

國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處

108 年度委託調查研究案

(計畫編號：fcea108-03)

應用遙測技術探索鴛鴦湖及神木園  
鄰近區地區人工林資源成果報告書

執行機關：國立宜蘭大學森林暨自然資源學系

計畫主持人：鍾智昕 助理教授

共同主持人：林世宗 名譽教授

中華民國 108 年 11 月

## 目錄

摘要.....	1
壹、計畫緣起 .....	3
貳、本年度目標 .....	5
參、重要工作項目 .....	5
肆、前人研究.....	6
伍、材料與方法 .....	9
一、研究地點.....	9
二、光達資料處理與分析 .....	10
1. 點雲資料分類處理.....	10
2. 樹冠高程模型計算 .....	12
3. 分析人工林林分與重要樹種點雲特徵 .....	13
三、現地調查作業 .....	14
1.系統取樣與樣區設置 .....	14
2.樣區調查 .....	15
3.人工林蓄積量 .....	18
四、人工林空間分布特徵分析 .....	18
1. 林分冠層結構多樣性分析 .....	18
2. 空間分布特徵分析 .....	19

陸、 人工林蓄積量與資源分布地圖繪製 .....	21
一、 樹種空間分布現況圖 .....	21
二、 遙測造林地蓄積量推估模式 .....	21
柒、 執行成果 .....	22
一、 光達資料處理與分析 .....	22
1. 點雲資料分類處理 .....	22
2. 分析人工林林分與重要樹種點雲特徵 .....	24
3. LiDAR 點雲垂直剖面分析 .....	27
4. 重新分析 105 年與 106 年航拍重疊區域之地表與樹冠 高程變化 .....	30
二、 現地調查作業 .....	33
1. 系統取樣與樣區設置 .....	33
2. 重要造林樹種樹高曲線 .....	36
3. 人工林蓄積量推估 .....	38
4. 各樣區樹種組成 .....	39
三、 人工林空間分布特徵分析 .....	44
1. 林分冠層結構多樣性分析 .....	44
2. 空間分布特徵分析 .....	51
四、 人工林蓄積量與資源分布地圖繪製 .....	54

1. 樹種空間分布現況圖 .....	54
2. 遙測造林地蓄積量推估模式 .....	56
捌、 結論 .....	62
玖、 建議事項 .....	65
拾、 參考文獻 .....	67
附錄 1、樣區調查照片 .....	72
附錄 2、樣區調查資料 .....	80
附錄 3、期末報告審查意見回覆 .....	111

## 圖次

圖 1、本計畫研究試驗地位於森林保育處所轄之棲蘭山林區 (121.41201 E, 24.59039 N) .....	10
圖 2、研究方法與重要工作項目 .....	11
圖 3、樹冠高程模型(CHM)之計算 .....	13
圖 4、本研究之樣區設置，於地理資訊系統上以 200m x 200m 的佈設 取樣網格點，採用系統取樣 .....	14
圖 5、地面樣區設置位置 .....	15
圖 6、105 年(a)與 106 年(b) LiDAR 空拍範圍樹冠高程模型(CHM)...	23
圖 7、105 年(a)與 106 年(b) LiDAR 空拍範圍數值表面高程模型(DSM)、 數值地形模型(DTM) .....	23
圖 8、LiDAR 空拍範圍 105 年(綠色框線)、106 年(藍色框線)與重疊區 域 .....	24
圖 9、人工林樹冠連綿相接，顯示林分呈現鬱閉狀態 .....	28
圖 10、天然林樹冠由平均樹冠層與突出樹共同組成 .....	28
圖 11、各樣區樹冠面積總計 .....	29
圖 12、各樣區平均樹冠面積與平均每木間距關係圖 .....	29
圖 13、105 與 106 年 LiDAR 資料重疊區域與樹冠高層模型相減之高 差 .....	31

圖 14、於崩塌地邊坡倒塌的 46.6 公尺巨木的空間位置與點雲資料	31
圖 15、於天然林分 105 年 9 月因梅姬颱風受損倒塌的巨木.....	32
圖 16、於人工林分 105 年 9 月因梅姬颱風受損倒塌的造林木.....	33
圖 17、各樣區林分密度與每年胸高直徑級增長量散布圖.....	36
圖 18、紅檜樹高胸高直徑-樹高曲線式.....	37
圖 19、臺灣扁柏樹高胸高直徑-樹高曲線式.....	37
圖 20、柳杉樹高胸高直徑-樹高曲線式.....	38
圖 21、各樣區林齡與蓄積量散布圖 .....	39
圖 22、樣區 1 至 8 的樹種組成 .....	42
圖 23、樣區 9 至 16 的樹種組成.....	43
圖 24、樣區 17 至 20 的樹種組成 .....	44
圖 25、樣區 1 至 8 的胸高直徑級分布圖 .....	46
圖 26、樣區 9 至 16 的胸高直徑級分布圖 .....	47
圖 27、樣區 17 至 20 的胸高直徑級分布圖 .....	48
圖 28、林分冠層結構多樣性分布圖 .....	51
圖 29、應用點雲分類技術，透過林木樹冠的形狀特徵，將林木單木 化 .....	52
圖 30、不同樹高層級之林木株數數量與最林近距離 .....	53
圖 31、全研究區林木點空間型態的 G function 分析 .....	54

圖 32、造林木樹種空間分布圖 .....	56
圖 33、地面調查樹高資料與 LiDAR CHM 資料迴歸模式.....	57
圖 34、遙測林分蓄積量推估模式 .....	58
圖 35、地面樣區資料所計算的蓄積量與 LiDAR 所推估的蓄積量，及 T-test 結果.....	59
圖 36、本研究區域人工林蓄積量分布圖.....	60

## 表次

表 1、光達資料基本規格.....	12
表 2、MAPE 數值對於模式精度之評估準則(Lewis,1982) .....	17
表 3、8 種樹冠高程模型點雲特徵資訊 .....	25
表 4、各樣區所在的造林地基本屬性.....	27
表 5、105 與 106 年度間天然林與人工林倒塌之林木數量.....	33
表 6、105 與 106 年度間天然林與人工林倒塌之林木生育地坡項分 析 .....	33
表 7、人工林地面樣區調查資料平均值及標準差摘要表.....	34
表 8、各樣區以樹高與胸高直徑級計算平方根差總和摘要表.....	50
表 9、本次研究區域人工林造林地臺帳資料摘要表.....	55



