

國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處

104 年度委託計畫

棲蘭山檜木林世界遺產潛力點之經營

研究成果報告

編號：10

主管機關：國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處

執行機關：國立宜蘭大學

計畫主持人：森林暨自然資源學系 陳子英 教授

森林暨自然資源學系 林世宗 教授

中華民國 104 年 11 月

# 棲蘭山檜木林世界遺產潛力點之經營

## 摘要

棲蘭山檜木林區擁有臺灣最優良的原生檜木林，且保有臺灣保存最完整的山地雲霧林。盛行雲霧帶環境之恆定性，故保留了頗多地質時代以來的子遺古老物種，其中如檜木屬(*Chamaecyparis*)植物，目前僅間斷分布於東亞及北美，此為東亞—北美間斷分布之類型，此外出現於本區的樹木有舉世聞名的臺灣杉(*Taiwania*)，以及巒大杉、紅豆杉、昆欄樹及其他子遺植物，亦均以此一林帶為其主要生育環境。王震哲等(2000)曾針對以霧林帶為主要生育環境之維管束植物種類進行初步分析，發現其特有值(32.8%)高於全臺灣維管束植物之特有比例。

臺灣之檜木林通常由臺灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* Sieb. & Zucc. var. *formosana* (Hayata) Rehder)和紅檜(*Chamaecyparis formosensis* Matsum)兩種組成，均為珍貴價值甚高之優良鄉土樹種；檜木為舉世聞名之貴重樹種，惜其蓄積所剩不多，亟應多加保育，妥善經營。森保處棲蘭山作業區位處高山霧林帶，適合臺灣檜木及扁柏之生長，而森林保育處成立迄今近 50 年來，亦戮力進行之檜木更新造林，頗見成效。過去本區域也有許多的資源調查，然並未針對同一地區的檜木生態系進行天然林及檜木保育更新地之森林資源多樣性與永續性的調查，以供未來生態系經營理念進行野生動植物、環境資源保育及合理的森林利用等多元化的永續作業。

經文化建設委員會(現改制為文化部)自 92 年起，依聯合國教科文組織「世界文化遺產暨自然遺產保護公約」之標準，評選為臺灣 18 處具有顯著普世價值之世界遺產潛力點，其中棲蘭山的檜木林也名列其一，為回顧森保處經營管理變遷、整備有關檜木在棲蘭山的研究成果及檜木屬植物之分佈變遷等資料以作為世界遺產推動所需要之基礎資料，專門針對棲蘭山檜木林世界遺產潛力點的資源與經營做介紹的書籍，使大眾更能了解世界遺產之普世價值。

## 目錄

壹、研究源起與目的 .....	1
一、整體起源 .....	1
二、世界遺產簡介 .....	3
貳、研究地區與方法 .....	5
一、棲蘭山的位置與環境現況 .....	5
二、研究方法 .....	7
參、研究發現與建議 .....	8
一、檜木屬植物在全世界的分布 .....	8
二、臺灣的檜木林生態系與植群 .....	21
三、棲蘭山檜木林的生物研究 .....	35
四、棲蘭山檜木林的育林與經營研究 .....	61
五、棲蘭山檜木林的永續經營 .....	89
六、棲蘭山檜木林在世界遺產的普世價值 .....	99
肆、參考文獻 .....	113
附錄一、棲蘭山野生動物名錄 .....	138
附錄二、森林保育處委託研究計畫案一覽表 .....	142
附錄三、森林保育處自行研究成果書籍及專刊一覽表 .....	144

## 圖目錄

圖 1、棲蘭山檜木林的外貌一景 .....	1
圖 2、日村大社保留有過去的祭祀 .....	2
圖 3、附近的森林一齊保留為世界襲產 .....	2
圖 4、棲蘭山鴛鴦湖原生檜木林 .....	3
圖 5、聯合國教科文組織世界遺產標誌 .....	4
圖 6、美國紅杉國家公園—紅杉樹(長葉世界爺)基部被挖空形成樹洞隧道 .....	4
圖 7、馬來西亞沙巴神山公園—寶林溫泉入口標示 .....	4
圖 8、棲蘭山地理位置圖 .....	6
圖 9、冬天低溫加上濕度高，使枝條上的水氣結冰 .....	7
圖 10、雲霧森林 .....	7
圖 11、棲蘭山檜木林 .....	7
圖 12、紅檜的葉 .....	11
圖 13、紅檜的毬果 .....	11
圖 14、臺灣扁柏的葉 .....	11
圖 15、臺灣扁柏剛發芽的小苗 .....	11
圖 16、日本扁柏的葉 .....	11
圖 17、日本扁柏的毬果 .....	11
圖 18、日本花柏(左)與日本扁柏(右)葉背氣孔帶的差異 .....	11
圖 19、世界檜木屬植物分布圖 .....	13
圖 20、檜木屬植物分布緯度及海拔範圍 .....	13
圖 21、檜木屬植物分布的年平均溫度與年平均降水 .....	15
圖 22、日本扁柏分布 .....	17
圖 23、日本花柏分布 .....	17
圖 24、日本重要的森林和森林保留區位置 .....	18
圖 25、美國尖葉扁柏的分布 .....	21
圖 26、拿加遜扁柏的分布 .....	21
圖 27、利用 matK 基因序列研究所獲得的進化分支樹 .....	22

圖 28、檜木屬植物化石證據 .....	23
圖 29、檜木屬的可能遷移路線 .....	25
圖 30、東亞地區的物種來源的六條路線 .....	25
圖 31、臺灣扁柏在臺灣的分布 .....	27
圖 32、不同地區臺灣扁柏的海拔分布狀況 .....	28
圖 33、紅檜在臺灣的分布 .....	28
圖 34、不同地區紅檜的海拔分布狀況 .....	29
圖 35、臺灣杉的葉 .....	34
圖 36、臺灣杉—三姊妹 .....	34
圖 37、臺灣檫樹的花序.....	34
圖 38、臺灣檫樹的葉及果 .....	34
圖 39、棲蘭山杜鵑的葉 .....	34
圖 40、棲蘭山杜鵑的花 .....	34
圖 41、鴛鴦湖細辛的葉 .....	34
圖 42、鴛鴦湖細辛的花 .....	34
圖 43、八角蓮 .....	35
圖 44、八角蓮的花 .....	35
圖 45、棲蘭山野生動物重要棲息環境植群分布圖 .....	41
圖 46、棲蘭山野生動物重要棲息環境內湖泊分布位置圖 .....	44
圖 47、崙埤池.....	45
圖 48、中嶺池 .....	45
圖 49、尚未開發前的明池 .....	45
圖 50、現在的明池 .....	45
圖 51、鴛鴦湖 .....	45
圖 52、臺灣扁柏葉.....	50
圖 53、臺灣扁柏植株 .....	50
圖 54、紅檜的葉 .....	50
圖 55、紅檜的果 .....	50
圖 56、巒大杉的葉 .....	50
圖 57、巒大杉的果.....	50

圖 58、臺灣肖楠的葉 .....	51
圖 59、臺灣肖楠的毬花 .....	51
圖 60、臺灣粗榧的葉 .....	51
圖 61、臺灣粗榧的果 .....	51
圖 62、南洋紅豆杉的葉 .....	51
圖 63、南洋紅豆杉 .....	51
圖 64、鴛鴦湖龍膽 .....	53
圖 65、鴛鴦湖龍膽的花 .....	53
圖 66、分布於鴛鴦湖的東亞黑三稜 .....	53
圖 67、東亞黑三稜的果.....	53
圖 68、森林冠層水文平衡示意圖 .....	55
圖 69、棲蘭山大氣研究的氣候資料收集樣區及氣象塔分布位置圖 .....	56
圖 70、2002-2007 年間颱風對樣區雨量的貢獻 .....	56
圖 71、雨水、幹流水、穿落水、截留和霧水水量的時間變化 .....	57
圖 72、2002-2007 年雨水、霧水、幹流水與穿落水的離子濃度( $\mu\text{eq l}^{-1}$ ).....	58
圖 73、宜蘭棲蘭山土壤剖面 .....	60
圖 74、局部放大的薄膠層橫斷面構造.....	60
圖 75、薄膠層細部構造 .....	60
圖 76、早期人力伐木，伐木工人正在伐木架上進行伐木作業.....	62
圖 77、正由伏地索道往下運材的期況 .....	62
圖 78、蒸氣集材.....	62
圖 79、伐木工人正在進行集材作業 .....	63
圖 80、利用索道運材 .....	63
圖 81、汽油機關車運材 .....	63
圖 82、台車運材 .....	63
圖 83、森林開發處森林經營管理區劃圖 .....	67
圖 84、橫貫公路森林開發處棲蘭山林區林相分布圖 .....	68
圖 85、森林開發處作業級位置圖 .....	73
圖 86、早期人工伐木通常都是由兩個伐木工人一起合力進行 .....	74
圖 87、現場利用鏈鋸進行木材分割.....	74

圖 88、近期以吊車進行木材拖吊作業 .....	74
圖 89、近期以卡車進行木材運材作業 .....	74
圖 90、130 林道柳杉疏伐林位置圖 .....	78
圖 91、100 林道柳杉疏伐林樣區位置圖 .....	78
圖 92、早期明池苗圃.....	80
圖 93、明池苗圃進行育苗作業 .....	80
圖 94、檜木留伐天然更新作業 .....	81
圖 95、檜木林擇伐天然更新作業下，不同齡級的檜木形成上下分層 .....	84
圖 96、檜木林擇伐天然更新作業試驗地 .....	84
圖 97、棲蘭山林區天然檜木林枯立倒木整理保育區位置圖.....	86
圖 98、林地中枯立倒木 .....	86
圖 99、枯立倒木整理更新造林地調查 .....	86
圖 100、日本京都金閣寺 .....	102
圖 101、日本京都二條城 .....	102
圖 102、京都御院 .....	103
圖 103、清水寺 .....	103
圖 104、比薩斜塔 .....	103
圖 105、大教堂 .....	103
圖 106、洗禮堂 .....	103
圖 107、西藏布達拉宮 .....	103
圖 108、西藏具宗教特色的建築 .....	103
圖 109、萬里長城 .....	104
圖 110、俯瞰萬里長城 .....	104
圖 111、羅馬競技場內 .....	104
圖 112、羅馬競技場外 .....	104
圖 113、英國巨石陣 .....	104
圖 114、日本屋久島自然保護區 .....	107
圖 115、屋久島自然保護區中的柳杉 .....	107
圖 116、屋久島柳杉神木展示 .....	107
圖 117、美國紅杉國家公園 .....	107

圖 118、神山最高峰—羅氏峰 .....	108
圖 119、世界最大的花—萊佛士花 .....	108
圖 120、龍腦香科植物的樹冠 .....	108
圖 121、樹冠層吊橋 .....	108
圖 122、優勝美地國家公園 .....	108
圖 123、冰川作用所形成的 U 型山谷 .....	108
圖 124、間歇泉 .....	108
圖 125、蒂卡爾國家公園 .....	109
圖 126、四號神廟 .....	109
圖 127、臺灣申請世界遺產的流程 .....	111

## 表目錄

表 1、世界檜木屬( <i>Chamaecyparis</i> )植物分布 .....	14
表 2、1970 年日本主要森林面積資料 .....	19
表 3、紅檜與臺灣扁柏的辨別 .....	26
表 4、森林保育處經營管理區域劃分表 .....	66
表 5、森林保育處所轄事業區森林蓄積量(m <sup>3</sup> ) .....	69
表 6、棲蘭山林區作業級分布位置及面積表 .....	72
表 7、森林保育處歷年造林地面積統計表(單位：ha) .....	75
表 8、歷年枯立倒木整理與保育更新面積統計表 .....	87
表 9、生態系經營示範計畫樣區檜木資源調查統計表(調查日期：88 年 5 月) .....	93

## 壹、研究源起與目的

### 一、整體起源

棲蘭山林區擁有臺灣最優良的原生檜木林，且保有臺灣保存最完整的山地雲霧林；熱帶山區雲霧林為陸地生態系中相當特殊的林型，在臺灣的山地森林植群中扮演一明顯之分界線(Su, 1985)，此分界線以上為寒冷氣候的針葉樹林，以下則為溫溼氣候的常綠闊葉樹林；由於盛行雲霧帶環境之恆定性，故保留了頗多地質時代以來的子遺古老物種，其中如檜木屬(*Chamaecyparis*)植物，現今僅間斷分布於東亞及北美，此屬植物為東亞—北美間斷分布之類型，因板塊移動使歐亞大陸及北美大陸分離，始形成現今間斷分布的情形；又如舉世聞名的臺灣杉(*Taiwania cryptomerioidoides*)以“臺灣”做為屬名的植物，以及巒大杉(*Cunninghamia konishii*)、紅豆杉(*Taxus sumatrana*)、昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)及其他繁多子遺植物，亦均以此一林帶為其主要生育環境。



圖 1、棲蘭山檜木林的外貌一景

檜木子遺於海洋性潤濕高山島嶼，為古地史殘存之珍稀林相之代表，現今僅存在於東南亞及北美，堪稱為全球水準的自然遺產，而臺灣生育之

紅檜與臺灣扁柏生態系可堪稱是全球獨一無二，其價值無與倫比、無可替代。由於檜木林之生育地複雜且多變異，致使其林帶內蘊藏著諸多活化石及珍稀物種，由此看來檜木林帶內之生物多樣性極高值得生態學者進一步探討與研究；且棲蘭山林區內之臺灣扁柏林型佔地最廣，最為壯觀，亦是全臺灣原生檜木林帶中蓄積最優良且更新最佳的地域，未來在棲蘭山林區所進行之相關研究，能為世界學術界提供更多資訊。

隨著經濟與社會發展，越來越多的文化遺產和自然遺產面臨被破壞威脅，漸漸也受到各國的重視，而文化或自然遺產的保護需要投入許多資源，世界各國中面臨威脅的遺產規模不一，很難僅依靠單一國家的經濟、科學及技術等資源完整性的保護，透過國際合作訂定相關國際公約可提供更完善的資源，以確保世界遺產的保存工作能永續的執行，並可更有效的向世界各國呼籲世界遺產的重要性。聯合國教科文組織(UNESCO)，為了保護世界各地受到各種自然與人為破壞威脅的文化和自然遺產，自 1972 年訂定《保護世界文化和自然遺產公約》(Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage，簡稱世界遺產公約)，將世界上具有傑出普世價值(Outstanding Universal Value)的自然或文化資產登錄於世界遺產名單，藉此向世界各國呼籲各文化和自然遺產的重要性，進而利用國際合作的方式保護世界遺產。



圖 2、日村大社保留有過去的祭祀



圖 3、附近的森林一齊保留為世界遺產

臺灣於 2002 年由文建會開始著手「臺灣世界遺產潛力點」的遴選與一系列的世界遺產推動工作，2014 年 6 月 10 日第 11 次「世界遺產推動

委員會」討論後，目前已有 18 處被評選為「臺灣世界遺產潛力點」，其中「棲蘭山檜木林」為臺灣世界遺產潛力點之一。並於大會中討論「臺灣世界遺產潛力點遴選及除名作業要點」，訂定相關評核標準，建立完善的潛力點進、退場機制。並於 2014 年 9 月 10 日第 12 次大會中報告各潛力點的相關訪視機制，邀請國內世界遺產專家擔任委員開始進行各潛力點的實地訪視。

森林保育處成立迄今已逾 50 年，亦戮力進行之檜木更新造林，頗見成效。過去本區域也有許多的資源調查，然並未針對同一地區的檜木生態系進行天然林及檜木保育更新地之森林資源多樣性與永續性的調查，以供未來生態系經營理念進行野生動植物、環境資源保育及合理的森林利用等多元化的永續作業。為回顧森保處經營管理變遷、整備有關檜木在棲蘭山的研究成果及檜木屬植物之分佈變遷等資料以作為世界遺產推動所需要之基礎資料，專門針對棲蘭山檜木林世界遺產潛力點的資源與經營做介紹的書籍，使大眾更能了解世界遺產之普世價值。



圖 4、棲蘭山鴛鴦湖原生檜木林

## 二、世界遺產簡介

最早的世界遺產源自於西元 1959 年埃及尼羅河，當時因修建亞斯文水壩(Aswan Dam)時會造成許多沿岸的古埃及遺址被淹沒，為了保存這些遺址，西元 1960 年聯合國教科文組織發起拯救努比亞(Nubia)古蹟的行動，集合國際的資源，將可能被淹沒的古蹟遷遺至其他地區保存。1965

年美國發起的文化保護與自然保育的觀念，以“世界遺產信託基金”透過各國合作的方式來維護世界遺產。1972年聯合國教科文組織訂定《保護世界文化和自然遺產公約》(Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage，簡稱世界遺產公約)。於1977年6月於巴黎召開第1屆世界遺產委員會(World Heritage Committee)，每年舉行一次會議。目前世界遺產的種類可分為「自然遺產」、「文化遺產」及「複合遺產」，自1978年公布第一批世界遺產名錄，截至2015年7月為止世界遺產名錄共有1031項具有實體的世界遺產，其中包括802項文化遺產、197項自然遺產以及32項複合遺產，分布於163個國家。

世界遺產標誌中，圓圈象徵自然，中間菱形圖案象徵人文建築，融入自然與人文，世界遺產超越國界的限制屬於全地球人類所共同擁有，需要由全世界來共同守護的(圖5)。



圖 5、聯合國教科文組織世界遺產標誌



圖 7、馬來西亞沙巴神山公園—寶林溫泉入口標示



圖 6、美國紅杉國家公園—紅杉樹(長葉世界爺)基部被挖空形成樹洞隧道

## 貳、研究地區與方法

### 一、棲蘭山的位置與環境現況

#### (一) 地理位置

棲蘭山位於宜蘭縣、新竹縣、桃園市及新北市之交界處(圖 8)，地理位置上位於中央山脈西翼的雪山山脈帶北段，以品田山、池有山、桃山及喀拉業山主脊稜線向東北延伸，經邊吉岩山、馬惱山、眉有岩山、唐穗山、棲蘭山至拳頭母山之雪山山脈主脊稜線兩側大片山區皆屬其範圍；海拔高度由 1,000–3,000 m，平均海拔高度約為 2,000 m。

西北邊有北部橫貫公路經過，中央 100 線林道沿著雪山山脈的主脊穿過 1/2 棲蘭山區域，沿著 100 線林道由北而南則有 120、130、160 和 170 支線向西側延伸；100 線林道東側則緊鄰中部橫貫公路的梨山支線。棲蘭山區域內的流域，西邊為大漢溪的上游，東邊則屬蘭陽溪的上游區域。

#### (二) 氣候

棲蘭山年降雨量約 2,444 mm，且多集中於 7 月至 10 月；年平均溫度為 11.9 °C，最高溫為 8 月的 16.8 °C，最低溫為 1 月的 5.1 °C，於冬季偶有降雪。依此地氣候狀況在臺灣地理氣候區之劃分上屬於西北內陸區和東北內陸區的一部份；東北內陸區位於雪山山脈主峻以東，由四季到北部橫貫公路與中橫支線的交會點，西北內陸區則佔據了其它大部份的區域。在山地植群帶之區分屬楠櫛林帶主要位於靠近中部橫貫公路的梨山支線一側，並不屬於雲霧繚繞的雲霧帶中，但濕度大，全年無乾季，在景觀上稜線與上坡以殼斗科和樟科的常綠闊葉樹為主，溪谷與下坡部份則係以樟科的大葉楠和桑科所形成之的常綠闊葉樹林；櫛林帶之下層及上層(Su, 1984b; 1985)屬於山地盛行雲霧帶之範圍，氣候屬恆濕型氣候，濕度大，全年無乾季(蘇鴻傑, 1992; Su, 1984a)，在景觀上稜線與上坡以臺灣扁柏等針葉樹為主，溪谷與下坡部份則係以紅檜及闊葉樹所形成之針闊葉混生林(陳子英等, 2002; 魏瑞廷、陳子英, 2007)。



圖 8、棲蘭山地理位置圖



圖 9、冬天低溫加上濕度高，使枝條上的水氣結冰



圖 10、雲霧森林



圖 11、棲蘭山檜木林

### (三) 地質與土壤

棲蘭山地質大部分都經過變硬或變質的第三紀巨厚泥質沈積岩組成，包括深灰或灰黑色劈理良好的硬頁岩、板岩以及千枚岩等(王鑫，2000；林朝榮、周瑞墩，1978)；土壤質地多屬玢質壤土或玢質黏壤土，少部分地區為砂質黏壤土，土壤多呈強酸性，pH 值常在 3.5-4.5。

## 二、研究方法

### (一) 檜木屬植物在全世界、臺灣分佈、變遷：

配合前人的調查，再深入做珍貴植物的調查，同時並至標本館查閱棲蘭山珍貴植物的標本以供解說手冊之編撰。

### (二) 蒐集現存物種及臺灣重要神木群之相關照片：

集臺灣重要神木群，以幻燈片拍攝各個棲蘭山植群型的外觀及

內部結構，並對當地原生的主要珍貴植物做記錄。

(三) 彙整棲蘭山的研究成果：

森保處的研究成果非常多元化，大致上可分成生物資源的調查與研究和育林與經營的研究，於此將彙整森保處歷年對棲蘭山的研究成果。

(四) 回顧森保處歷年對檜木林之經營管理：

森保處歷年對檜木林之經營管理由採取利用到保存，以及目前由保育為出發點的合理利用和保育經營做一回顧與陳述。

(五) “棲蘭山檜木林世界遺產潛力點之經營”一書之編寫：

配合文字與圖片完成“棲蘭山檜木林世界遺產潛力點之經營”一書之編寫，使大眾更能了解棲蘭山檜木林在世界遺產之普世價值。

## 參、研究發現與建議

### 一、檜木屬植物在全世界的分布

#### (一) 檜木屬的分類

##### 1. 檜木屬的由來、命名

*Chamaecyparis* 的由來是依據希臘文而來，*Chamae* 意味著矮小的，*cyparis* 是指柏木的，加起來的意思就是矮小且類似柏木屬的植物。這是因為本屬最早的發現種類為美國尖葉扁柏(*Chamaecyparis thyoides* (L.) Britten, Sterns & Poggenberg)，這個物種在林奈最早的書籍中已被命名，當時將該種列於柏木屬(*Cypressus*)之下，以 *Cypressus thyoides* L. 命名之，雖然本屬的其他種類都是非常高大的樹種，但本種卻是低矮的小喬木或大喬木，因此屬名反應的是他的外表型態，但由於模式法的命名上，會以第一個發現的物種當做該屬的模式種，因此在建構屬名時會以該物種的特性來命名，雖然美國尖葉扁柏為該屬的特例，但一旦優先使用則不能變更。

*Chamaecyparis* 早期雖置於柏木屬(*Cypressus*)中，但與柏木屬之間仍可用毬果大小、果鱗的數目和最上方一對果鱗的胚珠之有無加以區

分開來，前者的毬果通常比後者小型，一般不會大於 12 mm，而果鱗的數目一般也比較少，通常不超過 12 枚，在最上方的一對上也無胚珠存在。

## 2. 檜木屬物種

目前所有稱為檜木屬植物有以下幾種：

### (1) 紅檜 *Chamaecyparis formosensis* Matsumura

英文名：Taiwan Red Cypress

分佈：臺灣全島中央山脈，海拔分布 900–3,100 m。

高度：40–45 m

IUCN 保育等級：瀕危(EN)

### (2) 臺灣扁柏 *Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endl. var. *formosana* (Hayata) Rehder

英文名：Taiwan Yellow Cypress

分佈：臺灣中北部中央山脈，海拔分布 950–3,000 m。

高度：40–47 m

IUCN 保育等級：易危(VU)

### (3) 日本扁柏 *Chamaecyparis obtusa* (Siebold & Zuccarini) Endlicher (ヒノキ)

英文名：Hinoki False Cypress

分佈：日本本州中部以南海拔 10–2,200 m (本州、木曾、高知縣、四國、九州)。

高度：40–52 m

IUCN 保育等級：近危(NT)

### (4) 日本花柏 *Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zuccarini) Endlicher (サワラ)

英文名：Sawara False Cypress

分佈：日本九州北部至本州北部海拔 110–2,400 m (木曾、飛驒山)。

高度：46–50 m

IUCN 保育等級：無危(LC)

- (5) 羅生氏扁柏 *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parlatores  
英文名：Lawson Cypress  
分佈：美國加州西北部太平洋、俄勒岡州西北部海拔 0–1,950 m  
高度：50–73 m  
IUCN 保育等級：近危(NT)
- (6) 美國尖葉扁柏 *Chamaecyparis thyoides* (L.) Britten, Sterns & Poggenberg  
英文名：Atlantic White Cypress  
分佈：美國東部，常生於沼澤或濕地等潮濕地帶，海拔 0–457 m。  
高度：28–36 m  
IUCN 保育等級：無危(LC)
- (7) 拿加遜扁柏 *Callitropsis nootkatensis* (D. Don) Florin ex. D. P. Little  
(舊學名：*Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Spach)  
英文名：White False Cypress  
分佈：北美西北的阿拉斯加的東南部到俄勒岡州太平洋沿岸，海拔  
0–2,300 m  
高度：40–50 m  
IUCN 保育等級：無危(LC)



圖 12、紅檜的葉



圖 13、紅檜的毬果



圖 14、臺灣扁柏的葉



圖 15、臺灣扁柏剛發芽的小苗



圖 16、日本扁柏的葉



圖 17、日本扁柏的毬果



圖 18、日本花柏(左)與日本扁柏(右)葉背氣孔帶的差異

## (二) 檜木林在世界的分布與面積

世界檜木屬的物種及拿加遜扁柏皆分布於北半球海岸附近，其中美國尖葉扁柏分布於大西洋西岸，而其他物種皆分布於太平洋沿岸，羅生氏扁柏和拿加遜扁柏則分布於太平洋東岸，而臺灣的兩個分類群(Taxa)和日本的兩個分類群分布於太平洋西岸(圖 19)。就緯度而言，臺灣的兩個分類群為緯度分布最南的檜木屬植物，都在緯度 25° 以下，其中紅檜更是緯度分布最南的物種。而在分布範圍上臺灣的分布也是本屬植物分布最狹窄的(圖 20、表 1)。

在海拔分布上，美國尖葉扁柏分布於低海拔 500 m，其他普遍分布於 1,600–2,300 m，在全世界本屬各種的海拔分布上則以臺灣的兩種分布海拔最高，在臺灣地區紅檜的分布海拔高度也略低於臺灣扁柏。

至於樹木的樹高和胸徑，除了美國尖葉扁柏樹高為 28–36 m 外，其他物種樹高都可高於 40 m，其中北美西部的羅生氏扁柏最高可高達 70 m 以上，算是本屬植物中最高的物種(Laderman, 1998)。檜木屬植物中，胸徑可超過 3 m 的樹種有紅檜、臺灣扁柏、羅生氏扁柏及拿加遜扁柏，其中臺灣的紅檜是全世界檜木屬植物中胸徑最大的，這些記載也曾出現於美國樹木學的教科書中。

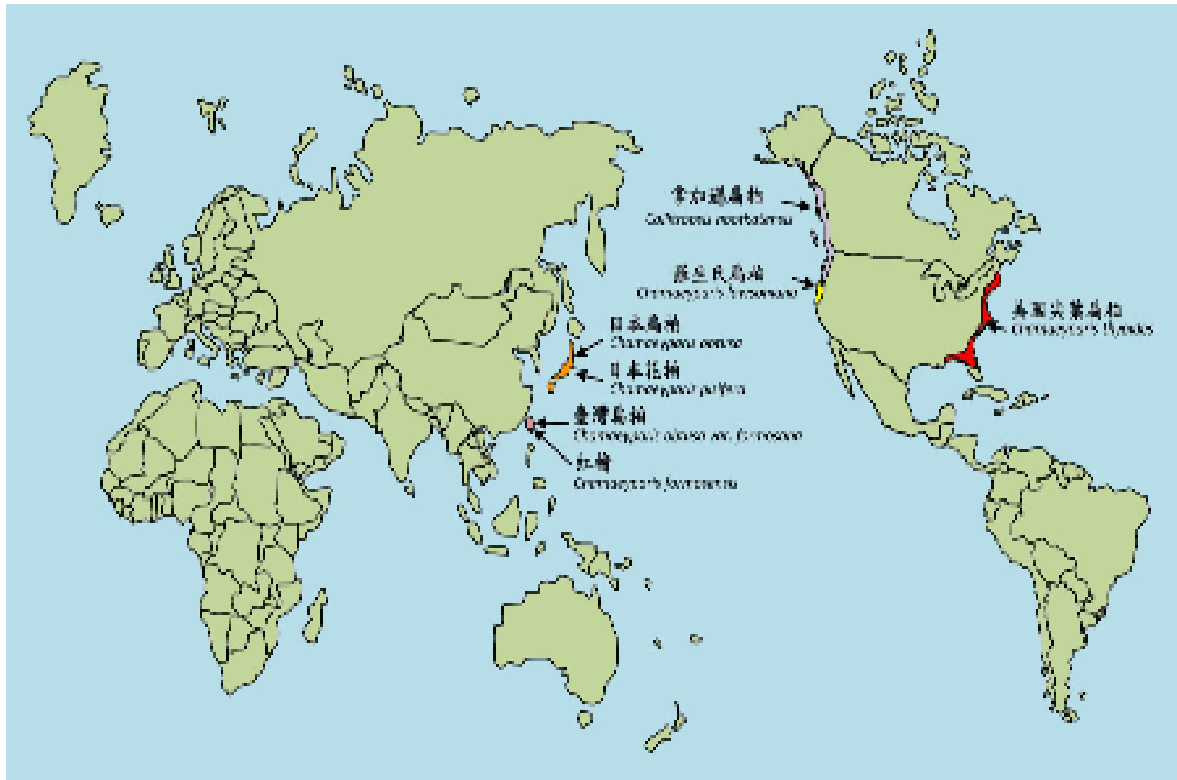


圖 19、世界檜木屬植物分布圖

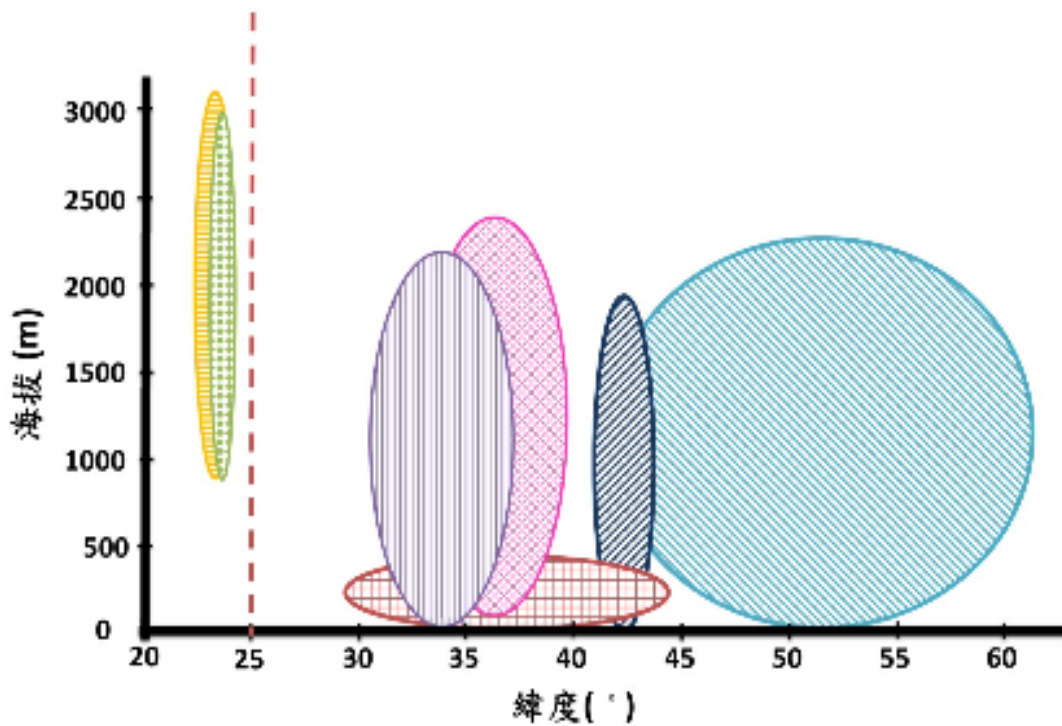


圖 20、檜木屬植物分布緯度及海拔範圍

註：⊕：臺灣扁柏；⊗：紅檜；⊖：日本扁柏；⊗：日本花柏；⊗：羅生氏扁柏；  
⊕：美國尖葉扁柏；⊗：拿加遜扁柏

表 1、世界檜木屬(*Chamaecyparis*)植物分布

物種	學名	分布	緯度	經度	海拔(m)	樹高(m)	直徑(m)
紅檜	<i>C. formosensis</i> Matsumura	臺灣	22° 30'-24° 48' N	120.8° -121.9° E	900-3,100	40-45	3-4
臺灣扁柏	<i>C. obtusa</i> (Sieb. et Zucc.) Endl. var. <i>formosana</i> (Hayata) Rehder	臺灣	23° 30'-24° 48' N	120.8° -121.9° E	950-3,000	40-47	3
美國尖葉扁柏	<i>C. thyoides</i> (L.) Britten, Sterns & Poggenberg	美洲東 北部	29° 14'-44° 20' N	67° -90° W	0-457	28-36	1.2-2.1
日本扁柏	<i>C. obtusa</i> (Siebold & Zuccarini) Endlicher	日本	30° 15'-37° 30' N	130° -141° E	10-2,200	40-52	1.5-2
日本花柏	<i>C. pisifera</i> (Siebold & Zuccarini) Endlicher	日本	32° 48'-39° 32' N	130° -141.5° E	110-2,400	46-50	1.5-2
羅生氏扁柏	<i>C. lawsoniana</i> (A. Murray) Parlatore	美洲西 北部	40° 50'-43° 35' N	115° -124° W	0-1,950	50-73	3.8-4.8
拿加遜扁柏	<i>Callitropsis nootkatensis</i> (D. Don) Florin ex. D. P. Little	美洲西 北部	41° 25'-61° 07' N	120° -140° W	0-2,300	40-50	2-3.7

(修改自 Laderman, 1998)

就檜木屬植物生育地的溫度和降水量，雖然都分布於鄰近海岸邊，生育地的年平均降水量也高於 1,000 mm；以年平均溫度而言，拿加遜扁柏生長的环境溫度最低，約在 4°C 到 10°C 之間，相當於冷溫帶，在地理分布上也是分布緯度最高的；而美國尖葉扁柏則可生長於較高的溫度下，可生長於年平均溫度 20°C 中，其也是溫差範圍最大的，可由 9°C 至 20°C 之間，相當於亞熱帶至溫帶；其他物種則在年平均溫度 9°C 到 16°C 之間，相當於溫帶之中。也就是說檜木屬植物在世界的分布多位於溫帶或山地地型的山地帶(montane)，而部分的物種，如拿加遜扁柏則可分布至冷溫帶地區，而美國尖葉扁柏則向下分布至亞熱帶或低山地區。在降水量上，本屬之植物多屬於喜潮濕的樹木，分布於年平均降水量至少 1,000 mm 以上，但各個種類之間仍有差異，最耐旱的物種為美國尖葉扁柏，分布的生育地年平均降水量在 1,000–1,500 mm 之間；而臺灣的兩種檜木分布於年平均降雨 2,500 mm 到 4,500 mm，為本屬中最潮濕者，其他則多介在 1,300 mm 到 3,000 mm 之間，似乎平均的年降水量多位於 1,800–2,500 mm 之間(圖 21)。

若以年平均降水量來區分，檜木屬植物多生長於潮濕氣候中，但美國尖葉扁柏喜生育於相對較乾的濕潤氣候，而臺灣的兩個分類群則喜分布於重濕型氣候。

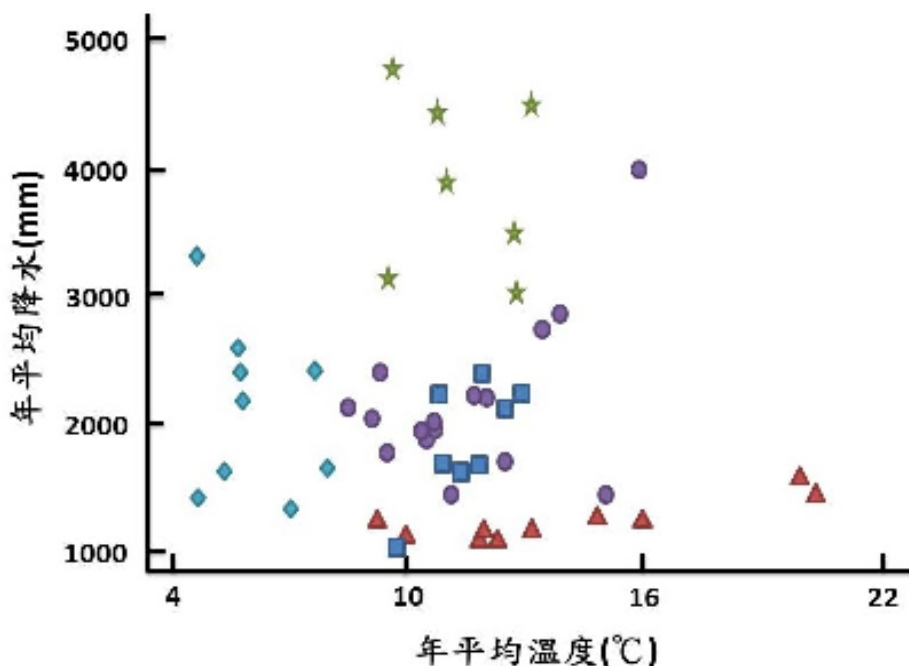


圖 21、檜木屬植物分布的年平均溫度與年平均降水(修改自 Laderman, 1998)

註：★：分布於臺灣的扁柏屬植物；●：分布於日本的扁柏屬植物；■：羅生氏扁柏；▲：美國尖葉扁柏；◆：拿加遜扁柏

國外檜木屬植物的分布，依日本與美洲的檜木略述如下：

### 1. 日本的檜木

在日本天然分布的檜木非常廣泛，但其分佈環境比柳杉更局限。其分布地區主要位於緯度  $30.25^{\circ}$  到  $37.5^{\circ}$ ，經度  $130^{\circ}$  到  $141^{\circ}$  之間，也就是分布於本州的中部及南部、四國和九州，在本州島面向太平洋一側分布較多，最北分布至關東地區，最南分布至屋久島(圖 22、圖 23)。主要分布於日本阿爾卑斯山、飛驒山脈、木曾山脈及赤石山脈，海拔分布為 10-2,200 m，檜木生長的範圍由日本的常綠闊葉林帶到部分的水青岡林帶之間。

