

行政院農業委員會林務局林業發展計畫 105-林發-07.1-保-87(3)號

公開

限閱

棲蘭山檜木林植物生態文獻整理及資源調查(1/2)

A literature review on plant diversity in

Cilan Mountain Cypress Forest (1/2)

執行單位：國立成功大學

研究主持人：陳一菁

協（共）同主持人：

研究人員：韋昕林、張瑛鑠、Hau Nguyen

中華民國 一〇五 年 十二 月 三十一 日



林務局林業發展計畫 105-林發-07.1-保-87(3) 號

棲蘭山檜木林植物生態文獻整理及資源調查(1/2) 陳一菁 一〇五年十二月三十一日

目錄

前言	I
第一章、文獻回顧	2
1.1 雲霧林特性、分布、重要性與其他研究	2
1.2 檜木之生物特性	4
1.3 棲蘭山植群類型與物種多樣性	9
第二章、棲蘭山區氣候歷史	14
2.1.檜木林所處雲霧帶之氣候變遷、可能面臨的氣候壓力與古氣候重建之 必須	14
2.2.方法	15
2.3.結果	21
第三章、棲蘭檜木林監測管理建議	23
參考文獻	25
附錄一	30
附錄二、鴛鴦湖自然保留區特有種植物名錄	38
附錄三、胸高直徑大於 1 公尺之檜木樣點	40

棲蘭山檜木林植物生態文獻整理及資源調查(1/2)

A literature review on plant diversity in Cilan Mountain

Cypress Forest (1/2)

前言

本計畫的全程目標在於 1. 回顧棲蘭山檜木林植物生態及多樣性之文獻，論述其在自然史及生物多樣性方面的傑出普世價值。提供中、英文版的植物生態文獻整理與回顧。 2. 比較分析全球雲霧森林氣候變遷之研究，論述臺灣檜木林的生態系功能、氣候歷史與可能衝擊。 3. 整理、編製棲蘭山檜木林分佈圖。 4. 利用穩定氧同位素技術，針對特定檜木定年，提供區域氣候重建之基礎資訊。 5. 參與聚落工作坊、田野實察、工作會議以及相關研討會。

而本年度的主要目標為 1. 回顧棲蘭山檜木林文獻，論述其在自然史及生物多樣性方面的傑出普世價值，完成中文版的植物生態研究文獻整理與回顧。2. 比較分析全球雲霧森林氣候變遷之研究，論述棲蘭檜木林的生態系功能、氣候歷史與變遷衝擊。3. 整理、編製棲蘭山檜木林分佈圖。4. 參與規劃團隊的聚落工作坊、田野實察、工作會議。為求整體計畫之進度順利達成，已提前於本年度完成棲蘭山區的檜木老樹樹芯採樣與後處理，並完成部分樹芯之目視定年。本計畫結案報告依序將主要成果依 1. 文獻回顧，2. 氣候歷史，與 3. 經營管理建議呈現，而採樣分析方法與老樹定位點則置於附

第一章、文獻回顧

棲蘭山檜木林位處霧林帶，此特殊的生態系僅存於世界少數地區，本章以回顧(1)全球及區域雲霧林的特性、(2)檜木生物特性及(3)棲蘭山區植物多樣性之文獻來闡述棲蘭山檜木林之珍貴價值。

1.1 雲霧林特性、分布、重要性與其他研究

霧林廣泛的定義為雲霧頻繁籠罩的森林(Hamilton et al., 1995)，大部分分布於熱帶或亞熱帶臨海的山地區域，目前全世界只有 1% 的森林可以稱之為霧林，重要的山地霧林分布區域為中南美洲、東非、婆羅洲、新幾內亞等(徐嘉君, 2015 引用自 Häger, 2006)。雲霧森林通常離海岸線近，海洋濕暖空氣受到地形抬升作用形成雲霧，雲霧通過與土壤及植物表面接觸形成凝結水(又稱“水平降水 horizontal precipitation”)，增加森林可利用水的比例。高濕度的環境造成多樣的附生植物，植被常附有苔蘚、地衣、蕨類和蘭科植物，附生植物增加截留雲霧之凝結水提供了雲霧森林額外的水源及養分(Chang et al., 2002)，即使於乾季亦能使水源不虞匱乏(Holder et al., 2004; Freiberg and Freiberg, 2000)。此外雲霧林對於下游的生態系更可被視為一個不可或缺的水資源庫，於哥倫比亞部分的雲霧森林所截流的霧水甚至可達全年森林可利用水量的 48%(Cavelier and Goldstein, 1989)，顯示雲霧林調節水資源重要之生態系功能。

在季節性雲霧林帶中，雲霧為森林提供降雨以外的水分，提高乾季時的濕度，使森林擁有足夠的水分，穩定環境濕度並促進物種共存，部份林下植株高度依賴雲霧所提供的水分。而沒有森林的區域由於太陽輻射量、風力的增加促進蒸散作用，進而加速此區域的雲霧消散(Dawson, 1998)。Gotsch 等人(2014)探討雲霧林中樹冠層的水文平衡，指出在季節性雲霧林帶，雲霧具有提供植物水分的作用。樹冠層的葉表面可直接攝取水分，研究發現乾季時儘管沒有降雨，植物仍然可以藉由攝取雲霧凝結於葉面上的水滴稍微補充降雨不足的部分，但無法補足乾季時的蒸散作用所消耗的水分。後續發現在乾季時雲霧的發生亦會降低穿透進森林的太陽輻射量，減少樹冠層的蒸散作用並且減緩植物消耗水分的速率，進而維持雲霧林林相多樣性。

台灣具有高山且四面環海，又處於東北季風和西南季風的交界地帶，因此當由海面蒸散的水氣受到季風吹拂至山區，中高海拔的低氣溫使水氣飽和點濕度下降，因此凝結形成雲霧。在容易受到雲霧壟罩的山區則稱為雲霧帶，而處於雲霧帶之中的森林則稱作雲霧林。東華大學的研究團隊，於 2002 年在棲蘭山區扁柏林所做的監測顯示棲蘭山區 8 月每天有 4

小時的起霧時間，而東北季風盛行的 11 月則平均每日起霧時間長達 12.3 小時。此地森林樹冠層因覆蓋著濃密的苔蘚及附生植物能夠攔截大量的霧水(水平降水)，而霧林帶的樹冠層諸如檜木等細碎的枝葉也有利於霧水的攔截，根據東華團隊於棲蘭樣區的研究，該樣區的扁柏枝葉，每年可以攔截將近 300 mm 的霧水，而台大大氣系的研究團隊發現在雪山山脈的觀霧地區，水平降水甚至可以達到總降水量的 1/3，該團隊以自行研發的補霧網，所攔截的霧水加雨水，比起單純只收集雨水，總量多出 177 倍(徐嘉君, 2015)。雲霧林具有特殊水文氣候，相較於雨林，雲霧分布在森林各個冠層，為森林提供較平均且安定的水分，使沒有雲霧出現的雨林與雲霧林內的物種組成顯著不同(Normann et al., 2010)。

賴等人(2016)分析台灣鴛鴦湖 1994 年至 2004 年氣候資料，可看出亞熱帶雲霧林氣候在氣溫、降雨、起霧時間及鴛鴦湖所接收的輻射量皆有顯著的季節性變化。一年中有三百四十二天有起霧，而一年中有雲霧的時間大約佔了 40%。雲霧出現和風向有關。濃霧和微霧所減少的光通量只有 5% 的差異。但與晴天相比，只要雲霧出現，便會顯著減少光通量。受到東亞季風的影響，鴛鴦湖具有明顯的季節性變化。由於光通量是森林樹木的重要限制因子，舉凡植物的生長、存活、競爭力界受其影響。因此雲霧林的雲霧發生頻率會進而影響雲霧林的林相。棲蘭山區的氣候亦具有明顯的季節性、潮濕且光量低等特徵。一年之中約有 40% 以上的時間都壟罩在雲霧中，且當雲霧發生時，林冠上的光量平均降低約 88%，年平均的林冠上光量變化則將低約 70%。天然林下的光斑發生頻率以及光照時間也因雲霧遮蔽而大幅度減少，由於分布於棲蘭山區的檜木小苗，紅檜、扁柏並非極端陽性物種，低光亮環境可能影響檜木小苗在自然狀況下的存活率、更新以及分布。

雲霧的發生不只可以改變濕度以及光量，大氣中的沉降物質亦有可能被雲霧所攔截。簡(2008)研究位於霧林帶棲蘭山區的水文氣象並加以分析其化學成分，指出本區的降雨量集中在夏季及秋季，霧水則在冬季及春季帶來較高的水量，而颱風在研究期間貢獻約 37% 的總雨量。另外雨水在進入林冠層後，穿落水的 pH 質較雨水高，幹流水則較雨水低。由雨水相關矩陣得出 NO₃-與 SO₄-、NH₄⁺的濃度相關性高，推測雨水以及霧水受到汙染的影響皆高，其中雨水受到長程傳輸的影響較為明顯，而雲霧則是較受到當地汙染的影響。幹流水與穿落水中的 NO₃-與 NH₄⁺濃度均降低，推測水分中的 NO₃-與 NH₄⁺被植物所吸收。儘管雲霧僅提供了 6% 的總水量，但其所提供的養分占了森林養分的 27%，此研究也提出汙染造成大氣沉降中的 SO₄²⁻-S、N 濃度上升，並且被雲霧、雨水夾帶而形成酸沉降，而對森林生態系具有不利的影響，若超過臨界值則可能造成森林衰退。因此雲霧在雲霧森林中所帶來的資源，以及直接、間接的環境影響，都對於維持雲霧林生態系扮演重要的角色。

1.2 檜木之生物特性

1.2.1 扁柏屬植物的親緣

柏科(Cupressaceae)扁柏屬(*Chamaecyparis*)的植物原有七種，分別為：拿加遜扁柏(*Cupressus nootkatensis*)、尖葉扁柏(*Chamaecyparis thyoides*)、羅生氏扁柏(*Chamaecyparis lawsoniana*)、日本扁柏(*Chamaecyparis obtuse*)、日本花柏(*Chamaecyparis pisifera*)、紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)、台灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa var. formosana*)；其中拿加遜扁柏目前已建議由扁柏屬中除去，由 Liao *et al.* (2010)利用 matK 基因序列研究所獲得的結果，其與柏木屬(*Cupressus*)的關係較接近。Wang *et al.* (2003) 綜合基因分析資料，尖葉扁柏和日本花柏在 cpDNA 的差異是 2.8 %，羅生氏扁柏和日本扁柏在 cpDNA 的差異是 1.1 %，日本扁柏和臺灣扁柏在 cpDNA 的差異是 0.25 %，臺灣扁柏和臺灣紅檜在 cpDNA 的差異是 0.57 %。Liao *et al.* (2010) 的研究證據支持 Wang *et al.* 的看法，台灣扁柏與日本扁柏被歸為同一單源群且與羅生氏扁柏關係較近，而紅檜則與日本花柏及尖葉扁柏較接近(Liao *et al.*, 2010; 黃, 1999)。

現今扁柏屬植物分散於北半球海岸附近，其中尖葉扁柏分布於北美東岸，羅生氏扁柏分布於北美西岸，日本扁柏與日本花柏分布於日本，台灣扁柏與紅檜分布於台灣。台灣是此屬植物分布的最南界。扁柏屬如此破碎的地理分布與其擴散的歷史有關，Li *et al.* (2003) 指出，早期研究明確顯示當今檜木屬下的所有物種，都來自第三紀早期和中期北半球範圍廣大的 boreotropical flora。他們認為，檜木屬祖先首先經由擴散事件進入北方寒林區(boreal region)，透過基因交流，創造出臺灣紅檜和日本花柏的核心親緣關係。今天北美檜木可能是從當時的東亞檜木隨後演化而來。Li *et al.* (2003) 認為，種系發生學的關係和檜木屬的時間擴散，和北半球第三紀和晚第四紀的混種森林假說一致。這一個地理分布型態可以進一步受到日本群島地史事實支持；日本在 17 百萬年前還是亞洲大陸的一部分。接著，在第三紀晚期的造山運動和氣候變遷中，檜木屬的祖先被推移到不同地理區中，隔離分化出來東亞一族，和北美一族。

而根據 Wang *et al.* (2003)的研究，扁柏屬植物大約於中新世晚期從北美通過古白令橋傳播至東亞，其中尖葉扁柏與日本花柏的擴散事件約在 1400 萬年前，而羅生氏扁柏及日本扁柏的擴散事件則發生於 551 萬年前。台灣扁柏與紅檜據推測應是源自日本通過琉球群島遷移至台灣，估計日本花柏和臺灣紅檜的分化時間是在 2.9 百萬年前，日本扁柏和臺灣扁柏的分化時間是在 1.3 百萬年。

1.2.2 扁柏屬植物形態特徵

羅生扁柏樹高 30 至 50 或 60 公尺，直徑約 2 公尺，樹冠呈圓錐形，樹皮呈淡紅棕色，幼齡木之樹皮光滑，老齡木則具深裂溝。枝條短，呈水平狀，枝條末端下垂。葉為盾形鱗片狀，呈深綠色至藍綠色，先端鈍；中葉呈菱形，具腺點；氣孔線成 X 字形。雄花為粉紅色或紅色，雌花為淺藍色。毬果為球形，直徑 1 公分，呈藍綠色至棕褐色，具短柄，約兩年成熟。果鱗 8 枚，每果鱗有 2 至 4 或 5 粒種子，種子約 0.4 公分長，具種翼(Harlow and Harar, 1950; 郭, 2001; 黃, 1991)。

拿加遜扁柏樹高為 25 公尺至 45 公尺，直徑約 1 公尺至 2 公尺，樹冠呈狹圓錐形。樹皮為灰褐色，具不規則裂溝，薄鱗片狀剝；小枝斷面呈四菱形。葉為鱗片狀，先端尖銳，呈深綠色，第二年轉為棕褐色，葉背偶爾有腺點，無白色氣孔線。花於五至六月成熟，雄花為黃色，雌花為綠色。毬果為球形，淡赤褐色，具柄，於九月成熟，在較寒冷處之成熟時間為隔年四至五月。果鱗為盾狀，4 至 6 枚，具突起；每果鱗有 2 至 4 粒種子，種子約 0.5 公分長，側翼約為種子兩倍大(Harlow and Harar, 1950; 郭, 2001; 黃, 1991)。

尖葉扁柏樹高 25 公尺至 35 公尺，樹冠呈狹圓錐形，樹皮為紅棕色。葉為淡綠色或深藍色，先端尖銳，側葉緊密，中葉具一突起球形線點。花於三月開。毬果為球形，直徑 0.6 公分，著生於成叢之枝條上，表面具霜狀物覆蓋，具短柄，成熟時由淺藍色轉為紅棕色。果鱗 4 至 5 枚，少數有 6 枚。每果鱗具有 1 至 2 粒種子，種翼與種子同大(Harlow and Harar, 1950; 郭, 2001; 黃, 1991)。

日本扁柏為常綠大喬木，樹高為 40 至 50 公尺，胸高直徑約 2 公尺；樹冠卵形，樹皮呈赤褐色，會龜裂，狹長條狀剝落。葉為鱗片狀，呈深綠色，先端鈍；中葉為卵形至菱形，表面有一突起之圓形腺點；側葉較大，葉裡面有 Y 字形銀白色氣孔線。雌雄同株，於三至四月開花。毬果為球形，直徑約 0.8 至 1.2 公分，成熟時由綠色轉為赤褐色，具短柄，約 1 公分長。果鱗盾狀，7 至 10 枚，中央有小突起，每果鱗具有 2 至 5 粒種子；種子為卵狀之橢圓形，長為 0.3 公分，種翼狹小(郭, 2001; 黃, 1991)。

日本花柏樹高為 3 公尺至 40 或 50 公尺，直徑約 2 公尺，樹冠呈狹圓錐形，樹皮為赤褐色，有水平狹長龜裂與剝落。葉為鱗片狀，淡綠色，先端尖銳，葉裡之白色氣孔線呈 X 形。側葉正面低處有一白色斑點，中葉具兩個不規則形之腺點。毬果球形，多著生於低枝條上，直徑約 6 毫米，成熟時由綠灰色轉為暗棕色。果鱗 10 至 12 枚，每果鱗具 1 至 2 粒種子，種子黃褐色，具種翼(郭, 2001; 黃, 1991)。

紅檜為常綠大喬木，樹高可達 65 公尺以上，胸高直徑可達 6 公尺以上。樹皮薄且平滑，呈灰褐色至紅褐色，縱條狀或片狀剝落。樹枝呈水平狀但枝梢疏生而略下垂。葉鱗片狀，略互生，在小枝側作覆瓦狀對生，先端銳尖，表面呈綠色，有時帶點古銅綠色，葉背淡白色，具有白色凹溝；中葉橫斷面為船形，中肋兩面隆起，樹脂溝接近維管束，側葉橫斷面