## 摘要

本研究計畫以森林保育處 105 年及 106 年的航拍區域為研究區，利用遙測技術分析所蒐集 LiDAR 資料，配合現地林地調查資料與臺帳資料，繪製航拍區域人工林資源分布地圖，加值活化鴛鴦湖、神木園區及鄰近區域的 LiDAR 資料。依據樣區調查資料分析，胸高直徑級受到各種不同樹種、齡級與密度影響，有明顯的差異，各樣區之平均胸高直徑差距相當大自 13.0cm 至 43.5cm，以每年胸高直徑增長量，比較不同樹種之每年胸高直徑生長量，顯示胸高直徑生長量隨著密度增加而呈現明顯的降低趨勢。林分蓄積量範圍自 133.9 至 928.0 m<sup>3</sup>/ha，平均蓄積量為 455.2 m<sup>3</sup>/ha。本研究為有效與充分運用光達所拍攝到全部區域的資料，將 2 個年度的資料重新進行分類處理，105 年掃描區域為 609.3 公頃，106 年掃描區域為 3397.4 公頃，應用點雲分類技術，大尺度空間的 LiDAR 資料林木單木化，萃取林木樹冠的 8 種點雲特徵資訊。本研究結合地面調查資料與 LiDAR 資料，透過統計分析方法，評估 LiDAR 繪製人工林蓄積量分布圖的精確度，結果顯示可提供合理之推估與製圖。分析 LiDAR 點雲資料結果顯示本研究區域內之造林地的樹高變異係數值相當大，範圍自 13.3-39.3%，樹高的 SQRI 範圍自 1.3-2.4，平均為 1.8，表示人工林林分樹冠高低參差不齊。以 LiDAR 資料建立遙測林分蓄積量推估模式，迴歸模型為非線性模式，

$y=2.60x^{1.82}$  ( $r=0.84, MAPE=28.8\%$ )。研究結果顯示，結合 LiDAR 資料與地面調查資料，可提供快速與精確的大尺度森林蓄積量推估。在林木分布的空間結構上，由最近鄰近距離分析法的結果，瞭解在最近鄰近距離小於 4 公尺的多為規則分布，顯示為人工林的點空間分布特徵；而大型高於 30 公尺的突出樹最近林近距離則為 8.5 公尺，顯示棲蘭山地區擁有相當豐富的巨木資源。這些巨木資源可透過 LiDAR 的分析技術，盤點現有的林木資源，詳實地掌握每一棵林木的空間位置，達到永續資源監測與管理的目標。本研究嘗試建立結合 LiDAR 的樹冠高程模型與地面調查資料分析技方法，可以有助於瞭解大尺度森林區域的冠層高度動態與蓄積量分布，相對於透過人力調查具有較低成本和高效率的優勢。應用科學方法與新科技結合現地調查資料，發展精確且有效率的跨尺度監測工具，可提供瞭解森林生長的現象，亦可作為未來人工林經營管理調適與減緩全球變遷的影響的參考資訊，並可提供其他相似的人工林在經營管理上作為參考。

## 壹、計畫緣起

森林資源的永續經營，建立在施行適當的經營策略，維持穩定的生態系統功能與生物多樣性基礎上。準確的評估大尺度空間森林蓄積量，對於製定有效的經營管理策略，調適全球暖化現象所造成的衝擊影響，是重要的森林基礎資訊(McMahon et al., 2010)。森林經營者必須充分的瞭解營林區內的樹種、林木尺寸(如:胸高直徑、樹高)與蓄積量等森林特徵值的現況與動態趨勢。榮民森林保育事業管理處(後簡稱森林保育處)所轄之棲蘭林區腹地幅員遼闊，包含大溪事業區及太平山事業區，面積達 27,821 公頃，其中人工林面積約為 2760 公頃。棲蘭山地區生態系統也保留了許多地質年代以來子遺的古老珍貴樹種(陳子英，2005)，如扁柏屬 (*Chamaecyparis* spp.)、臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)、南洋紅豆杉(*Taxus sumatrana*)及香杉(*Cunninghamia lanceolata* var. *konishii*)等珍稀重要樹種基因庫資源，是臺灣重要的動植物棲息地。透過調查與測計方法，量化森林特徵(forest characteristic)與變異性，可提供人類瞭解管理策略對森林生長的潛在影響 (Bravo et al., 2017)。傳統上，森林資源調查必須透過現地的調查，但這樣的方法昂貴、耗時且不適用於大尺度或人員難以到達的山區，是森林資源調查的必須面對挑戰。大面積的調查可透過使用航空測量方法，取得林分資訊與細節的重要技術之一。然而，一般航照需透過人為的方

式判釋航照影像，使航照判釋的結果具有一定程度的主觀性與需要較長的時間。遙測為現代化森林經營管理的重要工具，應用於森林資源調查中具涵蓋大空間尺度、高效率及精確等優勢。因此，如何透過不同的遙測技術客觀、自動化與有效率的獲取大尺度空間森林特徵和量化林木資源，是非常重要的課題。

森林保育處為瞭解棲蘭山生物資源，積極且持續的推動森林生物多樣性的保育工作(徐國士，2000)，透過與學術單位合作逐年完成自然環境、植物(陳子英，2000;林世宗與陳子英，2006)與動物資源的調查計畫鴛鴦湖水生生物暨兩棲爬行類動物調查計畫(毛俊傑，2002)，成為的森林生態系經營重要立基。並於 105 年開始進行鴛鴦湖、神木園區及鄰近區域的光達(Light Detection And Ranging, 後簡稱 LiDAR)航拍，應用科技蒐集大尺度空間的森林資訊。於 106 年委託自強工程顧問有限公司完成利用 LiDAR 蒐集鴛鴦湖地區資料，完成鴛鴦湖之地形、森林覆蓋、結構及孔隙等基礎分析。光達是國際先進林業國家，廣泛應用的遙測技術，為評估森林資源重要的工具。LiDAR 遙測技術，與其他被動式光學遙測技術相比，LiDAR 能夠捕獲三維 (3-D) 森林結構，用來測量林木的三維結構具有良好的能力(Gates，1980)，成為森林測繪的關鍵數據資料。光達具有高度的精確性，廣泛的被作為評估林分樹高、蓄積量與林木空間分布的重要工具。LiDAR 的點

雲資料可以提供林分到單木的森林結構的精確資訊，LiDAR 的點雲資料相當龐大，如何有效率萃取 LiDAR 的資訊，應用於大尺度空間森林資源評估仍然是一項挑戰。

因此，本研究計畫擬本研究以森林保育處 105 年及 106 年的航拍區域為研究區，利用遙測技術分析所蒐集 LiDAR 資料，配合現地林地調查資料與臺帳資料，繪製航拍區域人工林資源分布地圖，加值活化鴛鴦湖、神木園區及鄰近區域的 LiDAR 資料。

## **貳、本年度目標**

由森林保育處提供 105 年及 106 年委託研究案神木園及鴛鴦湖鄰近地區之光達點雲及臺帳資料，分析該區域人工林之林分與重要造林樹種之點雲特徵及估計蓄積量，並繪製該區人工林資源分布圖，俾供森林保育處林區經營參考。

- 一、分析研究區域人工林林分與重要樹種點雲特徵。
- 二、估計鴛鴦湖及神木園鄰近區地區人工林蓄積量。
- 三、人工林資源分布地圖繪製。

## **參、重要工作項目**

本委託調查研究案計畫執行期間由 108 年 4 月 11 日至 108 年 11 月 30 日止，主要工作項目如下：

## 一、光達資料處理與分析

- 1.點雲資料分類處理
- 2.樹冠高程模型計算
- 3.分析人工林林分與重要樹種點雲特徵

## 二、現地調查作業

## 三、人工林空間分布特徵分析

- 1.林分冠層結構多樣性分析
- 2.空間分布特徵分析

## 四、人工林蓄積量與資源分布地圖繪製

## 肆、前人研究

森林生態系統所提供資源和生態系統服務功能，對於維護生物多樣性和減緩氣候暖化具有重要意義（Cabo et al., 2018）。準確評估林分特徵是執行森林經營作業與瞭解生物資源量的重要工作（Keenan et al., 2015； MacDicken, 2015）。氣候變遷對全球的生態系統產生各種不同的衝擊與影響，森林碳吸存及生物多樣性維持等森林議題受到世界各國的重視，使得森林資源調查必須具備高效率、即時性、高精確性的資訊提供(林務局，2015)。