在長野縣(Kiso-dani)有許多有名的天然檜木林，這個地區曾經是由名古屋的尾張家族(Owari)所控制，他們將這檜木林視為最重要的財產，所以保存得非常完整，幾乎為天然純林，其中最有名的地區為木曾，目前被列入木曾保護區(圖 24)。

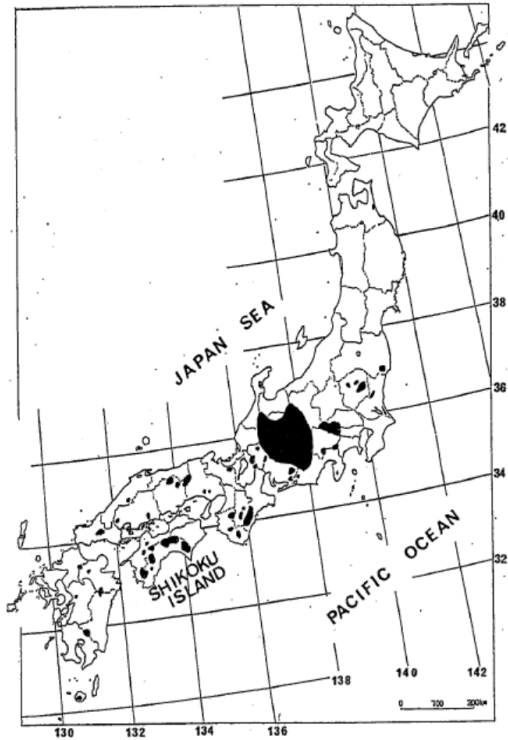


圖 22、日本扁柏分布

(引用於 Laderman, 1998)

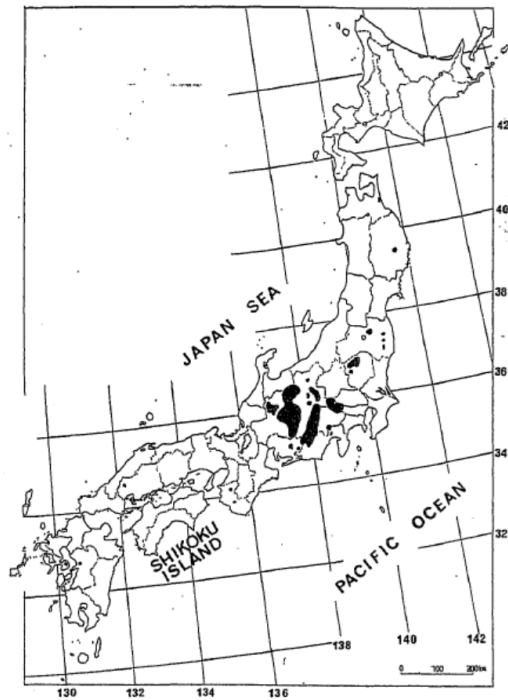


圖 23、日本花柏分布

(引用於 Laderman, 1998)

檜木林木容易因雪而受到損害，可以由日本海一側的本州島天然林和人工林有限的範圍來說明。主要由積雪所造成傷害的疾病被稱為漏脂病(Roshibyō)，這是因積雪造成樹枝損壞而使汁液的外洩，當沈積的雪足夠覆蓋樹冠時，樹枝往往被推倒在雪地裡。這些積雪的影響往往會折斷或損壞樹枝或樹枝與主幹之間的連接處，造成樹體受傷樹脂漏出，最嚴重者甚至連樹木都會死亡。

本州島太平洋一側的有許多檜木人工林，其中最有名的是尾鷲(Owase)(三重縣)，通常生產小型原木(logs)以作為支柱。在某些情況下，柳杉林木種植在山坡較低的地區，檜木種在斜坡上，而紅松(*Pinus densiflora*)是生長在土壤濕度低的山脊上，這種栽植類型(pattern)的理由是柳杉更喜歡土壤潮濕的山谷，而檜木能夠生長在比較乾燥的土壤。在一些山坡的中心部份，兩種林木可生長在一起。一般來說，柳杉的生長速率大於檜木，但後者能生產高品質的原木。以下就兩個主要分布地區做簡單描述：

- (1) 尾鷲(三重縣)：檜木人工林所組成，多次產出小型柱子原木。檜木森林有非常厚的樹冠，人工林由於光照強度低普遍缺乏林下物種，森林地面因此很容易受到雨水穿透葉片冠層而侵蝕，該地區象徵一個典型低生產率的檜木林。
- (2) 木曾(長野縣)：檜木由天然林和人工林所組成，天然林中日本花柏出現在溪谷、中坡地區，日本扁柏出現在中坡與稜線上，同時並伴生有許多的闊葉樹及羅漢柏等，相對上是日本地區保留比較天然的檜木林。

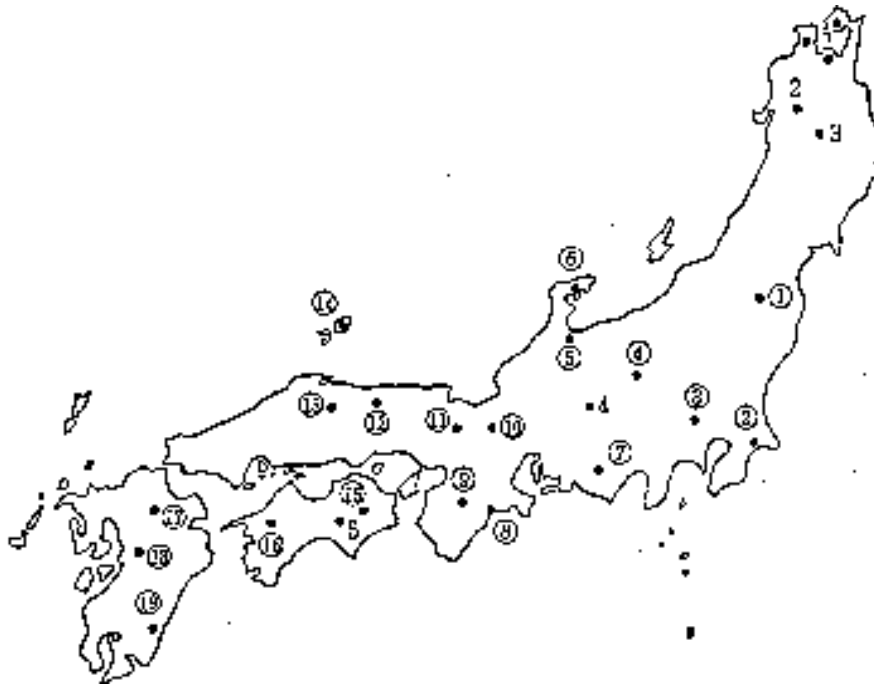


圖 24、日本重要的森林和森林保留區位置

註：⑧尾鷲(Owase)：檜木；④木曾：檜木；其它主要為柳杉及少部份的羅漢柏、松樹和落葉松

在日本人工林根據他們的更新(regeneration)方法分為兩種林型，如人工栽植(artificial planting)和播種苗(seeding)或天然更新。前一種方法是用來於建造較高的森林，主要為柳杉森林(Sugi cedar)(*Cryptomeria japonica*)、檜木森林(Hinoki cypress)(日本扁柏 *Chamaecyparis obtusa*)、松樹森林(Matsu)(日本赤杉 *Pinus densiflora* 和黑松 *Pinus thunbergii*)及落葉松森林(Karamatsu)(日本落葉松 *Larix leptolepis*)，在日本，柳杉(Sugi)和檜木(Hinoki)

是最常見的人工林(表 2)。

日本近 70 % 的森林為私有林，這些森林大多集中在南部地區，支撐 80 % 以上的人口，大多數的私有林屬於林農的財產，由於使用木炭和枯落物無機肥料，長期以來地力受到相當大的耗損，尤其是在丘陵地等接近密集種植的山谷和平原。在這樣的情況下，早期林業改為耕作，著名的森林仍然存在。這些包括在本州西部的九州、鳥取縣智頭(Chizu)、奈良縣吉野和京都縣喜多山，本州中部的靜岡縣天龍，以及關東地區的埼玉縣西川和千葉縣桑布(Sambu)、宮崎縣小尾(Obi)和熊本縣日田(Hita)柳杉森林保留區(forest reserves)。

表 2、1970 年日本主要森林面積資料

更新方法	針葉樹	闊葉樹	面積(ha)	(%)
人工	柳杉	所有物種	127,967	24.9
	檜木		101,212	19.7
	松樹(Matsu)		38,004	7.4
	落葉松(Karamatsu)		40,563	7.9
	其他		2250	0.4
			354,365	68.9
天然	所有物種		159,749	31.1
			514,114	100.0

## 2. 北美的檜木

### (1) 美國尖葉扁柏

尖葉扁柏(*Chamaecyparia thyoides* ; Atlantic White Cypress)又名大西洋雪杉、雪松、側葉扁柏。原生於北美洲大西洋海岸邊甚至到加拿大(圖 25)，其中分兩個族群：一族群從緬因州(Maine)至喬治亞州(George)或加拿大的南邊，有人認為它是 *C. thyoides* subsp. *thyoides* (Atlantic White Cypress)；另有一個族群生長在佛羅里達州至密西西比州的墨西哥灣海岸邊，有人認為它是 *C. thyoides* subsp. *henryae* (Gulf White Cypress)。植株高可達 28–36 m，葉子鱗片狀，葉子長約 2–4 mm，毬果圓形，直徑

為 4–9 mm，有 6–10 個鱗片。

### (2) 羅生氏扁柏

羅生氏扁柏(*Chamaecyparis lawsoniana*；Port Orford-cedar，Lawson cypress)又名美國檜、羅森檜、美洲花柏，原生於俄勒岡州(Orgeon)的西南部至加州的西北端。可長至 50–73 m，是本屬中植物最高者。葉子鱗片狀，長約 3–5 mm，毬果圓形，直徑為 7–14 mm，通常有 6–10 個鱗片。

### (3) 拿加遜扁柏

拿加遜扁柏 (*Callitropsis nootkatensis* (D. Don) Florin ex. D. P. Little；Alaska Cypress)，舊學名為 *Chamaecyparis nootkatensis*，又名阿拉斯加黃杉、扁柏、花柏，原生於北美洲西岸，從阿拉斯加南部的奇奈半島(Kani Peninsula)經加拿大的哥倫比亞地區至加州最北端(圖 26)。高可長至 50 m，葉子鱗狀，長約 3–5 mm，毬果圓形，直徑為 10–14 mm，通常有 4 個鱗片(偶而 6 個)。因拿加遜扁柏曾更改分類學的屬名，學名從 *Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Spach, 1841 改成 *Callitropsis nootkatensis* (2004)，目前屬於北美柏木屬 (Genus *Callitropsis*)，因此目前世界上可說只有六種檜木。惟 *Chamaecyparis nootkatensis* 這個學名仍有人在使用。

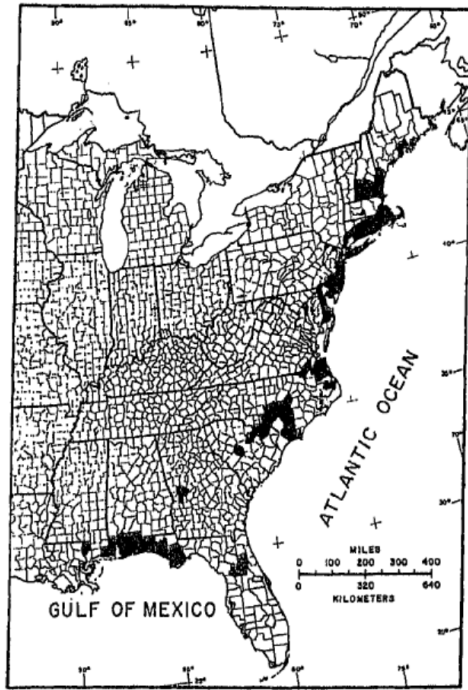


圖 25、美國尖葉扁柏的分布  
(引用於 Laderman, 1998)

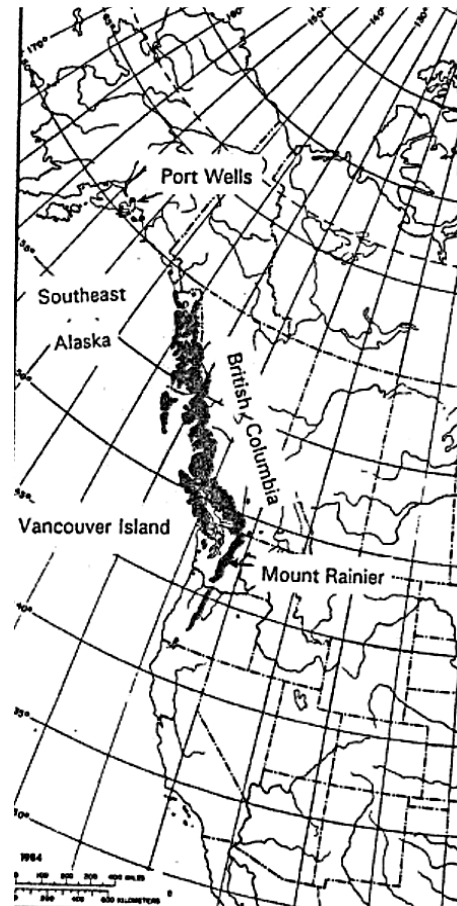


圖 26、拿加遜扁柏的分布  
(引用於 Laderman, 1998)

## 二、臺灣的檜木林生態系與植群

### (一) 檜木林的前世今生

檜木屬是一個在地理分布上破碎化的屬，分佈於東亞及北美。檜木屬由六個類群組成，分別為：分布於日本的日本扁柏(*C. obtusa*)及日本花柏(*C. pisifera*)，分布於臺灣的紅檜(*C. formosensis*)及臺灣扁柏(*C. obtusa* var. *formosana* (*C. taiwanensis*))，分布於北美東部的特有種美國尖葉扁柏(*C. thyoides*)，以及分布於美國西北的羅生氏扁柏(*C. lawsoniana*)；拿加遜扁柏以前被歸類為檜木屬的一個物種，已建議從檜木屬中除去，並由 Welch (1991)和 Frankis (1993)分類為北美柏木屬植物，現在被命名為 *Callitropsis nootkatensis* (D. Don) Florin ex. D. P. Little。

Liao et al.(2010)使用 matK 基因序列研究六種檜木屬物種(包括日本扁

柏、臺灣扁柏、日本花柏、紅檜、美國尖葉扁柏和羅生氏扁柏)以及四個外類群物種 *Cupressus cashmeriana*、臺灣肖楠(*Calocedrus formosana*)、東方側柏(*Thuja occidentalis*)及拿加遜扁柏，分析結果顯示檜木屬由兩個分支組成，分別為：(1) 羅生氏扁柏、日本扁柏及臺灣扁柏；(2) 美國尖葉扁柏、日本花柏及紅檜組成(圖 27)。

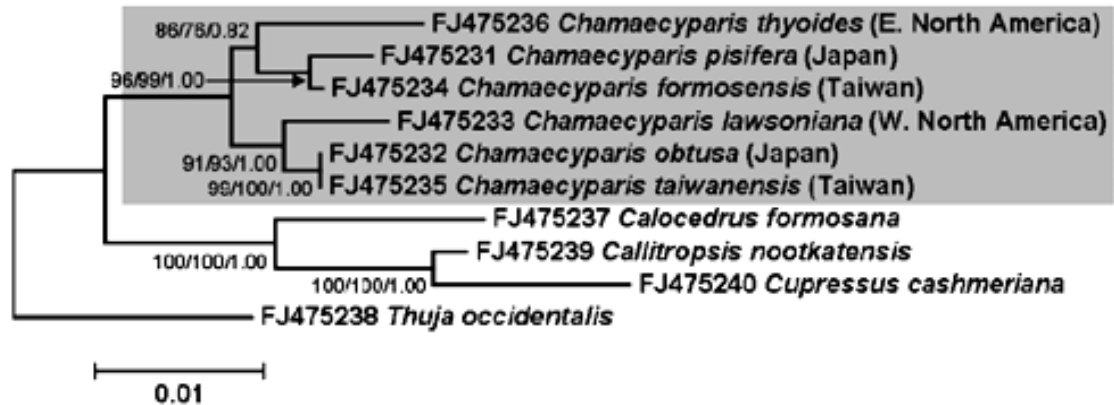


圖 27、利用 matK 基因序列研究所獲得的進化分支樹。檜木屬的分支以灰色標示。(引用於 Liao *et al.*, 2010)

檜木屬植物在地理隔離前應該廣泛分布於歐亞大陸和北美洲(圖 28)，因此，在歐洲和中亞地區應該會有化石紀錄，而歐洲曾發現大量柏科化石，但在歐洲或中亞並無檜木屬的化石被發現(Ferguson, 1967)。

據 Wang *et al.* (2003)，跨越北太平洋通過古白令陸橋長距離擴散事件分別發生於 1,400 萬年(美國尖葉扁和 日本花柏)以及 551 萬年前(羅生氏扁柏和日本扁柏)。化石紀錄顯示檜木屬植物在白堊紀時就已出現於北美洲西北部(溫哥華島、不列顛哥倫比亞省)以及加拿大北極高緯度地區(阿克塞爾海伯格島，巴芬，巴芬區) (Kotyk *et al.*, 2003)。

根據這些證據推斷檜木屬植物的親緣關係，檜木屬植物大約於中新世晚期(分別為 1,400 和 550 萬前)從北美長距離傳播至東亞(日本和臺灣) (Wang *et al.*, 2003)(圖 29)。而在東亞日本新世紀晚期的化石紀錄 (Yamakawa *et al.*, 2008)也表明東亞的檜木屬植物可能為後殖民。

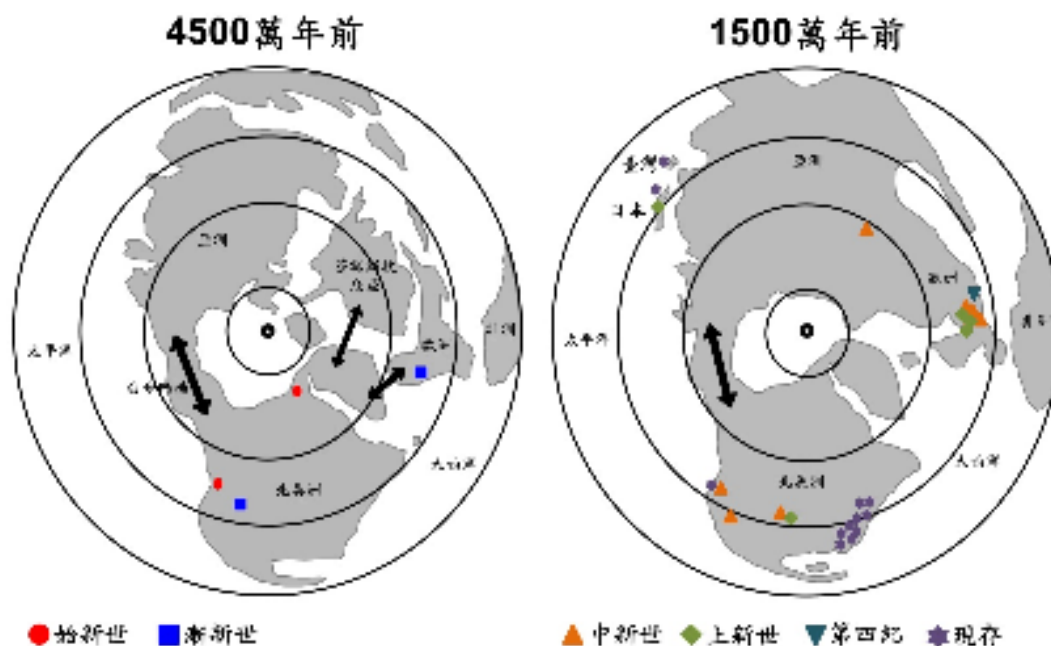


圖 28、檜木屬植物化石證據

由臺灣的裸子植物來看，一般有三種來源，即(1)北美洲之始祖經白令海峽遷移至東北亞，再從東北亞往南傳播或到日本，或經華北而達華中或華東。定居在日本者，再從日本或經琉球而傳播到臺灣(圖 29)，或當日本為亞洲大陸之一部分時，再傳播至華東，同時繼續往南傳播，經東海陸橋而到達臺灣。定居華中或華東者，再往南傳播或經東海陸橋而到達臺灣，或傳播至華東南經東山陸橋而到達臺灣。(2)歐洲之始祖則往南傳播到東喜馬拉雅山，再經雲貴高原，南嶺到達廣東，福建等地，再經東山陸橋到達臺灣。華西南及中南半島既是避難所也是傳播中心。(3)南半球起源之分類群可能由南半球經東南亞而到達中南半島及華西南。再從中南半島及華西南或經華極南，南海陸橋而到達南臺灣，或經華南，再由東山陸橋到達中臺灣。

北半球起源之分類群與姐妹群之遺傳距離短，而且其姐妹群之分布在華西南，他們的傳播路徑與南半球起源之分類群由中南半島及華西南之傳播路徑一樣。如果北半球起源之分類群與姐妹群之遺傳距離長，而且其姐妹群之分布在華西南，則可能分布於華中之一支始祖往南傳播，經華東南，東山陸橋而到達臺灣；另一支始祖則繼續由華中往華西南傳播，造成

姐妹群間斷分布之現象。

若以東亞地區的物種來源，大致有六條路線(圖 30)，其中：

路線 1：源自日本，從那裡通過琉球到遷移臺灣。

路線 2：也是源自日本從那裡遷移至中國東部地區時，日本是大陸區域的一部分，然後逐漸南遷到南中國東部，而無論是通過中國東海的大陸橋或東山陸橋到臺灣。

路線 3：源自中國東北和向南遷移至中國東部和中國東南部，然後轉移至東山陸橋到臺灣。

路線 4：源自中國東北部和從那裡遷移到中國北部和中國中部。從中國中部地區，向南遷移至中國東南部，然後經東山陸橋遷居臺灣，或繼續遷移到中國西南地區避難。

路線 5：源自中國西南地區，並從那裡遷移向東通過雲貴高原，南嶺到中國東南部，並通過東山陸橋到臺灣。

路線 6：源自印度支那和從那裡通過中國南部移到中國南海的陸地橋或東山陸橋到臺灣。

由過去資料來看，中國大陸的內陸並無出現檜木屬的化石，因此推測檜木屬植物應是以第一條路線到臺灣，也就是由源自日本，從那裡通過琉球群島，跳島到遷移臺灣。至於發生的時間略有不同，兩個不同事件估計日本花柏和紅檜發生在 290 萬年之間和日本扁柏和臺灣扁柏發生在 130 萬年之間(Wang *et al.*, 2003)。



圖 29、檜木屬的可能遷移路線

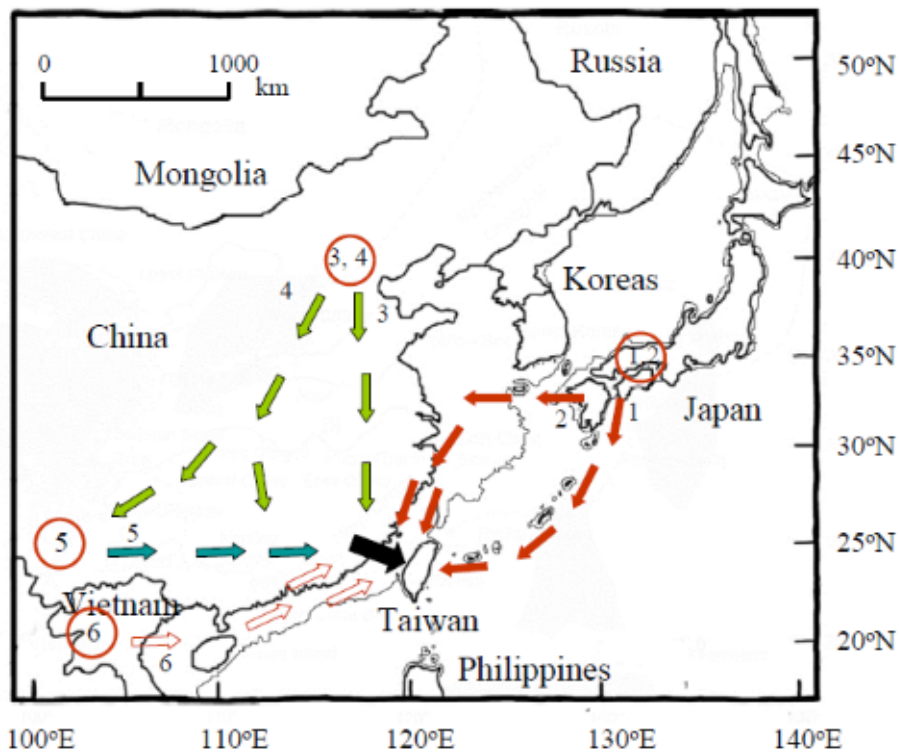


圖 30、東亞地區的物種來源的六條路線

## (二) 檜木辨別

紅檜與臺灣扁柏在植物分類上屬於維管束植物(vascular plants)，裸子植物門(Gymnospermae)，松柏綱(Coniferae)，松柏部(Coniferales)，柏科

(Cupressaceae)，柏木亞科，扁柏屬(*Chamaecyparis*)。

表 3、紅檜與臺灣扁柏的辨別

	紅檜	臺灣扁柏
英文名	Taiwan Red Cypress	Taiwan Yellow Cypress
學名	<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	<i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl. var. <i>formosana</i> (Hayata) Hayata
別稱	薄皮仔、松羅、松梧	厚殼仔、黃檜、松羅、松梧
分布	臺灣特有種，分布於全臺灣海拔 900-3,100 m 山區	臺灣特有亞種，分布於臺灣中北 部海拔 950-3,000 m 山區
樹形	直筒形，枝條多上揚	尖塔形，枝條多下垂
樹皮	平滑，較薄，溝裂較淺，呈灰紅 色至紅褐色	粗、較厚、溝裂較深，呈灰紅色
樹葉	鱗狀葉，葉先端銳，葉背無白粉	鱗狀葉，葉先端頓，葉背有白粉
毬果	橢圓形，果鱗 10-13 mm	球形，果鱗 8-10 mm
種子	具環翅	幾乎沒有翅
小苗	初生小苗針狀葉較多	出生小苗較少針狀葉，多鱗狀葉
木材	無辣味，略帶紅色	辛辣味，呈淡黃色
樹高	40-45 m	40-47 m

### (三) 臺灣檜木林的面積

依據行政院農業委員會林務局第四次森林資源調查成果的資料，臺灣全島天然林的面積約為 1,527,500 ha，其中天然檜木林面積占 28,464 ha，約為臺灣全島天然林面積的 1.86%；檜木人工林面積約為 17,555 ha。檜木林中紅檜的分布範圍比臺灣扁柏的分布更廣。

臺灣扁柏分布於臺灣北部棲蘭山地區、司馬庫斯、鎮西堡、太平山及南澳飯包山、飯包尖山，少部分分布於臺灣中部北迴歸線以北，最南分布至阿里山，緯度分布範圍約 23.5°-24.8°。在海拔分布範圍介於 950-3,000 m(圖 31)。海拔分布以不同區域做區分，北部地區主要分布於海拔

1,700–2,100 m，而中部地區主要分布於海拔 2,000–2,500 m，中部地區的平均海拔分布高於北部地區(圖 32)。

紅檜分布由北部雪山山脈棲蘭山地區沿中央山脈分布至臺東及屏東，緯度分布範圍約 22.5°–24.8°，海拔分布範圍介於 900–3,100 m(圖 33)。紅檜除了分布於臺灣北部與中部地區外，也分布至臺灣南部地區，北部地區主要分布於海拔 1,600–2,000 m，中部地區主要分布於海拔 1,900–2,400 m，而南部地區主要分布於海拔 1,900–2,200 m(圖 34)，以不同地區的海拔分布狀況來看，中部地區的平均海拔分布高於南部地區，北部地區的平均海拔分布最低；再與臺灣扁柏不同地區的平均海拔分布狀況做比較，發現臺灣扁柏的平均海拔皆略高於紅檜的平均海拔。

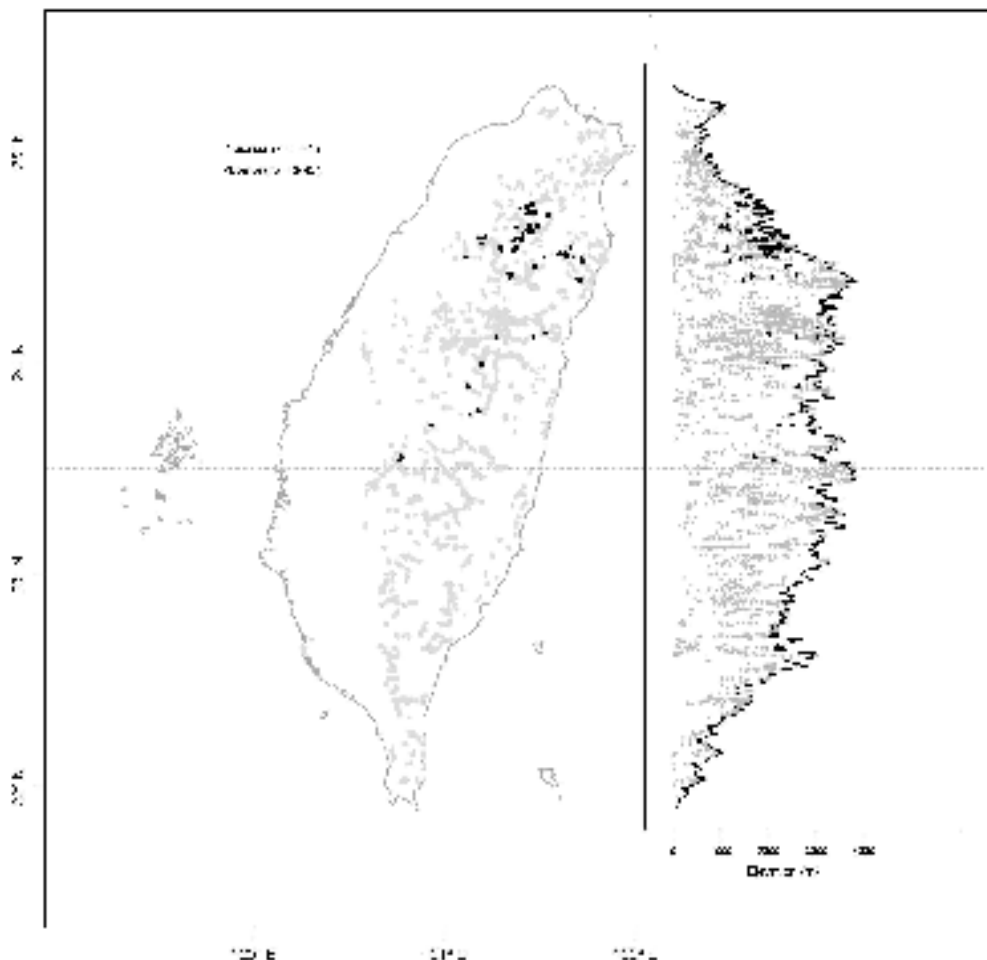


圖 31、臺灣扁柏在臺灣的分布

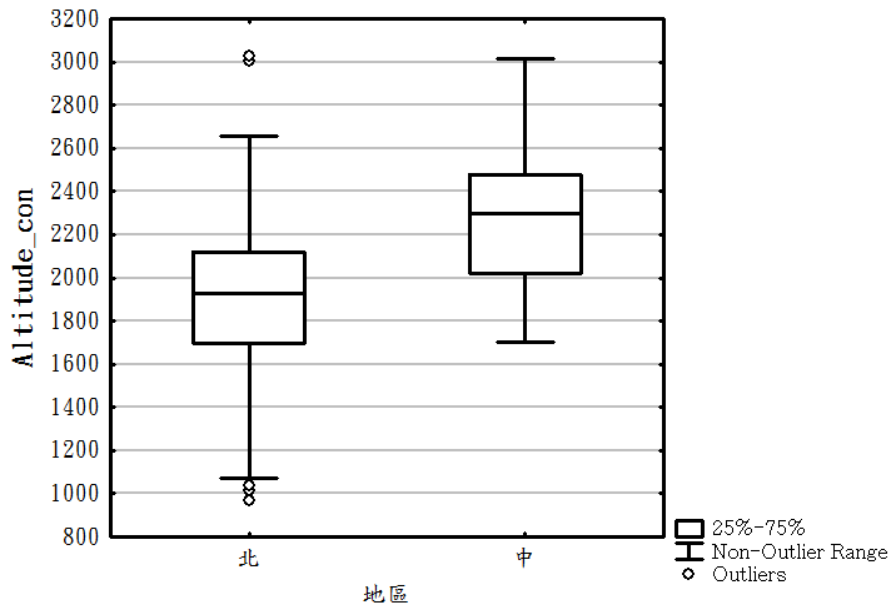


圖 32、不同地區臺灣扁柏的海拔分布狀況

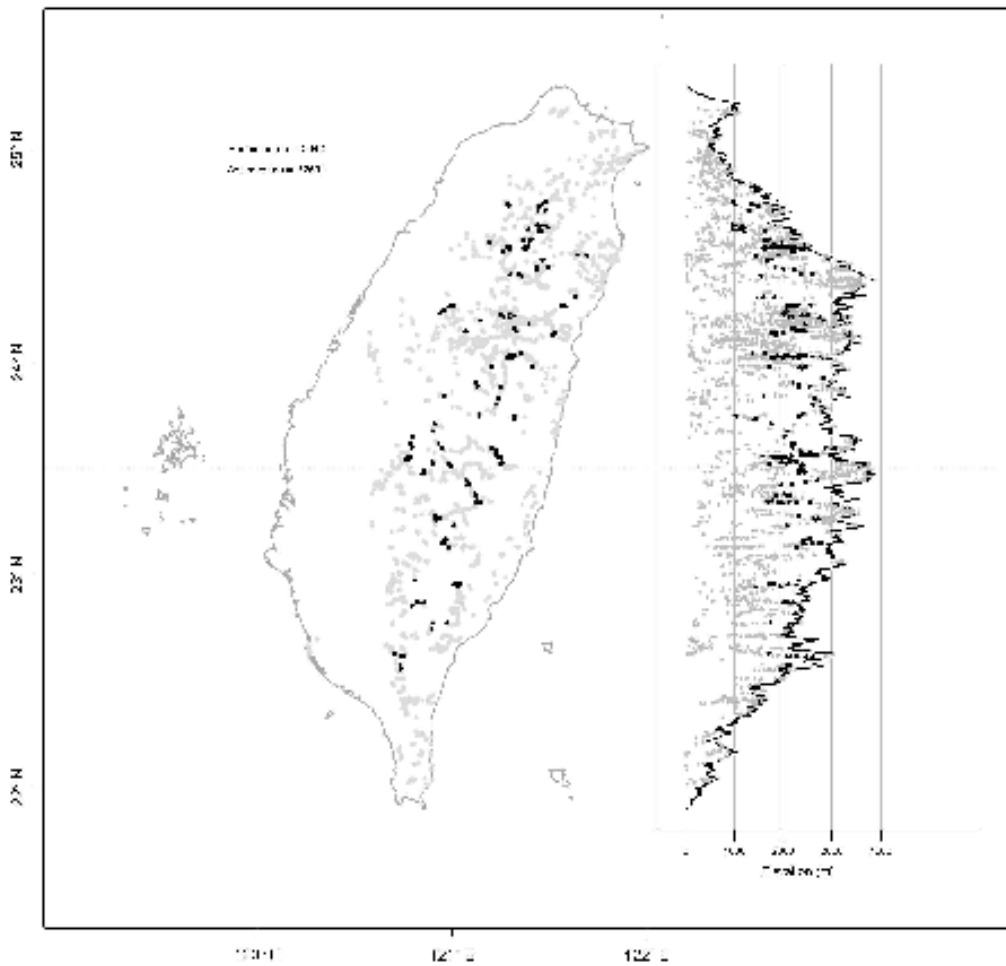


圖 33、紅檜在臺灣的分布

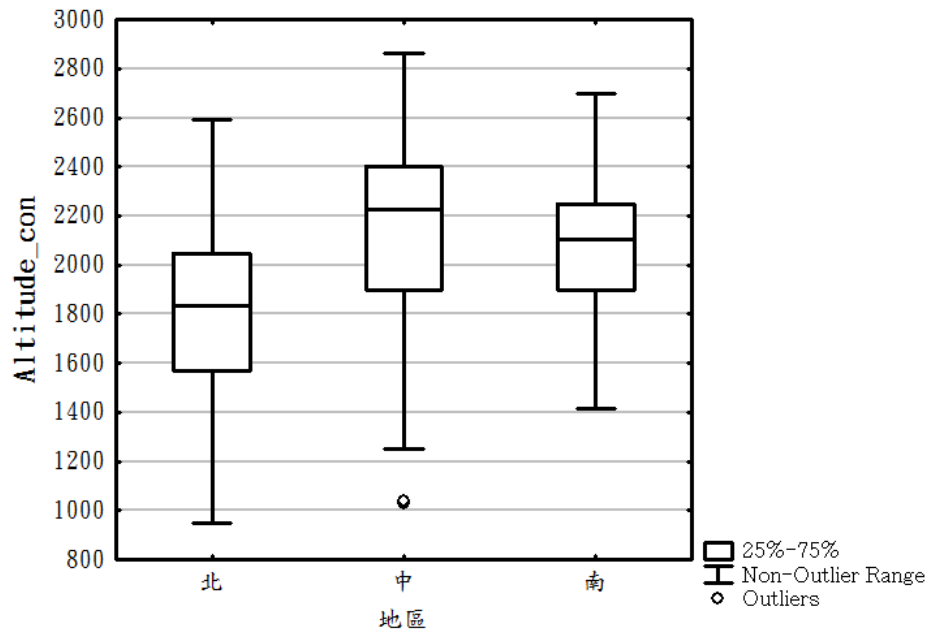


圖 34、不同地區紅檜的海拔分布狀況

#### (四) 檜木林在臺灣的生態特色及其伴生物種

臺灣檜木林主要生長於海拔 1,600–2,500 m 之森林，屬於櫟林帶上層，年均溫在 10–20°C 之間，年雨量 3,000–4,200 mm，為臺灣山區雲霧最濃的地區，此帶終年雲霧繚繞，俗稱盛行雲霧帶或霧林帶。其林相為針闊葉混合林，針葉樹以紅檜、臺灣扁柏、巒大杉、臺灣杉、臺灣鐵杉及臺灣雲杉為主，闊葉樹則有昆欄樹、毬子櫟、錐果櫟、赤柯、三斗石櫟、大葉石櫟、狹葉櫟、豬腳楠、假長葉楠、霧社木薑子、木荷、短柱山茶、白花八角、臺灣杜鵑及西施花等。