為 V 字形；1、2 年生之幼苗多數伴有線形初生葉遺留，約 1 公分長。雌雄同株，異花。毬果呈橢圓形，長 1 公分至 1.2 公分，直徑 0.8 公分至 0.9 公分；果鱗為盾形，10 至 13 枚，呈棕色。每個果鱗具有 2 枚種子；種子為扁平卵狀之紡錘形，具有薄翅，直徑約 0.3 公分，呈棕色；種實於當年十一月上旬成熟；子葉為 2 枚。紅檜之壽命一般為 1500 年，在台灣發現之個體最老可達 3000 年以上(郭, 2001; 黃, 1991; 松浦, 1942; 柳, 1975; 柳, 1985)。

台灣扁柏為常綠大喬木，樹幹通直，可達 50 公尺以上，胸高直徑約 3.5 公尺。樹皮較厚，有縱向淺裂，呈紅褐色，長片條狀剝落。大枝密生且平展，小枝扁平細長。心材呈淡黃褐色，有辛辣味。葉為鱗片狀，呈綠色至淡綠色；幼齡木之葉子先端尖銳，老齡木則為鈍形；生長緊密，呈覆瓦狀排列，下部具明顯 Y 字形之白色氣孔線，側葉覆蓋中葉且為對生，中葉橫斷面為盤形，側葉橫斷面為鈍圓角三角形。雌雄同株，單性花，花於四月開，雄花為卵形至長橢圓形。毬果為短橢圓形至球形，直徑約 0.8 公分至 1 公分，於十一月上旬成熟，成熟時呈黃褐色，果鱗為盾狀，8 至 10 枚，中央具一小突起。每個果鱗具有 2 至 5 枚種子，種子具狹翅，直徑 0.2 公分至 0.4 公分，子葉為 2 枚(郭, 2001; 黃, 1991)。

台灣扁柏與紅檜在形態上十分相似，以下幾項特徵為主要差異：台灣扁柏之樹冠呈圓錐形，枝條與樹幹略呈直角，遠視時為青黑色；紅檜之樹冠則呈橢圓形，枝條略呈下垂，遠視時為淺紅色。台灣扁柏之樹幹筆直，樹皮具深裂且較厚、粗硬，不易剝離；而紅檜樹幹較短且常有分枝，樹皮薄且質地較軟，裂較淺，較易剝落。台灣扁柏之葉子較粗且顏色較深，於枝條上密生、交互對生，鱗狀葉之先端較鈍，葉裡稍呈白色；紅檜之葉質較厚，顏色較淺，於枝條上疏生、覆瓦狀排列，鱗狀葉之先端尖銳，葉裡稍呈紅色；台灣扁柏之毬果為球形、較大，果鱗與種子數較少；紅檜之毬果則為橢圓形、較小，果鱗與種子數較多。台灣扁柏之木材呈淡黃褐色，質地較重，因樹脂含量多，故香氣較重，有辛辣味；紅檜之木材呈淡紅褐色，材質較軟，香氣較台灣扁柏弱，無辛辣味(洪, 1975 郭, 2001; 郭, 1991; 黃, 1991)。

1.2.3 扁柏屬植物的分佈範圍

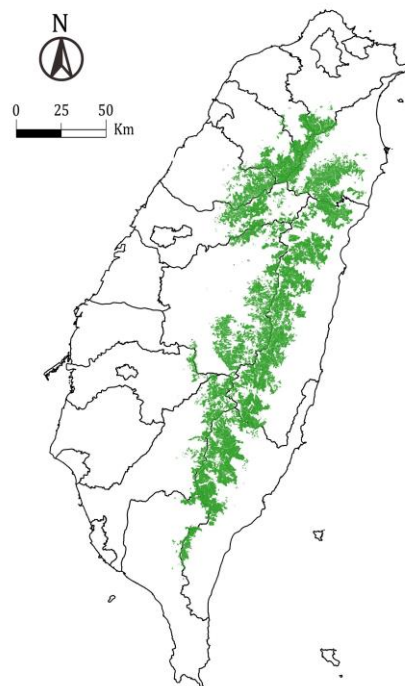
羅生扁柏、拿加遜扁柏與側葉扁柏僅分布於北美洲，日本扁柏與花柏僅分布於日本地區，台灣扁柏與紅檜僅分布於台灣地區。羅生扁柏之分布以美國西部沿岸、奧瑞岡州西南部至加州北部為主要分布範圍，且常與其他針葉樹種混生。其生長海拔為 0-1950 公尺，耐乾燥與低溫，最低可至攝氏-25 度；能生長於全陽光下，但也需蔽蔭。好生於土壤深度較深之黏土壤。拿加遜扁柏主要分布於北美太平洋沿岸之暖溫氣候帶，其生長海拔為 0-2300 公尺處，好生於土壤豐富與氣候潮濕之環境，在濕潤土壤中為淺根性，乾燥土壤中則為深根性。尖葉扁柏主要分布在美國東北部之大西洋沿岸海拔 0-457 公尺，其分布緯度廣闊(29°14' - 44°20'N)，故其群叢序列大且具變異性，好生長於沼澤地之泥炭土與溪旁堤岸上，無法生存於長久蔭蔽之環境。日本扁柏之分布以日本本州為主，四國、九州亦有小部分分布，生長海拔為 10-2200 公尺處，生育地之土壤豐富、濕潤且偏酸性、光照充足。花柏之分布以本州中部為主，在日本中部與南部亦有分布，其生長海拔為 1100 公尺至 2400 公尺，

好生於土壤濕潤地區(郭 2001; Laderman 1998)。

紅檜分布緯度介於 22°35' 南大武山一帶至 24°49' 北插天山一帶之間，經度介於 121°30' 北插天山及大濁水溪之北溪與南溪一帶至 120°45' 南大武山一帶之間，海拔為 1700 公尺至 2900 公尺的寒溫帶針葉混合林，多生長在坡度 5% 至 80% 的山坡中部、下部或側坡上。在天然分布上常與台灣扁柏等樹種混生，鮮少呈純林。在台灣南部地區之生長海拔為 2200 公尺至 2500 公尺，北部地區之生長海拔則為 900 公尺至 2500 公尺；在東部地區之生長海拔較西部地區低，且分布海拔高度會隨緯度增加而降低。其分布地區常伴隨台灣肖楠 (*Calocedrus formosana*)、巒大杉 (*Cunninghamia konishii*)、台灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*)、鐵杉 (*Tsuga chinensis*) 出現；林下則常有玉山假沙梨 (*Photinia davidiana* var. *niitakayamensis*) 與玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*) 出現。其生長環境常為弱酸性土壤，土壤來自火成岩或頁岩，土壤厚度中等至淺薄，濕潤；生長氣候條件為平均溫度攝氏 10.6 至 12.7 度，年降雨量為 2980 至 4360 毫米，相對溼度為 81-94% 且在具有雲霧壟罩盛行的地區。成木之耐陰性介於陽性與陰性之間，但幼苗需蔽蔭。雖非絕對耐陰樹種，但幼苗與幼樹具相當程度的趨光性(郭, 2001; 松浦, 1942)。

台灣扁柏分布緯度介於 23°28' 新高山一帶至 24°46' 鳶嘴山一帶之間，經度介於 121°31' 大濁水溪之北溪與南溪流域至 120°47' 阿里山一帶之間，海拔為 1800 公尺至 3000 公尺的寒溫帶針葉混合林或針闊葉混合林，多生長在坡度 5% 至 80% 山坡之上部、中部或山脊上。在台灣南部地區之生長海拔為 2400 公尺至 2500 公尺，北部地區之生長海拔為 1500 至 2600 公尺，且東部地區之分布海拔較西部低。常與紅檜、台灣肖楠、巒大杉、台灣杉、台北檜木 (*Alnus henryi*)、木荷 (*Schima superba*)、紅果樹 (*Photinia davidiana*)、台灣杜鵑 (*Rhododendron formosanum*)、石櫟屬 (*Pasania* sp.) 及玉山箭竹混生。生長環境偏好排水良好且土壤較紅檜淺薄及粗重；生長氣候條件為平均溫度低、年降雨量高、終年雲霧覆蓋、相對濕度高的地區，與紅檜之氣候條件相似(松浦, 1939; 郭, 2001)。

紅檜與台灣扁柏各族群主要分布在阿里山地區與棲蘭山地區海拔 1200 公尺至 2600 公尺之霧林帶(圖一)。棲蘭山地區之林分組成以台灣扁柏為主要優勢種，其次為紅檜與台灣鐵杉，分布範圍介於海拔 1000 公尺至 2700 公尺，生長地形從溪谷、坡地至山頂均有分布。比較該地區清查多樣性與分化多樣性結果，發現鴛鴦湖集水區的多樣性變化均低於其他集水區，台灣扁柏族群結構與林分結構亦與其他集水區略有不同(魏, 2006)。



圖一、台灣地區紅檜與台灣扁柏分佈圖

1.2.4 台灣檜木幼苗生長特性

棲蘭山區之氣候具有季節性明顯、潮濕與光量低的特徵。此地區一年約有平均 40% 以上的時間受雲霧籠罩。雲霧發生時，林冠上層光量年平均降低約 70%，林下照光時間也因雲霧遮蔽而大量減少。樹冠層與地形亦與日照量相關。樹冠層之孔隙覆蓋度與日照量呈負相關，地形造成的遮蔭會降低日照量。

賴(2006)調查發現，棲蘭山區之台灣扁柏苗的適存光量低於紅檜苗，推測雲霧所致之低光量可能有利於台灣扁柏苗的存活與生長。在低光量環境下，台灣扁柏會調整單位葉面積生物量以適應陰暗環境，而紅檜苗會調整莖的長度來因應。在養分與水分充足時，台灣扁柏會提高單位葉面積生物量；養分受限時，則降低單位葉面積生物量；在高光量環境下，紅檜苗之存活率高於台灣扁柏苗。在持續高光量環境下，台灣扁柏苗與紅檜苗之光合作用效率及葉相對生長率均明顯被抑制，顯示台灣扁柏苗與紅檜苗均非絕對陽性樹種。

林(2007)比較棲蘭山地區枯倒木整理後之檜木林，在不同上層林冠環境下，台灣扁柏與紅檜栽植苗之存活與生長表現。結果指出台灣扁柏與紅檜之生長率在初期階段較高；紅檜之苗高與苗徑生長率大於台灣扁柏，且於疏林冠層下的生長表現優於鬱閉林冠層，顯示台灣扁柏與紅檜苗均為耐蔭型物種，且紅檜對照光的需求較高。台灣扁柏與紅檜苗在鬱閉林冠環境下之生長量大多較低，連年生長量之差異以台灣扁柏苗較明顯，顯示台灣扁柏苗於鬱閉林冠層下之忍受性優於紅檜苗。

梁(1992)以棲蘭山檜木野生苗為研究對象，發現臺灣扁柏苗與紅檜苗具有不同休眠特性。低溫對紅檜苗的生長影響較臺灣扁柏苗顯著；生長季時紅檜苗需光量較扁柏苗多，紅檜苗對照光的需求較臺灣扁柏苗多。

1.2.5 台灣檜木的珍貴性

台灣檜木(紅檜與台灣扁柏)為台灣特有種植物，在演化上是扁柏屬植物中較晚期才分化出來的物種，其地理分布為扁柏屬植物中緯度分布最南的物種，海拔分布的上界也是最高的，其地理擴散的歷程極具演化上的價值。台灣檜木的分布範圍為扁柏屬植物中最狹小的，卻是屬中胸徑較大的樹種，其中紅檜更是全世界扁柏屬中胸徑最大者，最大胸徑可達 5.2 公尺。然因台灣紅檜材質優良，也造成其被大量開採的命運，過去開採導致族群數量顯著下降，因而在 1994 年紅檜被《國際自然保護聯盟瀕危物種紅色名錄》列為瀕危物種，而扁柏則被列為易危物種(Zhang and T, 2013; Zhang and T., 2013)。

1.3 棲蘭山植群類型與物種多樣性

1.3.1 植群類型

棲蘭山地區座落於台灣地理氣候分區的東北區與西北區交會處（蘇鴻傑，1985；蘇鴻傑，1992），恆濕型的東北氣候區與夏雨型西北氣候區的氣候差異造就多樣的植群社會。

周昌弘等人(2000)針對鴛鴦湖森林生態系的植被調查與分析，將此區分成六種植群類型，包含兩種森林型社會(台灣扁柏型、柳杉人工型)、四種溼生草本植物社會(高山芒型、眼子菜型、東亞黑三稜型、水毛花型)，而這六型植群皆以扁柏林為其優勢物種，且能自然更新，可能為消長末期的穩定社會群聚。

陳子英等人(2002)則針對棲蘭山 170 林道之檜木林進行植群調查，將此區分成五類植群: 1.早期天然撫育下種的高山芒—台灣扁柏型，2.上坡之植群型(台灣社鵝—台灣扁柏型)，3.近稜線之植群型(台灣二葉松—台灣鐵杉型)，4.中坡之植群型(木荷—台灣扁柏型)，5.溪谷之植群型(紅繪—假長葉楠型)。隨後魏瑞廷與陳子英(2007)統整前人研究將棲蘭山植群分成六個植群帶(表一)，而其本身研究將棲蘭山地區櫟林帶上層的植群分成六類:1.台灣鐵杉-台灣扁柏型，2.台灣杜鵑-台灣扁柏型，3.西施花-台灣扁柏型，4.木荷-台灣扁柏型，5.長葉木薑子-紅檜型，6.豬腳楠-紅檜型；若與前人研究對照，除命名方式有所差異外，植群特徵大致相符。此外在其研究中顯示影響植群分化最重要的因子包含海拔、地形位置、含石率、全天光空域與直射光空域。

表一、棲蘭山地區植群類型(引用自魏瑞廷、陳子英，2007)

植群帶	生育地環境	研究區域植物社會	特徵種或優勢種	作者
鐵杉林帶	海拔 1500 m 以上之山頂、稜線與中波	棲蘭山地區 大漢河流域 台灣鐵杉林型	台灣鐵杉*、昆欄樹、高山新木薑子、台灣扁柏、赤柯	王震哲，2000 郭福麟等，2006
山地上層針葉林型	海拔 2,355-2,721 m，稜線，主稜	蘭陽溪上游 台灣鐵杉-玉山杜鵑型	巒大花楸、台灣扁柏、假繡球、玉山杜鵑*、厚葉柃木、台灣八角金盤、台灣鐵杉*	陳子英，2002
	海拔 1,900-2,111 m，稜線	棲蘭山 170 林道 台灣二葉松-台灣鐵杉型	台灣二葉松*、台灣鐵杉、台灣扁柏、高山新木薑子、毬子櫟	陳子英等，2002
山地針闊葉混淆林	海拔 1680 m，中坡生育地環境乾燥	棲蘭山地區 西施花-台灣二葉松型	西施花*、台灣二葉松、木荷	朱恩良，2004
	海拔 1455 m，下坡	蘭陽溪上游 大漢河流域 台灣二葉松—西施花型	台灣鐵杉、台灣二葉松*、台灣華山松、台灣赤楊、台灣黃杉、木	陳子英，2002 郭福麟等，2006

				荷、蘭邯千金榆、杜英、昆欄樹、小花鼠刺、台灣紅榨槭、西施花*		
		海拔 1,325-1,975 m，下坡，中坡小支稜	蘭陽溪上游 木荷-西施花型	木荷*、錐果櫟、香桂、烏心石、薯豆	陳子英，2002	
		海拔 1405-1655 m，支稜	蘭陽溪上游 台灣杜鵑-薯豆型	台灣杜鵑*、烏皮茶*、錐果櫟、薯豆、台灣樹參、台灣扁柏	陳子英，2002	
櫟林帶上層	山地針闊葉混淆林	台灣扁柏	海拔 1500-2700 m	棲蘭山地區 台灣扁柏—台灣鐵杉型	台灣扁柏*、台灣鐵杉、赤柯、高山新木薑子	朱恩良，2004
		台灣扁柏	海拔 1017-2150 m	棲蘭山地區 台灣扁柏—台灣杜鵑林型	台灣扁柏*、台灣鐵杉、白花八角、毬子櫟、西施花、台灣杜鵑*	廖啟政，2005
		台灣扁柏	海拔 1,017-2,086 m 之稜線或中坡	大漢河流域 台灣扁柏林型	台灣扁柏*、台灣鐵杉、赤柯、台灣杜鵑、西施花、高山新木薑子	郭福麟等，2006
		台灣扁柏	海拔 1,800-1,900 m，上坡	棲蘭山 170 林道 台灣杜鵑—台灣扁柏型	台灣杜鵑*、台灣扁柏、台灣鐵杉、高山新木薑子、毬子櫟、白花八角	陳子英等，2002
		台灣扁柏	海拔 1,000 m 以上，160-170 林道沿線之坡面	棲蘭山檜木林區 台灣扁柏—巒大杉—台灣杉林型	台灣扁柏*、巒大杉、台灣杉、木荷、毬子櫟、霧社木薑子	王震哲，2000
		台灣扁柏	海拔 1,700-1,800 m，中坡	棲蘭山 170 林道 木荷—台灣扁柏型	木荷*、台灣扁柏、烏心石*、霧社木薑子*、烏皮茶*、白花八角	陳子英等，2002
		紅檜林	海拔 1,700 m，下坡或溪谷	棲蘭山 170 林道 紅檜—假長葉楠型	紅檜*、假長葉楠、錐果櫟、長葉木薑子、早田氏冬青、銳葉柃木	陳子英等，2002
	紅檜林	海拔 1,450-1,760 m，中坡乾溝	蘭陽溪上游 紅檜群叢	紅檜*、薯豆、假長葉楠、西施花、台灣八角金盤、長葉木薑子、昆欄樹、墨點櫻桃、小花鼠刺	陳子英等，2004	
	紅檜林	海拔 963-1,630 m	棲蘭山地區	紅檜*、台灣扁柏、	廖啟政，2005	