林分結構特徵的測量方法，隨著科技發展已有大幅度的進步。傳統透過地面調查所測量森林結構特徵，雖然提供最貼近實際情況的資

訊，但所耗費的時間與人力成本相當高。傳統上，森林調查透過簡單隨機抽樣、系統抽樣、分層抽樣，及建立統計模型的輔助來推估林木蓄積量 (McRoberts, 2006)。傳統地面調查地面樣區設置在大尺度空間範圍，是呈現一種稀疏點分布型態，難以詳實對連續面的空間資訊進行描述。且遙遠與人力難以到達的困難地形，樣區設置的可及性和成本，通常會對林地資料形成蒐集上的困難，和甚至產生缺漏(Wulder et al., 2012)。臺灣已進行四次的森林資源調查，皆以航空攝影測量 (Photogrammetry) 為基礎，配合雙重取樣法，於地面設置樣區，蒐集與林分特徵變數(如林分高、樹冠幅、鬱閉度等資訊)，透過全球定位系統(Global Position System, GPS)，透過統計分析方法建立林分材積推估模式，以推估大面積森林資源蓄積量。而航空照片的判釋，具有判釋人員的主觀性，所產生人為誤差在資料整合時，容易產生誤差。另外，空間定位的誤差，亦會造成蓄積量推估時的誤差(Setzer et al., 1988)，即全球定位系統設備在定位時所產生偏移，在套疊航空照片時空間位置，地面樣區可能不是實際的空間位置，2 者間的偏移性等問題，造成蓄積量推估的準確度無法提升(陳朝圳, 2018)。透過新的科技以最小的成本，有效率的獲取數據資料是林業經營者迫切需要的技術。遙測或航空照片資料，提供描述環境變遷與自然過程的重要訊息(Whitehead and Hugenholtz, 2014)。

遙測技術提供了一個大尺度空間上測量與評估林分特徵的途徑 (Kerr and Ostrovsky, 2003)，現代的遙測工具在空間解析度與光譜解析度皆已達到一定的精度，可滿足森林資源調查的需求，包括 LiDAR、航空影像、衛星影像與無人機影像。遙測已經廣泛的被應用在不同環境與植被監測的研究，利用遙測技術可精確與節省時間量化大尺度範圍的資訊，透過一些分析技術可以提供時間序列的地圖化空間資料 (Vohland et al., 2007)。遙測是利用感測器獲取地表物的電磁波資訊，可依感測器特性不同分為主動式(active)與被動式(passive)，空載光達 (airborne light detection and ranging, 後簡稱 LiDAR)即為主動式的遙測資料。LiDAR 系統的原理是基於透過光線來測量距離，由感測器發射與接收反射的光線，其所經過的時間的一半來測量感測器與目標之間的距離 (Baltsavias, 1999)，因此 LiDAR 是主動式的遙測技術之一。每一個光線返回到感測器後，LiDAR 系統會記錄其空間位置點的三為座標，並集合形成地貌特徵的點雲。LiDAR 資料對於林分特徵資訊的再現性高，是現代遙感的重要工具之一，可提供森林資源的盤點、定量生物量、林分高度，以及基礎面積估計 (Nelson et al., 1988; Lefsky et al., 1999; Means et al, 2000)。LiDAR 數據資料可以透過統計分析技術與空間模式建立，獲取森林屬性的估計值。在林業上 LiDAR 是具備蒐集高精度資料的測量設備 (Wang et al., 2017)，能夠同時測



量森林資源水平空間分布、垂直結構特徵（例如高度，體積，生物量等）與進行即時描述地形特徵。被廣泛應用於不同的目的，例如製圖（Blair et al., 1999； Asner et al., 2014）、測量（Boehm et al., 2009）和航空攝影（Niska et al., 2010； Wang et al., 2017）。然而，由於空載 LiDAR 的需要搭配航空器，致使其蒐集資料的成本高，臺灣將 LiDAR 應用在大空間尺度森林資源的研究較少，國內早期由詹進發(2005)使用光達技術應用於推估樹冠高度之應用與材積之推估。後續由魏浚紘等(2012a, b)進一步應用在柳杉人工林地上部生物量與影像樹冠孔隙分類，與提供人工林之經營與監測(魏浚紘與陳朝圳, 2016)。近年來，無人載具的出現，提供遙測新的工具載台，故結合 LiDAR 與無人機影像資料的優勢，也已用以做為獲取森林特徵的重要工具(鍾智昕, 2017； 陳朝圳, 2018)。LiDAR 已被認為具備高效率與可詳細描述森林特徵的遙測技術，且多期的 LiDAR 資料成為監測大尺度空間範圍（包括國家層級）森林資源的重要工具(Wulder et al., 2012)，可作為未來提升大面積森林資源調查的遙測新模式。

## 伍、材料與方法

### 一、研究地點

本研究試驗地位於森林保育處所轄之棲蘭山林區，年平均降雨量為 3600mm 與年平均溫度為 13.3°C，其中包括太平山事業區與大溪事

業區，樣區範圍約自棲蘭山 100 線林道 8K 至 19K 處（圖 1），以棲蘭神木園區與鴛鴦湖鄰近區域的人工林造林為對象，研究區域面積約為 3700 公頃，海拔自 1400 至 2100 公尺，主要樹種包括臺灣扁柏、紅檜、柳杉等。