##### 1. 分布於稜線至中坡的臺灣扁柏植物社會

分布於稜線至中坡的檜木林，森林冠層主要優勢種有臺灣扁柏、臺灣杜鵑、巒大杉、臺灣鐵杉、昆欄樹、毬子櫟、錐果櫟、赤柯、薯豆、豬腳楠等；中層優勢種有白花八角、霧社木薑子、高山新木薑子、細枝柃木、厚葉柃木、厚皮香、深紅茵芋、阿里山灰木、玉山糯米樹、壺花莢迷、山胡椒、臺灣八角金盤；地被層優勢種有臺灣瘤足蕨、魚鱗蕨、裏白、華中瘤足蕨、書帶蕨、肢節蕨、生芽鐵角蕨、臺灣菝葜、藤木槲、阿里山菝葜、伏牛花、赤車使者、斜方複葉耳蕨、波氏星蕨、石月、大枝掛繡球、臺灣常春藤、青棉花。

## 2. 分布於中坡至溪谷的紅檜植物社會

分布於中坡至溪谷的檜木林，森林冠層主要優勢種有紅檜、臺灣杉、巒大杉、假長葉楠、薯豆、豬腳楠、墨點櫻桃等；中層優勢種有西施花、長葉木薑子、香桂、高山新木薑子、細枝柃木、厚葉柃木、厚皮香、深紅茵芋、玉山糯米樹、壺花莢迷、山胡椒、小花鼠刺、臺灣八角金盤；地被層優勢種有臺灣瘤足蕨、魚鱗蕨、裏白、華中瘤足蕨、書帶蕨、肢節蕨、生芽鐵角蕨、阿里山菝葜、伏牛花、赤車使者、斜方複葉耳蕨、波氏星蕨、石月、大枝掛繡球、臺灣土伏苓。

臺灣檜木林之生物多樣性高，植物組成除了臺灣扁柏及紅檜等主要優勢物種外，並伴有許多蕨類與附生攀緣植物，也包含了一些稀有物種，以下分別做介紹：

### (1) 蕨類植物

#### A. 臺灣瘤足蕨 *Plagiogyria formosana* Makai 瘤足蕨科

莖塊狀，短而直立，上覆宿存的葉柄基部；葉一回羽狀複葉，營養葉長 25–85 cm，寬 7–25 cm，基部多少膨大，基部橫切面呈三角形，上段角形；羽片先端漸尖，頂羽片和側羽片同形，長 7–12 cm，寬 8–13 mm，邊緣呈銳鋸齒狀，基部羽片具柄，往上則無柄；孢子葉長 40–120 cm，柄長 20–60 cm，羽片具有由葉緣反捲之假孢膜。

#### B. 斜方複葉耳蕨 *Arachniodes rhomboides* (Wall.) Ching 鱗毛蕨科

根莖粗大，呈匍匐狀。葉身呈卵狀廣長橢圓形，小羽片呈菱形，具鋸齒緣，二回羽狀複葉，羽片淺至深裂。葉革質，基部羽片的基小羽片特別的長，分裂方式和其他羽片相同，羽片邊緣有芒刺，頂羽片和側羽片同形。孢子囊群圓形，著生於葉脈上，孢膜具指狀突出。

#### C. 魚鱗蕨 *Acrophorus stipellatus* (Wall.) Moore 鱗毛蕨科

根狀莖，頂部及葉柄基部密生卵狀披針形鱗片。二回至三回羽狀複葉，叢生；葉柄長 30–45 cm，淡紅色，上部有鱗片；葉片長度與寬度相似，長 50–80 cm，羽片對生，最下羽片最大，各回羽軸著生處下面有一片心形的膜片，小羽片側脈單一。孢子囊堆圓形，著

生小脈頂端；孢膜褐色，質薄，僅基部一點著生，上部離生，邊緣有時不整齊。魚鱗蕨的基部羽片對生，大孢魚鱗蕨的基部羽片互生。

D. 裏白 *Diplazium glaucum* (Houtt.) Nakai 裏白科

葉柄綠色，光滑無毛，長約 30–100 cm；葉為三回羽狀深裂，常僅最基部一對羽片發育成熟，其餘仍維持休眠芽的狀態，羽片長 60–100 cm；小羽片無柄，葉背白綠色，長 10–20 cm，寬 8–25 mm；休眠芽具兩枚二回羽狀深裂的托葉狀苞片，並為深褐色撕裂狀披針形鱗片所被覆；葉的各級主軸與葉背均光滑無毛；小羽片基部的末裂片可見一至數個指狀突起；孢子囊群圓形，長在末裂片的側脈上。

E. 書帶蕨 *Vittaria flexuosa* Fee 書帶蕨科

根莖短匍匐狀，被黑色鋸齒狀鱗片，葉叢生；單葉，全緣，長線形，20–40 cm 長，5–8 mm 寬；葉緣會朝背面反捲；孢子囊在葉緣反捲處沿葉緣兩側縱溝生長。臺灣中海拔山區常見，常長在腐植質豐富的樹幹基部或岩石上。

(2) 附生攀緣植物

A. 石月 *Stauntonia obovatifoliola* Hayata 木通科

常綠木質藤本，長可達 9 m。掌狀複葉互生，總葉柄長 5–10 cm，小葉 3–7 片，革質，小葉柄長 1.5–3 cm，小葉片長圓形或長卵圓形，長 4–9 cm，寬 2–2.5 cm，葉面平滑，下面粉白色，有明顯斑點。總狀或繖形花序，3–7 朵成簇；雌雄同株，花直徑 1.5–2 cm，白色或淡紅色有綠色暈。漿果卵形或長卵形，長 6–10 cm，成熟時黃色或菊黃色。分布臺灣低、中海拔山坡灌叢、闊葉林內。可供藥用、觀賞。

B. 大枝掛繡球 *Hydrangea integrifolia* Hayata ex Matsum. & Hayata 虎耳草科

常綠攀緣性大灌木，莖粗長，初生小枝常具毛茸，成熟枝條幾乎無毛。葉對生，革質，長 10–25 cm，寬 4–8 cm。花頂生，繖房狀聚繖花序，花序密生茸毛；雌雄同株，花淡乳黃色。蒴果半球形，徑約 1 cm。生長在中高海拔針闊葉混生林內，常攀附在大樹幹上，花序在未展開前，為總苞片所包被，形成一圓球狀，所以被稱為大

枝掛繡球。

C. 臺灣常春藤 *Hedera rhombea* (Miq.) Bean var. *formosana* (Nakai) H. L.

Li 五加科

常綠攀援灌木。花枝上的葉片披針形至卵狀披針形，上面亮綠色，下面淡綠色，側脈兩面均明顯，網脈上面較明顯。花小形，淡黃色，10–15 枚形成一繖形花序，果實黑色。分布於臺灣海拔 300–2,500 m 的山地，常見著生於樹幹或陰溼的岩壁上。可供作綠籬及攀援性之觀賞植物，亦有藥用。

D. 青棉花 *Pileostegia viburnoides* Hook. f. & Thoms. 虎耳草科

常綠攀援狀灌木，長達 15 m；小枝無毛，具有氣生根，常攀附於樹根或匍匐於岩石上。葉長橢圓形或倒卵狀長橢圓形，長 7–15 cm，寬 2–6 cm，中肋於表面凹下而於背面隆起，側脈表面不明顯，背面較明顯。花多數、小形、綠黃色，成頂生的圓錐花序。蒴果球形。廣泛分布於臺灣低至中海拔山地 600–2,500 m 處著生樹幹或岩石上。可供觀賞，亦有藥用功效。

E. 臺灣藤漆 *Rhus ambigua* Lav. ex Dippel 漆樹科

落葉性攀緣灌木。小葉長 3 cm，頂小葉長橢圓狀卵形，先端銳尖或短漸尖，全緣。花序腋生。果寬扁球狀，徑約 5 mm，被有長毛。分布臺灣中、高海拔地區。

(3) 稀有植物

A. 臺灣杉 *Taiwania cryptomerioides* Hayata 杉科

常綠大喬木，幹通直，老枝上的葉為鱗片狀，新枝上之葉為針形，樹冠圓錐形，形同聖誕樹，樹姿優美。分布於臺灣中央山脈中至高海拔山區約 1,100–2,500 m 處，與其他針葉樹混生或生長於闊葉林內，亦常形成小面積的純林。可用於建築、傢具、裝潢、船埠碼頭之防舷樹(圖 35、圖 36)。

B. 臺灣檫樹 *Sassafras randaiense* (Hayata) Rehder 樟科

落葉喬木；幹皮灰褐色，縱向深溝裂。葉厚紙質，具長柄，菱狀卵形，長 10–15 cm，寬 4–7 cm。5–6 個總狀花序呈繖形狀著生於

枝端，先葉而開。雄蕊僅二藥室。核果球形，徑約 0.6 cm。分布全島中海拔約 1,000–2,000 m 的闊葉林中，多見於向陽或多陽光的溪谷。木材材質優良，為闊葉一級木；亦為寬尾鳳蝶幼蟲的食草。檫樹一屬全世界僅有三種，除臺灣檫樹尚有大陸及北美各產一種，非常珍貴，必須善加保護(圖 37、圖 38)。

C. 棲蘭山杜鵑 *Rhododendron chilanshanense* Kurashige 杜鵑花科

落葉灌木，高達 2 m；小枝被淡褐色伏毛及短柄腺毛。葉紙質，5–7 片呈近輪生，卵狀披針形，上表面淡褐色伏長柔毛及腺毛，下表面中脈上被腺毛及短柔毛。花 2–3 朵簇生；花梗密被腺毛；花萼密被腺毛及長柔毛；花冠深紅紫色，上三裂片具暗紫色斑點；雄蕊 8–10 枚；子房密被白色長柔毛。僅分布於新竹鴛鴦湖至宜蘭棲蘭山一帶。可做觀賞植物(圖 39、圖 40)。

D. 鴛鴦湖細辛 *Asarum crassusepalum* S. F. Huang 馬兜鈴科

多年生草本，根莖匍匐狀，地下莖無毛，分枝相距甚遠。葉三角狀長橢圓形至三角狀卵形，長約 3.7 cm，寬 2.3–2.9 cm，上表面有白點，下表面紫色。花萼筒外表光滑，內面有突起之網紋，萼片與花萼筒間有附屬物。僅分布於鴛鴦湖一帶，可做觀賞植物(圖 41、圖 42)。

E. 眠月小蘗 *Berberis mingetsuensis* Hayata 小蘗科

常綠灌木。小枝具有二或三硬刺。葉 3–5 片叢生，紙質，披針或卵形，稀橢圓形，鋸齒 3–7 對。花 4–7 朵叢生。果橢圓形，暗紫色，宿存柱頭無柄。為特有種，分布於臺灣中海拔地區，喜於陽性開闊地或林緣半開闊環境。

F. 八角蓮 *Dysosma pleiantha* (Hance) Woodson 小蘗科

多年生草本，根莖橫走地表，株高 20–60 cm，有匍匐之地下莖。莖頂部具 1–2 葉，多數為 2 葉，具長柄；葉葉形似蓮，盾形，展開呈圓形，直徑 25–30 cm，四周有 4–9 淺裂，邊緣具細齒。繖形花序，生於莖頂兩葉交叉處。臺灣特有種，分布於臺灣中海拔地區，喜於陽性開闊地或林緣半開闊環境。依據綱目拾遺記載，八角蓮在毒蛇咬傷治療方面有神奇功效，可做觀賞、藥用(圖 43、圖 44)。



圖 35、臺灣杉的葉



圖 36、臺灣杉—三姊妹



圖 37、臺灣檫樹的花序



圖 38、臺灣檫樹的葉及果



圖 39、棲蘭山杜鵑的葉



圖 40、棲蘭山杜鵑的花



圖 41、鴛鴦湖細辛的葉

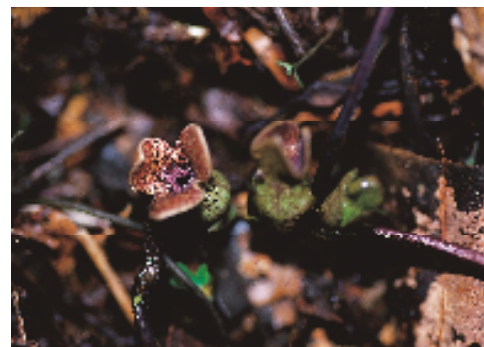


圖 42、鴛鴦湖細辛的花



圖 43、八角蓮



圖 44、八角蓮的花

### 三、棲蘭山檜木林的生物研究

#### (一) 棲蘭山的檜木林生物研究概況

棲蘭山檜木林區植物資源的調查，最早由王忠魁等(1972)首度於鴛鴦湖發現東亞黑三稜與一些新紀錄的伴生植物後，開始掀起生態學者對此區域進行相關之研究；此後，陸續有一些生態研究人員於此進行：

##### 1. 植群及多樣性相關研究

- (1) 植群調查(柳檣、徐國士，1973；王震哲，2000；陳玉峰，2001；呂金誠，2002；陳子英，2002；陳子英等，2002；呂金誠，2003；魏瑞廷等，2007；魏瑞廷等，2012)。
- (2) 植群多樣性之調查(魏瑞廷，2006；林世宗等，2009)。

##### 2. 動物相關研究

棲蘭山檜木林區不僅是植物資源豐富，在動物資源方面也是相當的多樣，因此，吸引相當多的研究人員，於此區域進行與動物相關的研究(蔡若詩等，1999；袁孝維，2000；蔡若詩，2000；李玲玲，2000；詹家龍、羅錦文，2000；李宗翰，2002；行政院輔導會榮民森林保育事業管理處，2002；Shy *et al.*, 2014)。

#### (二) 棲蘭山的動物

本區域依據地理氣候區域劃分，介於東北及西北氣候區氣候交會

轉換帶上，其氣候變化明顯，境內高山林立及多樣化地形，化育豐富的棲地多樣性，同時亦孕育各式野生動物資源，例如 2009 年於棲蘭山地區海拔 2000 m 溪流中，發現之淡水蟹「棲蘭澤蟹」(*Geothelphusa cilan* Shy, Shih & Mao, 2014)，即為地理隔離孕育產生之新物種，是以，依生物多樣性保育觀點，棲蘭山地區確實係臺灣應予保護的野生動物棲息重要地帶。

#### 1. 鳥類資源

本區域內鳥類資源經調查紀錄顯示，共 14 目 40 科 132 種，其中特有種 15 種，特有亞種 53 種；另有 7 種為瀕臨絕滅之一級保育類物種，分別係為熊鷹、林鴟、藍腹鴟、黑尾長雉、灰林鴟、褐林鴟及朱鷗；珍貴稀有之二級保育之物種有 25 種；應予保育之三級保育類物種為 21 種。

#### 2. 哺乳類資源

本區域內哺乳類資源經調查紀錄顯示，共 7 目 16 科 39 種，其中特有種有 16 種，特有亞種 15 種；另有 1 種為瀕臨絕滅之一級保育類物種為臺灣黑熊；珍貴稀有之二級保育之物種有 8 種，分別為臺灣獼猴、石虎、穿山甲、白鼻心、麝香貓、山羌、水鹿及長鬃山羊。

#### 3. 兩棲類資源

本區域內兩棲類資源經調查紀錄顯示，共 1 目 4 科 18 種，其中特有種 5 種；分別為褐樹蛙、莫氏樹蛙、翡翠樹蛙及橙腹樹蛙等。另橙腹樹蛙近年來數量已逐漸稀少，但於本區域內之北橫東段已多次紀錄，故推測本區域內仍有穩定棲息之族群存在，亟待妥善保育，以為胡其族群數量。

#### 4. 爬蟲類資源

本區域內爬蟲類資源經調查紀錄顯示，共 1 目 9 科 45 種，其中特有種 11 種，特有亞種 4 種，另有 1 種為瀕臨絕滅之一級保育類物種為百步蛇，珍貴稀有之二級保育之物種有 19 種，分別係為臺灣滑蜥、臺灣蜓蜥、臺灣蛇蜥、蛇蜥、標蛇、金絲蛇、高砂蛇、紅竹蛇、錦蛇、斯文豪氏遊蛇、臺灣鈍頭蛇、臺灣赤煉蛇、臺灣草蜥、雨傘節、環紋赤蛇、帶紋赤蛇、眼鏡蛇、阿里山龜殼花及龜殼花。本區域蛇類

比例佔全臺蛇類總數的 7 成，係臺灣蛇類種類物種多樣性最高之區域。

#### 5. 蝴蝶類資源

本區域內蝴蝶類資源經調查紀錄顯示，共 2 目 24 科 363 種，其中特有種 23 種，特有亞種 13 種，另有 1 種為瀕臨絕滅之一級保育類物種為臺灣寬尾鳳蝶，珍貴稀有之二級保育之物種有 2 種，分別係為曙鳳蝶、臺灣長臂金龜。另本區域範圍內由於豐富地形及氣候變化，因而孕育多樣化之植物社會，故以紀錄來看全臺灣 18 種保育類昆蟲有超過半數在本區發現。

### (三) 棲蘭山的植群與植物資源

棲蘭山擁有全臺灣最優良的原生檜木林，同時亦保有最完整的山地雲霧林。在熱帶山區雲霧林係屬陸域生態系中最為特殊的林型，其環境終年雲霧繚繞，且因氣候環境之恆定性高，經常匯聚相許多物種於此生長，故雲霧林亦有臺灣森林命脈之美稱。由於複雜之地型而形成孤島型之封閉性生態環境，經由長期隔離演化而孕育出多種臺灣特有物種，例如舉世聞名的臺灣杉(*Taiwania cryptomerioidoides*)，其以臺灣為屬名最為著名，又近年來所發現屬於棲蘭山特有之物種鴛鴦湖細辛(*Asarum crassusepalum*)、鴛鴦湖龍膽(*Gentiana flavomaculata* var. *yuanyanghuensis*)、棲蘭山杜鵑(*Rhododendron chilanshanense*)等即可印證。在本區域業經調查，植物資源約 156 科 545 屬 1,116 種，其中稀有植物有臺灣扁柏、紅檜、臺灣肖楠、南洋紅豆杉、臺灣杉、臺灣青莢葉、臺灣粗榧、威氏粗榧、十大功勞、阿里山十大功勞、黃花著生杜鵑、山肉桂、臺灣一葉蘭等。

隨著海拔及地形等環境因子變化，棲蘭山地區植物社會茲分略述如下：

#### 1. 森林植物社會

##### (1) 鐵杉林帶

此林帶分布於海拔 1,500–2,522 m 之山頂、稜線及中坡，氣候乾燥，土壤腐植質高之地區。包含的植群型為臺灣鐵杉林型(*Tsuga chinensis* var. *formosana* type)，此林帶以臺灣鐵杉(*Tsuga chinensis* var.

*formosana*)、昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)、高山新木薑子(*Neolitsea acuminatissima*)、臺灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、赤柯(*Cyclobalanopsis morii*)為優勢種草本層主要有並有玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)伴隨，而其他草本則比較少，種類組成較為單純。鐵杉林帶於高海拔處較易形成純林，於海拔較低處之山頂稜線則常與檜木林混合形成山地上層針葉林型(Upper Montane Coniferous Forest type)。此林型主要分布於稜線一帶，海拔1,900-2,721 m，包含的植群型為臺灣鐵杉-玉山杜鵑型(*Tsuga chinensis* var. *formosana*-*Rhododendron pseudochrysanthum* type)；臺灣二葉松-臺灣鐵杉型(*Pinus taiwanensis*-*Tsuga chinensis* var. *formosana* type)。此林帶以巒大花楸(*Sorbus randaiensis*)、臺灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum*)、厚葉柃木(*Eurya glaberrima*)、假繡球(*Viburnum sympodiale*)、臺灣八角金盤(*Fatsia polycarpa*)、臺灣鐵杉、臺灣扁柏、高山新木薑子及毬子櫟(*Cyclobalanopsis sessilifolia*)為優勢種；臺灣鐵杉、臺灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)則為特徵種。

## (2) 櫟林帶

此林帶相當於臺灣盛行之雲霧帶，出現海拔約700-2,500 m；本林帶依分布的海拔高度不同，可分為：分布於海拔1,000-2,700 m之櫟林帶上層(*Quercus* upper zone)，700-1,600 m之櫟林帶下層(*Quercus* lower zone)。

### A. 櫟林帶上層

櫟林帶上層的森林帶為：山地針闊葉混淆林型(Montane mixed coniferous forest type)、臺灣扁柏型(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* type)、紅檜型(*Chamaecyparis formosensis* type)。

#### a. 山地針闊葉混淆林型

主要有支稜植物社會臺灣杜鵑-薯豆型(*Rhododendron formosanum*-*Elaeocarpus japonicus* type)；中坡植物社會為西施花-臺灣二葉松型(*Rhododendron leptosanthurum*-*Pinus taiwanensis*

type)；中下坡植物社會的臺灣二葉松-西施花型(*Pinus taiwanensis-Rhododendron leptosanthurum* type)、木荷-西施花型(*Schima superba* var. *superba-Rhododendron leptosanthurum* type)。此林帶以臺灣鐵杉、臺灣扁柏、西施花(*Rhododendron leptosanthurum*)、臺灣二葉松、木荷(*Schima superba* var. *superba*)、杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、蘭邯千金榆(*Carpinus rankanensis*)、臺灣鐵杉、昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)、小花鼠刺(*Itea parviflora*)、臺灣紅榨槭(*Acer morrisonense*)、錐果櫟(*Cyclobalanopsis longinux*)、臺灣樹參(*Dendropanax dentiger*)、薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、香桂(*Cinnamomum subavenium*)、烏心石(*Michelia compressa* var. *formosana*)、薯豆為優勢種；並以臺灣二葉松、木荷及烏皮茶為特徵種。

#### (a) 臺灣扁柏型

主要分布於中坡至稜線一帶，海拔1,333–2,435 m，包含的植群型為臺灣扁柏-臺灣鐵杉型；臺灣杜鵑-臺灣扁柏型(*Rhododendron formosanum-Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* type)；臺灣扁柏-巒大杉-臺灣杉林型(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana-Cunninghamia konishii-Taiwania cryptomerioides* type)；木荷-臺灣扁柏型(*Schima superba* var. *superba* – *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* type)；臺灣扁柏型(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* type)。以臺灣扁柏、臺灣鐵杉、赤柯(*Cyclobalanopsis morii*)、高山新木薑子、臺灣樹參、臺灣杜鵑(*Rhododendron formosanum*)、西施花、毬子櫟、霧社木薑子(*Litsea elongata* var. *mushaensis*)及白花八角(*Illicium anisatum*)、假長葉楠(*Machilus japonica*)、長葉木薑子(*Litsea acuminata*)等為優勢種；木荷、臺灣扁柏、高山新木薑子、霧社木薑子、烏皮茶及烏心石等為特徵種。

#### (b) 紅檜型

植物社會海拔963–2,249 m，主要分布於下坡、溪谷等生育地，但偶亦有分布於高海拔上坡之乾溝生育地上。主要植群型為紅檜-假長葉楠型(*Chamaecyparis formosensis-Machilus japonica*

type)；紅檜-長葉木薑子型(*Chamaecyparis formosensis-Litsea acuminata* type)；紅檜型(*Chamaecyparis formosensis* type)；紅檜群叢(*Chamaecyparis formosensis* association)。以紅檜、錐果櫟、早田氏冬青(*Ilex hayataiana*)、長葉木薑子、假長葉楠、銳葉柃木(*Eurya acuminata*)、薯豆、昆欄樹、臺灣八角金盤、墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta*)、小花鼠刺、赤柯、臺灣赤楊、長尾尖葉櫟及西施花等為優勢種；紅檜為特徵種。

#### B. 櫟林帶下層

櫟林帶下層的森林依其林型可分為；山地常綠闊葉林型(Montane evergreen broad-leaved forest type)、山地落葉闊葉林型(Montane deciduous broad-leaved forest type)。

##### a. 山地常綠闊葉林型

主要的植物社會分布於海拔700-1,500 m，其植群型包含長尾尖葉櫟-香楠型(*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii*-*Machilus zuihoensis* type)；錐果櫟型(*Cyclobalanopsis longinux* type)。此林型的植物組成為長尾尖葉櫟(*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii*)、香楠(*Machilus zuihoensis*)、豬腳楠(*Machilus thunbergii*)、山紅柿(*Diospyros morrisiana*)、杜英、薯豆、小花鼠刺、猴歡喜(*Sloanea formosana*)、錐果櫟、黃杞(*Engelhardia roxburghiana*)及西施花。

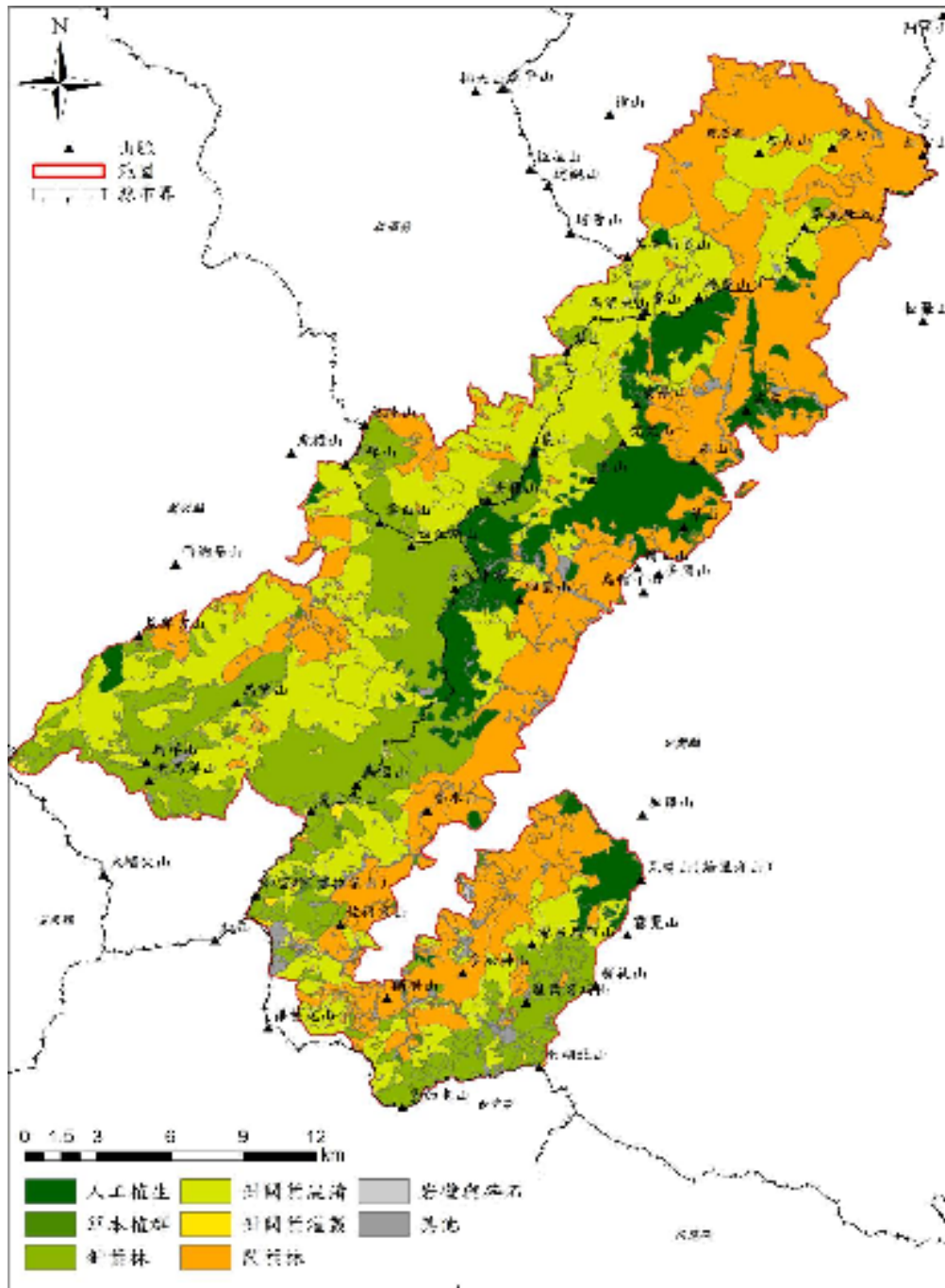


圖 45、棲蘭山野生動物重要棲息環境植群分布圖

## 2. 湖泊植物社會

本區域因特殊之地理環境變化，因而形成相當豐富之湖泊、濕地等生態環境，依區域由北至南分別為崙崙池、中嶺池、拳頭母池、松羅湖、明池、鴛鴦湖、玫瑰池、棲蘭池、大小情池、破磧池及毒龍池等(圖 46)。

### (1) 崙崙池

位於宜蘭縣大同鄉，海拔高度約820 m，屬於年輕沼澤，其外觀呈長橢圓形，四周為平坦草澤，目前尚未有陸域植物入侵，目前湖中之植群則係以蓴菜優勢物種(圖 47)。

#### (2) 中嶺池

位於新北市烏來區及宜蘭縣大同鄉交界處之中嶺山下，海拔高度約900 m，其與崙埤池同屬較年輕之沼澤，但中嶺池之面積較小，草澤覆蓋面積較廣，目前湖中之植群亦係以蓴菜優勢物種，並有伴生植物小葉四葉葎、穀精草、七星斑囊果苔等(圖 48)。

#### (3) 拳頭母池

位於拳頭母山梵斷層帶上，行政區域為新北市烏來區，海拔高度約1,400 m，屬中高海拔湖泊濕地生態，其水位穩定，湖中之植群以蓴菜為主，湖邊則係臺灣扁柏針闊葉原始林。

#### (4) 松羅湖

位於宜蘭縣及新北市交界處，拳頭母山西南側，海拔高度約1,300 m，屬中高海拔湖泊濕地生態，其在地形上屬封閉式之集水區無溪流相通，其水位變化皆係依氣候狀況作改變，同時湖底有裂隙，湖水極易渲洩，致使湖泊常呈現淺小溝狀。本區域草生植群以箭葉蓼、金髮蘚、阿里山剪股穎、如意草、雀稗、芒等物種為主，四周森林植群則係以由臺灣扁柏、紅楠、霧社木薑子、鐵釘樹等物種所組成。

#### (5) 明池

位於宜蘭縣大同鄉北橫公路旁，海拔高度約1,200 m，目前在行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處的經營下已開發為明池森林遊樂區，供遊客觀光遊憩(圖 49、圖 50)。

#### (6) 鴛鴦湖

位於宜蘭縣、新竹縣、桃園市等三縣市之交界處，海拔高度約1,670 m，目前其設有鴛鴦湖自然保留區，總面積為374 ha，湖面之面積為3.75 ha，沼澤濕地2.2 ha，其於皆為山地森林以紅檜、臺灣扁柏為主要組成。湖中水生植物種類組成簡單，以線葉眼子菜，東亞黑三稜及水毛花三種為主要優勢物種；另於沼澤濕地之植物社會組成則以小葉四葉葎、戟葉蓼為主。此外，由湖泊過渡至山麓地帶前為帶狀草本植物社會，

以芒、水毛花、及燈心草等物種為主，並伴生戟葉蓼、臺灣沿階草、碗蕨等(圖 51)。

#### (7) 其他

本區域內尚有其他較小之湖泊，分別係為玫瑰池、棲蘭池、大小情池、破礮池、毒龍潭等，其分述如下：

- a. 玫瑰池位於新北市烏來區與桃園市復興區之交界處，玫瑰西魔山下，海拔高度約1,660 m。
- b. 棲蘭池、大小情池位於新北市烏來區與宜蘭縣大同鄉巴博庫魯山與棲蘭山、玫瑰西魔山稜間，海拔高度約1,800 m，皆屬中高海拔湖泊，湖中水生植物以金髮蘚為優勢物種。
- c. 破礮池位於新北市烏來區與宜蘭縣大同鄉之交界處，拳頭母池南方，海拔高度約1,500 m。
- d. 毒龍潭位於新竹縣尖石鄉鎮西堡第一神木群，海拔高度約2,300 m，屬高中海拔湖泊，其四周無溪流相接，為神木群中之重要水源。

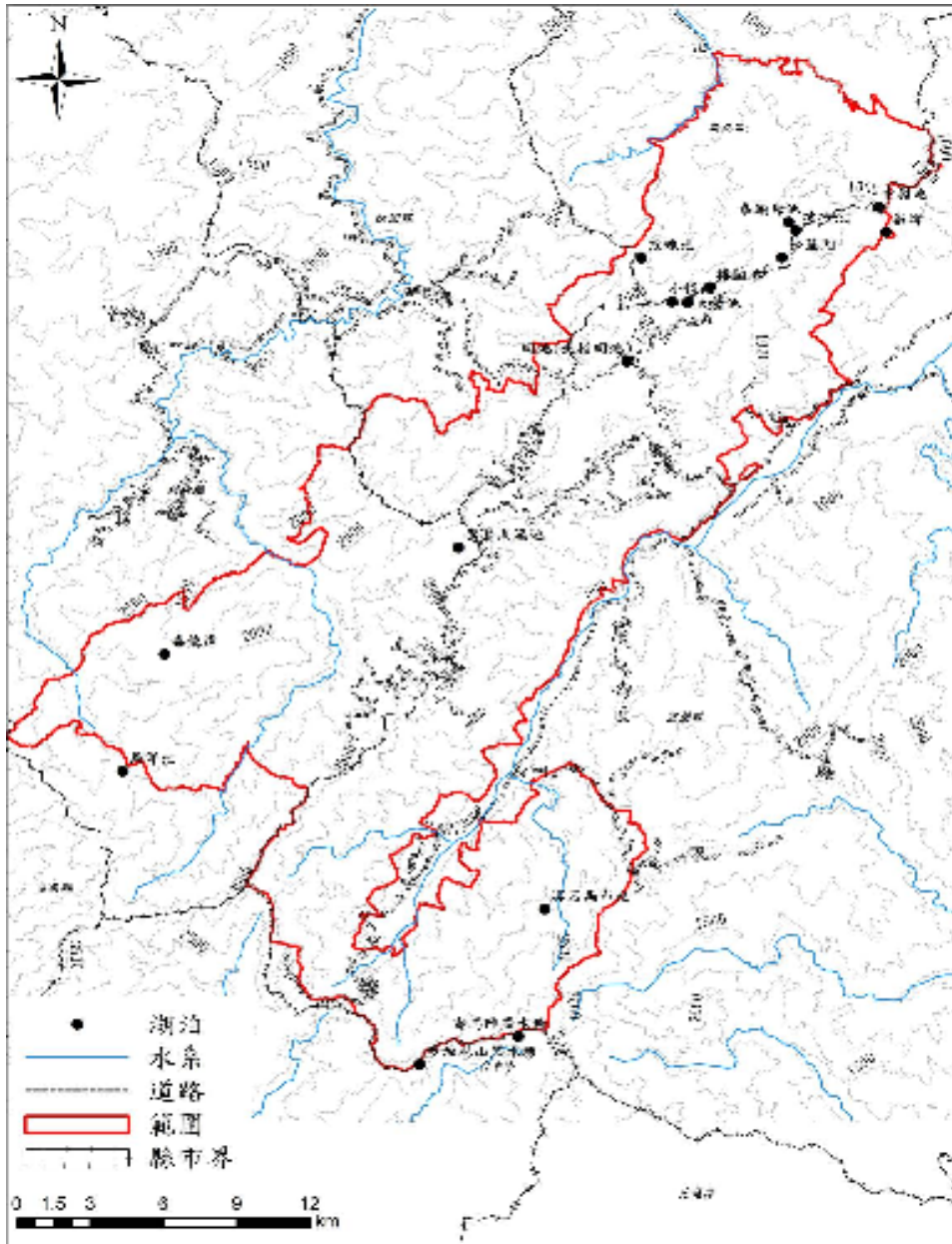


圖 46、棲蘭山野生動物重要棲息環境內湖泊分布位置圖



圖 47、崙埤池



圖 48、中嶺池



圖 49、尚未開發前的明池



圖 50、現在的明池



圖 51、鴛鴦湖

#### (四) 棲蘭山的巨木群

巨木林景觀的形成，必須由老熟林所構成，所謂老熟林是指森林中有大徑級的生立木、大藤本或大徑級的枯立或倒木，其主要形成要件是林分主要組成物種為長壽命且大徑級之樹木，整個森林位於相對較好的生育地，同時受人為或天然干擾較少的區域，由於這種老熟林生態系較相同物種所形成的生態系有較大的巨木群景觀，其內有稀有

及特殊的物種伴生，由於此種生態系形成時間久遠，因此在國際上普遍多列為指標性或代表性的生態系與以保存。棲蘭山地區在 120、130、160、170 林道及鴛鴦湖地區，保存有大面積之檜木老熟林，林下並有稀有的伴生樹木、附生蘭科及地生蕨類(王震哲，2000)，在自然保育上目前已將鴛鴦湖列入自然保留區系統加以保護，而在 100 線中途則保存歷代神木園區的巨木群景觀供遊客觀賞。

棲蘭山巨木群組成，以紅檜及臺灣扁柏(合稱檜木)為主，其為子遺海洋性潤濕高山島，代表古史殘存珍稀林相，現今僅存在於東南亞及北美，具全球水準之自然遺產，同時紅檜與臺灣扁柏兩者生態系可堪稱是全球獨一無二，價無與倫比、無可替代的，因此本區域於 2002 年被推薦列為「世界遺產潛力點」名單內，期望藉由特殊及高物種多樣性的特色，爭取列入「世界遺產」，讓臺灣與世界接軌，並藉由更完善的規劃與保護，將這全球最大面積之天然檜木純林妥善保存。

#### (五) 特有與稀有的生物

棲蘭山檜木林保有臺灣保存最完整的山地雲霧林，熱帶山區雲霧林為陸地生態系中相當特殊的林型，在臺灣的山地森林植群中扮演一明顯之分界線(Su, 1985; 1994)，此線以上為代表寒冷氣候的針葉樹林，以下則為代表溫溼氣候的常綠闊葉樹林。由於雲霧林的特殊型氣候，其蘊藏相當高的物種多樣性與特有性，根據研究資料顯示棲蘭山雲霧林特有值 32.8%(王震哲，2000)，高於全臺灣為管束植物的特有比例 27%(彭仁傑，1993)。若不計算蕨類植物，僅計算種子植物的特有值更高約達 40%左右，明顯高於全臺灣種子植物的特有比例 32.8%，由此可見雲霧林物種極為特殊性。早期鴛鴦湖由於交通不便且地處偏僻，因此少有人為干擾，故仍保有天然的檜木林與湖泊生態系，行政院農業委員會為保護珍貴的原始高山湖泊，於民國 75 年公告將鴛鴦湖列為「鴛鴦湖自然保留區」，其目的主要在保護沼澤濕地及森林生態系的完整性。另本區域由於全區地形極富變化，具有較高棲地多樣性，同時森林覆蓋率高，植被完密，提供野生動物最佳的棲息場所，故為保護此區域之野生動物資源，依據野生動物保育法劃定為「棲蘭野生動物

重要棲息環境」。

近年來為瞭解本區域內之珍貴稀有植物種類，曾委託研究單位進行初步調查(林世宗，2005)，結果顯示：珍貴稀有植物類約有 4 個植物門 33 科 77 種，其中蕨類植物門有 5 科 8 種；裸子植物門有 6 科 12 種；雙子葉植物門有 19 科 31 種；單子葉植物門有 3 科 26 種，本區域常見之珍貴稀有及棲蘭山特有之植物物種概述如下：

## 1. 區域內常見之珍貴稀有植物物種

### (1) 臺灣扁柏

學名：*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endl. var. *formosana*

科名：柏科 Cupressaceae

扁柏屬物種，本區域內主要產於海拔1,700–2,100 m，分布於北橫、棲蘭山、馬惱山、鎮西堡及司馬庫斯，亦為臺灣針五木之一員，經常形成純林或與紅檜、臺灣鐵杉混淆成林。

形態描述：大喬木，幹皮較厚，灰紅色，縱淺裂，長片條狀剝落；葉先端略鈍形。黃綠色，向地一側之葉間白粉甚少，中葉橫斷面盤形，中肋表面凸起，背面凹下，側葉鈍三角形，表面中肋稍隆起；毬果圓球形，果徑10–11 mm，果鱗8–10 mm；種子兩翅約與種子同寬；幼苗之線形初生葉退化較早，僅見於苗徑高約5 cm下處(圖 52、圖 53)。

### (2) 紅檜

學名：*Chamaecyparis formosensis* Matsumura

科名：柏科 Cupressaceae

扁柏屬物種，本區域內主要產於海拔1,600–2,000 m，分布於北橫、明池、棲蘭山林道全線、鴛鴦湖、鎮西堡及司馬庫斯，亦為臺灣針五木之一員，同時為雲霧帶常見物種，並常形成純林或與臺灣扁柏、臺灣鐵杉混淆成林，常出現於溪谷兩側或溪谷地。

形態描述：大喬木，幹直，幹皮薄，灰紅色至紅褐色，縱向淺溝裂，長片條狀剝落；小枝扁平；葉鱗片狀，先端漸尖形或銳形，在子枝側面覆瓦狀對生(圖 54、圖 55)。

### (3) 臺灣杉

學名：*Taiwania cryptomerioides* Hayata

科名：杉科 Taxodiaceae

臺灣杉屬物種，產於海拔高度1,100–2,500 m，主要分布於本區域內之松羅湖、棲蘭山160林道、170林道、西丘斯山，其屬臺灣特有種，係1科1屬1種極為珍貴。

形態描述：常綠大喬木；葉錐形，每邊有氣孔線4-5條，橫斷面為菱狀四角形。雄花長5 mm，寬2.5 mm，簇生於小枝頂端。毬果卵形，8 mm，寬25 mm；種子表面平滑，子葉兩枚(圖 35、圖 36)。

### (4) 巒大杉

學名：*Cunninghamia konishii* Hayata

科名：杉科 Taxodiaceae

又稱為香杉，杉木屬物種，產於海拔高度800–2,000 m，主要分布於本區域內棲蘭山130林道、160林道、170林道、思源啞口、720線林道。

形態描述：大喬木，葉短狹，線形，略鐮狀彎曲，長約12–25 mm，寬約2 mm，兩面有白粉，多數在其上表面有氣孔帶，先端無骨質化鋒化針，在小枝上之排列為參差不齊而不成為二縱列，質軟而不刺手；毬果小，長2–2.5 cm，徑2 cm，卵圓形；果鱗略呈三角狀圓形，鱗片先端向內或直；種子小，長卵形或長橢圓形；黑褐色，圓扁，周圍具不明顯薄翅(圖 56、圖 57)。

### (5) 臺灣肖楠

學名：*Calocedrus formosana* (Florin) Florin

科名：柏科 Cupressaceae

肖楠屬物種，產於海拔高度300–1,900 m，主要分布於分布於本區域內之北橫、明池、棲蘭林道100線等，海拔高度1,400-2,000 m，其屬臺灣特有種，亦為臺灣針五木之一員，經常形成純林或與臺灣扁柏、臺灣鐵杉混淆成林。

形態描述：常綠喬木，葉鱗片狀，小枝上面鱗片葉深綠色，下面鱗片葉灰綠色，雄花具雄蕊16–18枚；花粉囊3；毬果常橢圓卵形，果鱗4枚，十字對生，種子有2不等長之翅(圖 58、圖 59)。

(6) 臺灣粗榧

學名：*Cephalotaxus wilsoniana* Hayata

科名：三尖杉科(粗榧科) Cephalotaxaceae

三尖杉屬物種，產於海拔高度700–2,700 m，分布於本區域內巴博庫魯、美奎西莫山區、棲蘭山100林道、130林道鎮西堡、司馬庫斯及思源啞口一帶。

形態描述：常綠中喬木，葉線形，扁平略鎌形，先端突尖，銳形，基部狹，葉長3–4 cm，寬0.3 cm，葉背氣孔帶呈灰白色。種實成熟時紫色，梗長約1.5 cm，橢圓形或倒卵狀橢圓形，長2.5 cm，先端有小突起(圖 60、圖 61)。

(7) 南洋紅豆杉

學名：*Taxus sumatrana* (Miq.) de Laub.

