polygonata xanthostoma*)為臺灣特有亞種；外來種方面，計有紅耳泥龜(*Trachemys scriptata elegans*)(俗稱巴西烏龜，原產北美東部)、黃頭側頸龜(*Podocnemis unifilis*)(俗稱忍者龜，原產南美洲)、地圖龜(*Graptemys spp.*)(原產於北美東部，未捕獲，無法判定明確種類，僅能確認為地圖龜屬的種類)。於 2015 年共計 11 科 25 種，保育類有黑眉錦蛇(*Orthriophis taeniurus friesi*)(夢幻湖)、龜殼花(天母、劍潭、金面山)、兩傘節(內雙溪、仙跡岩、關渡自然保留區)；特有種則有斯文豪氏攀蜥、蓬萊草蜥、翠斑草蜥、泰雅鈍頭蛇(*Pareas atayal*)，特有亞種為黃口攀蜥。外來種方面，調查計有紅耳泥龜(俗稱巴西烏龜，原產北美東部)、古巴彩龜(*T. decussata*)(原產古巴)；皆以寵物市場熱門物種為主。兩棲爬蟲類野外觀察數量方面，以鉛山壁虎(*Gekko hokouensis*)的 184 隻次最多。

#### (4) 蝶類

臺灣蝶種豐富，產近 400 種蝶種；臺北市四周森林環繞加上鄰近陽明山國家公園區域內即紀錄有超過臺灣全國四分之一的種類，共有 5 科 197 種於臺北市被紀錄過(山中正夫，1971-1975、1980；楊平世，1987；李培芬，2008、2012)。山中正夫於 1971-1980 年間紀錄有 5 科 183 種；楊平世於 1987 年紀錄 5 科 158 種；李培芬 2008 年調查共紀錄 5 科 92 種 969 隻，2012 年共紀錄 5 科 105 種 1,664 隻，2017 年調查結果共 5 科 100 種 4,765 隻。

#### 2. 臺北市植物資源

2003 年陳永寬等在臺北市保安林檢訂管理計畫中，於臺北市保安林區域設置 120 個 10 m × 10 m 樣區，進行每木調查，共調查 36 科 79 種，包含九節木(*Psychotria rubra* (Lour.) Poir.)、大明橘、大青(*Clerodendrum cyrtophyllum* Turcz.) 等。

2007 年許再文等整理臺北市、新北市及基隆市植物資源共紀錄維管束植物 185 科 1,371 種，其中蕨類植物 35 科 205 種、裸子植物 5 科 14 種、雙子葉植物 119 科 925 種、單子葉植物 26 科 227 種；依照 IUCN 訂定之物種瀕危等級標準評估結果，稀有植物計有絕滅級(EX)1 種、極危級(CR)10 種、瀕危級(EN)22 種、易危級(VU)49 種、接近威脅(NT)12 種。

2008 年根據許立達於陽明山國家公園之植被變遷研究調查資料，陽明山國家公園之植物含部份馴化之栽培種共計有蕨類 35 科 71 屬 175 種；裸子植物 1 科 1 屬 2 種；雙子葉植物 117 科 453 屬 831 種；單子葉植物 28 科 171 屬 351 種，合計有 181 科 696 屬 1,359 種。分別是以紅楠、長梗紫麻(*Oreocnide pedunculata* (Shirai) Masam.)、大葉楠(*M. japonica* Siebold & Zucc. var. *kusanoi* (Hayata) J. C. Liao)、昆欄樹(*Trochodendron aralioides* Siebold & Zucc.) 為優勢植物。以紅楠為主的森林景觀為陽明山國家公園內最常見、最穩定的森林景觀，其伴生樹種有樹杞(*Ardisia sieboldii* Miq.)、楊桐、墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.) 等。以長梗紫麻為主的森林景觀所佔面積較小，大多分布於潮濕山谷，屬於森林演替初期植物社會，並不穩定，將逐漸演替成以大葉楠為主之森林景觀。以大葉楠為主的森林景觀主要分布於 700 公尺以下之低海拔或較潮濕之坡地或谷地，伴生樹種有紅楠、長葉木薑子(*Litsea acuminata* (Blume) Kurata) 等，下層植物則有山龍眼(*Helicia formosana* Hemsl.)、山橘、長梗紫麻、臺灣山香圓(*Turpinia formosana* Nakai)。以昆欄樹為主的森林景觀分布於七星山及鹿角坑溪附近山谷地，常有純林出現。人工林景觀為日治時代及臺灣光復後之造林木景觀，樹種包括琉球松(*Pinus luchuensis* Mayr.)、馬尾松(*P. massoniana* Lamb.)、濕地松(*P. elliottii* Engelm.)、臺灣二葉松(*P. taiwanensis* Hayata)、杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、樟(*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl)、扁柏(*Chamaecyparis obtusa* Siebold & Zucc. var. *formosana* (Hayata) Rehder)、竹柏、櫻花(*P. campanulata* Maxim.) 等，主要造林於面天山、烘爐山、頂山、竹子湖等地。

2008 年李培芬調查結果(含陽明山國家公園)，臺北市 10 個樣區中計調查到維管束植物 116 科 298 屬 410 種，其中蕨類植物有 47 種，裸子植物 8 種占 2.0%，雙子葉植物 281 種及單子葉植物 74 種。其中臺灣的原生種有 273 種，物種組成優勢科前 9 名，依序為大戟科(25 種)、菊科(21 種)、桑科(18 種)、禾本科(15 種)、茜草科(14 種)、豆科(11 種)、天南星科(10 種)、茶科(8 種)及荳蔻科(8 種)等。而 2016 年李培芬的調查結果，共記錄 150 科 473 屬 680 種，包含了 71 種蕨類、13 種裸子植物、444 種雙子葉植物、165 種單子葉植物；以禾本科 60 種最多、其次菊科 35 種、大戟科 31 種、莎草科 23 種、豆科 22 種、茜草科 22 種，此外，外來植物種類包含共計有 208 種。

邱清安等(2013)於陽明山國家公園內針對景觀沿線道路植物社會進行調查，沿主要道路共取樣 50 個樣區，涵蓋路線包括百拉卡公路(縣 101 甲)、陽金公路(臺 2 甲)、陽投公路、東昇路-湖山路、中湖戰備道路、菁山路 101 巷、新園街聯絡道及萬溪產業道路，調查中於樣區內共記錄維管束植物 123 科 301 屬 476 種，其中蕨類植物 25 科 42 屬 79 種，裸子植物 2 科 2 屬 2 種，雙子葉植物 84 科 210 屬 328 種，單子葉植物 12 科 47 屬 67 種，並於 41 位專家學者挑選陽明山具景觀應用潛力之植物，最多人數勾選之植物為大頭茶(*Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr.) 及山桐子(*Idesia polycarpa* Maxim.)；邱清安(2014)於陽明山國家公園內調查昆欄樹植物社會，其擇取於昆欄樹族群數量較多之處設置樣區，總計共調查 31 個樣區，於樣區調查內共記錄維管束植物 100 科 212 屬 313 種，其中蕨類植物 24 科 39 屬 65 種，裸子植物 2 科 2 屬 2 種，雙子葉植物 66 科 141 屬 202 種，單子葉植物 8 科 30 屬 44 種。

李培芬(2016)臺北市生物多樣性指標調查計畫報告中利用定性調查法與定量調查法，調查臺北市都市綠地及 300 m 以上山區、農地與溼地，維管束植物共計 150 科 473 屬 680 種，包含 71 種蕨類、13 種裸子植物、444 種雙子葉植物、165 種單子葉植物，外來種植物共計 208 種，佔全部植物種樹比例 30.0%。

張坤城等(2017)利用樣區取樣法調查臺北市信義區內維管束植物種類共計 106 科 230 屬 339 種，其內屬臺灣特有種共 28 種、歸化植物 31 種、栽培種 27 種及紅皮書名錄植物 10 種。信義區低海拔丘陵地屬於亞熱帶之楠榕林帶，多以樟科之槿楠屬物種及桑科榕屬物種為主，在演替後期則以陰性樹種江某為主要優勢樹種。地被植物社會較常見之物種於較乾燥處為九節木，較潮溼林下則以觀音座蓮(*Angiopteris lygodifolia* Rosenst.)、廣葉鋸齒雙蓋蕨(*Diplazium dilatatum* Blume)、山棕(*Arenga tremula* (Blanco) Becc.)、烏來月桃(*A. uraiensis* Hayata)及姑婆芋(*Alocasia odora* (Lodd.) Spach.)為主，多為全島低海拔地區常見之植物，此與本計畫區域植物組成類似。

張坤城等於 2018 年針對臺北市林地進行樣區設置與調查，共分析 110 個植群樣區，包含大崙頭山示範林區樣區植群調查，調查維管束植物共計有 122 科

344 屬 523 種，其中裸子植物 4 科 5 屬 6 種；雙子葉植物 78 科 225 屬 337 種；單子葉植物 18 科 64 屬 88 種。維管束植物種類以大戟科與茜草科各 23 種最多，桑科 18 種次之。紅皮書名錄植物共紀錄 14 種，包含瀕臨危險 4 種、易受害 3 種、接近威脅 5 種與資料不足 2 種。植物社會組成方面，並可分為 15 個林型，分別為 A 紅楠林型、B 山紅柿林型、C 大明橘林型、D 九節木林型、E 香楠林型、F 相思樹林型、G 長梗紫麻林型、H 森氏紅淡比林型、I 江某林型、J 楓香林型、K 豬母乳林型、L 菲律賓榕林型、M 血桐林型、N 杜英林型、O 火廣竹林型。臺北市林地維管束植物資源豐富，現生植群以九節木林型分布面積最為廣泛且多分布於地形平緩之處；而在溪谷或較為陰暗潮濕處以菲律賓榕林型與長梗紫麻林型為主；在開闊處以江某林型與血桐林型為主；人工林型為相思樹林型、森氏紅淡比林型、楓香林型、杜英林型與火廣竹林型為主。各林型之優勢樹種多呈現反 J 型分布，表示多數優勢樹種族群更新狀態良好，具有較高之更新潛勢；則優勢樹種相思樹、廣東油桐等族群結構呈現鈴型分布，表示族群呈現衰退現象，未來在沒有干擾之情況下可能會被其他樹種取代。

### (三) 大崙頭山林地植群概況

張坤城等(2019)於大崙頭山林地植群調查可知，主要以大明橘林型、九節木林型、相思樹林型等為優勢林型，另於本計畫區內植群樣區共記錄上層植物含大明橘、臺灣黃杞(*Engelhardtia roxburghiana* Wall.)、紅楠等 43 種，優勢樹種大致為大明橘、杜英(*Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir.)、臺灣赤楠、南投五月茶、紅楠、樹杞等，植群組成較相似於本計畫所描述的大明橘林型，地被大致上由小月桃、茜草樹、鬼紗羅、臺灣赤楠(*Syzygium formosanum* (Hayata) Mori)等所組成；其中一區優勢樹種為火廣竹(*Bambusa dolichomerithalla* Hayata)、廣東油桐(*Aleurites montana* E. H. Wilson)、白匏仔(*Mallotus paniculatus* (Lam.) Müll. Arg.)等，屬於火廣竹林型，地被層為芒萁、烏毛蕨(*Blechnum orientale* L.)、廣葉鋸齒雙蓋蕨等所組成。

### (四) 大崙頭山林地周邊既有人文活動或資源

內雙溪自然中心園區涵蓋教學中心、藥用植物園及大崙頭山步道等，占地 104 ha，大崙頭山林地示範區亦於範圍之中。內雙溪自然中心位於士林區溪山里，東鄰近新北市汐止區與萬里區，南以大崙頭山、大崙尾山與內湖區相鄰，西與臺北市士林區中央社區相接，北與陽明山國家公園相對。本區屬碧溪集水區，水源涵養豐沛，為孕育生物的溫床，加以本區介於古老雪山山脈與新興大屯山山脈之物種交會帶，部分區域為早期人為侵墾收回的棄耕區域，其餘約有 92 % 以上區域為生長良好之天然闊葉林，擁有本市近郊最完整的森林區域及林相，不僅動、植物資源相當豐富，並有風衝林及壓縮型生態系等特殊生態景觀，素有「臺北小

溪頭」之稱(大地工程處, 2014)。大地工程處(2014)於內雙溪自然中心等處進行動植物調查, 其中植物共 189 種, 其中屬於 IUCN 評估等級中之保育類有 12 種。動物調查部分涵蓋鳥類、昆蟲、兩生類、爬行類及哺乳類, 共計 174 種, 其中 16 特有種、15 特有亞種, 保育等級 II 與保育等級 III 的各 5 種。另自然環境教育方面, 賴昇鳴等(2015)針對內雙溪自然教學方案之「森林背包客棧」對國小高年級學童環境教育之成效研究。研究結果顯示, 參訪前的學童對於此次戶外教學方案期待能實際進入森林體驗並看見森林裡的植物, 並且在呼吸新鮮空氣的同時, 亦能汲取新知識; 在參與「森林背包客棧」課程方案後, 對於學童的生態知識與環境態度及行為意向上的提升皆有明顯助益。

### (五) 林地營造規劃

森林經營之目的可概分為 3 大類: 以木材等經濟收入為主要目的之經濟林、以建造優美景而利於遊憩為主要目的之景觀林、以保護生物多樣性及發揮公益性等環境保育為主要目的之環境保育林。以下為近年來為營造規劃此 3 類林地所涉及之重要議題的相關報告回顧與分析。

#### 1. 永續的森林經營: 從法正林轉向近自然林

早期的森林經營, 莫不皆以木材生產為主要目的, 理想中之森林經營應遵循法正林(Normal forest)之理念, 同時須符合法正齡級分配、法正林分配、法正蓄積、法正生長量等要項, 亦即法正林是指能夠永續實現木材收穫均等的森林、年年有等量木材收穫的森林, 而現代的森林經營已從收穫木材作為主要目標, 轉變成為發揮森林多元化功能(楊榮啟、林文亮, 2003; 2004), 形成一種以生態為導向的永續林業經營理念, 包括連續覆蓋林業(Continuous Cover Forestry, CCF; e.g. Pommerening & Murphy, 2004)、具有多種不同稱謂的趨近自然林業(如: close-to-natural, near-natural, nature-based forestry, or near-natural form of forestry; e.g. Schütz, 1999), 其中, CCF 是 2001 年國際林業研究組織聯盟(International Union of Forestry Research Organization, IUFRO)大會主題, 而近自然林更是重要的森林經營議題(Diaci, 2006; Roessiger *et al.*, 2011); 這些強調接近自然狀態之林業可統稱之為「近自然林」, 其特徵包括(邱志明, 2010; 陸元昌等, 2010; Kerr & Simpson, 1999; Pommerening & Murphy, 2004): (1)經營的對象是整個生態系, 而不只是林木; (2)將單一樹種、同齡、單層結構調整為多樹種、異齡、複層結構; (3)以單株或小塊擇伐來取代大面積皆伐; (4)避免全面的伐除清理之造林整地作業; (5)優先選用原生鄉土樹種; (6)強調立地環境之配合、天然更新之應用、土壤地力之維持; (7)除了林木用材之外, 也同時發揮森林的多重惠益。簡言之, 近自然林是依據該地自然環境條件及其潛在自然植群, 參照自然規律以人力介入培育之健康、穩定、多樣的混交林, 使之兼具林產物收穫及多重公益的惠益。

採用近自然林的經營管理, 在收穫林木之時, 仍可在當地持續保留足夠的樹木, 有助於森林對干擾的抵禦能力, 此一做法可能是建立韌性森林(resilient forest)、

維持物種多樣性與棲地以及土地生產力的最佳方式(Frelich *et al.*, 2018)，因此未來對於森林的經營管理應以強化生態系之結構、功能、惠益、韌性，來取代短期的極大化木材收穫，然而這種同時考量永續森林經營之經濟、社會、生態等層面的整合途徑，因各地社經情況與自然環境的不同而須因地制宜(Boncina, 2011)，不僅十分複雜且非一蹴可幾，雖然目前世界各國都在努力實現永續森林經營，但仍時常缺乏良好的管理實務與經驗證據，因而加強永續森林管理將需要更好的報告和驗證，涵蓋更多領域，並在未來加強永續森林之管理標準和指標的實施(Siry *et al.*, 2005)。

## 2. 新生苗木的增加：輔助天然更新與豐增補植

林木更新(regeneration)是維持森林生態系的基本過程，也是永續森林管理系統(sustainable forest management system)的關鍵之一，主要的林木更新方式有苗木出栽(planting seedling)、種子直播(direct seeding)、天然更新(natural regeneration)，其中，苗木出栽是最普遍使用的方法，但其可能有根變形、缺乏自然汰擇等缺點(Ackzell, 1993)，有時同時結合種子直播與苗木出栽是促使森林恢復的最佳方法(Camargo *et al.*, 2002)，種子直播與苗木出栽都是人為提供生育地所需之種苗，是屬於人力介入的(intervention)，適用於嚴重退化之生育地，而天然更新之種苗則是來自於自然散播或土壤種子庫，是屬於自發性的(spontaneous)，適用於土地退化不嚴重之處，Crouzeilles *et al.* (2017)曾統合分析(meta-analysis)熱帶森林的 113 項研究報告，發現在生物多樣性及植群結構方面，天然更新比人為復育更佳。極大化林木生產可能與生物多樣性目標相衝突，但良好的造林作業對生物多樣性和水資源保護將具有正面的影響且不會產生過高之成本(Duncker *et al.*, 2012)，因此森林恢復應採取被動消極地放任植群自生演替或主動積極地以人為力量介入進行生態復育(passively natural recovery by spontaneous succession vs. actively ecological restoration by human intervention)必須是基於科學基礎，實務上整合自生演替與人為復育才是最有效的途徑(邱清安、徐憲生，2015)。

某些地方之森林演替發展或自我復原(successional development or self-repair)是很快速的，例如：森林是在近期內被清除的、有原生種遺留的殘存林與稚樹庫及土壤種子、地景內仍有完整且生物多樣性豐富的原生林，這類天然更新成功案例在世界各地均可見(Lamb *et al.*, 2005)，對於已存在於待造林之處的天然更新苗木，可實施輔助天然更新(Assisted / Accelerated Natural Regeneration, ANR)，這是一種藉由移除或降低自然更新的阻礙(如土壤退化、雜草競爭、重複性干擾)來促進自然演替過程(accelerate natural successional processes)的森林復育方法(Shono *et al.*, 2007; Betts, 2013)，相似的概念在不同的研究常被提及，甚至有時被簡單稱之為仿效自然(imitating nature) (Attfield, 1994)，與慣用的植樹造林方法相比較，ANR 少了苗木繁殖、培育、出栽之成本。ANR 可包含許多技術方法且具有彈性，其操作可根據立地情況、復育目標、可用資源等考量來進行修正，ANR 之基本步驟：(1)標定更新的苗木、(2)解放更新的苗木、(3)抑制雜草、(4)保護以免除干

擾、(5)維護與豐增補植。與常規的重新造林(conventional reforestation)成本相比，ANR 造林的成本減少近 2/3 (Guillermo, 1992)，但 ANR 需要更高的技術、更多的生態資訊(ecological information)投入(Hardwick *et al.*, 2004)，例如：現場鑑識苗木之能力、瞭解各類苗木之環境需求、符合當地環境的維護技能。

從字面意義來看，豐增補植(enrichment planting)之 enrichment 意在，藉由加入某些植物種類來改善森林之品質並使其更豐富；簡單來說，豐增補植即是在冠層孔隙或沿著整地條帶中種植目標物種(planting target species under canopy gaps or along cleared strips)，森林經營者可藉由豐增補植尋求增加次生林中商業重要木材物種的數量，也可藉由添加本來不能拓殖和更新(colonize and regenerate)和受威脅的或脆弱的(threatened or vulnerable)物種來改善生物多樣性(Lamb *et al.* 2005)。豐增補植的對象可以包含不同的樹種，可補植在商業上、社會上、生態上有用的種類(commercially, socially, or ecologically useful species)來提升次生林之價值，因此在近年已被成功應用於世界各地(e.g., Rappaport & Montagnini, 2014; Horstman *et al.*, 2018; Huy *et al.*, 2018; Laughlin & Clarkson, 2018)，其最重要的關鍵包括補植樹種之選擇、上層林冠之樹種特性與鬱閉度、林下微生育地之環境等因素，若未能充分掌握這些關鍵因素時，豐增補植也有失敗的可能(Olson *et al.*, 2018)。

由於林地環境在空間呈現異質性、也會隨著時間而變化，配合不同的造林目標的差異以及所選定樹種之特性，可以組合運用各種不同方法來提升造林之成功率(Manguera *et al.*, 2019)，這些方法包括傳統的苗木出栽、種子直播造林、輔助天然更新、豐增補植。

### 3. 經濟林與景觀植物之種類選擇

經濟林係指以獲取經濟利益為經營目標之森林，通常主要的經濟利益是來自於高價值的木材生產。依森林法第五十二條第四項農委會於民國 104 年 07 月 10 日農林務字第 1041741162 號公告之貴重木計有 12 種(以下簡稱 12 種貴重木)，包括：紅檜(*C. formosensis* Matsum.)、臺灣扁柏、臺灣肖楠、臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hayata)、巒大杉(香杉)(*C. konishii* Hayata)、南洋紅豆杉(臺灣紅豆杉)(*Taxus sumatrana* (Miq.) de Laub.)、欂(臺灣欂)(*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino)、烏心石(*Michelia compressa* (Maxim.) Sargent)、牛樟(*C. kanehirae* Hayata)、臺灣檫樹(*Sassafras randaiense* (Hayata) Rehder)、黃連木(*Pistacia chinensis* Bunge)、毛柿(*D. philippensis* (Desr.) Gurke)，對於永續林木區應以此 12 種貴重木為優先選擇對象。除了貴重木之外，近年林務單位也正推行國產材相思樹之利用。而「林下經濟」亦是林務單位近年大力推動的林業經營策略，其指的是以林地資源、林下空間及森林生態環境為依託，以林下種植、林下養殖、相關產品採集加工與森林地景利用等方式，開發應用林地資源和林下空間的複合生產模式，從而使林、農、牧各業實現資源分享、優勢互補、循環相生、協調發展的生態農林業；森林主產物為木竹材，副產物則包含果實、枝葉、樹脂、精油及蕈菇等，多數具有市場價

值，且可以在不破壞森林覆蓋之林下進行培育生產，進而展現森林的多重經濟效益(黃裕星，2018)，例如土肉桂即是深具經濟潛力的林下植物，其採收的桂葉、桂皮於市場上已被應用開發出許多相關產品，是國內發展林下經濟的亮點產物。

景觀樹種的選擇為一繁雜難解的決策，可能涉及個人對樹木的感知與偏好(perception and preference)、功能與價值的取向、成本與管理、負面風險考量、市場機制、所產生的各種惠益等等因素(e.g., Gerstenberg & Hofmann, 2016; Roy, 2017)，樹種選擇之良窳強烈影響後續的林木種植之成效、權益關係人(stakeholder)之感受、維護管理之成本(Asgarzadeh *et al.*, 2014; Vogt *et al.*, 2017; Rollan *et al.*, 2018; 陳佩君，2016)，然因樹種選擇為一複雜之認知資訊處理與選擇過程，必須同時考量植栽選種準則、環境條件及樹種屬性等因素，除了經驗豐富的專家外，一般非專業人士仍會有樹種選擇考量不夠完整之情況(林怡秀，2008)，尤其臺灣植物種類超過 4,000 種，要由複雜的原生植物中篩選出可適用的景觀植物種類更形困難，為此，邱清安等(2018)以彙整多位專家學者評選結果之方法，藉以篩選具景觀潛力之種類並降低個人的偏好性，渠等在陽明山國家公園之研究，即曾邀集 41 位專家學者，從 1,362 種植物共同評選具景觀潛力之原生植物，其中，超過 1/3 專家共同推薦的植物種類共有 168 種，超過 1/2 專家共同推薦者有 85 種，超過 3/4 專家共同推薦者有 30 種，前 10 名被推薦之種類分別為：大頭茶、山桐子、山芙蓉(*Hibiscus taiwanensis* S. Y. Hu)、筆筒樹(*C. lepifera* (J. Sm.) Copel.)、烏心石、華八仙(*Hydrangea chinensis* Maxim.)、野鴉椿(*Euscaphis japonica* (Thunb.) Kanitz)、青楓(*Acer serrulatum* Hayata)、杜英、金毛杜鵑(*Rhododendron oldhamii* Maxim.)。

### 三、執行步驟及方法

#### (一) 示範區植物資源調查

本研究將採用多樣區法(Multiple plot method)及沿線調查法進行取樣，並建立維管束植物名錄，以及稀有植物分布情況，植物學名使用主要依照臺灣植物誌第2版第6卷及其補遺為準(Boufford et al., 2003; Wang & Lu, 2012)，部分樹種學名使用則以臺灣樹木圖誌1-3卷(呂福原等，2000；2006；2010)為參考依據。

##### 1. 樣區設置與調查

植生調查可分為植物相(flora)調查及植群型調查兩部份，植物相調查以物種為對象，將某一地區調查到的所有植物種類列出清單，並詳細記錄每一物種的族群數量、結構、分布、動態及生育環境等基本資料；而植群型調查則以植物群落為對象，利用取樣方式，調查某一地區所有植物群落，並記錄每一種植物群落的組成、結構、分布等，以推測各植物群落演替動態及植物群落間相互關係之調查。

調查方式採用多樣區法(Multiple plot method)分別設立多組樣區進行取樣。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)。

本研究將於大崙頭山林地示範區範圍內劃設6個臨時樣區，其樣區之設置主要考慮海拔、地形等環境變化與植物組成。建置10m×25m之長方形樣區，均以GPS衛星定位儀，記錄樣區中心做為坐標位置(圖1)。樣區中記錄胸高直徑大於1cm之生立木，並進行樹種鑑定與量測樹高、株數、樹冠幅，另外亦記錄地表覆蓋植生種類。

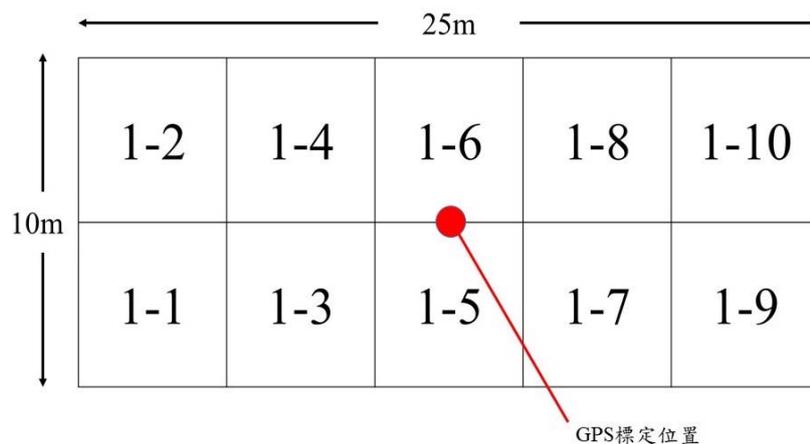


圖1 樣區施作示意圖。

##### 2. 環境因子觀測紀錄

植物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)，植物社會之分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，1987)。本研究所將直接或間接評估海拔高

度(Altitude, Alt.)、坡度(Slope, Slo.)、坡向(Aspect, Asp.)與水分梯度(Moisture gradient, Mos.)、含石率(Stoniness, Sto.)、全天光空域(Whole light sky space, WLS.)等 5 項環境因子。其敘述如下：

(1) 樣區座標(Plot coordinate)

利用手持式衛星定位器(GPS)獲得座標值，本計畫採用臺灣 TWD97-TM2 座標系統(1997 臺灣大地座標二度分帶)。

(2) 海拔高度(Altitude, Alt.)

海拔高度主要影響太陽輻射量、降雨、溫度及土壤等因子，為諸多環境因子之綜合效應，間接性影響植群分布(蘇鴻傑，1987)。本計畫將利用手持式全球定位系統(Global positioning system, GPS)內建之氣壓高度計於樣區中心點進行測定，其單位為公尺(m)。

(3) 坡度(Slope, Slo.)

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，1987)。運用坡度計或羅盤儀量測樣區內若干點之仰角或俯角後進行平均所推導之數值。

(4) 坡向(Aspect, Asp.)與水分梯度(Moisture gradient, Mos.)

坡向係指樣區最大坡度所面臨之方向，不同之坡向其日照、溫度、濕度及土壤水分會有所差異。本方法將方位視為水分梯度之對應值，通常以北半球而言，西南向較為乾燥，東北向較為陰濕，故給予 1(最乾)至 16(最濕)之相對值(圖 2)(Day and Monk, 1974)。

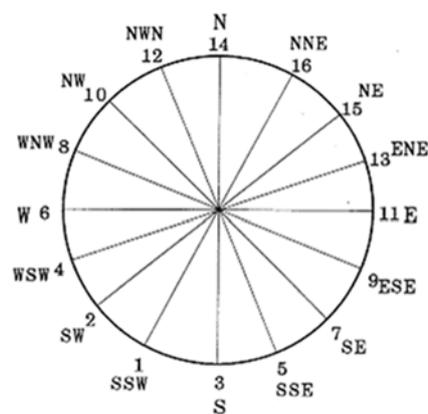


圖 2. 以方位角表示之水分梯度

(5) 含石率(Stoniness, Sto.)

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，1987)。本計畫採樣區內直接評估樣區內評估含石率值，依循 Franklin 等(1979)之標準，將土壤含石率分為 5 級，依循為 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，全天光空域是指林份樣區能接受到太陽輻射的空域大小，為綜合方向、坡度、地形遮蔽及太陽輻射能的估計值(蘇鴻傑, 1987)(圖 3)。本計畫以直接觀測法以傾斜儀或羅盤儀觀測樣區之十二個固定方位角，測出遮蔽物高度角，將 12 個方位測量後經由計算求出相對面積百分比，即為全天光空域值。

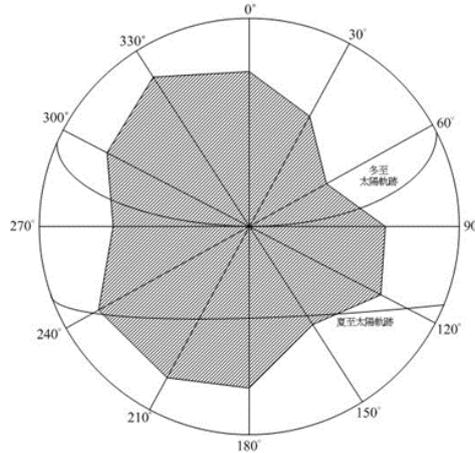


圖 3. 林分樣區之全天光空域示意圖

### 3. 植物社會資料分析與分型

植物種類鑑定係依劉業經等(1994)、臺灣植物誌第 2 版第 6 卷 (Boufford *et al.*, 2003)、郭城孟(1997)、楊遠波等(1997)以及呂福原等(2017)相關參考文獻，將樣區內及調查路線所記錄的植物種類，建立研究區之植物種類名錄，名錄除提供物種描述之學名引證外，並可用來建構物種之基本資料庫；本計畫同時依據物種的分類地位來歸納其分類群，並統計種數最多的科，以瞭解區內植物資源之組成特性。將原始調查資料計算求得各植物於各樣區之密度(density)、頻度(frequency)和優勢度(dominance)，再轉換為相對密度(relative density)、相對頻度(relative frequency)與相對優勢度(relative dominance)，3 者加總之值稱為重要值指數(importance value index, IVI)，用以瞭解各植物於樣區中所占的重要性；又地被層植物之重要值指數係為相對頻度和相對覆蓋度(relative coverage)的總和。

本計畫係以各植物於各樣區中之重要值指數為計算基礎，採矩陣群團分析法(matrix cluster analysis, MCA)；使用 Motyka *et al.* (1950) 相似性指數(index of similarity, IS)，首先計算兩兩樣區間之相似性指數，將相似性最高的 2 樣區合併成 1 合成樣區，再計算合併後合成樣區與其他樣區間之相似性指數，依此類推，直至所有樣區合併成 1 合成樣區為止，將各連結相似性指數繪製樹形圖(dendrogram)，以對植物群落加以分型，其命名方式採用次優勢種-優勢種命名之。

### 3. 紅皮書名錄植物評估

植物社會中雖稀有種占有大多數，然目前一般所謂之「稀有植物」，依定義可分廣義與狹義兩種，狹義的定義係指「在其分布範圍內數量極少，目前雖無絕

滅危機，但如環境惡化則可能有絕滅危機之種類」；廣義之定義為「泛指一切產量稀少或分布地點局限一隅而不常見之植物種類」或「植物天然族群之個體數目很少，或其族群之分布地區狹隘」，目前臺灣之學者大都採用廣義之定義，本文亦沿用之，亦即本研究區內之數量稀少或分布狹隘之種類，而不管它在別的地區之數量是多或少(賴國祥，2002)。

2012 年農委會特有生物研究保育中心及臺灣植物分類學會邀請許多專家學者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)於 2001 年對物種保育等級之評估為基準(IUCN, 2001, 2003)，王震哲等臺灣植物紅皮書編輯委員會重新針對臺灣維管束植物保育等級共同擬定，出版了 2017 臺灣維管束植物紅皮書名錄。

物種評估等級分為滅絕(Extinct, EX)、野外滅絕(Extinct in the Wild, EW)、區域滅絕(Regional Extinct, RE)、極危(Critically Endangered, CR)、瀕危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、接近受脅(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 4)，其中易危(VU)等級以上之物種即顯示該物種可能正處於族群數量稀少、分布面積狹隘或分布雖廣但占有面積不大、族群處於衰退狀態、正面臨嚴重的干擾問題等情形，需給予特別關注及適度保育。本研究將研究區域內植物名錄進行彙整，比對 2017 年臺灣維管束植物紅皮書內所評定之受脅物種等級，將達到受脅等級之物種種類，針對各物種形態特徵、保育等級、地理與研究區域中的分布與位置、現況與面臨問題、保育措施等進行評估。本研究將 2017 年臺灣維管束植物紅皮書受脅物種等級資料缺乏至滅絕間之物種，簡稱「紅皮書名錄植物」。區域內調查到的紅皮書名錄植物將作為保育復育之對象，並可於未來規劃為環境教育或生態教育宣導之題材。

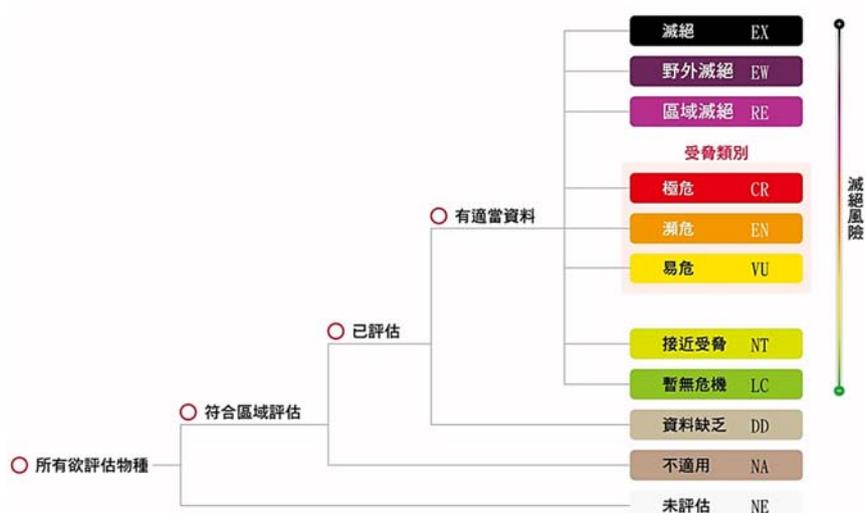


圖 2. IUCN 國家或區域紅皮書類別(王震哲等，2017)。

## (二) 公有林地示範區營造之疏伐樣區複查

本區於 2018 年期間於四季景觀區中規劃 3 個不同程度之 40 × 40 m(0.16 ha) 疏伐區，分別為依照保留上層樹種的遮陰程度為 10%、20%及 40%的方式進行高度、中度及低度疏伐區疏伐作業，疏伐作業完成後進行相思樹造林，並於各區中劃設 10 × 25 m 疏伐後永久樣區，分別為疏伐 01(低度疏伐區)、疏伐 02(中度疏伐區)及疏伐 03(高度疏伐區)。本研究針各區中所劃設之 10 × 25 m 樣區內進行複查，相思樹量取樹高與計算存活率；林地更新物種計算各樣區中所佔有之覆蓋率，並計算重要值指數。