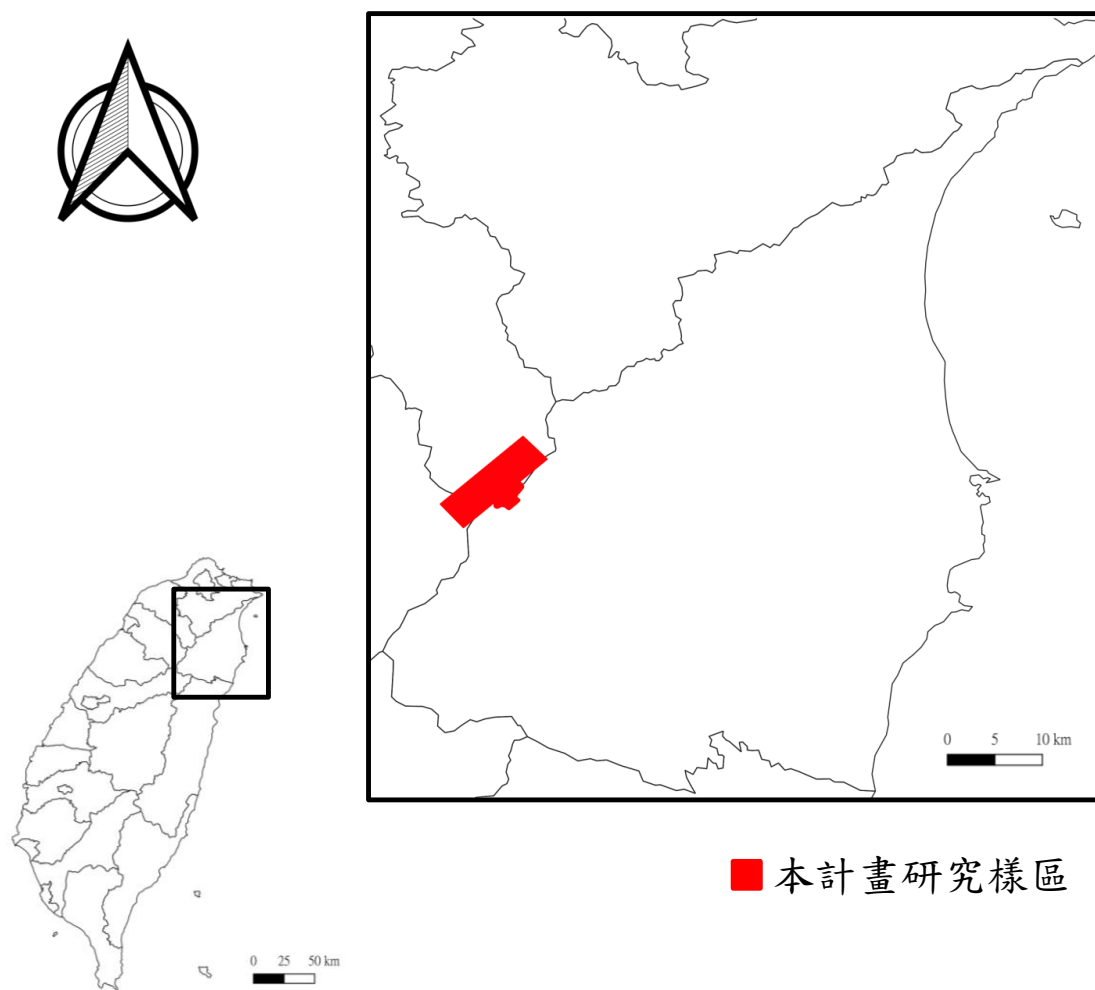


圖 1、本計畫研究試驗地位於森林保育處所轄之棲蘭山林區  
(121.41201 E, 24.59039 N)

## 二、光達資料處理與分析

### 1. 點雲資料分類處理

本計畫以結合 LiDAR 點雲及臺帳資料，評估鴛鴦湖及神木園鄰

近地區人工林資源與重要造林樹種之點雲特徵及估計蓄積量為目的，研究方法與重要工作項目如圖 2。研究資料為 105 年與 106 年由森林保育處委託自強公司所拍攝的 LiDAR 資料，包含數值表面高程模型 (digital surface model, DSM)、數值地形模型 (digital terrain model, DTM) 與樹冠高程模型 (canopy height model, CHM)，以及正射影像資料。光達資料是使用航測飛機 P68-TC 搭載空載光達 Riegl LMS-Q780 與專業航拍像機 PhaseONE 於 105 年與 106 年期間完成掃描與拍攝，並產製最為完整之 10cm 彩色正射影像與 1m 網格解析度之數值高程，光達航拍相關基本規格如表 1。本研究中的光達點雲資料、網格式影像資料處理、分析與圖形輸出，使用 R(v.3.6.1)與 QGIS(v. 3.4.4)軟體。

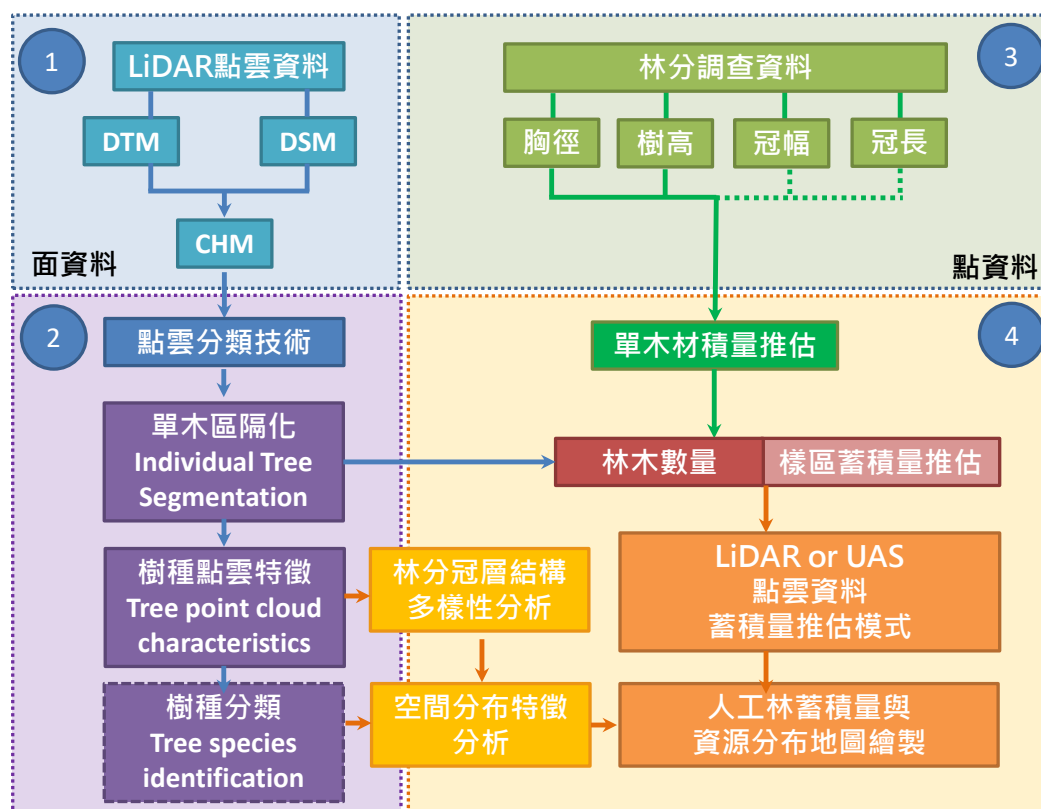


圖 2、研究方法與重要工作項目。

表 1、光達資料基本規格

	105 年	106 年
面積 (ha)	609	3,397
飛行高度 (m a.s.l.)	3000	3000
光達掃瞄頻率 (kHz)	300	300
飛行速度 ( $m s^{-1}$ )	$50 m s^{-1}$	$50 m s^{-1}$
光達設備	Riegl LMS-Q780	Riegl LMS-Q780
點雲密度 ( $pulse m^{-2}$ )	6-10	6-10
地面解析度 (m)	0.1-0.15	0.1-0.15
FOV ( $^{\circ}$ )	60.0	60.0

## 2. 樹冠高程模型計算

LiDAR 具有部分穿透特性，除了地貌表層資訊外，亦可穿透獲取樹冠下的地表資訊，故 LiDAR 資料通常包含數值表面模型與數值高程模型 2 種資訊。前者包含植被、建物等地貌表面的三度空間數值模型，亦即向下所看到之物體表面之高度；後者，則描述不含植被及人工構造物之地表起伏，為地球自然面高程起伏的數值模型。在森林的應用常將數值表面模型和數值高程模型 (DTM) 兩種模型所相減求取樹冠高程模型 (Canopy Height Model, CHM, 圖 3)，用於描述森林區域樹木的形狀和範圍，林木高度、樹體積位置等。本計畫將前一小節重新 LiDAR 進行分類處理後的計算成樹冠高程模型，以提供後續