科名：紅豆杉科 Taxaceae

紅豆杉屬物種，產於海拔高度900–2,600 m，主要分布於本區域內棲蘭山100、130、160林道、鴛鴦湖、鎮西堡、司馬庫斯一帶。

形態描述：常綠大喬木；幹皮灰紅色，樹幹通直而多分枝，可以高達14 m。樹皮呈紅褐色或灰紅色，會縱向細裂，造成不規則的片狀剝落，因此樹皮上會留下雲形剝落痕，其上還有指紋狀環紋(圖 62、圖 63)。

(8) 臺灣檫樹

學名：*Sassafras randaiense* (Hayata) Rehder

科名：樟科 Lauraceae

檫樹屬物種，產於海拔高度1,100–2,000 m，主要分布於本區域內松羅湖、鴛鴦湖、棲蘭山160林道、鎮西堡、司馬庫斯及思源啞口，為臺灣闊五木之一員，同時亦是寬尾鳳蝶之食草，常相互伴隨出現。

形態描述：中喬木，幹皮灰褐色，縱向深溝裂。葉厚紙質，菱狀卵形，長10–15 cm，寬4–7 cm，先端銳尖，基布寬契形，全緣或2-3 裂。花藥2室。果球形；果梗棍棒形，長2.5–3 cm(圖 37、圖 38)。



圖 52、臺灣扁柏葉

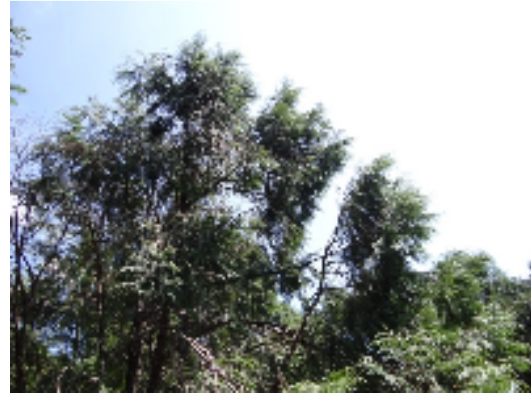


圖 53、臺灣扁柏植株



圖 54、紅檜的葉



圖 55、紅檜的果



圖 56、巒大杉的葉



圖 57、巒大杉的果



圖 58、臺灣肖楠的葉



圖 59、臺灣肖楠的毬花



圖 60、臺灣粗榧的葉



圖 61、臺灣粗榧的果



圖 62、南洋紅豆杉的葉



圖 63、南洋紅豆杉

## 2. 區域內之特有珍貴稀有植物物種：

### (1) 鴛鴦湖細辛

學名：*Asarum crassusepalum* S. F. Huang

科名：馬兜鈴科 Aristolochiaceae

細辛屬物種，產於鴛鴦湖自然保留區一帶。

形態描述：多年生草本，根莖匍匐狀，不定根數量少，植株與花梗據一對大型苞片。葉平展，厚革質，三角形或心型，具葉柄，葉基部下凹，全緣，表面具深淺不一的白色與淺綠色斑紋，葉背為紫紅色。花單一，花梗短小，生長於葉柄基部靠近地面處，花萼筒為卵球形，肉質，外表平滑，內面有突起之網紋，萼片與花萼筒間有附屬物，萼先端具三裂平展，花絲較花柱短小，雄蕊 12 枚，子房 6 室，分離，先端 2 淺裂，柱頭半圓形，側生(圖 41、圖 42)。

## (2) 鴛鴦湖龍膽

學名：*Gentiana flavomaculata* var. *yuanyanghuensis* C. H. Chen & J. C Wang

科名：龍膽科 Gentianaceae

龍膽屬物種，主要分布於鴛鴦湖自然保留區與太平山等鄰近山區。

形態描述：一年生草本，莖多分歧，葉對生，披針形或長卵形，先端通常為銳尖，基生葉較大，長約 20 mm，莖生葉約 5–10 mm。裂片銳尖，花呈長筒狀鐘形，淡黃或白色，先端有 10 枚裂片，裂片 5 大 5 小，雄蕊 5 枚，著生於花冠基部子房細長，成熟時先端 2 叉開裂，內含種子多數(圖 64、圖 65)。

## (3) 棲蘭山杜鵑

學名：*Rhododendron chilansharensense* Kurashige

科名：杜鵑科 Ericaceae

杜鵑屬物種，主要分布於鴛鴦湖自然保留區與棲蘭山一帶。

形態描述：落葉性灌木，樹高可達 2 m，分枝稀疏，小枝被淡褐色伏毛及短柄腺毛，葉被與中肋部分被毛，葉型多變，卵狀披針形，先端銳尖，基部楔形，側脈 4–5 對，通常葉 5–7 片近輪生，花 2–3 朵簇生於小枝端，花梗密被腺毛，花萼密被腺毛及長柔毛，花冠深紅紫色，上三裂片具暗紫色斑點，雄

蕊8-10 枚，子房密被白色常柔毛(圖 39、圖 40)。

#### (4) 東亞黑三稜

學名：*Sparganium fallax* Graebn.

科名：黑三稜科 Sparganiaceae

黑三稜屬，目前在臺灣黑三稜科僅發現1屬1種，分布於鴛鴦湖自然保留區。

形態描述：多年生挺水或沉水草本，植株體具匍匐地下莖橫走，長40-75 cm，基部具鞘，葉片浮於水面或近突於水面，總狀花序頂生，上端彎，花單性，雄花頭狀生於雌花者上方，雌花則位於雄花下方，果為堅果，不開裂，密生，有短柄(圖 66、圖 67)。



圖 64、鴛鴦湖龍膽



圖 65、鴛鴦湖龍膽的花

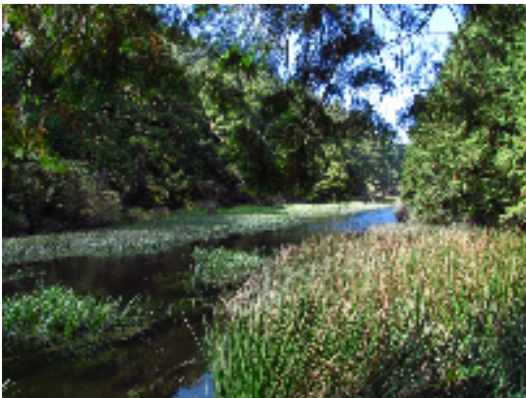


圖 66、分布於鴛鴦湖的東亞黑三稜



圖 67、東亞黑三稜的果

#### (六) 棲蘭山檜木林非生物研究

## 1. 雨、霧對棲蘭山森林的影響

臺灣中海拔屬於櫟林帶，在櫟林帶水循環透過雨、霧或雪的型態輸入森林生態系；而大氣中的懸浮粒子透過重力沉降或隨著水循環攔截輸入森林生態系提供生態系養分來源。棲蘭山檜木林位於雲霧帶，水分來源充足，雲霧則成為檜木林重要的水分及養分來源。水分和氣體、懸浮微粒透過重力沉降(Precipitation deposition, PD) 或攔截沈降(Interception deposition, ID)進入森林後，部分水穿過森林冠層抵達地表，或由葉子、枝條攔截匯成水滴落至地面，形成穿落水(Throughfall, TF)；部分水則附著於葉子、枝條上，隨後順著樹幹流向森林地表，形成幹流水(Stemflow, SF)；而另一部分則由葉片、枝條攔截者，稱截留(Interception, I)，截留再蒸發返回大氣，森林冠層水文收支如公式 1(圖 68)(簡意婷，2008)。氣體擾動影響葉表面氣孔水分吸收與蒸散，在樹冠層中，葉子的形狀、位置、空間分布會影響水分經由葉邊緣進入、運輸的效率(吳敏如，2003)。

$$\text{總沈降(TD)} = \text{重力沈降(PD)} + \text{攔截沈降(ID)} = \text{穿落水(TF)} + \text{幹流水(SF)} + \text{截留(I)} \quad \text{公式 1}$$

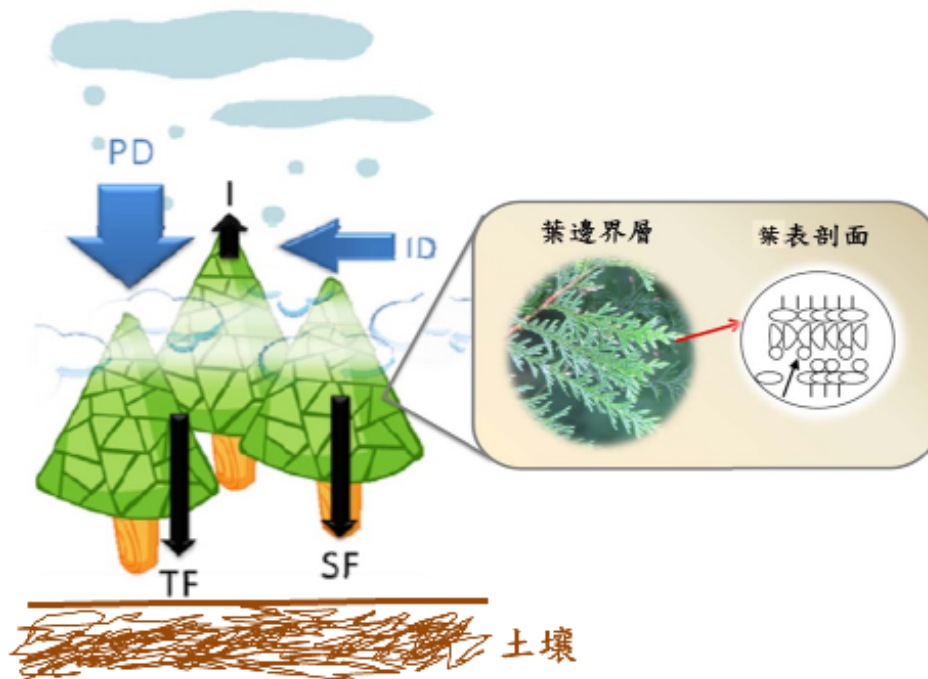


圖 68、森林冠層水文平衡示意圖(修改自簡意婷，2008)

註：↑表示輸入冠層的水分；↓表輸出冠層的水分。TD：總沉降；PD：重力沉降；ID 攔截沉降；TF：穿落水；SF 幹流水；I：截留

簡意婷(2008)利用 2002 至 2006 年在棲蘭山長期研究樣區及樣區附近 23 m 高的氣象監測塔所蒐集的氣象資料進行研究，樣區位置如圖 69。發現本區除了一般降水及空氣中的霧氣外，颱風也是重要的降雨來源，其研究期間共經歷 30 次颱風，約占 37%的總降雨量來自颱風，颱風天的降雨量做多可達到該年度雨量的 1/2 (圖 70)，而颱風的影響集中於夏季及秋季。研究期間除了記錄每日氣候資料的變化外，也記錄樣區中雨水、幹流水、穿落水、截留和霧水水量的時間變(圖 71)，2003–2006 年的年平均雨量、霧水量、幹流水和穿落水量分別為  $4,005 \pm 1,036$  mm、 $241 \pm 42$  mm、 $129 \pm 32$  mm 和  $3,467 \pm 868$  mm。所以冠層截留的水量為  $650 \pm 103$  mm。霧水、幹流水、穿落水和截留的水量分別為雨量的 6.0%、3.2%、86.6%和 6.2%。雨水和霧水是森林冠層的水分來源，分別提供冠層 94.3%和 5.7%的水分。雨水和霧水進入冠層後，3.0%分配至幹流水、81.7%分配至穿落水到達森林地表。因此，穿落水為森林內部最主要的水分來源。其餘 15.3%的雨水和霧水則由冠層截

留，最後以蒸發的方式返回大氣。而土壤滲流水量由輸入(雨水+霧水)與輸出(蒸發量+蒸散量)樣區水量的差值求得，約為 3,341 mm，為雨量的 83.4%。

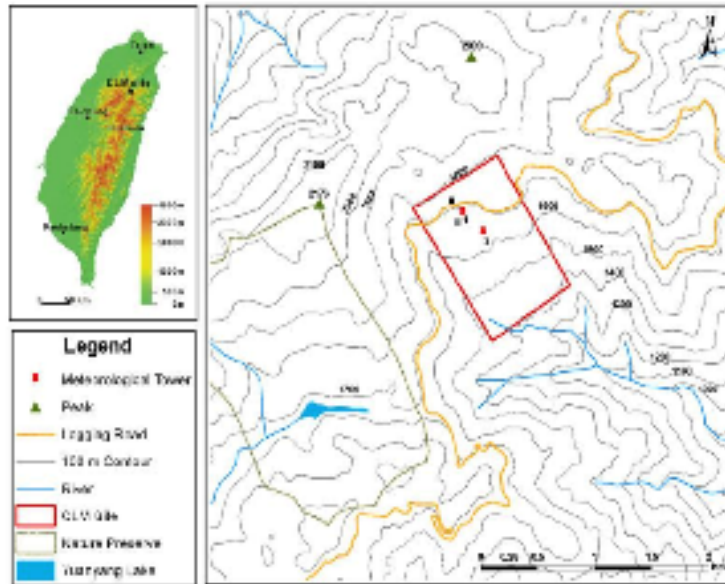


圖 69、棲蘭山大氣研究的氣候資料收集樣區及氣象塔分布位置圖(引用於簡意婷，2008)

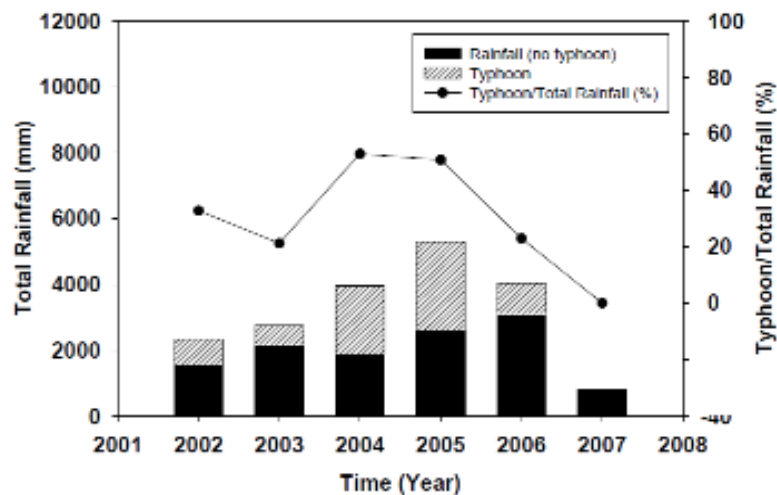


圖 70、2002–2007 年間颱風對樣區雨量的貢獻(引用於簡意婷，2008)

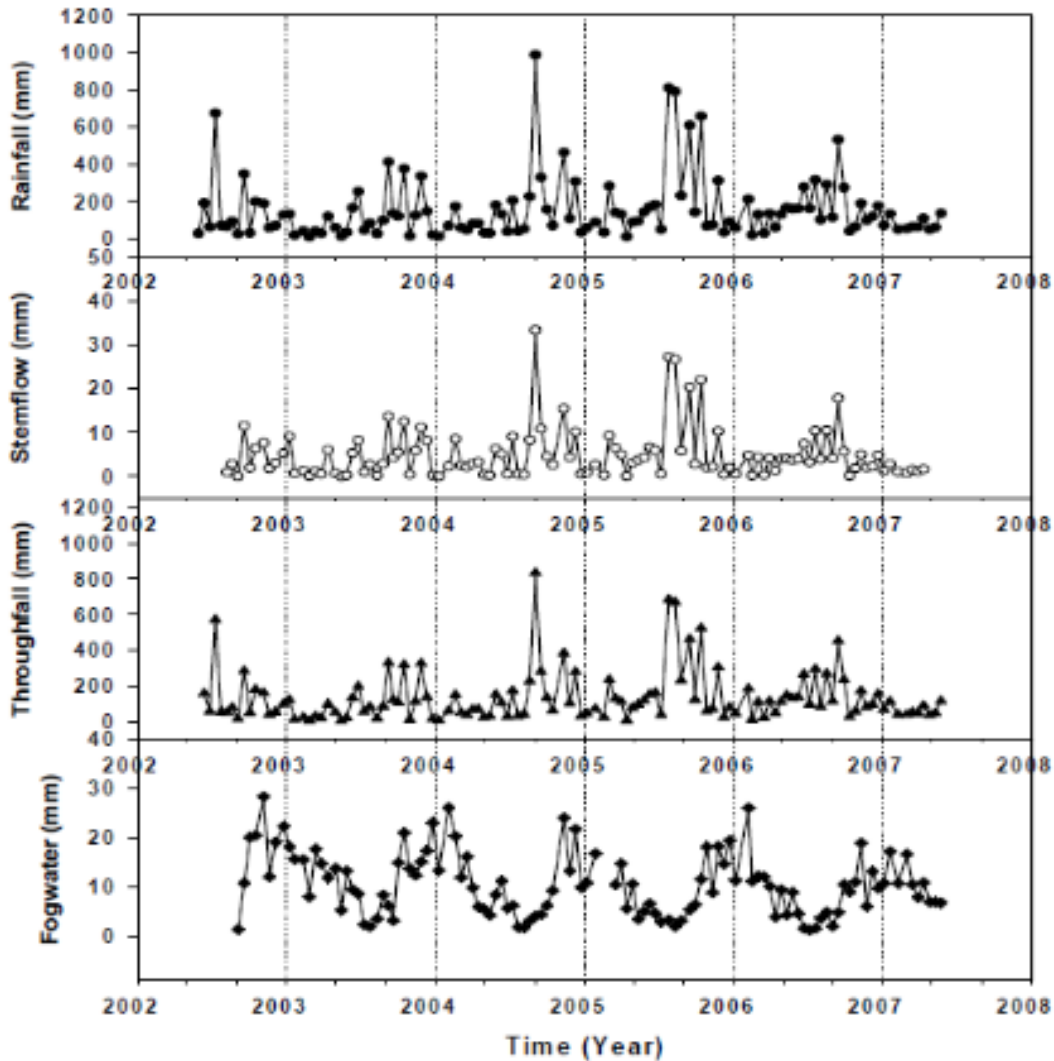


圖 71、雨水、幹流水、穿落水、截留和霧水水量的時間變化(引用於簡意婷, 2008)

大氣中的懸浮粒子輸入森林生態系提供生態系養分來源，而水分至良好的介質，透過水分的沉降可將大氣中或已沉降於葉表面或枝條上的懸浮粒子帶入土壤中形成植物養分來源。簡意婷(2008)利用所蒐集的雨水、霧水、幹流水和穿落水樣本進一步分析各別養分組成的狀況，發現雨水和霧水分別貢獻該樣區 72.6%和 27.4%的離子；而森林地表的離子 3.2%來自幹流水、96.8%來自穿落水，表示樣區的大氣離子沉降主要源自雨水。觀察各水樣離子的優勢度，可見在雨水、霧水和穿落水中  $\text{SO}_4^{2-}$  是最優勢的離子，幹流水最優勢的離子為  $\text{H}^+$ 。除了  $\text{SO}_4^{2-}$  外，雨水其他優勢的離子包括  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{NO}_3^-$ ；霧水包括  $\text{H}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$  和  $\text{NH}_4^+$ ，而穿落水則包括  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  和  $\text{Ca}^{2+}$ 。分析各水樣的養分組

成，發現水樣間的離子濃度差異甚大，霧水的各離子濃度是所有水樣最高的(除了  $K^+$  外)；幹流水和穿落水的  $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  濃度均較雨水高(除了幹流水的  $Mg^{2+}$ )；而雨水中的  $NO_3^-$  和  $NH_4^+$  濃度相對較高(圖 72)。

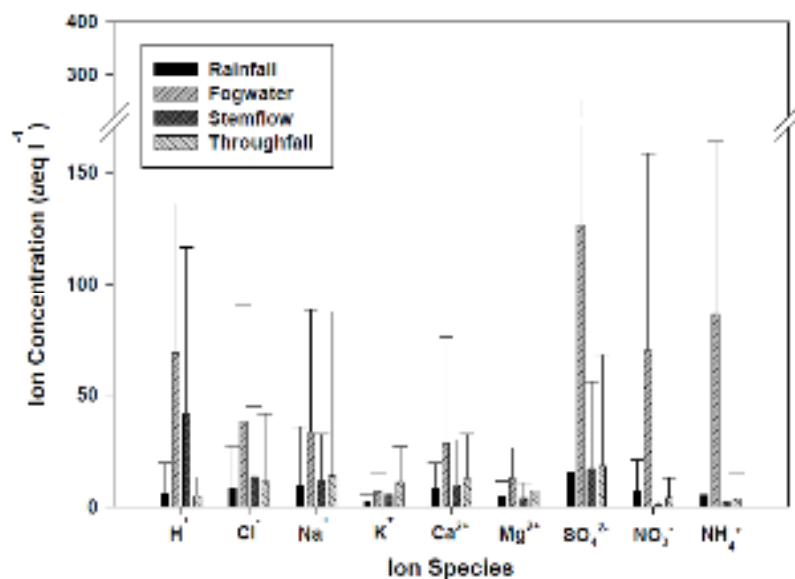


圖 72、2002–2007 年雨水、霧水、幹流水與穿落水的離子濃度( $\mu\text{eq l}^{-1}$ ) (引用於簡意婷，2008)

## 2. 棲蘭山的土壤

植物吸收陽光進行光合作用，從土壤中吸收養分和水分來維持自體的成長，土壤除提供植物的養分和水分外，也提供樹木的固著，因此土壤肥力會影響植物的生長，土壤層的淺薄或深厚也會影響樹木固著的程度，在棲蘭山地區常出現檜木風倒的情況，理論上，像檜木如此巨大的樹木，根系應該是非常深的且相當穩固的，為何會有如此的現象，應由棲蘭山地區森林土壤說起。

從森林地表往下至土壤層的分層依序是：深色的有機層(O層)，主要為半分解或已分解的枯枝落葉等有機物為主，有機層不能算是土壤；往下則是混合腐植質的礦物質表層(A層)，這個土層中的礦物成分、黏土顆粒有被往下洗出的現象，因此被定義為洗出層；第三層則是棕黃色的洗入層(B層)，位於洗出層下方，通常堆積由洗出層(A層)所洗出

的水溶性礦物、黏土顆粒；再往下就是地質母岩(C層)，幾乎未受到洗出、洗入作用影響的母岩。森林土壤的化育除了母岩的影響外，部分也受到地表上不同植被所影響。

許多地區由於淋洗作用旺盛，因此在原本的洗出層(A層)中，進一步區分出具有明顯洗出(eluviation)性質，且顏色偏向灰白的土層(原本的A2層)，定義為E層。在E層與B層之間有一個外觀上呈現黑色至暗紅色的薄片狀層次結構稱為薄膠層(B<sub>sm</sub>層)，依研究指出薄膠層是由鐵、鐵與錳、鐵與有機質等不同組合的複合膠結物所形成的0.2–1 cm的硬盤，是由於地表有機層(O層)釋出可溶性的腐植質透過淋洗作用攜帶鐵離子到下方的洗入層(B層)並與其他有機質混合而形成，通常出現於冷涼及極度潮濕的環境下(圖 73 圖 74)。此硬盤使得植物根系無法穿透至B層下部，因此造成植物根系盤根錯節於土壤表層，導致植物根系淺，容易傾倒。

棲蘭山的檜木林多生長在高雨量高霧氣的環境，就過去的研究，年雨量平均可高達2,444 mm以上。山區平均溫度僅為11.9 °C，冬季也有降雪，低溫的環境下枯枝落葉的分解較慢。棲蘭山檜木林下的闊葉草本及玉山箭竹密布，許多地方有濃密的苔蘚覆蓋在地表上，苔蘚與枯枝落葉混合而成的有機層(O層)保水作用良好。當雨水降落至地表，會迅速被有機層吸附，使得林地的表層維持潮溼的狀態。

由黏板岩細質地土壤母質所化育的土壤，含有的細微的土壤顆粒—黏粒與粉粒—百分比高達60–80%，造成土壤的孔隙幾乎盡是微細孔隙，排水功能受到極大限制。地表水分滲入土壤後便填滿微細孔隙的通道，形成類似水田土壤的浸水狀態。在水分緩慢向下移動的過程中，帶出土壤中的二價鐵離子等礦物成分(邱郁文、蔡呈奇，2008)。

這項淋洗作用極為緩慢而持續地進行，將上層土壤中的礦物成分帶到洗出層(E層)的下方。當E層與下方的B層土壤質地組成存在劇烈的變化時，會促使從E層洗出的礦物成分沉積在E、B兩層之間，再進一步氧化、膠結，形成薄膠層。薄膠層緻密不透水，當然也影響到水的通透性。以致於這項淋洗—沉積作用，過程極其緩慢。要形成明顯的薄膠層，通常必須耗費數千年、萬年的時間。微地形環境也扮演重要

的因子，在坡度和緩的地面，較能夠進行典型的垂直淋洗—沉積作用，薄膠層最為明顯；在過於陡峻的坡面，雨水容易形成逕流或是側向移動，較不容易形成明顯的薄膠層。

除了檜木林生長的低溫潮溼的環境因素之外，樹種也是影響土壤化育的重要因素。檜木屬於針葉樹種，和闊葉樹種比較之下，檜木枝葉所含的灰分較少，腐植成分的酸性也較強。也正因為這個因素，檜木林的土壤，比闊葉樹種的土壤具備更強烈的淋洗效果，有助於形成薄膠層。

經調查及研究發現，棲蘭山的土壤之中，70 cm 左右已達岩盤，但在 30-40 cm 左右就達 E 層和薄膠層，B 層的範圍也出現在 40-50 cm 左右，由現場的土壤剖面也看出：檜木的根部多半局限於疏鬆富含腐植成分的 O 層和 A 層，鮮少伸入 E 層，也就是由於洗出層(E 層)和 0.2-1 cm 的薄膠層，植物根系無法深入到 B 層之下，使得檜木的根系淺薄，根系之間彼此糾結，而形成一個平面，通常這都可由風倒的檜木看出。



圖 73、宜蘭棲蘭山土壤剖面



圖 74、局部放大的薄膠層橫斷面構造



圖 75、薄膠層細部構造

## 四、棲蘭山檜木林的育林與經營研究

### (一) 臺灣檜木林的經營歷史

1. 日據時代
2. 臺灣三大林場

臺灣的三大林場分別是：北部的太平山、中部的八仙山，以及南部的阿里山。三大林場的開拓以阿里山最早，在大正元年(西元 1912 年)就開始生產木材；第二位是大正四年(西元 1915 年)的八仙山林場；第三位則是在大正五年(西元 1916 年)的太平山林場；以林場的面積和總出材量來比較，排名第一是阿里山林場，第二是太平山林場，第三則為八仙山林場。

3. 民營林場
4. 伐木造林
5. 光復初期
6. 臺灣林業經營改革方案
7. 臺灣森林經營管理方案
8. 森林生態系經營

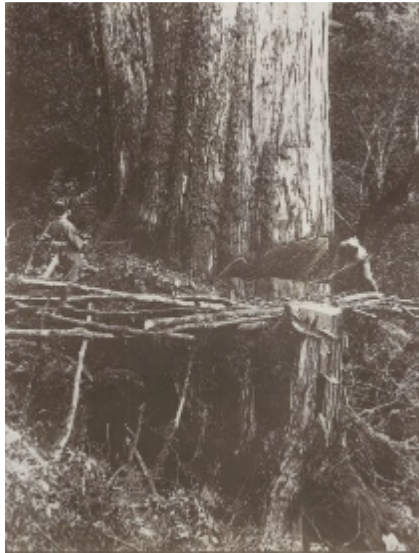


圖 76、早期人力伐木，伐木工人正在伐木架上進行伐木作業  
圖 77、正由伏地索道往下運材的期況



圖 78、蒸氣集材



圖 79、伐木工人正在進行集材作業



圖 80、利用索道運材



圖 81、汽油機關車運材



圖 82、台車運材

## (二) 棲蘭山的森林經營沿革

### 1. 森保處森林經營沿革

民國四十七年政府為開發東西橫貫公路沿線森林資源及安置國軍退除役官兵，行政院退輔會(現今為輔導會)依據行政院頒訂之「橫貫公路沿線森林資源開發方案」，於民國四十八年十月十日成立「臺灣橫貫公路森林開發處」，並獲核撥原省政府林產管理局(行政院農業委員會林務局前身)經營之「棲蘭山」及「大甲溪」兩處林區。民國六十四年元月十三日起更名為「行政院國軍退除役官兵輔導委員會森林開發處」，後為配合政府天然林禁伐政策，將工作重點置於森林生態保育，自八十七年三月一日起正名為「行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處」迄今。森保處歷經五十餘年辛勤經營，森林保育績效斐然，已成為林業研究試驗、學生教學實習及國內外專家學者來訪學術交流重要據點。

森保處於民國四十八年十二月訂頒「臺灣橫貫公路森林調查及棲蘭山林區經營計畫草案」，經營期間自民國四十八年至民國六十年，復因臺灣省林務局於民國五十六、五十七年先後辦理森保處所轄事業區檢訂，重新編訂各該事業區經營計畫，森保處為配合森林之合理經營，於民國六十年編定十年森林經營計畫，並經退輔會(現今為輔導會)以六十九年九月二日(60)輔肆字第 4700 號令核准施行後。經營原則是保續作業由伐採導致更新，經營目標為(1)伐採導致更新，達成保續作業。(2)配合全省國有林經營計畫實施。(3)優先實施林區內荒山復舊造林。(4)妥善利用資源，以求物盡其用。(5)發展木材工業，增加勞務利益。(6)生產作業機械化，以提高效率。(7)安置訓練榮民，從事林業工作。(8)盈餘繳充退除役官兵安置基金。即以配合國家經濟建設政策，發展現代化之經營方式，適度開發森林資源，著重國土保安，集約經營，保續更新並改良林相，提高林地生產力之經營原則為準繩。

臺灣森林資源之經營利用，自日據時代即已開始，臺灣光復後仍以林養林之政策，視森林木材伐採收穫為國家財政收入來源。故依當時公布的臺灣林業政策及經營方針實施。期間行政院於六十五年元月三日核頒「臺灣林業經營改革方案」，限制年伐木量並應採用小面積皆伐或擇伐作業，自七十八年度起禁止採伐針一級天然林。

復於七十九年修正核定為「臺灣森林經營管理方案」，八十年度起全面禁伐天然林，森保處即積極配合政府政策，以生態永續經營理念為基礎，從事林相更新作業，除重視森林資源培育外，更兼顧自然生態保育，以發揮森林資源對社會多功能的使命。民國八十七年行政院農業委員會推動森林生態系經營計畫，以適應性經營之理念，於臺灣各處林區進行示範先驅計畫。森保處與林業試驗所、大學相關院系合作辦理棲蘭山林區森林生態系經營先驅計畫，設置經營示範區，建立林地地理資訊系統、林木資源調查、林分結構及植群調查、鳥類及小型哺乳類動物調查等資料庫建檔工作，所得之資訊作為本經營計畫編訂的基礎外，亦將納入監測計畫中繼續執行。

民國八十九年三月行政院以台(89)防字第 09262 號函示辦理棲

蘭山國家森林生態系永續經營示範區設置計畫，邀集相關單位依計畫草案內容繼續詳予規劃，並於九十年度起逐年推動實施。森保處延續森保處六十年之森林經營計畫暨八十七年度農委會委辦之「棲蘭山林區森林生態系經營先驅計畫」，在兼顧生物多樣性保育與森林資源永續利用之理念，林區經營各項作業皆以生態經營理念為原則，配合國家森林經營政策厚植森林再生資源，並發展人性化的森林生態系永續經營，替代過去物性化的林木經營，從森林資源經營目標進入森林生態系永續經營之目標。於民國九十年編擬棲蘭山森林經營計畫繼續辦理，規劃期程為十年，並經農業委員會九十一年函核定實施。

## 2. 棲蘭山檜木林經營

森保處林區區域位置在東經  $121^{\circ}09'$  至  $121^{\circ}34'$ ，北緯  $24^{\circ}08'$  至  $24^{\circ}46'$  之間，跨越宜蘭縣大同鄉、新北市烏來區、桃園市復興區、新竹縣尖石鄉、臺中市和平區及南投縣仁愛鄉等六鄉，面積計 87,889.35 ha，如圖 83。森保處林區經營分為棲蘭山林區及大甲溪林區，分屬於宜蘭、烏來、大溪、太平山及大甲溪等五個事業區，總計面積 87,889.35 ha，共分 208 個林班，經營管理區域劃分如下表，其中棲蘭山林區面積 45,799.53 ha。

表 4、森林保育處經營管理區域劃分表

林區	事業區	林班別	林班數	面積(ha)	行政區名稱
棲 蘭 山 林 區	太平山	1-5、7-27、30-54	51	17,515.69	宜蘭縣大同鄉
	大溪	46-55	10	2,429.49	宜蘭縣大同鄉
	大溪	33、37-41、44-45、56-66	19	6,450.95	桃園市復興區
	大溪	72-73、75、83-84、87-107	26	10,755.98	新竹縣尖石鄉
	大溪事業區 小計		55	19,636.42	
	烏來	52-61、63-64、66-70	17	7,121.42	新北市烏來區
	宜蘭	74-77、81-84	8	1,526.00	宜蘭縣大同鄉
	棲蘭山林區 小計		131	45,799.53	
大 甲 溪 林 區	大甲溪	1-5、14-71	63	34,031.75	台中市和平區
	大甲溪	72-85	14	8,058.07	南投縣仁愛鄉
	大甲溪林區 小計		77	42,089.82	
合 計			208	87,889.35	