## (三) 周邊既有人文活動或資源調查

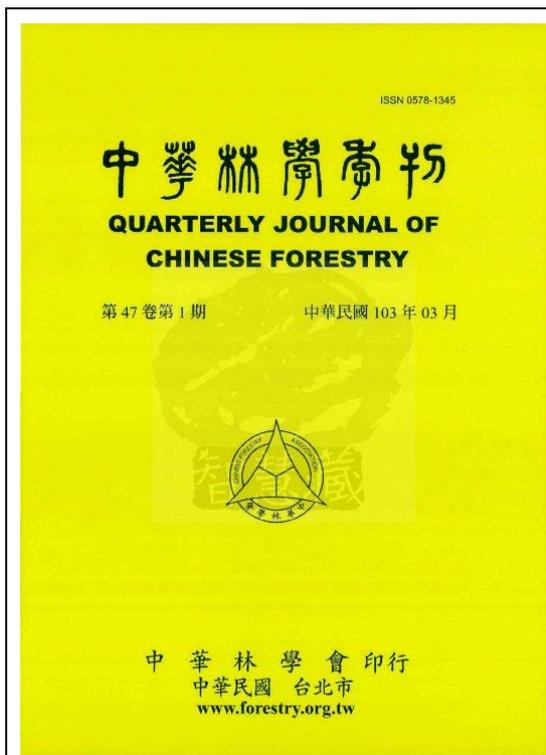
包含示範區現況調查、步道系統(相關路線)、環境資源(含景觀資源、生物資源)、使用現況、鄰近區域人文資料及相關限制因子分析等。

## (四) 製作縮時紀錄影片及空拍影像

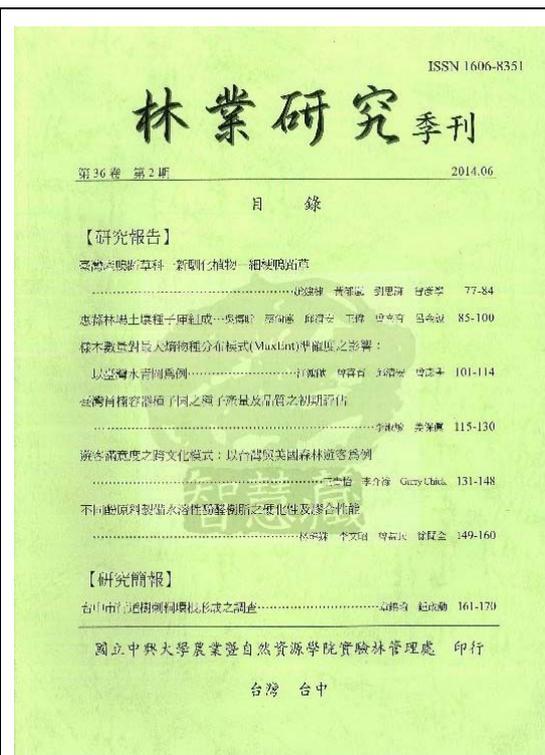
利用紅外線自動相機監測野生動物種類以及數量，挑選適合的棲地環境或具明顯獸跡之樣點設置紅外線自動照相機(auto-trigger cameras)；設置高度約 1.5 m，鏡頭俯角 15-30°，數位相機視幅高約 10 m、寬為 5 m 左右，並可配合需求進行調整。預計架設高階紅外線自動相機，其有可定時攝影(縮時功能)並兼具紅外線自動監測功能，此功能可用於縮時影片紀錄工作(造林、撫育等作業)、研究區內變化以及野生動物監測等。另以無人機進行研究區範圍空拍，藉以監測施作前後變化，飛行高度及範圍依照民航法之無人機法規定進行辦理。

## (五) 研究成果於期刊文章發表

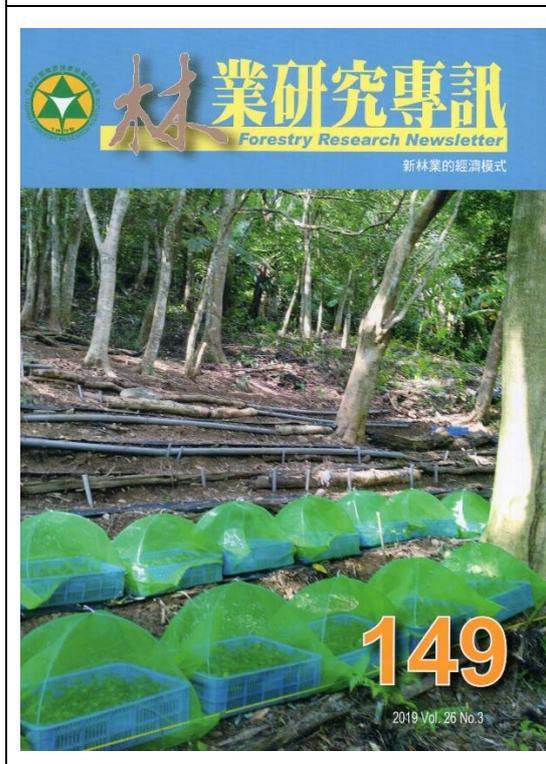
本團隊去年執行 107 年度臺北市公有林地植群調查及示範區營造委託專業服務案，分析臺北市林地植群調查結果，並於本計畫建立完整臺北市維管束植物名錄，預計將此成果發表於具審查制度的林業期刊「中華林學季刊」或「林業研究季刊」，另今年度示範林地植栽評選部分，亦將於期末報告經各委員審定修正後投稿於「中華林學季刊」或「林業研究季刊」。此外，大崙頭山區公有示範林地整體經營管理研究、營造的各項流程及後續成果，亦可作為各縣市公有林地之經營管理參考，建議可將綜合資訊發表於「林業研究專訊」或「臺灣林業」期刊中，提供其他林業經營單位及社會大眾了解臺北市政府對於公有林地經營之用心及未來經營管理之願景。



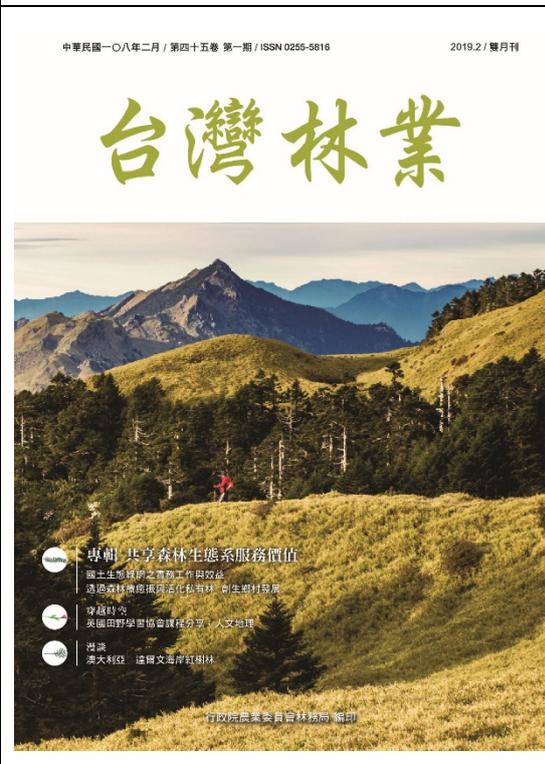
中華林學季刊封面



林業研究季刊封面



林業研究專訊封面



臺灣林業雙月刊封面

#### 四、執行成果與討論

##### (一) 示範區調查及資料分析

###### 1. 示範區植物資源調查

本研究針對 2018 年所設立之疏伐樣區進行複查，並參照大崙頭山林地示範區範圍資料，依照永續林木區、四季景觀區及原生植物區，各分別新增設置 2 個 10 × 25 m 樣區，共計 6 個樣區 (圖 5)(表 1)。

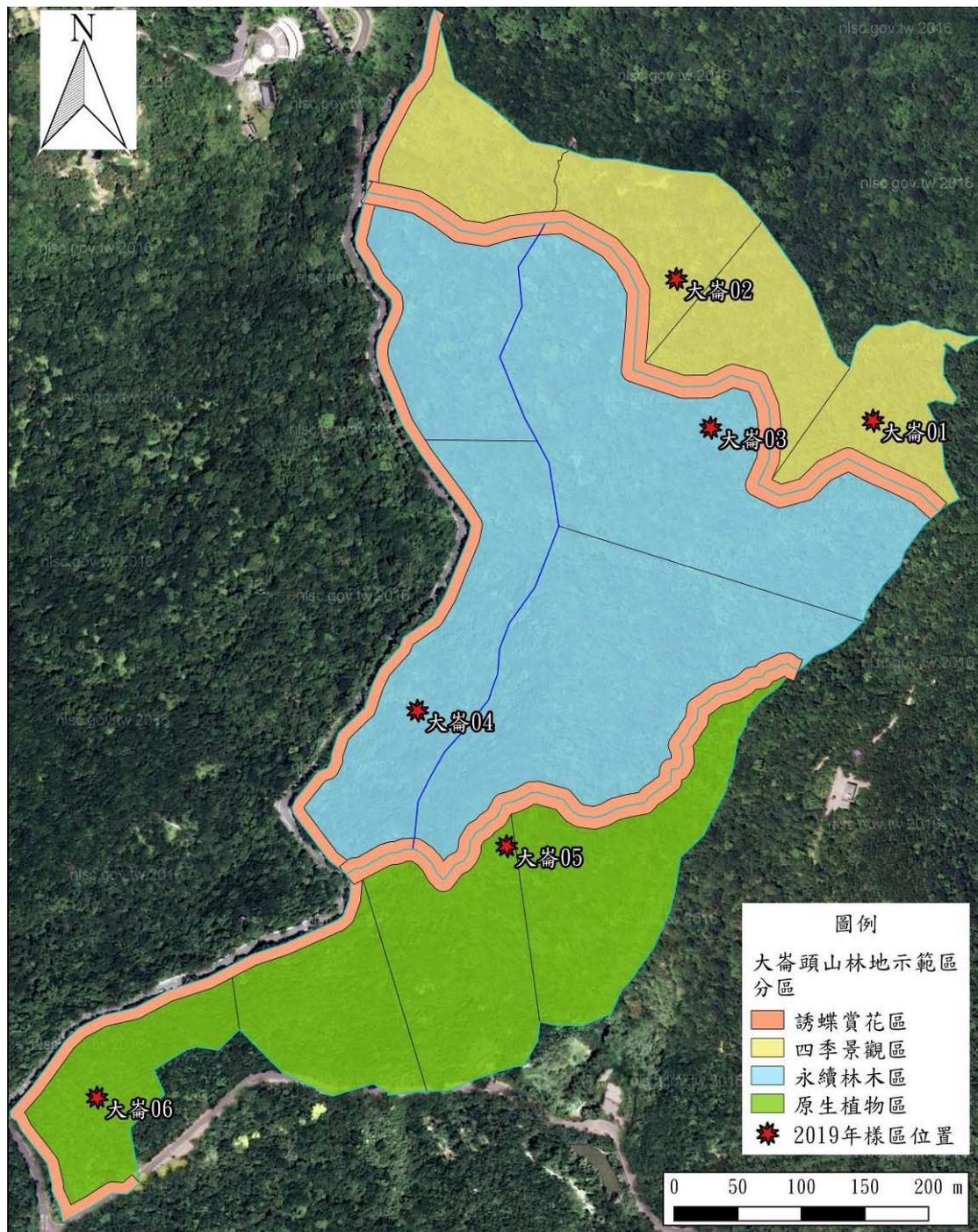


圖 5. 大崙頭山林地示範區樣區位置圖。

表 1. 研究區域樣區環境因子基本資料

樣區 編號	97-TM2 座標		Alt. (m)	Slo. (°)	Asp. (°)	WG	Sto. (%)	WLS (%)
	X 座標	Y 座標						
疏伐 01	308897	2778412	373	18	294	8	25	60.89
疏伐 02	308756	2778453	325	30	302	8	15	60.66
疏伐 03	308732	2778494	310	23	256	6	5	68.32
大崙 01	309058	2778259	445	4	0	14	10	74.54
大崙 02	308903	2778370	364	24	342	12	9	56.78
大崙 03	308930	2778253	392	22	320	10	10	64.38
大崙 04	308699	2778031	338	21	321	10	20	50.07
大崙 05	308770	2777925	394	22	228	2	10	72.77
大崙 06	308447	2777727	371	5	268	6	5	67.64

註：Alt.:海拔高度；Slo.:坡度；Asp.:方位；WG:水份梯度；Sto.:土壤含石率；WLS:全天光空域值

#### (1) 植物資源

本研究針對大崙頭山示範區內進行疏伐樣區複查、林地示範區樣區與沿線調查記錄植物種類，大崙頭山林地示範區內樣區設置之維管束植物物種數，計有 77 科 132 屬 181 種。依配合大崙頭山林地示範區內步道周邊實施沿線調查法，製成大崙頭山林地示範區內維管束植物名錄，共記錄到 91 科 166 屬 233 種(表 2)。包含蕨類植物 41 種，裸子植物 4 種，被子植物 188 種。其中本研究區域出現之物種科別最多前三科分別為大戟科(Euphorbiaceae)(16 種)、茜草科(Rubiaceae)(11 種)及禾本科(Poaceae)(8 種)。依據 2017 年臺灣維管束紅皮書名錄(王震哲等, 2017)所評定達受脅之紅皮書名錄植物標準共紀錄 7 種，佔植物物種數 3.43%；另外，歸化種與栽培種植物分別為 13 種與 6 種，佔植物種數 5.57%與 2.57%。

表 2. 大崙頭山林地示範區維管束植物資源統計表

分類群(Taxon)	科(family)	屬(genus)	種(species)
蕨類植物(Pteridophyta)	19	28	41
種子植物(Spermatophyta)			
裸子植物(Gymnosperm)	4	4	4
被子植物(Angiosperm)			
雙子葉植物(Dicotyledoneae)	58	110	154
單子葉植物(Monocotyledoneae)	10	24	34
合計	91	166	233

## (2) 紅皮書名錄植物評估

依據 2017 年臺灣維管束植物紅皮書名錄受脅物種等級資料缺乏至滅絕間之物種，彙整出「紅皮書名錄植物」。大崙頭山林地示範區紅皮書名錄植物共計 7 種，分別為竹柏、臺灣肖楠(*Calocedrus macrolepis* var. *formosana*) (造林木)、鵝掌藤(*Schefflera odorata*) (栽植)、光葉柃木(*Eurya nitida*)、黑莎草(*Gahnia tristis*)、南投五月茶及平柄菝葜(*Heterosmilax japonica*) 等(表 3)。

表 1 紅皮書名錄植物分級統計表

保育等級	物種	種數
瀕危(EN)	竹柏	1
易危(VU)	臺灣肖楠(造林木)、鵝掌藤(栽植)	2
接近受脅(NT)	光葉柃木、黑莎草	2
資料缺乏(DD)	南投五月茶、平柄菝葜	2

大崙頭山林地示範區紅皮書名錄植物依各物種的形態特徵、保育等級、地理與研究區域中的分布與位置、現況與面臨問題、保育措施與建議，分述如下(表 4 至表 10)。

表 2 大崙頭山林地示範區之紅皮書名錄植物—竹柏

<b>竹柏 <i>Decussocarpus nagi</i></b>	
科別	羅漢松科 Podocarpaceae
形態特徵	中喬木，樹皮光滑。 葉橢圓形至狹披針形，先端漸尖至圓鈍。 種子球形。
保育等級	瀕危(EN)
族群地理分布概況	產臺灣低、中海拔之林中，分布中國東南各省、海南島、日本及琉球。
研究區族群概況	零星分布於原生植物區步道旁，且有天然更新苗木存在。
干擾狀態與保育建議	生長狀況良好，尚無人為干擾。

表 3 大崙頭山林地示範區之紅皮書名錄植物—臺灣肖楠

<b>臺灣肖楠 <i>Calocedrus macrolepis</i> var. <i>formosana</i></b>	
科別	柏木科 Cupressaceae
形態特徵	常綠喬木。 葉鱗片狀，十字對生，表面深綠色，背面帶有蒼綠色。 毬果圓錐狀的長橢圓形；種子亦為長橢圓形，具有薄翅。
保育等級	易危(VU)
族群地理分布概況	臺灣特有種，分布於北、中部海拔 300~1900 m 之山地。
研究區族群概況	於大崙頭山森林步道旁零星栽植。
干擾狀態與保育建議	為人為種植，生長狀況良好，尚無人為干擾。

表 4 大崙頭山林地示範區之紅皮書名錄植物—鵝掌藤

<b>鵝掌藤 <i>Schefflera odorata</i></b>	
科別	五加科 Araliaceae
形態特徵	著生木質藤本，枝條細長，攀緣性。 葉為掌狀複葉互生；小葉全緣革質。 果實為漿果，球形。
保育等級	易危(VU)
族群地理分布概況	產臺灣山麓至高地，分布中國海南島及兩廣一帶。
研究區族群概況	於碧山路與萬溪產業道路叉口旁，做為綠籬使用。
干擾狀態與保育建議	為人為種植，生長狀況良好，尚無人為干擾。

表 5 大崙頭山林地示範區之紅皮書名錄植物—光葉柃木

光葉柃木 <i>Eurya nitida</i>	
科別	茶科 Theaceae
形態特徵	小枝與葉芽均光滑，有稜。 葉薄革質，橢圓形或橢圓狀披針形，兩面光滑，上表面具光澤，先端漸尖或銳尖，基部漸狹或楔形，下延至柄。 果實圓球形，成熟時藍黑色。
保育等級	接近威脅(NT)
族群地理分布概況	產臺灣北部低海拔山區，其分布印度、斯里蘭卡、爪哇、緬甸、越南、菲律賓等。
研究區族群概況	族群廣泛分布研究區域中，其樣區、步道與道路旁皆可見，族群穩定且有族群有開花、結實之情形。
干擾狀態與保育建議	目前尚無干擾之情形，因此，棲地環境之整體維護是為主要考量方向。

表 6 大崙頭山林地示範區之紅皮書名錄植物—黑莎草

黑莎草 <i>Gahnia tristis</i>	
科別	莎草科 Cyperaceae
形態特徵	植株高大，叢生。桿圓。 葉發達，莖生或基生。 小穗下部鱗片不孕，花兩性。 瘦果頂生，骨質具光澤，深棕色或黑色。
保育等級	接近威脅(NT)
族群地理分布概況	臺灣僅產於臺北內湖區、新北市汐止區向陽坡向，分布中國、日本及琉球群島。
研究區族群概況	族群零星分布於研究區域之森林孔隙中。
干擾狀態與保育建議	目前尚無干擾之情形，因此，棲地環境之整體維護是為主要考量方向。

表 7 大崙頭山林地示範區之紅皮書名錄植物—南投五月茶

南投五月茶 <i>Antidesma japonicum</i>	
科別	大戟科 Euphorbiaceae
形態特徵	灌木，小枝纖細。 葉革質，倒卵形或長橢圓狀倒卵形，先端略尾狀，鈍頭，基部楔形，全緣，兩面平滑無毛，僅葉背中肋上略被粗毛。 雄花序總狀頂生；雌花序穗狀或總狀。
保育等級	資料缺乏(DD)
族群地理分布概況	產臺灣中、北部低海拔地區，分布於日本至東南亞。
研究區族群概況	族群於區域中分布廣泛，樣區及步道旁可見。
干擾狀態與保育建議	尚無明顯干擾，以維持棲地環境之整體維護是為主要考量方向。

表 8 大崙頭山林地示範區之紅皮書名錄植物—平柄菝葜

平柄菝葜 <i>Heterosmilax japonica</i>	
科別	菝葜科 Smilacaceae
形態特徵	葉光滑，薄紙質，卵形至闊卵形，先端短突尖，基部心形，5~7 出脈；葉柄有狹翅。 繖形花序單立，20~40 花。 漿果球形，紅熟。
保育等級	資料缺乏(DD)
族群地理分布概況	產臺灣 1,100~2,250m 山區，亦分布琉球。
研究區族群概況	族群於區域中分布廣泛。
干擾狀態與保育建議	尚無明顯干擾，以維持棲地環境之整體維護是為主要考量方向。

### (3) 植物社會資料分析

本研究將大崙頭山林地示範區 6 個樣區原始資料經由計算各樹種重要值指數後，運用矩陣群團分析法(Cluster Analysis)將樣區分型歸類並繪製樹狀圖。結果顯示，若選擇 33%相似水準作為切分值(圖 6)，雖可將 6 個樣區切分為 2 個林型，分別為大明橘-豬腳楠林型(*Myrsine seguinii*-*Machilus thunbergii* type)及大明橘林型(*Myrsine seguinii* type)，但兩林型樣區內優勢物種及林分組成極為相近，故以整個研究區進行描述，環境與物種組成如下：

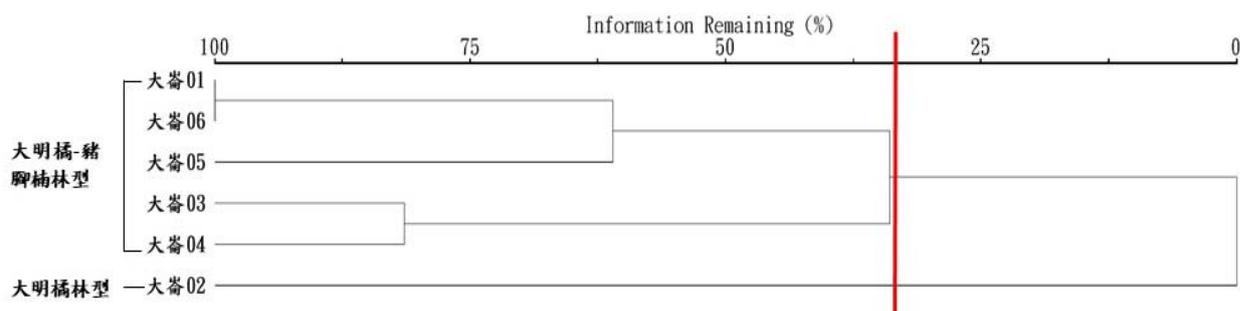


圖 6 大崙頭山林地示範區植物社會矩陣群團分析樹狀圖。

大崙頭山林地示範區植物社會組成，上層優勢主要以大明橘、豬腳楠、山紅柿(*Diospyros morrisiana*)及鵝掌柴等組成。中層鵝掌柴、燈稱花(*Ilex asprella*)、大明橘、茜草樹等等為主要優勢。灌木層以燈稱花、鵝掌柴及糊樗等為主要優勢。地被層受林冠鬱閉度影響，鬱閉度高以鬼紗羅、小月桃及日本山桂花(*Maesa japonica*)等植物組成；鬱閉度低者以芒萁、燈稱花等為優勢(表 11)。

表 9 豬腳楠林型之環境狀況及植物相主要組成表

主要植物組成	
上層	大明橘、豬腳楠、山紅柿、鵝掌柴、水金京、光葉柃木
小喬木	鵝掌柴、燈稱花、大明橘、茜草樹、野鴉椿、光葉柃木、紅楠、樹杞、薯豆
灌木層	燈稱花、鵝掌柴、糊樗、九節木、大明橘
草本層	鬱閉度高:鬼紗羅、小月桃、日本山桂花、海島陵齒蕨、烏毛蕨、琉球雞屎樹、九節木 鬱閉度低:芒萁、燈稱花、小月桃

#### (4) 疏伐樣區複查資料分析

2018 年期間於四季景觀區中規劃 3 個不同程度之 40 × 40 m(0.16 ha)疏伐區，分別為依照保留上層樹種的遮陰程度為 10%、20%及 40%的方式進行高度、中度及低度疏伐區設置。依據計畫之造林需求之考量，於疏伐區疏伐完成後，並於同年度進行相思樹造林，並於造林完後於疏伐區內劃設 10 × 25 m 樣區，分別以低度、中度及高度疏伐區所對應之疏伐 01、02 及 03 樣區為編號設置及調查(圖 7)。

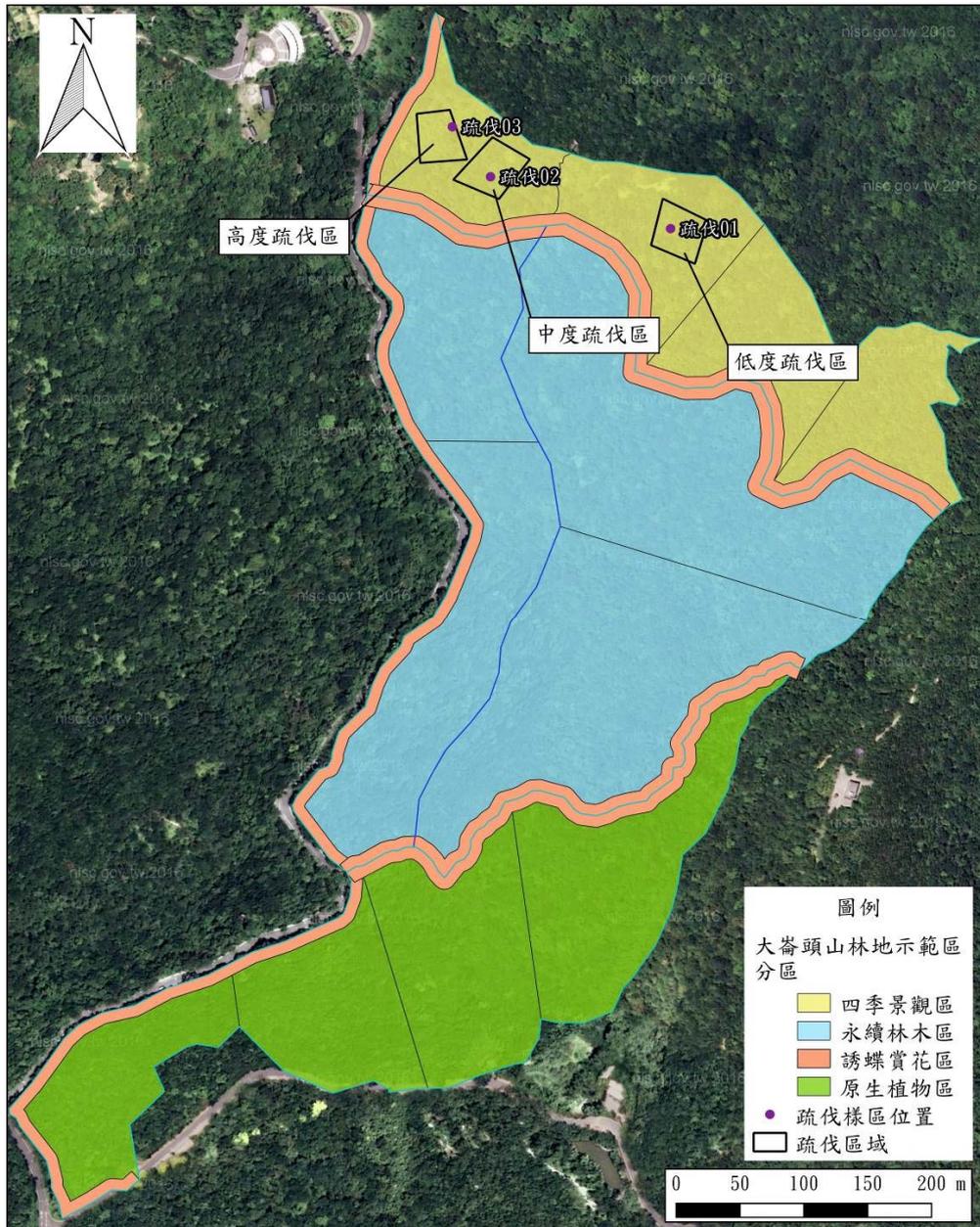


圖 7 大崙頭山林地示範區 2018 年疏伐區與疏伐樣區位置圖。

針對 2018 年疏伐樣區調查結果與 2019 年疏伐樣區林地物更新物種與相思樹苗木複查之結果詳述如下：

#### A. 林地更新物種

於低度疏伐區(疏伐 01)、中度疏伐區(疏伐 02)及高度疏伐區(疏伐 03)中 10 × 25 m 樣區進行地被植物覆蓋度調查，以計算各樣區內地被植物重要值指數(IVI 值)，列出重要值指數最高的前 10 名植物(表 12)，疏伐 01 地被植物以鬼桫欏、芒萁、小月桃、廣東油桐與白匏仔為主(圖 8)，疏伐 02 地被植物以鬼桫欏、茜草樹、白匏仔、山刈葉與烏毛蕨為主(圖 9)，疏伐 03 地被植物以竹葉草、陸生珍珠茅、烏毛蕨、白匏仔與火廣竹為主(圖 10)。3 個樣區的地被植物組成中，陽性植物(如芒萁、白匏仔、廣東油桐)有逐漸取得優勢之趨勢。

表 10 疏伐樣區重要值指數前 10 名之地被植物

物種	疏伐 01	疏伐 02	疏伐 03
鬼桫欏	32.72*	32.60*	5.04*
芒萁	20.07*	6.91*	7.21*
小月桃	12.67*	6.14*	-
廣東油桐	10.43*	5.46*	10.69*
白匏仔	7.81*	10.05*	13.50*
淡竹葉	7.31*	3.80	-
海島鱗始蕨	6.68*	5.78*	-
領垂豆	6.02*	1.57	1.40
陸生珍珠茅	5.76*	8.25*	21.70*
山刈葉	4.48*	9.29*	-
白柏	4.35	1.99	7.68*
茜草樹	1.87	10.26*	1.97
烏毛蕨	1.54	8.81*	14.90*
竹葉草	1.07	-	24.36*
火廣竹	-	-	11.37*
臺灣雙蓋蕨	-	-	8.38*

\*表示樣區前 10 名物種標記



圖 3 大崙頭山林地示範區疏伐 01 樣區環景照。



圖 4 大崙頭山林地示範區疏伐 02 樣區環景照。



圖 5 大崙頭山林地示範區疏伐 03 樣區環景照。

#### B. 相思樹苗木生長複查

為瞭解三個不同疏伐程度對於相思樹苗木存活情況，本研究於 2019 年 8 月進行量測各別疏伐 01(低度疏伐區)、疏伐 02(中度疏伐區)及疏伐 03(高度疏伐區)樣區苗木存活情形及苗高。根據調查結果，疏伐 01 去年度栽植調查有 50 株，本年度調查剩餘 36 株，苗木存活率最低(72%)；疏伐 02 去年度栽植調查有 59 株，本年度調查剩餘 52 株，苗木存活率最高(88.17%)；疏伐 03 去年度栽植調查有 37 株，本年度調查剩餘 29 株，苗木存活率適中(78.38%)。疏伐 01(低度疏伐區)存活率較低，推測可能原因為上層保留較多之樹冠遮蔽較不利屬於陽性樹種的相思樹

生長。三個樣區存活的相思樹樹苗皆有穩定生長，然經一年栽植，苗木生長狀況不一，使其苗高標準差較大。三個樣區苗木高度平均成長約 14 cm，其中疏伐 01 苗高生長亦較低於疏伐 02 及疏伐 03 兩樣區(表 13)。

表 11 各樣區苗木株數、苗高與存活率表

調查時間	2018 年 11 月		2019 年 8 月		
樣區	株數	苗高(cm)	株數	苗高(cm)	存活率(%)
疏 01	50	69.95±2.76	36	79.6±24.0	72.0
疏 02	59	72.93±2.72	52	87.0±21.5	88.1
疏 03	37	72.49±2.64	29	90.4±31.3	78.4

## 2. 示範區動物資源調查

本研究經探勘挑選適合的棲地環境或具明顯獸跡之樣點設置紅外線自動照相機，共計架設 7 臺(圖 11)，每臺架設完成後開始計算第一張照片至最後一張動物照片時間總和為工作時數，累計共 15,380.43 工作小時(表 14)。其中大崙 05 的工作時數較低(785.14 小時)，因為架設的位置鄰近步道，人為干擾頻繁，可能因此造成動物紀錄偏少且影響自動相機工作時數。其餘相機則以大崙 07 拍攝到的動物種數最多，且麝香貓的紀錄次數也較多。而在疏伐區的相機紀錄明顯低於其他區域相機紀錄，顯示林相整理之人工疏伐作業對於現地野生動物有相當之擾動影響，建議施工後仍須長期監測以了解後續野生動物回復情況。本區域內以山羌、麝香貓、鼬獾中大型哺乳動物為優勢。比對鄰近區域之調查資料(大地工程處，2014)，亦曾記錄有白鼻心、鼬獾、赤腹松鼠及臺灣鼩鼠 4 種哺乳動物，本研究則另紀錄有山羌、臺灣獼猴、臺灣野豬及麝香貓 4 種；但區域內野犬、野貓數量亦多，建議主管機關須嚴加控管，以防止流浪動物傳播疾病、攻擊野生動物等情事。

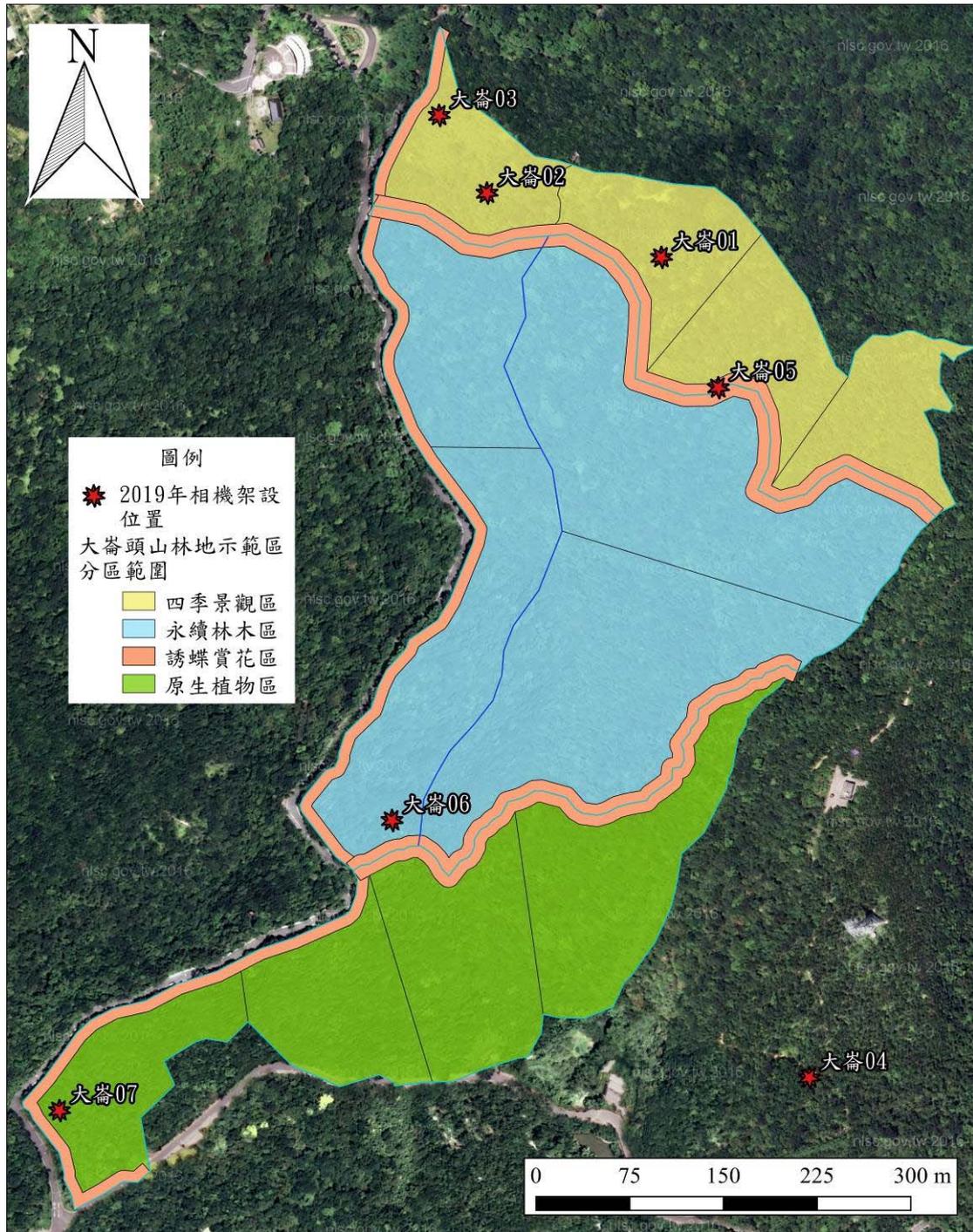


圖 11. 大崙頭山林地示範區自動相機架設位置圖

表 124. 2019 年紅外線自動相機總表

相機編號	大崙 01		大崙 02		大崙 03		大崙 04		大崙 05		大崙 06		大崙 07	
總工作時數	1759.68		1530.34		1069.64		2474.44		785.14		3761.40		3999.79	
物種	有效 相片 數	OI 值												
山羌	2	1.14	1	0.65	3	2.80	-	-	2	2.55	1	0.27	21	5.25
臺灣獼猴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.25
臺灣野豬	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.25
白鼻心	-	-	-	-	2	1.87	1	0.40	-	-	2	0.53	7	1.75
麝香貓	-	-	-	-	2	1.87	4	1.62	-	-	3	0.80	4	1.00
鼬獾	-	-	-	-	1	0.93	21	8.49	-	-	4	1.06	2	0.50
赤腹松鼠	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.55	1	0.27	7	1.75
野犬	-	-	3	1.96	-	-	2	0.81	-	-	24	6.38	1	0.25
野貓	1	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.53	1	0.25
鼠科	-	-	-	-	1	0.93	-	-	-	-	-	-	1	0.25
臺灣竹雞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.50
翠翼鳩	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.27	-	-
人	2	1.14	1	0.65	-	-	1	0.40	-	-	-	-	-	-