分析使用。

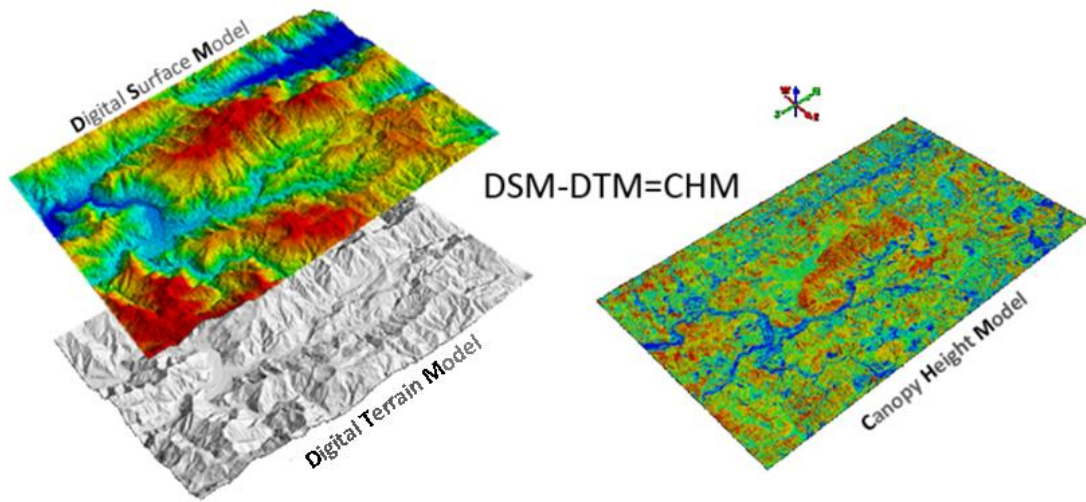


圖 3、樹冠高程模型(CHM)之計算。

### 3.分析人工林林分與重要樹種點雲特徵

本研究透過分析點雲資料獲取 8 種點雲特徵資訊，包含高程最小值 (Height minimum, Hmin)、高程最大值 (Height maximum, Hmax)、高程平均值 (Height mean, Hmean)、高程中位數 (Height mode, Hmode)、高程標準差 (Height standard deviation, Hsd)、高程變異係數 (Height coefficient of variation, Hcv)、高程分布偏度 (Height skewness, Hske) 與高程峰度 (Height kurtosis, Hkur)。

### 三、現地調查作業

#### 1. 系統取樣與樣區設置

本研究之樣區設置，採用系統取樣(systematic sampling)，先使用地理資訊系統在 LiDAR 掃描範圍內，以 200m x 200m 的佈設取樣網格點(圖 4)，再進一步與造林實測圖疊合，選出候選樣區 GPS 位置。依候選樣區 GPS 位置至現地勘查，評估樣區設置可行性。本研究規劃設置 20 個 30m x 30m 樣區，已完成 20 個樣區之設置(圖 5)。

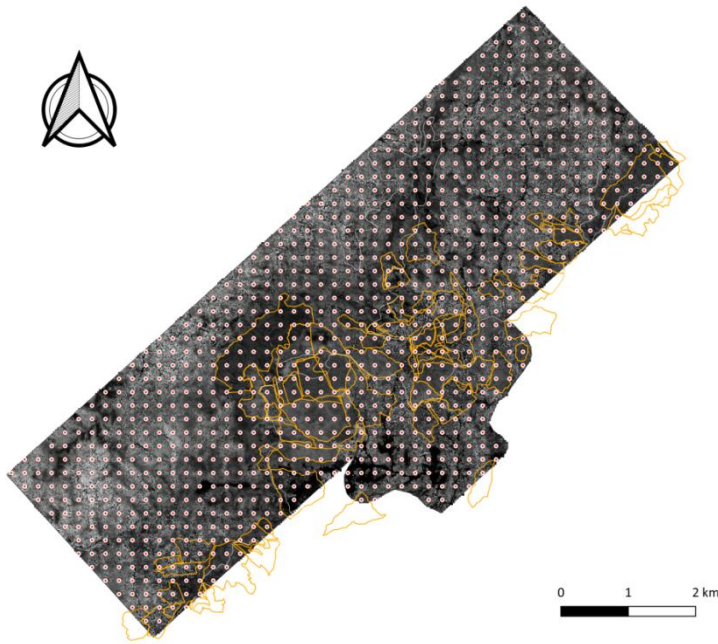


圖 4、本研究之樣區設置，於地理資訊系統上以 200m x 200m 的佈設取樣網格點，採用系統取樣。

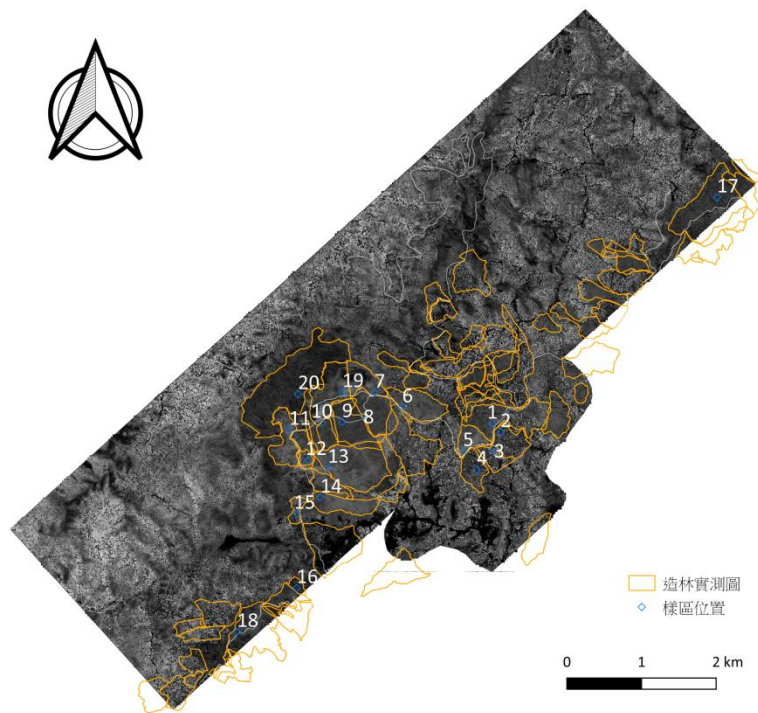


圖 5、地面樣區設置位置。

## 2.樣區調查

### (1)調查對象

本計畫的主要目標之一，係為估計人工林蓄積量。因此，依前一小節所設置樣區，在 LiDAR 掃描範圍內之造林地，進行地面調查工作。

### (2)調查方式

在本研究規劃設置 20 個 30m x 30m 樣區，以胸高直徑級大於 5cm 之林木為主要調查目標對象，並蒐集樣區 GPS、樹種(Species)、胸徑(DBH)、樹高(tree height, TH)、枝下高(crown base height, CBH)、冠幅