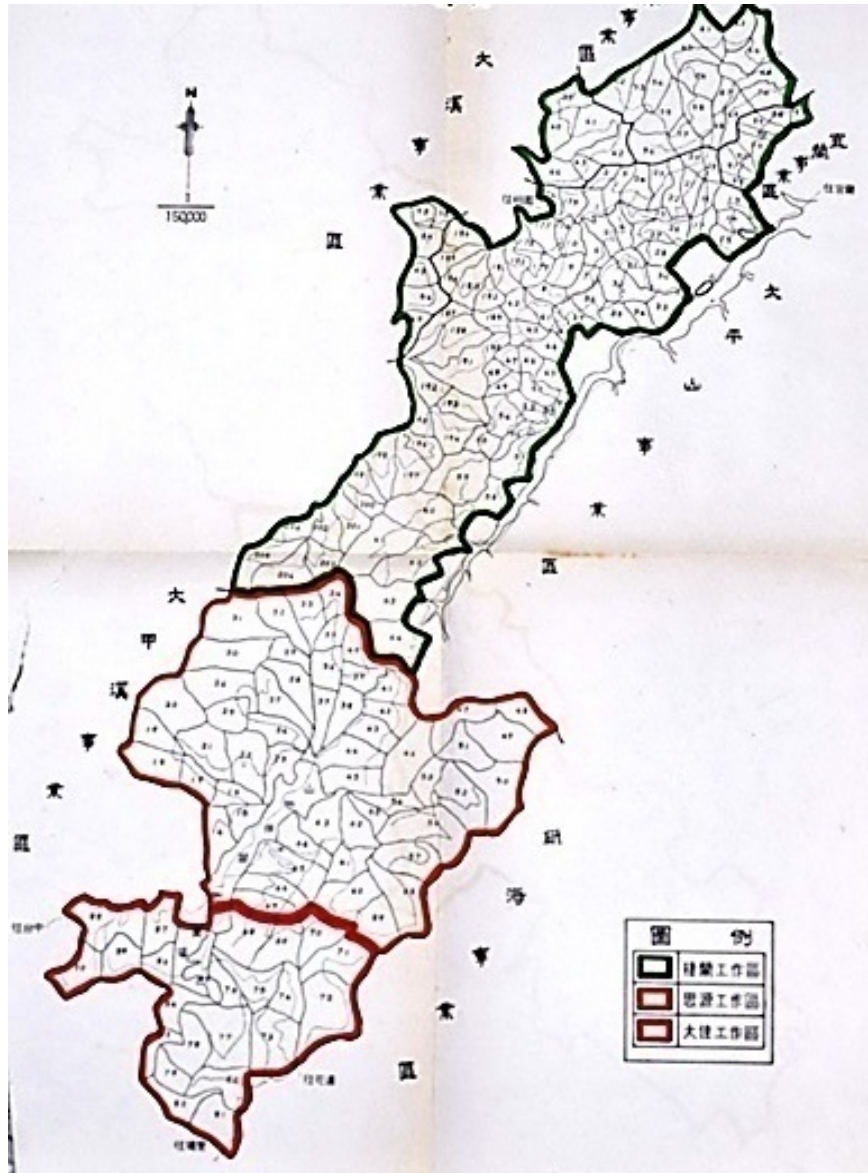


圖 83、森林開發處森林經營管理區劃圖

檜木天然林在森林保育處經營範圍主要分布在棲蘭山林區，面積 4 萬 5 千餘公頃，包括太平山、大溪、烏來及宜蘭事業區的一部份，其森林主要樹種為臺灣扁柏、紅檜、臺灣肖楠、香杉、臺灣杉、鐵杉、冷杉及槠櫟、楠樟類等闊葉樹種，造林樹種主要為柳杉、臺灣扁柏及紅檜(圖 84、表 5)。臺灣扁柏及紅檜，依其生育習性及地形、坡向、海拔及微環境因素之影響，分布及其構成之森林組成略有不同。紅檜大多自海拔 900 m 就開始有分布，最高可分布至 3,100 m，以 1,600m-2,400 m 為主要分布海拔範圍；臺灣扁柏大多自海拔

950 m 開始分布，最高可分布至海拔 3,000 m，而以海拔 1,700 m—2,500 m 為主要分布帶。

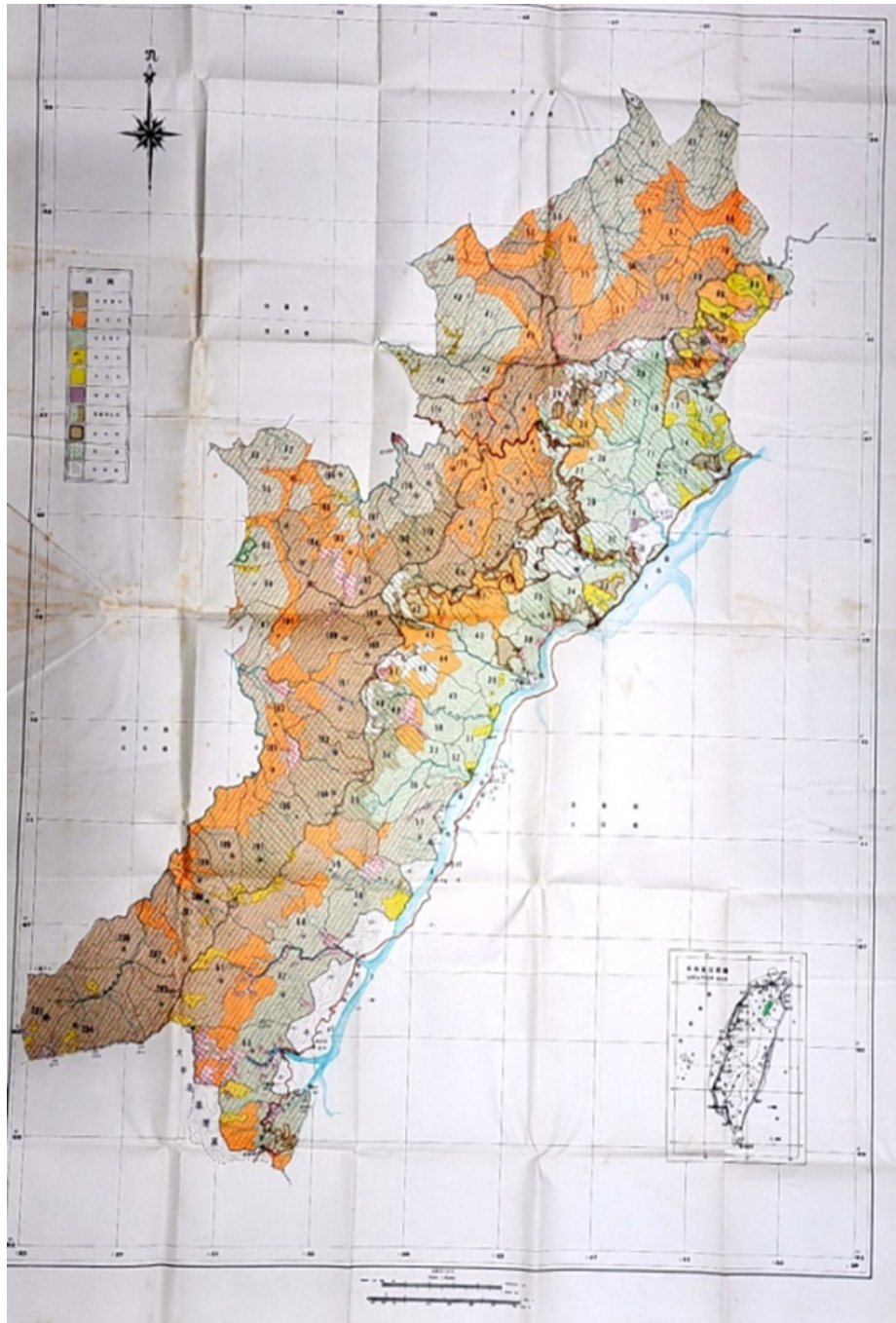


圖 84、橫貫公路森林開發處棲蘭山林區林相分布圖

表 5、森林保育處所轄事業區森林蓄積量(m<sup>3</sup>)

事業區 樹種	大甲溪	大溪	太平山	烏來	宜蘭	合計	總計
扁柏	36,406	2,069,064	384,783	332,973	9,640	3,132,866	5,364,108
紅檜	28,184	1,185,368	351,720	430,617	41,877	2,037,766	
肖楠	0	2,544	849	20,476	0	23,869	
香杉	100,718	17,433	18,116	7,705	0	143,972	
紅豆杉	15,127	0	0	0	0	15,127	
臺灣杉	2,030	73	5,535	2,870	0	10,508	
鐵杉	2,866,391	749,404	89,696	0	0	3,705,491	8,035,914
雲杉	1,371,848	0	1,360	0	0	1,373,208	
冷杉	1,097,263	226,749	7,793	0	0	1,331,805	
帝杉	536,271	0	0	0	0	536,271	
柳杉	2,514	2,229	379,567	1,947	34,639	420,896	
杉木	0	0	19,328	0	0	19,328	
馬尾松	0	0	1,712	0	0	1,712	
華山松	7,496	0	0	0	0	7,496	
二葉松	628,004	1,322	1,364	9,017	0	639,707	
松類	1,936,254	38,776	102	0	0	1,975,132	
櫟木	399	1,325	0	0	0	1,724	4,919,621
柯木	0	6,8154	0	0	0	68,154	
楠木	92,146	144,160	295,460	69,237	23,864	625,335	
烏心石	264	0	0	0	0	264	
赤楊	799	39,778	1,977	18,017	0	60,571	
槲櫟類	519,504	312,771	245,935	164,984	20,888	1,264,082	
樟樹	0	0	5,985	0	0	5,985	
檫樹	75	0	1,561	0	0	1,636	
泡桐	227	0	6,671	0	0	6,898	
其他闊葉樹	808,586	738,687	680,094	585,386	72,219	2,884,972	

資料來源：第三次臺灣森林資源調查

### 3. 林木資源保續經營

大面積森林經營依經營計畫編定，作成事業區、林班及小班等

森林區劃單元外，尚須結合經營目標與施業要素(樹種、作業法與輪伐期)，依主作業法編成作業級。森保處依國有林事業區經營計畫綱要之林木經營作業基準，棲蘭山林區檜木林之作業為針葉樹林之作業，依林木保續經營先擬妥其作業計畫包括伐木計畫及更新作業，並將各作業級之作業法明訂於經營計畫內做為保續經營之單元(表6)。

在經營計畫中，依森林作業級之屬性對於保安林區以塊狀皆伐(小面積皆伐)或擇伐更新為原則，對經濟林區則以皆伐更新為主，即於水土保持的考量，由原有的順坡造林以塊狀及帶狀的皆伐為原則，皆伐作業跡地施以栽植造林。如為擇伐作業跡地則利用天然更新法，尤其在山頂嶺脊等土壤淺薄土壤地，人工造林困難的地帶及擇伐林地嘗試用原有樹種進行天然下種更新後進行人工撫育。

由林木資源保續經營計畫，棲蘭山林區之經營作業範圍面積為37,206 ha，分屬太平山事業區及大溪事業區。其中太平山事業區乙作業級屬經濟林，森保處自成立至今，其主要經營作業地區即屬此作業級。森林開發處歷來對造林業務向極重視，其工作全由榮民林業隊自行承作，於伐木跡地造林亦注意補植及撫育作業，目前所有造林地皆已全面蒼翠成林，幾年來經由臺灣大學、宜蘭大學及林業試驗所等學術單位協助，已完成多項調查工作，如檜木大面積天然更新造林地微環境因子調查、疏伐、修枝試驗及柳杉人工林行列疏伐營造複層林等。森保處早自民國50年起棲蘭山林區執行伐木更新計畫時，因太平山事業區30至32林班地部分地形不佳且多石礫，栽植造林困難，不採皆伐作業，嘗試以留伐作業方式伐採收穫，保留檜木種木進行下種更新。

太平山事業區丙作業級屬於保安林，全部面積11,373.26 ha，13個林班(47-59)，屬森林開發處經營範圍有6,650.76 ha，8個林班(47-54)，全區除歷年少數遭受濫墾及盜伐外，林相保持完整，其地點在蘭陽溪上游，自四季至思源啞口一帶為其範圍。

另經營範圍中屬大溪事業區甲、乙作業級面積4,449 ha，12個林班(33、37-41、72-73、75、83-84、87)全屬施業限制地(甲、乙作

業級主要為經濟林，因水土保持的因素，限制其伐採收穫)，目前除 33 林班達觀山巨木群由新竹林區管理處規劃為保護區，林相保持相當完整。

大溪事業區丁作業區，面積 15,328.69 ha，43 個林班(44-46、88-107)，大部分屬於水源涵養保安林，檜木蓄積量高達 300 萬 m<sup>3</sup>，從嶺線眺望幾為純林，且大部分為珍貴臺灣扁柏，林相完整。在民國 65 年以前，即臺灣林業經營改革方案未頒布前，森保處依據保安林施業法曾施行過少部分小面積皆伐作業，每區面積不超過逾 10 ha。其後復由臺灣林業試驗所在 52 及 94 林班則地進行檜木單株擇伐研究。由於部分檜木天然林為老齡林相，枯立倒木數量多，且地被植物密集叢生，嚴重阻礙檜木下種更新，因此於民國七十二年於現有林道兩側可作業範圍內分年施作枯立倒木整理之檜木更新保育作業。目前大溪事業區丁作業級已成為臺灣少數僅存之大面積檜木天然林地區。該檜木保育更新作業在歷經國內外專家、學者實地觀摩參訪、評估、咸認本作業已達促進天然檜木林下層次生林之更新，充分發揮森林水土保持及碳吸存功能與資材有效利用等預期效益，然因部分社會人士反對，於民國八十八年七月一日起奉行政院核示停止作業。累計森保處伐木收穫作業面積，自民國 48 年至 77 年共計 7,133 ha，其中於棲蘭山林區各項伐木作業面積為 4,097 ha，另枯立倒木整理作業自民國 72 年至 88 年 6 月作業停止，累計 813 ha，分別占棲蘭山林區經營作業級面積之 11.01% 及 2.18%；占棲蘭山林區總面積之 8.94% 及 1.77%。

表 6、棲蘭山林區作業級分布位置及面積表

事業區	作業級	林班	面積 (ha)	蓄積量	
				樹種	立木材積(m <sup>3</sup> )
太平山	乙	1-5、7-27、 30-46	10,877.23	臺灣扁柏	185,425
				紅檜	99,021
				小計	284,446
太平山	丙	47-54	6,550.76	臺灣扁柏	321,509
				紅檜	128,964
				小計	450,473
大溪	甲	33、37-41、 83、84、87	3,664.00	臺灣扁柏	140,783
				紅檜	119,541
				小計	260,324
大溪	乙	72、73、75	785.00	臺灣扁柏	146,049
				紅檜	122,959
				小計	269,008
大溪	丁	44-66、 88-107	15,328.69	臺灣扁柏	2,2269,279
				紅檜	791,511
				小計	3,060.790
總 計			37,205.68	臺灣扁柏	3,063,045
				紅檜	1,261,996
				小計	4,325,041

註：大溪甲、乙級作業區：施業限制地；太平山乙級作業區：經濟林；太平山丙級作業區：保安林；大溪丁級作業區：水源涵養保安林

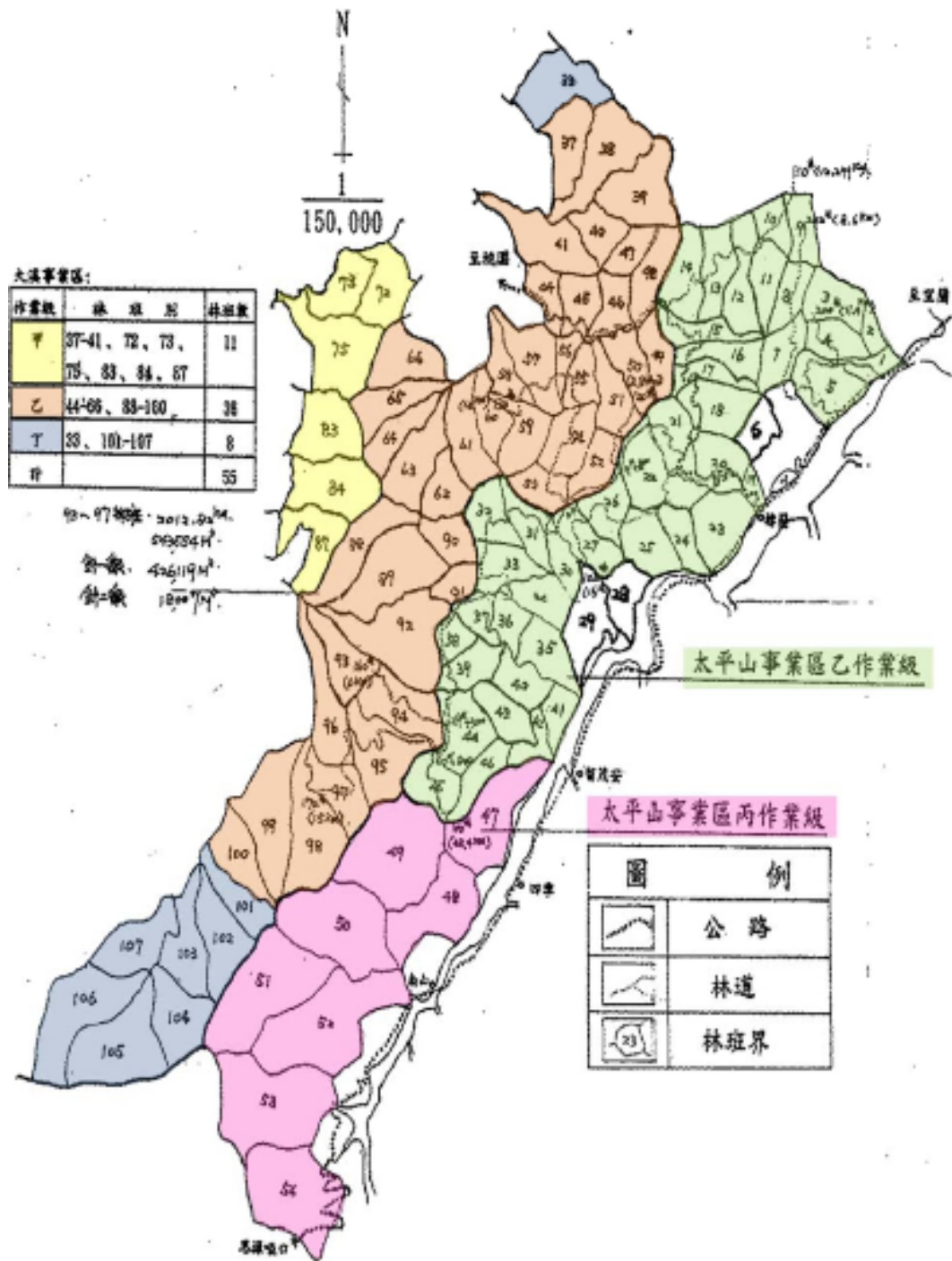


圖 85、森林開發處作業級位置圖



圖 86、早期人工伐木通常都是由兩個伐木工人一起合力進行



圖 87、現場利用鏈鋸進行木材分割



圖 88、近期以吊車進行木材拖吊作業



圖 89、近期以卡車進行木材運材作業

### (三) 棲蘭山的檜木育林與經營

森林更新建造視森林經營目標而有不同的作業方法。更新作業之基本原則為適地適種，即應先瞭解林地環境條件與樹種之生育習性而採用適宜的造林樹種與方法。造林樹種不當、造林材料不佳及建造方法錯誤往往導致造林失敗，甚至引發林地劣化。森林更新建造方法可分為二種作業方法，即人工造林法與天然造林法。在天然林未受禁伐限制前，森保處森林經營所採用之作業法，為考慮其保續經營作業，採用皆伐、擇伐併用喬林作業。棲蘭山林區森林經營依森林作業級屬性之伐木收穫與更新方法，於保安林區以塊狀皆伐(小面積皆伐)或擇伐更新為原則，於經濟林區則以皆伐更新為主，同時基於水土保持的考量，採用塊狀及帶狀之皆伐作業，跡

地造林則由原有的順坡栽植造林改施橫坡造林。如為擇伐作業跡地則採用天然更新法，尤其在山頂嶺脊等土壤淺薄土壤地，人工造林困難的地帶及擇伐林地以原有樹種進行天然下種更新後進行人工撫育管理。森保處自民國 48 年至 103 年造林面積共 9,750 ha，其中棲蘭山林區造林面積 5,525 ha(表 7)，相較該區伐木收穫作業及枯立倒木整理總面積之 4,910 ha 為多。

表 7、森林保育處歷年造林地面積統計表(單位：ha)

年度	太平山事業區	大溪事業區	合計	說 明
48	63.33	—	63.33	1. 森保處自 48 年度起至 90 年度完成棲蘭山林區太平山事業區造林面積 5,032 ha，大溪事業區造林面積 493.33 ha，共計完成造林面積 5,525.33 ha。 2. 柳杉人工林疏伐營造複層林，執行面積 69.68 ha。 3. 檜木林相整理保育更新造林地面積 321.36 ha。
49	82.57	—	82.57	
50	235.92	—	270.82	
51	25.07	—	25.07	
52	119.23	1.35	120.58	
53	139.26	—	139.26	
54	106.25	—	106.25	
55	131.81	—	131.81	
56	101.59	—	101.59	
57	128.37	—	128.37	
58	303.5	—	303.5	
59	300.59	—	300.59	
60	106.17	—	106.17	
61	322.84	—	322.84	
62	72.92	12.61	85.53	
63	274.94	—	274.94	
64	443.89	25.13	469.02	
65	413.49	40.57	454.06	
66	136.86	63.84	200.7	
67	217.89	5.65	223.54	
68	383.43	—	383.43	
69	214.17	—	214.17	

年度	太平山事業區	大溪事業區	合計	說 明
70	69.37	—	69.37	
71	335.61	—	335.61	
72	70.67	—	70.67	
73	16.06	20.05	36.11	
74	29.51	—	29.51	
75	40.09	4.7	44.79	
76	50	4.52	54.52	
77	18.93	7.47	26.4	
78	18.62	26.22	44.84	
79	5.73	23.05	28.78	
80	4.09	18.16	22.25	
81	3.73	10.01	13.74	
82	8.3	11.59	19.89	
83	16.32	31.21	47.53	
84	15.89	26.31	42.2	
85	2.15	24.5	26.65	
86	—	22.97	22.97	
87	—	30.73	30.73	
88	—	25.93	25.93	
89	2.56	33.94	36.50	
90	0.28	22.82	23.10	
合計	5,032.00	493.33	5,525.33	

### 1. 人工林建造與經營

森保處設立初期在民國 50 年代對棲蘭山中低海拔地區之闊葉林，以林分生產力低，為改善林分生產收穫，實施皆伐作業後實施林相變更方式，改種經濟利用較高之針葉樹種苗木，於伐木跡地人工栽植造林。在臺灣光復初期至民國 60 年代前，因柳杉林木樹幹通直，木材利用率高，造林成活率高且林木初期生長快，且承襲臺灣較嫻熟之柳杉造林技術，包括苗木培育、栽植造林方法，因此多以柳杉為主要經濟

造林樹種，建造為單一樹種的柳杉純林迄今棲蘭山林區柳杉人工林面積約 2,768 ha，主要在民國 50 至 60 年代栽植造林，目前均已成林，形成整齊一致人工林相景觀。

## 2. 柳杉人工林撫育管理與複層林營造

森保處早期於棲蘭山林區中、低海拔伐木跡地多栽植為柳杉人工林，造林面積有 2,768 ha，經歷年實施林分初期的除草撫育作業，迄今皆已成林。對人工林經營管理，須施行林分中後期的疏伐撫育，以維持林分完整性及促進林分生產。然由於柳杉林均為單純林相，林分生態組成及結構較簡單，致迭遭鼠害，且柳杉林木因社會需求變化，經濟利用亦偏低，已為臺灣柳杉人工林經營上之迫切課題。因此森保處於棲蘭山林區柳杉人工林進行行列式疏伐撫育，並於疏伐帶內栽植高價值之鄉土針葉樹種苗木營造複層林之先驅性試驗，圖調整原柳杉單純林之林分結構，增加生物歧異度，並促進柳杉生長及維持其生態之穩定性，以利林地生產力及林木品質提升，作為後續改善柳杉人工林為複層林之參考。栽植之苗木就生長而言，以香杉及臺灣杉最優，其次為紅檜，而臺灣扁柏則較緩。惟生長較優之香杉及臺灣杉易遭風折及風倒之為害，而香杉則除遭風害之外，造林木遭松鼠嚼皮為害。因此，從經濟觀點及適地適種考量，臺灣扁柏及紅檜可選作為棲蘭地區之主要造林樹種，將柳杉人工造林，以複層林營造方式形成柳杉檜木林混合之林相。

鑒於檜木資源永續經營之理念及棲蘭山之部分柳杉林分因生長差，亦嘗試將生產力低之柳杉林分逐步更新復育為檜木林。藉由疏伐柳杉調整柳杉人工林空間結構以改善柳杉林生產外，由釋放之林地空間可提供附近檜木下種更新之試驗。於棲蘭山大溪事業區 53 林班 130 線 1K 處(圖 90)及太平山事業區 33 林班 100 線 16K 處之柳杉林(圖 91)，在 2007 年 1 月完成疏伐作業，分別於該二處柳杉疏林與臨近之檜木天然林設置收集網，定期調查柳杉疏伐林內下種供應及分析種子活性，探究柳杉林疏伐後檜木的天然下種之更新潛力。同年 4 月完成檜木更新造林操作處理，面積約 3 ha，調查項目包括檜木栽植苗之生長與存

活率、種子發芽率及成苗密度及天然更新數量等。經行列疏伐後，由於紅檜下種量及發芽率均較臺灣扁柏高，顯示此區之紅檜下種更新潛力高於臺灣扁柏。但柳杉疏伐林受周遭檜木母樹種子供應及飛散分布影響，檜木種子下種量低，同時配合栽植檜木苗、檜木種子撒播與集約整地除草處理，以尋求適宜之檜木更新復育作業方式。初步成果以檜木栽植處理，可有效逐步改變林相為檜木人工林。以檜木種子撒播作業，可提高檜木苗的比例，輔助改善為檜木與闊葉樹混合更新之林相。由小單位行列疏伐柳杉純林，採針闊葉混合之更新，建構以經濟利用與多樣性並重之人工林經營模式，同時配合檜木更新技術將劣化的柳杉林逐步復育建造為原生樹種之檜木林。

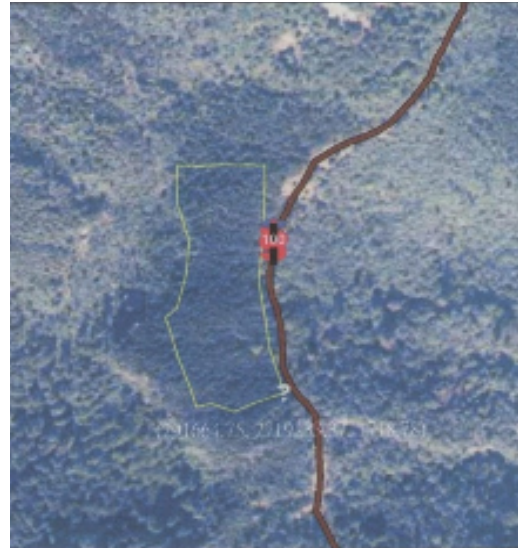


圖 90、130 林道柳杉疏伐林位置圖

圖 91、100 林道柳杉疏伐林樣區位置圖

### 3. 檜木苗培育

森保處為永續經營檜木資源，從事檜木苗培育與造林作，每年培育臺灣扁柏及紅檜為主之苗木數十萬株。臺灣扁柏及紅檜造林方式以人工栽植為主，栽植所需苗木經林業苗圃先行培育，苗木品質優良與否，關係造林成效至鉅。優良的苗木品質源自成功的苗圃經營管理。因此林業苗圃經營為林業經營計畫中不可忽視之基礎工作。早期造林是以林木種子直播造林或培育裸根苗提供為造林苗木，裸根苗培育即為種子播於苗床土壤後直接發芽育苗，待苗木成長至一定大小後挖取

苗木為造林材料，因苗木直接挖掘，根部裸露出土，故稱之裸根苗，傳統上苗木培育技術即以裸根苗培育起始。裸根苗不論在苗圃培育或是造林上均具有其優點，但在苗木作為造林栽植材料，因苗木搬運時損耗大，且受氣候、交通、造林時節及林地環境限制大，往往造林成效差。森保處於民國 48 年時即開設棲蘭苗圃，大量培育苗木提供大甲溪及棲蘭山林區造林。棲蘭山區全年濕潤霧濃，適於柳杉生長，初期苗木培育以柳杉苗為主，為因應棲蘭山區森林保續造林更新之需，於民國 50 年於池端(現在的明池)設置長期性之森林苗圃(圖 92、圖 93)，面積 2 ha，以培育臺灣原生針葉樹種苗木為主，尤其是臺灣扁柏及紅檜，尚有臺灣肖楠、臺灣杉及巒大杉等，均為棲蘭山區天然林重要的針葉樹種。

民國 51 年於大甲溪林區設置思源苗圃，培育臺灣二葉松等樹種之裸根苗，因高冷氣候且乾濕季分明致裸根苗造林不易，時經農復會康瀚技正等育林團隊實地指導，試用塑膠袋育苗，以塑膠布材料開發育苗之塑膠袋，苗木以塑膠袋盛土培育，為塑膠袋帶土苗，苗木生長至出栽大小時苗木即帶土搬運搬運至造林地，造林成效優異，屢獲評頒為臺灣造林績效特優單位，所建立塑膠袋育苗技術已廣為臺灣林業單位造林之應用。整體苗木培育技術，包括採種、種子處理、苗圃整地、播種育苗及苗木撫育管理、苗木搬運等，歷經林業專家學者指導，由森保處員工長期實地操作訓練，明池苗圃每年培育檜木等針葉樹苗數十萬株，除供應棲蘭山區造林之需外，同時提供相關林業單位造林材料。



圖 92、早期明池苗圃



圖 93、明池苗圃進行育苗作業

#### 4. 檜木天然更新造林

棲蘭山林區早期森林開發處階段(森林保育處前身)依森林經營計畫進行伐木與造林作業，鑑於棲蘭山林區多為高價值的天然檜木過熟林相，森林保育處基於檜木資源永續經營利用，擬訂棲蘭山林區檜木育林更新措施。在 1960 年初即嘗試以非皆伐方式收穫木材，包括留伐及擇伐作業，以減低對森林破壞，同時施作檜木下種更新之天然造林作業。同時配合臺灣林業政策不再伐採天然林木，在已建立之檜木天然更新技術下，自 1986 年起於主要林道兩側逐年局部性伐採枯倒木配合檜木更新造林，建構為檜木資源經營區域，已形成各種檜木更新林，至 1999 年經停止作業，除外尚保留大面積之檜木天然林。

檜木天然更新是以檜木種子為繁殖更新材料。因此更新作業的成功與否，取決於種子供應、下種種子發芽的效性以及苗木生長適應能力。由不同的天然更新技術可建造成不同的林分類型，因此除需考量樹種條件外亦視經營目標而定。天然更新技術之運用，首需注重保續樹種之生態特性與其生育習性，在 1960 年代相關資訊相當有限情況之下，森林保育處屢經試驗摸索，建立起檜木天然更新之作業模式殊屬難得。

##### (1) 檜木留伐天然更新作業

森林保育處早期在棲蘭山林區執行伐木更新計畫時，因太平山事業區 30 至 32 林班地部分地形不佳且多石礫，栽植造林困難，伐木收穫不採皆伐作業，嘗試以保留檜木優良母樹作為種木，實施天

然下種更新，即為留伐天然更新造林法(圖 94)。由於臺灣造林經營原多採人工造林法，對天然更新造林技術尚缺乏經驗與信心，森林保育處考量棲蘭山區為檜木天然分布區域，在氣候環境因子適宜的條件下，首創檜木留伐天然更新方式來建造森林；作業方式為將伐木跡地優良檜木母樹數株，選為種木分群保留，加上跡地外圍之檜木母樹，做為天然下種更新之種子來源。森林開發處早在民國 50 年就先行擇地試辦檜木天然下種更新作業，於經營範圍太平山事業區第 31、32 林班獲得成功，並訓練瞭解實務經驗後，復於民國 61、64、65、66 及 68 年等 5 年分別在太平山事業區第 9-15 林班，第 30-32 林班以及大溪事業區第 94 林班等地繼續實施檜木天然下種更新及造林作業，共完成 16 個伐區更新，面積合計達 311.67 ha。經於民國 63、67 及 73 年分別對該等天然更新林辦理普查，以及自民國 78 年承行政院農委會經費補助辦理 10 年撫育管理計畫，經委請台大森林系與林業試驗所合作調查結果證實均已獲致全面性成功，目前皆已蒼翠成林。此大面積檜木天然更新林亦成為國內外專家學者觀摩見習之重點場所，學術研究單位亦在此區設置試驗地進行檜木天然更新、林分生長研究、森林撫育施肥、生育環境及生態等各項研究。



圖 94、檜木留伐天然更新作業

## (2) 檜木擇伐天然更新作業

前項留伐作業是自伐木收穫計畫之伐採跡地中留存少數的優質母樹為種木提供下種更新材料，再配合水平帶狀整地實施林下造林並集約撫育管理。擇伐作業則是分期選擇已達成熟林分之林木或老木予以伐採收穫，並由其週遭林木進行下種更新，實施方式可分單株擇伐、群狀擇伐或帶狀擇伐。若定期施行循環擇伐作業，其兩次擇伐之間隔年數稱為回歸期(循環期)，如輪伐期為 50 年，其回歸期為 5 年，即每隔 5 年擇伐乙次，所建造之新林分乃形成 10 個齡級之異齡林林相。其林相不同於前述皆伐、留伐更新方法所形成之同齡林林相。在林分收穫與更新過程中可定期提供林木生產收穫，同時受環境災害、生物災害較同齡林為小，可提供較多樣的野生動物棲息環境與森林景觀。但作業成本較昂貴，技術較困難且需熟練，致需經嚴謹規劃、監測與評估。森保處以棲蘭山區檜木老齡林，林相老化生產力已衰退，基於檜木資源永續計畫，森林保育處為臺灣高山地區珍貴天然檜木林合理永續經營，就部分已呈老化之檜木林與臺灣林業試驗所合作施行擇伐作業試驗研究，於以大溪事業區 94 林班 1 小班及 52 林班 4 小班為適當回歸年擇伐區，採單株擇伐法，實施每木調查，先選出過熟的及不健全之老齡立木，再就已呈擁擠之較大徑級健全檜木施以擇伐更新試驗。本項計畫於民國 65 年秋擇伐作業，並依照計畫實施天然更新之整地工作，分別為集約整地、粗放整地、對照組三種。林業試驗所其後歷年均派員實施試驗地撫育刈草工作及調查幼木生長並研究分析，其間並曾發表多篇報導試驗成果，經調查報告林相擇伐後 5 年之生長，發現確較對照組為優良。對照區(兼做為永久樣區)並未增加枯立木及風倒木等株數。因此可知天然生檜木林中，其生長量雖甚緩慢，但其有瑕疵的老齡木之枯損亦甚緩慢。故若無其他因子如火災所破壞，則可維持其優美檜木林之景觀。欲在天然生檜木林實施擇伐作業，必須注意兩項：即擇伐數量與擇伐對象。至於林中健全之幼、壯齡檜木應絕對保留，否則擇伐過強，留存木容易遭受風倒與枯死。於 12 年後之調查建議，對單株擇伐作業之實施，擇伐與整地時期需與檜木種子之結實年度相

互配合。集約中耕整地之作業，雜草等地被植物之根掘除。惟集約整地下種更新後因繁殖更新之稚樹過度密集，必須實施除伐作業，期以培育為具高經濟價值之臺灣扁柏複層林。擇伐區之臺灣扁柏幼苗呈現優勢，大量出現，對照區幼苗稀少，顯示擇伐確能誘導檜木天然下種更新。以擇伐度為 25-40 % 時，均能達到預定目標之 90 % 的天然下種更新。天然檜木林擇伐更新歷經臺灣省林業試驗所十餘年來之研究觀察，目前試驗區上層留存檜木健康高大，下層幼齡木密布茂盛(圖 95)，深獲學者專家及各有關單位、社會團體所稱讚，譽為是最合乎生態性經營的作業方法，值得推廣應用。臺灣省林業試驗所近又將密生幼林實施中、後期撫育疏伐作業，並完成單位面積保留不同株數及修枝試驗區，繼續研究觀察其成林過程。該項檜木擇伐研究試驗以成為林業經營示範觀摩範例(圖 96)。如在事業區作業級制定回歸年及擇伐度，維持臺灣檜木再生資源達成永續經營，同時可兼顧自然生態保育，林相景觀，國土保安，水源涵養，保護野生動物及寶貴資材利用等多邊效益。因留存木均為建壯林木，林地再經適當整理，天然下種效果至為良好，現皆成林。



圖 95、檜木林擇伐天然更新作業下，不同齡級的檜木形成上下分層



圖 96、檜木林擇伐天然更新作業試驗地

### (3) 枯立倒木整理更新造林作業

森林保育處鑑於轄棲蘭山林區內檜木林多為老齡林，由於老熟退化之檜木天然林生產力低，檜木枯倒木堆疊於林地，腐朽相當緩慢，限制下落種子著土。於大溪事業區丁作業級現有林道兩側可作業範圍天然生檜木林，枯立倒木為數頗多，如該等枯立倒木任其置散於林地，基於有下列不良後果：

- A. 影響水源涵養功能，枯立倒木如不予清理則將阻礙檜木次生林更新，且因林木分布不均，浪費林地生產力及降低水源涵養之功能。
- B. 容易引起森林火災，枯立倒木均已風乾，有擴燃危險且極易遭雷殛而引起森林火災。
- C. 影響水庫安全，倒木如遇颱風豪雨，易被洪水沖移至附近溪流、阻礙河道，如漂流至水庫又易損毀水庫堤壩，影響水庫安全。
- D. 森林資源未予妥善利用，枯立倒木久置林地不予搬出利用，形成國家資源之損失，且易引起盜伐、盜運等不法情事，並影響