工作時數：(最後一張有動物的拍攝日期時間)-(第一張測試拍攝日期時間)。

有效相片：同一種動物於 30 分鐘內計算為 1 張之有效相片數。

物種 OI 值：[(物種有效照片張數)/(相機工作時間)] × 1000。

### 3. 周邊既有人文活動或資源調查

#### (1) 計畫區鄰近人口數

初步依據臺北市士林區戶政事務所 98-107 年統計資料，整理示範區所在地士林區之人口資料，近十年設籍士林區戶數約 99,484-107,521 戶，人口數約 283,855-290,694 人(表 15)，而士林區溪山里近年總人口數約 1,570 人(表 16)。

表 13. 臺北市士林區近十年(98-107 年)人口統計

士林區	戶數	人口數		
		合計	男	女
98	99,484	283,855	138,331	145,524
99	100,928	284,539	138,216	146,323
100	102,534	287,072	139,294	147,778
101	104,022	288,894	140,090	148,804
102	104,767	289,742	140,361	149,381
103	105,568	290,455	140,510	149,945
104	106,323	290,694	140,453	150,241
105	106,807	289,939	140,011	149,928
106	107,035	288,295	139,077	149,218
107	107,521	286,544	138,079	148,465

表 14. 士林區溪山里 107 年至 108/2 人口統計

溪山里	戶數	總人口數
107/1	565	1,539
107/2	566	1,536
107/3	567	1,532
107/4	567	1,539
107/5	575	1,574
107/6	574	1,572
107/7	575	1,582
107/8	575	1,579
107/9	575	1,571
107/10	575	1,568
107/11	577	1,568
107/12	580	1,568
108/1	582	1,566
108/2	585	1,570

## (2) 計畫區遊客人數調查

大崙頭山示範區共有三處入口可進入，一為靠近太陽廣場的大崙頭親山步道木棧道登山口，二為延著萬溪右線產業道路步行約 15 分鐘可抵達於左側的大崙頭山枕木步道登山口，三為繼續直行並於碧山路 44 巷左轉，行約 500 公尺，可到達大崙湖旁的大崙頭山碧山路 46-7 號登山口。三條步道各有景觀特色，並且互相連接，目前枕木步道封閉維修，無法由此處進入(圖 12)。

調查方式為隨機選擇平日及假日時間，於上午 6:00 至下午 5:00，於可進入研究區的入口，以計數器紀錄進入步道的遊客人數，每隔 1 小時紀錄一次調查表，調查表內容含地點、日期、時間、天氣、遊客人數、調查員等。目前初步選擇涵蓋平常日及假日之星期五、星期六、星期日、星期一進行調查，調查結果顯示假日由木棧道登山口進入的遊客約超過 300 人(表 17)，而由碧山路 46-7 號登山口相對較少約不到 200 人(表 18)，且平日則更少遊客會進入，遊客人數受天候有相當大影響。根據觀察，遊客年齡層多為老年或中年，假日部分為家庭，青年人則較少，而遊客登山路線選擇有部分為由木棧道登山口為入口，登大崙頭山後，碧山路 46-7 號登山口為出口，接著走產業道路回原處；由碧山路 46-7 號登山口進入的遊客，有部分只登大崙頭山後即折返。



圖 6. 大崙頭山示範區三處入口

表 15. 由木棧道登山口進入計畫區遊客人數調查

木棧道登山口	2019 年 8 月 16 日(五)		2019 年 8 月 17 日(六)		2019 年 8 月 18 日(日)		2019 年 8 月 19 日(一)	
	天氣	人數	天氣	人數	天氣	人數	天氣	人數
06:00-07:00	陰	3	晴	21	晴	9	雨	1
07:00-08:00	雨	8	晴	42	晴	34	雨	2
08:00-09:00	陰	8	晴	51	晴	44	雨	1
09:00-10:00	陰	6	晴	54	晴	121	雨	0
10:00-11:00	陰	18	晴	41	晴	67	陰	3
11:00-12:00	晴	2	晴	40	陰	42	陰	4
12:00-13:00	晴	2	晴	32	陰	12	陰	0
13:00-14:00	晴	2	晴	8	雨	3	陰	1
14:00-15:00	晴	6	晴	11	陰	7	陰	12
15:00-16:00	晴	11	晴	9	雨	11	陰	10
16:00-17:00	晴	8	晴	22	雨	1	陰	6
總計		74		331		351		40

表 16. 由碧山路 46-7 號登山口進入計畫區遊客人數調查

碧山路 46-7 號 登山口	2019 年 8 月 16 日(五)		2019 年 8 月 17 日(六)		2019 年 8 月 18 日(日)		2019 年 8 月 19 日(一)	
	天氣	人數	天氣	人數	天氣	人數	天氣	人數
06:00-07:00	雨	8	晴	11	晴	6	雨	6
07:00-08:00	陰	7	晴	18	晴	12	雨	3
08:00-09:00	晴	7	晴	22	晴	26	雨	0
09:00-10:00	晴	14	晴	27	晴	45	陰	0
10:00-11:00	晴	5	晴	28	陰	32	陰	7
11:00-12:00	晴	11	晴	15	陰	19	陰	4
12:00-13:00	晴	0	晴	37	雨	5	晴	0
13:00-14:00	晴	2	晴	5	雨	1	陰	2
14:00-15:00	陰	6	晴	11	雨	0	陰	10
15:00-16:00	陰	3	晴	14	雨	0	陰	3
16:00-17:00	陰	4	晴	3	雨	0	陰	1
總計		67		191		146		36

## (二) 示範區經營管理規劃及營造

### 1. 分區經營目標、定位及願景

大崙頭山林地示範區的經營規劃，已於 2018 年規劃為 4 個分區，亦即永續林木區、四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區；執行大崙頭山之林相改良工作，應依不同分區設定其經營目標、定位及願景，並配合適地適用之原則據以選擇樹種，以使選植種類能充分發揮各分區之預設目標。有關大崙頭山林相改良之分區目標與樹種選擇，茲整理如表 19，表中所列之植物種類僅為舉例說明，待樹種選擇初步完成規劃後，經送核同意後始執行種植；就長期而論，於本計畫中具有本地特色且不易取得之種類，就長期而言，可於市政府苗圃逐步自行培育或委託培育。

### 2. 分區配置設計圖

本計畫將在 2019 年完成 5 ha 的林相改良工作，並接續在其後之 3 年，每年持續完成約 7 ha 的林相改良工作，上述各分區逐年施業之預估面積如表 20，依此期程可順利完成全區 26.2 ha 之林相改良種植營造計畫，逐步呈現各分區所設定之經營管理目標。

配合大崙頭山林相改良逐年分區作業面積之規劃(表 20)，可進一步於設計規劃圖示如圖 13，以此進度可逐一完成全區之施業。2019 年之施作規劃區位如圖 14 所示，規劃完成永續林木區、四季景觀區、原生植物區等 3 區各 1 ha，及完成面積較大(2 ha)、民眾可見性較高(鄰近萬溪右線產業道路)之誘蝶賞花區。此外，另規劃一條林間手作步道，俾利民眾可進一步親近森林與土地，考量環境地形之蔽風性(圖 15)，將林間手作步道規劃於森林步道與自然步道之間的海拔約 350 m 等高線(圖 16)，未來並可設置相關的解說牌示，例如林相與樹種組成、森林涵養水源之效益，林間手作步道模擬圖如圖 17。

表 17. 大崙頭山林地之分區經營目標、定位及願景、林相改良標準，及其樹種選擇方向

分區	目標、定位及願景	樹種選擇之方向(舉例)	林相改良標準
永續林木區	培育具永續性的高經濟價值林木產品	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目標樹：貴重木、闊五木(如臺灣檫、烏心石、牛樟、毛柿、黃連木)、其他具經濟價值之種類(如土肉桂)。</li> <li>2. 護理/輔助樹：速生且具固氮作用(臺灣赤楊、相思樹)、其他可護理或輔助目標樹之種類。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 符合連續覆蓋林相與國土保安之基本功能</li> <li>2. 補植本區篩選後之目標樹種(建議樹種：烏心石、臺灣肖楠、黃連木)</li> <li>3. 輔助目標樹種之天然更新(如：目前大崙頭山林地已有烏心石天然更新苗木)</li> </ol>
四季景觀區	營造具四季變化、景觀美質之森林區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 葉色具季節變化性之種類(如青楓、楓香)。</li> <li>2. 花果等具觀賞性之種類(如大頭茶、臺灣梭羅樹)。</li> <li>3. 其他具景觀美質潛力之種類(如四照花)。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 符合連續覆蓋林相與國土保安之基本功能</li> <li>2. 補植本區篩選後之目標樹種(如：青楓、鐘萼木、大頭茶、魚木、四照花)</li> <li>3. 輔助目標樹種之天然更新(如：目前大崙頭山林地已有之大頭茶、森氏紅淡比)</li> </ol>
原生植物區	以具特色或代表性之種類建造本地原生植物主題區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以臺北原生植物之名錄做為樹種選擇的基礎。</li> <li>2. 特別著重於具有解說教育、民俗用途、環境特色代表性等種類(如可吸引獨角仙吸食之光蠟樹、烏來月桃、鐘萼木)。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 符合連續覆蓋林相與國土保安之基本功能</li> <li>2. 補植本區篩選後之目標樹種(如：豬腳楠、鐘萼木、燈稱花、魚木、金銀花；建議樹種)</li> <li>3. 輔助目標樹種之天然更新(如：目前大崙頭山林地已有之豬腳楠、燈稱花)</li> </ol>
誘蝶賞花區	種植蝴蝶之食草及蜜源植物、具香味及可賞花觀果之植物	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蝴蝶之食草植物(如臺灣馬兜鈴、臺灣香檬)。</li> <li>2. 蝴蝶之蜜源植物(如田代氏澤蘭、島田氏澤蘭、食茱萸、冇骨消)。</li> <li>3. 香花植物(如山黃梔、月橘)</li> <li>4. 可賞花觀果之種類(如原生杜鵑花、山櫻花、硃砂根)。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 符合連續覆蓋林相與國土保安之基本功能</li> <li>2. 補植本區篩選後之目標樹種(如：冇骨消、山黃梔、魚木、大葉馬兜鈴、金銀花、杜虹花)</li> <li>3. 輔助目標樹種之天然更新(如：目前大崙頭山林地已有之山黃梔、杜虹花)</li> </ol>

表 18. 大崙頭山林相改良逐年分區作業面積預定表

年度	分區作業面積(ha)				年度合計(ha)
	四季景觀區	永續林木區	原生植物區	誘蝶賞花區	
2019	1.0	1.0	1.0	2.0	5.0
2020	1.5	2.0	1.5	1.2	6.2
2021	1.5	4.5	1.5	0.0	7.5
2022	1.0	4.5	2.0	0.0	7.5
分區合計(ha)	5.0	12	6.0	3.2	26.2

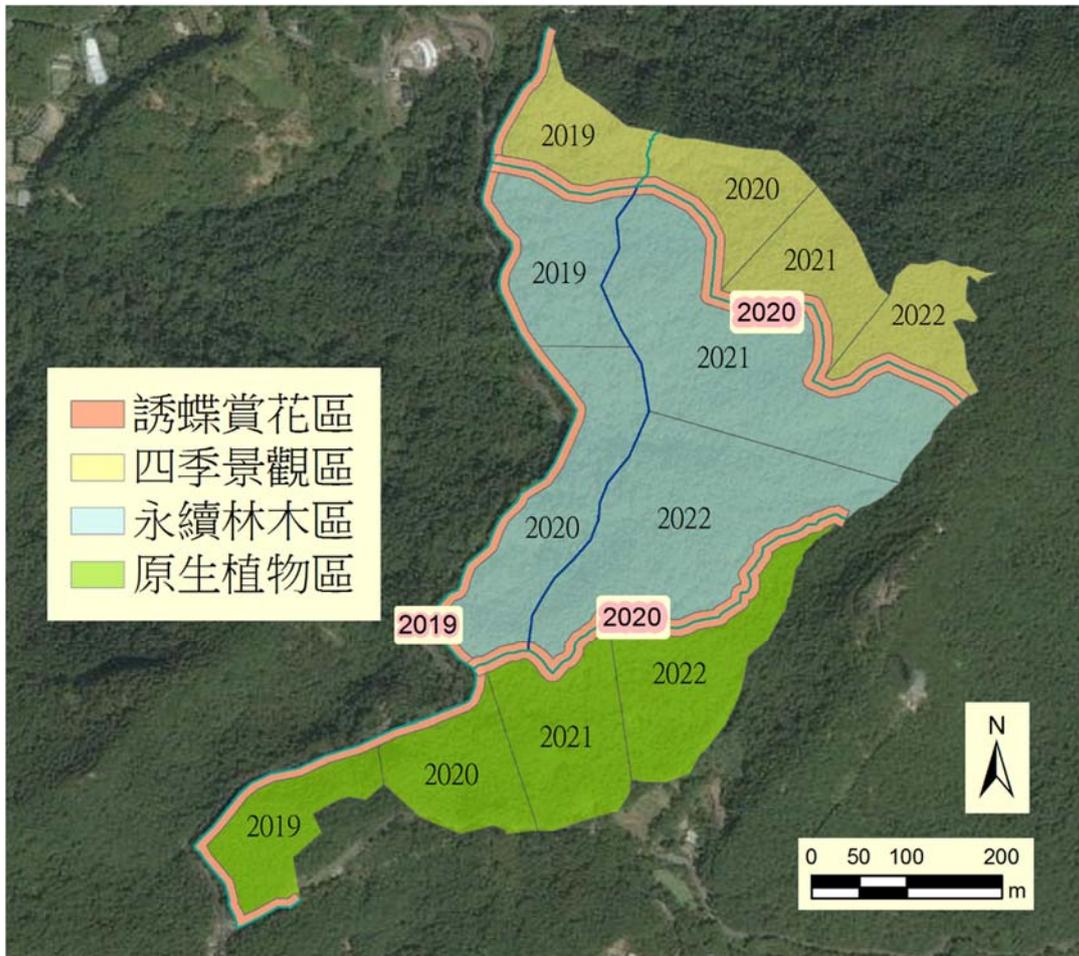


圖 7. 大崙頭山林相改良逐年分區作業之規劃

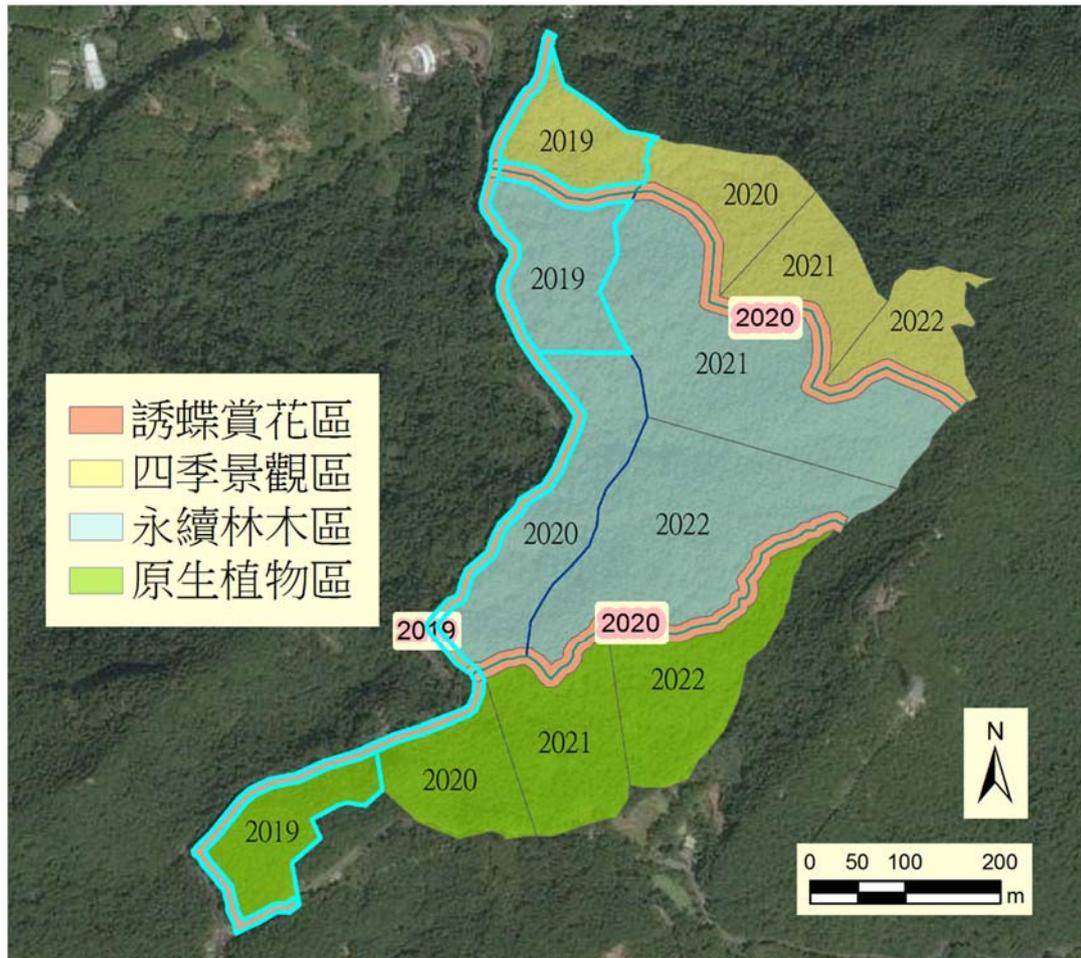


圖 8. 大崙頭山林相改良 2019 年分區作業之規劃

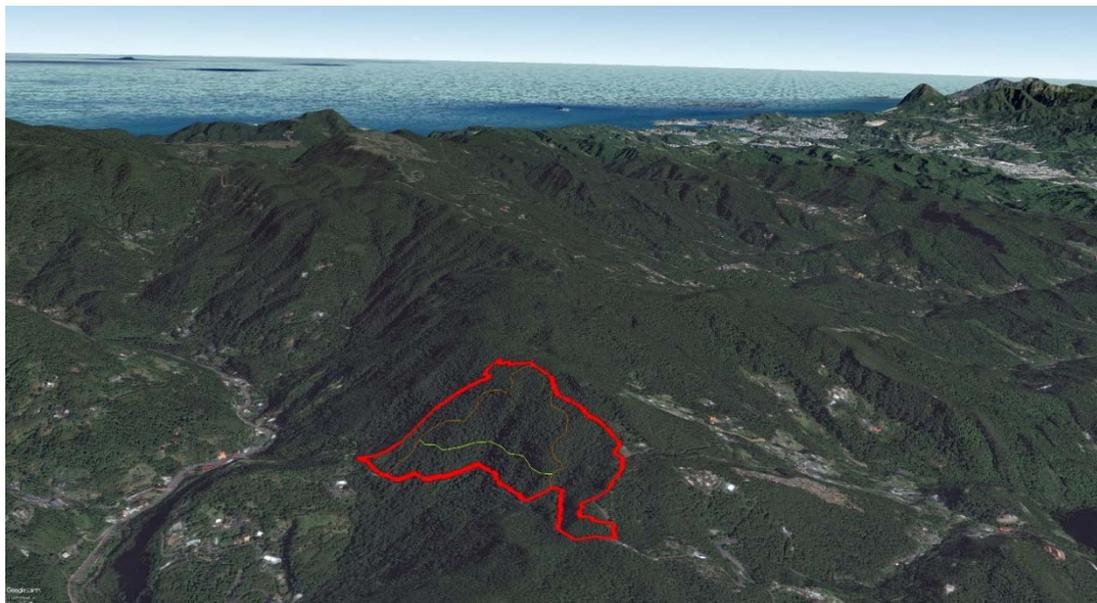


圖 9. 大崙頭山林地之地形位置(Google Earth 專業版)

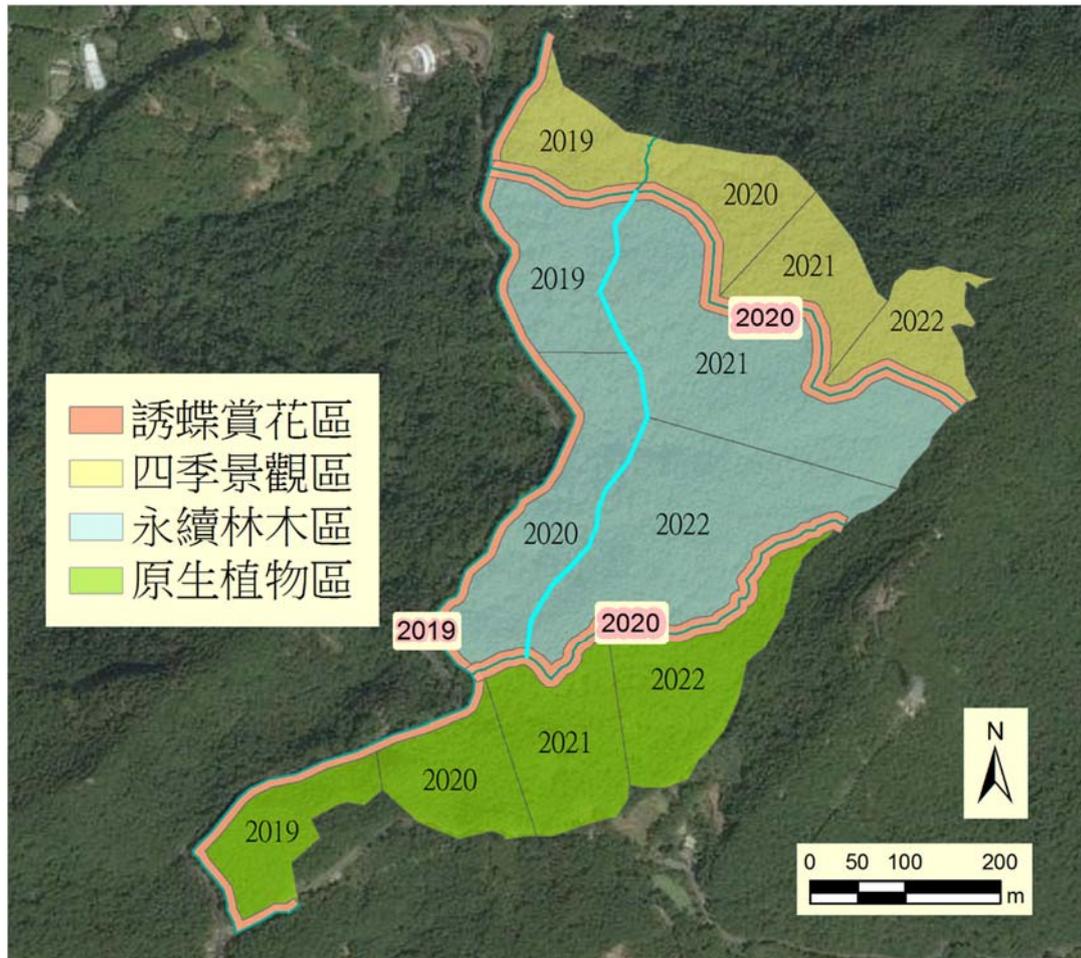


圖 10. 大崙頭山林地之林間手作步道規劃位置

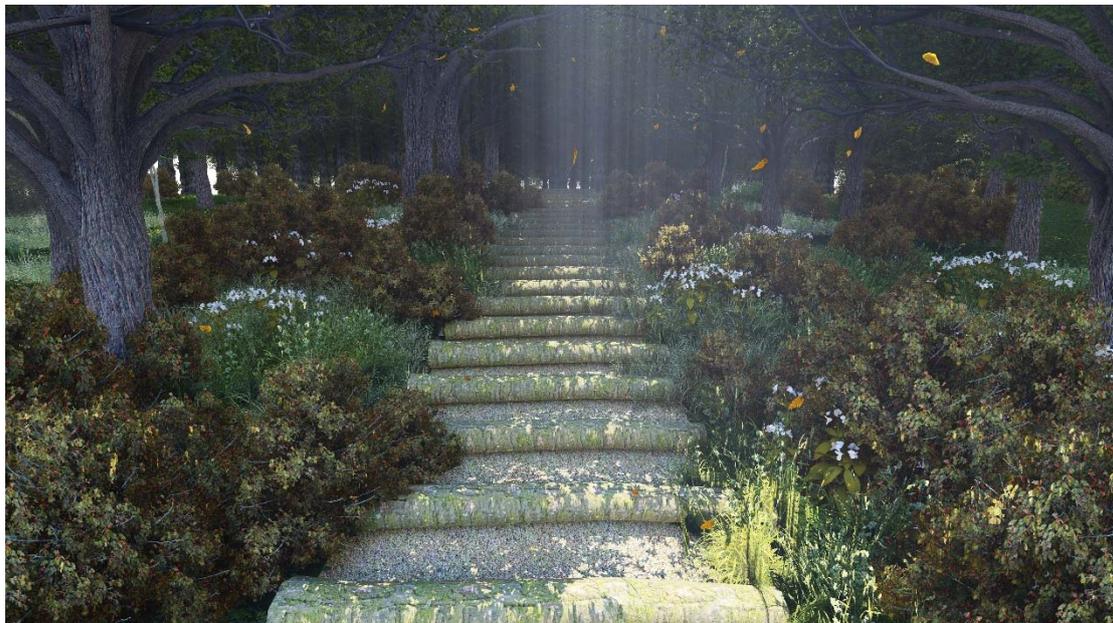


圖 11. 林間手作步道模擬圖。

### 3. 造林施作規範

造林施作規範之內容至少包含造林原則、造林時機、苗木規格、苗木搬運、造林地整治、苗木栽植、現有林木及現場養護、後續撫育等部分。

- A. 造林原則：配合林地之經營目標以及造林地之環境條件，選擇適宜樹種，依適地適種原則實施造林。若林地之林相良好，且符合經營目標，則無須強加新植。
- B. 樹種選擇：為達成林地之經營目標，應配合經濟生產、遊憩景觀、環境保育等不同造林目的來篩選適宜樹種。經濟生產林宜選擇森林法所定之貴重木或具高經濟價值之樹種，遊憩景觀林宜選擇具四季變化、可觀賞葉花果葉等有助景觀美質提升之樹種，環境保育林宜選擇有助於維持生物多樣性、改善環境品質及國土保安等森林公益性之樹種。
- C. 造林時機：造林之最佳時機須因地制宜，綜合考量造林地水分熱量環境與選植造林樹種二者之間的配合，一般選於初春苗木休眠甦醒之前，臺北市造林季節通常以1~3月為佳；理想之苗木出栽天氣為陰天且土壤濕潤時。
- D. 苗木規格：苗木規格應配合經營目標、樹種特性、造林地環境等因地制宜來綜合考量，一般出栽之苗木應以苗高 > 50 cm、地徑(根頸直徑) > 6 mm、纖弱指數[苗高(cm)/地徑(mm)] < 10 為原則，並於苗圃即及時適度進行修整作業，以養成優美形質，同時進行苗木選汰作業，包括汰除枝葉不全、過度分叉、內夾皮及叉枝、病蟲害嚴重、主幹彎曲、樹皮破傷及裂幹、樹型歪斜等不健康苗木，對於根系生長不全、盤根嚴重、過度老化、明顯截頂等問題之苗木亦應汰除。造林之苗木最好能接種適宜的菌根菌，特別是在劣化造林地更應全面施行，以改善苗木存活及生長，並提升造林成果。
- E. 苗木搬運：苗木可藉由卡車搬運，裝載時應避免損傷苗木，並使用可令苗木無堆疊情況之框架為佳，運送時應在苗木上方罩覆透氣遮光網，以免搬運行車時苗木受風折損，並減少蒸散過快而萎凋，亦可避免高溫悶傷苗木。
- F. 造林整地：若造林區位處山坡地，通常以橫坡帶狀整治，並將枯枝殘材堆置保護帶以減少土壤沖蝕，同時刈除植穴週邊雜草，使地表雜草藤蔓高度低於30 cm，植穴若有過多之枯枝落葉以致苗木無法觸及礦質土，則應予適度移除。
- G. 苗木栽植：應配合經營目標、環境條件、樹種特性等因地制宜來調整苗木栽

植方法；栽植密度亦應綜合考量樹種特性、造林地環境、苗木品項、市場需求等，開闊地之苗木栽植間距通常約 2~3 m，密植之成本高且疏伐需早，疏植則鬱閉慢且易成尖削材，因此栽植密度可以造林後 6~12 年林冠鬱閉為判斷參考，但最終仍須以配合造林目標為依歸。運至造林地之苗木若有不易分解的容器或包裝材，必須在栽植之前完全去除。一般苗木栽植應深挖淺種，挖出植穴並置入苗木後，填入土壤並適度壓實，使苗木根系可完全接觸土壤但又不致過於緊實而無法透水透氣。通常苗木栽種後之植穴宜略低於周邊地面，較有利於植穴保持濕潤，然於乾旱地應適度採用凹植法，而於易積水之造林地，宜使栽種後之植穴高於周邊地面。

H. 現有林木及現場養護：若現有林木與經營目標相衝突，或將危及造林目標樹種之存活與生長，則應適度修枝或伐除；栽種後之苗木須確保穩固，可設竹木支柱並做為標示之用，在過於乾旱或土壤裸露過多之處，可於植穴周邊適量覆蓋有機質，以減少水分蒸發及土壤沖蝕。

I. 輔助天然更新(ANR)：對於已存在於待造林之處的天然更新苗木，可實施 ANR，並能減少了苗木繁殖、培育、出栽之成本。ANR 可包含許多技術方法且具有彈性，其操作可根據立地情況、復育目標、可用資源等考量來進行修正，其基本步驟包括：(1)標定更新的苗木、(2)解放更新的苗木、(3)抑制雜草、(4)保護以免除干擾、(5)維護與豐增補植。ANR 需要更高的技術、更多的生態資訊(ecological information)投入，例如：現場鑑識苗木之能力、瞭解各類苗木之環境需求、符合當地環境的維護技能。

J. 後續撫育：造林後需適時實施刈草、除蔓等撫育作業，並適度清理非造林目標樹種或與經營目標相衝突之稚樹；一般經濟林於出栽後 6 年內實施刈草除蔓，各年度可依序實施 3、3、3、2、2、1 次，且應特別注意避免損傷栽種之苗木。當造林苗木逐漸鬱閉時，即應適時予以修枝或適度疏伐等中後期撫育，以調整林分結構、增進森林健康。若為遊憩景觀林及環境保育林，則造林後之撫育作業頻度及方式，則應配合經營目標彈性實施。

(a) 刈草：苗木出栽後，應在苗木受雜草抑制之前實施刈草，其頻度在剛出栽時較高，之後依年度減少，也可參酌苗木與雜草二者之生長高度與競爭關係進行調整，同時須特別注意機械除草時切勿傷及苗木，形成刈傷，以免影響後續苗木之存活、生長、良好形質。

- (b) 除蔓：剛出栽之苗木經常受林地蔓藤攀爬，不僅阻擋苗木之光合作用，亦常造成苗木彎曲，嚴重影響苗木之存活與生長，因此有必要於第一時間內完全連根剷除蔓藤，其頻度於出栽後各年度依序實施3、3、3、2、2、1次為原則，同時可依造林地之環境、苗木大小、蔓藤種類及數量等進行調整。
- (c) 修枝：苗木造林後須實施修枝，特別是當造林目的為經濟用材時，更有必要修枝以養成良好形質，同時避免死節及腐節等發生，以提高林木之利用價值。修枝宜儘早實施、一般應在枝徑小於5公分內進行，修枝之高度宜同時對樹種、冠幅、鬱閉度、養成目標等綜合考量。修枝之位置應考量樹幹與枝修之接合部位組織，以傷口最小、切口平整、癒合最快為原則。

K. 其他施作安全及注意事項：

- (a) 伐木、集運作業進行時，工作人員須配備「安全帽」、「手套」、「安全鞋」並穿著適當之「工作服」及「工作褲」。
- (b) 本工作具備高度技術及危險性，作業期間，廠商必須經常派員駐在現場督率施工、工作程序及方法。
- (c) 廠商作業應確實遵照「森林法」、「職業安全衛生法及其施行細則」、「林場安全衛生設施規則」、「職業安全衛生設施規則」、「營造安全衛生設施標準」、「勞動檢查法及其施行細則」、「危險性工作場所審查及檢查辦法」、「勞動基準法及其施行細則」、「道路交通標誌標線號誌設置規則」暨其他有關法令之規定辦理，隨時注意工地安全及水、火災之防範，以維採運或搬運工作人員之安全，並應遵守作業所在地之單位及其派駐現場之監督、護管、押運等人員監督指揮。
- (d) 有關安全衛生規定應揭示於工作場所，並應於適當位置設急救醫藥箱等設備。
- (e) 勞工從事露天開挖作業，為防止地面之崩塌及損壞地下埋設物致有危害勞工之虞，應於事前就作業地點及其附近施以試挖或其他適當方法從事調查，妥為計畫施工及預防措施，並事前告知勞工有關開挖機械運作程序、範圍及危險性。
- (f) 對表土之崩塌或土石之崩落有危害勞工之虞者，應使表土保持安全之傾斜度；對有墜落之虞者，土石應予以清除或設置堵牆、擋土支撐等措施，並排除可能形成表土崩塌或土石飛

落原因之雨水、地下水等。

- (g) 工程施工中如經機關抽查發現承包商未依規定設置安全衛生設施時，承包商應於接獲安全衛生之問題及建議後，在規定期限內以書面提報其改善事項及方案並改善完成。

#### 4. 短中長期經營管理建議

植樹造林必須基於適地適種的原則，綜合考量人的需求 vs. 環境條件 vs. 樹種特性 vs. 造林技術等 4 者之間的良好匹配才能達成造林之目標，其中，人的需求亦即林地之經營管理的目標，也是林地經營首先要決定的方向。一般依造林之目的，可將林地概分為經濟林、景觀林、環境保育林等 3 大類型，其強調之重點分別為木材經濟生產、景觀遊憩療癒、環境公益效能，亦即與本計畫之永續林木區、四季景觀區與誘蝶賞花區、原生植物區之概念大致相呼應；緣此，可據以將臺北市林地之未來經營管理目標劃分為基本目標、首要目標、次要目標(表 21)，茲說明如下：

- (1) 環境公益效能=基本目標~本計畫之原生植物區：因人類之生存與永續發展係根基於良好健全的環境，雖然諸如生物多樣性、國土保安、水資源保育、淨化空氣、調節氣候等森林公益性效能的正常情況下並不易查覺，然市民若親身經歷空氣品質下降、暴雨洪水致災等環境退化將立即感受森林公益性效能之重要性。本計畫建議將環境公益效能列為臺北市林地短中長期經營管理之基本目標。
- (2) 景觀遊憩療癒=首要目標~本計畫之四季景觀區、誘蝶賞花區：優美的景觀、良好的遊憩品質與療癒功能是市民日常生活最能感受之森林效益，然這些景觀遊憩療癒的均是建立在健康的森林環境之基礎上，因此可在不影響基本目標—環境公益效能的架構下，找出適用的鄉土樹種、發揮在地化特色，逐一建構出「臺北大縱走」之優質步道，以發揮市民感受最深之次要目標—景觀遊憩療癒的功能。本計畫建議將景觀遊憩療癒列為臺北市林地短中長期經營管理之首要目標。
- (3) 木材經濟生產=次要目標~本計畫之永續林木區：木材生產尚不宜列為臺北市近郊林地的主要目標，但未來在造林地仍可依適地適種之原則，選擇可適生於當地的高經濟樹種進行造林，同時在無損環境保育及市民休憩之前提下，發展林下養蜂、烏來月桃與燈稱花利用等林下經濟永續生產作業。本計畫建議將木材經濟生產列為臺北市林地短中長期經營管理之次要目標。