			紅檜—長葉木薑子林型	長葉木薑子、豬腳楠、假長葉楠、錐果櫟	
		海拔 841-1,940 m，下坡或溪谷	大漢河流域紅檜林型	紅檜*、赤柯、台灣赤楊、長尾尖葉槲	郭福麟等，2006
櫟林帶下層	山地常綠闊葉林	海拔 700-1,500 m	棲蘭山檜木林區長尾尖葉槲—香楠林型	長尾尖葉槲*、香楠、豬腳楠、山紅柿、杜英、薯豆、小花鼠刺、猴歡喜	王震哲，2000
		海拔 1,325-1,725 m，下坡、中坡及上坡	蘭陽溪上游木荷—大葉石櫟群叢	假長葉楠、錐果櫟、薯豆、墨點櫻桃，香桂、木荷*、烏心石，西施花、長葉木薑子	陳子英，2004
		海拔 1,065 m，近溪谷兩側，生育地由崩落之土石堆積形成，北橫公路沿線	棲蘭山地區錐果櫟型	錐果櫟*、台灣黃杞、西施花	朱恩良，2004

註：*為特徵種

1.3.2 物種多樣性

王震哲(2000)團隊於棲蘭山區進行之植物資源調查，顯示區內的維管束植物共計 1009 種，分屬於 152 科 502 屬，包含蕨類 28 科 209 種，裸子植物 6 科 14 種，雙子葉植物 105 科 665 種，單子葉植物 13 科 121 種。而若以生育環境歸類，生長於霧林帶的種類總計 107 科 215 屬 361 種(表二)，其中共有 139 種屬於台灣特有種，特有值佔 38.5%；若計算特有種於各類別的比例，種子植物的特有值高達 46.8%左右，顯示此區霧林帶物種具有高特殊性。

表二、棲蘭山檜木林區霧林帶植物屬性統計表(引用自王震哲，2000)

	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總合
科數	22	6	74	5	107
屬數	42	8	149	16	215
種數	79	10	247	25	361
特有種	7	8	109	15	139
特有種比例	8.86%	80%	44.13%	60%	38.5%

若單就鴛鴦湖自然保留區內的植物多樣性而言，周昌弘等人(2000)的調查報告中顯示共有 185 種維管束植物，分屬 71 科 115 屬；其中含蕨類植物 14 科 23 屬 33 種；裸子植物 3 科 3 屬 4 種；雙子葉植物 46 科 70 屬 108 種；單子葉植物 8 科 19 屬 22 種。近年中央

研究院植物研究所整合各調查成果，並加以數位化，建立網路平台--台灣本土植物資料庫，其內彙整鴛鴦湖自然保留區的植物名錄如附錄一，包含 57 種特有種(附錄二)。

1.3.3 珍貴與稀有植物

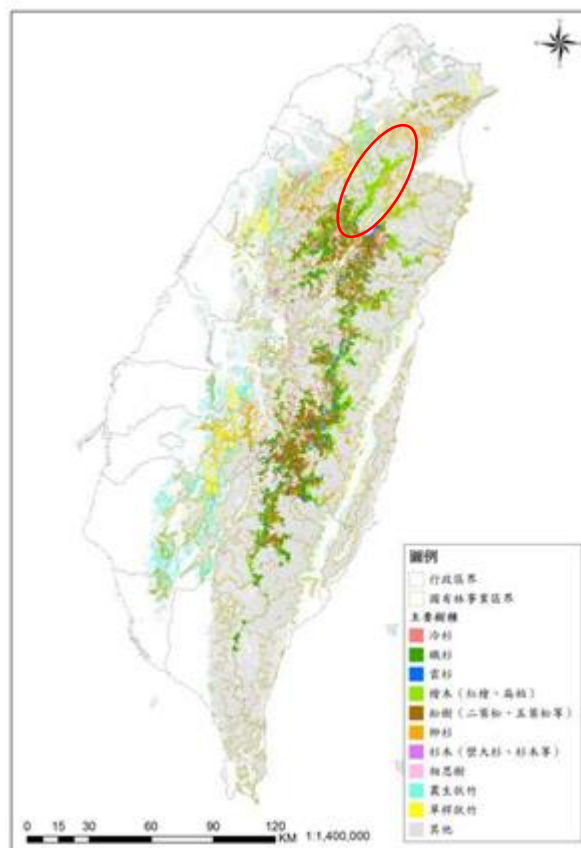
這些物種之中，王震哲等人(2000)彙整多年來野外調查之實際經驗與前人有關稀有植物之文獻（徐國士、呂勝由，1984；徐國士、蘇鴻傑、彭鏡毅，1985；賴明洲，1991；呂勝由、林明志，1996；呂勝由、邱文良，1997，1998，1999；黃增泉，1999），歸納出棲蘭山區 62 種稀有植物(表三)。而魏瑞廷、陳子英(2007)的研究指出 160 林道與 170 林道集水區有大面積的老熟林與孑遺之稀有植物，如台灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)、巒大杉(*Cunninghamia konishii*)、南洋紅豆杉(*Taxus sumatrana*)等珍貴樹種。

表三、棲蘭山檜木林區珍貴及稀有植物分類表(引用自王震哲等人, 2000)

類 級	種 類	種數
完全絕滅 (EX)	目前尚無	0
野外絕滅 (EW)	臺灣泡桐	1
嚴重瀕臨絕滅 (CR)	目前尚無	0
瀕臨絕滅 (EN)	台灣石松、鱗芽裏白、華東瘤足蕨、東方莢果蕨、岩穴蕨、南洋紅豆杉、台灣粗榧、叢花百日青、台灣杉、臺灣五葉參、太平山細辛、台灣吊鐘花、小葉四葉葎、臺灣黃蘗、宜蘭天南星、東台天南星、三星石斛、南湖蠅蘭、東亞黑三稜	19
易受害 (VU)	相馬氏石松、寬片膜蕨、韓氏烏毛蕨、雉尾烏毛蕨、馬祖耳蕨、台灣黃杉、巒大杉、臺灣掌葉槭、雲南冬青、華參、鴛鴦湖細辛、燈台樹、棲蘭杜鵑、白木通、土肉桂、鐵釘樹、臺灣擦樹、多花蓬萊葛、裏董紫金牛、短莖紫金牛、布氏稠李、霧社山櫻花、阿里山櫻花、柳氏懸鉤子、青貓兒眼睛草、臺灣貓兒眼睛草、臭椿、畢祿山芋麻、黃根節蘭、老鸛草	30
依賴保育 (cd)	姬卷柏、長苞雙蓋蕨、黃花鳳仙花、八角蓮、阿里山十大功勞、山豆根、鐵線蕨葉人字果、臺灣一葉蘭	8
接近威脅 (nt)	台灣扁柏、紅檜、著生杜鵑、博落迴	4

1.3.4 棲蘭山檜木林的獨特性

依據林務局第四次森林資源調查，台灣檜木天然林主要集中於棲蘭山林區、和平林道與花蓮和南投之交界，但檜木成林的密集程度，以棲蘭山林區為全台分布最集中的地區(圖二)，此外棲蘭山的台灣扁柏更新造林也是檜木人工林的集中區域。陳玉峰於”搶救檜木林運動的價值依據”文中提及有學者主張檜木林為台灣最古老的生態系，其內包括許多珍稀的子遺物種，例如全球唯一以台灣當屬名的植物——台灣杉，係以 Taiwan 拉丁化為 *Taiwania*，為全台灣最高大喬木，與銀杏、水杉等同為世界頂級古老的珍品。此外如巒大杉、南洋紅豆杉，甚至次生植物的台灣擦樹，皆為地球地質時代的子遺指標，可列為「世界自然遺產公約」下的活見證，無論從生物地理、島嶼生態、全球演化變遷等等考量，其學術地位無與倫比，加上台灣檜木又為特產，更是本土生態向世界提貢獻最有潛力的題材。



圖二、台灣森林主要優勢樹種分布(引用自林務局第四次森林資源調查)

第二章、棲蘭山區氣候歷史

2.1. 檜木林所處雲霧帶之氣候變遷、可能面臨的氣候壓力與古氣候重建之必須

目前世界上對於雲霧林長期氣候的研究相當缺乏，只有少數研究透過全球環流模式 (General Circulation Models, GCMs) 進行氣候模擬 (Still et al., 1999) 以及氣候觀測紀錄 (Pounds et al., 1999)。Pounds (1999) 於哥斯大黎加雲霧林的長期觀察發現，隨著暖化的發生與東太平洋海水表面溫度的上升，當地乾燥天數及雲量覆蓋度也隨之增加，使日溫差減少；該研究認為，雲霧帶的高度抬升，造成低地物種上移、生物群聚組成改變。溫度的上升除了改變雲霧帶位置及使降低其現頻率亦會減少當地的降雨 (Barradas et al., 2010)，使雲霧森林面臨乾旱壓力，進而影響生態系統的功能。

雲霧森林由於高度依賴雲霧中的水氣因此非常容易受到氣候變化影響 (Foster et al., 2001)。雲霧林中的附生植物不直接和土壤接觸，相較於林木及陸生的草本植物對環境氣候的變化更為敏感 (Gentry and Dodson, 1987；Benzing, 2004)；且因附生植物所處環境溫濕度變化小，穩定的氣候條件使附生植物為對溫度與濕度的耐受性較窄，需求較專一 (Hsu et al., 2012)，因此在氣候變遷下雲霧林的附生植物將首當其衝。而附生植物的覆蓋減少也將減少森林的保水性，損及其生態系功能 (Mudd, 2004)。

樹木雖然對氣候的抗性較佳，但依然有可能受到氣候變遷的衝擊。邱祈榮與黃愷茹 (2008) 利用第三次森林資源調查的地面樣區調查紀錄，取其中含有檜木的樣區位置與溫量指數圖套合，經計算出檜木林樣區的溫量指數平均值為 103.62，標準差為 27.11；依此進一步以溫量指數建立台灣檜木林的分布函數，計算出各地的檜木潛在分布值。隨後以年均溫增加攝氏 1 度至 5 度的情形之下，模擬當檜木生態特性仍維持現有習性的前提下，檜木林潛在分布將如何變化。結果顯示若以檜木林高潛在分布值 (0.8-1.0) 為例，未來氣溫每增加 1 度，其在台灣分佈所占的面積比將減少約 77% (由 9.91% 降到 2.31%)。即使以不同情境下模擬的未來氣候進行分析，當溫度上升，檜木林潛在分布均大幅的減少。

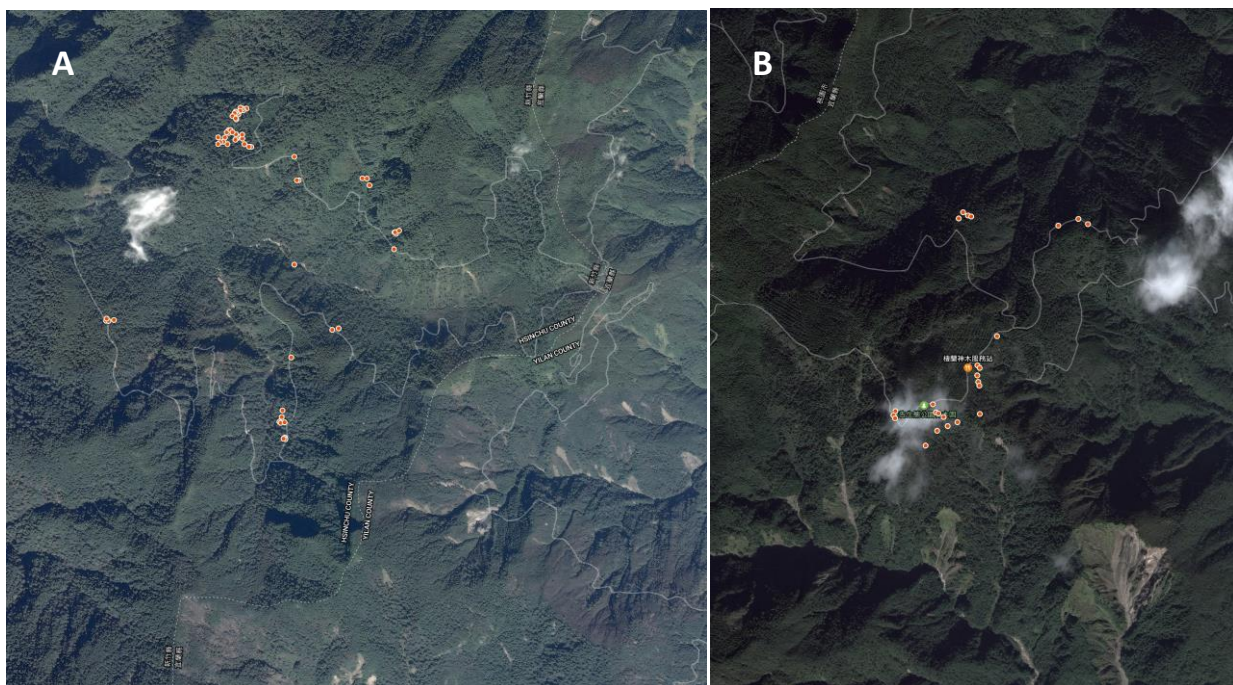
區域氣候與當地生態緊密相關，透過樹輪重建的歷史氣候得以了解生態系過去氣候的長期變動，進一步評估生態系面臨的氣候是否為極端現象，同時也能解析生態系目前的處境與面臨的壓力及變化趨勢，例如 Anchukaiti (2010) 利用樹輪穩定氧同位素值的變化推估過去一世紀哥斯大黎加雲霧森林的濕度變化，發現乾季濕度與 ENSO 事件有關。在台灣東部的雲霧林，陳信豪 (2015) 分析紅檜樹輪中的穩定氧同位素值變化，發現該處紅檜樹芯的氧同位素變動與該處的梅雨季 (五至六月) 的降雨、生長季 (四至九月) 平均相對濕度及生長季 (四至九月) 的雲量有關。且經由其重建的東部霧林梅雨降雨歷史指出過去 480 年以來，

近 30 年為平均降雨最少、極端乾旱事件次數最多的時期，此顯示台灣東部雲霧森林正面臨著乾旱的壓力。棲蘭山區的雲霧林是否也面臨相同的危機？棲蘭山氣候的長期變動，不只直接影響植群的動態，同時也意謂著棲蘭山近百年來生態系的變化，重建此處的古氣候不單單可以正視棲蘭山這片珍貴檜木林的處境，更可以進一步提供未來經營與保育策略的參考。

2.2. 方法

2.2.1. 樹芯取樣與樣本前處理

本研究於一〇五年五月進行棲蘭山神木園區、100 線林道、130 線林道、160 線林道及 170 線林道檜木老樹之探勘與定位，胸高樹徑超過 1 公尺之檜木所在地總計 85 處(圖四，附錄四)，數量超過 100 株。於一〇五年六月及七月選擇定位樣點中胸徑較大之植株、枝幹粗、生長直挺無扭曲的樣木，以直徑 12mm HOGLOF 生長錐(Increment-borer, 長度為 800mm)進行採樣。採集時生長錐與樹幹保持垂直，取樣高度約為胸高處(1.3 公尺)，並移除附著於樹皮上的苔蘚、松蘿，並注意木材是否中空、腐朽等異常狀況以避免阻塞。樹芯樣本盡量選擇水平等高線處鑽取樹芯，以避免取到因地形效應造成的反應材；每棵樹取 1 至 2 份樹芯樣本，並以 LACBALSAM 樹皮膠密封傷口，避免真菌細菌感染。樹芯樣本取出後小心裝入硬塑膠透明吸管內，兩端以紙膠帶封口，並記錄樣本號碼、採樣日期、地理座標、胸徑、生長方向、樹芯樣本相對位置、環境特徵等相關訊息(圖五)。