鄰近生立木健康生長。

森保處於民國 72 及 73 年度依據「臺灣區國有林產物處分規則」之規定以災害木編訂專案整理計畫函石門水庫管理局與林務局層轉至中央林業主管機關獲同意辦理。自 75 年度起至 88 年度，在大溪事業區現有林道，包括 120、130、100、160 及 170 林道兩側可作業範圍分年分區整理(圖 97)，每年整理數量為立木材積 5,500 m<sup>3</sup> 為原則，每年預定整理地點均會同林務局有關林區管理處實施每木調查，然後編擬年度整理計畫專案報請臺灣省林務局層轉行政院農業委員會核定實施，共計 812.99 ha。整理作業採架空集材嚴格禁止傷害生立木之方式，編擬枯立倒木整理保育專案計畫，並實施保育更新作業後並依林產處分規則之規定，由林區管理處派員施行跡地查驗(圖 99)。尤其臺灣檜木材質不易腐朽之特性，留置林床不易分解形成資源浪費(圖 98)。移出地表部分倒木，除可供檜木殘材經濟利用外，釋放之林地空間實施帶狀整治地表以利檜木下種著床發芽繁殖更新。枯倒木處理保育更新作業是以不伐生立木情況下促進林冠孔隙更新，此與保留伐或擇伐更新作業需砍伐生立木之狀況不同。森保處於民國 75 年至 82 年進行第一期枯立倒木整理保育更新作業及民國 83 年至 88 年之第二期作業，第二期因故致枯立倒木整理僅至 88 年 6 月底(表 8)。

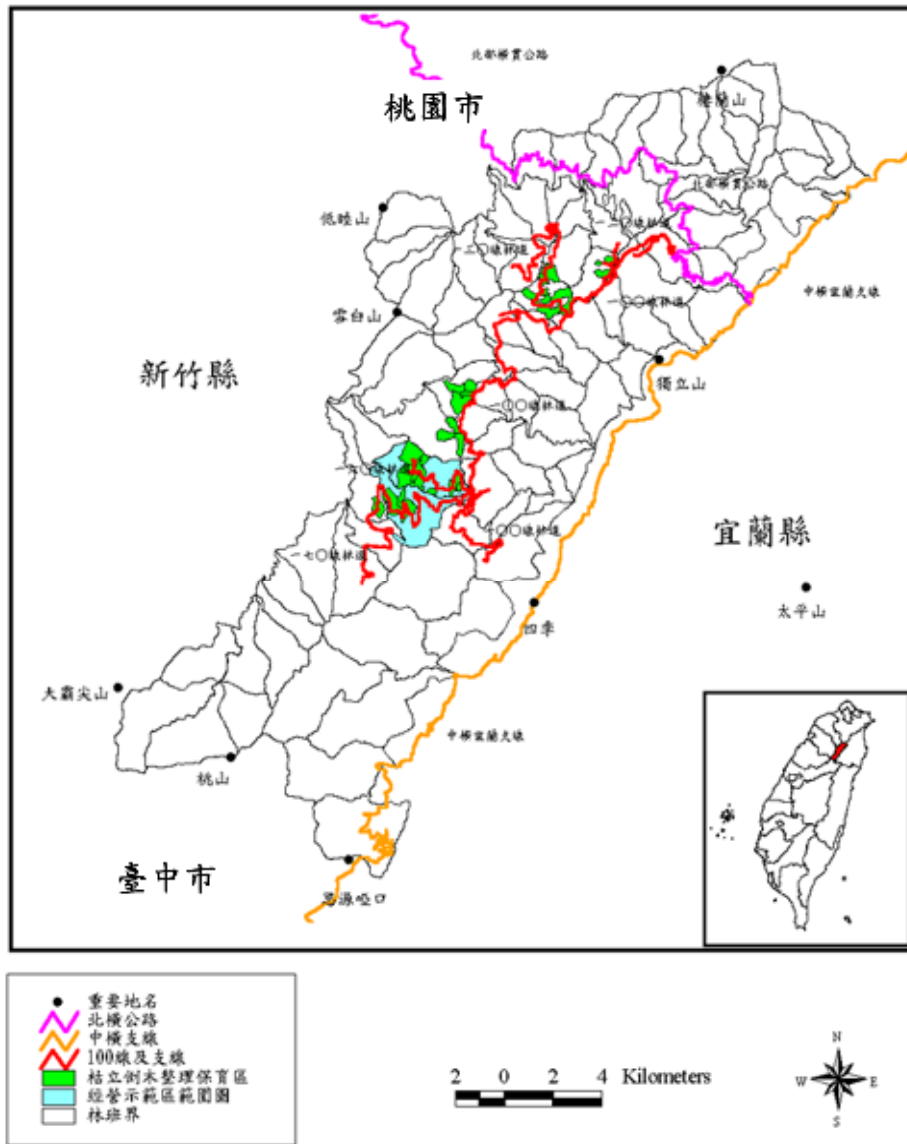


圖 97、棲蘭山林區天然檜木林枯立倒木整理保育區位置圖



圖 98、林地中枯立倒木



圖 99、枯立倒木整理更新造林地調查

表 8、歷年枯立倒木整理與保育更新面積統計表

計畫年度	林班別	面積 (ha)	原木 (m <sup>3</sup> )	枝殘材 (噸)	作業時間	保育更新面積 (ha)
75	95、96	81.59	6,961.88	3,347.18	75.12-77.07	4.7
76	94	38.79	5,765.88	6,135.47	75.12-77.07	4.52
77	94	107.35	9,438.91	7,197.86	76.11-78.11	33.69
78	94	82.24	5,213.18	5,227.77	77.11-79.06	23.05
79	92、94、95	54.57	5,165	4,297.1	79.06-80.03	18.16
80	91、92	65.1	5,510.73	7,637.54	80.11-81.12	10.01
81	91、92	54.79	5,179.24	6,256.43	81.10-82.09	11.59
小計		484.43	43,234.82	40,099.35		105.72
83	53、92	49.56	5,266.66	4,970.73	83.06-84.07	31.21
84	53、92	90.85	5,075.69	4,849.02	84.06-86.05	26.31
85	50、53	73.31	4,290.7	5,044.96	85.01-86.12	24.5
86	52、53	45.83	3,992.26	5,256.8	86.09-88.01	22.97
87	52、53	69.01	3,994.58	6,055.61	87.08-88.06	30.73
小計		328.56	22,619.89	26,177.12		135.72
合計		812.99	65,854.71	66,276.47		241.44

為達成更新保育目標，枯立倒木之伐採用控制倒向之繫留伐木作業，嚴禁損傷生立木及林地。整理區內之枯立倒木必需予以整理搬出並採用下列措施：

- A. 採用落轆式架線法(Falling block system)或泰勒式架線法(Tyler system)等架空集材，依規定利用現有林道為採運基線，為避免碰傷其他立木，於集材時張掛多處滑車道轉材，必要時配合改良式之高架線方式，採用方式有下列 5 種：
- 循環落轆式：上坡雙邊橫向集材。
  - 多段循環落轆式：上坡彎曲多段架設。
  - 改良落轆式：上坡長距離集材。
  - 循環泰勒式：上坡雙邊橫向集材。

e. 多段循環泰勒式：下坡高空轉接集材。

B. 各級管理人員除平時技術指導且嚴加督促現場依規定作業外，於作業結束後依林產物伐採查驗規則第十九條規定會同林管處辦理跡地查驗。

#### (4) 枯立倒木整理更新保育措施

在臺灣林業經營多以人工造林作業之中，森林保育處的歷年來天然下種更新技術實為執檜木天然造林技術之牛耳。

枯立倒木整理區為保育更新，促進次生林迅速生長，將枯立木、風倒木整理外、枯立木之梢材、風倒木之根株、梢材、破損廢材等一併集中清理以利林地整治。枯立倒木集材作業結束後，即配合該整理區檜木種子成熟下種前，在原無立木及立木稀疏之作業跡地施作橫坡水平帶狀整地，或以小塊狀整地，實施雜草、灌木清除，並施以 30 cm 寬中耕培土，或以每間隔 5-10 m 整理一面積約 4 m<sup>2</sup> 之小塊狀等林地整地，以利下落種子能著床土壤發芽更新；同時對於枯立倒木整理區內原有天然生之紅檜、臺灣扁柏、臺灣杉、香杉等高級經濟樹種幼苗加以必要之保育，促進原生種苗更新；必要時栽植苗圃之檜木苗。於檜木林林冠孔隙下經由枯倒木整理釋放林地空間促進種苗庫更新、天然下種更新及人工栽植等三種更新保育作業方式。此等更新成效經專家學者及有關機關多次勘察，咸認為森林保育處枯立倒木整理之更新處理木，為保安林更新保育成功之範例。

期間國立臺灣大學森林系李國忠教授在「中高海拔地區森林作業之影響與經濟效益評估枯立倒木整理保育作業」80 年度研究成果報告(農委會委託辦理)。早期整理保育更新地之下層次生林，目前分布茂密，生長良好，已成林在望。歷年施行保育更新處理面積共計 241.44 ha，枯立倒木整理保育作業之實施可加速次生林生長建造複層林，林相鬱閉，保育森林資源，發揮森林公益及經濟效果，故除能使整理區減少盜伐、盜運等不法情事之發生外，尚能充分發揮森林之保安與經濟效用。森保處為評估歷年執行之枯立倒木整理保育更新成效，於民國 91 年復委託國立宜蘭大學就歷年枯立倒木整理保

育更新作業地區進行成效評估調查。

評估林木天然下種更新成效之三要項，除種子供應與分布外，尚需考量其種子發芽成苗及林木生長適應之效性，雖然無整理作業擾動之檜木林亦有更新苗出現，但經林床中耕整治有利於下種種子之發芽成苗。僅進行枯立倒木整理之林分及無作業之林分樣區檜木苗株數較少，其中之差別主要在於經作業處理後，尤其林地中耕整治有利於檜木種子之林地土壤著床更新，天然下種株數呈倍率之增加，由下種苗的苗高一株數分布亦說明陸續有下種發芽成苗之發生。在枯立倒木移除與中耕整地作業應於有效下種供應期前實施，亦即需配合其結實豐年及掌握其有效種子供應期。

由各年度之檜木保育更新林分樣區之檜木株數密度及林分垂直結構分布，均有不同的表現，且在樣區間差異亦大，顯示檜木之更新生長受林分組成，如母樹留存株數、位置、地形、結實週期性及林分環境影響其更新成效。由歷年枯立倒木整理保育更新調查，呈現不同的更新方式與時間，更新建造形成不同的檜木林的組成與結構，亦影響更新成長幼樹之空間、徑級(或齡級)結構之分布而形成不同的森林類型。亦即以多元之更新保育作業可營造多元之檜木森林生態體系。目前已完成棲蘭山檜木林枯倒木整理保育更新作業初期之基本調查與檢討，其時間效應與動態則需長期監測評估。

因此為促進檜木天然更新以永續經營森林資源，保育更新作業之實施除考量檜木之生物與生態特性外，亦應有其檜木資源之經營目標策略營造多樣之檜木林，例如事先規劃棲蘭山檜木天然林之經營區劃，對未經枯立倒木整理之林分，可保留檜木天然林自行更新演替，提供學術研究與保育教育，如規劃屬於檜木資源經營區則依檜木資源永續經營目標更新建造形成多樣性之檜木林。

## 五、棲蘭山檜木林的永續經營

### (一) 永續經營的意涵

由於全球森林資源的持續損失，「永續林業」一辭，早已跳脫理念的層級而成為全球性的公約。

舉凡蒙特婁林業永續發展準則與指標(C&I)的訂定、綠色消費市場認證與標章(C&L)制度的建立、ITTO、CIFOR 熱帶森林永續發展 C&I 的編訂，乃至世界各國在歷次會議與協議中，針對永續林業所作出的承諾等，在在都表明了此一世界性潮流的重要性與強制性。

臺灣為地球村的一員，在全球經貿關係及政治的壓力下，無論意願高低，都將順應此一不得不然的林業改革潮流。生態系經營旨在因應環境變遷與社會訴求，結合森林生態學與環境倫理學之理論與內涵，調整林業經營的觀念與作法，以求林業之永續發展，此等經營理念發展至今，已成世界各國之共識。惟生態系經營牽涉範圍甚廣，各項工作之推展亦都處於嘗試階段，尚無一制式的作業規範可資依循。

森林資源經營管理之指導原則有：(1)經濟性原則：即是以經濟利益收穫最大為主；(2)公益性原則：即是發揮森林對人類之各種效能；(3)永續性原則：即是達成森林生態系之永續發展。林業的終極目標是為全體國民謀求最大的福祉，林業是百年大計的長期投資事業，因應時代的變遷趨勢，現階段林業推展的方向，不僅是為當代全體國民，更須考慮為後代子孫，保育並建造更多的森林資源，充分發揮森林生態系統的整體效能。

## (二) 棲蘭山檜木林生態系永續經營

行政院農業委員會於民國 87 年積極推動森林生態系經營計畫，由林務局、林業試驗所及大學等單位辦理以適應性經營之理念，於臺灣各處林區進行示範先驅計畫。檜木為臺灣珍貴森林資源，在臺灣林業經營上占有重要地位，森林資源永續發展為林業經營之指導原則。森林生態系經營是全球性現在及未來森林經營的方向，許多國家正在開始及摸索中，德國森林生態系經營行之有年。農委會為推動加強生態系經營計畫，邀請德國林業專家高級研究員 Dr. Johst-Micheal Shroeder 等人，於 87 年 6 月來台「指導生態系經營的設立及實施方法」，並至棲蘭山林區 160 線於現場參訪，對生態系經營調查樣區設立於大溪事業區 94 林班之天然林檜木林內且自成一局部集水小區，涵蓋嶺線、溪溝，不同地況坡度，曾作業地及原生林

地，殊為正確又結合現場作業人員經驗，學者、教授專家意見，並實地參與，相信能營造一檜木天然林未來生態系經營模式。林業試驗所楊政川所長、臺灣大學孔繁浩教授等人參訪生態系經營示範計畫(88.3.25)，建議本計畫應加入濱水環境的生態調查，當地社會環境的要求應列入，尤應加強養分及水文循環的監測。美國西北林務署及奧立岡州立大學與中美森林生態經營研討會人員於 89.9.22 至本經營區指導討論長期監測等研究事宜。

為使檜木資源永續保育與利用更可落實在生態系經營，在行政院農業委員會推動森林生態系經營計畫下，輔導會森林保育處與國立宜蘭大學、國立臺灣大學等學校合作辦理棲蘭山森林生態系經營示範計畫，本計畫以森林生態系經營理念，以適應性經營模式保育檜木天然資源，即依檜木生態系統組成維持檜木林結構之完整性，維護森林生態系之功能，如水源涵養、野生動物棲息地保護或水土保持。經由共同組成棲蘭山林區天然檜木林生態系經營小組，舉辦多次籌劃研商會議並會同現場人員擬定，以棲蘭山 160 及 170 林道之大溪事業區 94 及 95 林班範圍天然檜木林，配合地形走勢所形成之集水區，面積 1,091 ha，海拔分布 1,500-2,200 m 為本生態系經營區(圖 97)。並設置試驗樣區，於三年期間進行檜木林生態基本資訊調查，包括檜木資源、檜木林組成結構、動物資源調查與棲蘭山林區歷年檜木林經營、枯倒木整理更新作業成效評估等資訊，建構棲蘭山檜木林經營歷史。

### 1. 生態系經營示範區資料建檔及數值化

由棲蘭山林區之大溪事業區 94 及 95 林班之範圍所形成之集水區為天然檜木林生態系經營示範區，進行生物資源及生態環境資料調查結合地理資訊系統作業，建立棲蘭山天然檜木林生態系經營示範之基本資料。並以森保處大溪事業區歷年枯立倒木作業每木調查資料進行彙整，做為檜木天然林生態系經營方案規劃之參考依據。

建立經營示範區檜木資源及植群分析瞭解棲蘭山天然檜木林之組成與空間結構分布變化及建立天然檜木林蓄積量調查技術。棲蘭山林區檜木枯立倒木調查估算其數量與分布比例，建立枯立倒木整理作業之基本資料，並就整理作業對生物組成變動之效應分析，尤其生態歧

異度、物種多樣性之探討，建立其評估技術與進行長期監測。

## 2. 檜木生態系經營區檜木資源調查

天然檜木林常位於中高海拔霧林帶中，地形起伏變化很大，在森林調查工作上較為困難。有鑑於此，精密監測林分結構與蓄積量的變化，是評估各種營林作業效益的重要指標之一。檜木林分常位於地勢較差之地，且植生狀況複雜，調查相當困難，為有效率地提高調查的精確度。採結合雙重取樣與變動面積取樣法，進行天然檜木林分積蓄之推估，經實際野外調查與研究結果顯示，變動面積取樣較固定面積樣區有效率，並且由於斷面積和材積具高度相關，故雙重變動面積取樣能更進一步有效率地提高調查的精密度。

於 94 及 95 林班內檜木生態系經營區之檜木資源相當豐富，以現有資料推估，每公頃平均檜木蓄積量(含枯倒木材積)當在 800 m<sup>3</sup> 左右，而在 95 林班部分林地，平均每公頃檜木蓄積量應高達 1,100 m<sup>3</sup>。整體而言，該兩林班檜木所佔之比例平均約在 70 %，依第三次臺灣森林資源調查之林型定義，該集水區屬檜木林型。

表 9、生態系經營示範計畫樣區檜木資源調查統計表(調查日期：88 年 5 月)

位置	編號	調查明細			檜木蓄積查				枯立倒木蓄積調查			
		樹種	株數	材積(m <sup>3</sup> )	樹種	株數	材積(m <sup>3</sup> )	百分比	樹種	株數	材積(m <sup>3</sup> )	百分比
原始林區 (23.84ha)	2	扁柏	4	89.89	扁柏	4	89.89	78.75	扁柏(枯)	1	28.77	40.56
		雜木	12	24.25					扁柏(枯、欠)	2	17.52	
		小計	16	114.14		4	89.89		小計	3	46.29	
	3	扁柏	4	30.09	扁柏	4	30.09	35.21	扁柏(枯、欠)	3	30.51	35.70
		雜木	23	55.37					小計	3	30.51	
		小計	27	85.46		4	30.09					
	4	紅檜	1	15.71	紅檜	1	15.71	26.24				
		雜木	28	44.17								
		小計	29	59.88		1	15.71					
	7	扁柏	10	202.66	扁柏	10	202.66	91.10	扁柏(枯、欠)	1	3.41	10.28
		紅檜	1	46.20	紅檜	1	46.20		扁柏(倒)	1	24.66	
		雜木	24	24.30					小計	2	28.07	
小計		35	273.16		11	248.86						
8	紅檜	3	20.75	紅檜	3	20.75	48.02	紅檜(倒)	1	14.22	32.91	
	雜木	15	22.46					小計	1	14.22		
	小計	18	43.21		3	20.75						
12	扁柏	13	131.89	扁柏	13	131.89	95.89	扁柏(枯)	1	0.56	3.51	
	雜木	12	5.65					扁柏(倒)	1	4.27		
	小計	25	137.54		13	131.89		小計	2	4.83		
小計			150 (250)	713.39 (1189)		36 (60)	537.19 (895)	75.30		11 (18)	123.92 (207)	17.37
枯立倒木整理區 (16.16ha)	1	扁柏	13	13.35	扁柏	13	13.35	11.97	扁柏(枯)	2	5.41	8.44
		鐵杉	51	79.89					扁柏(倒)	1	4	
		五葉松	5	17.99								
		雜木	1	0.32								
		小計	70	111.55		13	13.35			3	9.41	
	5	扁柏	10	101.01	扁柏	10	101.01	75.21				
臺灣杉	2	21.05										
鐵杉	2	7.34										
鐵杉	7	4.91										
雜木												

	小計	21	134.31		10	101.01					
6	扁柏	6	95.20	扁柏	6	95.2	81.47	扁柏(枯、欠)	1	11.12	13.09
	雜木	23	21.65					扁柏(倒)	1	4.18	
	小計	29	116.85		6	95.2		小計	2	15.3	
9	扁柏	22	71.64	扁柏	22	71.64	56.74				
	鐵杉	10	18.97								
	五葉松	1	24.57								
	雜木	15	11.09								
	小計	48	126.27		22	71.64					
10	扁柏	10	79.13	扁柏	10	79.13	78.26	扁柏(枯)	2	5.89	5.83
	香杉	1	12.29								
	雜木	10	9.69								
	小計	21	101.11		10	79.13		小計	2	5.89	
11	扁柏	12	59.45	扁柏	12	59.45	75.16	扁柏(枯)	2	5.41	11.90
	鐵杉	3	11.29					扁柏(倒)	1	4	
	雜木	18	8.36								
	小計	33	79.1		12	59.45		小計	3	9.41	
小計		222 (370)	669.19 (1115)		73 (122)	419.78 (670)	62.73		10 (17)	40.01 (67)	5.98
合計 40 ha		372 (310)	1382.58 (1152)		109 (91)	956.97 (797)	69.22		21 (18)	163.93 (1370)	11.86

### 3. 檜木生態系經營區森林組成及結構調查

棲蘭山植物社會的調查在於了解檜木林植物社會的組成及結構，並針對其內部之林分空間分布做基本的調查，以供未來生態系經營與監測之基本資料。

#### (1) 檜木林植物社會間調查

分別在棲蘭山 160 及 170 林道樣區調查檜木植群，分為植物社會間的調查及 1 ha 永久樣區中植物社會內的調查。結果顯示，棲蘭山 170 林道之植群變異主要受到演替度，地形位置與海拔等因子所影響，經降趨對應分析及雙向列表比較法結果，本區植群可區分為：I. 臺灣二葉松—臺灣鐵杉型，為稜線之植群型；II. 木荷—扁柏型，為中坡之植群型；III. 狹瓣八仙花—紅檜型，為溪谷之植群型；IV. 五節芒

一扁柏型，為天然撫育下種之植群型。

## (2) 檜木林植物社會內的調查

以棲蘭山 160 林道永久樣區主要優勢種為研究對象，分析其林分空間結構分佈狀況。結果顯示優勢種僅有臺灣扁柏一種。由臺灣扁柏林木依胸徑大小分為三個等級，分為小徑木級( $2.5\text{ cm} \leq x \leq 10\text{ cm}$ )、中徑木級( $11\text{ cm} < d < 100\text{ cm}$ )及大徑木級( $d \geq 100\text{ cm}$ )，以空間聚集公式檢測，來判斷小徑木級、中徑木級及大徑木級的聚集程度，結果發現小徑木級屬聚集分佈，中徑木級與大徑木級屬逢機分佈。同時並將森林依 TWINSpan 分析將林木之更新階段分為孔隙期、建造期(中徑木期)與成熟期(大徑木期)三期，發現小徑木級之扁柏並無出現在孔隙期的小區裡，反而全部出現在中徑木期及大徑木期的小區裡，因此可推測出臺灣扁柏之幼木可在成熟林底下生存，可在樹冠下更新生存，因此臺灣扁柏可視為冠層耐陰種。至於 1 ha 永久樣區，在未來可供長期整個植物社會內塊集動態的監測。

## 4. 檜木林野生動物相調查

調查生態系中野生動物及其棲地需求，野生動物範疇廣大，但受限於經費，調查重點先以小型動物如鳥類為對象，設置樣區利用望遠鏡進行監測。目前記錄到此研究地的野生鳥類共 59 種，其中留鳥 52 種，夏候鳥 3 種，冬候鳥 3 種及過境鳥 1 種(附錄一)。由一整年的調查顯示，該地於 4 月至 7 月，鳥類種數及隻數皆特別豐富。

各鳥種中以畫眉科、山雀科、鶯科及啄木鳥科的鳥類最為優勢，其中畫眉科鳥類就占了 10 種，數量及出現頻度均高。另外，數種分布於較高海拔的種類亦有多次發現。在紀錄的 59 種鳥類中，保育類鳥種共有 28 種，其中屬瀕臨絕種的種類有林鵰、黑長尾雉(帝雉)及灰林鴉 3 種，珍貴稀有鳥類 7 種，其他應予保育鳥類 18 種。若以特有性來看，研究區內有多達 9 種之臺灣特有種鳥類，為本經營區之重要特色。

此外在不定期的調查中，共記錄哺乳類動物 9 種，有臺灣獼猴、臺灣長鬃山羊、華南鼯鼠、白面鼯鼠、赤腹松鼠、條紋松鼠、高山白腹鼠、臺灣森鼠、黑腹絨鼠及一種未能辨識之小型蝙蝠。兩棲類共有

盤古蟾蜍、梭德氏赤蛙、莫氏樹蛙及艾氏樹蛙等 4 種。爬行類共有黃口攀蜥、過山刀及臺灣赤鍊蛇。

調查結果亦發現鳥種數及隻數在 4-7 月有一高峰，其增加的種類皆為留鳥，推測與繁殖季節鳥類鳴唱及求偶活動較頻繁，且察覺度增加有關。另外在所記錄的鳥種中，僅發現一種過境鳥。本區地處臺灣之中海拔山地，但在研究期間仍記錄到不少高海拔鳥種，如煤山雀、火冠戴菊鳥、星鴉、臺灣噪眉等，整年均有出現，且數種有繁殖錄，並非隨季節變化而遷降之族群，此現象為本研究區鳥類在組成上之重要特色；由於煤山雀、火冠戴菊鳥等常喜好在針葉樹種上活動覓食，初步推測與本研究區獨特之氣候環境與以針葉樹種為優勢植群有關。另外一項鳥類的特色和啄木鳥科的種類有關：臺灣地區共有 3 種啄木鳥，在本區皆有紀錄，且其中大赤啄木及綠啄木之族群穩定。此外，組成鳥種中多以留鳥為主，畫眉科鳥類繁殖季節悅耳而富變化的叫聲不絕於耳，此為臺灣中海拔山區典型的鳥況。

棲地環境為物種生存的重要條件，物種所需之生存棲地若經營得當，則達物種多樣性的目標必可收事半功倍之效；本研究區之鳥類不僅種類繁多，且將近半數為保育類鳥種。參照中華鳥會推行的鳥類重要棲地(Important Bird Areas, IBA)之 A2 準則(多於 7 種之特有種鳥類)，此地亦符合劃設為鳥類重要棲地之標準，由此可見本研究區森林生態環境對鳥類之重要性，是非常值得重視的一項資源。

## 5. 枯立倒木整理作業效應評估

以棲蘭山森林生態系經營計畫調查資料，經由統計上重複取樣方法估算林分枯立木材積量與其所佔之比例，以瞭解該地區現有之枯倒木資源。同時利用逢機多重檢測方法比較經枯倒木整理之林分在植物種類數，歧異度及均勻度與未經整理林分之數目是否相同。結果顯示調查之集水區內，檜木總材積每公頃平均約為 800 m<sup>3</sup>，而其中枯倒木約佔 10 %，每公頃約為 80 m<sup>3</sup>。然枯倒木資源在該區空間分佈上頗不均勻，有可能與立地條件之差異有關(如衝風或背風處)。因此在未來進行枯倒木移除作業進行更新造林評估之時，該種空間變異應與特別之

考量。調查資料亦顯示，就株數比例而言，枯倒木所佔之比例甚低，然其材積比例卻相當高，由此可得知，枯倒木以大徑木居多。

由逢機多重比較法檢測得知，經枯倒木整理之林分在植物種類總數較未經整理之林分少，此種差異主要為整理過之林分其草本植物種類數較少。就歧異度而言，經整理之林分在草本層之歧異度亦較低，但在均勻度上則無區別。因此經枯倒木整理作業之林分可能形成不同於未整理林分之植物社會，有可能增加整體生態系之歧異度。

#### (1) 枯立倒木整理作業對鳥類組成之影響

在未經枯立倒木整理之樣區，共記錄到 28 種，374 隻次，而在枯立倒木整理之樣區記錄到 25 種，257 隻次，兩樣區鳥種數差異並不明顯；但經比較兩樣區出現鳥種之組成，則有明顯的差異，其中較偏好整理樣區的鳥種有大赤啄木、綠啄木及褐色叢樹鶯，而較偏好未整理樣區的種類有小翼鶉、白尾鴿、灰頭花翼、繡眼畫眉及深山鶯。初步以目視主觀判斷，經整理之樣區在移除枯倒木、整地、補植、除草等撫育過程中，森林之中下層植物數量銳減，與未經整理樣區繁茂之地表及灌木叢形成明顯的差別。以出現鳥類種數來看，於經整理與未經整理之兩樣區所記錄之鳥種數並無明顯的差別，但是將鳥類分別歸入不同的生態同功群(guild)，則可看出兩樣區間的差異，偏好未整理樣區的 5 種鳥，其物種之生態同功群屬地面蟲食(小翼鶉及白尾鴿)及灌叢蟲食者(灰頭花翼、繡眼畫眉及深山鶯)，平時皆活動於森林中下層，生性較隱密，由此可間接反應出此物種上的差異應與整理作業造成下層植被破壞與食物組成改變有密切相關。

兩樣區在植群結構上的差異主要為中下層之灌木及地被，而上層的影響則較少，結果也顯示生態同功群屬樹木蟲食者(如冠羽畫眉、白耳畫眉、棕面鶯及山雀科等)，對兩樣區的偏好則沒有差異。偏好整理樣區的褐色叢樹鶯雖也屬灌叢蟲食者，但其對棲地偏好為演替較早期的開闊地。而屬樹木啄木者之綠啄木及大赤啄木則偏好經整理的樣區，可能與扮演生活史中重要角色的樹洞分布及食物量有關，但還需配合植群結構及行為調查等資訊做進一步的研究。

實驗證實枯立倒木的整理移除作業確實對鳥類活動分布造成影響，但是此影響並非完全破壞了鳥類的棲地，而是改變了棲地上的鳥種組成。對不同作業時間及強度對植群社會結構的改變及對鳥種組成的影響、植物社會歷經時間自然演替後鳥種是否會回復、回復的狀況為何、食物種類改變及食物網結構變化對生態系各物種的影響(尤其是食物鏈高層的大型動物、猛禽)等問題，都應做持續且長時間的追蹤與監測。因此建議應選擇不同處理時間過後之數個研究地做進一步的調查，以空間換取時間，了解不同處理時間及強度之森林環境承載量及回復能力，再行評估整理移除作業是否應持續進行；若應繼續作業，則作業方式的改進，以及干擾強度的限制等則是日後有待研究的課題，以期符合森林生態學經營的原則，並兼顧林木生產及生物多樣性的維護。

### (三) 棲蘭山檜木林保育與經營

1. 學術研究
  - (1) 檜木林生態系研究基地
  - (2) 檜木林生態系學術交流
2. 檜木林的保育與經營
  - (1) 生物多樣性(保護區系統使生態完整保留)
    - ◆ 棲蘭野生動物重要棲息環境
    - ◆ 鴛鴦湖生態保留區
  - (2) 環境功能
  - (3) 建康森林生態系與檜木資源永續利用
3. 生態教育
  - (1) 教案教材編擬
  - (2) 環境教育場域
4. 社區林業

## 六、棲蘭山檜木林在世界遺產的普世價值

### (一) 世界遺產的概況(人文及自然)

#### 1. 世界遺產的分類及登入標準

世界遺產包含世界各國具有普世價值的建築群、紀念物、遺址及自然環境等，依據《世界文化與自然遺產保護條約》，將世界遺產分為三類，其分別是文化遺產（Cultural Heritage）、自然遺產（Natural Heritage）與兼有二者之複合遺產。

##### (1) 文化遺產(Natural Heritage)

文化遺產泛指在歷史或藝術上對人類具有普世價值的文化紀念物(Monuments)、建築群(Groups of buildings)或歷史場所(Sites)。

- A. 文化紀念物(Monuments)：建築作品、紀念性雕塑、繪畫、銘文、窟洞等要素或結構具有考古性質，在歷史、藝術或科學的角度上具有普世價值。
- B. 建築群(Groups of buildings)：指單獨或連續的特色建築，或者均勻的地方景觀，在歷史、藝術或科學的角度上具有普世價值。
- C. 歷史場所(Sites)：人類工程或自然與人類聯合的工程，包括考古遺址，在歷史、審美、人類學的角度上具有普世價值。

##### ● 文化遺產的登錄標準有六項：

- (I) 代表人類創意與天賦的名作。
- (II) 可藉由建築、科技、偉大藝術、城鎮規劃或景觀設計的發展，展現某一段時期或一世界文化區域內，重要人類價值觀的交流過程。
- (III) 是某一文化傳統或現存／消失文明的獨特或特別的證明。
- (IV) 是一建築物類型、建築或技術綜合體、或景觀的顯著典範，訴說人類歷史中的重要階段。
- (V) 是傳統人類居住、土地利用或海洋利用的顯著典範，代表了一種文化(或多種文化)或人類與環境的互動關係，特別在不可逆轉的變化衝擊下顯得脆弱。
- (VI) 與具有顯著全球重要性的事件、現存傳統、觀念、信仰、藝術與文

學作品有直接或明確的關聯(委員會認為此項準則最好與其他準則同時配合使用)。

● 世界的文化遺產：

A. 日本古京都遺址(京都、宇治和大津城) (Historic Monuments of Ancient Kyoto (Kyoto, Uji and Otsu Cities)

登入標準：(II)、(IV)

古京都建立於西元 794 年，建築特色仿效古代中國首都，從建立至 19 世紀中古京都一直是日本的首都，保留了日本一千多年文化中心，古京都不僅見證了日本木結構建築特色及宗教建築的發展，而且也向世人展示著日本花園藝術的變遷，現在日本的花園設計藝術已經對全世界的景觀花園設計產生重大影響(圖 100、圖 101、圖 102、圖 103)。

B. 比薩大教堂廣場(Piazza del Duomo, Pisa)

登入標準：(I)、(II)、(IV)、(VI)

比薩大教堂位於義大利中部托斯卡納省比薩城的奇蹟廣場，為古羅馬建築，外牆均由白色大理石砌成，包含四個部分：大教堂、洗禮堂、鐘樓及墓園，而比薩斜塔為大教堂旁的鐘樓，共有八層，塔高 58.36 m，直徑 16 m，重約 1.4 萬噸，建造時因地質鬆軟加上建建物太重造成傾斜，至今成為著名的觀光景點。而這個建築群對於義大利 11 世紀到 14 世紀間的建築藝術有很大的影響(圖 104、圖 105、圖 106)。

C. 中國拉薩布達拉宮歷史建築群(Historic Ensemble of the Potala Palace, Lhasa)

登入標準：(I)、(IV)、(VI)

布達拉宮自西元 7 世紀起就成為達賴喇嘛的冬宮，象徵著藏傳佛教及其在歷代行政統治中的中心作用。布達拉宮坐落在拉薩河谷中心海拔 3,700 m 的紅色山峰之上，由白宮和紅宮及其附屬建築組成。大昭寺也建造於西元 7 世紀，是一組極具特色的佛教建築群。

建造于西元 18 世紀羅布林卡，曾經作為達賴喇嘛的夏宮，也是西藏藝術的傑作。這三處遺址的建築精美絕倫，設計新穎獨特，加上豐富多樣的裝飾以及與自然美景的和諧統一，更增添了其在歷史和宗教上的重要價值(圖 107、圖 108)。

#### D. 萬里長城(The Great Wall)

登入標準：(I)、(II)、(III)、(IV)、(VI)

萬里長城位於中國，西元前約 220 年，秦始皇下令將早期修建一些分散的防禦設施，並連接成一完整的防禦系統，用以抵抗北方的侵略。長城的修建一直持續到明代(西元 1368 至 1644 年)，為世界上最大的歷史軍事設施。長城在建築學上的價值，包含歷史和戰略上的重要性(圖 109、圖 110)。

#### E. 羅馬歷史中心，享有治外法權的羅馬教廷建築和繆拉的聖保羅弗利(Historic Centre of Rome, the Properties of the Holy See in that City Enjoying Extraterritorial Rights and San Paolo Fuori le Mura)

登入標準：(I)、(II)、(III)、(IV)、(VI)

羅馬歷史中心位於義大利中部，根據神話傳說，羅馬城由羅穆盧斯和瑞摩斯於西元前 753 年修建。羅馬最早為羅馬共和國的首都，到了西元 4 世紀，這裡成為基督教世界的中心。1990 年登錄的範圍延伸至烏爾班八世時期建造的城牆，包含了羅馬市民廣場、奧古斯都大帝陵墓、哈德連大帝陵墓、萬神殿、圖拉真圓柱、馬庫斯·奧勒利烏斯圓柱等上古時期的文化紀念物，以及羅馬教廷時期的宗教及公共建築等。其中羅馬競技場為現今著名的觀光景點之一(圖 111、圖 112)。

#### F. 巨石陣、埃夫伯里和相關遺址(Stonehenge, Avebury and Associated Sites)

登入標準：(I)、(II)、(III)

位於英國威爾特郡(Wiltshire)的巨石陣和埃夫伯里石圈，這兩個保護區的巨石群，為史前建築遺跡。巨石的排列方式均呈現出特定的圓形形式，巨石群中似乎記錄著一些重要的天文意義，確切的建

造意義還不明，但這些巨石呈現出來的神聖空間與其鄰近的新石器時代的遺址是見證史前時代的無價之寶(圖 113)。



圖 100、日本京都金閣寺



圖 101、日本京都二條城



圖 102、京都御院



圖 103、清水寺



圖 104、比薩斜塔



圖 105、大教堂



圖 106、洗禮堂



圖 107、西藏布達拉宮



圖 108、西藏具宗教特色的建築



圖 109、萬里長城



圖 110、俯瞰萬里長城



圖 111、羅馬競技場內



圖 112、羅馬競技場外



圖 113、英國巨石陣

## (2) 自然遺產(Natural Heritage)

係指由無生物、生物的生成物或生成物群形成某種特徵，且在欣賞或者學術上具有顯著普遍價值(Outstanding Universal Value)之自然地域；也可定義為地質學的或地形學的生成物、生存瀕臨威脅之動物、植物棲息地、及原生地等被明確指定之地區，諸如此類在學術上、保存上以及景觀上具有顯著普遍價值者。自然遺產的登錄標準有四項：  
(VII) 包含極致的自然現象，或具有特殊自然美景與美學重要性的地區。

(VIII) 是地球歷史重要階段的顯著代表範例，包括生命紀錄，地貌發育重要進行中的地質作用，或重要的地形、地文現象。

(IV) 對於陸域、淡水、海岸與海洋生態系和動植物族群的演化發展而言，足以代表重要且進行中的生態和生物作用。

(X) 就生物多樣性現地保育而言，包含最重要且最有意義的自然棲地，特別是那些在科學或保育上具有顯著全球價值但面臨威脅之物種的棲地。

● 世界的自然遺產：

A. 日本屋久島(Yakushima)

登入標準：(VII)、(IX)