(crown diameter, CD)等資料。

### (3)統計分析方法

透過地面樣區的調查工作，可瞭解林分的實際的現況外，亦為後續林分蓄積量地圖的繪製的重要基礎工作。地面調查工作相當耗費人力、時間與金錢，特別是樹高量測相當耗費時間，所以通常藉由現地調查胸高直徑資料與樹高資料建立樹高-直徑模式，即由直徑推算樹高。樹高-胸高直徑模式是森林經營過程中，評估林分生長、地位與收穫相當重要的工具。然而，樹高-胸高直徑關係會隨著林分的生長而產生變化，可能引起對生長、收穫的低估，所以需定期做修正。本計畫依據造林臺帳內，造林面積最多的紅檜、臺灣扁柏與柳杉三種主要造林樹種，將本次調查的胸高直徑與樹高資料，以迴歸模型分析方法，建立其樹高曲線式，提供後續之林分生長資訊之應用。迴歸模型精確度，主要建立在預測值與觀測值之間所產生的誤差。一般的線性迴歸模型可以使用決定係數(coefficient of determination,  $R^2$ )，以此來判斷統計模型的解釋力，但這必須是迴歸模型的依變數和自變數之間的關係是在線性的前提假設下。通常，樹高-胸高直徑關係會受到樹種、林齡與生長，以及環境氣候等諸多因子的影響，而成非線性變化。在建構樹高-胸高直徑關係常使用非線性的迴歸模型，即依變數與自變數間的關係呈現非線性，因此無法使用決定係數來評估模式的精確



性。當所建構的非線性模型無法使用決定係數來評估模型的精確度時，可使用其他替代的方法(例如：Pseudo  $R^2$ )來類比決定係數，像是觀測值與預測值間的相關性(r)、平均絕對偏差 (mean absolute deviation, MAD)、均方誤差 (mean squared error, MSE)、平均絕對百分比誤差 (mean absolute percent error, MAPE)等。其中 MAPE 以百分誤差呈現，具備直觀與容易計算的優點，因此常常被用來比較不同資料集之間的預測性能。MAPE 數值越小表示模式預測的準確性越高，MAPE 越接近 0 表示推估效果最佳。Lewis(1982)時提出了 MAPE 數值對於模式精度之評估準則，可提供作為本計畫迴歸模型精度評估之參考(表 2)。

表 2、MAPE 數值對於模式精度之評估準則(Lewis,1982)

MAPE	值預測能力
< 10%	高精確度
10-20%	良好
20-50%	合理
> 50%	不正確

本研究選用觀測值與預測值間的相關性(r)與 MAPE 來做為評估

本研究中所建立的非線性迴歸模型精度，MAPE 的公式如下：

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 \times |(y_{oi} - y_{pi}) / y_{oi}|}{n}$$

$y_{oi}$  為觀測值;  $y_{pi}$  為預測值;  $n$  為樣本數

研究中的樣區資料處理、統計分析與圖形輸出，使用 R(v.3.6.1) 軟體。

### 3.人工林蓄積量

將造林實測圖與 LiDAR 資料疊合，本區域造林面積共計約 972.6 公頃，人工林之蓄積量(volume stock)推估，就已完成之 20 個樣區調查資料進行估計，蓄積量之推估式使用第三次森林資源調查之樹種材積式，依主要造林樹種類別採用之材積式如下(林務局，1995)：

$$\text{臺灣扁柏、紅檜與臺灣杉，} \quad V = 0.0000944 * DBH^{1.9947405} * TH^{0.659691} \quad (1)$$

$$\text{柳杉，} \quad V = 0.00009015 * DBH^{1.98858} * TH^{0.68785} \quad (2)$$

$$\text{香杉與鐵杉，} \quad V = 0.0000728 * DBH^{1.944924} * TH^{0.8002212} \quad (3)$$

$$\text{其他闊葉樹種，} \quad V = 0.0000646 * DBH^{1.53573} * TH^{1.05657} \quad (4)$$

由於遙測 LiDAR 對林分的觀測是呈現整體性的空間範圍資訊，不像地面資料容易透過資料屬性進行分類(例:樹種)，因此本研究為配合光達資料的特性，蓄積量是包含樣區內的所有林木做為估算基礎。

## 四、人工林空間分布特徵分析

### 1.林分冠層結構多樣性分析

### (1)林分胸高直徑級分佈

本研究為瞭解各個造林地林木徑級的分布情況，將各樣區調查的胸高直徑繪製成直徑級分布圖。

### (2)樹高結構多樣性

一般認為林分冠層結構為決定棲息地和物種歧異度一重要因子，隨著林分冠層水平或垂直結構歧異度的提升，林分內物種種類之增加和生態穩定度之提高。樹高平方根差總和(sum of the square root of the difference, SQRI) ，是由 Barbeito et al.(2009)研究發展出的指標，以類似量度歧異度的計算，描述林分垂直結構特徵，瞭解林分樹高的變異大小，作為描述垂直結構現況依據。公式如下：

$$SQRI = \sum_{j=1}^n P_j \sqrt{|O_j - O_m|} \quad (5)$$

$P_j$ =第  $j$  個樹高層級的樹高總和與每公頃樹高總和的比例， $O_j$ =第  $j$  棵林木樹高， $O_m$ =平均樹高

## 2.空間分布特徵

林木的空間分布特徵，係指林木在空間上的配置情形和分佈特徵，是林木生長特性、種內與種間作用、氣候環境等綜合因子作用的結果。

瞭解林木的空間分布特徵，可幫助理解森林的建立、更新和發展歷程，亦為森林經營者掌握森林現況的重要資訊。本計畫應用 LiDAR 點雲分類技術，將樹冠表面高程模型將單木區隔化後，取得研究區域單木的空間資訊。亦針對鴛鴦湖、神木園區及鄰近區域，依林木個體間的距離，進行林木的空間分布特徵的量化分析。

依據 LiDAR 點雲分類技術，將樹冠高層模型資料進行樹冠分割 (tree crown segmentation)，獲取單木的空間位置資訊，以提供計算林木間的最近鄰近距離計算及以 G function 分析點空間型態 (群聚、隨機與規則)。本研究的最近鄰近距離分析，係將林木先依樹冠高程進行分類，每 10 公尺一級，分別為 0-10 公尺、10-20 公尺、20-30 公尺、30-40 公尺、40-50 公尺與大於 50 公尺以上，共 6 級。藉以瞭解林木在空間上分布形成各種距離下的不同植物群落空間分布、不同樹種間或與氣候環境間的關係之依據。

G function 在點空間分布特徵的分析中，常被用來作為探索性的資料分析工具，確定研究目標是否具有空間群聚特性。定義個體-個體最近鄰居距離，即任意一個個體到最鄰近個體之間的距離。估算公式如下：

$$G(r) = \frac{\sum_{i=1}^n I(ri \leq r)}{n}$$

n 為個體總數，ri 為個體 i 到其他個體間最鄰近的距離，r 為特定距離，

I 為指標函數，當  $r_i \leq r$  時  $I=1$ ，當  $r_i \geq r$  時  $I=0$ 。

## 陸、人工林蓄積量與資源分布地圖繪製

本計畫將透過前述的林分特徵量化、林分冠層結構多樣性與樣區調查結果，藉由統計方法建立遙測造林地蓄積量推估模式。透過建立遙測模式，量化大空間尺度造林地蓄積量與結構特徵，並透過地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)繪製人工林資源分布地圖，產製鴛鴦湖、神木園區及鄰近區域人工林蓄積量分布圖、樹種空間分布現況圖、林分冠層結構多樣性分布圖等 GIS 圖資，提供森林經營規劃之應用。