圖四、棲蘭山檜木老樹樣點，A 為 160 與 170 線林道之老樹位置，B 為 100 線、130 線林道與神木園之老樹樣點。



圖五、樹芯採樣作業情況，右列圖三為日本學者以樹芯氣味區分扁柏與紅檜。

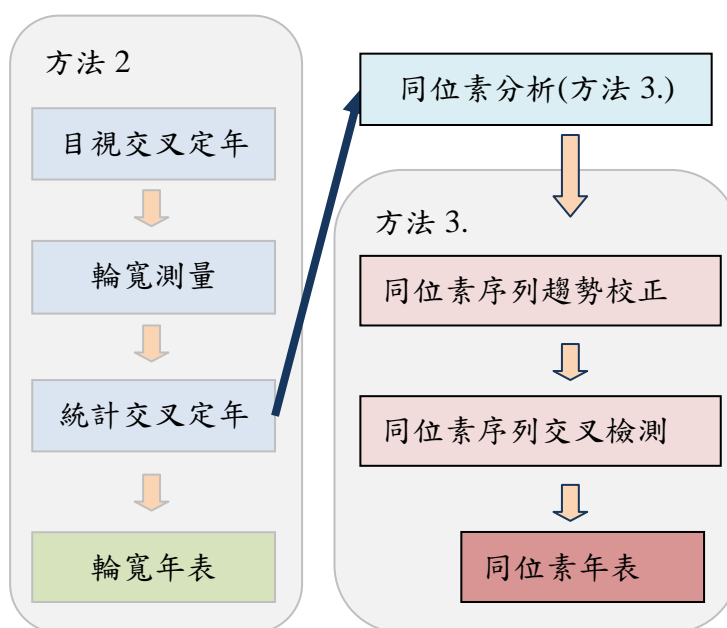
樹芯樣本前處理依循 Stokes and Smiley (1996)的步驟，包含上架、乾燥、砂磨。將樹芯自吸管內取出，因木材本身含有水分，為了避免樹芯乾燥後發生彎曲和扭轉，利用紙膠帶固定於特製木條底座上，以重物平壓，自然風乾 1-2 星期。初步乾燥後使用動物膠固定樹芯樣本於木條上，樹芯的纖維方向必須與木條垂直，並壓以重物防止彎曲，等待乾燥。完全乾燥後，以電動砂磨機進行研磨，至可清楚辨識細胞大小並且能清楚判視樹輪界線。



2.2.2 定年與年表建立

定年與年表(輪寬、氧同位素)建立流程如圖六

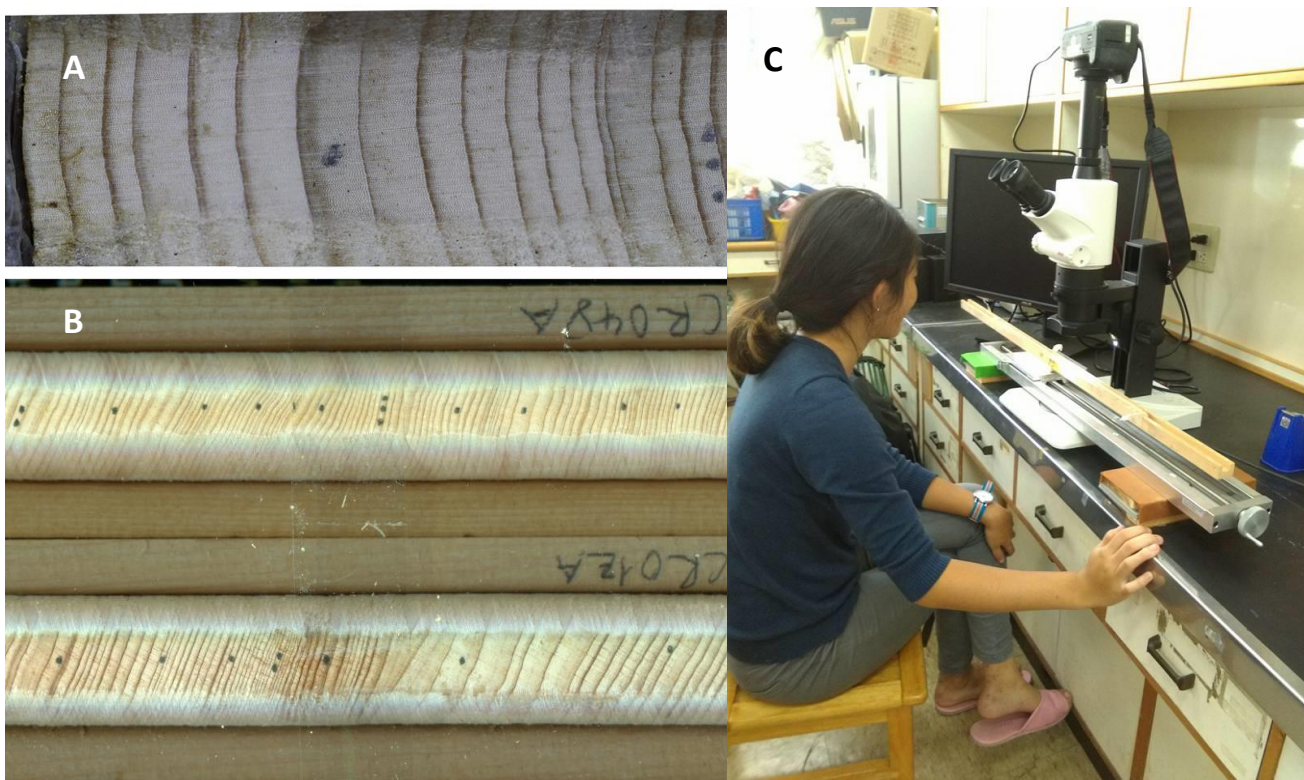
(1) 目視交叉定年 (Visual Cross-dating): 目的在藉由比對不同樹芯樣本輪寬之間的變異或特徵型態，以得到樹間年輪序列相似的結果。本研究初步於顯微鏡下以目視定年，挑選樹芯樣本無過多壓縮或釋放的輪紋進行測量，已避開區域向的樣區擾動 (Cook and Kairiukastis, 1990)所造成的干擾。交叉定年過程，以每隔 10 年、50 年、100 年於樹芯樣本以鉛筆標誌不同記號(分別為 1、2、3 個實心黑點)，以斜線劃去偽輪，並利用示意圖定年法(skeleton plot)繪製初步的輪寬示意圖，藉由比對樹芯樣本



圖六、定年與年表建立流程

之間寬度變異、微小窄輪分布以及偽輪判別，依此定出準確年份。同時篩選掉腐朽或年輪難以辨認之樣本，以提高整體訊號的一致性，減少多餘的雜訊。

(2) 輪寬測量：本研究同時利用 1.掃描器與 2.顯微鏡拍照與軟體自動組圖兩種方法取得已目視定年之樹芯全影像(圖七)。以 1200dpi 解析度掃描可快速取得樹芯整體之影像，但對於年輪過密之樹芯無法取得夠清晰之影像以供後續軟體分析輪寬。而以顯微鏡拍攝可分辨細胞層次之影像並以 photoshop 自動將全部照片拼接成完整樹芯影像，雖花費較多時間，但對於過密之樹輪仍可提供清晰能供分辨之影像，且能做為樹芯年輪影像的數位化保存供日後其他分析使用。由以上兩種方法取得之樹芯影像，經由 CooRecorder 分析軟體可快速定年與量測相對輪寬。



圖七、A 為樹芯掃描之局部影像，B 為顯微鏡拍攝後組合之樹芯影像局部，C 為樹芯顯微鏡影像拍攝情況。

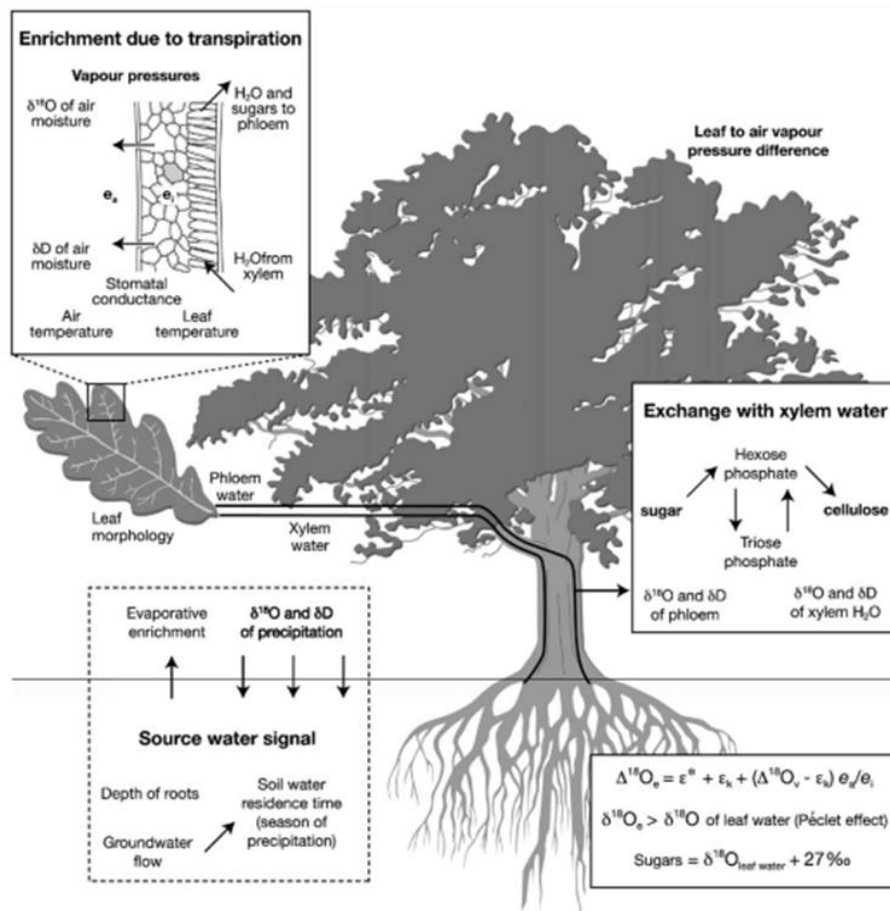
(3) 統計交叉定年：量測完所有樣本的輪寬資料後，使用 COFECHA 進行樣本的定年檢定 (Holmes, 1983)。COFECHA 在建立所有樣本的主序列年表後，檢驗個別樹輪參數序列與共同的主序列相關性，藉以判斷定年是否正確。分別使用 30 年以及 50 年平移 1 年的設定進行所有樣本與主序列年表的比較，針對相關性較低之樣本進行重新檢視，確定是否有定年錯誤的發生，接著從所有樣本中挑出 COFECHA 相關係數大於 0.4 且定年無誤的樹芯樣本，建立樹輪寬度年表。

(4) 輪寬年表：樹芯樣本來自不同樣樹及不同方位，雖然樹木的生長反映氣候因子的變化具有一致性，但彼此仍有樹齡的差異，同時受到不同的鄰木競爭壓力、區域性擾動或是自身生長趨勢等非氣候因子影響；因此反映氣候的整合年表需去除個體差異，合成標準化的樹輪年表。本研究使用 ARSTAN 程式建立三種樹輪年表(Cook and Holmes, 1986; Holmes, 1983)：(a)標準化年表(standardized chronology, STD)：僅去除樹木生長過程中因樹齡產生生長速率差異的影響之年表，保留當時生長的訊息。(b)殘差年表(residual chronology, RES)：林木生長因環境擾動對輪寬造成持續、跨年的影響，如蟲害的發生可能影響往後幾年樹輪的生長。利用標準化年表的自回歸模式估算自回歸係數，計算殘差序列以去除此效應，所得即為殘差年表。(c)自回歸年表 (autoregressive standard, ARS)：自回歸年表是透過找出同時出現樣本序列間共同表現的變異，稱共同自相關(pooled autoregressive)，加回殘差序列中所計算出的年表。

2.2.3. 氧穩定同位素分餾原理與分析

(1) 分餾原理：植物個體的氧同位素來自於水，其同位素分餾 (^{18}O 比例發生改變) 發生於三個過程(圖八)，(a) 植物所吸收的水源所富含同位素訊號量(Saurer *et al.*, 2000)。(b) 因蒸散效應使氧同位素於葉部富集(Dongman *et al.*, 1974 cite in McCarroll and Loader, 2004)。(c) 生物分餾發生於纖維素與水源之間的交換(DeNiro and Epstein, 1979; Sternberg *et al.*, 1986)。

(2) 同位素分析：進行完 COFFECHA 定年之後，從中挑選時間序列長且輪寬較清楚者進行樹芯樣本切片，因樹芯樣本過長難以處理，事先把每一樹芯樣本分成約每 10cm 一段以便於切片，每一樹芯樣本使用切割機(mecatome t180)切出 3 片 1mm 厚度樣本切片，以備於同位素化學處理。纖維素萃取流程使用名古屋大學 Takeshi Nakatsuka 教授改良自 Brendel(2000) 以及 Anchukaitis(2008)的纖維素萃取方法，將樹輪中的纖維素純化 (Loader *et al.*, 1997; Brendel *et al.*, 2000; Anchukaitis *et al.*, 2008; Sano *et al.*, 2010)。化學處理前，先將所有的樹芯樣本掃描備份，並以適當長度大小的 Teflon-punch sheet 以純棉線縫製包裹，避免樣本於化學處理時斷裂導致序列錯位。化學纖維素萃取流程依序為(a) 以亞氯酸鈉(NaClO_2)與乙酸($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)混合液體洗去木質素(Removal of lignin)；(b) 以氫氧化鈉(NaOH)溶液除去半纖維素(Removal of hemicellulose)，之後加入微量氫氯酸(HCl)水溶液，洗除殘餘樣本之氫氧化鈉溶液；(c) 以丙酮(Acetone)去除水分，加入甲苯(toluene, C_7H_8)與乙醇混合溶液洗去樣本脂質(Removal of lipid)；(d) 乾燥(Dry)。已乾燥樹芯樣本需掃描備份並注意是否有缺輪，樹芯樣本以筆刀平行樹輪徑向將每一年輪逐一切開，切取樣本重量約 100-220 μg ，此樣本以 7x7mm 銀箔逐一包裹，纖維素樣本製備完成後，寄送至日本總合環境學研究所進行氧同位素分析，使用穩定同位素質譜儀(Isotope Ratio Mass Spectrometer, IRMS)及元素分析儀 High Temperature Conversion/Elemental Analyzer, TC/EA)分析。



圖八、氧(^{18}O)同位素的分餾過程與環境控制因子(摘自 McCarroll and Loader, 2004)

(3) 同位素序列交叉檢驗與年表建立

a. 同位素序列趨勢校正：少數樹種的同位素序列會有趨勢變化，這些趨勢可能近似於負指數(Negative Exponential)或 Hugershoff 等形式(Esper et al., 2010)。因此我們將完成同位素分析所得的各樹芯同位素序列，以 ARSTAN 程式判定其趨勢，並分別去除趨勢得到氧同位素標準化年表。

b. 同位素序列交叉檢驗：將上述所得之各樣本同位素標準化年表合成主年表，以相關分析檢測各樣本年表之間的相關性，以及與主年表的相關性，挑出相關係數較小且明顯異於其他者，進行序列圖徵比對，同時以前後平移(平移時間由 1 年遞增)判斷缺值存在的年份。

c. 穩定同位素年表：經過以上兩步驟處理之數據即各樣本完整的同位素年表，將所有樣本序列合併成一完整同位素年表，為後續分析使用。

2.2.4. 氣候重建

本研究使用 R 的 "treeclim" 套件(Zang and Biondi, 2014)，以定態拔靴法(stationary bootstrap)重複抽樣 1000 次，篩選出與輪寬序列或同位素序列顯著相關之氣候因子及其顯著月份。再將顯著相關之氣象資料依時間序列分成前後兩段區間，先以前段氣象資料與相對應的同

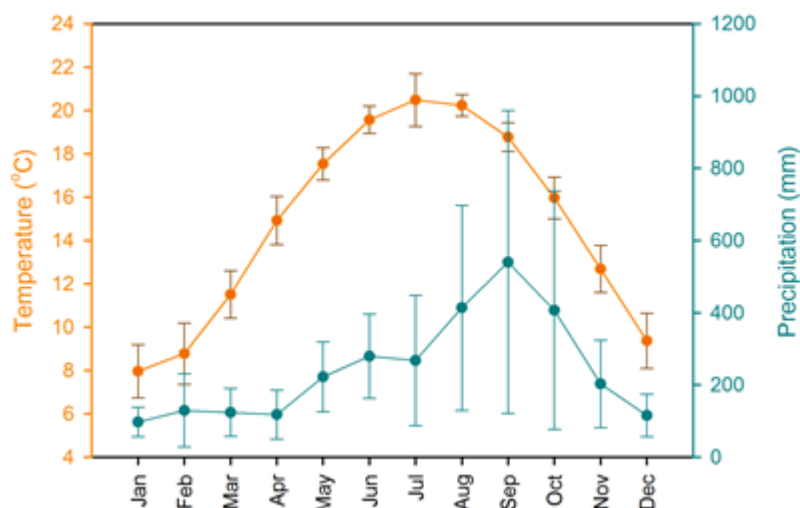
位素序列由迴歸分析建立線性模式，再以後段氣象資料驗證此模式；而後改以後段氣象資料建立線性模式，由前段資料進行驗證。當兩模式皆能通過驗證時，表示模式穩定可以用於氣候重建。模式驗證的判定依據包含相關係數、誤差縮減(Reduction of error, RE)及效率係數(Coefficient of efficiency, CE)。RE 與 CE 之檢驗值範圍一樣，其結果為 1 至負無限大，但 CE 值檢驗較為嚴格，難以通過，因此兩檢驗值中有一者數值大於零，該線性模型即可用於氣候重建 (Cook and Kairiukstis,1990)。