鑑於本區生長良好的森林植群與尚無明顯之環境限制因子(參見：大崙頭山林地示範區之重要環境因子概況分析)，目前之森林在無人力與經費的大量介入下即可保持健康狀態；因此要維持基本的環境公益效能目標並不一定要花費最多投資，然而對於與市民日常生活關係最為密切的景觀遊憩療癒可投資較多的人力與經費。本計畫建議針對短中長期不同經營管理目標可施以不同的投資量，以使森林之多元利用的充分發揮，並期能達成市有林地經營管理之成本效益最大化。

為了進一步闡明臺北市林地之環境公益效能的基本目標之重要性，僅以森林涵養水源這一小部分的公益性為例說明。一片連續覆蓋良好的森林，生物種類繁多、各種植物層次豐富，而且地表上覆蓋著厚厚的枯枝落葉與腐植層，當樹冠、地被、枯枝落葉、土壤、微生物形成了一個綜合的有機體，陡峭的林地就像是被海綿層層保護著一樣，讓土壤不被暴雨侵蝕流失，並可涵養更多的水來減少下游的洪泛，然後再緩緩釋出乾淨水源，因此，森林有助於緩解(mitigate)水資源短缺與氣候暖化之問題(Ellison et al. 2017)，根據溫遠光、劉世榮(1995)估算中國各類森林生態系統的林冠平均截留量約在 134.0 - 843.4 mm，當林冠層、枯枝落葉層和土壤三者有機的結合，才能最大限度地發揮良好森林生態系統的水文生態功能，假設，森林可截留 100 mm 的水，則 1 ha 的森林即可涵養 1,000 m<sup>3</sup> (公噸)的優質水源，單以大崙頭山林地 26.2 ha 來計算，即有助於涵養 26,200 公噸之水源，而做為臺北市近郊森林之大崙頭山正有助於打造理想的海綿城市。

表 19 臺北市林地之短中長期經營管理目標

經營管理目標	民眾感知	短期	中期	長期
環境公益效能 (環境保育林) ~本計畫之 原生植物區	受損時才強烈感 受其重要性	基本 目標	基本 目標	基本 目標
景觀遊憩療癒 (景觀林) ~本計畫之 四季景觀區 、誘蝶賞花區	市民日常生活之 感受性最強	首要 目標	首要 目標	首要 目標
木材經濟生產 (經濟林) ~本計畫之 永續林木區	非屬臺北市近郊 森林的任務	次要 目標	次要 目標	次要 目標

註 1. 目標區分：基本、首要、次要。

### (三) 示範區經營管理規劃及營造

#### 1. 種植營造計畫

大崙頭山林地示範區之種植營造計畫的內容共包括七單元：(1) 計畫目標、(2) 分區經營規劃、(3) 造林地環境分析、(4) 樹種選擇、(5) 植樹造林施作、(6) 促進天然更新、(7) 撫育管理。

在造林地環境分析之部分，鑑於環境決定被選植樹木的存活與後續生長，因此植樹造林之前須先進行環境分析。環境分析至少應包含水熱土光風間等 6 項因子(亦即環境之降雨與排水、溫度與熱量、土壤理化性質、光照的質量、風衝與空污、樹木生長所需之空間)，以及各因子間的交互作用，例如在強日照下的砂粒土壤常形成缺水逆境。為進一步瞭解大崙頭山林地之重要環境條件，茲將大崙頭山林地示範區之水熱土光風間等 6 項重要環境因子概況分析整理如表 22。整體而言，於大崙頭山林地進行造林只須特別注意造林時機(水熱條件)、是否受上木遮蔽(光照)、配合空間選擇樹種並決定栽植密度、衝風帶慎選樹種。

表 20 大崙頭山林地之重要環境因子概況分析

環境因子	概況分析
降雨與排水	依據大崙頭山林地示範區之生態氣候圖(圖 18)，本區年降水量 3,317 mm，且全年均呈現剩水的情況，顯示本區屬於恆濕性氣候 (everwet climate, Su 1985)，整體而言，植物並不缺水。另，由於本區為東高西低之山坡地，屬於排水良好、不易積水之環境。
溫度與熱量	依據大崙頭山林地示範區之生態氣候圖(圖 18)，本區年均溫 20.1 °C，溫量指標(warmth index) 181.1，屬於楠櫨林帶(Machilus - Castanopsis zone, Su 1984)，對多數原生於北臺灣低海拔植物種類而言，熱量條件適中。
土壤理化性質	依據張坤城等(2019)之土壤分析結果，本區土壤含石率 5~25%，pH 3.55~4.41，質地為砂質壤土或壤質砂土，再對照目前本區自生植群生長良好，可知本區之土壤尚不致成為林木生長之限制因子。
光照的質量	實測本區之全天光空域為 60.66~71.13% (張坤城等 2019)，可知整體大環境約有 2/3 的受光量，與常見的中坡坡地光照差異不大，對大多數之山地植群種類尚不致成為限制因子。
風衝與空污	本區屬臺北市近郊之林地，空污情況尚不致影響林木之生長與森林之發育；然本區的北側及東側，在接近稜線之處於冬季東北季風盛行時，迎風面之衝風帶的風勢較為強勁，宜選植大明橘等當地原生之耐風樹種。
樹木生長所需之空間	大崙頭山林地已依經營目標劃分不同分區，各分區所選植之樹種亦有不同，在進行造林時，應考量選植樹種長期生長所需之空間。

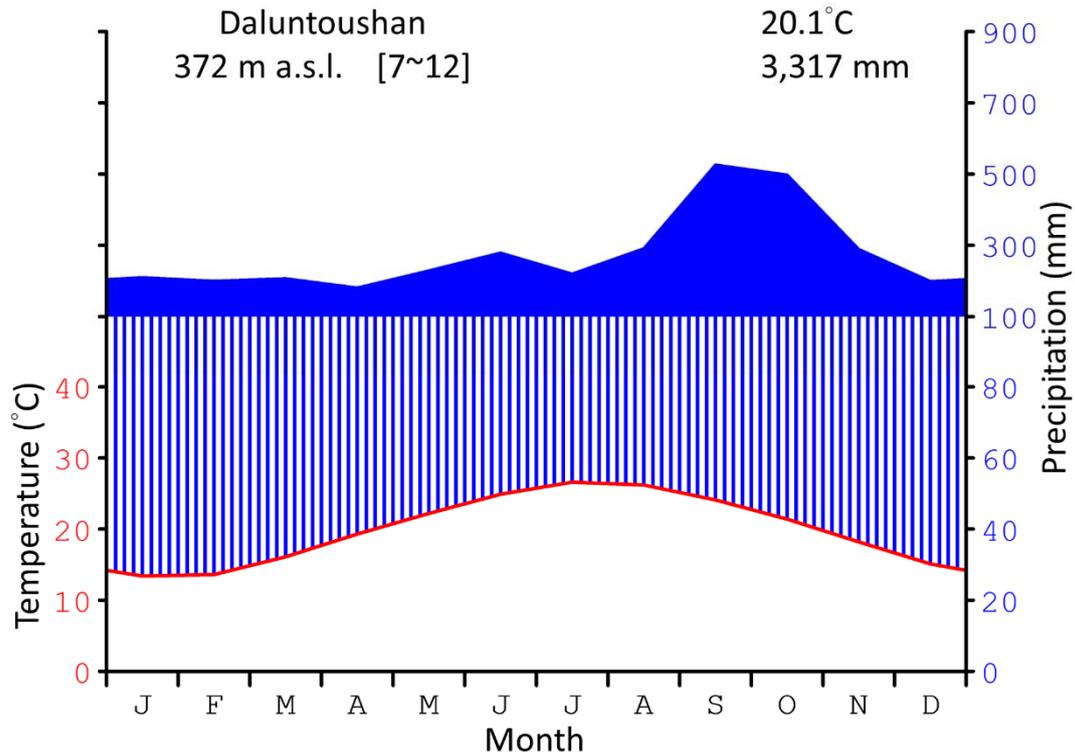


圖 12 大崙頭山林地之生態氣候圖。

## 2. 樹種選擇

種植營造計畫之樹種選擇，採用以下 2 種方式，(1) 永續林木區：以物種分布模擬(species distribution modeling, SDM)來分析森林法 12 種貴重木於大崙頭山林地之生育地適宜度，再據以選擇永續林木區之經濟樹種。(2) 四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區：以完整名錄 → 可用名錄 → 推薦名錄 → 審定名錄之階段式流程來篩選所需的特色植物與景觀植物，藉由系統性逐步彙整及過濾的方式來找出適用之植物。

### (1) 永續林木區：以 SDM 篩選經濟樹種

永續林木區之樹種選擇，係以 SDM 來分析森林法第五十二條第四項 12 種貴重木於大崙頭山林地之生育地適宜度。SDM 係利用物種與環境間之關係(species-environment relationship)的量化，來對生物點位資料進行空間推估(Franklin, 2009)，可藉由其 3 項要素(物種出現點、環境預測變數、連結二者關係之演算模擬方法)來建構物種與環境之關係，藉以模擬物種之可能分布，並可投射至不同的時間及空間，其應用範疇包括氣候變遷影響、生態理論研究、外來種入侵評估、保育計畫擬定、生育地適宜度分析等多種目的(Guisan & Zimmermann, 2000; Elith & Leathwick, 2009; Dyderski et al., 2018)；過去本計畫團隊即曾以 SDM 進行昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)之空間分布模擬(邱清安等，2017；Lin & Chiu, 2019)。

#### A. SDM 之模擬方法

目前有許多種不同的方法被用來模擬物種之空間分布(Mainali et al. 2015; 邱清安等 2013)，但其中以最大熵模型(Maximum Entropy, MaxEnt; Phillips et al. 2006; Phillips & Dudík 2008; Phillips et al. 2017)最常被使用，MaxEnt 自 2006 年初次發表後，迄今在 Google Scholar 已有超過 1 萬篇報告引用(如：Abdelaal et al. 2019; Cobos et al. 2019; Ørsted & Ørsted 2019)，因此本計畫採用 MaxEnt 來探究 12 種貴重木的分布機率。

#### B. SDM 之物種點位

為取得 12 種貴重木的點位，本計畫初步以擷取全球生物多樣性資訊機構(Global Biodiversity Information Facility, GBIF)資料庫中之各樹種點位進行 SDM 測試。

#### C. SDM 之環境圖層

為解釋及模擬 12 種貴重木之分布，依 Elith & Leathwick (2009)、Dormann (2011)、Watling et al. (2012)之建議，可根據研究者對 12 種貴重木之先驗知識來優先考量具有生態意義之環境變數，因此本計畫初步選擇 23 項可能影響 12 種貴重木分布的環境變數，包括代表地理地形變數的 ASP、SR、CTI、TRAI、WLS，代表熱量變數的 bio1、bio4、bio10、bio11、T1、T7、EWI、WI、TAR，代表水分變數的 bio12、bio15、bio18、bio19、PS、PW、PSR、PWR，代表水熱綜合條件變數的 PER，同時所有圖層網格及模擬之尺度均統一為 40 m，座標統一採用 TWD97 二度分帶系統。

#### D. SDM 運行測試與改善優化

由 SDM 初步的測試結果顯示，12 種貴重木之模擬準確度 AUC (area under the receiver operating characteristic curve 接受者工作特徵曲線下的面積)介於 0.787 ~ 0.955，依 Swets (1988)之評估準則( $0.5 \leq AUC < 0.6 = \text{fail}$ ;  $0.6 \leq AUC < 0.7 = \text{poor}$ ;  $0.7 \leq AUC < 0.8 = \text{fair}$ ;  $0.8 \leq AUC < 0.9 = \text{good}$ ;  $0.9 \leq AUC = \text{excellent}$ )，係屬一般~極好之等級，然由實際的 12 種貴重木 SDM 模擬分布圖仍可看出許多與野外觀察不一致等不合理之處。為此，本計畫分別針對模擬參數、物種點位、環境變數等 3 部分進行改善優化，其細節說明如下。

##### (A) 模擬軟體之參數

以 MaxEnt 軟體分別對 12 種貴重木進行物種分布模擬計算，配合軟體預設參數並依實際需求予以調整，Maxent 軟體之運行示意如圖 19，其調整參數如表 23。



若有超出表 24 之分布海拔上下限者，則視為座標有問題而予以刪除。此一階段所蒐集及處理之 12 種貴重木點位數如表 25 所示。

2<sup>nd</sup> 第二階段蒐集來源與處理歷程：由於第一階段的 12 種貴重木點位的空間分布與數量均不儘理想，因此由政府公開資料相關網站及自行以 Google Map 對已知點定位進行 12 種貴重木點位資料補充，此一階段蒐集的資料來源如表 26，各樹種之點位亦參照表 24 進行海拔過濾。此一階段所蒐集及處理之 12 種貴重木點位數如表 25 所示。

3<sup>rd</sup> 第三階段蒐集來源與處理歷程：第二階段蒐集 12 種貴重木點位仍屬不足，因此再由國有林盜伐樣態與高風險地點的生立木與竊取樹頭殘材、邱清安等(2013)陽明山國家公園調查資料、張坤城等(2019)臺北市公有林地植群調查資料、新北市政府綠美化環境景觀處珍貴樹木查詢進行點位資料補充，此一階段蒐集的資料來源如表 26，各樹種之點位亦參照表 24 進行海拔過濾。此一階段所蒐集及處理之 12 種貴重木點位數如表 25 所示。

4<sup>th</sup> 第四階段處理歷程：上述的 12 種貴重木點位可能會過度集中出現之情況，為此本計畫以 ArcMap 的 Fishnet 工具建立 40-m 向量多邊形網格，參考行政院農委會林務局農林航空測量所 40-m DTM 取得建立參數，然後再分別將 12 種貴重木點位與 40-m 向量多邊形網格進行空間套疊，計算出具有各樹種的 40m 向量多邊形網格，對 12 種貴重木 40-m 網格以 Calculate Geometry 計算中心點的 X 與 Y 座標值，並將屬性資料表匯出成 CSV 檔以供 Maxent 軟體使用。此一階段所處理之 12 種貴重木點位數如表 25 所示。

表 22 本計畫用於過濾錯誤資料的 12 種貴重木之分布海拔上下限

樹種名稱	分布海拔範圍 (m)	
	最低	最高
紅檜	500	3,050
臺灣扁柏	900	3,050
臺灣肖楠	5	2,000
臺灣杉	450	3,000
巒大杉	400	2,800
南洋紅豆杉	300	3,000
檫	1	2,250
烏心石	1	2,800
牛樟	100	2,300
臺灣檫樹	1,000	2,300
黃連木	1	2,400
毛柿	1	500

表 23 12 種貴重木之點位蒐集處理歷程與所得點位數

樹種名稱	1st	1st	1st	2nd	3rd	4th
	GBIF 原始 下載筆數	GBIF 座標 過濾後筆數	GBIF 海拔 過濾後筆數	新增後點 位數 <sup>§</sup>	新增後點 位數 <sup>§</sup>	40 m 網格 點位數
紅檜	979	199	199	602	660	648
臺灣扁柏	3,611	67	57	201	558	530
臺灣肖楠	369	53	44	135	227	173
臺灣杉	659	43	39	55	56	56
巒大杉	489	46	37	52	85	84
南洋紅豆杉	2,202	41	36	72	78	78
檫	3,945	183	182	1,160	1,163	655
烏心石	4,646	726	724	2,203	2,211	2,039
牛樟	719	125	125	120	571	546
臺灣檫樹	196	47	43	50	50	50
黃連木	1,779	102	101	541	553	327
毛柿	695	40	40	92	95	95

<sup>§</sup> 12 種貴重木之新增點位的資料來源詳列於表 8。

表 24 本計畫蒐集 12 種貴重木之資料來源

蒐集階段	資料來源
1 <sup>st</sup>	全球生物多樣性資訊機構(Global Biodiversity Information Facility, GBIF)
2 <sup>nd</sup>	臺灣「國家植群多樣性調查及製圖計畫」
	林務局第四次森林資源調查
	臺中市建設局行道樹空間資訊管理維護系統 <a href="http://itree.taichung.gov.tw/Tccg_Tree/index.aspx">http://itree.taichung.gov.tw/Tccg_Tree/index.aspx</a>
	臺北市行道樹路燈資訊網 <a href="https://geopkl.gov.taipei/">https://geopkl.gov.taipei/</a>
3 <sup>rd</sup>	政府資料開放平臺 108 年新北市珍貴樹木 <a href="https://data.gov.tw/datasets/search?q=108%E5%B9%B4%E6%96%B0%E5%8C%97%E5%B8%82%E7%8F%8D%E8%B2%B4%E6%A8%B9%E6%9C%A8">https://data.gov.tw/datasets/search?q=108%E5%B9%B4%E6%96%B0%E5%8C%97%E5%B8%82%E7%8F%8D%E8%B2%B4%E6%A8%B9%E6%9C%A8</a>
	國有林盜伐樣態與高風險地點-生立木 <a href="https://data.coa.gov.tw/Query/ServiceDetail.aspx?id=F56">https://data.coa.gov.tw/Query/ServiceDetail.aspx?id=F56</a>
	國有林盜伐樣態與高風險地點-竊取樹頭殘材 <a href="https://data.coa.gov.tw/Query/ServiceDetail.aspx?id=F56">https://data.coa.gov.tw/Query/ServiceDetail.aspx?id=F56</a>
	邱清安等 (2013) 陽明山國家公園景觀沿線道路具景觀價值原生植物保存與規劃
	張坤城等(2019)臺北市政府工務局大地工程處 107 年度臺北市公有林地植群調查及示範區營造委託專業服務案
新北市政府綠美化環境景觀處珍貴樹木查詢 <a href="https://www.landscaping.ntpc.gov.tw/cht/index.php?act=precious_trees&amp;code=search">https://www.landscaping.ntpc.gov.tw/cht/index.php?act=precious_trees&amp;code=search</a>	

### (C) 環境變數之決定

表 27 為本計畫初步選擇 23 項可能影響 12 種貴重木分布的環境變數，包括代表地理地形變數的 ASP、SR、CTI、TRAI、WLS，代表熱量變數的 bio1、bio4、bio10、bio11、T1、T7、EWI、WI、TAR，代表水分變數的 bio12、bio15、bio18、bio19、PS、PW、PSR、PWR，代表水熱綜合條件變數的 PER，其說明及來源或計算式如表 24 所示。然為降低降低變數之冗餘(redundance)及共線性(collinearity) (Randin et al. 2009)，首先，計算各變數兩兩之間的相關係數(表 28)，再將相關係數絕對值大於 0.9 之變數擇較不具生態解釋性者予以刪除，其次，再進一步將貢獻度(percent contribution)與置換重要性(permutation importance)非常低之變數刪除，以突顯真正對目標樹種具解釋力之環境變數。本計畫經過 10 次的實際測試樹種點位與不同環境變數之 SDM 模擬表現，最後選定 6 項相關係數較低、模擬貢獻度與重要性較高、具有生態意義的環境變數，分別為 WI、ATR、bio12、bio15、PER、WLS。

表 25 可能影響 12 種貴重木分布的 23 項環境變數

圖層/縮寫	說明	Reference
<b>地理地形</b>		
ASP	來自 dem40_97 之坡向 aspect 圖	ESRI (2010)
SR	太陽輻射 solar radiation	ESRI (2010)
CTI	複合地形指數 compound topographic index	Evans (2011)
TRAI	地形輻射坡向指數 topographic radiation aspect index	Evans (2011)
WLS	全天光空域 whole light sky space	Lai et al. (2010)
<b>熱量</b>		
bio1	年均溫，即 $bio1 = T_{year}$	Fick & Hijmans (2017)
bio4	溫度季節性=月均溫之標準差*100，即 $bio4 = T_{SD}$	Fick & Hijmans (2017)
bio10	最暖季溫度= $(T6+T7+T8)/3$ ，即 bio10	Fick & Hijmans (2017)
bio11	最冷季溫度= $(T12+T1+T2)/3$ ，即 bio11	Fick & Hijmans (2017)
T1	最冷月月均溫=T1 (Mean Temperature of Coldest Month)	Chiu et al. (2009)
T7	最暖月月均溫=T7 (Mean Temperature of Warmest Month)	Chiu et al. (2009)
EWI	有效溫量指標 effective warmth index，= $WI - 0.5 \times ATR$	Chiu et al. (2012)
WI	溫量指標 warmth index	Kira (1991)
TAR	年溫差 temperature annual range	Tuhkanen (1980)
<b>水分</b>		
bio12	年降水量，即 $bio12 = P_{year}$	Fick & Hijmans (2017)
bio15	P_CV 降水之季節性(變異係數)，即 bio15	Fick & Hijmans (2017)
bio18	P_6-8 最暖季降水量= $P6+P7+P8$ ，即 bio18	Fick & Hijmans (2017)
bio19	P_12-2 最冷季降水量= $P12+P1+P2$ ，即 bio19	Fick & Hijmans (2017)
PS	P_summer 夏半年降水量= $P4+P5+P6+P7+P8+P9$	Su (1985)
PW	P-winter 冬半年降水量= $P10+P11+P12+P1+P2+P3$	Su (1985)
PSR	pr_s-y 夏雨率= $P_{summer4-9} / P_{year}$	Su (1985)
PWR	pr_w-y 冬雨率= $P_{winter10-3} / P_{year}$	Su (1985)
<b>水熱綜合</b>		
PER	annual potential evapotranspiration = $(58.93 * BT) / P_{year}$	Holdridge (1967)

表 26.23 項環境變數之相關係數

	ASP	SR	CTI	TRAI	WLS	bio1	bio4	bio10	bio11	T1	T7	EWI	WI	TAR	bio12	bio15	bio18	bio19	PS	PW	PSR	PWR	PER
ASP		-0.46	0.45	-0.56	-0.67	-0.50	-0.34	0.44	-0.85	0.50	0.75	0.75	0.75	0.69	0.70	0.76	0.53	0.75	0.54	0.03	0.60	0.02	-0.14
SR	-0.46		-1.00	0.92	-0.22	0.82	-0.60	-0.87	0.52	0.31	-0.32	-0.33	-0.18	-0.34	-0.36	-0.20	0.27	-0.32	-0.21	-0.08	-0.23	-0.08	0.01
CTI	0.45	-1.00		-0.92	0.22	-0.85	0.60	0.89	-0.52	-0.33	0.32	0.33	0.18	0.35	0.37	0.20	-0.30	0.32	0.20	0.08	0.22	0.07	-0.01
TRAI	-0.56	0.92	-0.92		0.03	0.93	-0.37	-0.74	0.75	0.21	-0.31	-0.32	-0.20	-0.33	-0.34	-0.22	0.17	-0.31	-0.22	-0.06	-0.27	-0.08	0.02
WLS	-0.67	-0.22	0.22	0.03		-0.01	0.90	0.24	0.69	-0.69	-0.30	-0.30	-0.42	-0.21	-0.20	-0.40	-0.69	-0.30	-0.35	0.04	-0.41	-0.06	0.13
bio1	-0.50	0.82	-0.85	0.93	-0.01		-0.37	-0.78	0.67	0.32	-0.31	-0.32	-0.19	-0.36	-0.37	-0.21	0.29	-0.31	-0.16	-0.06	-0.22	-0.04	0.03
bio4	-0.34	-0.60	0.60	-0.37	0.90	-0.37		0.59	0.33	-0.72	-0.07	-0.05	-0.22	0.03	0.04	-0.20	-0.70	-0.06	-0.18	0.06	-0.23	-0.02	0.10
bio10	0.44	-0.87	0.89	-0.74	0.24	-0.78	0.59		-0.38	-0.34	0.45	0.46	0.30	0.50	0.51	0.32	-0.30	0.45	0.23	0.08	0.24	0.02	-0.03
bio11	-0.85	0.52	-0.52	0.75	0.69	0.67	0.33	-0.38		-0.31	-0.43	-0.43	-0.42	-0.38	-0.39	-0.43	-0.34	-0.43	-0.40	-0.02	-0.46	-0.10	0.10
T1	0.50	0.31	-0.33	0.21	-0.69	0.32	-0.72	-0.34	-0.31		0.44	0.43	0.60	0.30	0.30	0.59	1.00	0.44	0.36	-0.03	0.35	-0.06	-0.06
T7	0.75	-0.32	0.32	-0.31	-0.30	-0.31	-0.07	0.45	-0.43	0.44		1.00	0.98	0.99	0.99	0.98	0.46	1.00	0.50	0.02	0.47	-0.15	-0.07
EWI	0.75	-0.33	0.33	-0.32	-0.30	-0.32	-0.05	0.46	-0.43	0.43	1.00		0.98	0.99	0.99	0.98	0.45	1.00	0.49	0.03	0.47	-0.15	-0.07
WI	0.75	-0.18	0.18	-0.20	-0.42	-0.19	-0.22	0.30	-0.42	0.60	0.98	0.98		0.94	0.94	1.00	0.62	0.98	0.51	0.01	0.48	-0.16	-0.08
TAR	0.69	-0.34	0.35	-0.33	-0.21	-0.36	0.03	0.50	-0.38	0.30	0.99	0.99	0.94		1.00	0.95	0.32	0.99	0.45	0.03	0.42	-0.16	-0.07
bio12	0.70	-0.36	0.37	-0.34	-0.20	-0.37	0.04	0.51	-0.39	0.30	0.99	0.99	0.94	1.00		0.95	0.32	0.99	0.46	0.03	0.43	-0.16	-0.07
bio15	0.76	-0.20	0.20	-0.22	-0.40	-0.21	-0.20	0.32	-0.43	0.59	0.98	0.98	1.00	0.95	0.95		0.60	0.99	0.51	0.01	0.48	-0.16	-0.08
bio18	0.53	0.27	-0.30	0.17	-0.69	0.29	-0.70	-0.30	-0.34	1.00	0.46	0.45	0.62	0.32	0.32	0.60		0.46	0.38	-0.03	0.37	-0.05	-0.07
bio19	0.75	-0.32	0.32	-0.31	-0.30	-0.31	-0.06	0.45	-0.43	0.44	1.00	1.00	0.98	0.99	0.99	0.99	0.46		0.49	0.02	0.47	-0.15	-0.07
PS	0.54	-0.21	0.20	-0.22	-0.35	-0.16	-0.18	0.23	-0.40	0.36	0.50	0.49	0.51	0.45	0.46	0.51	0.38	0.49		0.09	0.40	0.48	-0.10
PW	0.03	-0.08	0.08	-0.06	0.04	-0.06	0.06	0.08	-0.02	-0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	-0.03	0.02	0.09		0.01	0.48	0.36
PSR	0.60	-0.23	0.22	-0.27	-0.41	-0.22	-0.23	0.24	-0.46	0.35	0.47	0.47	0.48	0.42	0.43	0.48	0.37	0.47	0.40	0.01		0.15	-0.19
PWR	0.02	-0.08	0.07	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	0.02	-0.10	-0.06	-0.15	-0.15	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.05	-0.15	0.48	0.48	0.15		-0.03
PER	-0.14	0.01	-0.01	0.02	0.13	0.03	0.10	-0.03	0.10	-0.06	-0.07	-0.07	-0.08	-0.07	-0.07	-0.08	-0.07	-0.07	-0.10	0.36	-0.19	-0.03	

#### E. 優化後的 SDM 結果

經前述的 SDM 初步測試結果與優化改善後，本計畫實際進行 12 種貴重木之 SDM 模擬操作如下：(1) 物種點位：12 種貴重木之點位(如表 25 所示)；(2) 環境圖層：6 項環境圖層(WI、ATR、bio12、bio15、PER、WLS)；(3) 模擬軟體：Maxent (設定 Replicate = 25 次、Crossvalidate 驗證、Maximun iterations = 5000)。

圖 20 為以 SDM 模擬 12 種貴重木出現於臺灣的機率，表 29 臚列了應用於 SDM 之各樹種點位數及其海拔範圍，也擷取 SDM 於大崙頭山林地的出現機率(表 29)，此亦可代表此 12 種貴重木在大崙頭山林地之潛在的(potential)生育地適宜指數(habitat suitable index)；然僅依據表 29 之出現機率仍無法確定目標樹種是否可出現於研究區，因此必須將 SDM 模擬結果以閾值(threshold)將連續性的出現機率值轉化為 0 (absence, 不出現)或 1 (presence, 出現)，而判斷物種出現與否的閾值，可採用 Equal training sensitivity and specificity 為存在閾值(threshold of presence)之標準(Liu et al. 2005; Cao et al. 2013; Shabani et al. 2018)，藉由 SDM 出現機率與存在閾值的比較，可知在 12 種貴重木中，只有臺灣肖楠、烏心石、黃連木等 3 種出現或適生於大崙頭山林地，另外 9 種則較不適合大崙頭山林地，另外，對表 29 所列之出現機率可再粗分為 3 類別：

- 不適合於大崙頭山者(出現機率 < 0.05)，計 7 種：其出現機率依序為臺灣杉(0.0432)、南洋紅豆杉(0.0364)、毛柿(0.0126)、臺灣檫樹(0.0106)、巒大杉(0.0093)、紅檜(0.0084)、臺灣扁柏(0.0032)。
- 略適合於大崙頭山者(0.05 < 出現機率 < 0.5)，計 3 種：其出現機率依序為牛樟(0.2778)、欐(0.2416)、黃連木(**0.2052**)。
- 適合於大崙頭山者(出現機率 > 0.5)，計 2 種：其出現機率依序為烏心石(**0.6486**)、臺灣肖楠(**0.5493**)。

綜合上述的圖 20 及表 29 可知在 12 種貴重木中，較適合用來營造大崙頭山永續林木區之樹種為臺灣肖楠、烏心石，圖 21 為臺灣肖楠於大崙頭山林地之出現機率分布圖及其 SDM 摘要，圖 22 為烏心石於大崙頭山林地之出現機率分布圖及其 SDM 摘要。為進一步提供未來應用之參考，僅將臺灣肖楠、烏心石之應用屬性表與植物照片分別整理於表 30、表 31。

表 27. 12 種貴重木之 AUC、點位數、是否出現於大崙頭山林地

中文名稱	AUC <sup>§</sup>	SDM 點位數 (海拔範圍*)	是否出現† (出現機率 vs. threshold)
紅檜	0.908	648 點 (796 ~ 3,032 m)	不出現 (0.0084 < 0.4475)
臺灣扁柏	0.929	530 點 (906 ~ 3,034 m)	不出現 (0.0032 < 0.3668)
<b>臺灣肖楠</b>	<b>0.881</b>	<b>173</b> <b>(5 ~ 2,000 m)</b>	<b>出現</b> <b>(0.5493 &gt; 0.3978)</b>
臺灣杉	0.917	56 (558 ~ 2,761 m)	不出現 (0.0432 < 0.3225)
巒大杉	0.938	84 點 (960 ~ 2,387 m)	不出現 (0.0093 < 0.2254)
南洋紅豆杉	0.916	78 點 (382 ~ 2,669 m)	不出現 (0.0364 < 0.2891)
檫	0.834	655 點 (1 ~ 2,233 m)	不出現 (0.2416 < 0.3953)
<b>烏心石</b>	<b>0.759</b>	<b>2,039 點</b> <b>(1 ~ 2,543 m)</b>	<b>出現</b> <b>(0.6486 &gt; 0.5862)</b>
牛樟	0.880	546 點 (104 ~ 2,298 m)	不出現 (0.2778 < 0.3623)
臺灣檫樹	0.956	50 點 (1096 ~ 2,236 m)	不出現 (0.0106 < 0.1916)
<b>黃連木</b>	<b>0.866</b>	<b>327 點</b> <b>(1 ~ 2,369 m)</b>	<b>出現</b> <b>(0.2052 &gt; 0.2005)</b>
毛柿	0.926	95 點 (1 ~ 484 m)	不出現 (0.0126 < 0.2959)

§ AUC (area under the receiver operating characteristic curve 接受者工作特徵曲線下的面積)係評估物種分布模擬(species distribution modeling, SDM)之準確度的方法。

\* 以樹種點位之座標擷取 40-m 數值高程模型之海拔高。

† 若某一目標樹種於大崙頭山林地之 SDM 結果的出現機率(Cloglog)  $\geq$  threshold，則表示該物種可「presence 出現」於當地，若出現機率  $<$  threshold，則表示該物種「absence 不出現」於當地。