### 一、樹種空間分布現況圖

本研究自森林保育處取得大溪事業區及太平山事業區之造林實測圖資料，造林實測圖內記載造林樹種、年代、造林方法與空間位置，係將臺帳資料的造林樹種輸入至臺帳圖的 SHP 檔案，並以地理資訊系統繪製人工造林地樹種空間分布現況圖。

### 二、遙測造林地蓄積量推估模式

本研究的重要工作目標之一，即是結合地面樣區調查資料與 LiDAR 資料，以遙測技術推估 LiDAR 資料涵蓋區域造林地蓄積量。

為掌握大尺度範圍的自然資源分布情形，地面樣區資料，為檢核與校正 LiDAR 林分特徵分析的重要關鍵，LiDAR 的林分點雲特徵必須結合地面調查資料，透過建立迴歸模式，方可對大尺度空間進行蓄積量之推估。

將地面樣區調查時所記錄的 GPS 位置，與 LiDAR 資料做疊合，並依樣區設置之大小(30m x 30m)取出該區域的 LiDAR 點雲特徵值，透過迴歸分析方法建立迴歸模式，作為推估樣區以外大尺度空間造林地蓄積量的依據。所繪製之地圖，與台帳資料配合，藉以解各樣區的造林樹種、方法與撫育作業對林木資源分布之影響。

## 柒、執行成果

### 一、光達資料處理與分析

#### 1.點雲資料分類處理

105 年與 106 年 2 個年度的 DTM 為網格式資料，DSM 資料皆為點雲資料格式(point cloud data)，CHM 亦為點雲資料格式，但 106 年的 CHM 並不包含全區，僅有鴛鴦湖地區部份。為有效與充分運用光達所拍攝到全部區域的資料，將 2 個年度的資料重新進行分類處理，並產製 105 及 106 年樹冠高程模型(圖 6)。結果如圖 7 所示，105 年掃描區域為 609.3 公頃，106 年掃描區域為 3397.4 公頃，2 年度重疊區域為 239.4 公頃(圖 8)。