2.3.結果

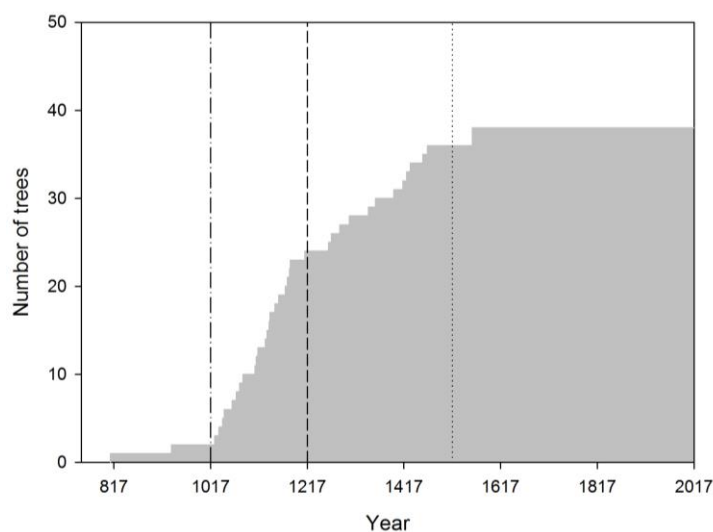
依據 TCCIP 降尺度之 1 公里氣象網格資料顯示棲蘭山區月均溫範圍為 7.9-20.48 °C，最高溫集中於七至八月。月雨量為 97-540 mm，8 至 10 月為主要降雨時間(圖九)。

本研究於一〇五年六月與七月總計取得 100 支樹芯，初步選擇長度較長且年輪型式較穩定之樹芯 50 支進行目視定年。此 50 支樹芯分屬於 38 棵檜木，其中樹芯樣本時間長度超過 1000 年的有兩棵，超過 800 年的有 24 棵，超過 500 年的有 36 棵(圖十)。此外這些老樹之中，因受限於取樣工具長度(80cm)，大部分樣本並未抵達樹心，因此超過 1000 年之存活老樹數量應遠大於此。

於 36 科檜木的輪寬年表中，其中六支有很高的相關性，利用此六支樹芯支輪寬和成一標準化年表(圖十一)對棲蘭的氣候因子(月雨量與月均溫)進行相關分析，結果顯示輪寬與當年 5、6、8 月的雨量成正相關，與前一年十二月的溫度呈負相關，與當年 11 月溫度成正相關。但這些氣候因子皆

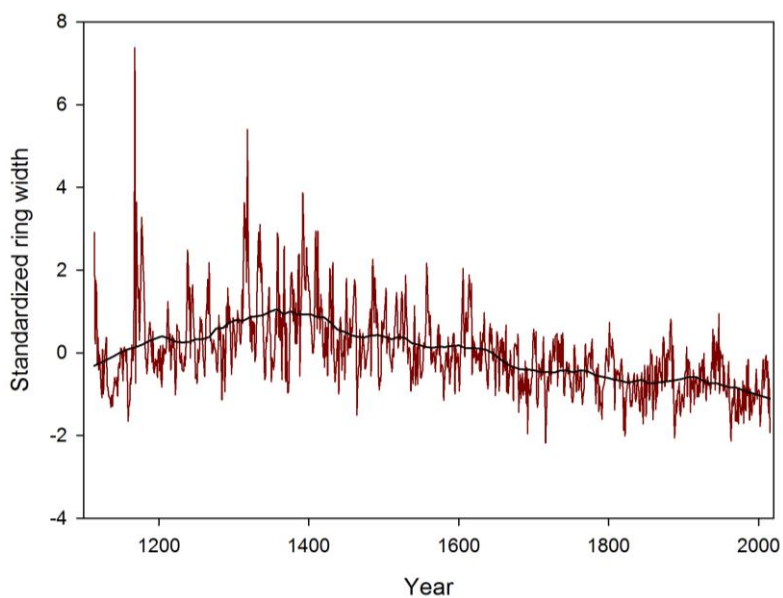


圖九、棲蘭山區月雨量與月均溫變化



圖十、棲蘭檜木老樹樹芯年分與數量(三條不同之虛線由左至右分別為距今 1000 年、800 年及 500 年之分界)

無法通過氣候重建支檢驗。如同預期，輪寬一般無法反映出相對穩定之環境的氣候變化，檜木所處之霧林帶，長年濕潤，溫度變化亦較小，因此若要以數輪重建此區域之氣候歷史，相較輪寬而言穩定同位素是更好的工具。這些樹芯樣本未來將接續切片與萃取纖維素以進行氧同位素之分析。



圖十一、輪寬標準化年表

第三章、棲蘭檜木林監測管理建議

棲蘭檜木林的保存與經營，首先須了解檜木林生存的環境需求、在氣候變遷下的反應，才能模擬未來氣候變化下檜木林的分布變化，進一步採取積極的保育策略(如保種、人工復育等)。

1. 監測雲霧林氣候變化：台灣的檜木林分布於山區的霧林帶，霧林帶是一非常特殊的生態系，其獨特的環境條件對檜木林及其他伴生植物非常重要，但目前對於此生態系中重要的環境特徵——雲霧的長期變化仍所知甚少，甚至雲霧帶的明確範圍與長期變動至今仍未有定論。面對氣候變遷未來雲霧帶將如何變化更因過去資料缺乏而無法預測，自然也無法對此生態系提出應變氣候變遷的策略；因此針對檜木林的保存與永續經營可沿著不同海拔點建立監測點，監控雲霧、溫度、雨量與光度等環境因子的變化。
2. 檜木林更新狀態：針對自然更新、人工林及不同林型內的檜木林，監測其更新及生長狀況，藉此獲得不同環境與物種交互作用下的檜木生長與更新參數，可用以未來建立氣候變化可能對檜木林產生的影響，包含影響層面，區域。
3. 檜木林未來分布預測：蒐集文獻、林業紀錄及近代森林調查資料，彙整出檜木分布之區域，以分布模式模擬檜木林可能的適存區域及未來氣候變遷下可能的分布變化，此可提供保育策略擬定之參考。邱祈榮與黃愷茹(2008)早已從此觀點進行模擬與思考檜木林的保育，其以溫量指數配合第三次森林資源調查之檜木分布樣區來建立檜木林的分布函數，並以此模擬不同的長期氣候變動下檜木林的潛在分布變化。雖然檜木林的分布與氣候變遷對其的真實影響可能遠比以溫量指數進行模擬之結果，但可見此模擬之必需性，同時也指出我們對影響檜木生存之環境因子的了解之受限，需有互進一步的研究與紀錄。
4. 檜木林基因多樣性調查與種原庫建立：台灣地形複雜，鄰近的區域可能因坡向、坡度等不同而有差異極大的微氣候，台灣的檜木於全島不同分布地必然面對迥異的氣候條件，經由長期之環境篩選可能造就不同地區檜木林的遺傳特殊性，黃生等人(2007)針對檜木林群落生態系復育提出由基因多樣性面向之觀點，建議利用分子遺傳標記對生態系復育的過程提供遺傳監控。其中包含四大方向：「(1) 利用分子標記於記錄物種過去的族群演化史包括瞭解個體、族群及區域間的遺傳差異；(2) 利用遺傳標記以監控林木群落復育的遺傳分群及地域遺傳分化；(3) 在林木群落復育的過程藉由有效分子標記特殊之地域性或族群專一性之適應性遺傳變異檢驗，以發掘可利用之遺傳基因變異；(4) 新病源的早期遺傳篩檢」。遺傳變異型式的普查可避免不同種原混雜於造林地而危害新造林及天然林之生態系穩定。此外為維持造林時之種原多樣性，於遺傳普查之外建立種原庫保種也是必需的。

5. 保育策略：綜合上訴雲霧環境之監測、檜木對氣候之生長與更新及分布模擬、基因多樣性普查與種原庫建立，可建議未來在檜木可能的適存區域採用合適之種原建立人工檜木林。
6. 與世界其他霧林帶管理機構建立連結：建立與世界其他檜木林的管理機構之連結，可藉此學習其保育與管理經驗，加速台灣檜木林保育策略的擬定，同時可增加台灣檜木林在世界的曝光度與突顯台灣檜木林在世界之特殊性。

參考文獻

- Anchukaitis, Kevin J, Evans, Michael N, Wheelwright, Nathaniel T, & Schrag, Dan P. (2008). Stable isotope chronology and climate signal calibration in neotropical montane cloud forest trees. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences (2005–2012)*, 113(G3).
- Anchukaitis, K. J., & Evans, M. N. (2010). Tropical Cloud Forest Climate Variability and the Demise of the Monteverde Golden Toad. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(11), 5036-5040.
- Barradas, VL., Cervantes-Pérez, J., Ramos-Palacios, R., Puchet-Anyul, C., Vázquez-Rodríguez, P., & Granados-Ramirez, R. (2010). Meso-Scale Climate Change in the Central Mountain Region of Veracruz State, Mexico. In *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management*, edited by F.N. Scatena & L.S. Hamilton L.A. Bruijnzeel, 549–556. Cambridge: Cambridge University Press.
- Benzing, D. H. (1998). Vulnerabilities of Tropical Forests to Climate Change: The Significance of Resident Epiphytes. In *Potential Impacts of Climate Change on Tropical Forest Ecosystems*, 379-400: Springer.
- Biondi, F., & Waikul, K. (2004). DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers & Geosciences*, 30(3), 303-311. doi: 10.1016/j.cageo.2003.11.004
- Brendel, O, Iannetta, PM, & Stewart, D. (2000). A rapid and simple method to isolate pure alpha-cellulose. *Phytochemical Analysis*, 11(1), 7-10.
- Cavelier, J., & Goldstein, G. (1989). Mist and Fog Interception in Elfin Cloud Forests in Colombia and Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, 5(3), 309-322.
- Chang, S. C., Lai, I., & Wu, J. T. (2002). Estimation of Fog Deposition on Epiphytic Bryophytes in a Subtropical Montane Forest Ecosystem in Northeastern Taiwan. *Atmospheric Research*, 64(1), 159-167.
- Cook, Edward R, & Holmes, Richard L. (1986). Users manual for program ARSTAN. *Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, USA*.
- Cook, Edward R, & Kairiukstis, Leonardas A. (1990). *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*: Springer.
- Dawson, T. E. (1998). Fog in the California redwood forest: ecosystem inputs and use by plants. *Oecologia*, 117(4), 476-485.
- DeNiro, Michael J, & Epstein, Samuel. (1979). Relationship between the oxygen isotope ratios of terrestrial plant cellulose, carbon dioxide, and water. *Science*, 204(4388), 51-53.
- Esper, Jan, Frank, David C., Battipaglia, Giovanna, Buentgen, Ulf, Holert, Christopher, Treydte, Kerstin, . . . Saurer, Matthias. (2010). Low-frequency noise in delta C-13 and delta O-18

- tree ring data: A case study of *Pinus uncinata* in the Spanish Pyrenees. *Global Biogeochemical Cycles*, 24. doi: 10.1029/2010gb003772
- Foster, P. (2001). The Potential Negative Impacts of Global Climate Change on Tropical Montane Cloud Forests. *Earth-Science Reviews*, 55(1), 73-106.
- Freiberg, M., & Freiberg, E. (2000). Epiphyte Diversity and Biomass in the Canopy of Lowland and Montane Forests in Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, 16(5), 673-688.
- Gentry, A. H., & Dodson, CH. (1987). Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 205-233.
- Gotsch, S. G., Asbjornsen, H., Holwerda, F., Goldsmith, G. R., Weintraub, A. E., & Dawson, T. E. (2014). Foggy days and dry nights determine crown-level water balance in a seasonal tropical montane cloud forest. *Plant, cell & environment*, 37(1), 261-272.
- Häger, A. (2006). Einfluss von Klima und Topographie auf Struktur, Zusammensetzung und Dynamik eines tropischen Wolkenwaldes in Monteverde, Costa Rica, Göttingen: Dissertation Georg August Universität Göttingen
- Hamilton et al. (1995). A campaign for cloud forest.
- Harlow, W.M., & Harrar. (1950). Textbook of dendrochrology, 220-231.
- Li, J., Zhang, D., & Donoghue, M. H. (2003). Phylogeny and biogeography of *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from DNA sequences of nuclear ribosomal ITS region, *Rhodora*, 105(922), 106-117.
- Holder, C. D. (2004). Rainfall Interception and Fog Precipitation in a Tropical Montane Cloud Forest of Guatemala. *Forest Ecology and Management*, 190(2), 373-384.
- Holmes, Richard L. (1983). Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-ring bulletin*, 43(1), 69-78.
- Hsu, C-C, R., Tamis, W. LM., Raes, N., Geert R de Snoo, Wolf, J. HD., Oostermeijer, G., & Lin, S.H. (2012). Simulating Climate Change Impacts on Forests and Associated Vascular Epiphytes in a Subtropical Island of East Asia. *Diversity and distributions*, 18(4), 334-347.
- Lai, I., Chang, S., Lin, P., Chou, C., & Wu, J. (2006). Climatic characteristics of the subtropical mountainous cloud forest at the Yuanyang lake long-term ecological research site, Taiwan. *TAIWANIA-TAIPEI*, 51(4), 317.
- Loader, NJ, Robertson, I, Barker, AC, Switsur, VR, & Waterhouse, JS. (1997). An improved technique for the batch processing of small wholewood samples to α -cellulose. *Chemical Geology*, 136(3), 313-317.
- McCarroll, D., & Loader, N. J. (2004). Stable isotopes in tree rings. *Quaternary Science Reviews*, 23(7-8), 771-801. doi: 10.1016/j.quascirev.2003.06.017
- Mudd, R. G. (2004). Significance of the Epiphyte Layer to Stem Water Storage in Native and Invaded Tropical Montane Cloud Forests in Hawaii 'I. Senior Thesis. Global Environmental Science, University of Hawaii 'i at Manoa.

- Normann, F., Weigelt, P., Gehrig-Downie, C., Gradstein, S. R., Sipman, H. J., Obregon, A., & Bendix, J. (2010). Diversity and vertical distribution of epiphytic macrolichens in lowland rain forest and lowland cloud forest of French Guiana. *Ecological Indicators*, 10(6), 1111-1118.
- Politis, D. N., & Romano, J. P. (1994). THE STATIONARY BOOTSTRAP. *Journal of the American Statistical Association*, 89(428), 1303-1313. doi: 10.2307/2290993
- Pounds, J. A., Fogden, M. PL., & Campbell, J. H. (1999). Biological Response to Climate Change on a Tropical Mountain. *Nature*, 398(6728), 611-615.
- Sano, Masaki, Sheshshayee, MS, Managave, S, Ramesh, R, Sukumar, R, & Sweda, Tatsuo. (2010). Climatic potential of $\delta^{18}O$ of *Abies spectabilis* from the Nepal Himalaya. *Dendrochronologia*, 28(2), 93-98.
- Saurer, Matthias, Cherubini, Paolo, & Siegwolf, Rolf. (2000). Oxygen isotopes in tree rings of *Abies alba*: The climatic significance of interdecadal variations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012)*, 105(D10), 12461-12470.
- Sternberg, Leonel Da SL, Deniro, Michael J, & Savidge, Rod A. (1986). Oxygen isotope exchange between metabolites and water during biochemical reactions leading to cellulose synthesis. *Plant Physiology*, 82(2), 423-427.
- Still, C. J., Foster, P. N., & Schneider, S. H. (1999). Simulating the Effects of Climate Change on Tropical Montane Cloud Forests. *Nature*, 398(6728), 608-610.
- Stokes, Marvin A., and Smiley, T.C. (1996). *An Introduction to Tree-Ring Dating*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Wang, W.P., Hwang, C.Y., Lin, T.P., & Hwang, S.Y. (2003). Historical biogeography and phylogenetic relationships of the genus *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA polymorphism. *Plant Syst. Evol.* 241: 13-28.
- Zang, Christian and Franco Biondi. (2014). Treeclim: An R Package for the Numerical Calibration of Proxy- Climate Relationships. *Ecography*. 38(4), 431-436.
- Zhang, D. C., T. (2013). *Chamaecyparis formosensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T32333A2815341. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32333A2815341.en>
- Zhang, D. C., T. (2013). *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T34076A2843748. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T34076A2843748.en>
- 王震哲. (2000). 棲蘭山檜木林區植物資源調查研究. 國立台灣師範大學生物系. 內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託.
- 朱恩良. (2004). 棲蘭野生動物重要棲息環境植群生態之研究. (碩士), 國立中興大學, 台中市.
- 呂勝由、林明志(編). (1996). 台灣稀有及瀕危植物之分級. 彩色圖鑑(I). 行政院農業委員會出版.