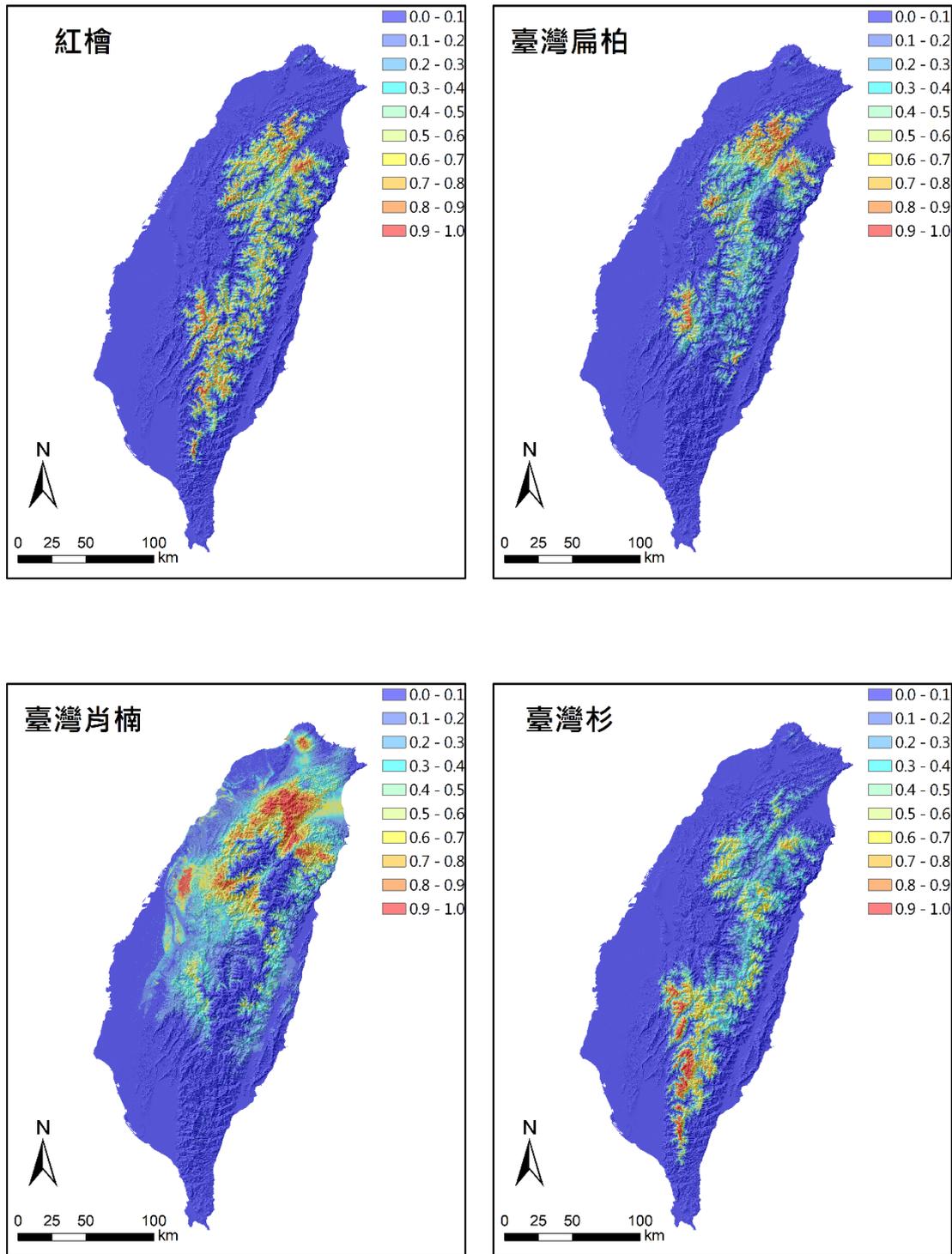


圖 14.12 種貴重木於臺北市之物種分布模擬結果

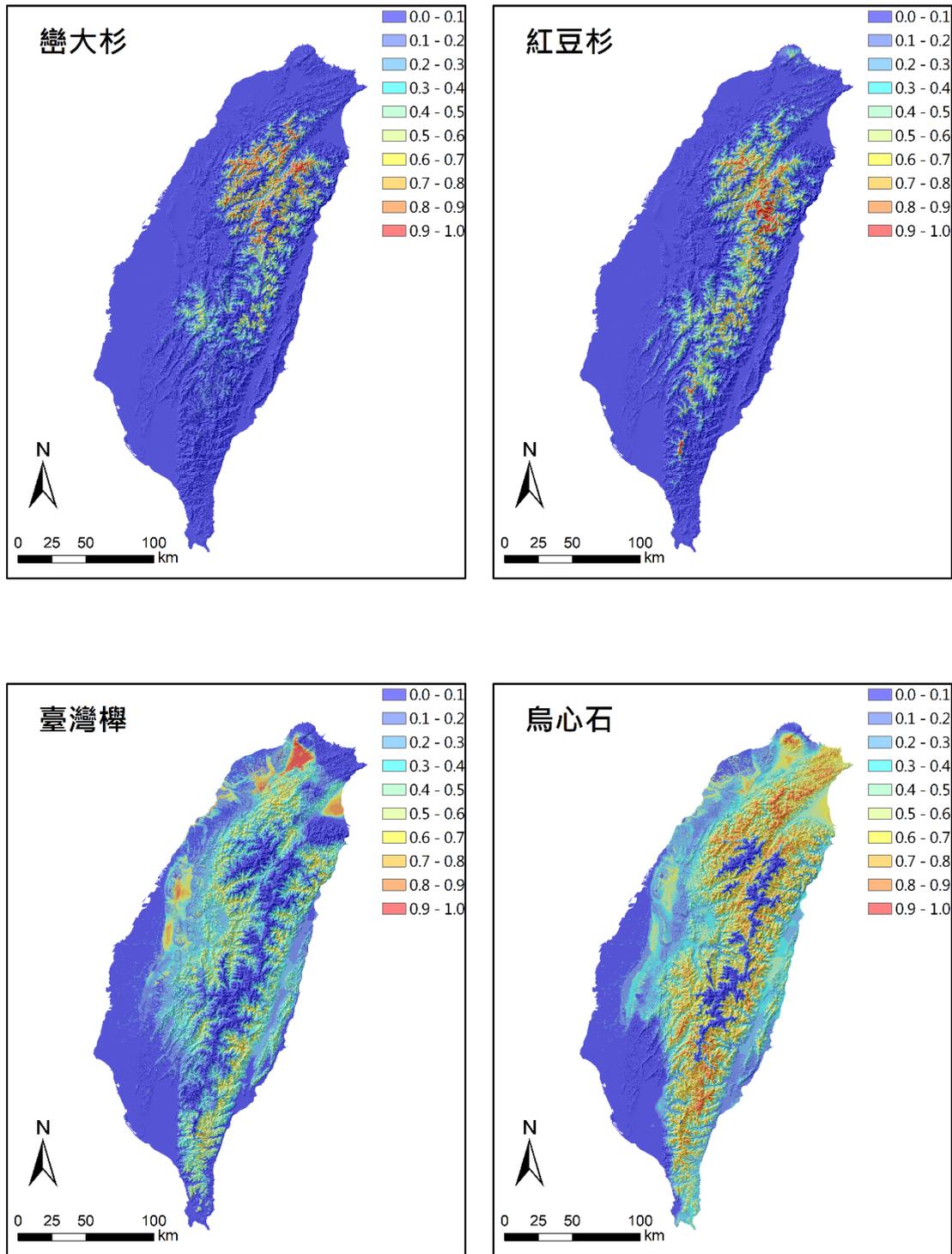


圖 20.(續) 12 種貴重木於臺北市之物種分布模擬結果

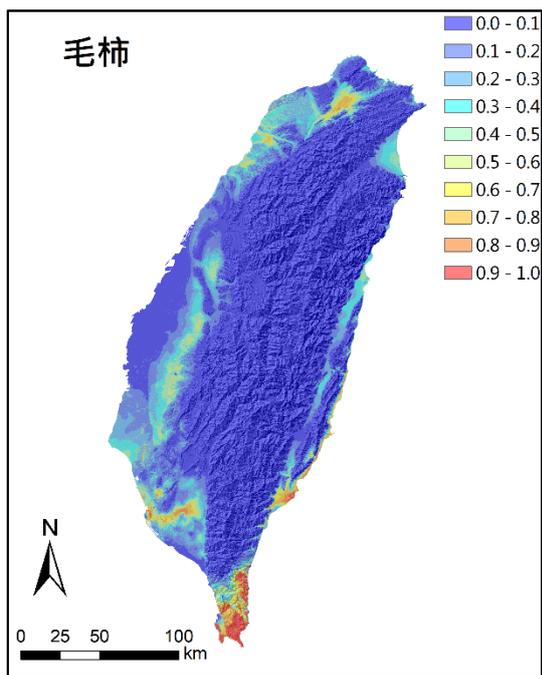
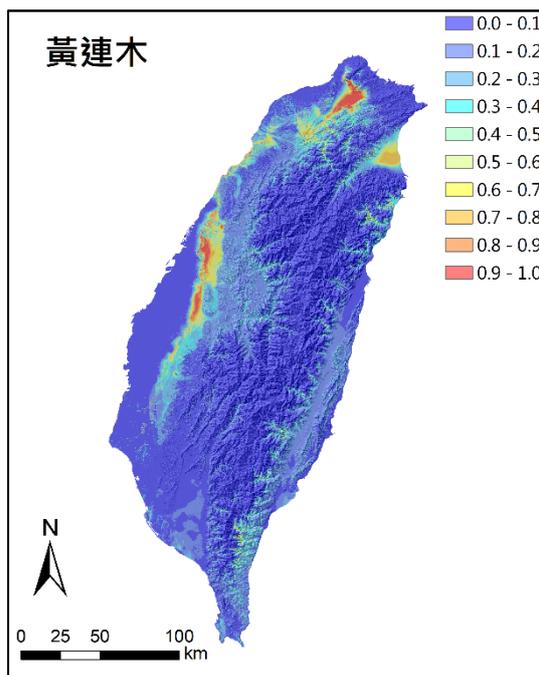
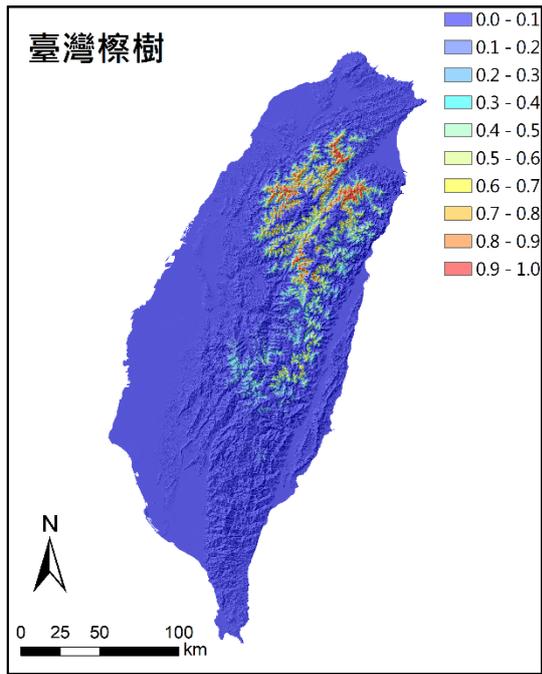
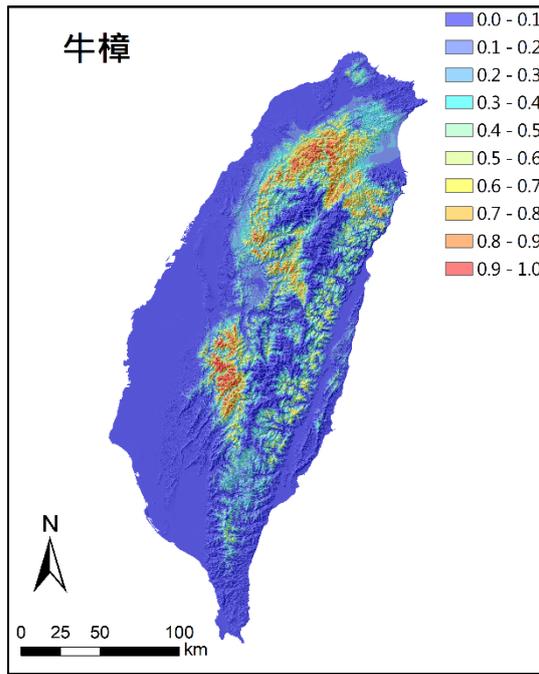
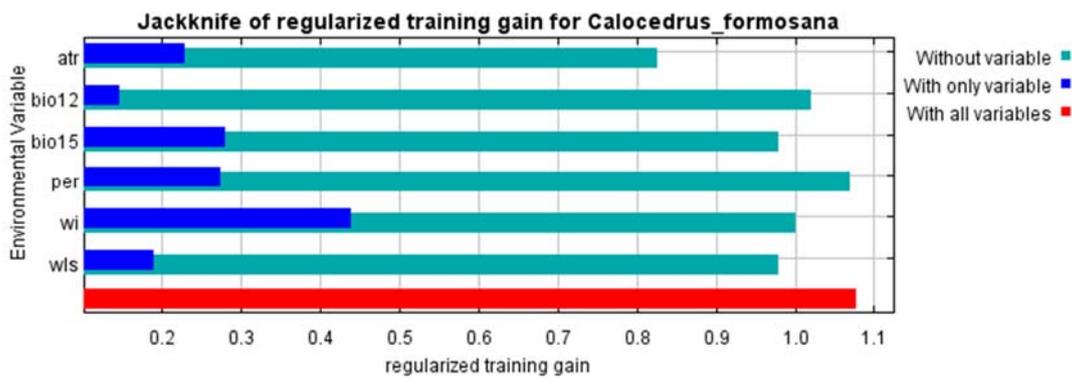
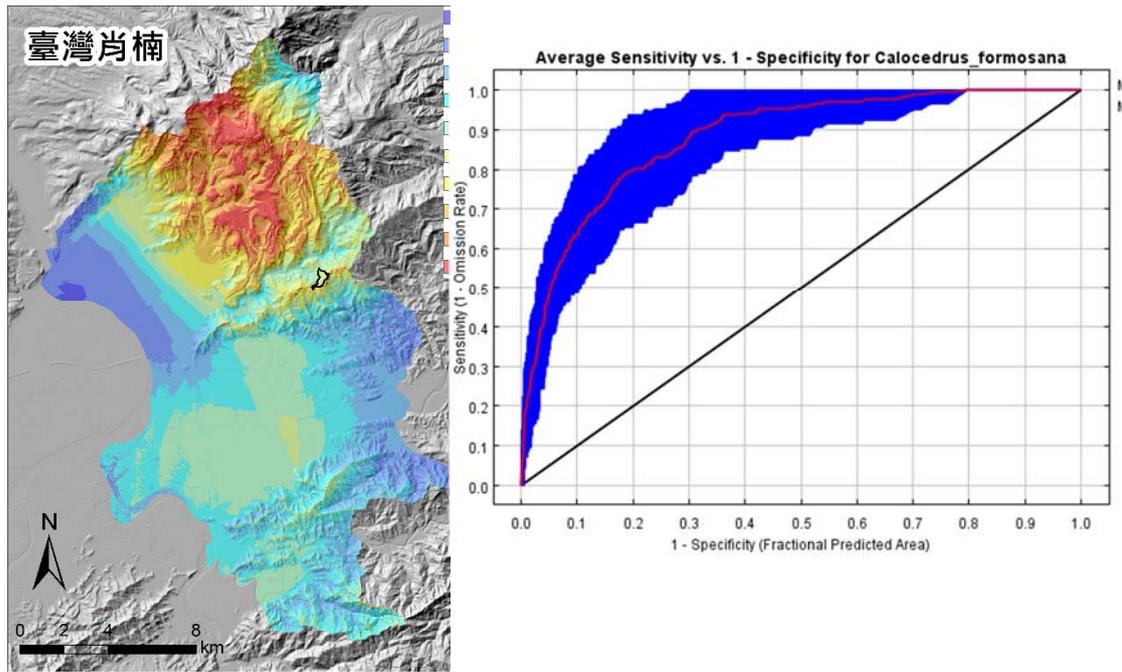
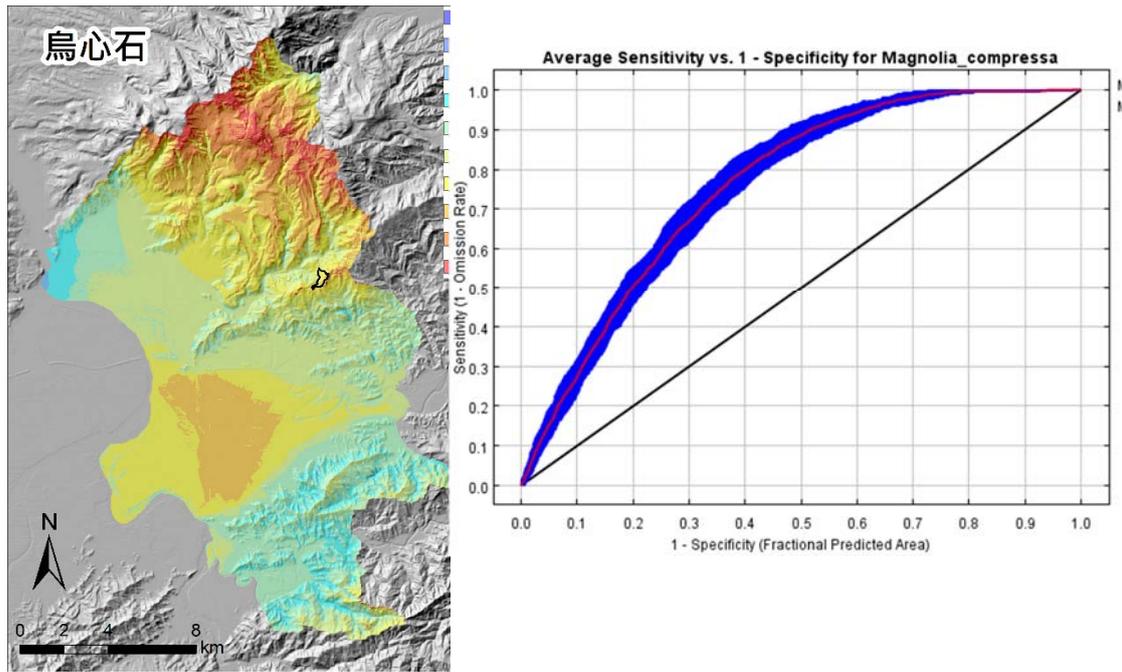


圖 20.(續) 12 種貴重木於臺北市之物種分布模擬結果



Variable	Percent contribution	Permutation importance
wi	29.2	32
atr	29	18.6
bio15	17.6	8.6
wls	17.1	4.8
bio12	5.9	23.2
per	1.2	12.7

圖 15. 臺灣肖楠於大崙頭山林地之出現機率及其 SDM 摘要



Variable	Percent contribution	Permutation importance
wi	56.5	43.2
wls	22.6	18
bio15	13.1	16
bio12	4	8.7
atr	2.3	7.7
per	1.4	6.4

圖 16. 烏心石於大崙頭山林地之出現機率及其 SDM 摘要

表 28. 臺灣肖楠之應用屬性表

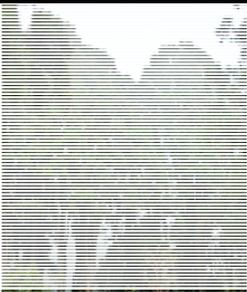
植物名稱	臺灣肖楠				
科別	柏科 CUPRESSACEAE				
學名	<i>Calocedrus formosana</i> (Florin) Florin.				
特稀有性	<input checked="" type="checkbox"/> 特有種 <input type="checkbox"/> 稀有種				
經濟性	<input checked="" type="checkbox"/> 針葉一級木 <input type="checkbox"/> 闊葉一級木				
生態環境	海拔(m)	300-1900		全球分布	臺灣
	環境類型	屬中等耐陰性樹種，常於溪谷兩岸與闊葉樹混生		臺灣分布	北、中部山區
性狀及生活週期	生長型	<input checked="" type="checkbox"/> 喬木 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 藤本 <input type="checkbox"/> 草本 <input type="checkbox"/> 其他：			
	葉	葉序	十字對生	葉色	深綠
		葉候	<input checked="" type="checkbox"/> 常綠 <input type="checkbox"/> 落葉	質地	革質
	花	花序	單生於幼枝頂端	花期	5-9 月
		花色	雄花黃褐色、雌花淡綠色		
	果	果型	毬果長橢圓形	大小(cm)	長約 1.5 cm
熟果色		綠色	果期	9-10 月	
環境適性	日照	<input type="checkbox"/> 全日照 <input checked="" type="checkbox"/> 半日照 <input type="checkbox"/> 耐蔭		水分	<input type="checkbox"/> 水生 <input type="checkbox"/> 濕潤 <input checked="" type="checkbox"/> 耐旱
應用類型	適植類型	<input checked="" type="checkbox"/> 孤植 <input type="checkbox"/> 對植 <input type="checkbox"/> 列植 <input type="checkbox"/> 叢植 <input type="checkbox"/> 群植 <input checked="" type="checkbox"/> 綠籬 <input type="checkbox"/> 草坪 <input type="checkbox"/> 邊坡 <input type="checkbox"/> 花臺 <input type="checkbox"/> 其他：			
	觀賞部位	<input type="checkbox"/> 花 <input type="checkbox"/> 果 <input checked="" type="checkbox"/> 全株 <input type="checkbox"/> 新葉 <input type="checkbox"/> 落葉前變色 <input type="checkbox"/> 其他：			
	生態應用	<input type="checkbox"/> 蜜源植物 <input type="checkbox"/> 食草植物 <input type="checkbox"/> 誘鳥植物 <input type="checkbox"/> 其他：			
培育管理	繁殖法	<input checked="" type="checkbox"/> 播種 <input type="checkbox"/> 扦插 <input type="checkbox"/> 其他：			
	生長速度	<input type="checkbox"/> 快速 <input type="checkbox"/> 中等 <input checked="" type="checkbox"/> 緩慢			
應用建議	採收臺灣肖楠毬果後，可攤開翻動，使種子脫離毬果，再以風選法除去空粒種子，將種子乾燥至含水率 5%後儲藏 5°C 或 -20°C，提供長期育苗用。臺灣肖楠種子易發芽，可即採即播，但其種子有後熟作用，若以 5°C 乾藏 3~4 月能再提高發芽率。				
進一步資訊	簡慶德 (2013) 18 種重要造林樹種育苗作業規範之制定。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列。 楊正釗 (2006) 臺灣肖楠種子的發芽與室溫老化。林業研究專訊 13(1):32。 臺灣野生植物資料庫-臺灣肖楠： <a href="https://reurl.cc/eqevj">https://reurl.cc/eqevj</a> 認識植物-臺灣肖楠： <a href="https://reurl.cc/z0vyQ">https://reurl.cc/z0vyQ</a>				

表 29. 烏心石之應用屬性表

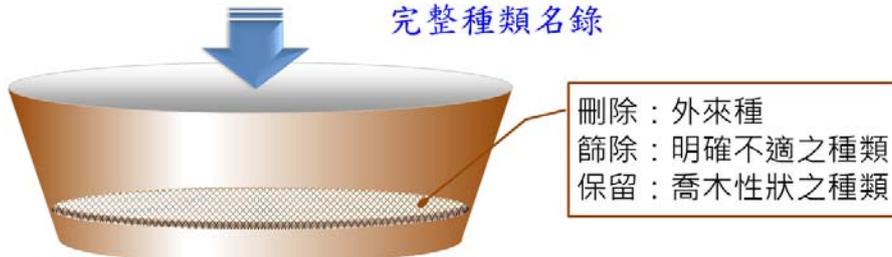
植物名稱	烏心石				
科別	木蘭科 MAGNOLIACEAE				
學名	<i>Michelia compressa</i> (Maxim.) Sargent.				
特稀有性	<input type="checkbox"/> 特有種 <input type="checkbox"/> 稀有種				
經濟性	<input type="checkbox"/> 針葉一級木 <input checked="" type="checkbox"/> 闊葉一級木				
生態環境	海拔(m)	200-2200	全球分布	臺灣、日本、琉球、菲律賓	
	環境類型	屬中等耐陰偏陽性樹種，常見於山區混生闊葉林中	臺灣分布	全島低、中海拔林中	
性狀及生活週期	生長型	<input checked="" type="checkbox"/> 喬木 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 藤本 <input type="checkbox"/> 草本 <input type="checkbox"/> 其他：			
	葉	葉序	單生葉腋	葉色	深綠
		葉候	<input checked="" type="checkbox"/> 常綠 <input type="checkbox"/> 落葉	質地	薄革質或革質
	花	花序	單生	花期	1-3 月
		花色	淡黃白色		
	果	果型	圓型蓇葖果	大小(cm)	長約 0.4-0.8 mm
熟果色		紅色	果期	9-10 月	
環境適性	日照	<input type="checkbox"/> 全日照 <input checked="" type="checkbox"/> 半日照 <input type="checkbox"/> 耐蔭	水分	<input type="checkbox"/> 水生 <input checked="" type="checkbox"/> 濕潤 <input type="checkbox"/> 耐旱	
應用類型	適植類型	<input checked="" type="checkbox"/> 孤植 <input type="checkbox"/> 對植 <input type="checkbox"/> 列植 <input type="checkbox"/> 叢植 <input type="checkbox"/> 群植 <input type="checkbox"/> 綠籬 <input type="checkbox"/> 草坪 <input type="checkbox"/> 邊坡 <input type="checkbox"/> 花臺 <input type="checkbox"/> 其他：			
	觀賞部位	<input checked="" type="checkbox"/> 花 <input type="checkbox"/> 果 <input checked="" type="checkbox"/> 全株 <input type="checkbox"/> 新葉 <input type="checkbox"/> 落葉前變色 <input type="checkbox"/> 其他：			
	生態應用	<input type="checkbox"/> 蜜源植物 <input type="checkbox"/> 食草植物 <input type="checkbox"/> 誘鳥植物 <input type="checkbox"/> 其他：			
培育管理	繁殖法	<input checked="" type="checkbox"/> 播種 <input type="checkbox"/> 扦插 <input type="checkbox"/> 其他：			
	生長速度	<input type="checkbox"/> 快速 <input checked="" type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 緩慢			
應用建議	烏心石果實採收後陰乾開裂，取出種子，洗除肉質假種皮後，需儘快將種子含水率降至 5~8%，密封後置於攝氏零度以下儲藏。播種時，為解除種子之休眠性，可先與濕水苔混合放入塑膠袋內，封口後在低溫 5℃ 下層積儲藏 3 個月左右，當春天來臨時取出播種，不但發芽率提高，且發芽整齊。				
進一步資訊	簡慶德 (2013) 18 種重要造林樹種育苗作業規範之制定。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列。 陳舜英、陳芬蕙、黃裕星、何政坤、簡慶德 (2016) 木蘭科烏心石與華蓋木種子發芽休眠之研究。臺灣林業科學 31(3): 199-213。 臺灣野生植物資料庫-烏心石： <a href="https://reurl.cc/6Wom5">https://reurl.cc/6Wom5</a> 認識植物-烏心石： <a href="https://reurl.cc/Wj6m5">https://reurl.cc/Wj6m5</a>				

(1) 四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區：階段式專家篩選樹種

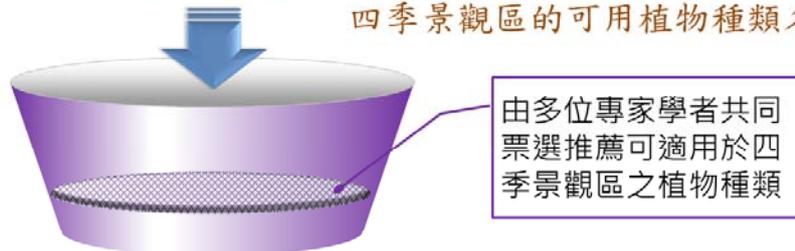
種植營造計畫的另一樹種選擇途徑，主要是針對四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區所需的特色植物、景觀植物進行篩選，其流程為：完整名錄 → 可用名錄 → 推薦名錄 → 審定名錄(各分區之植物種類篩選流程如圖 23、圖 24、圖 25 所示)，藉由此一系統性逐步彙整及篩選的方式來找出適合之植物種類，且由於本方法係集合多位專家學者之意見，因而可降低物種選擇時的個人偏好性，並從而找出大多數人認同的植物種類(邱清安等，2018)。

## 四季景觀區之植物種類篩選

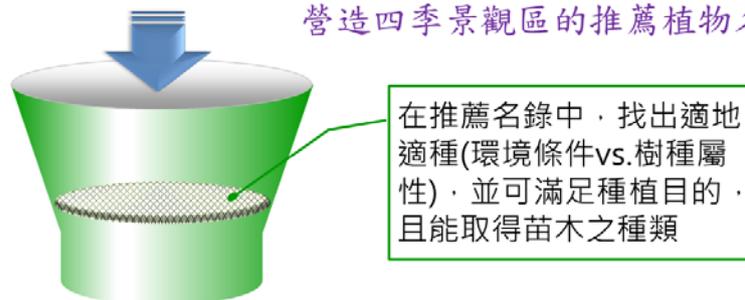
(1680種) **完整名錄**：彙整臺北市之全部維管束植物的完整種類名錄



(276種) **可用名錄**：可能用來營造臺北市近郊林地之四季景觀區的可用植物種類名錄



(25種) **推薦名錄**：獲1/2以上專家學者票選認為適於營造四季景觀區的推薦植物名錄

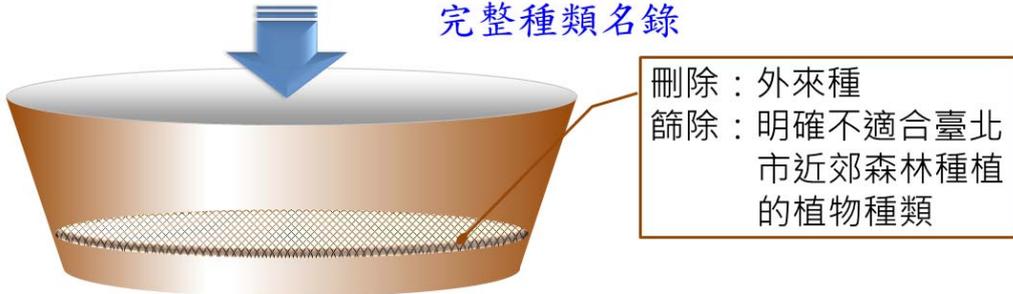


(???) **審定名錄**：同時符合大崙頭山之適地適種、種植目的、苗木可取得等3要件，最終被審定用於規劃實際種植以營造四季景觀區的植物名錄

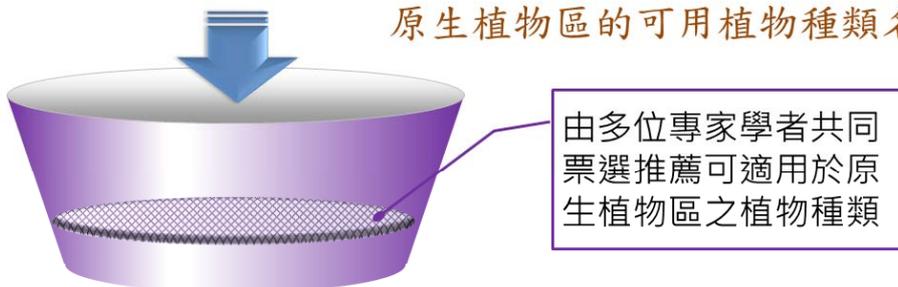
圖 17. 四季景觀區之植物種類篩選流程

## 原生植物區之植物種類篩選

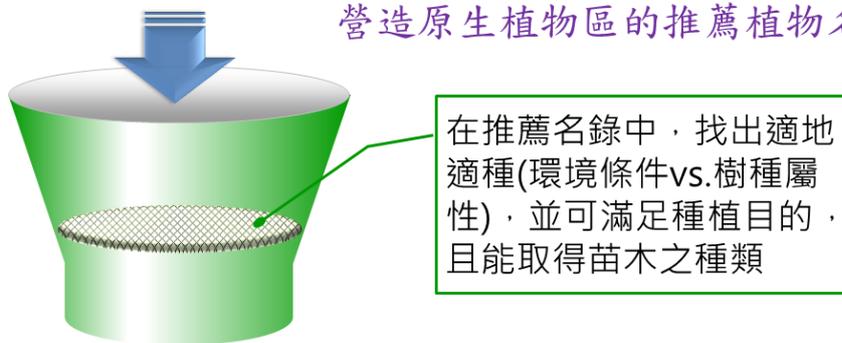
(1680種) **完整名錄**：彙整臺北市之全部維管束植物的完整種類名錄



(592種) **可用名錄**：可能用來營造臺北市近郊林地之原生植物區的可用植物種類名錄



(80種) **推薦名錄**：獲1/2以上專家學者票選認為適於營造原生植物區的推薦植物名錄

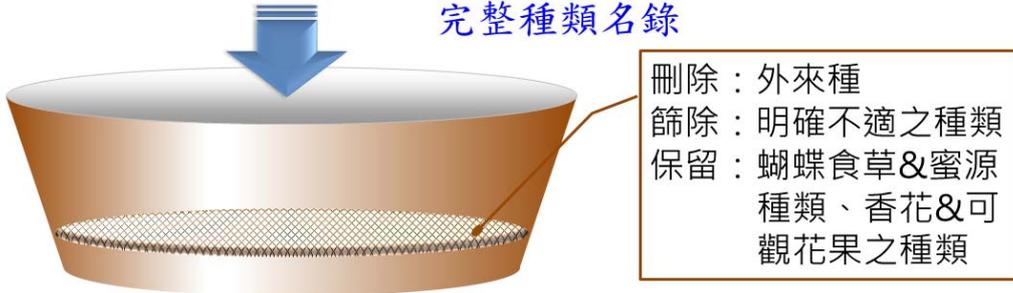


(???種) **審定名錄**：同時符合大崙頭山之適地適種、種植目的、苗木可取得等3要件，最終被審定用於規劃實際種植以營造原生植物區的植物名錄

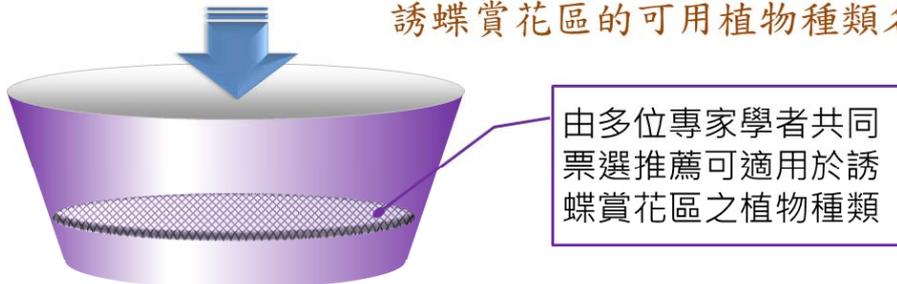
圖 18. 原生植物區之植物種類篩選流程

## 誘蝶賞花區之植物種類篩選

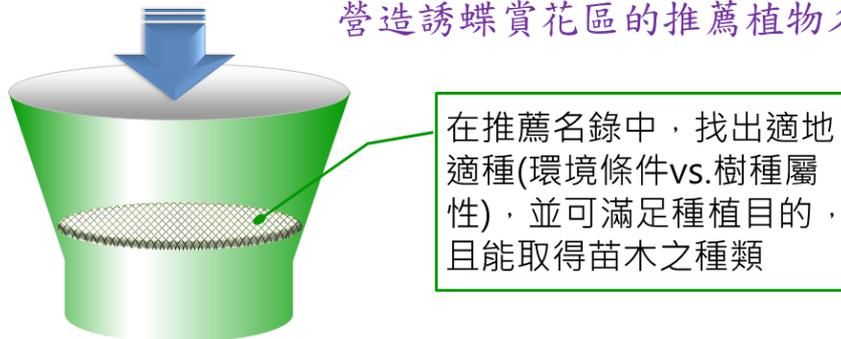
(1680種) **完整名錄**：彙整臺北市之全部維管束植物的完整種類名錄



(559種) **可用名錄**：可能用來營造臺北市近郊林地之誘蝶賞花區的可用植物種類名錄



(58種) **推薦名錄**：獲1/2以上專家學者票選認為適於營造誘蝶賞花區的推薦植物名錄



(???種) **審定名錄**：同時符合大崙頭山之適地適種、種植目的、苗木可取得等3要件，最終被審定用於規劃實際種植以營造誘蝶賞花區的植物名錄

圖 19. 誘蝶賞花區之植物種類篩選流程

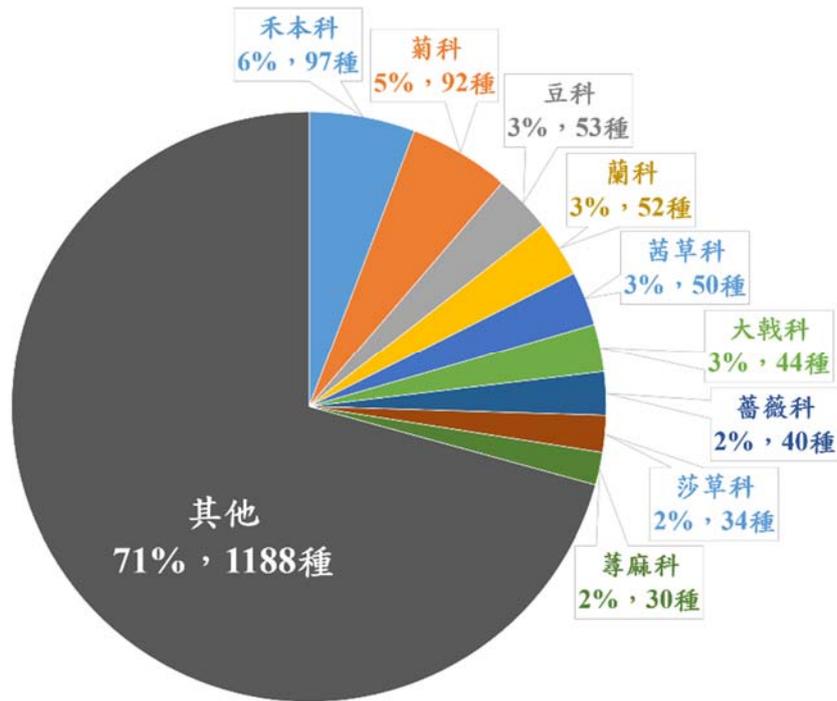
A. 完整名錄之建立(全臺北市不分區)

為建立臺北市的維管束植物完整名錄，本計畫蒐集相關研究計畫、書籍、論文等資料，包括：張坤城等(2019)臺北市政府工務局大地工程處 107 年度臺北市公有林地植群調查及示範區營造委託專業服務案、許再文等(2007)臺北縣市及基隆市植物資源、王中原(2000)臺灣北部內雙溪流域低海拔亞熱帶闊葉森林之次級演替、蘇聲欣(2001)臺北近郊低海拔闊葉樹林之研究。經逐一輸入上述各資料來源之名錄後，並處理同物異名、異物同名等問題，即可建立臺北市完整的植物名錄，總計共有 200 科 841 屬 1680 種，而其中屬於原生之種類計有 181 科 679 屬 1358 種，特有種計有 251 種，喬木有 280 種、灌木有 209 種、藤本有 133 種，草本有 736 種，如表 32。

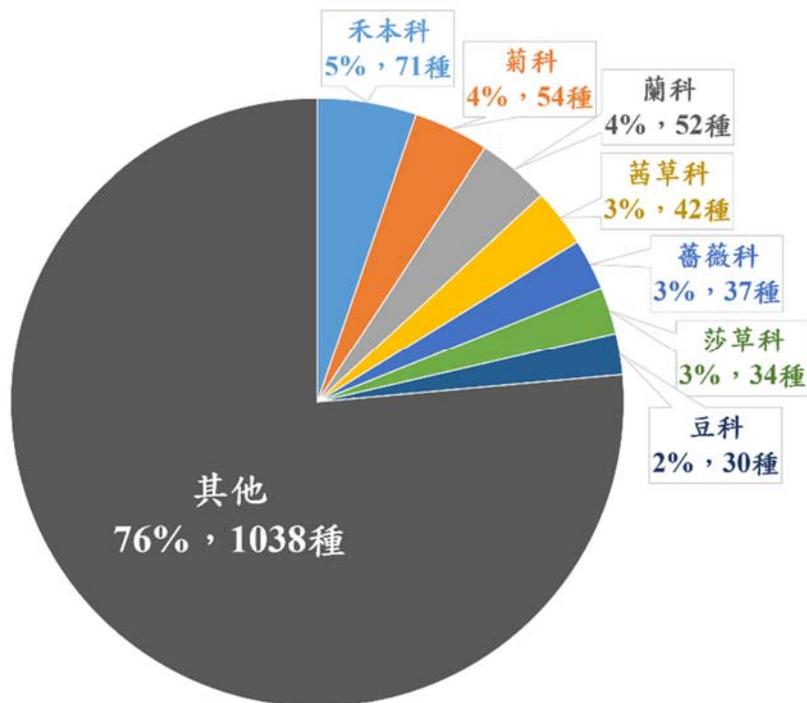
表 30 臺北市完整植物名錄之統計摘要表

類群	全部種類			原生種類							
	科	屬	種	科	屬	種	特有	喬木	灌木	藤本	草本
蕨類植物	36	100	234	36	92	232	11	4	0	0	228
裸子植物	7	13	20	4	8	11	9	11	0	0	0
雙子葉植物	126	553	1095	115	445	860	186	259	204	109	288
單子葉植物	31	175	329	26	134	255	45	6	5	24	220
合計	200	841	<b>1,680</b>	181	679	<b>1,358</b>	251	280	209	133	736