屋久島位於日本列島最南端九州島的西南端 60 公里，約北緯 30 度，具獨特的山地溫帶雨林生態系統，海拔分布至 2,000 m，由低海拔到高海拔具連續垂直植物分佈，包含山地溫帶雨林、高山沼澤地及寒溫帶竹子草原。屋久島年降雨超過 8,000 mm，造成潮濕的環境，具有豐富的溪流植物及附生植物，原始森林中保留了許多第三紀子遺植物，其生物多樣性也非常豐富，具有 1,900 種植物、16 種哺乳動物及 150 種鳥類，許多物種為屋久島特有的物種，原始森林中包含超過千年的柳杉(*Cryptomeria japonica*)神木

“Yakusugi”。日本屋久島於 1993 年列入世界遺產名錄，主要依據其特有的溫帶島嶼高山生態，及千年歷史的古老杉木登入自然遺產，該場所的面積為 10,747 ha 佔整個島嶼面積約 21 % (圖 114、圖 115、圖 116)。

B. 紅杉國家公園(Redwood National and State Parks)

登入標準：(VII)(IX)

紅杉國家公園位於北加州海岸，在加州與奧勒岡州的交界處，是世界上最古老的紅木原始林之一。紅木已在這片海岸生長了 200 萬年，樹齡平均在 500 到 700 年，樹高可達 10 m 以上。因為夏天的溫度使土壤中的水氣蒸散，讓樹林中永遠一片霧茫茫。除了森林

景觀，國家公園內的海洋生物以及陸上動物也一樣值得重視，特別是海獅、禿鷹、以及瀕臨絕種的加州褐鵝鶯(圖 117)。

#### C. 神山公園

登入標準：(VII)、(IX)

沙巴的神山公園位於馬來西亞，植物種類繁多，是世界重要植物與生態的會合地。神山具有 150 萬年古老歷史，為東南亞海拔最高的山。神山公園以熱帶雨林聞名，孕育許多特殊植物如：龍腦香科植物、蘭花、杜鵑及豬籠草，以及世界上最大的花—萊佛士花，其直徑最大可達 170 cm(圖 118、圖 119、圖 120、圖 121)。

#### D. 優勝美地國家公園(Yosemite National Park)

登入標準：(VII)、(VIII)

優勝美地國家公園位於美國加州中部，此國家公園地質為花崗岩所組成，藉由冰川作用而成不同壯觀的形態，包括懸空山谷、瀑布群、冰斗湖、冰穹丘、冰磧以及 U 型山谷。在優勝美地國家公園海拔 600 m 至 4,000 m 的區域內，具有各種各樣豐富的動植物資源(圖 122、圖 123)。

#### E. 黃石國家公園(Yellowstone National Park)

登入標準：(VII)、(VIII)、(IX)、(X)

擁有廣闊自然森林的黃石公園，成立於 1872 年，面積約 9,000 km<sup>2</sup>，其中 96 % 的土地位於懷俄明州。黃石國家公園擁有全世界幾近一半的地熱特徵地形，也是世界上最大的間歇泉集中地，其三百座間歇泉佔全球總數量的三分之二。公園也是美洲灰熊、野狼、野牛及赤鹿的棲息地(圖 124)。



圖 114、日本屋久島自然保護區



圖 115、屋久島自然保護區中的柳杉



圖 116、屋久島柳杉神木展示



圖 117、美國紅杉國家公園

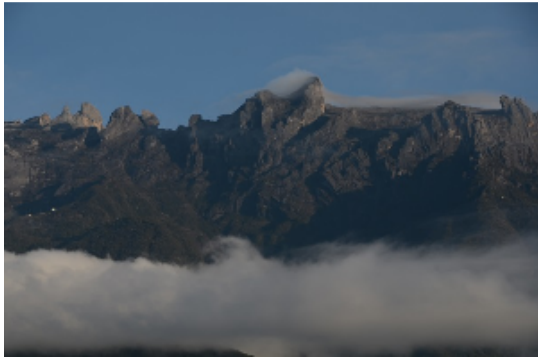


圖 118、神山最高峰—羅氏峰



圖 119、世界最大的花—萊佛士花



圖 120、龍腦香科植物的樹冠



圖 121、樹冠層吊橋



圖 122、優勝美地國家公園



圖 123、冰川作用所形成的 U 型山谷



圖 124、間歇泉

### (3) 複合遺產(Mixed Cultural and Natural Heritage)

同時具有自然遺產及文化遺產的登入標準，具有普世價值之遺產。

- 世界的自然遺產：

#### A. 蒂卡爾國家公園(Tikal National Park)

登入標準：(I)、(III)、(IV)、(IX)、(X)

公園位在叢林的心臟地帶，坐落在被繁茂的植被所環繞的馬雅文明的主要遺跡上。此地自西元前 6 世紀到西元 10 世紀一直有人居住。其儀式舉行的中心包括了華麗而莊嚴的廟宇、宮殿及公共廣場；民居散居於周圍的鄉村。



圖 125、蒂卡爾國家公園



圖 126、四號神廟

## 2. 登錄世界遺產之重要性

- (1) 宣示以多元文化組成的臺灣文化及自然遺產在人類文化史及自然史上的普世價值、重要性及特殊性。
- (2) 推動全國各地文化專責機關的保護遺產工作。
- (3) 更新及充實國人對文化及自然遺產的推動工作。
- (4) 提振國人對文化遺產、自然遺產與物種保育等量齊觀的相關性意識。
- (5) 普及與推廣國人對世界遺產的知識，並提高全民對文化及自然遺

產的保護意識。

(6) 文化創意產業與文化資產和全球知識經濟三者為共同體之關聯性。

### 3. 世界遺產登入流程

申請列入世界遺產並非短期可完成的，在申報登錄前必須先將該國具有特色之文化或自然之遺產地列入該國「傑出之普世價值遺產預備名單」，經審查評估決議後並選擇其中最具代表性之遺產做為申報登錄「世界遺產名單」，在登錄前世界遺產中心檢查各項申報文件與相關資料是否完備，並且邀請國際自然保育聯盟(IUCM)、國際文化紀念物與歷史場所委員會(ICCOMS)與研究文化資產保存及修復的文化資產保存修復研究國際中心(ICROM)針對申報之遺產地與其保護管理進行評估，並將評估結果報告提交聯合國世界遺產中心，評估是否合乎「傑出之普世價值遺產」。

確定成為世界遺產地後，該國政府必須加派相關單位舉辦座談會與當地民眾進行良好之互動，使當地民眾了解何為世界遺產，並培養當地居民成為維護世界遺產安全之巡守人員，杜絕不肖人士的破壞與當地民眾的反彈，以棲蘭山檜木林區為例，由於當地原住民終年以狩獵以及山區開發為主要的生活，故若未來棲蘭山檜木林區順利列入世界遺產潛力點後勢必會造成原住民很大的反彈，倘若未來棲蘭山檜木林區順利爭取列入世界遺產，政府必須思考當地原住民之問題，因此與民眾間的溝通以及生活與工作上的安排想必是未來即需迫切完成的。

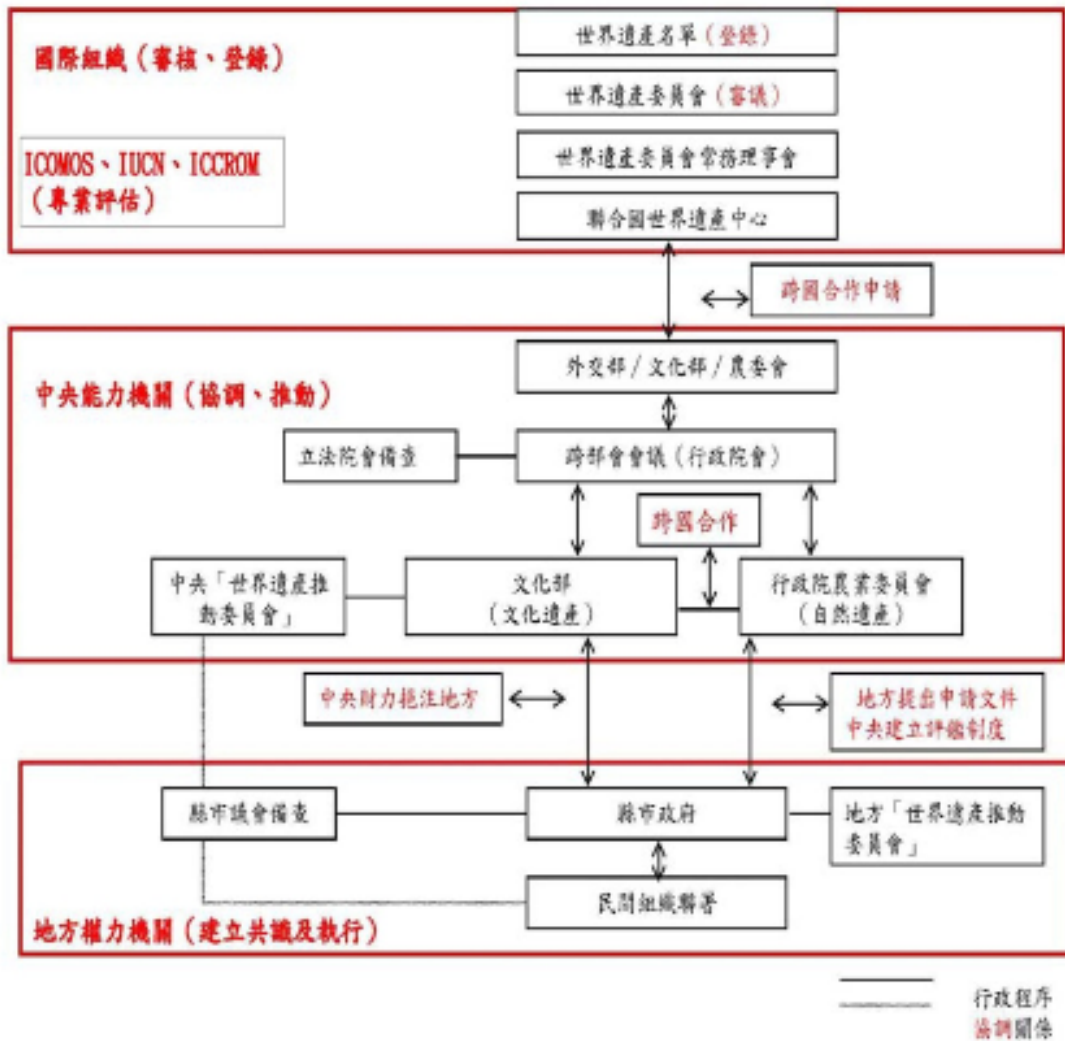


圖 127、臺灣申請世界遺產的流程

## (二) 棲蘭山檜木林的普世價值

棲蘭山檜木林海拔範圍從 1,100 m 到 2,700 m，因受到地形與東北季風的影響，長年為雲霧所籠罩，是本島「霧林帶」森林的典型代表，極適合紅檜、臺灣扁柏等檜木林的生長，為目前臺灣現存最大面積之原始檜木林區，其內含有植物資源部分：1,009 種維管束植物，其中冰河時期子遺之裸子植物有 14 種。動物資源部分：哺乳類 34 種，其中 10 種為特有種；鳥類 105 種，其中 14 種為特有種；爬蟲類 42 種，其中 8 種為特有種；兩棲類 18 種，其中 5 種為特有種；蝴蝶及其他昆蟲 397 種，其中 94 種為特有種。就世界遺產的自然遺產須具備以下傑出普世價值的四項來看，棲蘭山檜木林具有下列登錄世界自然遺產的價值：

1. 「棲蘭山檜木林」地區海拔範圍從 500 m 到 2,800 m，因受到地形與東北季風的影響，長年為雲霧所籠罩，是臺灣「霧林帶」森林的典型代表，極適合紅檜、扁柏等檜木林的生長，有著臺灣目前最大面積的原始檜木林，目前有保存歷代神木園區的許多檜木大樹景觀。同時在 160 線、130 線保留有檜木野外教室，展示檜木林供全民作為生態遊憩與自然教育之用，已充分展現臺灣檜木林特殊的自然美景與美學普世價值。
2. 鴛鴦湖為獨特的高山湖泊，湖泊邊有臺灣扁柏林、濕地植群與稀有植物(如東亞黑三稜及卵葉水丁香等)，其內的水文波動有隨著颱風或暴雨所呈現的特殊“脈衝”的水文機制，這種機制在臺灣的山地湖沼也是少見的現象，同時對一些生物的維持至關重要。
3. 扁柏屬全世界共六個分類群，其中兩種在美國，兩種在日本，另兩種在臺灣。紅檜為該屬植物胸徑最巨大者，並只出現在臺灣。
4. 在冰河時期許多溫帶森林，遷移到日本、韓國、臺灣及中國大陸，扁柏屬植物在日本及臺灣有發現化石紀錄，韓國及中國大陸則沒有出現記載。且 Wang et al.(2003)也推測扁柏屬植物沿日本群島、琉球群島跳島到達臺灣，分化出紅檜及臺灣扁柏，這也見證生物地理學物種在冰河時期與更早期的遷移與演化，極具研究與保育價值。
5. 過去近百年之內由於日據時代開始砍伐檜木林，並大量使用檜木，目前臺灣只有幾個地區保留有較完整的檜木林，其中棲蘭山擁有全臺灣最大面積的原生檜木林，保留棲蘭山檜木林也可見證過去的使用歷史和目前的保育狀況，不僅有自然意義也有人為的利用在其中。
6. 棲蘭山保育的物種多樣性，植物與動物資源與特有率非常高，植物資源占全臺特有種之 3 成，其中冰河時期子遺之裸子植物有 14 種，如南洋紅豆杉、臺灣杉、巒大杉、臺灣肖楠、臺灣鐵杉、臺灣二葉松、臺灣粗榧等。動物資源哺乳類 34 種，其中 10 種為特有種；鳥類 105 種，其中 14 種為特有種；爬蟲類 42 種，其中 8 種為特有種；兩棲類 18 種，其中 5 種為特有種；蝴蝶及其他昆蟲 397 種，其中 94 種為特有種。其中不乏本島特有及保育類野生動物，如臺

灣黑熊、臺灣野山羊、山羌等大型蹄科動物，及帝雉、藍腹鷓、林鷓等鳥類，和寬尾鳳蝶、觀霧山椒魚等蝴蝶與兩棲類，當視為本島保育生物多樣性之熱點地區。

就以上幾點與世界遺產的自然遺產的四項傑出普世價值來看：

第一點吻合自然遺產的傑出普世價值第七項：“包含極致的自然現象，或具有特殊自然美景與美學重要性的地區”。

第二、三、四點吻合自然遺產的傑出普世價值第九項：“對於陸域、淡水、海岸與海洋生態系和動植物族群的演化發展而言，足以代表重要且進行中的生態和生物作用”。

第五、六點吻合自然遺產的傑出普世價值第十項：“就生物多樣性現地保育而言，包含最重要且最有意義的自然棲地，特別是那些在科學或保育上具有顯著全球價值但面臨威脅之物種的棲地”。

#### 肆、 參考文獻

- 大津高、曾晴賢、呂勝由 (1989) 臺灣北部高山湖泊—鴛鴦湖湖沼生物學之調查。臺灣省立博物館年刊 32：17-33。
- 毛俊傑 (2004) 棲蘭 160 線林道動物相調查—哺乳動物部分。行政院退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 毛俊傑 (2005) 棲蘭山林區森林施業、植物社會對哺乳類野生動物空間分布之影響。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 毛俊傑 (2006) 棲蘭山檜木保育更新造林地與天然林哺乳類物組成比較—以 130 線及 160 線為例。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 毛俊傑 (2010) 棲蘭山林區兩棲爬行動物環境教育解說調查計畫。行政院輔導會榮民森林保育事業管理處。
- 毛俊傑 (2011) 棲蘭山 160 線林道蝙蝠相初探。野生動物保育彙報及通訊 15(2)：2-3。
- 毛俊傑 (2011) 鴛鴦湖水生生物暨兩棲爬蟲類調查。行政院輔導會榮民森林保育事業管理處。

- 王少泉 (1999) 探索新環境典範的內涵—環境教育專業人士對臺灣環境議題態度之分析。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。
- 王文正、藍煜翔、蔡正偉、周秀美、林芳邦、柳文成、吳俊宗、邱志郁 (2011) 氣象因子對棲蘭山鴛鴦湖夏冬兩季水體混合作用的影響。中華林學季刊 44(1)：41-54。
- 王兆桓 (2001) 雙重變動面積取樣法在天然檜木林調查之應用。中華林學季刊 34(2)：185-194。
- 王兆桓 (2005) 棲蘭山檜木森林調查與健康監測。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 王兆桓、陳子英 (2002) 林木健康指標評估方法之建立—以棲蘭地區老熟山檜木為例。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 91-6 號。
- 王兆桓、陳子英 (2005) 太平山國家森林遊樂區老熟檜木森林健康指數評估。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 93-8 號。
- 王冰潔、陳鎮東 (1993) 酸雨對臺灣自然水域酸化之影響研究。環境地質研討會論文專集。經濟部中央地質調查所。
- 王成明 (2001) 預防森林火災防火線作為之探討-以森林保育處為例。國立台北科技大學碩士論文。
- 王忠魁、柳楷、徐國士、楊遠波 (1972) 黑三稜科-臺灣新發現-科植物及其伴生之植物。中華林學季刊 5(4)：1-5。
- 王郁甯 (2012) 棲蘭山臺灣扁柏林土壤與苔蘚微生物群聚及碳氮循環相關基因多樣性。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 王斯範 (1997) 紅檜與臺灣扁柏的同功酶遺傳、基因座連鎖與異交率研究。國立臺灣大學植物學系碩士論文。
- 王震哲 (2000) 棲蘭山檜木林區植物資源調查研究。太魯閣國家公園、師大生物系。
- 王震哲 (2000) 棲蘭山檜木林區植物資源調查研究。國立臺灣師範大學生物系。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託。129 頁。
- 王靜莉 (2011) 棲蘭山臺灣扁柏森林生態系地上部枯落物量之研究。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 王薇 (2004) 利用土壤有機質中值探討勝光地區植群之變遷。國立臺灣大學森林

- 學研究所碩士論文。
- 王鑫 (2000) 棲蘭山檜木林區地質資源調查研究。國立臺灣師範大學生物系。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託。73 頁。
- 朱妍綾 (2008) 棲蘭山樣區臺灣扁柏成熟林與更新林附生性苔蘚分布與組成之比較研究。國立東華大學自然資源管理研究所學位論文。
- 朱恩良 (2003) 棲蘭野生動物重要棲息環境植群生態之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 朱慧君 (2005) 臺灣扁柏森林生態系養分存量與枯落物養分流量之研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處編印 (1989) 榮民林業三十年。行政院國軍退除役官兵輔導委員會。
- 行政院農業委員會 (2000) 棲蘭山枯立倒木整理保育作業評估專刊。行政院農業委員會。
- 行政院農業委員會林務局新竹林區管理處 (2002) 棲蘭野生動物重要棲息環境動物調查。行政院農業委員會林務局。
- 余瑞珠、黃文俊、王亞男 (2011) 棲蘭山地區臺灣樹冠層二氧化碳固定功能之研究。中華林學季刊 46(3)：363-372。
- 吳四印 (2006) 棲蘭山檜木林木材性質林相景觀測。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 吳四印、卓志隆、蔡呈奇 (2005) 棲蘭山檜木林木材性質、土壤環境之調查與林相景觀監測。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 吳志原、王亞男、姜家華 (1990) 不同種源紅檜種子性狀及苗木早期生長之研究。國立臺灣大學農學院實驗林研究報告 4(3)：143-155。
- 吳宜穗 (2004) 棲蘭山區臺灣檫樹小尺度族群空間遺傳結構分析。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 吳俊宗 (1993) 湖泊酸化的藻類指標研究。行政院國家科學委員會 NSC83-0211-B001-074。
- 吳俊宗、周昌弘、謝昱暉、邱志郁、楊棋明、黃元勳、高文媛 (2000) 鴛鴦湖的長期生態研究。森林資源保育與經營研討會論文集。林業試驗所、行政院國家科學委員會。

- 吳俊宗、莊佩佩、吳麗容 (1997) 以矽藻為環境變遷指標之研究：大鬼湖為例。國家科學委員會研究彙刊—生命科學 21(3)：112-119。
- 吳政佳 (1997) 臺灣檜木枯立倒木之採運作業。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 吳美麗 (1994) 臺灣北部林地生態中腐生性子囊菌調查研究。行政院國家科學委員會 NSC83-0211-B133-002。
- 吳美麗 (1995) 臺灣北部山區腐生性子囊菌調查研究(I)。行政院國家科學委員會 NSC84-2311-B133-001。
- 吳致甄 (2009) 棲蘭山通量站二氧化碳通量資料補遠方法之比較。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 吳家欣 (2008) 應用 Biome-BGC 模式估算棲蘭山樣區臺灣扁柏森林生態系之碳收支。國立東華大學自然資源管理研究所學位論文。
- 吳敏如 (2003) 以微氣候模式估算雲霧森林中臺灣扁柏的雲霧沈降量。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 吳順昭、湯適謙 (1996) 高山地區之森林作業 (一) 高山地區之森林作業—柳杉人工林行列疏伐木之集材作業。國立臺灣大學農學院實驗林研究報告 10(1)：129-142。
- 吳嘉麗 (1986) 臺灣蘚類植物的倍半帖成分研究。行政院國家科學委員會 NSC75-0201-M032c-01。
- 呂金誠 (2002) 棲蘭野生動物重要棲息環境植群生態調查之研究。行政院農委會林務局保育研究系列 91-11 號。
- 呂金誠 (2003) 棲蘭山野生動物重要棲息環境植物相調查之研究(2)。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 92-08 號。
- 李宗翰 (2002) 棲蘭野生動物重要棲息環境動物調查。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 91-10 號。
- 李宗翰 (2003) 棲蘭野生動物重要棲息環境動物調查。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 92-09 號。
- 李尚軒 (2014) 從山林開發與榮民安置到觀光發展—以戰後棲蘭山開發與轉型為例。淡江大學歷史學系碩士論文。
- 李牧莖 (2011) 科學家主導的環境教育方案成效分析—以棲蘭山長期生態研究

- 樣區教師住宿型營隊為例。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 李思佳 (2009) 臺灣檫樹種苗在不同微環境下之生長與適應。宜蘭大學森林暨自然資源學系(所)學位論文。
- 李玲玲 (2000) 棲蘭山檜木林區動物資源調查研究。太魯閣國家公園、台大動物系。
- 李玲玲 (2000) 棲蘭山檜木林區動物資源調查研究。國立臺灣大學動物學系。
- 李崇銘 (1989) 柳杉種源試驗十五年生林木之生長表現。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 李淑娟 (2002) 臺灣民眾對生物棲地的環境態度及其願付價格之分析—以棲蘭山檜木林與七股溼地為例。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 李惠鈞、劉瑞生 (2000) 棲蘭山林區天然檜木林生態系經營示範計畫。森林生態系示範經營研討會論文集 (李國忠 編輯)。行政院農業委員會林務局。
- 李德貴、林華松、劉平妹 (1998) 臺灣北部鴛鴦湖湖積物之磁學特性分析。中國地質學會會刊 41(1): 143-158。
- 李鎮宇 (1993) 紅檜五個族群同位酵素變異之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 李鎮宇、姜家華、林讚標 (1995) 紅檜五個族群同位酵素變異之研究。中華林學季刊 28(1): 3-20。
- 沈敏娟 (2002) 檜木的故鄉—棲蘭、明池、神木園、鴛鴦湖。行政院農委會、行政院退輔會榮民森林保育事業管理處。
- 阮筱雯 (2004) 航遙測技術於棲蘭山檜木老林分類之研究。臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 卓子右 (2008) 臺灣北部地區櫟林帶植群之分類。國立宜蘭大學自然資源學系碩士論文。140 頁。
- 卓志隆 (2006) 疏伐木收穫系統。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集(林世宗編輯)。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 卓志隆 (2008) 應用非破壞強度檢測棲蘭山神木園區巨木現況。行政院退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 卓志隆、吳四印 (2004) 林木採集作業技術傳承委託計畫。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。

- 卓志隆、吳四印 (2004) 林木採集作業技術傳承—集材架線。國立宜蘭大學自然資源學系。
- 周文彬 (1972) 長距離全幹集材作業試驗報告。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢書。
- 周巧盈 (2004) 大甲溪事業區二葉松造林地燃料型之建立。國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文。
- 周怡彤 (2000) 利用 RAPD 研究臺灣紅檜直幹與分叉植株間遺傳上之差異。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 周昌弘 (1993) 高山芒草原極峰植物形成機制之研究(II)—白茅與高山芒族群 DNA 多型性之比較。行政院國家科學委員會 NSC82-0211-B001-053。
- 周昌弘 (1996) 芒草植物之親緣及演化趨勢研究(II)—以逢機擴增多型性 DNA 法偵測臺灣本島及離島的芒草族群。行政院國家科學委員會 NSC85-2311-B001-014。
- 周昌弘、陳子英、廖啟政、彭鏡毅 (2000) 鴛鴦湖森林生態系長期生態研究植被組成及分析。中央研究院植物學彙刊 41(1): 61-72。
- 孟憲璠、彭英藏、周文彬 (1970) 全幹集材作業試辦報告。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢刊。
- 林天翊 (2010) 棲蘭山區臺灣扁柏細根分解作用研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 林世宗 (1998) 棲蘭山闊葉林枯落物及其養分之變化。中華林學季刊 31(2): 115-130。
- 林世宗 (2004) 棲蘭山林區生態系臺灣檫樹資源調查。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 林世宗 (2005) 棲蘭山珍貴樹種調查培育與保育。退輔會榮民森林保育事業管理處。研究系列 94-01b-001。
- 林世宗 (2010) 棲蘭山 160 線檜木天然林永久樣區動態監測。行政院退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 林世宗 (2012) 棲蘭山檜木林珍稀物種繁殖保育計畫—以原生櫻花及臺灣檫樹為例。行政院退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 林世宗、吳世印、卓志隆、廖文宜、龍小霖 (2014) 我見青山多嫵媚-榮民與森林。

- 輔導會榮民森林保育事業管理處。
- 林世宗、陳子英 (2005) 棲蘭山珍貴樹種調查培育與保育。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 林世宗、陳子英、魏瑞廷 (2006) 棲蘭山珍貴植物調查及保育計畫。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 林世宗、陳子英、魏瑞廷 (2009) 棲蘭山珍貴稀有植物解說手冊。行政院輔導會榮民森林保育事業管理處。
- 林世宗、鍾智昕 (2005) 臺灣二葉松林木地上部碳吸存之估算。森林經營對二氧化碳吸存之貢獻研討會論文集。行政院農委會林務局、國立臺灣大學森林環境暨資源學系。
- 林世宗、關秉宗 (2006) 棲蘭山區臺灣檫樹資源調查與生態特之研究。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 林亞立 (2002) 聆聽 silung gulu 天籟—鴛鴦湖地區鳥類生態簡介。行政院退輔會榮民森林保育事業管理處。
- 林青蓉、邱祈榮 (2003) 臺灣天然檜木林分結構生長動態模擬模式建立之研究。中華林學季刊 36(2)：159-173。
- 林香歷、關秉宗、胡元璋 (2012) 棲蘭山臺灣檫樹繁殖枝條之葉部性狀探討。林業研究專訊 19(4)：47-49。
- 林香歷、關秉宗、胡元璋 (2013) 棲蘭山臺灣檫樹繁殖枝條葉部性狀之研究。中華林學季刊 46(1)：27-36。
- 林振榮、鍾智昕、林世宗、張婕瑜 (2013) 棲蘭山地區不同生育地臺灣扁柏的樹輪特徵研究。中華林學季刊 46(2)：135-150。
- 林益仁 (2001) 環境價值衝突研究—以搶救棲蘭檜木林運動為例。行政院國家科學委員會 NSC89-2412-H128-013。
- 林祐竹 (2011) 棲蘭山樣區降水對臺灣扁柏樹液流影響之探討。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 林婉美 (2014) 走入大絲路波斯段：伊朗世界遺產紀行。天下雜誌。台北市。315頁。
- 林惠文 (1998) 應用逢機擴增多型 DNA 分子標記分析紅檜族群之遺傳變異。中國文化大學生物科技研究所碩士論文。

- 林朝榮、周瑞墩 (1978) 臺灣地質，茂昌圖書，450 頁。
- 林湘玲、郭幸榮 (2003) 臺灣原生檜木種子不同水逆境模式下發芽表現之比較。臺灣林業科學 18(1)：13-23。
- 林華松 (1994) 臺灣北部鴛鴦湖湖積物之古地磁學研究。臺灣大學地質研究所論文。
- 林華松、李德貴、劉平妹 (1994) 三千年來臺灣地區的地磁場長期變化—鴛鴦湖不擾動岩芯的結果。中國地質學會 83 年年會暨學術研討會大會手冊及論文摘要。中國地質學會、行政院國家科學委員會、工業技術研究院能源與資源研究所。
- 林華松、李德貴、劉平妹 (1995) 臺灣北部鴛鴦湖沈積物的古地磁場長期變化記錄。中國地質學會會刊 38(4)：355-370。
- 林進龍 (2006) 棲蘭山檜木林不同冠層環境下檜木栽植苗生長表現之研究。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 林進龍 (2007) 棲蘭山檜木林冠層下檜木栽植苗之生長表現。國立宜蘭大學自然資源學系碩士論文。
- 林聖崇 (2000) 從社會運動觀點看棲蘭山枯立倒木爭議。枯立木與資源保育研討會論文集 (陳信雄 編)。國立臺灣大學森林學系、中華水土保持學會。
- 林靖惠 (2000) 棲蘭山臺灣檫樹繁殖枝條葉部性狀之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 林靖惠、關秉宗、林世宗、俞秋豐 (2003) 棲蘭山臺灣檫樹繁殖枝條葉部性狀之研究。國立臺灣大學生農學院實驗林研究報告 17(1)：25-32。
- 林謙佑、邱志明、林世宗、鍾智昕、林進龍 (2010) 棲蘭山地區柳杉人工林行列疏伐更新之研究。中華林學季刊 43(2)：223-247。
- 林繼于 (2010) 渦流相關法的最適平均週期參數—以棲蘭山臺灣扁柏森林樣區為例。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 邱志明、韓卓振南、鐘旭和 (1995) 棲蘭山檜木天然更新地—臺灣扁柏幹形與樹冠構造之研究。林業試驗所研究報告季刊 10(1)：121-130。
- 邱志明、羅卓振南 (2002) 紅檜幼齡人工林密度試驗。臺灣林業科學 17(2)：205-217。
- 邱志明、羅卓振南、鍾旭和 (1993) 棲蘭山檜木天然更新林地林分構造之研究。

- 林業試驗所研究報告季刊 8(4)：389-402。
- 邱志明、羅卓振南、鍾旭和 (1995) 棲蘭山檜木天然更新地—臺灣扁柏幹型與樹冠構造之研究。林業試驗所研究報告季刊 10(1)：121-130。
- 邱志郁 (1998) 臺灣地區自然環境中放射性核種遷移之研究。行政院國家科學委員會 NSC87-2311-B001-088。
- 邱志郁、蔡正偉、周雅嵐、吳俊宗 (2006) 鴛鴦湖森林生態系能量和元素循環研究回顧。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 邱祈榮、潘孝隆、沈玉婷、邱顯立 (2006) 棲蘭山地區森林之空間分布與變遷。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 邱郁文、蔡呈奇 (2008) 檜木林的業障—土壤的薄膠層。翰林自然科學天地 37：34-39
- 邱顯立 (2000) 棲蘭山地區森林之空間分布與變遷。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 姚鶴年 (1962) 作業規則與安全規則。行政院國軍退除役官兵就業輔導委員會臺灣橫貫公路森林開發處。
- 姚鶴年 (1963) 臺灣原木生產問題研究報告書。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢刊。
- 姚鶴年 (1969) 林木採運規劃。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢書。
- 姚鶴年 (1970) 林木採運名詞。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢書。
- 姚鶴年 (1971) 思考與創造。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢書。
- 姚鶴年 (1972) 人員組織之運用與企業管理。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢書。
- 姜家華、王亞男、李崇 (1989) 柳杉種源試驗 (三) 十五年生試驗結果。國立臺灣大學農學院實驗林研究報告 3(3)：59-73。
- 施佩君 (1998) 施肥效應之統計分析與探討：以扁柏苗木施肥為例。國立臺灣大

- 學森林學研究所碩士論文。
- 柳楮 (1975) 臺灣檜木林之生態。臺灣林業 1(13)：24-27。
- 柳楮、徐國士 (1973) 鴛鴦湖自然保護區之生態研究。林業試驗所報告第 237 號。
- 洪子喬 (2012) 棲蘭山地區森林之土壤異營呼吸。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 洪良斌 (1975) 石門水庫上游天然生檜木保安林經營方法之初步研究。中華農學會報 92：87-109。
- 洪良斌 (1980) 漫談本省天然生檜木林之擇伐作業。臺灣林業 6(6)：3-4。
- 洪良斌 (1982) 石門水庫上游天然生檜木保安林天然更新法之研究。中華農學會報 117：49-53。
- 洪良斌 (1984) 臺灣高山地區天然生檜木林擇伐改良效果。中華林學季刊 17(4)：47-56。
- 洪敏勝 (2010) 山坡地區森林次冠層通量特徵之研究。臺灣大學地理環境資源學研究所學位論文。
- 洪富文、馬復京、游漢明、許原瑞、張乃航 (2000) 臺灣原生檜木林面積的估算與其對保育的意涵。中華林學季刊 33(1)：143-153。
- 計文德 (2008) 賦權與共管間的掙扎—“馬告國家公園”在文化產業中成敗問題初探。臺灣源流 45：105-120。
- 凌宇武 (2000) 棲蘭山地區臺灣檫樹空間型式之分析。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 唐盛林、湯適謙、邱志明 (2006) 棲蘭山紅檜不同林分密度之生長與生物量之研究。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 孫銘燐 (2002) 誰的馬告檜木國家公園—從抗爭符碼運用到在地參與認同。國立清華大學社會學研究所碩士論文。
- 徐國士 (2000) 棲蘭山檜木林區保育維護方案。太魯閣國家公園、東華大學自然資源管理所。
- 袁孝雄、丁宗蘇、蔡若詩 (2004) 棲蘭山檜木林枯立倒木整理作業對鳥類群眾之影響。中華林學季刊 37(1)：29-36。
- 袁孝維 (2000) 檫樹果實與種子傳播命運。2000 年美國生態學會國際研討會。美

- 國生態學會(ESA)。
- 袁孝維 (2000) 檫樹果實與種子傳播命運。2000 年美國生態學會國際研討會。美國生態學會。
- 袁孝維、丁宗蘇、蔡若詩 (2006) 棲蘭山檜木林枯立倒木整理作業對鳥類群聚之影響。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 高日昌 (2014) 宜蘭縣大同鄉泰雅族群對馬告國家公園設立意願之研究。佛光大學公共事務學系碩士論文。
- 康家韶 (2008) 棲蘭山區亞熱帶雲霧林臺灣扁柏冠層養分之動態。臺灣大學森林環境暨資源學研究所學位論文。
- 張乃航、許原瑞、洪富文、游漢明、馬復京 (2001) 棲蘭山區檜木林天然下種及種苗發生之研究。臺灣林業科學 16(4)：321-326。
- 張乃航、許原瑞、洪富文、游漢明、馬復京 (2006) 棲蘭山區檜木林天然下種及種苗發生之研究。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 張元碩 (2008) 遙測技術於棲蘭山林區崩塌潛在敏感區之監測研究。中國文化大學景觀學系碩士班學位論文。
- 張世杰、夏禹九 (2006) 棲蘭山臺灣扁柏更新林的養分循環研究。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 張克成 (1981) 柳杉人工林疏伐木集材作業之工作研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 張明洵、于幼新、郭孟斯、陳駿銘、陳彥叡、巫智斌、蔡宗穎、康仕楷、廖文宜、李思佳、阮名揚、陳奕樺 (2013) 霧林一百。輔導會榮民森林保育事業管理處。
- 張淑貞 (1988) 臺灣苔類植物的化學成分研究。淡江大學化學研究所碩士論文。
- 張智欣 (2013) 棲蘭山樣區土壤濕度對土壤呼吸的影響。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 張瑀芳、林進龍、魏瑞廷、蔡呈奇 (2012) 臺灣東北部棲蘭山區兩種檜木林下之土壤特性與土壤品質初探。嘉大農林學報 9(2)：38-55。
- 張瑀芳、蔡呈奇 (2006) 棲蘭山兩種檜木林下土壤性質的比較。棲蘭山森林生態

- 與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 張瑀芳、蔡呈奇 (2008) 棲蘭山地區檜木天然林與保育更新林土壤性質的比較。宜蘭大學生物資源學刊 4(1)：69-77。
- 張稿芳、林進龍、魏瑞廷、蔡呈奇 (2012) 臺灣東北部棲蘭山區兩種檜木林下之土壤特性與土壤品質初探。嘉大農林學報 9(2)：38-55。
- 張憲一 (2013) 棲蘭山樣區臺灣扁柏葉片反射光譜特性。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 梁亞忠 (1992) 棲蘭山檜木野生苗微生育地之日照與氣溫調查。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 梁亞忠 (1994) 資料記錄器、光量子與溫度感測器在森林微環境之應用。中華林學季刊 27(4)：15-35。
- 許秀英、王兆桓、林世宗 (2006) 森林保育處林區經營管理成效調查計畫。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。
- 許德惇、林慧玲 (1993) 過去三千年來高解析度湖泊古環境變遷之研究。行政院國家科學委員會 NSC83-0209-M110-006。
- 連欣華 (2009) 千年美景、衷心守護—訪世界級秘境棲蘭山檜木林。國家公園。74-81 頁。
- 郭怡秀 (1998) 以逢機多型 DNA 分子標記探討臺灣扁柏族群之遺傳變異。中國文化大學生物科技研究所碩士論文。
- 郭昭麟、羅淑芳、闕甫心、柯裕仁、陳忠川 (2006) 臺灣傳統青草藥及藥用植物資源之研究。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 郭婉君 (2001) 棲蘭山地區臺灣檫樹種子散播型式之探討。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 郭章信、蔡竹固、李明仁 (1994) 紅檜及臺灣杉種子之真菌相調查及其病原測定。中華林學季刊 27(3)：3-10。
- 郭寶章 (1976) 檜木類之天然更新。臺灣林業 1(13)：12-16。
- 郭寶章 (1990) 臺灣育林問題評述(二)檜木更新之成果與展望。現代育林 5(2)：34-40。
- 郭寶章 (1990) 檜木天然更新示範林之生態調查。行政院農業委員會 79 農建