- 呂勝由、邱文良(編). (1997). 台灣稀有及瀕危植物之分級. 彩色圖鑑(II). 行政院農業委員會出版.
- 呂勝由、邱文良(編). (1998). 台灣稀有及瀕危植物之分級. 彩色圖鑑(III). 行政院農業委員會出版.
- 呂勝由、邱文良(編). (1999). 台灣稀有及瀕危植物之分級. 彩色圖鑑(IV). 行政院農業委員會出版.
- 杜士伯、沈克夫、袁行知. (1956). 台灣之森林資源. 中華農村復興委員會特刊第 18 號. p. 53
- 林進龍. (2007). 棲蘭山檜木林冠層下檜木栽植苗之生長表現. (碩士), 國立宜蘭大學, 宜蘭縣.
- 松浦作治郎. (1936). 台灣森林土壤のポドゾール(Podzol)に就て(予報). 台灣の山林. 138:50-51.
- 松浦作治郎. (1939). タイワンヒノキ、ベニヒ種子浸水時間別粒數分配. 台灣の山林. 153:28.
- 松浦作治郎. (1942). 稚樹稚苗消長環境要素關係. 台灣總督府林業試驗所報告地 5 號. p. 191
- 柳樞. (1975). 台灣檜木之生態. 台灣林業. 1(13):23-27.
- 柳樞. (1985). 環境、苗齡與種源對三種檜木及鐵杉葉部阻力之影響. 現代育林. 1(1):5-17.
- 周昌弘、陳子英、廖敢政、彭鏡毅. (2000). 鴛鴦湖森林生態系長期生態研究 I. 植被組成及分析 Botanical Bulletin of Academia Sinica, Vol. 41.
- 邱祈榮、黃愷茹. (2008). 台灣檜木林於氣候變遷衝擊之模擬林業研究專訊 Vol.15 No.2.
- 洪耀淇. (1975). 木材辨識：台灣扁柏、紅檜. 台灣林業. 1(8):38-39.
- 梁亞忠. (1992). 棲蘭山檜木野生苗微生育地之日照與氣溫調查. (碩士), 國立臺灣大學, 台北市.
- 陳子英. (2002). 棲蘭野生動物重要棲息環境植群棲地調查. 國立宜蘭技術學院. 行政院農業委員會林務局羅東林區管理處. 138 頁.
- 陳子英. (2004). 蘭陽溪的植群分類系統之研究. 臺大實驗林研究報告. 蘇鴻傑教授榮譽退休紀念專刊. 18(3): 171-206.
- 陳子英、許秀英、吳欣玲. (2002). 棲蘭山 170 林道檜木之植群調查. 宜蘭技術學報(9).
- 徐國士、呂勝由. (1984). 台灣的稀有植物. 渡假出版社. 189 頁.
- 徐國士、林則桐、呂勝由、邱文良. (1985). 墾丁國家公園稀有植物調查報告. 內政部營建署墾丁國家公園管理處委託台灣省林業試驗所執行. 101+Viii 頁.
- 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. 台灣林業. 33(5): 25-28.
- 黃錦源. (1999). 紅檜與臺灣扁柏族群粒線體 DNA. (碩士), 中國文化大學, 台北市.
- 黃增泉. (1991). 台灣植物誌(Flora of Taiwan). 1. 台灣植物誌第二版編輯委員會
- 黃增泉. (1999). 台灣地區稀特有植物名錄. 國立台灣大學植物學系.

- 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生長與建立之影響. (博士), 國立臺灣大學, 台北市.
- 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生長與建立之影響. (博士), 國立臺灣大學, 台北市.
- 郭寶章. (1992). 育林學各論. 茂昌圖書公司.
- 郭寶章. (2001). 台灣貴重針葉五木. 中華林學叢書, 956.
- 郭福麟、林仕杰、廖啟政、王震哲. (2006). 大漢河流域之森林植群分析. 第四屆台灣植群多樣性研討會論文集. 行政院農業委員會林務局. pp. 134-176.
- 簡意婷. (2008). 棲蘭山樣區大氣沉降之5年研究. (碩士), 國立東華大學, 花蓮縣.
- 魏瑞廷. (2006). 棲蘭山地區檜木林物種多樣性之研究. (碩士), 國立宜蘭大學, 宜蘭縣.
- 廖啟政. (2005). 臺灣北部溫帶針葉林之植物組成及檜木的更新. 第三屆台灣植群多樣性研討會論文集. 行政院農業委員會林務局. pp. 23-46.
- 蘇鴻傑. (1992) 台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區. 彭鏡毅編. 台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. pp. 39-53.
- 蘇鴻傑. (1985). 臺灣天然林氣候與植群型之研究(III)地理氣候區之劃分. 中華林學季刊. 18(3): 33-44.
- 賴明洲. (1991). 台灣植物紅皮書—稀有及瀕危植物種類之認定與保護等級之評定. 行政院農委會八十年生態研究第12號. 113+vi 頁.
- 魏瑞廷、陳子英. (2007). 棲蘭山地區植群之研究臺大實驗林研究報告 Jour. Exp. For. Nat. Taiwan Univ. 21(2): 133-145.
- 雷鴻飛. (2014). 棲蘭山檜木林世界遺產潛力點設置要點研究(2/2) 行政院農業委員會林務局林業發展計畫 103 林發-08.1-保-17

附錄一

鴛鴦湖自然保留區植物名錄 (資料來源:台灣本土植物資料庫中的鴛鴦湖自然保留區數位植物誌 <http://www.hast.biodiv.tw/Project/YuanYangLakeListC.aspx>)

綱	Family Name	科名	Scientific Name	中文名
雙子葉植物	ACANTHACEAE	爵床科	<i>Strobilanthes rankanensis</i> Hayata	蘭炭馬藍
雙子葉植物	ACANTHACEAE	爵床科	<i>Strobilanthes wallichii</i> Nees	翅柄馬藍
雙子葉植物	ACERACEAE	槭樹科	<i>Acer kawakamii</i> Koidzumi	尖葉槭
雙子葉植物	ACERACEAE	槭樹科	<i>Acer morrisonense</i> Hayata	台灣紅榨槭
雙子葉植物	ACERACEAE	槭樹科	<i>Acer palmatum</i> Thunb. var. <i>pubescens</i> Li	台灣掌葉槭
雙子葉植物	APIACEAE	繖形科	<i>Sanicula petagnioides</i> Hayata	五葉山芹菜
雙子葉植物	AQUIFOLIACEAE	冬青科	<i>Ilex hayataiana</i> Loes.	早田氏冬青
雙子葉植物	ARALIACEAE	五加科	<i>Aralia bipinnata</i> Blanco	裡白椴木
雙子葉植物	ARALIACEAE	五加科	<i>Dendropanax dentiger</i> (Harms ex Diels) Merr.	台灣樹參
雙子葉植物	ARALIACEAE	五加科	<i>Fatsia polycarpa</i> Hayata	台灣八角金盤
雙子葉植物	ARALIACEAE	五加科	<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean var. <i>formosana</i> (Nakai) Li	台灣常春藤
雙子葉植物	ARALIACEAE	五加科	<i>Pentapanax castanopsicola</i> Hayata	台灣五葉參
雙子葉植物	ARALIACEAE	五加科	<i>Schefflera taiwaniana</i> (Nakai) Kanehira	台灣鵝掌柴
雙子葉植物	ARISTOLOCHIACEAE	馬兜鈴科	<i>Asarum crassusepalum</i> S. F. Huang, T. H. Hsieh & T. C. Huang	鴛鴦湖細辛
雙子葉植物	ASCLEPIADACEAE	蘿藦科	<i>Marsdenia formosana</i> Masam.	台灣牛彌菜
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Anaphalis morrisonicola</i> Hayata	玉山抱莖籜簫
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Carpesium minus</i> Hemsl.	細川氏天名精
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Carpesium nepalense</i> Less.	黃金珠
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) Walker	野苧蒿
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Eupatorium formosanum</i> Hayata	台灣澤蘭
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Myriactis humilis</i> Merr.	矮菊
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Petasites formosanus</i> Kitam.	台灣款冬(山菊)
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Rhynchospermum verticillatum</i> Reinw.	秋分草
雙子葉植物	ASTERACEAE	菊科	<i>Senecio nemorensis</i> L. var. <i>dentatus</i> (Kitam.) H. Koyama	黃菀
雙子葉植物	BALANOPHORACEAE	蛇菰科	<i>Balanophora harlandii</i> Hook. f.	筆頭蛇菰
雙子葉植物	BALANOPHORACEAE	蛇菰科	<i>Balanophora laxiflora</i> Hemsl. ex Forbes & Hemsl.	穗花蛇菰
雙子葉植物	BALSAMINACEAE	鳳仙花科	<i>Impatiens uniflora</i> Hayata	紫花鳳仙花
雙子葉植物	BEGONIACEAE	秋海棠科	<i>Begonia formosana</i> (Hayata) Masam.	水鴨腳
雙子葉植物	BERBERIDACEAE	小檗科	<i>Berberis hayatana</i> M. Mizush.	早田氏小檗
雙子葉植物	BERBERIDACEAE	小檗科	<i>Dysosma pleiantha</i> (Hance) Woodson	八角蓮
雙子葉植物	BERBERIDACEAE	小檗科	<i>Mahonia japonica</i> (Thunb.) DC.	十大功勞

雙子葉植物	BETULACEAE	樺木科	<i>Alnus formosana</i> (Burkill ex Forbes & Hemsf.) Makino	台灣赤楊(台灣檜木)
雙子葉植物	BORAGINACEAE	紫草科	<i>Trigonotis formosana</i> var. <i>elevatovenosa</i> (Hayata) S. D. Shen & J. C. Wang	台北附地草
雙子葉植物	BRASSICACEAE	十字花科	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	焊菜
雙子葉植物	CAMPANULACEAE	桔梗科	<i>Lobelia nummularia</i> Lam.	普刺特草
雙子葉植物	CAMPANULACEAE	桔梗科	<i>Peracarpa carnosus</i> (Wall.) Hook. f. & Thomson	山桔梗
雙子葉植物	CAPRIFOLIACEAE	忍冬科	<i>Lonicera acuminata</i> Wall.	阿里山忍冬
雙子葉植物	CAPRIFOLIACEAE	忍冬科	<i>Viburnum erosum</i> Thunb.	松田氏莢蒾
雙子葉植物	CAPRIFOLIACEAE	忍冬科	<i>Viburnum foetidum</i> Wall. var. <i>rectangulatum</i> (Graebner) Rehder	狹葉莢蒾
雙子葉植物	CAPRIFOLIACEAE	忍冬科	<i>Viburnum formosanum</i> Hayata	紅子莢蒾
雙子葉植物	CAPRIFOLIACEAE	忍冬科	<i>Viburnum sympodiale</i> Graebn.	假繡球
雙子葉植物	CAPRIFOLIACEAE	忍冬科	<i>Viburnum urceolatum</i> Siebold & Zucc.	壺花莢蒾
雙子葉植物	CARYOPHYLLACEAE	石竹科	<i>Silene baccifera</i> (L.) Roth	狗筋蔓
雙子葉植物	CARYOPHYLLACEAE	石竹科	<i>Stellaria arisanensis</i> (Hayata) Hayata	阿里山繁縷
雙子葉植物	CARYOPHYLLACEAE	石竹科	<i>Stellaria reticulivena</i> Hayata	網脈繁縷
雙子葉植物	CELASTRACEAE	衛矛科	<i>Celastrus kusanoi</i> Hayata	大葉南蛇藤
雙子葉植物	CELASTRACEAE	衛矛科	<i>Perrottetia arisanensis</i> Hayata	佩羅特木
雙子葉植物	DAPHNIPHYLLACEAE	虎皮楠科	<i>Daphniphyllum himalaense</i> (Benth.) Muell.-Arg. subsp. <i>macropodum</i> (Miq.) Huang	薄葉虎皮楠
雙子葉植物	DIAPENSIACEAE	岩梅科	<i>Shortia rotundifolia</i> (Maxim.) Makino	倒卵葉裂緣花
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Gaultheria cumingiana</i> Vidal	白珠樹(冬青油樹)
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Gaultheria itoana</i> Hayata	高山白珠樹
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude	南燭
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Pieris taiwanensis</i> Hayata	台灣馬醉木
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Rhododendron chilanshanense</i> Kurashige	棲蘭山杜鵑
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Rhododendron formosanum</i> Hemsf.	台灣杜鵑
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Rhododendron kawakamii</i> Hayata	著生杜鵑
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Rhododendron leptosantherum</i> Hayata	西施花(青紫木)
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium dunalianum</i> Wight var. <i>caudatifolium</i> (Hayata) H. L. Li	珍珠花(長尾葉越橘)
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium emarginatum</i> Hayata	凹葉越橘
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium japonicum</i> Miq. var. <i>lasiosystemon</i> Hayata	毛蕊花
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium kengii</i> C. E. Chang	鞍馬山越橘
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium merrillianum</i> Hayata	高山越橘
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium randaiense</i> Hayata	巒大越橘
雙子葉植物	GENTIANACEAE	龍膽科	<i>Gentiana arisanensis</i> Hayata	阿里山龍膽
雙子葉植物	GENTIANACEAE	龍膽科	<i>Gentiana davidii</i> Franch. var. <i>formosana</i> (Hayata) T. N. Ho	台灣龍膽
雙子葉植物	GENTIANACEAE	龍膽科	<i>Gentiana flavomaculata</i> Hayata var. <i>yuanyanghuensis</i> C. H. Chen & J. C. Wang	鴛鴦湖龍膽

雙子葉植物	GENTIANACEAE	龍膽科	<i>Tripterospermum lanceolatum</i> (Hayata) Hara ex Satake	玉山肺形草(披針葉肺形草)
雙子葉植物	GESNERIACEAE	苦苣苔科	<i>Lysionotus pauciflorus</i> Maxim.	吊石苣苔(石吊蘭)
雙子葉植物	ILLICIACEAE	八角科	<i>Illicium anisatum</i> L.	白花八角
雙子葉植物	LAMIACEAE	唇形科	<i>Clinopodium gracile</i> (Benth.) Kuntze	塔花(光風輪)
雙子葉植物	LAMIACEAE	唇形科	<i>Melissa axillaris</i> Bakh. f.	蜜蜂花(山薄荷、蜂草)
雙子葉植物	LAMIACEAE	唇形科	<i>Salvia formosana</i> (Murata) Yamazaki	台灣紫花鼠尾草
雙子葉植物	LARDIZABALACEAE	木通科	<i>Akebia trifoliata</i> (Thunb.) Koidz. subsp. <i>australis</i> (Diels) T. Shimizu	白木通
雙子葉植物	LARDIZABALACEAE	木通科	<i>Stauntonia purpurea</i> Y. C. Liu & F. Y. Lu	紫花野木瓜
雙子葉植物	LURACEAE	樟科	<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino	鐵釘樹
雙子葉植物	LURACEAE	樟科	<i>Litsea acuminata</i> (Bl.) Kurata	長葉木薑子
雙子葉植物	LURACEAE	樟科	<i>Litsea cubeba</i> (Lour.) Persoon	山胡椒
雙子葉植物	LURACEAE	樟科	<i>Litsea elongata</i> (Wall. ex Nees) Benth. & Hook. f. var. <i>mushaensis</i> (Hayata) J. C. Liao	霧社木薑子
雙子葉植物	LURACEAE	樟科	<i>Neolitsea acuminatissima</i> (Hayata) Kanehira & Sasaki	高山新木薑子
雙子葉植物	LURACEAE	樟科	<i>Sassafras randaiense</i> (Hayata) Rehder	台灣檫樹
雙子葉植物	MAGNOLIACEAE	木蘭科	<i>Michelia compressa</i> (Maxim.) Sargent	烏心石
雙子葉植物	MELASTOMACEAE	野牡丹科	<i>Barthea barthei</i> (Hance) Krass	深山野牡丹
雙子葉植物	MELASTOMACEAE	野牡丹科	<i>Sarcopyramis napalensis</i> Wall. var. <i>delicata</i> (C. B. Robinson) S. F. Huang & T. C. Huang	東方肉穗野牡丹
雙子葉植物	MYRICACEAE	楊梅科	<i>Myrica rubra</i> (Lour.) Sieb. & Zucc.	楊梅
雙子葉植物	MYRSINACEAE	紫金牛科	<i>Ardisia crenata</i> Sims	珠砂根(鐵雨傘)
雙子葉植物	MYRSINACEAE	紫金牛科	<i>Ardisia japonica</i> (Hornsted) Blume	紫金牛
雙子葉植物	MYRSINACEAE	紫金牛科	<i>Myrsine stolonifera</i> (Koidz.) Walker	蔓竹杞
雙子葉植物	OLEACEAE	木犀科	<i>Ligustrum liukiense</i> Koidz.	日本女貞
雙子葉植物	OLEACEAE	木犀科	<i>Osmanthus heterophyllus</i> (G. Don) P. S. Green	異葉木犀
雙子葉植物	ONAGRACEAE	柳葉菜科	<i>Epilobium amurense</i> Hausskn.	黑龍江柳葉菜
雙子葉植物	ONAGRACEAE	柳葉菜科	<i>Epilobium platystigmatosum</i> C. B. Robinson	闊柱柳葉菜
雙子葉植物	OXALIDACEAE	酢漿草科	<i>Oxalis acetocella</i> L. ssp. <i>griffinthii</i> (Edgew. & Hook f.) Hara var. <i>formosana</i> (Terao) Huang & Huang	台灣山酢漿草
雙子葉植物	PITTOSPORACEAE	海桐科	<i>Pittosporum daphniphyllloides</i> Hayata	大葉海桐
雙子葉植物	POLYGONACEAE	蓼科	<i>Polygonum chinense</i> L.	火炭母草(清飯藤)
雙子葉植物	POLYGONACEAE	蓼科	<i>Polygonum dichotomum</i> Bl.	水紅骨蛇
雙子葉植物	POLYGONACEAE	蓼科	<i>Polygonum sagittatum</i> L.	箭葉蓼
雙子葉植物	POLYGONACEAE	蓼科	<i>Polygonum thunbergii</i> Sieb. & Zucc.	戟葉蓼
雙子葉植物	PRIMULACEAE	報春花科	<i>Lysimachia congestiflora</i> Hemsl.	叢生花珍珠菜(台灣珍珠菜)
雙子葉植物	PYROLACEAE	鹿蹄草科	<i>Cheilotheca humilis</i> (D. Don) H. Keng	水晶蘭
雙子葉植物	RANUNCULACEAE	毛茛科	<i>Clematis henryi</i> Oliv.	亨利氏鐵線蓮