完整名錄種數較多之科別如圖 26 所示，依序為禾本科(佔 6%，97 種)、菊科(佔 5%，92 種)、豆科(佔 3%，53 種)、蘭科(佔 3%，52 種)、茜草科(佔 3%，50 種)、大戟科(佔 3%，44 種)、薔薇科(佔 2%，40 種)等；而完整名錄 1680 種中有 1358 種為原生種類，種數較多之科別如圖 26 所示，依序為禾本科(佔 5%，71 種)、菊科(佔 4%，54 種)、蘭科(佔 4%，52 種)、茜草科(佔 3%，42 種)、薔薇科(佔 3%，37 種)、莎草科(佔 3%，34 種)、豆科(佔 2%，30 種)等。



(a) 完整名錄 1680 種(含外來種類)



(b) 完整名錄中之原生種類 1,358 種

圖 20. 完整名錄與名錄中之原生種類，種數與百分比之科排行

A. 可用名錄之建立(3 分區：四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區)

當 1680 種的完整名錄建立完成後，即可分別依據各區之營造目標與特性，進行四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區之可用名錄的建置，其建置原則與結果如下。

- a. 四季景觀區：將完整名錄刪除外來種、篩除明確不適之種類、保留喬木性狀之種類後，即為四季景觀區之可用名錄，共計有 66 科 276 種，其中種數最多者為樟科(佔 9%，25 種)，例如樟樹、豬腳楠、土肉桂等；殼斗科次之(佔 7%，20 種)，例如青剛櫟、烏來柯、赤皮等；大戟科與茶科再次之(皆佔 6%，17 種)，大戟科樹種例如白柏、茄苳、臺灣假黃楊等，茶科樹種例如大頭茶、森氏紅淡比、厚皮香等(圖 27)。

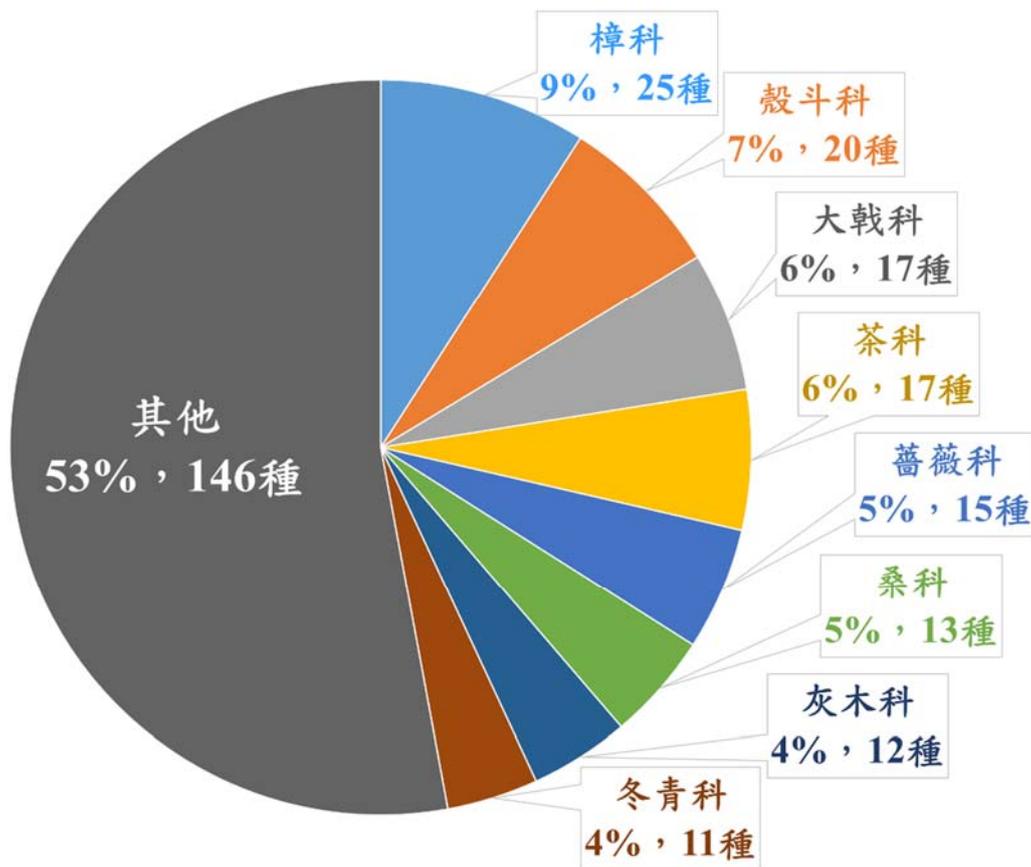


圖 21. 四季景觀區可用名錄 276 種中，種數與百分比之科排行

b. 原生植物區：將完整名錄刪除外來種、篩除明確不適合臺北市近郊森林種植的植物種類後，即為原生植物區之可用名錄，共計有 135 科 592 種，其中種數最多者為茜草科(佔 4%，23 種)，例如山黃梔、臺北茜草樹、水金京等；茶科次之(佔 4%，21 種)，例如大頭茶、木荷、森氏紅淡比等；桑科與蘭科再次之(皆佔 3%，20 種)，桑科植物種類例如天仙果、愛玉子、薜荔等，蘭科植物種類例如白鶴蘭、綏草、臺灣白及等(圖 28)。

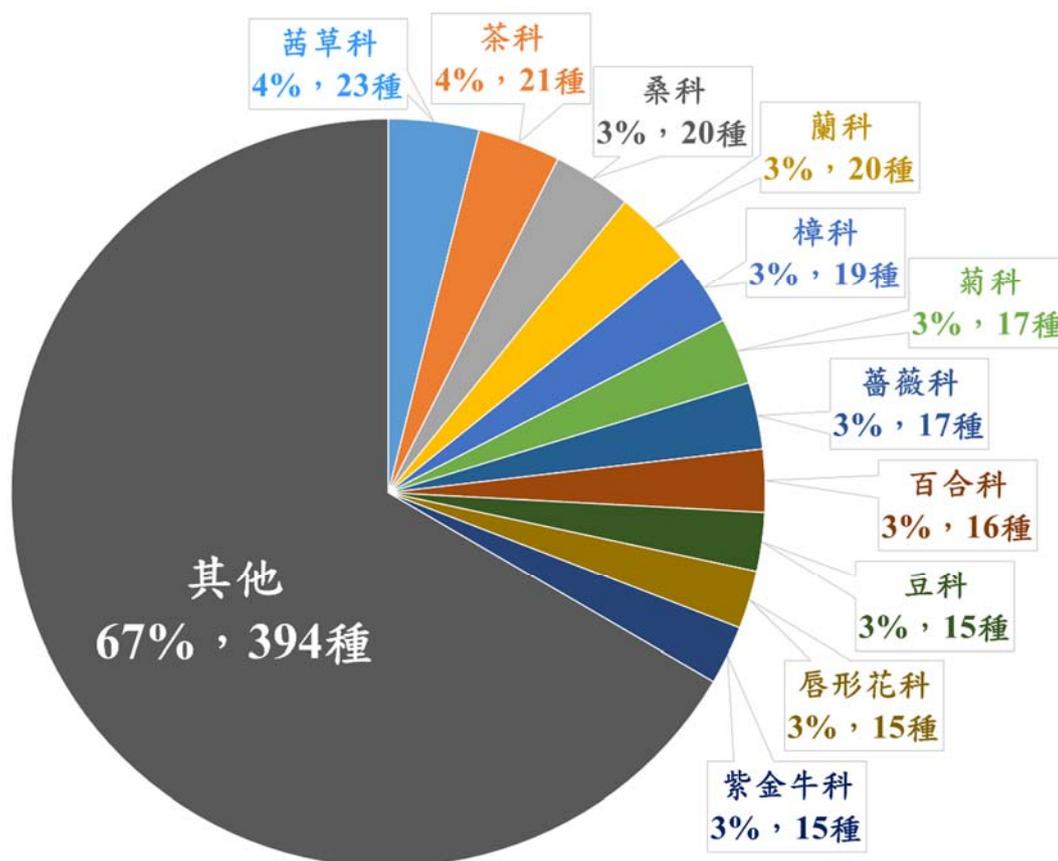


圖 22. 原生植物區可用名錄 592 種中，種數與百分比之科排行

c. 誘蝶賞花區：將完整名錄刪除外來種、篩除明確不適之種類、保留蝴蝶食草及蜜源種類與種花及可觀花果之種類後，即為誘蝶賞花區之可用名錄，共計有106科559種，其中種數最多者為禾本科(佔5%，27種)，例如五節芒、白背芒、臺灣蘆竹等；菊科次之(佔5%，26種)，例如臺灣澤蘭、島田氏澤蘭、臺灣山菊等；豆科與薔薇科再次之(皆佔4%，25種)，豆科植物種類例如老荊藤、菊花木、血藤等，薔薇科植物種類例如山枇杷、墨點櫻桃、臺灣石楠等(圖 29)。

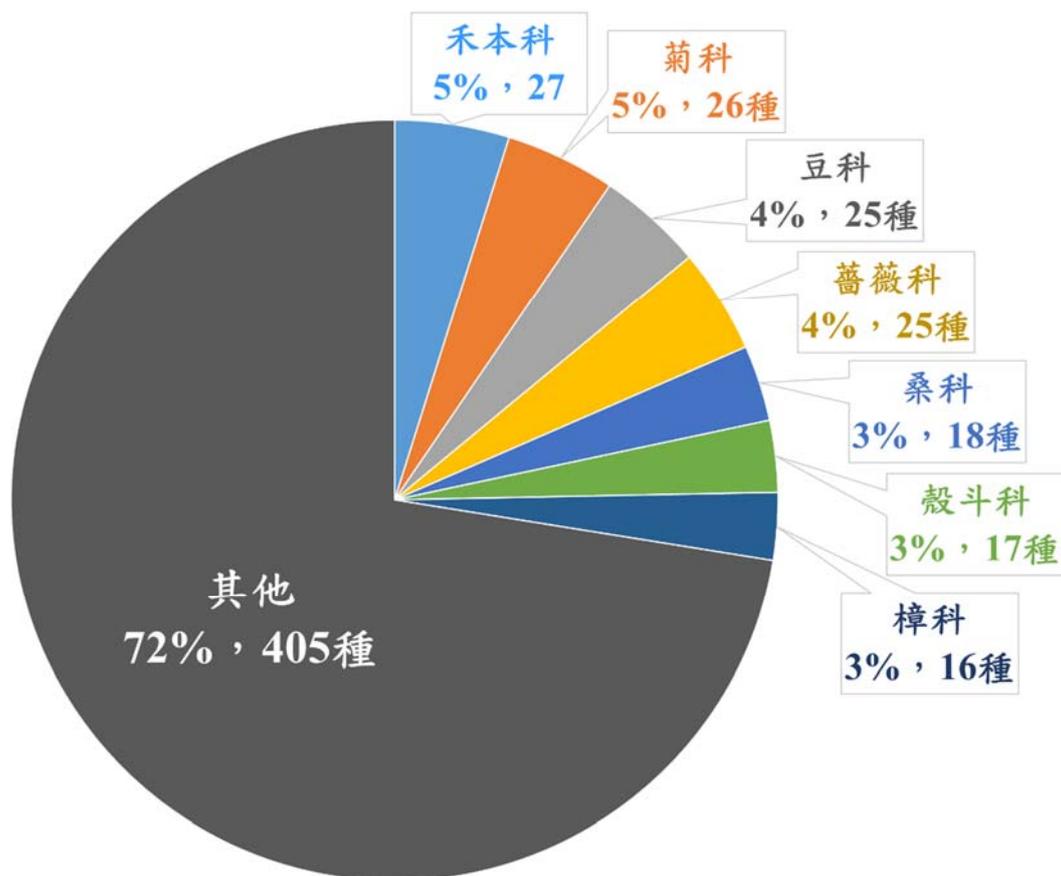


圖 23. 誘蝶賞花區可用名錄 559 種中，種數與百分比之科排行

C. 推薦名錄之建立(3分區：四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區)

(A) 試票選：決定3分區的票選種數

當四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區之可用名錄建立完成後，即可分別進行各區之推薦名錄的票選，然在正式票選之前，為避免不同專家學者推薦票選之種類數量差異過大(例如：進行四季景觀區之推薦票選，某甲只選了10種，而某乙卻選了100種)，因此本計畫團隊先行邀請6位熟悉臺北市林地現況之專家學者進行試票選，藉以決定3分區之推薦票選種類數量，以使後續正式票選時不同專家學者有一致的推薦票選種數。

表33為各區試票選之結果，四季景觀區之試票選介於42~70種，平均55.5種；原生植物區之試票選介於55~360種，平均149.3種；誘蝶賞花區之試票選介於50~220種，平均121.0種；從上述之結果可明顯看出，若未律定一致的票選種數，則不同專家學者之間所票選種數會有極大的差異。

參酌表33之試票選結果，本計畫將3分區之票選種數取為5的倍數，亦即將正式票選之種類數量訂定為四季景觀區選55種、原生植物區選150種、誘蝶賞花區選120種；後續正試票選時，受邀之專家學者將分別由四季景觀區276種可用名錄中票選出55種推薦種類；由原生植物區592種可用名錄中票選出150種推薦種類；由誘蝶賞花區559種可用名錄中票選出120種推薦種類。圖30為本計畫寄請專家學者進行正式票選之EXCEL表格檔，除了以黃底特別說明各區之目標與種類選擇重點之外，同時也具有自動加總之功能，可讓專家學者即時知道已票選之種類數量。

表31 四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區之試票選統計

專家學者試票選編號	四季景觀區	原生植物區	誘蝶賞花區
(1) 國立中興大學	42	174	117
(2) 國立中興大學	60	186	220
(3) 國立嘉義大學	70	360	220
(4) 生態調查公司	52	58	59
(5) 生態調查公司	53	55	60
(6) 國立屏東科技大學	56	63	50
試票選種數之合計	333	896	726
試票選種數之平均	55.5	149.3	121.0
<b>正式推薦票選之種數</b>	<b>55</b>	<b>150</b>	<b>120</b>

編號	科	屬化學名	中文名	誘蝶賞花區適合者請填 1	乙選種數 (精選120種) 120	適種於【誘蝶賞花區】之種類：可適生於台北市近郊(500m以下)，且是蝴蝶之食草及蜜源植物(如馬兜鈴、有骨消)、具香味及可賞花觀果之植物(如山黃桃、杜鵑)。
1328	馬鞭草科	<i>Premna serratifolia</i>	臭娘仔	1		
1330	馬鞭草科	<i>Verbena officinalis</i>	馬鞭草			
1331	馬鞭草科	<i>Vitex negundo</i>	黃荆			
1332	馬鞭草科	<i>Vitex quinata</i>	山桐子			
1333	馬鞭草科	<i>Vitex rotundifolia</i>	海欖菜			
1334	紫草科	<i>Viola arvensis</i>	如意草			
1335	紫草科	<i>Viola batoniifolia</i>	荷蘭紫			
1336	紫草科	<i>Viola diffusa</i>	芙蓉草			
1337	紫草科	<i>Viola formosana</i>	臺灣紫			
1338	紫草科	<i>Viola incognita</i> subsp. <i>naga</i>	小紫	1		
1339	紫草科	<i>Viola nagatanai</i>	臺北紫	1		
1340	葡萄科	<i>Ampelopsis cantoniensis</i>	大葉廣東山葡萄			
1343	葡萄科	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>h.</i>	漢氏山葡萄	1		
1344	葡萄科	<i>Cayratia corniculata</i>	角花馬兜鈴			
1345	葡萄科	<i>Cayratia japonica</i>	虎尾	1		
1346	蘭科	<i>Parflemocallis distalis</i>	地梅			
1364	石蒜科	<i>Crocus asiaticus</i>	大花蘭			
1389	椴木科	<i>Arenaria engelii</i>	山藍	1		
1390	椴木科	<i>Calamagrostis chinensis</i>	青藍			
1393	椴木科	<i>Livistona chinensis</i> var. <i>zuehlii</i>	蘇鐵	1		
1404	鴨跖草科	<i>Commelina communis</i>	鴨跖草			
1418	莎草科	<i>Carex baccata</i>	紅果苔	1		
1455	薯蕷科	<i>Dioscorea collina</i>	華南薯蕷	1		
1456	薯蕷科	<i>Dioscorea doryphora</i>	觀賞四薯			
1460	薯蕷科	<i>Dioscorea matraiae</i>	黑白薯蕷	1		
1480	百合科	<i>Dianella ensifolia</i>	結縷			
1481	百合科	<i>Dianella kwakiensis</i>	臺灣寶燈花			
1483	百合科	<i>Heliosias umbellata</i>	臺灣衛風花			
1485	百合科	<i>Lilium formosense</i>	臺灣百合			
1486	百合科	<i>Lilium speciosum</i> var. <i>gloriosa</i>	鶴紅鹿子百合			
1491	百合科	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>h.</i>	茶藨			
1492	百合科	<i>Tricyrtis formosana</i>	臺灣油點草			

圖 24. 供專家學者票選之可用名錄 EXCEL 檔(3 分區)

(B) 正式票選：找出多數專家學者共同推薦之種類

為了找出適合於臺北市大崙頭山林地營造四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區之樹種，本研究團隊邀請 55 位相關領域之專家學者依照 3 區所訂定之種數進行票選(四季景觀區選 55 種、原生植物區選 150 種、誘蝶賞花區選 120 種)。

歷經一個月之回覆及對回覆者再次提醒乙次後，結果共收到 44 位回覆，扣除未依訂定種數票選者，總計有 38 份有效票選名錄(圖 31)，其中，單位屬性為大專院校者(主要為各大學植物相關科系)佔 32%(12 人)；單位屬性為行政單位者(如林務局、國家公園、臺北市政府)佔 21%(8 人)；單位屬性為研究機構者(如林業試驗所、自然科學博物館、特有生物研究保育中心)佔 24%(9 人)；單位屬性為業餘專家(志工、水土保持服務團、生態調查公司、專書作家等)，佔 24%(9 人)，基本上，此 4 類專家學者之人數差異不大。

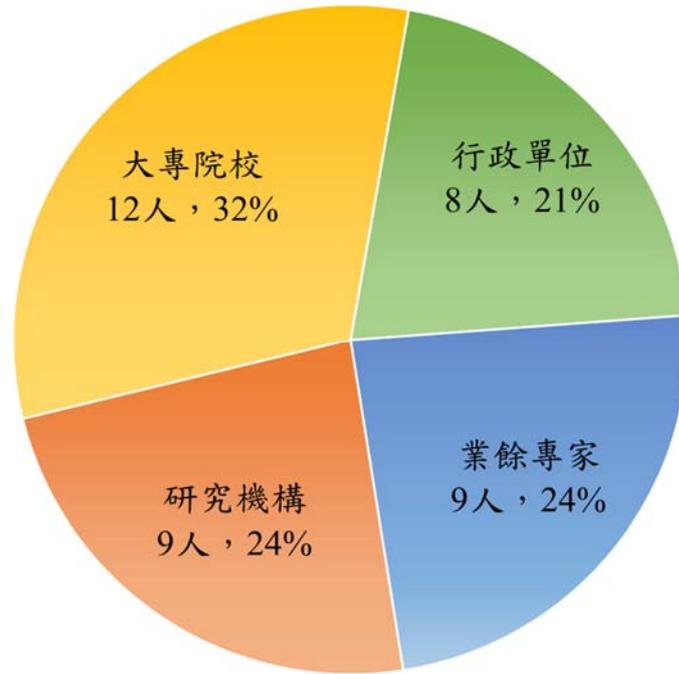


圖 25. 參與票選之專家學者的單位屬性及其人數(有效回覆=38 份)

為了建構合適四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區林相營造的推薦名錄，本計畫彙整 38 位相關領域之專家學者對 3 區之推薦票選結果，並擷取超過 1/2 專家學者(19 位以上)共同推薦票選之樹種以形成各區推薦名錄，如圖 32 所示，四季景觀區獲 1/2 以上專家學者票選推薦之種類計有 25 種，原生植物區獲 1/2 以上專家學者票選推薦之種類計有 80 種，誘蝶賞花區獲 1/2 以上專家學者票選推薦之種類計有 58 種，以下分別就此 3 區之推薦名錄進行說明。

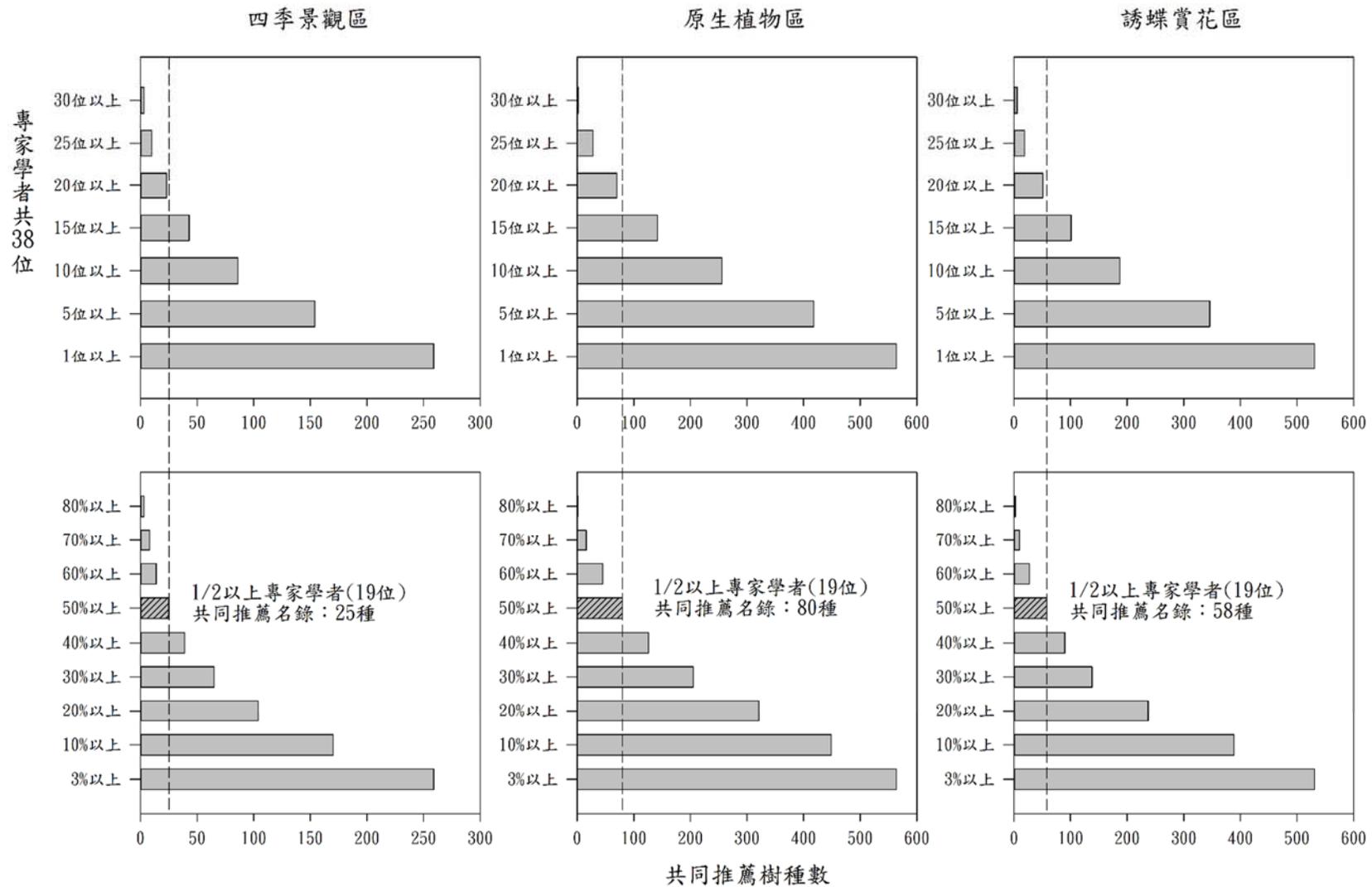


圖 26. 專家學者共同推薦樹種名錄分布百分比長條圖

- a. 四季景觀區：本區之經營目標及定位為營造具四季變化、景觀美質之森林區，樹種選擇方向以前述之可用名錄為基礎，著重於葉色具季節變化性之種類、花果等具觀賞性之種類、其他具景觀美質潛力之種類。為此，本計畫彙整 38 份有效票選之結果，擷取超過 1/2 專家學者(19 位以上)共同票選之種類，即可建立為四季景觀區之推薦名錄。總計四季景觀區之推薦名錄計有 25 種(表 34)，得票數最高者(32 位推薦)有 3 種：青楓、鐘萼木、大頭茶；得票數次之者(29 位推薦)有 1 種：魚木；得票數再次之者(28 位推薦)有 2 種：四照花、流蘇。四季景觀區推薦名錄所列出之 25 種樹種各具特色，例如青楓秋季時的紅葉、鐘萼木別緻可愛的鈴鐺花型、魚木優美的樹型與花朵綻放時的搶眼景觀等，均能符合四季景觀區之經營目標及定位，且受多數專家學者共同推薦栽植。

表 32. 四季景觀區推薦名錄之 25 種樹種的得票數排行

推薦票數	被推薦之樹種	累積種數
32	青楓、鐘萼木、大頭茶	3
29	魚木	4
28	四照花、流蘇	6
27	杜英、九芎	8
25	山桐子、烏心石	10
24	山櫻花	11
23	山黃梔、烏皮九芎、森氏紅淡比	14
22	臺灣欒樹、厚皮香	16
21	薯豆、楓香	18
20	臺灣三角楓、鐵冬青、白柏、檫、杜虹花	23
19	苦楝、榔榆	25

b. 原生植物區：本區之經營目標及定位以具特色或代表性之種類建造本地原生植物主題區，樹種選擇方向以前述之可用名錄為基礎，特別著重於具有解說教育、民俗用途、環境特色代表性等種類。為此，本計畫彙整 38 份有效票選之結果，擷取超過 1/2 專家學者(19 位以上)共同票選之種類，即可建立為原生植物區之推薦名錄。總計原生植物區之推薦名錄計有 80 種(表 35)。得票數最高(32 位推薦)有 1 種：豬腳楠；得票數次之(30 位推薦)有 1 種：鐘萼木；得票數再次之(29 位推薦)有 5 種：燈稱花、魚木、金銀花、菊花木、烏心石。原生植物區推薦名錄所列出之 80 種樹種各具特色，例如豬腳楠為環境代表性樹種、鐘萼木花形大、色豔麗且僅分布於臺灣北部、菊花木木材橫斷面呈現菊花狀花紋，均能符合原生植物區之經營目標及定位，且受多數專家學者共同推薦栽植。

表 33 原生植物區推薦名錄之 80 種樹種的得票數排行

推薦票數	被推薦之樹種	累積種數
32	豬腳楠	1
30	鐘萼木	2
29	燈稱花、魚木、金銀花、菊花木、烏心石	7
27	筆筒樹、十大功勞、臺灣魚藤、烏來柯、土肉桂、九芎、白雞油、大頭茶、山棕	16
26	蓮草、山胡椒、楊梅、流蘇、山黃梔、烏皮九芎、臺灣百合	23
25	羅氏鹽膚木、江某、青剛櫟、樟樹、昆欄樹	28
24	水鴨腳、四照花、杜英、金毛杜鵑、食茱萸、無患子、烏來月桃	35
23	臺灣金狗毛蕨、竹柏、青楓、臺灣馬鞍樹、黃杞、香楠、山枇杷、墨點櫻桃、野鴉椿、豔紅鹿子百合	45
22	猴歡喜、茄苳、赤皮、山芙蓉、木荷、月桃	51
21	山蘇花、雙扇蕨、冇骨消、相思樹、楓香、森氏紅淡比、臺灣芭蕉	58
20	過溝菜蕨、觀音座蓮、臺灣山菊、八角蓮、新店當藥、天仙果、愛玉子、桃金娘、紅葉樹、金櫻子、臺北茜草樹、厚皮香	70
19	臺灣馬藍、臺灣羊桃、山菜豆、小毛氈苔、薯豆、領垂豆、紅花八角、大葉楠、苦楝、山龍眼	80

- c. 誘蝶賞花區：本區之經營目標及定位為種植蝴蝶之食草及蜜源植物、具香味及可賞花觀果之植物，樹種選擇方向以前述之可用名錄為基礎，著重於蝴蝶之食草植物、蝴蝶之蜜源植物、香花植物、可賞花觀果之種類。為此，本計畫彙整38份有效票選之結果，擷取超過1/2專家學者(19位以上)共同票選之種類，即可建立為誘蝶賞花區之推薦名錄。總計誘蝶賞花區之推薦名錄計有58種(表36)。得票數最高(32位推薦)有2種：冇骨消、山黃梔；得票數次之(31位推薦)有1種：魚木；推薦票數再次之(30位推薦)有3種：大葉馬兜鈴、金銀花、杜虹花。誘蝶賞花區推薦名錄所列出之58種植物，例如山黃梔與月橘為具芬芳之香花植物、大葉馬兜鈴為曙鳳蝶與麝香鳳蝶等鳳蝶之食草植物、臺灣香檬除具獨特芳香外亦為烏鴉鳳蝶與果園鳳蝶之食草、魚木為盛花時為良好景觀樹種，且亦為蜜源植物，均能符合誘蝶賞花區之經營目標及定位，且受多數專家學者共同推薦栽植。

表 34 誘蝶賞花區推薦名錄之 58 種植物的得票數排行

推薦票數	被推薦之植物種類	累積種數
32	冇骨消、山黃梔	2
31	魚木	3
30	大葉馬兜鈴、金銀花、杜虹花	6
29	臺灣澤蘭、島田氏澤蘭	8
28	鐘萼木	9
27	鷓鴣	10
26	基隆澤蘭、烏來杜鵑、金毛杜鵑、食茱萸、大頭茶	15
25	臺灣牛蒡菜、流蘇、月橘、烏來月桃	19
24	烏心石、山枇杷、大青、月桃	23
23	武靴藤、老荊藤、墨點櫻桃、臺灣百合	27
22	臺灣山菊、唐杜鵑、山芙蓉、臺灣香檬、賊仔樹、華八仙	33
21	臺灣馬藍、羅氏鹽膚木、毬蘭、紅子莢蒨、野牡丹、桃金娘、臺灣石楠、水金京、烏皮九芎、海州常山	43
20	爬森藤、細梗絡石、裏白蔥木、布朗藤、呂宋莢蒨、菊花木、大香葉樹、野鴉椿、	51
19	四照花、山桐子、山素英、山櫻花、厚葉石斑木、山刈葉、大葉溲疏	58

藉由上述之四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區的推薦名錄，已能為未來大崙頭山林地分區營造提供良好的參考資訊。為進一步瞭解各分區之推薦名錄的種類重疊情形，本計畫將此3區之推薦名錄予以彙整，建立此3區之綜合推薦名錄(如表37)。

表37顯示了各樹種獲得推薦之區數與得票數，其中，同時在3區中均獲得1/2以上專家學者推薦者，計有8種：鐘萼木、魚木、大頭茶、山黃梔、流蘇、烏心石、四照花、烏皮九芎(表37、圖33)。同時於四季景觀區與原生植物區獲得1/2以上專家學者推薦者，有8種：青楓、九芎、杜英、森氏紅淡比、厚皮香、楓香、薯豆、苦楝。同時於四季景觀區與誘蝶賞花區獲得1/2以上專家學者推薦者，有3種：杜虹花、山桐子、山櫻花(表37、圖33)。同時於原生植物區與誘蝶賞花區獲得1/2以上專家學者推薦者，有16種：金銀花、冇骨消、食茱萸、金毛杜鵑、烏來月桃、菊花木、臺灣百合、山枇杷、墨點櫻桃、羅氏鹽膚木、月桃、山芙蓉、野鴉椿、臺灣山菊、桃金娘、臺灣馬藍(表37、圖33)。從表37與圖33的資料可更深入地探究未來可應用於大崙頭山林地或臺北市林地的植物種類，特別是同時在四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區均受到多數專家學者共同推薦的8種植物，建議未來可多蒐集種源、栽培苗木，以供造林推廣、景觀營造、環境教育等使用。在這8種之中，流蘇與烏心石為已常被應用之樹種，大頭茶與山黃梔雖已有應用但仍不普遍，而鐘萼木、魚木、四照花、烏皮九芎等4種則是深具應用潛力但未被發掘的樹種，未來臺北市可將此4種樹種列為重要的特色樹種，進一步分析其適生於臺北市之區域，並逐步建立其母樹調查與標定、種子採集與儲藏、苗木培育與汰選、出栽種植、撫育管理等實務作業細節。

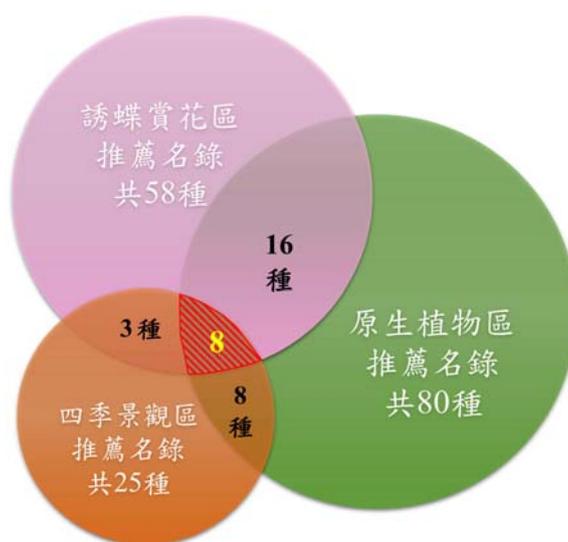


圖 27.3 分區之推薦名錄之共同樹種數量

表 35. 綜合推薦樹種之得票數，及其是否出現於大崙頭山林地

編號	中文名	四季 景觀區	原生 植物區	誘蝶 賞花區	總票數	是否 出現
511	鐘萼木	32	30	28	90	
524	魚木	29	29	31	89	
1262	大頭茶	32	27	26	85	✓
1097	山黃梔	23	26	32	81	✓
966	流蘇	28	26	25	79	
859	烏心石	25	29	24	78	
590	四照花	28	24	19	71	
1228	烏皮九芎	23	26	21	70	
282	青楓	32	23		55	✓
856	九芎	27	27		54	
625	杜英	27	24		51	✓
1251	森氏紅淡比	23	21		44	
1265	厚皮香	22	20		42	
786	楓香	21	21		42	
623	薯豆	21	19		40	✓
889	苦楝	19	19		38	
1311	杜虹花	20		30	50	✓
765	山桐子	25		19	44	
1061	山櫻花	24		19	43	✓
527	金銀花		29	30	59	
528	冇骨消		21	32	53	
1154	食茱萸		24	26	50	✓
635	金毛杜鵑		24	26	50	
1676	烏來月桃		24	25	49	✓
695	菊花木		29	20	49	
1485	臺灣百合		26	23	49	
1053	山枇杷		23	24	47	
1063	墨點櫻桃		23	23	46	
305	羅氏鹽膚木		25	21	46	
1677	月桃		22	24	46	✓

表 37.(續) 綜合推薦樹種之得票數，及其是否出現於大崙頭山林地

編號	中文名	四季 景觀區	原生 植物區	誘蝶 賞花區	總票數	是否 出現
872	山芙蓉		22	22	44	
1221	野鴉椿		23	20	43	✓
425	臺灣山菊		20	22	42	
950	桃金娘		20	21	41	
272	臺灣馬藍		19	21	40	
1167	臺灣欒樹	22			22	
686	白柏	20			20	✓
347	鐵冬青	20			20	✓
1278	檫	20			20	
278	臺灣三角楓	20			20	
1277	榔榆	19			19	
844	豬腳楠		32		32	✓
338	燈稱花		29		29	✓
757	烏來柯		27		27	✓
830	土肉桂		27		27	
61	筆筒樹		27		27	
1389	山棕		27		27	
957	白雞油		27		27	
724	臺灣魚藤		27		27	
482	十大功勞		27		27	
928	楊梅		26		26	✓
360	蓮草		26		26	
840	山胡椒		26		26	
748	青剛櫟		25		25	
826	樟樹		25		25	✓
1271	昆欄樹		25		25	
358	江某		25		25	✓
1169	無患子		24		24	
476	水鴨腳		24		24	
720	臺灣馬鞍樹		23		23	
845	香楠		23		23	✓
1486	豔紅鹿子百合		23		23	