-5.1-林-66(11)。

郭寶章 (1991) 從天然檜木過熟林木之枯死談更新之芻議。中華林學季刊 24(3)：35-44。

郭寶章 (1994) 森林開發處之育林成果與技術傳承。現代育林 9(2)：41-44。

郭寶章、詹明勳 (1993) 臺灣天然檜木林之衰枯問題與保育策略。現代育林 9(1)：58-64。

陳子弘 (2006) 鴛鴦湖地區臺灣扁柏森林幹流量之估算。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。

陳子英 (2002) 「棲蘭野生動物重要棲息環境」棲地植群調查 (宜蘭縣部份)。行政院農業委員會林務局羅東林區管理處。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 90-11 號。

陳子英 (2004) 棲蘭山之植群與植物相的調查研究 (一)。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。

陳子英 (2005) 棲蘭山之植群與植物相的調查研究 (二)。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。

陳子英 (2005) 棲蘭山檜木林區環境資源調查計畫。宜蘭縣政府文化局。

陳子英 (2007) 棲蘭山檜木林整理區與未整理區之植物、動物相調查評估。行政院退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。

陳子英、毛俊傑、蔡呈奇、吳四印、卓志隆 (2006) 棲蘭山 130 林道檜木林生態監測計畫。行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處。

陳子英、林哲榮、李坤益 (2011) 棲蘭山蕨類生態解說手冊。行政院輔導會榮民森林保育事業管理處。

陳子英、張明財、張明洵 (2004) 北橫雙明珠：棲蘭明池神木遊。行政院退輔會榮民森林保育事業管理處。

陳子英、許秀英、吳欣玲 (2001) 棲蘭山 170 林道檜木之植群調查。宜陽技術學報生物資源專輯 9：259-275

陳子英、許秀英、張錫鈞、劉盈昌 (1999) 森林遊樂區森林資源解說教材手冊。行政院退輔會榮民森林保育事業管理處。

陳五峰 (1998) 臺灣檜木林之生態研究及經營管理建議(高屏地區)。臺灣省林務局保育研究系列 86-04 號。

- 陳玉峰 (1999) 全國搶救棲蘭檜木林運動誌 (上)。臺灣生態研究中心·全國搶救棲蘭檜木林聯盟。
- 陳玉峰 (2000) 檜木林天然更新與枯立倒木處理議題。枯立木與資源保育研討會論文集 (陳信雄 編輯)。國立臺灣大學森林學系·中華水土保持學會。
- 陳玉峰 (2001) 臺灣植被誌(第四卷): 檜木霧林帶。前衛出版社。510 頁
- 陳玉峰、李根政、許欣欣 (2000) 搶救棲蘭檜木林運動誌 (中冊)。全國搶救棲蘭檜木林聯盟。
- 陳玉峰、楊國禎、王豫煌、王曉萱 (2000) 臺灣中檜木林之生態研究及經營管理建議(東部地區及總結)。林務局保育研究系列 87-4 號。
- 陳玉峰、楊國禎、林笈克、梁美慧 (1999) 臺灣檜木林之生態研究及經營管理建議 (中部及北部地區)。臺灣省林務局保育研究系列 87-4 號。
- 陳周宏 (1980) 棲蘭山林區的林道體系及其利用之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 陳孟莉 (2003) 新光、鎮西堡部落泰雅族人的原住民身份的論述實踐與資源競爭。國立清華大學人類學研究所碩士論文。
- 陳杰宏 (1996) 棲蘭林區檜木天然林根倒木根系之觀察及根倒之發生與根倒木特徵值之相關性。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 陳松藩 (1970) 紅檜扁柏材積共線圖表及形數表之編制研究。臺灣省林業試驗所報告 191: 1-42。
- 陳例如 (2005) 鴛鴦湖地區臺灣扁柏樹液流動之探討。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 陳勁豪 (2009) 柳杉在不同生育地及疏伐作業之材質探討。臺灣大學森林環境暨資源學研究所博士論文。
- 陳昭明、林朝欽 (1987) 鴛鴦湖自然保留區周邊森林供遊憩利用規劃。生態研究第 024 號。
- 陳家玉 (2003) 棲蘭山檜木老熟林健康指標評估法。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 陳素瓊、歐陽盛芝、馬翊凱、游書萍 (2008) 棲蘭森林遊樂區的蝴蝶生物多樣性初步調查。宜蘭大學生物資源學刊 4(2): 141-149。
- 陳素瓊、歐陽盛芝、馬翊凱、林世宗 (2006) 棲蘭森林遊樂區的蝴蝶生物多樣性

- 初步調查。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 陳淑華 (1993) 鴛鴦湖周圍植被變遷史之研究。行政院國家科學委員會 NSC83-0211-B002-269。
- 陳淑華 (1995) 鴛鴦湖地區之花粉相。行政院國家科學委員會 NSC84-2311-B002-020。
- 陳淑華、王裕發 (1999) 臺灣鴛鴦湖自然保留區花粉誌(I)。植物科學期刊 44(1)：82-136。
- 陳凱欣 (2005) 鴛鴦湖臺灣扁柏森林生物量與冠層結構。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 陳凱俐 (1998) 森林遊樂區遊客遊憩體驗及遊憩效益影響因素之探討—以棲蘭森林遊樂區為例。宜蘭技術學報 1：27-37。
- 陳凱俐、陳子英 (1998) 棲蘭森林遊樂區植群變化對遊憩效益影響之調查。中華林學季刊 31(3)：265-286。
- 陳瑞華 (2001) 以社會行銷理論檢視全國搶救棲蘭檜木林聯盟在搶救棲蘭檜木林運動中的策略運用。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。
- 陳鎮東 (1994) 古地球變遷：湖沼及海洋沈積物。行政院國家科學委員會 NSC83-0209-M110-014。
- 陳鎮東 (1996) 古全球變遷—子計畫(八)湖沼與海洋沈積物(III)。行政院國家科學委員會 NSC85-2611-M110-003-GP。
- 陳鎮東 (1998) 古全球變遷—子計畫(II)：臺灣高山湖泊與內蒙古鹽湖之古氣候記錄對比(II)。行政院國家科學委員會 NSC87-2611-M110-006-GP。
- 陳耀德 (2003) 鴛鴦湖森林生態系大氣養分輸入之探討。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 陳耀德、葉青峯、劉美娟、吳敏如、羅勻謙、鄧振華、朱慧君、馮哲明、陳俐如、陳凱欣、曾桂香、王巧萍、夏禹九、Rees, R.、Matzner, E.、張世杰 (2006) 臺灣山地霧林帶的水分與養分循環研究。資源科學 28：171-177。
- 富井義夫(著)、吳瑋原(譯) (2014) 歐洲世界遺產。人類智庫數位科技股份有限公司。207頁。
- 彭仁傑 (1993) 臺灣特有植物名錄。臺灣省特有生物研究保育中心。

- 彭令豐 (1988) 棲蘭山檜木天然更新造林之實施及現況。現代育林 3(2): 20-23。
- 彭英藏 (編譯) (1971) 集運材架線。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢書。
- 彭英藏 (譯) (1981) 疏伐綜合技術。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢書。
- 彭英藏、周錦崇、周文彬、刁玉增 (1963) 日本長距離全幹集材研習報告。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢刊。
- 彭英藏、邱錫柞 (1980) 集材架線圖說。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處。
- 彭鏡毅、呂文賓 (2003) 鴛鴦湖自然保留區常見植物解說手冊。行政院退輔會榮民森林保育事業管理處、中央研究院植物研究所。
- 彭鏡毅、黃建益、呂文賓 (2011) 鴛鴦湖自然保留區植物解說手冊。行政院輔導會榮民森林保育事業管理處。
- 曾秀緣 (2011) 宜蘭縣棲蘭山區臺灣扁柏近 50 年偽輪的氣候意義初探。臺灣大學地質科學研究所碩士論文。
- 曾桂香 (2006) 棲蘭山區臺灣扁柏森林土壤呼吸之探討。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 游啟皓、郭幸榮、梁亞忠、許世宏 (2003) 紅檜人工林冠層下光度之水平變異。臺灣林業科學 18(4): 375-386。
- 游啟皓、郭幸榮、梁亞忠、許世宏 (2006) 紅檜人工林內光環境之水平變異。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 湯適謙 (1997) 臺灣人工林撫育作業效率研究—三個針葉樹人工林分之個案研究。國立臺灣大學森林學研究所博士論文。
- 程膺 (1999) 棲蘭山區樹木年輪和氣候關係之研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 黃子瑜 (2008) 臺灣東北部溫帶森林中具薄膠層土壤的特性與化育。宜蘭大學森林暨自然資源學系碩士論文。
- 黃元勳 (1995) 鴛鴦湖自然保留區溼地甲烷氣產量與其影響因子之研究。行政院國家科學委員會 NSC83-0211-B001-088。

- 黃元勳 (1995) 鴛鴦湖沼澤植物適應機制之研究(II)。中央研究院。
- 黃元勳、范誠偉、鄭銘宏 (1996) 鴛鴦湖兩種挺水植物—水毛花和東亞黑三稜之生產量與化學組成變化之研究。中央研究院植物學彙刊 37(4)：265-273。
- 黃文俊 (2000) 臺灣東北部六種闊葉樹種樹冠層二氧化碳固定功能之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 黃生、關秉宗、黃士穎 (2007) 檜木林群落生態系復育—基因多樣性理論與實務之連結。臺灣林業 33(5)：25-28。
- 黃景鐘、林季燕 (2000) 自然及農業生態系中人造放射核種遷移模式之探討。行政院原子能委員會。
- 黃菊美、杜清澤、張世杰、林國銓 (2012) 棲蘭山地區檜木林其林木生物量及生長量之估算。中華林學季刊 45(2)：137-150。
- 黃麗虹 (1999) 紅檜與臺灣扁柏葉綠體 DNA 變異。中國文化大學生物科技研究所碩士論文。
- 黃麗虹、黃士穎、林讚標 (2000) 紅檜與臺灣扁柏低的葉綠體 DNA 遺傳變異及族群分化。臺灣林業科學 15(2)：229-236。
- 搶救棲蘭檜木聯盟 (1998) 檜木林殺手的背後—搶救棲蘭山檜木林序幕。新觀念 122：92-95。
- 楊吉宗 (2001) 特有及稀有物種生態學及生物學之研究(III)。行政院農業委員會補助 90 農科-1.3.3-生-W6(z)。
- 楊宏志 (1999) 森林經營的爭議與整合—以棲蘭山處理檜木枯立倒木為例。第六屆海峽兩岸環境保護研討會論文集(上冊)—邁向二十一世紀之可持續環境管理。中山大學、海外華人環境保護學會、經濟部工業局。
- 楊亞臻 (2007) 棲蘭山臺灣扁柏天然下種更新林樹冠結構之研究。國立宜蘭大學自然資源系碩士論文。
- 楊亞臻、林世宗 (2006) 棲蘭山檜木保育更新林檜木下種更新苗調查。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 楊秋霖 (1997) 林地枯立倒木與森林生態系經營—從森林開發處枯立倒木整理談起。現代育林 12(2)：69-83。
- 楊家宏 (1993) 臺灣北部地區似淋澱土之特性、化育與分類。國立臺灣大學農業化學系碩士論文。

- 楊棋明、許仁傑、施志豐 (1994) 鴛鴦湖苔蘚植物葉綠素 a/b 比對光強度變化的反應。國家科學委員會研究彙刊—生命科學 18(3)：134-137。
- 楊寶霖 (1976) 紅檜、臺灣扁柏林型之林分材積、混淆樹種、更新與林分分布之統計研究 臺灣林業 2(7)：6-18。
- 葉青峯 (2004) 臺灣扁柏森林的生物量及雲霧沈降量估算。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 葉學文 (1994) 穩定同位素在生態及環境科學研究上的應用(I)—有機物氫、碳及氧的穩定同位素地化。行政院國家科學委員會 NSC83-0202-M001-036。
- 葉學文、高文媛 (1996) 現生苔蘚類植物碳同位素地化在重建古大氣二氧化碳濃度記錄時的意義。中國地質學會會刊 39(3)：325-336。
- 葉學文、陳淑華、張婉琪 (1995) 鴛鴦湖的有機碳同位素地化與其古環境。中國地質學會會刊 38(2)：125-139。
- 詹明勳 (1994) 棲蘭林區檜木天然林枯立木倒木之發生與林木及環境之關係。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 詹明勳、林金樹、王亞男、李明仁 (2006) Radial-growth Averaging Analyses for Reconstructing Typhoon disturbance Events From Emergent of Old Growth Cypress and Fir Forest in Northeast。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 詹家龍、羅錦文 (2000) 寬尾鳳蝶之復育研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。1-18 頁。
- 詹琬婷 (2003) 由樹輪分析探討棲蘭山臺灣扁柏更新機制。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 鄒茂雄 (編繪) 姚鶴年 (校訂) (1962) 作業規則圖譜。行政院國軍退除役官兵就業輔導委員會橫貫公路森林開發處。
- 雷鴻飛 (2012) 棲蘭檜木林的地景生態與歷史地理。臺灣林業 38(1)：50-57。
- 廖啟政 (2003) 臺灣鴛鴦湖保留區內臺灣扁柏小苗更新與殘材的關係。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文。
- 廖啟政 (2005) 棲蘭山區臺灣扁柏之組成與更新。森林與溼地生態研討會。國立宜蘭大學自然資源學系。
- 廖啟政、吳俊宗、周昌宏 (2004) 臺灣鴛鴦湖保留區內臺灣扁柏小苗更新與殘材

- 的關係。國立臺灣大學博士論文。
- 廖朝明 (2002) 國家公園與原住民衝突之分析：以棲蘭國家公園之設立與當地泰雅族原住民之互動關係為例。佛光人文社會學院政治學研究所碩士論文。
- 廖輝翔 (2013) 棲蘭山樣區臺灣扁柏樹幹呼吸之探討。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 褚侯森 (2008) 複雜地形中的通量量測—以棲蘭山臺灣扁柏森林樣區為例。國立東華大學自然資源管理研究所學位論文。
- 趙榮台、鄭欽龍 (2000) 生物多樣性國家計畫之研究—子計畫(II)：臺灣生物多樣性的價值研究(II)。行政院國家科學委員會 NSC89-2621-Z054-002。
- 劉平妹 (1994) 宜蘭員山地區第四紀晚期湖積物之花粉學研究(III)。行政院國家科學委員會 NSC82-0202-M002-113。
- 劉平妹、陳淑華、翁榮南 (1994) 晚第四紀湖積物之古環境變遷研究。行政院國家科學委員會 NSC81-0202-M002-550。
- 劉亦雲、蔡金郎、翁榮南 (1996) 鴛鴦湖沈積物有機地球化學初步研究。中國地質學會 85 年年會大會手冊及論文摘要。中國地質學會、臺灣師範大學地球科學系、中央研究院地球科學研究所。
- 劉育坤 (2013) 棲蘭山樣區臺灣扁柏光合作用特性之探討。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
- 劉俊毅 (2008) 棲蘭山區臺灣扁柏老熟林及次生林枯落物養分動態。臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文。
- 劉美娟 (2004) 鴛鴦湖森林生態系地表苔蘚植物對養分循環之影響。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 劉益昌 (2000) 棲蘭山檜木林區人文史蹟資源調查研究。太魯閣國家公園、中研院民族所。
- 劉禎祺、楊家宏、蔣先覺 (1994) 棲蘭地區中海拔兩森林土壤之性質、黏土礦物與化育作用。中國農業化學會誌 32(6)：612-626。
- 劉還月 (1984) 雲霧中的伐木生—棲蘭山林場的一天。大自然 2(1)：58-63。
- 潘新格 (2002) 千年檜木林—從太平山到棲蘭山。文圖源雜誌 38：35-37。
- 蔡正偉、柳文成、吳俊宗、邱志郁 (2011) 氣象因子對棲蘭山鴛鴦湖夏冬兩季水體混合作用的影響。中華林學季刊 44(1)：41-53。

- 蔡彥新、祝宇恆、林世宗 (2006) 棲蘭山檜木保育更新林結實下種調查。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 蔡若詩 (2000) 棲蘭地區野生動物對臺灣檫樹(*Sassafras randaiense*)果實移除模式之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 蔡若詩、袁孝維 (1999) 野生動物對臺灣檫樹種子傳播的影響。1999 年動物行為暨生態研討會大會手冊及論文摘要。成功大學生物系、高雄師範大學生物科學研究所、高雄醫學院生物系。
- 蔣先覺、許正一、陳尊賢 (1996) 臺灣黑色土植質及其在土壤分類學上的地位。臺灣林業科學 (12)：137-147。
- 鄧振華 (2006) 鴛鴦湖臺灣扁柏天然下種更新林附生苔蘚植物組成、分佈與生物量之研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 鄭欽龍 (2002) 棲蘭野生動物重要棲息環境與鄰近社區互動之研究：以宜蘭縣大同鄉與新竹縣尖石鄉為例。行政院農委會林務局羅東林區管理處。
- 鄭畚壬 (1999) 棲蘭林區天然生幼齡檜木地上部與地下部關係之探討。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 橫貫公路森林開發處素材、立木材積表。行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處。
- 蕭翌柱、姚銘輝、林進龍、馮漢章、黃守仁、吳金濱 (2006) 臺灣金線蓮種苗繁殖及其在棲蘭山區之試種觀察。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 蕭惠中 (2003) 一個抵抗空間的建構—馬告國家公園運脈絡下的部落繪圖實踐。國立臺灣大學地理環境資源學研究所碩士論文。
- 賴宜鈴 (2006) 光環境對臺灣棲蘭山區亞熱帶雲霧林內兩種檜木小苗的生長與建立之影響。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文。
- 薛郁欣、藍煜翔、蔡正偉、吳俊宗、柳文成、林芳邦、周秀美、邱志郁 (2010) 棲蘭山鴛鴦湖水體的分層與混合現象。中華林學季刊 43(4)：635-646。
- 謝東佑 (2012) 臺灣原生獼猴桃屬分類及其分布。國立中興大學園藝學系碩士論文。
- 鍾欣民 (2008) 棲蘭山樣區臺灣扁柏更新林不同冠層位置光合作用之研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。

- 鍾智昕、林世宗、邱志明、林進龍、林謙佑 (2011) 存活分析應用於棲蘭山檜木直播更新動態之研究。中華林學季刊 44(3)：414-424。
- 鍾頤時 (2003) 探索原住民部落的環境教育—以馬告運中的新光鎮西堡部落為例。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。
- 簡意婷 (2008) 棲蘭山樣區大氣沉降之 5 年研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 藍佩芬 (2005) 火燒跡地二葉松與栓皮櫟葉片之分解。國立臺灣大學森林環境暨資源學系碩士論文。
- 藍星宇、蕭浚宏、楊正釗、張上鎮、王升陽 (2006) 紅果釣樟果實抽出成分之細胞毒性及抗發炎活動評估。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 藍煜翔、王文正、蔡正偉、周秀美、林芳邦、柳文成、吳俊宗、邱志郁 (2011) 棲蘭山鴛鴦湖水體分層和混合作用對湖泊代謝之影響。林業研究季刊 33(1)：77-90。
- 魏瑞廷 (2006) 棲蘭山地區檜木物種多樣性之研究。國立宜蘭大學自然資源學系碩士論文。
- 魏瑞廷、陳子英 (2006) 棲蘭山地區珍稀植物的簡介。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 魏瑞廷、陳子英 (2006) 棲蘭山地區植群之研究與回顧。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 魏瑞廷、陳子英 (2007) 棲蘭山地區植群之研究。臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 21(2)：133-145。
- 魏瑞廷、陳子英 (2012) 棲蘭山檜木林不同干擾強度下植物多樣性之研究。宜蘭大學生物資源學刊 8(2)：1-11。
- 魏瑞廷、陳子英、鄧若菁 (2009) 棲蘭山地區物種多樣性之研究。中華林學季刊 42(2)：207-218。
- 羅勻謙 (2004) 鴛鴦湖地區臺灣扁柏森林生態系蒸散作用之研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 羅卓振南、邱志明、陳燕章 (1999) 除伐與修枝對檜木天然更新林之效應。臺灣林業科學 14(3)：315-21。

- 羅卓振南、鍾旭和、邱志明、周朝富、羅新興 (1989) 天然檜木林擇伐更新之研究 林業試驗所研究報告季刊 4(4)：197-217。
- 羅卓振南、鍾旭和、邱志明、黃進睦 (1997) 棲蘭山林區柳杉林人工林行列疏伐營造複層林之研究。臺灣林業科學 12(4)：459-465。
- 羅建育、陳鎮東、林慧玲 (1994) 大鬼湖與鴛鴦湖之古氣候記錄。中國地質學會 83 年年會暨學術研討會大會手冊及論文摘要。中國地質學會、行政院國家科學委員會、工業技術研究院能源與資源研究所。
- 羅淑芳、郭昭麟、林進龍、陳宗禮、陳一心、蔡新聲 (2006) 臺灣藥用石斛的大量繁殖及抗氧化能力之探討。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 關秉宗 (2007) 臺灣雲霧帶上下層森林生態系功能之比較—臺灣雲霧帶上下層森林生態系淨初級生產力的估算與比較(2/3)。行政院國家科學委員會 NSC95-2621-B-002-001。
- 關秉宗、林世宗 (2000) 由棲蘭山森林生態系經營調查資料看枯立倒木之整理。枯立木與資源保育研討會論文集 (陳信雄 編)。國立臺灣大學森林學系·中華水土保持學會。
- 蘇先平、連金瑞、林調鑛 (1996) 宜蘭農場發展觀光休閒農業之研究。行政院國軍退除役官兵輔導委員會。
- 蘇柏翰 (2008) 以反應曲面設計法分析森林撫育作業之效應。宜蘭大學森林暨自然資源學系(所)學位論文。
- 蘇柏翰、王兆桓 (2006) 棲蘭山檜木天然更新林地林分生長情形之評估。棲蘭山森林生態與經營研討會論文集。國立宜蘭大學自然資源學系、森林保育處。
- 蘇鴻傑 (1992) 臺灣之植群：山地植群帶與地理氣候區。臺灣生物資源調查及資訊管理研習會論文集。中央研究院植物研究所專刊第十一號。39-53pp。
- 鐘丁茂 (1999) 伐木有理?從環境倫理學觀點看棲蘭山原始檜木林枯立倒木整理作業爭議。新觀念 124：88-89。
- Beiderwieden, E., O. Klemm, and Y.J. Hsia (2007) The impact of fog on the energy budget of a subtropical cypress forest in Taiwan. Taiwan Journal of Forest Science 22(3)：227-239.
- Chang, T.Y., B.T. Guan, K.C. Lee, and S.T. Lin (2006) Using the loess method to extract

- to extract tree-ring information from the profiles of a drill resistant device. Taiwan Journal of Forest Science 21(1) : 109-117.
- Earle, C. J. (ed.). (2011) The Gymnosperm Database.  
<http://www.conifers.org/index.php>, accessed in December, 2012.
- Editorial Committee of the Flora of Taiwan 2nd Edition (eds.). (1994) Gymnospermae  
 In: Flora of Taiwan 2nd Edition. Editorial Committee of the Flora of Taiwan 2nd Edition Publ., Taipei, Taiwan. Volume One, pp. 545–595.
- Farjon, A. 2010. A Handbook of the World's Conifers. BrillPress, Leiden, the Netherlands. 1111 pages.
- Ferguson, D.K. (1967) On the phytogeography of Coniferales in the European Cenozoic. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 3: 73-110.
- Guan, B.T., and Y.J. Cheng (2003) Ground level diameter as an Indicator of sapling structural root characteristics for *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* in northeastern. Taiwan Forest Ecology and Management 173: 227-234.
- Guan, B.T., T.Y. Chang, P.C Shih., S.T. Lin (2006) Application of a nonlinear mixed effects model to assess the effects of nursery nitrogen fertilization on seedling height growth of Taiwan Yellow False Cypress. Taiwan Journal of Forest Science 21(1) : 63-75.
- Guan, B.T., W.C. Kuo, S.T. Lin., and C.F. YU (2006) Short-distance dispersal of intact Taiwan sassafras fruits in a temperate montane rain forest of northeastern. Taiwan Botanical Studies 47 : 427-434.
- Hsieh, C. F. (2002) Composition, endemism and phytogeographical affinities of the Taiwan flora. Taiwania 47:298–310. doi: 10.6165/tai.2002.47(4).298
- Huang, S. F. (2011) Historical biogeography of the Flora of Taiwan. J. Taiwan Mus. 64: 33–63 (in Chinese with English summary)
- Kotyk, M.E.A., J.F. Basinger, and E.E. McIver. 2003. Early tertiary *Chamaecyparis* Spach from Axel Heiberg Island, Canadian High Arctic. Can. J. Bot. 81: 113-130.
- Laderman, A.D. (1998) Coastally Restricted Forests. Oxford University Press. DOI: 10.2307/2807772
- Lai, I.L., S.C. Chang, P.H. Lin, C.H. Chou, and J.T. Wu (2006) Climatic characteristics of the subtropical mountainous cloud forest at the Yuanyang Lake long-term

- ecological research site, Taiwan. *Taiwania* 51(4) : 317-329.
- Li, J.-H., D.-L. Zhang, M. J. Donoghue. (2003) Phylogeny and biogeography of *Chamaecyparis*(Cupressaceae) inferred from DNA sequences of the nuclear ribosomal ITS region. *Rhodora*, 105: 106–117.
- Liao, C.C., C.H. Chou, and J.T. Wu (2003) Population structure and substrates of Taiwan Yellow False Cypress (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*) in Yuanyang Lake nature reserve and Nearby Szumakuszu, Taiwan. *Taiwania* 48(1) : 6-21.
- Liao, P.-J., T.-P. Lin and S.-Y. Hwang. (2010) Reexamination of the pattern of geographical disjunction of *Chamaecyparis*(Cupressaceae) in North America East Asia. *Bot. Stud.* 51: 511–520.
- Liu, Y.-S., B. A. R. Mohr., and J. F. Basinger (2009) Historical biogeography of the genus *Chamaecyparis* (Cupressaceae, Coniferales) based on its fossil record. *Paleobio. Paleoenv.* 89:203–209. doi:10.1007/s12549-009-0010-8
- Manchester S. R., Z.-D. Chen, A.-M. Lu and K. Uemura (2009) Eastern Asian endemic seed plant genera and their paleogeographic history throughout the Northern Hemisphere. *J. Syst. Evol.* 47: 1–42. doi:10.1111/j.1759-
- Qiu Y.-X., C.-X. Fu and H. P. Come (2011) Plant molecular phylogeography in China and adjacent regions: Tracing the genetic imprints of Quaternary climate and environmental change in the world's most diverse temperate flora. *Mol. Phyl. Evol.* 59: 225–244. doi:10.1016/j.ympev.2011.01.012
- Shy, J. Y., H. T. Shih, and J. J. Mao (2014) Description of a new montane freshwater crab (Crustacea: Potamidae: *Geothelphusa*) from northern Taiwan. *Zootaxa* 3869(5): 565-572.
- Su, H. J. (1984a) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (1) Analysis of the variation in climatic factors. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(3): 1-14.
- Su, H. J. (1984b) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (2) Altitudinal vegetation zone 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 (3) A scheme of geographical climate regions. *Quarterly Journal of*

- Chinese Forestry 18(3): 33-44.
- Wang, W.P., C.Y. Hwang, T.P. Lin, and S.Y. Hwang (2003) Historical biogeography and phylogenetic relationships of the genus *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA polymorphism. *Plant Syst. Evol.* 241:13-28.
- Wang, W.-P., C.-Y. Hwang, T.-P. Lin, and S.-Y. Hwang. (2003) Historical biogeography and phylogenetic relationships of the genus *Chamaecyparis*(Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA polymorphism. *Plant Syst.Evol.* 241: 13–28. doi: 10.1007/s00606-003-0031-0.
- Wang, W.-T. (1992a) On some distribution patterns and migration routes found in the eastern Asiatic region. *ActaPhytot. Sin.* 30: 1-24 (in Chinese with English summary)
- Wang, W.-T. (1992b) On some distribution patterns and migration routes found in the eastern Asiatic region (Cont.). *ActaPhytot. Sin.* 30:97–117 (in Chinese with English summary).
- Wang, W.-T. 1992b. On some distribution patterns and migration routes found in the eastern Asiatic region(Cont.). *ActaPhytot. Sin.* 30: 97–117 (in Chinese with English summary).
- Yamakawa, C., A. Momohara, T. Nunotani, M. Matsumoto, and Y. Watano. (2008) Paleovegetation reconstruction of fossil forests dominated by *Metasequoia* and *Glyptostrobus* from the late Pliocene Kobiwako Group, central Japan. *Paleontol. Res.* 12: 167-180.

## 附錄一、棲蘭山野生動物名錄

### 鳥類

科名	種名	學名	狀態 <sup>1</sup>	保育現況 <sup>2</sup>
鷹鵟科	松雀鷹	<i>Accipiter gulari</i>	R	II
	毛足鷹	<i>Buteo lagopus</i>	M	
	林雕	<i>Ictinaeys malayensis</i>	R	I
	蜂鷹	<i>Pernis apivorus</i>	?	
	大冠鷹	<i>Spilornis cheela</i>	R	II
雉科	深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>	*R	III
	竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>	R	
	帝雉	<i>Syrmaticus mikado</i>	*R	I
鳩鴿科	灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>	R	
杜鵑科	中杜鵑	<i>Cuculus saturatus</i>	S	
	鷹鵑	<i>Cuculus sparverioides</i>	S	
鴟鵂科	鴟鵂	<i>Glaucidium brodiei</i>	R	
	灰林鴞	<i>Strix aluco</i>	R	I
五色鳥科	五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>	R	
啄木鳥科	大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>	R	
	綠啄木	<i>Picus canus</i>	R	II
	小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	R	
雨燕科	小雨燕	<i>Apus affinis</i>	R	
	白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	R	
	針尾雨燕	<i>Chaetura caudacuta</i>	R	
燕科	毛腳燕	<i>Delichon urbica</i>	R	
山椒鳥科	灰喉山椒鳥	<i>Pericrocotus solaris</i>	R	III
鶇科	紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	R	
鶇亞科	小翼鶇	<i>Brachypteryx montana</i>	R	III

	白尾鷓	<i>Cinclidium leucurum</i>	R	III
	栗背林鷓	<i>Erithacus johnstoniae</i>	*R	
	虎鶇	<i>Turdus dauma</i>	W	
	白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>	W	
	白頭鶇	<i>Turdus niveiceps</i>	R	III
畫眉亞科	紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	*R	III
	灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>	R	
	繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	R	
	金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	*R	III
	竹鳥	<i>Garrulax caerulatus</i>	R	II
	白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	*R	III
	藪鳥	<i>Liocichla steerii</i>	*R	III
	鱗胸鷓鴣	<i>Pnoepyga pusilla</i>	R	
	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	R	
	冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	*R	III
鸚嘴亞科	黃羽鸚嘴	<i>Paradoxornis nipalensis</i>	R	
鶯亞科	棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>	R	
	褐色叢樹鶯	<i>Bradypterus seebohmi</i>	R	
	深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>	R	
	小鶯	<i>Cettia fortipes</i>	R	
	火冠戴菊	<i>Regulus goodfellowi</i>	*R	III
鷓亞科	黃胸青鷓	<i>Ficedula hyperythra</i>	R	III
	紅尾鷓	<i>Muscicapa ferruginea</i>	S	
	黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>	R	III
長尾山雀科	紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	R	III
山雀科	煤山雀	<i>Parus ater</i>	R	III
	青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	R	III
	茶腹䴓	<i>Sitta europaea</i>	R	
啄花鳥科	紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>	R	

雀科	酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	R	
	褐鷺	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	R	
鴉科	巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>	R	
	樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>	R	
	松鴉	<i>Garrulus grandis</i>	R	
	星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	R	
<sup>1</sup> R 留鳥 W 冬候鳥 S 夏候鳥 M 過境鳥 ? 狀況不明 * 臺灣特有種 <sup>2</sup> I 瀕臨絕種野生動物 II 珍貴稀有野生動物 III 其他應予保育野生動物				

### 哺乳類

科名	種名	學名	狀態 <sup>1</sup>	保育現況 <sup>2</sup>
獼猴科	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclops</i>	*	II
牛科	臺灣長鬃山羊	<i>Naemorhedus swinhoei</i>	*	II
鼯鼠科	白面鼯鼠	<i>Petaurista alborufus lena</i>		
松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>		
	條紋松鼠	<i>Tamiops maritimus</i>		
鼠科	高山白腹鼠	<i>Niviventer culturatus</i>		
	黑腹絨鼠	<i>Eothenomys melanogaster</i>		
	臺灣森鼠	<i>Apodemus semotus</i>	*	
貂科	華南鼬鼠	<i>Mustela sibirica taivana</i>		
<sup>1</sup> * 臺灣特有種 <sup>2</sup> I 瀕臨絕種野生動物 II 珍貴稀有野生動物 III 其他應予保育野生動物				

### 兩棲類

科名	種名	學名	狀態 <sup>1</sup>	保育現況 <sup>2</sup>
蟾蜍科	盤古蟾蜍	<i>Bufo bankorensis</i>		
赤蛙科	梭得氏赤蛙	<i>Rana sauteri</i>		
樹蛙科	艾氏樹蛙	<i>Chirixalus eiffingeri</i>		
	莫氏樹蛙	<i>Rhacophorus moltrechti</i>	*	III

<sup>1</sup> \*臺灣特有種  
<sup>2</sup> I 瀕臨絕種野生動物 II 珍貴稀有野生動物 III 其他應予保育野生動物

爬行類

科名	種名	學名	狀態 <sup>1</sup>	保育現況 <sup>2</sup>
飛蜥科	黃口攀蜥	<i>Japulura polygonata xanthostoma</i>		
黃頷蛇科	臺灣赤鍊蛇	<i>Rhabdophis tigrinus formosanus</i>		III
	過山刀	<i>Zaocys dhumndes</i>		

<sup>1</sup> \*臺灣特有種  
<sup>2</sup> I 瀕臨絕種野生動物 II 珍貴稀有野生動物 III 其他應予保育野生動物

## 附錄二、森林保育處委託研究計畫案一覽表

年度	計畫名稱	委託單位
92	棲蘭山生態系臺灣檫樹資源調查及保育	國立宜蘭技術學院森林系、園藝系及國立臺灣大學森林系
93	棲蘭山 160 林道之植群與動物的相關性研究	國立宜蘭大學森林系
93	棲蘭山生態系臺灣檫樹林保育及資源調查	國立宜蘭大學森林系
93	林木採集作業技術傳承	國立宜蘭大學森林系
94	棲蘭山珍貴樹種調查培育與保育	國立宜蘭大學森林系
94	棲蘭山檜木林木材性質、土壤環境之調查與林相景觀監測	國立宜蘭大學森林系
94	棲蘭山檜木森林調查與健康監測	國立宜蘭大學森林系
94	棲蘭山之植群與植物相的調查研究(二)	國立宜蘭大學森林系
94	棲蘭山林區森林施業、植物社會對哺乳類野生動物空間分布之影響	國立宜蘭大學森林系
95	棲蘭山珍貴植物調查與保育	國立宜蘭大學森林系
95	森林保育處林區經營管理成效調查	國立宜蘭大學森林系
95	棲蘭山 130 林道檜木林生態監測	國立宜蘭大學森林系
96	棲蘭山檜木林整理區與未整理區之植物、動物相調查評估	國立宜蘭大學森林系
96	應用非破壞強度檢測棲蘭山神木園區巨木現況	國立宜蘭大學森林系

97	棲蘭山 100 線林道觀霧山椒魚之 分布與環境之關係	國立宜蘭大學森林系
97	應用非破壞強度檢測棲蘭山神 木園區巨木現況(二)	國立宜蘭大學森林系
98	森林遊樂區蕨類資源與環境教 育解說調查	國立宜蘭大學森林系
98	鴛鴦湖自然保留區常見植物資 源調查	中央研究院彭研究員鏡毅
99	棲蘭山林區兩棲爬行動物環境 教育解說調查	國立宜蘭大學森林系
99	棲蘭山 160 線檜木天然林永久樣 區動態監測	國立宜蘭大學森林系
101	鴛鴦湖水生生物暨兩棲爬蟲類 調查	國立宜蘭大學森林系
102	棲蘭山檜木林珍稀物種繁殖保 育計畫-以原生櫻花及臺灣檫樹 為例	國立宜蘭大學森林系
103	森林保育處經營文史彙編	勒巴克顧問有限公司

附錄三、森林保育處自行研究成果書籍及專刊一覽表

年度	書名	作者
51	作業規則與安全規則	姚鶴年(編撰)
51	作業規則圖譜	鄒茂雄(編繪)姚鶴年(校定)
52	日本長距離全幹集材研習報告	彭英藏、周錦崇、周文彬、 刁玉增
52	臺灣原木生產問題研究報告書	姚鶴年(編撰)
58	木材採運規劃	姚鶴年(編撰)
59	木材採運名詞	姚鶴年(編訂)
59	全幹集材作業試辦報告	孟憲璠、彭英藏、周文彬
60	思考與創造	姚鶴年(編訂)
60	集運材架線	彭英藏(編譯)
61	人員組織之運用與企業管理	姚鶴年(撰)
61	長距離全幹集材作業試驗報告	周文彬
63	原木生產預定案	國軍退除役官兵輔導委員會 榮民森林保育事業管理處
69	集材機架線圖說	邱錫柁
70	疏伐綜合技術	彭英藏(譯)
78	榮民林業三十	國軍退除役官兵輔導委員會 榮民森林保育事業管理處
88	森林遊樂區森林資源解說教材手冊	陳子英、許秀英、張錫鈞、 劉盈昌
91	檜木的故鄉—棲蘭、明池、神木園、 鴛鴦湖	沈敏娟
91	聆聽 Silung gulu 天籟—鴛鴦湖地區鳥 類生態簡介	林亞立
92	鴛鴦湖自然保留區常見植物解說手冊	彭鏡毅、呂文賓
93	林木採集作業技術傳承—集材架線	卓志隆、吳四印

93	北橫雙明珠：棲蘭明池神木遊	陳子英、張明財、張明洵
98	棲蘭山珍貴稀有植物解說手冊	林世宗、陳子英、魏瑞廷
100	棲蘭山蕨類生態解說手冊	陳子英、林哲榮、李坤益
100	鴛鴦湖自然保留區植物解說手冊	彭鏡毅、黃建益、呂文賓
102	霧林一百	張明洵、于幼新、郭孟斯、 陳駿銘、陳彥叡、巫智斌、 蔡宗穎、康仕楷、廖文宜、 李思佳、阮名揚、陳奕樺
103	我見青山多撫媚—榮民與森林(增修再版)	林世宗、吳四印、卓志隆、 廖文宜、龍小霖