雙子葉植物	RANUNCULACEAE	毛茛科	<i>Coptis quinquefolia</i> Miq.	五葉黃連(台灣黃連)
雙子葉植物	RANUNCULACEAE	毛茛科	<i>Dichocarpum adiantifolium</i> (Hook. f. & Thoms.) W. T. Wang & Hsiao	鐵線蕨葉人字果(臺灣人字果)
雙子葉植物	RANUNCULACEAE	毛茛科	<i>Ranunculus cantoniensis</i> DC.	禺毛茛(水辣菜)
雙子葉植物	RHAMNACEAE	鼠李科	<i>Rhamnus crenata</i> Sieb. & Zucc.	鈍齒鼠李
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Photinia niitakayamensis</i> Hayata	玉山假沙梨
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Pourthiaea villosa</i> (Thunb. ex Murray) Decne. var. <i>parvifolia</i> (Pritz.) Iketani & Ohashi	小葉石楠
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Prunus transarisanensis</i> Hayata	阿里山櫻花
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rosa pricei</i> Hayata var. <i>pricei</i>	小金櫻
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus buergeri</i> Miq.	寒莓
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus corchorifolius</i> L. f.	變葉懸鉤子
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus formosensis</i> Ktze.	台灣懸鉤子
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus liui</i> Yuen P. Yang & S. Y. Lu	柳氏懸鉤子
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus pectinellus</i> Maxim.	刺萼寒梅
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus ritozanensis</i> Sasaki	李棟山懸鉤子
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus trianthus</i> Focke	苦懸鉤子
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Spiraea formosana</i> Hayata	台灣繡線菊
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Damnacanthus angustifolius</i> Hayata	無刺伏牛花
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Damnacanthus indicus</i> Gaertn.	伏牛花
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Galium trifidum</i> L.	小葉四葉葎
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Lasianthus japonicus</i> Miq.	日本雞屎樹
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Mitchella undulata</i> Siebold & Zucc.	蔓虎刺
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Neanotis formosana</i> (Hayata) Lewis	台灣新耳草
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Nertera nigricarpa</i> Hayata	黑果深柱夢草
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Ophiorrhiza japonica</i> Blume	蛇根草
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Rubia linii</i> Chao	林氏茜草
雙子葉植物	RUTACEAE	芸香科	<i>Skimmia reevesiana</i> Fortune	深紅茵芋
雙子葉植物	RUTACEAE	芸香科	<i>Tetradium ruticarpum</i> (A. Juss.) T. Hartley	吳茱萸
雙子葉植物	RUTACEAE	芸香科	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Sieb. & Zucc.	食茱萸
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Astilbe longicarpa</i> (Hayata) Hayata	落新婦
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Deutzia pulchra</i> Vidal	大葉溲疏
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Deutzia taiwanensis</i> (Maxim.) Schneider	台灣溲疏
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Hydrangea angustipetala</i> Hayata	狹瓣八仙花
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Hydrangea anomala</i> D. Don	藤繡球
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Hydrangea chinensis</i> Maxim.	華八仙
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	水亞木
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Mitella formosana</i> (Hayata) Masam.	台灣噴吶草
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Schizophragma integrifolium</i> Oliv. var. <i>fauriei</i> (Hayata) Hayata	圓葉鑽地風
雙子葉植物	SCHISANDRACEAE	五味子科	<i>Schisandra arisanensis</i> Hayata	阿里山五味子
雙子葉植物	SCROPHULARIACEAE	玄參科	<i>Veronica oligosperma</i> Hayata	貧子水苦蕒
雙子葉植物	STYRACACEAE	安息香科	<i>Styrax formosana</i> Matsum.	烏皮九芎(奮起湖野茉莉)

雙子葉植物	SYMPLOCACEAE	灰木科	<i>Symplocos arisanensis</i> Hayata	阿里山灰木
雙子葉植物	SYMPLOCACEAE	灰木科	<i>Symplocos morrisonicola</i> Hayata	玉山灰木
雙子葉植物	SYMPLOCACEAE	灰木科	<i>Symplocos stellaris</i> Brand	枇杷葉灰木
雙子葉植物	SYMPLOCACEAE	灰木科	<i>Symplocos wikstroemiifolia</i> Hayata	月桂葉灰木
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Adinandra formosana</i> Hayata var. <i>formosana</i>	臺灣楊桐
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Cleyera japonica</i> Thunb. var. <i>taipinensis</i> Keng	太平紅淡比
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Eurya crenatifolia</i> (Yamamoto) Kobuski	假柃木
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Eurya glaberrima</i> Hayata	厚葉柃木
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Gordonia axillaris</i> (Roxb. ex Ker Gawl.) D. Dietr.	大頭茶
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Schima superba</i> Gard. & Champ.	木荷
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Ternstroemia gymnanthera</i> (Wight & Arn.) Sprague	厚皮香
雙子葉植物	THYMELAEACEAE	瑞香科	<i>Daphne arisanensis</i> Hayata	台灣瑞香
雙子葉植物	TROCHODENDRACEAE	昆欄樹科	<i>Trochodendron aralioides</i> Sieb. & Zucc.	昆欄樹
雙子葉植物	ULMACEAE	榆科	<i>Ulmus uyematsui</i> Hayata	阿里山榆
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Boehmeria pilushanensis</i> Liu & Lu	畢祿山苧麻
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Chamabainia cuspidata</i> Wight	蟲蟻麻
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Debregeasia orientalis</i> C. J. Chen	水麻
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Elatostema hypoglucum</i> Shih & Yang	白背樓梯草
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Elatostema trilobulatum</i> (Hayata) Yamazaki	裂葉樓梯草
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Pellionia radicans</i> (Sieb. & Zucc.) Wedd.	赤車使者
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Pilea aquarum</i> Dunn subsp. <i>brevicornuta</i> (Hayata) C. J. Chen	短角冷水麻
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Pilea matsudai</i> Yamam.	細尾冷水麻
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Pilea melastomoides</i> (Poir.) Wedd.	大冷水麻
雙子葉植物	VERBENACEAE	馬鞭草科	<i>Callicarpa formosana</i> Rolfe var. <i>formosana</i>	杜虹花(台灣紫珠)
雙子葉植物	VERBENACEAE	馬鞭草科	<i>Callicarpa randaiensis</i> Hayata	大葉紫珠(巒大紫珠)
雙子葉植物	VIOLACEAE	堇菜科	<i>Viola adenothrix</i> Hayata	喜岩堇菜
雙子葉植物	VIOLACEAE	堇菜科	<i>Viola formosana</i> Hayata	台灣堇菜
裸子植物	CUPRESSACEAE	柏科	<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	紅檜
裸子植物	CUPRESSACEAE	柏科	<i>Chamaecyparis obtusa</i> Sieb. & Zucc. var. <i>formosana</i> (Hayata) Rehder	台灣扁柏
裸子植物	PINACEAE	松科	<i>Tsuga chinensis</i> (Franchet) Pritz. ex Diels var. <i>formosana</i> (Hayata) H. L. Li & H. Keng	台灣鐵杉
裸子植物	TAXODIACEAE	杉科	<i>Cunninghamia konishii</i> Hayata	巒大杉
裸子植物	TAXODIACEAE	杉科	<i>Taiwania cryptomerioides</i> Hayata	台灣杉
單子葉植物	ARACEAE	天南星科	<i>Arisaema consanguineum</i> Schott	長行天南星(雷公統、長尾葉天南星)
單子葉植物	ARACEAE	天南星科	<i>Arisaema taiwanense</i> J. Murata	蓬萊天南星

單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Carex capillacea</i> Boott	單穗薹
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Carex filicina</i> Nees	紅鞘薹
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Carex kiotensis</i> Franch. & Sav.	褐柄薹(班囊果薹)
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Carex phacota</i> Spreng.	鏡子薹(七星斑囊果薹)
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Carex tristachya</i> Thunb. var. <i>pocilliformis</i> (Boott) K?k.	抱鱗宿柱薹
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Eleocharis dulcis</i> (Burm. f.) Trin. ex Hensch.	荸薺(水燈心草)
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl	白穗刺子莞(新竹莞)
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> (L.) palla subsp. <i>robustus</i> (Miq.) T. Koyama	水毛花
單子葉植物	CYPERACEAE	莎草科	<i>Scirpus ternatanus</i> Reinw. ex Miq.	大莞草
單子葉植物	JUNCACEAE	燈心草科	<i>Juncus effusus</i> L. var. <i>decipiens</i> Buchenau	燈心草
單子葉植物	JUNCACEAE	燈心草科	<i>Juncus leschenaultii</i> J. Gay ex Laharpe	錢蒲
單子葉植物	JUNCACEAE	燈心草科	<i>Juncus tobdenii</i> Noltie	鴛鴦湖燈心草
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Disporopsis fuscopicta</i> Hance var. <i>arisanensis</i> (Hayata) S. S. Ying	阿里山假寶鐸花
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Disporum nantouense</i> S. S. Ying	南投寶鐸花
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Helonias umbellata</i> (Baker) N. Tanaka	台灣胡麻花
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Ophiopogon intermedius</i> D. Don	間型沿階草
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Paris polyphylla</i> Sm. var. <i>polyphylla</i>	七葉一枝花
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Paris polyphylla</i> Sm. var. <i>stenophylla</i> Franch.	狹葉七葉一枝花
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Polygonatum odoratum</i> (Miller) Druce. var. <i>pluriflorum</i> (Miq.) Ohwi	萎蕤
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Smilacina japonica</i> A. Gray.	鹿藥
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Calanthe puberula</i> Lindl.	反捲根節蘭
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Dendrobium aurantiacum</i> Reichb. f.	金草
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Listera japonica</i> Bl.	日本雙葉蘭
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Myrmechis drymoglossifolia</i> Hayata	白花金唇蘭、阿里山全唇蘭
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Platanthera mandarinorum</i> Reichb. f. subsp. <i>pachyglossa</i> (Hayata) T. P. Lin	厚唇粉蝶蘭
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Pleione bulbocodioides</i> (Franch.) Rolfe	台灣一葉蘭
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Tipularia odorata</i> Fukuy.	南湖蠅蘭
單子葉植物	POACEAE	禾本科	<i>Isachne albens</i> Trin.	白花柳葉箬
單子葉植物	POACEAE	禾本科	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex K. Schum. & Lauterb.	五節芒
單子葉植物	POACEAE	禾本科	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson	芒
單子葉植物	POACEAE	禾本科	<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	吳氏雀稗
單子葉植物	POACEAE	禾本科	<i>Poa annua</i> L.	早熟禾
單子葉植物	POACEAE	禾本科	<i>Yushania niitakayamensis</i> (Hayata) Keng f.	玉山箭竹
單子葉植物	POTAMOGETONACEAE	眼子菜科	<i>Potamogeton octandrus</i> Poir.	眼子菜

單子葉植物	SMILACACEAE	菝葜科	<i>Smilax arisanensis</i> Hayata	阿里山菝葜
單子葉植物	SMILACACEAE	菝葜科	<i>Smilax discotis</i> Warburg	宜蘭菝葜(托柄菝葜)
單子葉植物	SPARGANIACEAE	黑三稜科	<i>Sparganium fallax</i> Graebn.	東亞黑三稜
蕨類植物	ASPLENIACEAE	鐵角蕨科	<i>Asplenium wilfordii</i> Mett. ex Kuhn.	威氏鐵角蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Athyrium japonicum</i> (Thunb.) Copel.	東洋蹄蓋蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Athyrium nakanoi</i> Makino	紅苞蹄蓋蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Athyrium nigripes</i> (Blume) T. Moore	蓬萊蹄蓋蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Athyrium oppositipinnum</i> Hayata	對生蹄蓋蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Athyrium subrigescens</i> (Hayata) Hayata ex H. Ito	姬蹄蓋蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Cornopteris banajaoensis</i> (C. Chr.) K. Iwats. et Price	大葉貞蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Diplazium amamanum</i> Tagawa	奄美雙蓋蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Diplazium kawakamii</i> Hayata	川上氏雙蓋蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Diplazium pseudo-doederleinii</i> Hayata	擬德氏雙蓋蕨
蕨類植物	BLECHNACEAE	烏毛蕨科	<i>Blechnum melanopus</i> Hook.	雉尾烏毛蕨
蕨類植物	DAVALLIACEAE	骨碎補科	<i>Araiostegia parvipinnata</i> (Hayata) Copel.	台灣小膜蓋蕨
蕨類植物	DENNSTAEDTIACEAE	碗蕨科	<i>Dennstaedtia scabra</i> (Wall. ex Hook.) Moore	碗蕨
蕨類植物	DENNSTAEDTIACEAE	碗蕨科	<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J. Sm.	栗蕨
蕨類植物	DENNSTAEDTIACEAE	碗蕨科	<i>Monachosorum henryi</i> Christ	稀子蕨
蕨類植物	DRYOPTERIDACEAE	鱗毛蕨科	<i>Acrophorus stipellatus</i> T. Moore	魚鱗蕨
蕨類植物	DRYOPTERIDACEAE	鱗毛蕨科	<i>Arachniodes festina</i> (Hance) Ching	台灣兩面複葉耳蕨
蕨類植物	DRYOPTERIDACEAE	鱗毛蕨科	<i>Arachniodes rhomboides</i> (Wall. ex Mett.) Ching	斜方複葉耳蕨
蕨類植物	DRYOPTERIDACEAE	鱗毛蕨科	<i>Dryopteris formosana</i> (H. Christ) C. Chr.	台灣鱗毛蕨
蕨類植物	DRYOPTERIDACEAE	鱗毛蕨科	<i>Peranema cyatheoides</i> D. Don	柄囊蕨
蕨類植物	DRYOPTERIDACEAE	鱗毛蕨科	<i>Polystichum parvipinnulum</i> Tagawa	尖葉耳蕨
蕨類植物	GLEICHENIACEAE	裏白科	<i>Diplopterygium glaucum</i> (Houtt.) Nakai	裏白
蕨類植物	GLEICHENIACEAE	裏白科	<i>Diplopterygium laevissimum</i> (Christ) Nakai	鱗芽裏白
蕨類植物	GRAMMITIDACEAE	禾葉蕨科	<i>Xiphopteris okuboi</i> (Yatabe) Copel.	梳葉蕨
蕨類植物	HYMENOPHYLLACEAE	膜蕨科	<i>Mecodium polyanthos</i> (Sw.) Copel.	細葉蔞蕨
蕨類植物	LINDSAEACEAE	陵齒蕨科	<i>Lindsaea odorata</i> Roxb.	陵齒蕨
蕨類植物	LOMARIOPSIDACEAE	羅蔓藤蕨科	<i>Elaphoglossum conforme</i> (Sw.) Schott	阿里山舌蕨
蕨類植物	LYCOPODIACEAE	石松科	<i>Huperzia serrata</i> (Thunb.) Trev.	千層塔
蕨類植物	LYCOPODIACEAE	石松科	<i>Lycopodium casuarinoides</i> Spring	木賊葉石松
蕨類植物	LYCOPODIACEAE	石松科	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	石松
蕨類植物	LYCOPODIACEAE	石松科	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	地刷子
蕨類植物	LYCOPODIACEAE	石松科	<i>Lycopodium somae</i> Hayata	相馬氏石松
蕨類植物	PLAGIOGYRIACEAE	瘤足蕨科	<i>Plagiogyria dunnii</i> Copel.	倒葉瘤足蕨
蕨類植物	PLAGIOGYRIACEAE	瘤足蕨科	<i>Plagiogyria euphlebia</i> (Kunze) Mett.	華中瘤足蕨
蕨類植物	PLAGIOGYRIACEAE	瘤足蕨科	<i>Plagiogyria formosana</i> Nakai	台灣瘤足蕨