表 37.(續) 綜合推薦樹種之得票數，及其是否出現於大崙頭山林地

編號	中文名	四季 景觀區	原生 植物區	誘蝶 賞花區	總票數	是否 出現
250	竹柏		23		23	✓
789	黃杞		23		23	✓
80	臺灣金狗毛蕨		23		23	
1264	木荷		22		22	
747	赤皮		22		22	
652	茄苳		22		22	
626	猴歡喜		22		22	
690	相思樹		21		21	✓
1497	臺灣芭蕉		21		21	
17	山蘇花		21		21	✓
81	雙扇蕨		21		21	
1027	紅葉樹		20		20	✓
910	天仙果		20		20	✓
1070	金櫻子		20		20	
481	八角蓮		20		20	
772	新店當藥		20		20	
1125	臺北茜草樹		20		20	
916	愛玉子		20		20	
40	過溝菜蕨		20		20	
138	觀音座蓮		20		20	✓
487	山菜豆		19		19	
694	領垂豆		19		19	✓
1028	山龍眼		19		19	✓
843	大葉楠		19		19	
284	臺灣羊桃		19		19	
788	紅花八角		19		19	✓
615	小毛氈苔		19		19	
362	大葉馬兜鈴			30	30	
423	島田氏澤蘭			29	29	
420	臺灣澤蘭			29	29	
376	鷓鴣			27	27	
422	基隆澤蘭			26	26	
632	烏來杜鵑			26	26	

表 37.(續) 綜合推薦樹種之得票數，及其是否出現於大崙頭山林地

編號	中文名	四季 景觀區	原生 植物區	誘蝶 賞花區	總票數	是否 出現
1149	月橘			25	25	
373	臺灣牛蒡菜			25	25	
1321	大青			24	24	✓
369	武靴藤			23	23	✓
725	老荊藤			23	23	
1178	華八仙			22	22	✓
1142	臺灣香檬			22	22	
638	唐杜鵑			22	22	
1152	賊仔樹			22	22	
532	紅子莢蒾			21	21	
1059	臺灣石楠			21	21	
1323	海州常山			21	21	
1133	水金京			21	21	✓
371	毬蘭			21	21	
884	野牡丹			21	21	✓
350	裏白蔥木			20	20	
836	大香葉樹			20	20	
534	呂宋莢蒾			20	20	
333	爬森藤			20	20	
335	細梗絡石			20	20	
370	布朗藤			20	20	
1148	山刈葉			19	19	✓
1068	厚葉石斑木			19	19	
1174	大葉溲疏			19	19	
959	山素英			19	19	

### 3. 決定各分區之出栽樹種：審定名錄

大崙頭山林地示範區的經營規劃，已於 2018 年規劃為 4 個分區，亦即永續林木區、四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區。在本計畫中，永續林木區已確定以 12 種貴重木為選擇標的，而四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區則是以完整名錄 → 可用名錄 → 推薦名錄 → 審定名錄之階段式流程來篩選適宜的植物種類，決定此 3 區之之審定名錄的概念示意圖如圖 34 所示，亦即由推薦名錄中再考量同時符合栽植目的(期望所形成的林相)、適地適種(環境條件 vs. 樹種屬性二者可相互搭配)、能取得預計出栽之樹種的苗木，同時符合此 3 項要件者即為審定名錄，亦即實際用於規劃出栽的植物種類。

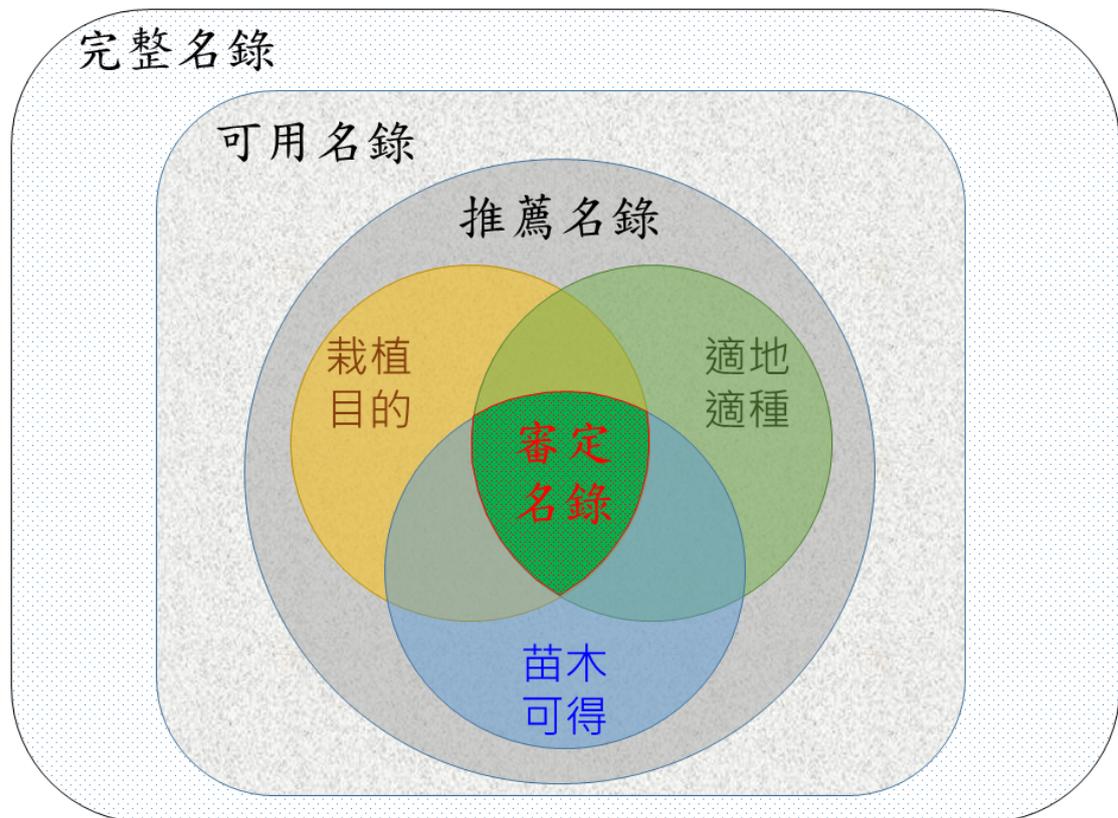


圖 28. 決定四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區之審定名錄的概念示意圖

- (1) 永續林木區：本計畫以物種分布模擬(species distribution modeling, SDM)來分析森林法 12 種貴重木於大崙頭山林地之生育地適宜度。經 SDM 分析後，已知適植於大崙頭山永續林木區之樹種為臺灣肖楠、烏心石，此 2 樹種基本上已同時符合栽植目的、適地適種、苗木可取得等要件，故確定為永續林木區之出栽樹種。
- (2) 四季景觀區：由前述多數專家學者共同票選之結果已建立本區之推薦名錄，包含青楓、鐘萼木、大頭茶、魚木、四照花、流蘇、杜英、九芎、山桐子、烏心石、山櫻花、山黃梔、烏皮九芎、森氏紅淡比、臺灣欒樹、厚皮香、薯豆、楓香、臺灣三角楓、鐵冬青、白柏、檫、杜虹花、苦楝、榔榆等 25 種。由於四季景觀區受到東北季風之吹襲，因此基於適地適種之原則，最好能選擇耐風性較佳之種類；接著再考量栽植目的及苗木可取得性，故建議將用來實際出栽之種類有大頭茶、杜英、森氏紅淡比、厚皮香、薯豆等 5 種。
- (3) 原生植物區：由前述多數專家學者共同票選之結果已建立本區之推薦名錄，包含豬腳楠、鐘萼木、燈稱花、魚木、金銀花、菊花木、烏心石、筆筒樹、十大功勞、臺灣魚藤、烏來柯、土肉桂、九芎、白雞油、大頭茶、山棕、蓮草、山胡椒、楊梅、流蘇、山黃梔、烏皮九芎、臺灣百合、羅氏鹽膚木、江某、青剛櫟、樟樹、昆欄樹、水鴨腳、四照花、杜英、金毛杜鵑、食茱萸、無患子、烏來月桃、臺灣金狗毛蕨、竹柏、青楓、臺灣馬鞍樹、黃杞、香楠、山枇杷、墨點櫻桃、野鴉椿、豔紅鹿子百合、猴歡喜、茄苳、赤皮、山芙蓉、木荷、月桃、山蘇花、雙扇蕨、有骨消、相思樹、楓香、森氏紅淡比、臺灣芭蕉、過溝菜蕨、觀音座蓮、臺灣山菊、八角蓮、新店當藥、天仙果、愛玉子、桃金娘、紅葉樹、金櫻子、臺北茜草樹、厚皮香、臺灣馬藍、臺灣羊桃、山菜豆、小毛氈苔、薯豆、領垂豆、紅花八角、大葉楠、苦楝、山龍眼等 80 種。這些種類有許多已出現於大崙頭山林地，因此基本上已符合適地適種之要件；接著再考量栽植目的及苗木可取得性，故建議將用來實際出栽之種類有鐘萼木、魚木、烏心石、土肉桂、大頭茶、楊梅、山黃梔、杜英、烏來月桃、山枇杷、森氏紅淡比、苦楝等 12 種。
- (4) 誘蝶賞花區：由前述多數專家學者共同票選之結果已建立本區之推薦名錄，包含有骨消、山黃梔、魚木、大葉馬兜鈴、金銀花、杜虹花、臺灣澤蘭、島田氏澤蘭、鐘萼木、鷓鴣、基隆澤蘭、烏來杜鵑、金毛杜鵑、食茱萸、大頭茶、臺灣牛蒡菜、流蘇、月橘、烏來月桃、烏心石、山枇杷、大青、月桃、武靴藤、老荊藤、墨點櫻桃、臺灣百合、臺灣山菊、唐杜鵑、山芙蓉、臺灣香檬、賊仔樹、華八仙、臺灣馬藍、羅氏鹽膚木、毬蘭、紅子英蓮、野牡丹、桃金娘、臺灣石楠、水金京、烏皮九芎、海州常山、爬森藤、細梗絡石、裏白蔥木、布朗藤、呂宋英蓮、菊花木、

大香葉樹、野鴉椿、四照花、山桐子、山素英、山櫻花、厚葉石斑木、山刈葉、大葉溲疏等 58 種。由於目前誘蝶賞花區之部分區域的受光量較低，因此於此等區域宜選用半日照或耐陰植物；接著再考量栽植目的及苗木可取得性，故建議將用來實際出栽之種類有冇骨消、山黃梔、魚木、大葉馬兜鈴、金銀花、杜虹花、臺灣澤蘭、島田氏澤蘭、金毛杜鵑、月橘、烏來月桃、臺灣百合、唐杜鵑、華八仙、紅子莢蒾、山桐子等 16 種。

#### 4. 促進天然更新之樹種

表 37 之綜合推薦名錄亦可進一步加以檢視目前是否出現於大崙頭山林地，若是有出現，即可更為確知不只具有應用之特質，其更能適應本地之環境。將表 37 與本研究團隊於 2019 年 7~8 月調查名錄相比對，整理出 36 種為現地已存在並列於推薦名錄內之樹種(表 37、圖 35)，包括：大頭茶、山黃梔、青楓、杜英、薯豆、杜虹花、山櫻花、食茱萸、烏來月桃、月桃、野鴉椿、白柏、鐵冬青、豬腳楠、燈稱花、烏來柯、楊梅、樟樹、江某、香楠、竹柏、黃杞、相思樹、山蘇花、紅葉樹、天仙果、觀音座蓮、頷垂豆、山龍眼、紅花八角、大青、武靴藤、華八仙、水金京、野牡丹、山刈葉。當進行大崙頭山林地造林時，應將這些樹種苗木保留，再以促進天然更新(ANR; Dugan et al. 2003; Hardwick et al. 2004; Shono et al. 2007)為林相營造方法，除了可適度減少出栽造林成本之外，此類天然更新之苗木通常為種子實生苗具有完整的根系、適應當地環境的基因型，實為長期養成健壯森林植物的最佳來源。



圖 29. 推薦名錄樹種與大崙頭山現有植物之交集

本計畫將促進天然更新(ANR)之目標樹種訂定為超過3位專家學者推薦之種類，其中，四季景觀區屬於 ANR 之種類計有 195 種，原生植物區屬於 ANR 之種類計有 480 種，誘蝶賞花區屬於 ANR 之種類計有 434 種，舉凡於造林地現存此等植物，則予以標記保留並促使其順利成長。上述各區之促進天然更新之目標樹種看似種類極多，然實際出現大崙頭山林地之種類必然少於所列之數量，需促進那些樹種天然更新應是依現地全面普查結果而定，此也意味著本計畫所秉持之永續林業經營理念(連續覆蓋，多樹種、異齡、複層結構，選用原生鄉土樹種，強調立地環境之配合、天然更新之應用、土壤地力之維持，輔助天然更新與豐增補植)，須要更多森林學專業與適應性經營始能逐步達成。

## 5. 大崙頭山林地種植營造之成果

各分區造林原則為配合林地之經營目標以及造林地之環境條件，選擇適宜樹種，依適地適種原則實施造林。

### (1) 促進天然更新(ANR)之成果

圖 36 為實施促進天然更新(ANR)之區域，ANR 之基本步驟包括：標定更新的苗木、解放更新的苗木、抑制雜草、保護以免除干擾、維護與豐增補植。基於上述 ANR 步驟，首先針對目標樹種之苗木以桿頭上漆有藍漆的竹子進行標定，再對依各別目標樹種苗木之生長需求進行必要的撫育作業，包括適度解除遮蔽以增加光照、抑制雜草、刈除攀爬與纏勒之蔓藤等(圖 37)。2019 年永續林木區現地進行 ANR 之種類計有：燈稱花、杜英、山刈葉、山黃梔等 20 種，共計標定 120 棵；四季景觀區現地進行 ANR 之種類計有：燈稱花、杜英、山刈葉、紅葉樹、烏心石等 16 種，共計標定 30 棵；原生植物區現地進行 ANR 之種類計有：燈稱花、薯豆、紅葉樹、紅楠、竹柏等 19 種，共計標定 200 株；大崙頭山示範區 2019 年實施 ANR 共計標定 350 株當地自生之苗木(表 38)，此等苗木經適宜的撫育措施，未來當可成為最適當地環境的林木。

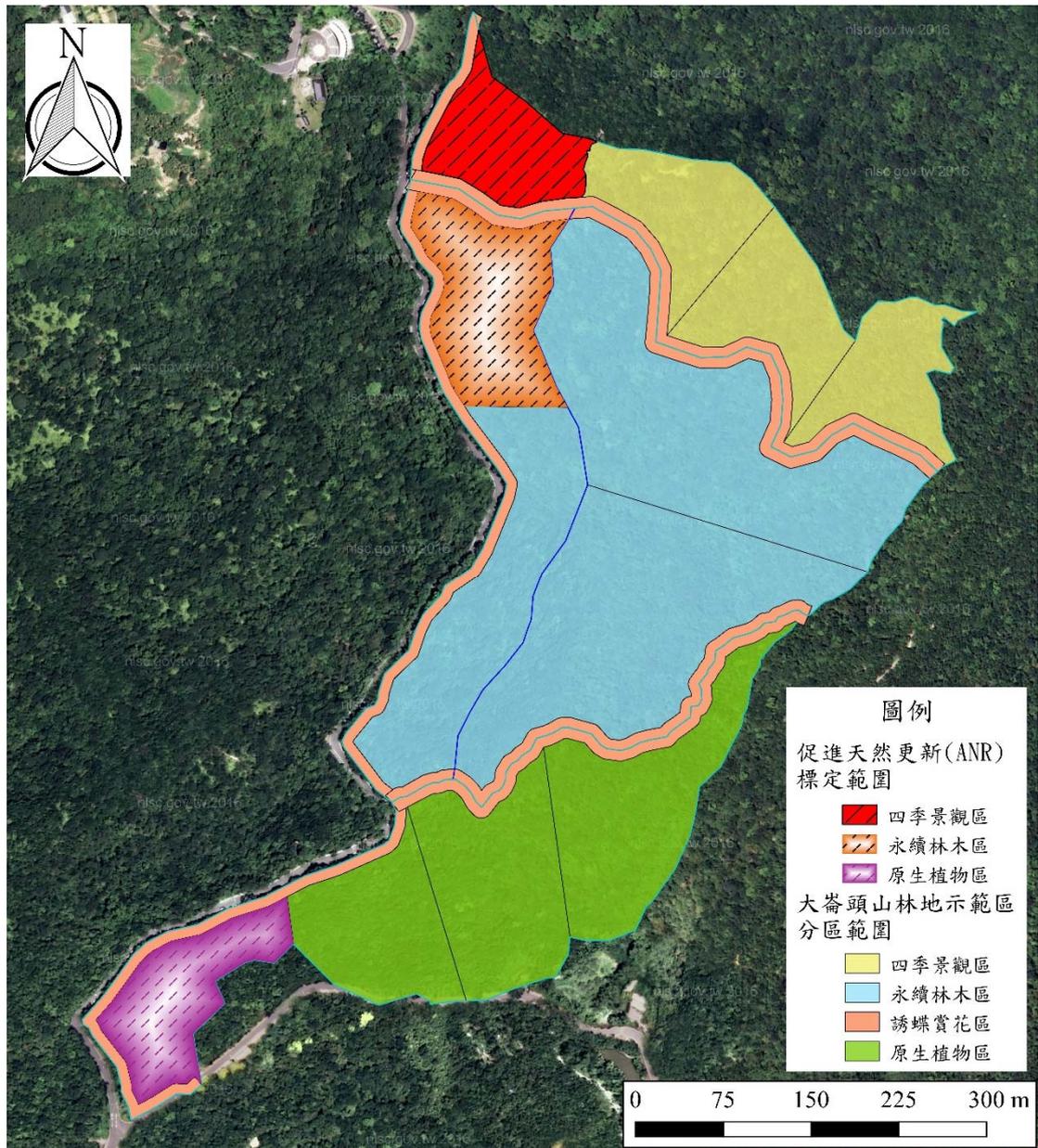


圖 30. 大崙頭山林地示範區各區促進天然更新(ANR)之目標樹種標定區域圖。



圖 31. 促進天然更新(ANR)作業說明

表 36. 大崙頭山各區促進天然更新(ANR)之目標樹種數量表

四季景觀區		永續林木區		原生植物區	
物種	數量	物種	數量	物種	數量
燈稱花	7	燈稱花	26	燈稱花	51
杜英	4	領垂豆	16	薯豆	31
山刈葉	3	山刈葉	9	紅葉樹	30
山龍眼	2	江某	8	紅楠	18
紅葉樹	2	烏來柯	8	竹柏	15
烏心石	2	臺灣黃杞	8	大頭茶	11
大頭茶	1	薯豆	6	江某	8
山黃梔	1	山黃梔	5	野鴨椿	8
水金京	1	山龍眼	5	領垂豆	6
白柏	1	紅楠	5	大青	4
竹柏	1	紅葉樹	5	白柏	4
香楠	1	大頭茶	4	野牡丹	4
臺灣天仙果	1	杜英	4	楊梅	4
臺灣黃杞	1	大青	3	山刈葉	1
領垂豆	1	水金京	2	水金京	1
薯豆	1	野牡丹	2	杜虹花	1
		白柏	1	香楠	1
		紅花八角	1	森氏紅淡比	1
		烏心石	1	臺灣天仙果	1
		野鴨椿	1		
合計	30	合計	120	合計	200
				總計	350

## (2) 苗木出栽之成果

2019 年預定施作規劃區位如圖 13，以符合各區經營目標，施行點狀造林改良永續林木區、四季景觀區、原生植物區等 3 區各 1 ha，以及沿道路或步道旁完成改良面積較大(2 ha)之誘蝶賞花區(鄰近萬溪右線產業道路)，民眾可見性較高。永續林木區現地種植臺灣肖楠、黃連木及牛樟，共計 110 株；四季景觀區現地種植烏心石、苦楝、楓香及山櫻花，共計 85 株；原生植物區現地種植烏心石、楓香、大葉楠及香楠，共計 37 株；誘蝶賞花區現地種植山櫻花、山黃梔、金銀花及金毛杜鵑，共計 305 株(圖 38)(表 39)。

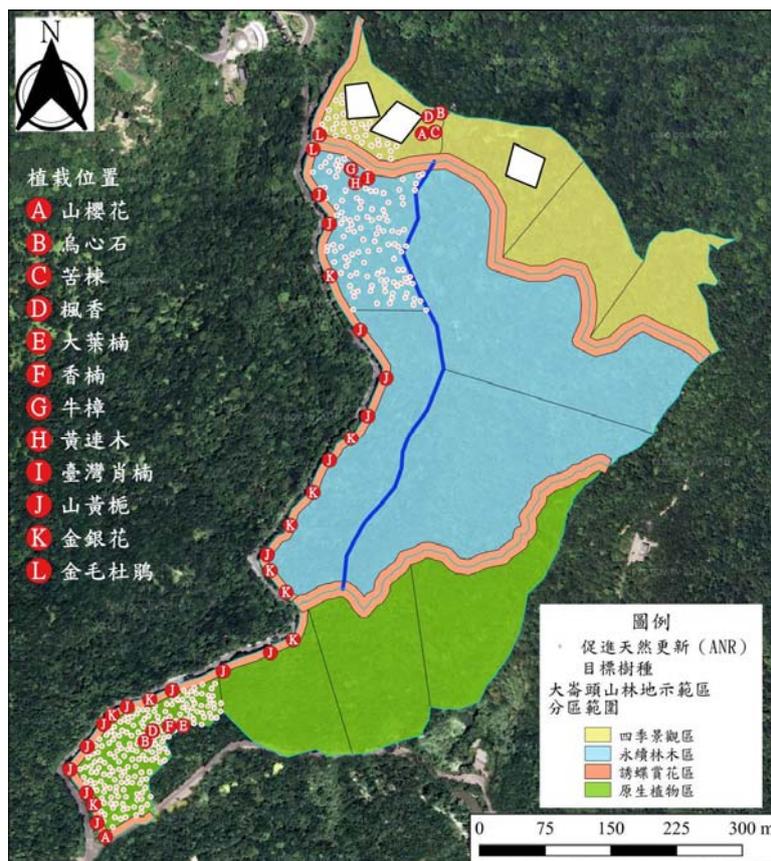


圖 32. 大崙頭山林地示範區種植營造栽植區域圖。

表 37. 大崙頭山林地示範區種植樹種數量表

物種種類	大崙頭山分區種植樹種數量(株)			
	永續林木區	四季景觀區	原生植物區	誘蝶賞花區
臺灣肖楠	100	-	-	-
黃連木	5	-	-	-
牛樟	5	-	-	-
烏心石	-	35	10	-
苦楝	-	15	-	-
楓香	-	25	5	-
山櫻花	-	10	-	5
大葉楠	-	-	10	-
香楠	-	-	12	-
山黃梔	-	-	-	200
金銀花	-	-	-	50
金毛杜鵑	-	-	-	50
合計	110	85	37	305
大崙頭山林地示範區種植數量				總計 537

目前根據樹種規劃，進行模擬 4 分區種植改良示意(圖 43)，而實際種植營造之成果如下說明。

#### A. 永續林木區

本區依據 SDM 之模擬結果，12 種貴重中木適合種植於本區之樹種計有臺灣肖楠、烏心石、黃連木等 3 種，再配合可取得之苗木種類與依苗木品質進行汰選，以及審查會議建議可嘗試種植牛樟，實際出栽於永續林木區之種類為：臺灣肖楠、黃連木、牛樟(圖 39)。



圖 33. 永續林木區種植營造作業概況



不良苗木之情形(左圖:苗木主幹斷裂，再萌側枝；右圖:苗木基部曲折、裸露)



苗木修枝作業對比照(左圖:臺灣肖楠未修枝；右圖:臺灣肖楠修枝完成)



除草與疏伐：作業前

圖 39.(續) 永續林木區種植營造作業概況



除草與疏伐：作業中



除草與疏伐：作業後



苗木栽植作業工作照

圖 39.(續) 永續林木區種植營造作業概況



永續林木區栽植完成照



永續林木區疏伐木集材及栽植完成之苗木(右圖:臺灣肖楠)



栽植完成之苗木(左圖:黃連木; 右圖:牛樟)

圖 39.(續) 永續林木區種植營造作業概況

### B. 四季景觀區

本區依據 38 位專家學者共同票選之結果，共計推薦青楓、鐘萼木、大頭茶、魚木、四照花等 25 種植物，再配合可取得之苗木種類與依苗木品質進行汰選，實際出栽於四季景觀區之種類為：烏心石、苦楝、楓香、山櫻花(圖 40)。

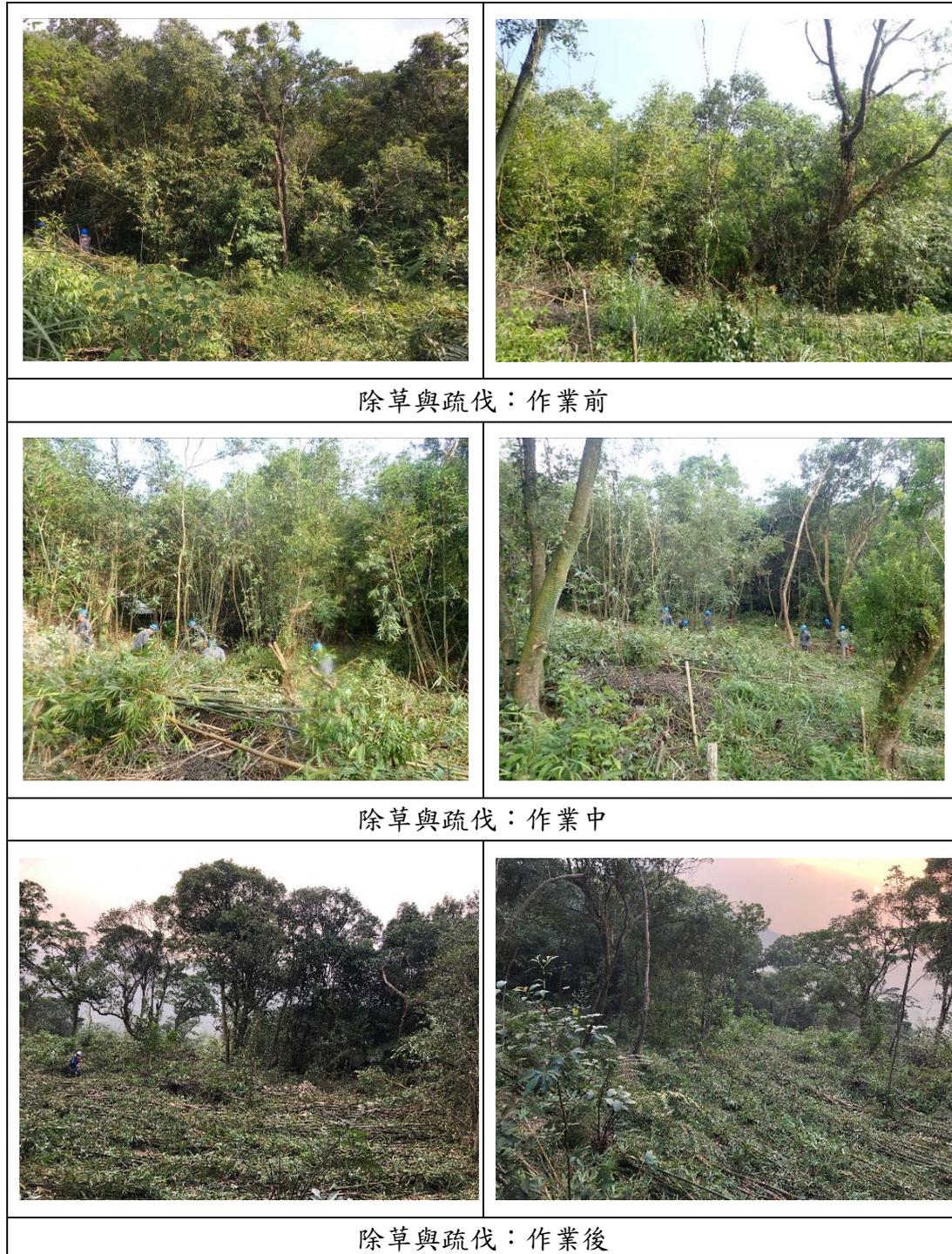


圖 34. 四季景觀區種植營造作業概況



苗木栽植作業工作照

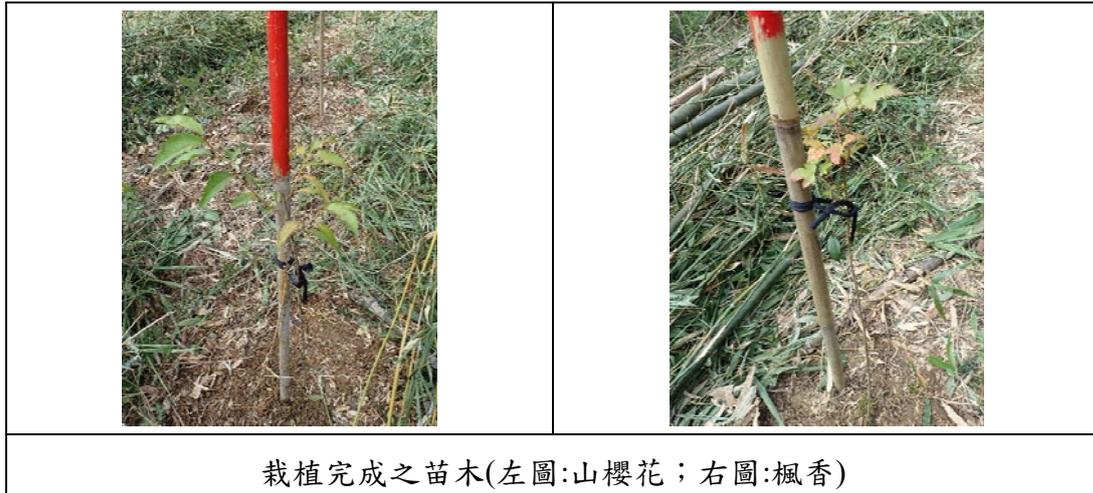


四季景觀區苗木栽植完成照



栽植完成之苗木(左圖:烏心石；右圖:苦楝)

圖 40.(續) 四季景觀區種植營造作業概況



栽植完成之苗木(左圖:山櫻花；右圖:楓香)

圖 40.(續) 四季景觀區種植營造作業概況

### C. 原生植物區

本區依據 38 位專家學者共同票選之結果，共計推薦豬腳楠、鐘萼木、燈稱花、魚木、金銀花等 80 種植物，再配合可取得之苗木種類與依苗木品質進行汰選，實際出栽於原生植物區之種類為：烏心石、楓香、大葉楠、香楠(圖 41)。



除草與疏伐：作業前

圖 35. 原生植物區種植營造作業概況



除草與疏伐：作業中



除草與疏伐：作業後



原生植物區苗木栽植完成情形

圖 41.(續) 原生植物區種植營造作業概況



圖 41.(續) 原生植物區種植營造作業概況

#### D. 誘蝶賞花區

本區依據 38 位專家學者共同票選之結果，共計推薦冇骨消、山黃梔、魚木、大葉馬兜鈴、金銀花、杜虹花等 58 種植物，再配合可取得之苗木種類與依苗木品質進行汰選，並依照道路與步道旁景觀進行配置，實際出栽於誘蝶賞花區之種類為：山櫻花、山黃梔、金銀花、金毛杜鵑(圖 42)。



圖 36. 誘蝶賞花區種植營造作業概況



苗木栽植作業工作照(大崙頭山森林步道口)



誘蝶賞花區種植完成之情形(左圖:道路旁;右圖:位於碧山路與萬溪產業道路  
叉口)



誘蝶賞花區種植完成之情形(大崙頭山森林步道口)

圖 42.(續) 誘蝶賞花區種植營造作業概況

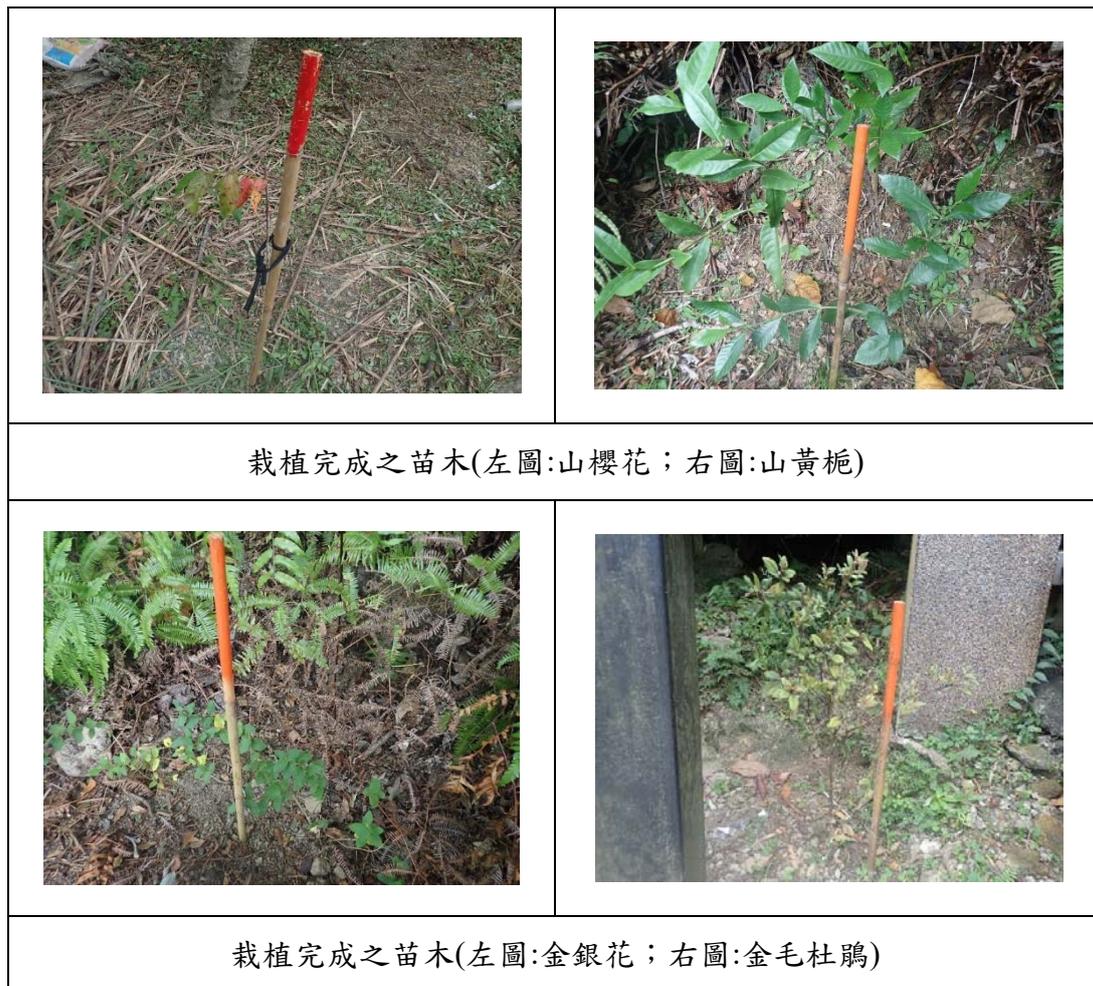


圖 42(續) 誘蝶賞花區種植營造作業概況

經由上述的大崙頭山林地實際造林工作，結果顯示未來之造林實務有以下 2 點基本工作值得重視：

- (A) 自行培育臺北市之特色苗木：比較本文所推薦之造林樹種或出栽植物種類，可知除了永續林木區的 12 種貴重木之苗木可取得性較佳之外，許多受到大多數專家學者推薦，而適合於四季景觀區、原生植物區、誘蝶賞花區栽種的種類，目前並不易取得苗木，例如鐘萼木、魚木、四照花、烏皮九芎等樹種，均是兼具適地適種與地方特色，十分值得未來進一步來栽植與推廣，建議未來可儘早自行採種培育。
- (B) 為未來造林提供高品質之苗木：在出栽之前，須先進行苗木之選汰，由造林實務中可發現可取得之苗木時有截幹、彎曲、分叉、盤根、死節、萌蘖、過小或老苗等各種問題，這些品質不良之苗木出栽後，經常造成生長不良，且未來也不易養成優美林木，因此可考慮在配合上述之自行育苗過程中，循序進行苗木培育、接種菌根菌、除草、澆水、施肥、病蟲害控制、移盆、修根、修枝、健化、選汰，以為未來造林工作提供健壯且優美之高品質苗木，並使出栽後苗木存活率高、生長快速，可與雜草雜木競爭，降低後續刈草撫育及補植之成本。



圖 37 大崙頭山林地示範區 4 分區種植改良前後模擬示意圖

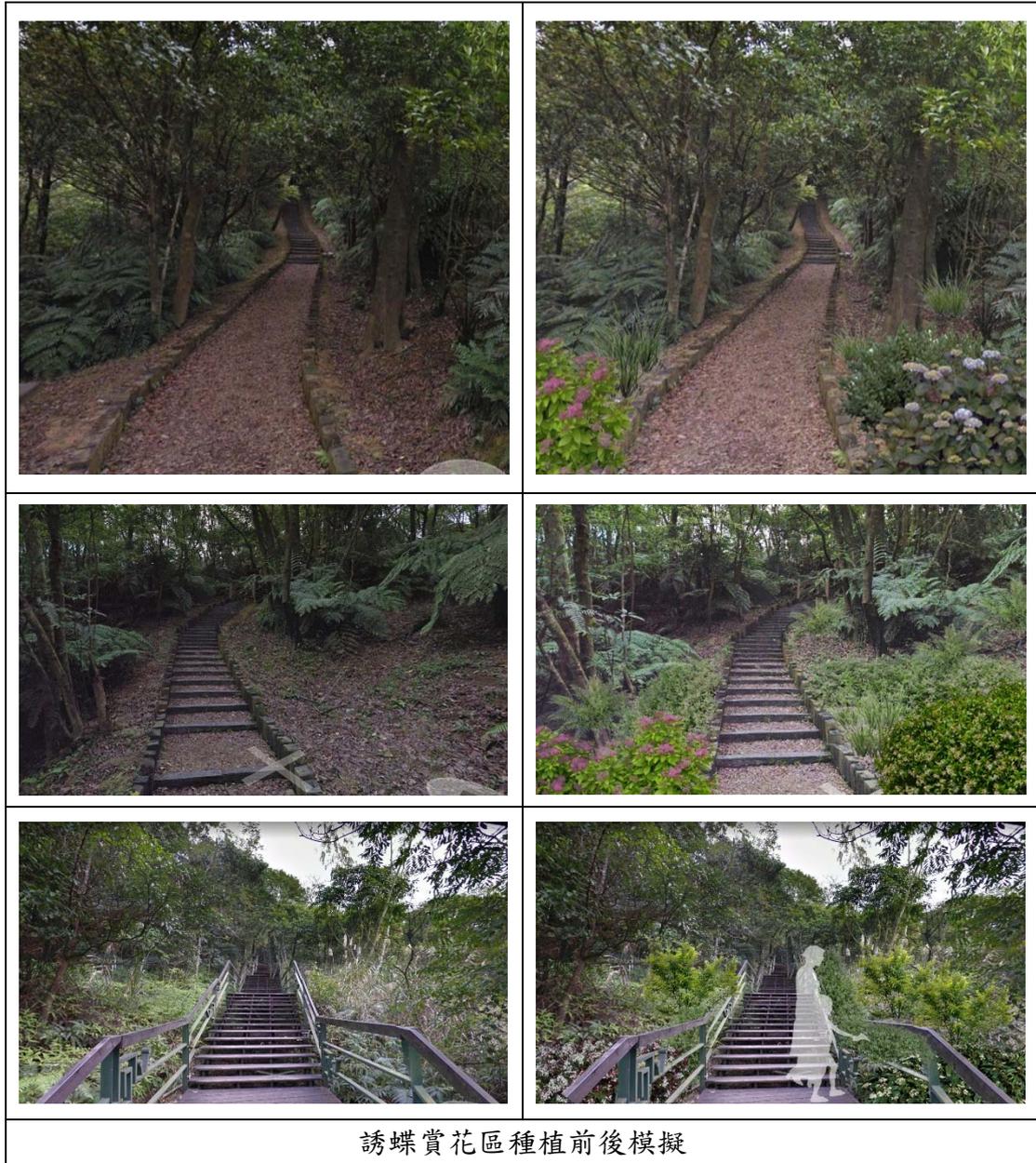


圖 43.(續) 大崙頭山林地示範區 4 分區種植改良前後模擬示意圖

## 6. 製作縮時紀錄影片及空拍影像

大崙頭山示範區位於臺北市內湖區上空，且位於松山 C 類空域，距離松山機場跑道僅 2.2 哩，並與限航區 RCR16 部分重疊(圖 44)；因而限制飛行標高 60 m 以下，且必須配合民用航空法第 34 條第 2 項規定，本團隊向交通部申請核准於 8 月 4 至 6 日、11 月 14 至 15 日進行無人機空拍申請。飛行期間，需配合交通部民用航空局飛航服務總臺之現場調控，配合當日民航與軍用航線使用情況進行無人機起降；由於松山機場為臺灣飛機起降頻繁之機場，因而每段機場跑道空檔時間最長約 10 分鐘，最短約 5 分鐘，因而如無跑道維護等事件，空拍機可獲起飛作業時間十分短暫，無法進行完整樣區空拍攝影(圖 45)。

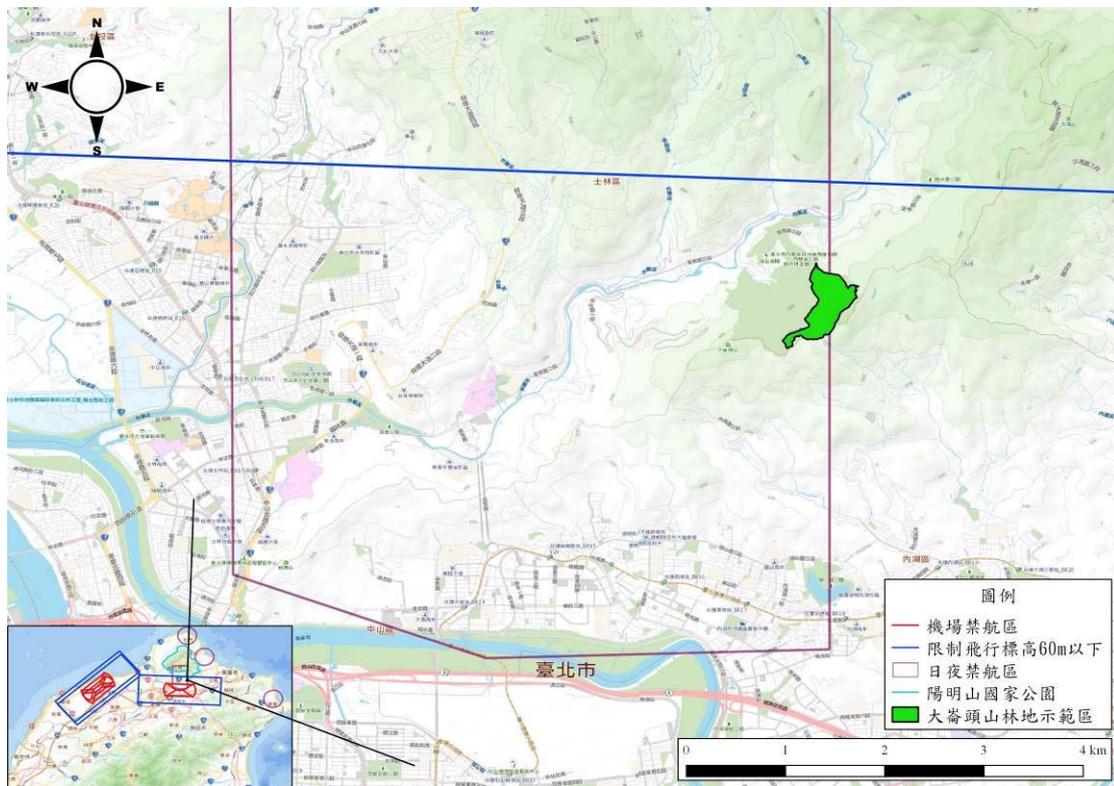


圖 38. 臺北市大崙頭山林地示範區位於空拍日夜限航區及限航區內。



無人機操作工作照



林地植被空拍照



鄰近道路周邊概況空拍照



低度疏伐區空拍照(左圖:2018年於疏伐後拍攝;右圖:2019年拍攝)

圖 39. 大崙頭山林地示範區無人機空拍成果。

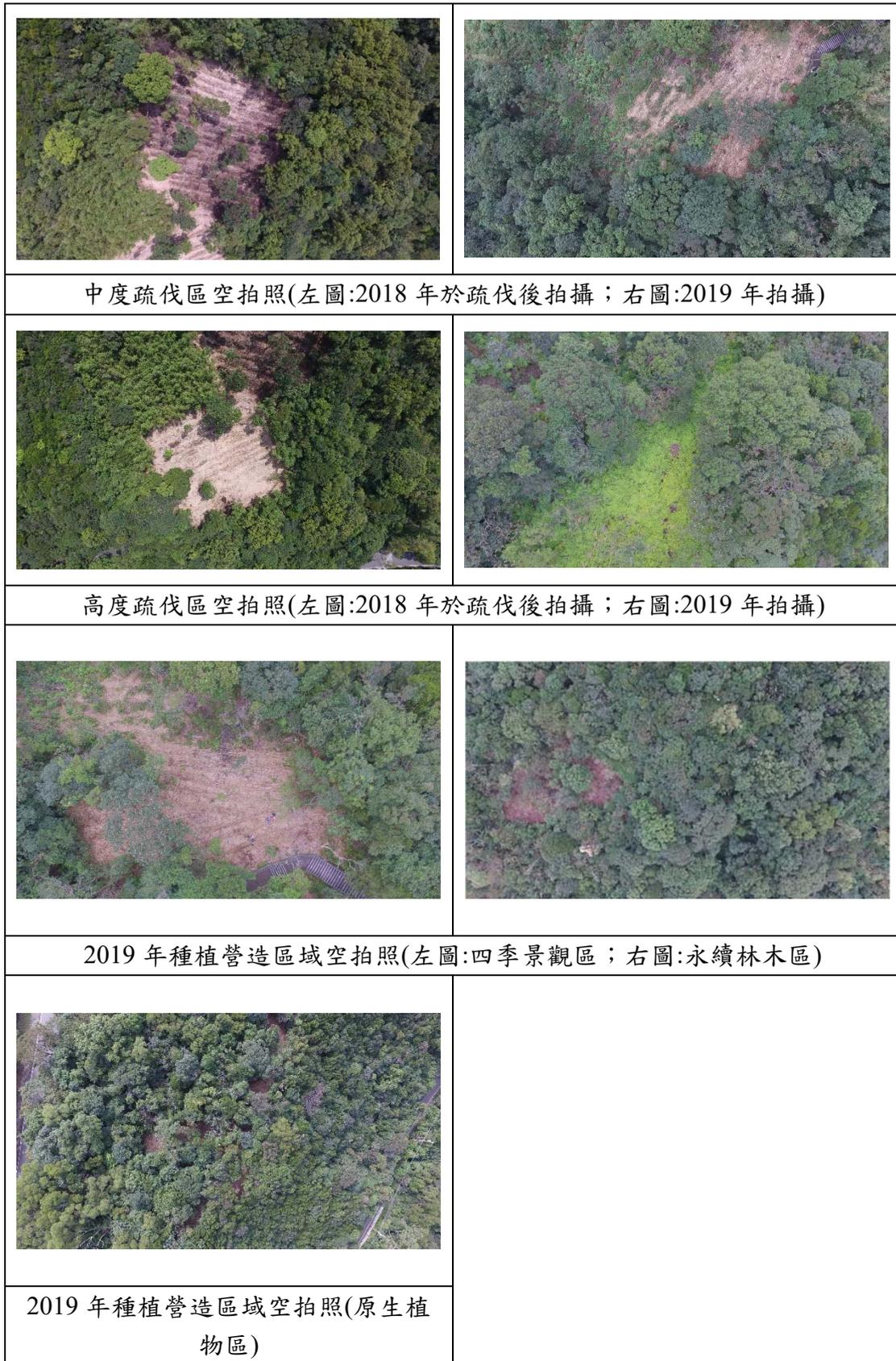


圖 45.(續)大崙頭山林地示範區無人機空拍成果

(四) 研究成果於期刊文章發表

本團隊去年執行 107 年度臺北市公有林地植群調查及示範區營造委託專業服務案，分析臺北市林地植群調查結果，本研究將此成果發表於「林業研究季刊」，稿件標題「臺北市林地植群分類」，投搞證明如圖 46。另本年度成果包含完成臺北市林地適合栽種樹種推薦名錄，此成果後續亦將整理投稿於學術研究期刊，供各界應用參考。



張坤城教授，您好：

本刊已收到您所投之稿件，近日將儘快進行送審程序，待有進一步的審查結果時也會儘快通知您。若對本次投稿有任何問題，歡迎隨時來信！未來若對本刊有任何建議，也請不吝指教！

謝謝您！

敬祝 研安！



林業研究季刊編審委員會敬上

中華民國 108 年 11 月 29 日

圖 40. 本研究成果發表證明

## 五、結論與建議

- (一) 大崙頭山林地示範區主要以大明橘-豬腳楠林型為主，下層以燈稱花、鬼桫欏較優勢，區域內維管束植物調查共記錄到 233 種，包含蕨類植物 41 種，裸子植物 4 種，被子植物 188 種。依據 2017 年臺灣維管束植物紅皮書名錄所評定，野生稀有植物共記錄 5 種，是目前大崙頭山林地示範區較完整的植物名錄資料，未來可依照此名錄內物種，建立環境教育相關課程。
- (二) 針對 2018 年疏伐樣區進行複查，以中度疏伐區栽種之相思樹苗木存活率最高(88.17%)，低度疏伐區苗木存活率較低(78.38%)，推測可能原因為上層保留較多之樹冠遮蔽較不利屬於陽性樹種的相思樹生長。經疏伐一年後除苗木外，由種子庫更新或鄰近母樹散播之地被小苗以鬼桫欏、芒萁、小月桃、廣東油桐與白匏仔為主，未來造林地如不加以撫育將再度朝疏伐前之次生林相演替。
- (三) 本區域內經自動相機監測以山羌、麝香貓、鼬獾為優勢中大型哺乳動物；但野犬、野貓數量亦多，建議主管機關須嚴加控管，以防止流浪動物傳播疾病、攻擊野生動物等事項。設置於疏伐區的自動相機紀錄明顯低於其他區域相機紀錄，顯示人工疏伐對於現地野生動物有相當的擾動影響，建議施工後仍須長期監測以了解後續野生動物回復情況。
- (四) 經初步之現場遊客人數調查，假日到訪人次約有 500 人，平日則較少遊客到訪，遊客年齡層多為老年或中年，假日部分為家庭，青年人則較少，未來可以森林療癒活動較適合目前之到訪年齡層。於調查時常遇遊客反應，步道設施(如棧板等)之維護為遊客遊憩安全首要目標，期望管理單位能優先處理步道等硬體設施。除現有步道外，另建議可以手作步道串連不同規劃區(永續林木區、四季景觀區及原生植物區)，並增設解說牌誌，打造優質校外教學場域，提高較低年齡層之到訪意願，未來示範區將可具體發揮森林遊憩、環境教育及教育宣導之公益效能。
- (五) 本示範區之經營管理規劃營造經驗，可供臺北市林地之未來經營管理參考，劃分基本目標(環境公益效能)、首要目標(景觀遊憩療癒)、次要目標(木材經濟生產)及願景，持續擴展至其他區域之公有林地。另林下優勢之燈稱花及許多可食植物，可供藥膳或發展食農教育；黃梔花及烏來月桃可提取精油或製作香料；林內深處則可提供蜂農養蜂採蜜，促進發展多角化之林下經濟附加價值。
- (六) 本研究以 SDM 篩選之推薦栽植植物，可供臺北市及鄰近之北部地區做為造林、景觀綠美化及生態營造參考使用；但目前大多數推薦之原生種坊間多無培育苗木，建議臺北市政府未來可進行育苗規劃，提供

後續本示範區造林及臺北市行道樹、公共工程或民眾栽種之種苗來源。

(七) 本區域內有發現先人遺塚及以往工程等廢棄料材，亦建議管理單位另案進行遷移與清運。

(八) 依示範區分年管理計畫，將於撫育管理期間進行整理伐，產生之疏伐木的處理與運用建議可與臺北市公有林地及行道樹之倒木集中設置「木材銀行」，後續以開口契約由廠商或委託其他單位進行製材及進一步利用開發製作宣導品。

可用木材建議以米徑 5cm 以上進行挑選，裁鋸分段長度以 120cm 或更長進行集材，且考量樹種、材積及後續利用等因素，挑選順序及利用分類建議可設置如下：

1. 木炭區：米徑>15cm 之硬木如相思樹、龍眼等，建議可以窯燒製作木炭宣導品。
2. 林產木利用區：米徑>10cm 之樟科、殼斗科、柿樹科及臺灣黃杞、相思樹、狗骨仔、黃連木(造林木)、臺灣肖楠(造林木)等材質優良者，建議可製作餐盤、木凳、棋藝品、手作步道木料、小相框、文具用品等宣導品。
3. 碎木區：其他軟木、雜木及米徑<10cm 之小徑木等，如楓香、杜英，建議可刨碎作為步道透水性鋪面，或可利用製作成杯墊、書籤、小吊飾等宣導品。

綜合本計畫成果，今年度已完成大崙頭山林地示範區之分區規劃及提出各分區之經營目標，包含規劃林相改良逐年分區作業面積預定表及其逐年分區作業規劃圖，並於本年度實施 5 ha 之林相改良示範作業，藉以累積臺北市林地經營管理之相關知識與操作技術。林地示範區之營造除可進行林相改良工作外，亦讓此區域之景觀增添四季變化，遊憩資源更加豐富，整體場域將具有森林保育、防災、景觀、教育遊憩及資源永續利用等多重效益，實為未來臺北市林地經營管理之重要基礎與參考資訊。

## 六、參考文獻

- 大地工程處 (2014) 103年度「內雙溪自然中心、風景區及露營場等場域森林及生態資源調查(第一期)」委託專業服務案。臺北市政府工務局大地工程處，臺北市，135頁。
- 山中正夫 (1971) 臺灣產蝶類分布(1)。日本鱗翅學會特別報告 5：115-191。
- 山中正夫 (1972) 臺灣產蝶類分布(2)。蝶與蛾 23(1)：1-48。
- 山中正夫 (1973) 臺灣產蝶類分布(3)。蝶與蛾 23(2)：1-31。
- 山中正夫 (1974) 臺灣產蝶類分布(4)。蝶與蛾 25(1)：1-60。
- 山中正夫 (1975) 臺灣產蝶類分布(5)。蝶與蛾 26(1)：1-100。
- 山中正夫 (1980) 臺灣產蝶類分布(6)。蝶與蛾 30(1)：1-143。
- 王中原 (2000) 臺灣北部內雙溪流域低海拔亞熱帶闊葉森林之次級演替。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。95頁。
- 王震哲、邱文良、張和明、許再文、郭長生、彭鏡毅、楊國禎、劉和義、謝長富 (2017) 2017臺灣維管束植物紅皮書名錄。行政院農委會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局及臺灣植物分類學會出版，187頁。
- 呂福原、歐辰雄、陳運造、祈豫生、呂金誠 (2000) 臺灣樹木圖誌第一卷。歐辰雄出版。339頁。
- 呂福原、歐辰雄、陳運造、祈豫生、呂金誠、曾彥學 (2006) 臺灣樹木圖誌第二卷。歐辰雄出版。500頁。
- 呂福原、歐辰雄、陳運造、祈豫生、呂金誠、曾彥學 (2010) 臺灣樹木圖誌第三卷。歐辰雄出版。615頁。
- 呂福原、歐辰雄、曾彥學、王秋美 (2017) 臺灣樹木誌。中華易之森林植物研究協會出版，臺中市。
- 李培芬 (2008) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市政府產業發展局。196頁。
- 李培芬 (2009) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市政府產業發展局。195頁。
- 李培芬 (2010) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(期初報告)。臺北市動物保護處。全33頁。
- 李培芬 (2011) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市動物保護處。338頁。
- 李培芬 (2012) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市動物保護處。391頁。
- 李培芬 (2013) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市動物保護處。336頁。
- 李培芬 (2015) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市動物保護處。149頁。
- 李培芬 (2016) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市動物保護處。

- 175頁。
- 李培芬 (2017) 臺北市生物多樣性指標調查計畫(成果報告)。臺北市動物保護處。189頁。
- 林怡秀 (2008) 行道樹樹種選擇專家系統建立之研究。中興大學園藝學系所學位論文。
- 邱志明 (2010) 臺灣人工林經營新思維—師法自然，近自然林的經營。林業研究專訊 17(5)：7-12。
- 邱清安 (2014) 陽明山國家公園昆欄樹族群生態學及氣候變遷影響之研究。陽明山國家公園管理處。111頁。
- 邱清安、王志強、李美芬 (2013) 陽明山國家公園景觀沿線道路具景觀價值原生植物保存與規劃。陽明山國家公園管理處。176頁。
- 邱清安、王志強、陳韋志、李美芬、廖敏君 (2018) 原生景觀植物篩選及其應用芻議：以陽明山國家公園為例。國家公園學報 28(1)：59-71。
- 邱清安、徐憲生 (2015) 面對退化地之抉擇：被動的自生演替恢復vs.主動的人為生態復育。林業研究季刊 37(2)：85-98。
- 邱清安、陳韋志、王志強、張坤城、廖敏君、徐憲生、蔡智勇 (2017) 昆欄樹的空間分布是否真有北降現象？林業研究季刊 39(2)：85-95。
- 張坤城、莊永忠、黃名媛 (2017) 臺北市政府工務局大地工程處106年度本市林地認定調查委託專業服務案。臺北市政府工務局大地工程處，臺北市，150頁。
- 張坤城、廖宇賡、黃名媛 (2019) 臺北市政府工務局大地工程處107年度臺北市公有林地植群調查及示範區營造委託專業服務案。臺北市政府工務局大地工程處，臺北市，183頁。
- 許立達 (2008) 陽明山國家公園植被變遷研究。陽明山國家公園管理處委託研究報告。111頁。
- 許再文、張和明、牟善傑、呂碧鳳、廖國藩 (2007) 臺北縣市及基隆市植物資源。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。160頁。
- 陳永寬、詹進發、成晨光、葉堃生、郭家隆、莊永忠 (2003) 「臺北市保安林檢訂管理」，臺北市九十一年度加速保安林檢訂管理研究成果報告，臺北市政府建設局，共330頁。
- 郭城孟 (1997) 臺灣維管束植物簡誌，Vol. 1 蕨類植物門，第一版，臺北市：農業委員會。
- 陳佩君 (2016) 景觀植物專家系統建構之研究。國立中興大學園藝學系博士論文。
- 陸元昌、樂慎強、張守攻、雷相東、包源 (2010) 從法正林轉向近自然林：德國多功能森林經營在國家、區域和經營單位層面的實踐。世界林業研究 23(1)：1-11。
- 黃裕星 (2018) 從混農林業談臺灣特色林下經濟。林業研究專訊 25(1), 1-4。
- 楊平世 (1987) 陽明山國家公園大屯山蝴蝶花廊規劃可行性之研究。陽明山國家公園管理處，臺北市，97頁。

- 楊榮啟、林文亮 (2003) 從保育重於收穫觀點論臺灣的森林經營管理。臺灣林業 29(3)：32-40。
- 楊榮啟、林文亮 (2004) 漫談法正林。臺灣林業 30(3)：70-72。
- 楊遠波、劉和義、呂勝由 (1997) 臺灣維管束植物簡誌，Vol. 2 種子植物門，第一版。行政院農業委員會。
- 溫遠光、劉世榮 (1995) 我國主要森林生態系統類型降水截留規律的數量分析。林業科學 31(4)：289-298。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄 (1994) 臺灣樹木誌，第二版。國立中興大學農學院出版委員會，臺中市。
- 鄧屬予 (2006) 臺北盆地之地質研究。西太平洋地質科學 6：1-28。
- 賴羿鳴、曾喜育、曾彥學 (2015) 內雙溪自然中心戶外教學方案「森林背包客棧」對國小高年級學童環境教育之成效研究。林業研究季刊 37(3):181-194 pp。
- 賴國祥 (2002) 合歡山區之稀有植物與保育。自然保育季刊 39: 20-33。
- 謝長富 (2013) 植物地理與生態。邱文良、蔣鎮宇主編，植物系統分類學。南天書局有限公司。臺北。451頁。
- 蘇聲欣 (2001) 臺北近郊低海拔闊葉林之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。124頁。
- 蘇鴻傑 (1987) 森林生育地因子即其定量評估。中華林學季刊 20(1):1.14。
- 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。
- Abdelaal, M., M. Fois, G. Fenu and G. Bacchetta (2019) Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of the endemic plant *Rosa arabica* Crép. in Egypt. *Ecological informatics* 50: 68-75.
- Ackzell, L. (1993) A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 61(3-4): 229-245.
- Asgarzadeh, M., K. Vahdati, M. Lotfi, M. Arab, A. Babaei, F. Naderi and G. Rouhani (2014) Plant selection method for urban landscapes of semi-arid cities (a case study of Tehran). *Urban Forestry & Urban Greening* 13(3): 450-458.
- Attfeld, R. (1994). Rehabilitating nature and making nature habitable. *Royal Institute of Philosophy Supplements* 36: 45-57.
- Betts, H. (2013) The Framework Species Approach to Forest Restoration: Using Functional Traits as Predictors of Species Performance. PhD Thesis. University of Liverpool, United Kingdom
- Boncina, A. (2011) Conceptual approaches to integrate nature conservation into forest management: a central European perspective. *International Forestry Review* 13(1): 13-22.
- 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, p.18-109. 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.
- Camargo, J. L. C., I. D. K. Ferraz and A. M. Imakawa (2002) Rehabilitation of degraded areas of central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. *Restoration Ecology* 10(4): 636-644.
- Cao, Y., R. E. DeWalt, J. L. Robinson, T. Tweddale, L. Hinz and M. Pessino (2013) Using Maxent to model the historic distributions of stonefly species in Illinois streams: the effects of regularization and threshold selections. *Ecological Modelling* 259: 30-39.
- Chiu, C. A., P. H. Lin, C. K. Hsu, Z. H. Shen (2012) A novel thermal index improves prediction of vegetation zones: Associating temperature sum with thermal seasonality. *Ecological Indicators* 23:668-674.
- Chiu, C. A., P. H. Lin, K. C. Lu (2009) GIS-based tests for quality control of meteorological data and spatial interpolation of climatic data: a case study in mountainous Taiwan. *Mountain Research and Development* 29: 339-349.
- Cobos, M. E., A. T. Peterson, N. Barve and L. Osorio-Olvera (2019) kuenm: an R package for detailed development of ecological niche models using Maxent. *PeerJ* 7: e6281.
- Crouzeilles, R., M. S. Ferreira, R. L. Chazdon, D. B. Lindenmayer, J. B. Sansevero, L. Monteiro, A. Iribarrem, A. E. Latawiec and B. B. Strassburg (2017) Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. *Science Advances* 3(11): e1701345.
- Day, F. P., and C. D. Monk (1974) Vegetation pattern on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55:1064-1074.
- Diaci, J. (2006) Nature-based silviculture in Slovenia: origins, development and future trends. *Studia Forestalia Slovenica* (126): 119-131.
- Dormann, C. F. (2011) Modelling species' distributions. In: Jopp, F.; H. Reuter and B. Breckling (eds.) *Modelling complex ecological dynamics: An introduction into ecological modelling for students, Teachers & Scientists*. Springer, Heidelberg.
- Douglas, T. (2003) *Ecological Restoration Guidelines for British Columbia*. Ministry of Water, Land and Air Protection: Biodiversity Branch, Victoria, BC. Available at: <http://www.env.gov.bc.ca/fia/documents/restorationguidelines.pdf>.
- Dugan, P. C., P. B. Durst, D. J. Ganz and P. J. McKenzie (2003) *Advancing Assisted Natural Regeneration (ANR) in Asia and the Pacific*. Rap Publication: 19.
- Duncker, P. S., K. Raulund-Rasmussen, P. Gundersen, K. Katzensteiner, J. De Jong, H. P. Ravn, M. Smith, O. Eckmüllner and H. Spiecker (2012) How forest management affects ecosystem services, including timber production and

- economic return: synergies and trade-offs. *Ecology and Society* 17(4): 50.
- Dyderski, M. K., S. Paż, L. E. Frelich and A. M. Jagodziński (2018) How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology* 24(3): 1150-1163.
- Elith, J. and J. R. Leathwick (2009) Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 677-697.
- Ellison, D., Morris CE, Locatelli B, Shell D, Cohen J, Murdiyarto D (2017) Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change* 43: 51-61.
- ESRI (2010) ArcGIS Desktop. Release 10.0. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc., Redlands, CA, USA.
- Evans, J. (2011). "Geomorphometry and Gradient Metrics Toolbox." <http://conserveonline.org/workspaces/emt/documents/arcgis-geomorphometrics-toolbox/view.html>.
- Fick, S. E. and R. J. Hijmans (2017) WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37(12): 4302-4315.
- Franklin, J. (2009) *Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 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.
- Frelich, L. E., K. Jõgiste, J. A. Stanturf, K. Parro and E. Baders (2018) Natural disturbances and forest management: interacting patterns on the landscape. In: Perera AH, Peterson U, Pastur GM, Iverson LR (eds.) *Ecosystem Services from Forest Landscapes*. pp. 221-248. Springer, Cham.
- Gauch, H. G. (1982) *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 298pp.
- Gerstenberg, T. and M. Hofmann (2016) Perception and preference of trees: a psychological contribution to tree species selection in urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening* 15: 103-111.
- Guillermo, M. P. (1992) *Evaluation of Assisted Natural Regeneration (ANR) as a Strategy for Reforestation: the Case of the Bamban Reforestation Project, Bamban, Tarlac*. MSc Thesis, Philippines University, Los Banos, College, Laguna, Philippines.
- Guisan, A. and N. E. Zimmermann (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135:147-186.

- Hardwick, K., J. R. Healey, S. Elliott and D. Blakesley (2004) Research needs for restoring seasonal tropical forests in Thailand: accelerated natural regeneration. *New Forests* 27(3): 285-302.
- Holdridge, L. R. (1967) *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica.
- Horstman, E., J. Ayón and H. Griscom (2018) Growth, survival, carbon rates for some dry tropical forest trees used in enrichment planting in the Cerro Blanco protected forest on the Ecuadorian coast. *Journal of Sustainable Forestry* 37(2): 82-96.
- Huy, B., P. C. Tri and T. Triet (2018) Assessment of enrichment planting of teak (*Tectona grandis*) in degraded dry deciduous dipterocarp forest in the Central Highlands, Vietnam. *Southern Forests: A Journal of Forest Science* 80(1): 75-84.
- 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.
- Kerr, G. and J. Simpson (1999) What is continuous cover forestry? Information Note. Forestry Commission, Edinburgh, 8 pp.
- Kira T (1991). Forest ecosystems of east and southeast Asia in a global perspective. *Ecological Research* 6: 185-200.
- Lai, Y. J., M. D. Chou and P. H. Lin (2010). Parameterization of topographic effect on surface solar radiation. *Journal of Geophysical Research* 115: D01104.
- Lamb, D., P. D. Erskine and J. A. Parrotta (2005) Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* 310: 1628-1632.
- Laughlin, D. C. and B. D. Clarkson (2018) Tree seedling survival depends on canopy age, cover and initial composition: trade-offs in forest restoration enrichment planting. *Ecological Restoration* 36(1): 52-61.
- Lin, C. T. and C. A. Chiu (2019) The Relic *Trochodendron aralioides* Siebold & Zucc.(Trochodendraceae) in Taiwan: Ensemble Distribution Modeling and Climate Change Impacts. *Forests* 10(1): 7.
- Liu, C., P. M. Berry, T. P. Dawson and R. G. Pearson (2005) Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography* 28: 385–393.
- Mainali, K. P., D. L. Warren, K. Dhileepan, A. McConnachie, L. Strathie, G. Hassan, D. Karki, B. B. Shrestha and C. Parmesan (2015) Projecting future expansion of invasive species: comparing and improving methodologies for species distribution modeling. *Glob Chang Biol* 21: 4464–4480.
- Mangueira, J. R. S. A., K. D. Holl and R. R. Rodrigues (2019) Enrichment planting to restore degraded tropical forest fragments in Brazil. *Ecosystems and People* 15(1):

3-10.

- Motyka, J. B., B. Dobrzanski, and S. Zawadski (1950) Wstepne badania nad lakami Paludniowo-wschodniej Lubelszczyzny. *University Second* 5:367-447.
- Olson, M. G., S. Hossain, K. Cunningham, M. H. Pelkki and C. Stuhlinger (2018) Rehabilitating degraded hardwood stands on a bottomland terrace site with overstory removal and oak enrichment planting: 14-year results. *Open Journal of Forestry* 8(4): 459.
- Ørsted, I. V. and M. Ørsted (2019) Species distribution models of the Spotted Wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*, Diptera: Drosophilidae) in its native and invasive range reveal an ecological niche shift. *Journal of Applied Ecology* 56(2): 423-435.
- Phillips, S. J. and M. Dudík (2008) Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161–175.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol Model* 190: 231–259.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, M. Dudík, R. E. Schapire and M. E. Blair (2017) Opening the black box: An open-source release of Maxent. *Ecography* 40(7): 887-893.
- Pommerening, A. and S. T. Murphy (2004) A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry* 77(1): 27-44.
- Randin, C. F., G. Vuissoz, G. E. Liston, P. Vittoz and A. Guisan (2009) Introduction of snow and geomorphic disturbance variables into predictive models of alpine plant distribution in the Western Swiss Alps. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 41(3): 347-361.
- Rappaport, D. and F. Montagnini (2014) Tree species growth under a rubber (*Hevea brasiliensis*) plantation: native restoration via enrichment planting in southern Bahia, Brazil. *New Forests* 45(5): 715-732.
- Roessiger, J., V. C. Griess and T. Knoke (2011) May risk aversion lead to near-natural forestry? A simulation study. *Forestry* 84(5): 527-537.
- Rollan, C. D., R. Li, J. L. San Juan, L. Dizon and K. B. Ong (2018) A planning tool for tree species selection and planting schedule in forestation projects considering environmental and socio-economic benefits. *Journal of Environmental Management* 206: 319-329.
- Roy, S. (2017) Anomalies in Australian municipal tree managers' street-tree planting and species selection principles. *Urban Forestry & Urban Greening* 24: 125-133.
- Schütz, J. P. (1999) Close-to-nature silviculture: is this concept compatible with species diversity? *Forestry* 72(4): 359-366.
- Shabani, F., L. Kumar and M. Ahmadi (2018) Assessing accuracy methods of species distribution models: AUC, Specificity, Sensitivity and the True Skill Statistic.

- GJHSS: Geo. Geo-Sci. Environ. Sci. Dis. Manag 18(91): 6-18.
- Shono, K., E. A. Cadaweng and P. B. Durst (2007) Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration Ecology* 15(4): 620-626.
- Siry, J. P., F. W. Cabbage and M. R. Ahmed (2005) Sustainable forest management: global trends and opportunities. *Forest Policy and Economics* 7(4): 551-561.
- Su, H. J. (1984) Studies on the climate and vegetation type of the natural forest in Taiwan (II): Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4) : 57-73.
- Su, H. J. (1985) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (III): A scheme of geographical climatic regions. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 18(3): 33-44.
- Swets, J. A. (1988) Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science* 240: 1285-1293.
- Tuhkanen S (1980) *Climatic Parameters and Indices in Plant Geography*. Stockholm: Almqvist & Wiksell International. 110 p.
- Vogt, J., S. Gillner, M. Hofmann, A. Tharang, S. Dettmann, T. Gerstenberg, C. Schmidt, H. Gebauer, K. Van, U. UtaBerger and A. Roloff (2017) Citree: A database supporting tree selection for urban areas in temperate climate. *Landscape and Urban Planning* 157: 14-25.
- Wang, J. C. and C. T. Lu (2012) *Flora of Taiwan, Second Edition-Supplement*. National Taiwan Normal University.
- Watling, J. I., S. S. Románach, D. N. Bucklin, C. Speroterra, L. A. Brandt, L. G. Pearlstine and F. J. Mazzotti (2012) Do bioclimate variables improve performance of climate envelope models?. *Ecological Modelling* 246: 79-85.