蕨類植物	PLAGIOGYRIACEAE	瘤足蕨科	<i>Plagiogyria stenoptera (Hance) Diels</i>	耳形瘤足蕨
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Arthromeris lehmannii (Mett.) Ching</i>	肢節蕨
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Crypsinus engleri (Luer. s.) Copel.</i>	恩氏蕨
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Lepisorus monilisorus (Hayata) Tagawa</i>	擬瓦葦
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Lepisorus obscure-venulosus (Hayata) Ching</i>	奧瓦葦
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Microsorium buergerianum (Miq.) Ching</i>	波氏星蕨
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Polypodium argutum Wall. ex Hook.</i>	箭葉水龍骨
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Pyrrosia lingua (Thunb.) Farw.</i>	石葦
蕨類植物	POLYPODIACEAE	水龍骨科	<i>Pyrrosia sheareri (Bak.) Ching</i>	廬山石葦
蕨類植物	SELAGINELLACEAE	卷柏科	<i>Selaginella doederleinii Hieron.</i>	生根卷柏
蕨類植物	SELAGINELLACEAE	卷柏科	<i>Selaginella remotifolia Spring</i>	疏葉卷柏
蕨類植物	THELYPTERIDACEAE	金星蕨科	<i>Parathelypteris beddomei (Bak.) Ching</i>	縮羽副金星蕨
蕨類植物	THELYPTERIDACEAE	金星蕨科	<i>Parathelypteris castanea (Tagawa) Ching</i>	栗柄副金星蕨
蕨類植物	VITTARIACEAE	書帶蕨科	<i>Vittaria flexuosa F?e</i>	書帶蕨

附錄二、鴛鴦湖自然保留區特有種植物名錄

綱	Family Name	科名	Scientific Name	中文名
蕨類植物	THELYPTERIDACEAE	金星蕨科	<i>Parathelypteris castanea</i> (Tagawa) Ching	栗柄副金星蕨
蕨類植物	ATHYRIACEAE	蹄蓋蕨科	<i>Diplazium pseudo-doederleinii</i> Hayata	擬德氏雙蓋蕨
蕨類植物	DRYOPTERIDACEAE	鱗毛蕨科	<i>Polystichum parvipinnulum</i> Tagawa	尖葉耳蕨
單子葉植物	ARACEAE	天南星科	<i>Arisaema taiwanense</i> J. Murata	蓬萊天南星
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Disporopsis fuscopicta</i> Hance var. <i>arisanensis</i> (Hayata) S. S. Ying	阿里山假寶鐸花
單子葉植物	LILIACEAE	百合科	<i>Disporum nantouense</i> S. S. Ying	南投寶鐸花
單子葉植物	SMILACACEAE	菝葜科	<i>Smilax arisanensis</i> Hayata	阿里山菝葜
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Tipularia odorata</i> Fukuy.	南湖蠅蘭
單子葉植物	ORCHIDACEAE	蘭科	<i>Platanthera mandarinorum</i> Reichb. f. subsp. <i>pachyglossa</i> (Hayata) T. P. Lin	厚唇粉蝶蘭
裸子植物	TAXODIACEAE	杉科	<i>Taiwania cryptomerioides</i> Hayata	台灣杉
裸子植物	TAXODIACEAE	杉科	<i>Cunninghamia konishii</i> Hayata	巒大杉
裸子植物	CUPRESSACEAE	柏科	<i>Chamaecyparis obtusa</i> Sieb. & Zucc. var. <i>formosana</i> (Hayata) Rehder	台灣扁柏
裸子植物	CUPRESSACEAE	柏科	<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	紅檜
雙子葉植物	SCHISANDRACEAE	五味子科	<i>Schisandra arisanensis</i> Hayata	阿里山五味子
雙子葉植物	LARDIZABALACEAE	木通科	<i>Stauntonia purpurea</i> Y. C. Liu & F. Y. Lu	紫花野木瓜
雙子葉植物	AQUIFOLIACEAE	冬青科	<i>Ilex hayataiana</i> Loes.	早田氏冬青
雙子葉植物	SCROPHULARIACEAE	玄參科	<i>Veronica oligosperma</i> Hayata	貧子水苦蕒
雙子葉植物	CARYOPHYLLACEAE	石竹科	<i>Stellaria arisanensis</i> (Hayata) Hayata	阿里山繁縷
雙子葉植物	CARYOPHYLLACEAE	石竹科	<i>Stellaria reticulivena</i> Hayata	網脈繁縷
雙子葉植物	STYRACACEAE	安息香科	<i>Styrax formosana</i> Matsum.	烏皮九芎(奮起湖野茉莉)
雙子葉植物	SYMPLOCACEAE	灰木科	<i>Symplocos morrisonicola</i> Hayata	玉山灰木
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium emarginatum</i> Hayata	凹葉越橘
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude	南燭
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium merrillianum</i> Hayata	高山越橘
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Rhododendron kawakamii</i> Hayata	著生杜鵑
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium kengii</i> C. E. Chang	鞍馬山越橘
雙子葉植物	ERICACEAE	杜鵑花科	<i>Vaccinium randaiense</i> Hayata	巒大越橘
雙子葉植物	SAXIFRAGACEAE	虎耳草科	<i>Astilbe longicarpa</i> (Hayata) Hayata	落新婦

雙子葉植物	BEGONIACEAE	秋海棠科	<i>Begonia formosana (Hayata) Masam.</i>	水鴨腳
雙子葉植物	GESNERIACEAE	苦苣苔科	<i>Lysionotus pauciflorus Maxim.</i>	吊石苣苔(石吊蘭)
雙子葉植物	LAMIACEAE	唇形科	<i>Salvia formosana (Murata) Yamazaki</i>	台灣紫花鼠尾草
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Rubia lirii Chao</i>	林氏茜草
雙子葉植物	RUBIACEAE	茜草科	<i>Damnanthus angustifolius Hayata</i>	無刺伏牛花
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Schima superba Gard. & Champ.</i>	木荷
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Eurya glaberrima Hayata</i>	厚葉柃木
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Eurya crenatifolia (Yamamoto) Kobuski</i>	假柃木
雙子葉植物	THEACEAE	茶科	<i>Adinandra formosana Hayata var. formosana</i>	臺灣楊桐
雙子葉植物	ARISTOLOCHIACEAE	馬兜鈴科	<i>Asarum crassusepalum S. F. Huang, T. H. Hsieh & T. C. Huang</i>	鴛鴦湖細辛
雙子葉植物	VERBENACEAE	馬鞭草科	<i>Callicarpa formosana Rolfe var. formosana</i>	杜虹花(台灣紫珠)
雙子葉植物	ULMACEAE	榆科	<i>Ulmus uyematsui Hayata</i>	阿里山榆
雙子葉植物	BALSAMINACEAE	鳳仙花科	<i>Impatiens uniflora Hayata</i>	紫花鳳仙花
雙子葉植物	ACERACEAE	槭樹科	<i>Acer kawakamii Koidzumi</i>	尖葉槭
雙子葉植物	LAURACEAE	樟科	<i>Sassafras randaiense (Hayata) Rehder</i>	臺灣檫樹
雙子葉植物	LAURACEAE	樟科	<i>Neolitsea acuminatissima (Hayata) Kanehira & Sasaki</i>	高山新木薑子
雙子葉植物	CELASTRACEAE	衛矛科	<i>Perrottetia arisanensis Hayata</i>	佩羅特木
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Elatostema hypoglaucum Shih & Yang</i>	白背樓梯草
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Boehmeria pilushanensis Liu & Lu</i>	畢祿山芋麻
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Pilea matsudai Yamam.</i>	細尾冷水麻
雙子葉植物	URTICACEAE	蕁麻科	<i>Elatostema trilobulatum (Hayata) Yamazaki</i>	裂葉樓梯草
雙子葉植物	GENTIANACEAE	龍膽科	<i>Tripterospermum lanceolatum (Hayata) Hara ex Satake</i>	玉山肺形草(披針葉肺形草)
雙子葉植物	GENTIANACEAE	龍膽科	<i>Gentiana flavomaculata Hayata var. yuanyanghuensis C. H. Chen & J. C. Wang</i>	鴛鴦湖龍膽
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rosa pricei Hayata var. pricei</i>	小金櫻
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Pourthiaea villosa (Thunb. ex Murray) Decne. var. parvifolia (Pritz.) Iketani & Ohashi</i>	小葉石楠
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus ritozanensis Sasaki</i>	李棟山懸鉤子
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Prunus transarisanensis Hayata</i>	阿里山櫻花
雙子葉植物	ROSACEAE	薔薇科	<i>Rubus liui Yuen P. Yang & S. Y. Lu</i>	柳氏懸鉤子
雙子葉植物	APIACEAE	繖形科	<i>Sanicula petagnioides Hayata</i>	五葉山芹菜

附錄三、胸高直徑大於 1 公尺之檜木樣點

樣點	species	胸徑(m)	經度 (TWD67)	緯度 (TWD67)	海拔	樹芯最 早年分	樹芯最 晚年分	樹芯時 間長度	神木編 號	附註
棲蘭神木園	紅檜	1.9	293225	2720386	1594	1697	2016	319	No.4	
棲蘭神木園	紅檜	3.69	293243	2720379	1580	1595	2016	421	No.5	
棲蘭神木園	紅檜	3.35	293277	2720355	1571	1560	2016	456	No.8	至心
棲蘭神木園	紅檜	1.59	293205	2720440	1644	1550	2016	466	No.1	樹心朽
棲蘭神木園	紅檜	1.3	293502	2720700	1599	1943	2016	73	No.51	
棲蘭神木園	紅檜	2.1	293517	2720683	1583	1523	2015	492	No.49	樹心朽
棲蘭神木園	紅檜	1.8	293508	2720590	1580	1469	2015	546	No.39	張衛
棲蘭神木園	紅檜	1.5	293508	2720590	1583	1562	2015	453	No.38	李清照
棲蘭神木園	紅檜	1.9	293516	2720565	1590	1499	2016	517	No.43	楊貴妃
棲蘭神木園	紅檜	1.66	293501	2720633	1591	1805	2016	211	No.40	成吉思汗，至心
棲蘭神木園	扁柏	1.6	293520	2720377	1605	1343	2016	673	No.33	華陀，至心
100 線林道	紅檜	1.98	292942	2720365	1675	1386	2016	630		
棲蘭神木園	紅檜	1.91	293234	2720263	1551	1263	2015	752	No.9	文天祥
棲蘭神木園	紅檜	1.95	293157	2720165	1524	1407	2015	608	No.12	諸葛亮,樹心朽,至心
棲蘭神木園	紅檜	2.1	293305	2720295	1522	1862	2016	154	No.27	班超
棲蘭神木園	紅檜	2.6	293370	2720321	1524	1525	2016	491	No.29	光武帝
160 線 4.5K 步道	扁柏	1.5	287474	2714788	1920					
160 線 4.5K 步道	紅檜	1.26	287459	2714789	1929					

160 線 4.5K 步道	扁柏	1.8	287428	2714806	1912	1267	2016	749		
160 線 4.5K 步道	扁柏	1.2	287414	2714842	1912	1070	2016	946		
160 線 4.5K 步道	扁柏	1.6/1.4	287413	2714869	1915	1396	2016	620		
160 線 4.5K 步道	扁柏	1.5	287385	2714852	1913	1025	2016	991		
160 線 4.5K 步道	扁柏	1.08	287382	2714855	1905					
130 檜木小學堂	扁柏	1.4	293374	2721677	1574	1062	2016	954		
130 檜木小學堂	扁柏	1.4	293403	2721718	1564	1176	2016	840		
130 檜木小學堂	扁柏	1.6	293436	2721697	1571					
130 檜木小學堂	扁柏	1.5	293458	2721690	1566					
160 線林道沿線	扁柏	1.6	288438	2714105	1893	1034	2016	982		
160 線林道沿線	紅檜	1.5	288451	2714208	1910					
160 線林道沿線	紅檜	1.5	288441	2714217	1911					
160 線林道沿線	扁柏	1.4	288445	2714218	1903					
160 線林道沿線	扁柏	1.3	288472	2714229	1915					
160 線林道沿線	紅檜	1.1	288271	2714534	1881	1304	2016	712		
160 線林道沿線	紅檜	1.87	288224	2714580	1890					
160 線林道沿線	紅檜	1.6	288254	2714578	1886					
160 線林道沿線	扁柏	1.9	287795	2714566	1905	810	2016	1206		
160 線林道沿線	扁柏	2	287782	2714566	1886	1045	2016	971		
160 線林道沿線	紅檜	1.4	287766	2714000	1876	1565	2016	451		
160 線林道沿線	紅檜	1.8	287764	2714722	1942					
160 線步道	扁柏	1.7	287376	2714842	1881					
160 線步道	扁柏	1.6	287367	2714835	1882					
160 線步道	扁柏	1.6	287367	2714835	1882	1138	2016	878		
160 線步道	扁柏	1.5	287371	2714872	1893	1130	2016	886		

160 線步道	扁柏	1.3	287322	2714880	1894	1180	2016	836		
160 線步道	扁柏	1.3	287322	2714880	1894					
160 線步道	扁柏	2	287297	2714850	1898	1304	2016	712		
160 線步道	扁柏	2	287297	2714850	1898	1261	2016	755		
160 線步道	扁柏	1.3	287314	2714806	1892	1150	2016	866		
160 線步道	扁柏	1.6	287286	2714822	1899	1182	2016	834		
160 線步道	扁柏	1.6	287266	2714818	1890	1423	2016	593		
160 線步道	扁柏	1.5	287251	2714851	1886	1084	2016	932		
160 線步道	扁柏	1.5	287426	2715040	1894					
160 線步道	扁柏	1.3	287442	2715044	1933					
160 線步道	扁柏	1.3	287421	2715033	1926					
160 線步道	扁柏	1.3	287413	2715044	1918					
160 線步道	扁柏	1.6	287400	2715049	1913					
160 線步道	扁柏	1.5	287398	2715028	1910	1140	2016	876		
160 線步道	扁柏	1.7	287386	2715005	1915	1134	2016	882		
160 線步道	扁柏	1.7	287378	2715015	1908	1284	2016	732		
160 線步道	扁柏	1.6	287368	2715022	1907	1430	2016	586		
160 線步道	扁柏	1.3	287361	2715013	1908	1042	2016	974		
160 線步道	扁柏	1.6	287372	2714971	1914					
160 線步道	扁柏	1.4	287323	2714898	1903					
160 線步道	扁柏	1.6	287308	2714884	1899	1109	2016	907		
160 線步道	扁柏	1.6	287333	2714900	1897					
160 線步道	扁柏	1.6	287348	2714885	1884					
160 線步道	扁柏	1.8	287251	2714806	1898	1115	2016	901		
160 線步道	扁柏	1.3	287347	2714993	1906	1158	2016	858		

160 線步道	扁柏	1.2	287369	2714977	1915					
100 線沿線	紅檜	1.3	294239	2721642	1527					
100 線沿線	扁柏	1.1	294175	2721677	1525					
100 線沿線	扁柏	1.3	294040	2721632	1517					
100 線沿線	扁柏	1.1	293633	2720894	1598					
100 線沿線	紅檜	1.8	292952	2720346	1662					
100 線沿線	紅檜	1.8	292954	2720393	1692					
170 線沿線	紅檜	1.1	288066	2713575	1812					
170 線沿線	紅檜	1.1	288023	2713565	1837					
170 線沿線	扁柏	1.5	287747	2713379	1858	1111	2016	905		
170 線沿線	紅檜	1.5	287690	2713025	1859	1171	2016	845		
170 線沿線	扁柏	1.3	287684	2712981	1854	1558	2016	458		
170 線沿線	扁柏	1.5	287669	2712949	1853					
170 線沿線	扁柏	1.5	287678	2712942	1856					
170 線沿線	扁柏	1	287704	2712945	1864					
170 線沿線	扁柏	1.3	287706	2712843	1854					
170 線沿線	紅檜	1.9	287710	2712833	1846					
170 線沿線	紅檜	1.4	287697	2712836	1878					
170 線沿線	扁柏	1.4	286500	2713622	1982	1077	2016	939		
170 線沿線	扁柏	1.6	286515	2713621	1970	936	2016	1080		
170 線沿線	扁柏	1.6	286503	2713636	1971	1212	2016	804		
170 線沿線	扁柏	2	286552	2713627	1947					