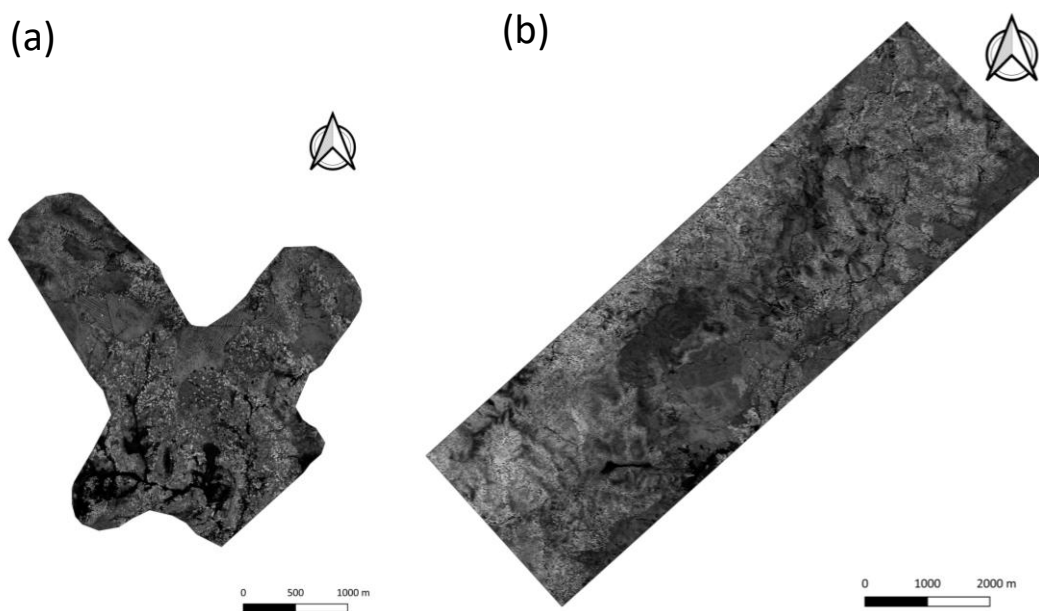


圖 6、105 年(a)與 106 年(b) LiDAR 空拍範圍樹冠高程模型(CHM)。

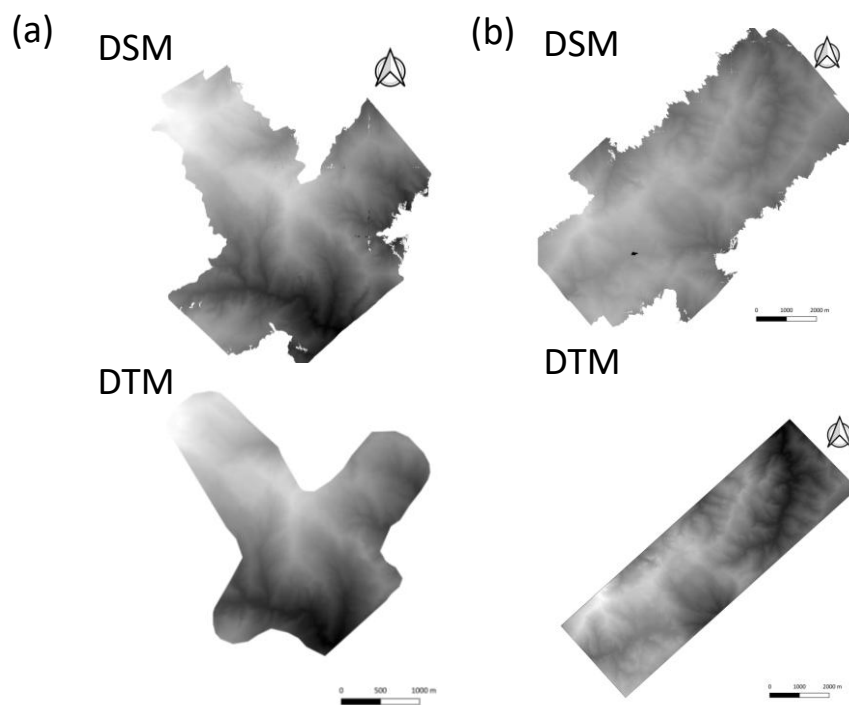


圖 7、105 年(a)與 106 年(b) LiDAR 空拍範圍數值表面高程模型(DSM)、數值地形模型(DTM)。

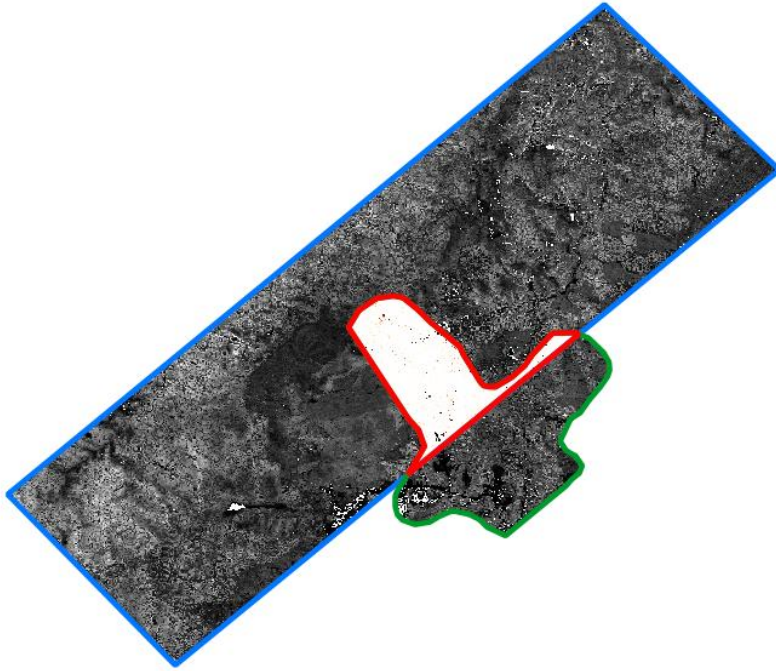


圖 8、LiDAR 空拍範圍 105 年(綠色框線)、106 年(藍色框線)與重疊區域。

## 2.分析人工林林分與重要樹種點雲特徵

LiDAR 是以點的型式紀錄空間中物件的三維坐標點資訊，觀測數據可達到數千點至數萬點，這些大量的點雲分佈幾何隱含豐富的物件資訊。以森林中的林木為例，其可透過點雲的座標位置描述林木的空間位置、高度資訊、樹冠特徵等。



表 3、造林臺帳樹種 8 種樹冠高程模型點雲特徵資訊

plot	Plantation Species	Plot tree #*	Hmean (m)	Hsd (m)	Hmin (m)	Hmax (m)	Hmode (m)	Hcv (%)	Hske	Hkur
1	柳杉	54	16.5	6.5	0.1	30.1	18.0	39.2	-0.3	2.2
2	紅檜	49	12.2	3.0	0.1	21.3	12.5	24.6	-1.2	6.8
3	紅檜	63	11.4	4.2	0.0	41.1	14.4	37.0	-0.5	2.3
4	紅檜	37	15.5	4.1	0.0	23.5	12.1	26.3	-0.8	3.6
5	柳杉	77	21.9	5.6	0.0	33.3	23.0	25.4	-2.2	8.6
6	柳杉	100	18.0	3.7	0.7	25.8	18.7	20.5	-1.5	6.4
7	臺灣扁柏、紅檜	44	17.5	2.3	1.0	25.3	17.6	13.3	-0.5	6.1
8	臺灣扁柏、紅檜	138	13.7	2.0	0.0	19.5	13.7	14.5	-0.4	5.3
9	臺灣扁柏、紅檜	134	14.7	2.1	4.7	16.9	13.2	16.2	-1.5	5.8
10	臺灣扁柏、紅檜	54	11.9	3.1	1.0	18.8	12.3	26.2	-0.4	2.7
11	柳杉	104	20.7	3.2	0.0	28.7	20.9	15.5	-1.1	8.3
12	臺灣扁柏、紅檜	28	23.2	4.5	1.1	33.4	23.6	19.8	-0.9	4.7
13	柳杉、臺灣扁柏	90	22.6	2.3	1.6	28.5	22.7	10.0	-0.1	2.7
14	柳杉、臺灣扁柏	108	13.9	3.1	2.7	23.1	14.1	21.8	0.0	2.7
15	柳杉	151	20.9	5.3	0.0	26.4	18.9	29.7	-1.9	6.7
16	柳杉	19	11.7	4.4	0.8	21.7	11.4	37.7	0.0	2.5
17	柳杉、杉木	74	12.7	3.6	0.1	21.0	12.5	28.2	-0.1	2.7
18	臺灣扁柏、柳杉、臺灣杉、香杉	81	17.5	3.7	0.5	20.3	13.1	29.8	-0.9	3.6
19	臺灣扁柏、紅檜	40	18.9	5.6	0.8	29.4	20.0	29.4	-0.8	3.1
20	臺灣扁柏、紅檜	221	9.8	2.6	1.7	58.0	9.9	26.9	1.8	5.3

Species 為臺帳資料登錄之造林樹種;\*Plot tree #為樣區林木株數；Hmin 為高程最小值 (Height minimum)；Hmax 為高程最大值 (Height maximum,)；Hmean 為高程平均值(Height mean)；Hmode 為高程中位數(Height mode)；Hsd 為高程標準差(Height standard deviation)；Hcv 為高程變異係數(Height coefficient of variation)；Hske 為高程分布偏度(Height skewness)；Hkur 為高程峰度(Height kurtosis)

分析結果如表 3 所示，最大值是樣區 12 的 Hmean 為 23.2m，主要造林木樹種為民國 61 年種值的紅檜天然下種更新造林地，最小值是樣區 20 的 Hmean 為 9.8m，主要造林木樹種為民國 64 年種植的臺灣扁柏天然下種更新造林地。

LiDAR 點雲特徵，與林地的現況有密切的關係，當林地有施行不同的經營管理或育林作業，會實際的反應在 LiDAR 的變異程度，可以實際的呈現反應林分冠層的狀況。各樣區的標準差(Standard Deviation)自 2.0 至 6.5，變異係數 (coefficient of variation) 顯示樹冠層的離散程度自 13.3% 至 39.2%。已施行過行列疏伐的柳杉造林地 Hcv 自 20.5%(樣區 6)、29.7%(樣區 15)、28.2%(樣區 17)、39.2%(樣區 1)相對呈較大數值，即表示樹冠的高低起伏大，主要因為疏伐帶林木與保留帶林木之高度差異所造成。另外以紅檜裸根苗造林的 Hcv 值為 24.6%(樣區 2)、37.0%(樣區 3)與 26.3%(樣區 4)也呈現較大的數值，可能是造林地內，於造林時留有上木，造成林分內的樹冠高低參差不齊，使得 Hcv 值相當大。依據臺帳資料，整理各樣區所在的造林地基本屬性，如表 3。本計畫所包含的造林地，多採密植的方式造林，栽植密度從每公頃 2600 株至 3300 株(表 4)，就本次樣區調查的資料(行列疏伐樣區不列路計算)進行分析，現存的造林地密度從每公頃 211 株至 1200 株，存活率自 12.5% 至 46.1%，平均存活率為 26.7%(sd=12.3)。

表 4、樣區調查之樹種組成各樣區所在的造林地基本屬性

樣區	造林年度	X (TWD97)	Y (TWD97)	造林地號	造林栽植密度 (n./ha)	樣區主要樹種組成	栽植作業	經營作業
1	52	294250	2720534	935-01500	2890	柳杉、紅檜		行列疏伐
2	76	294360	2720421	935-15300	3280	紅檜	裸根栽植	
3	76	294272	2720185	935-15300	3280	紅檜	裸根栽植	
4	68	294041	2719920	935-12100	3300	紅檜	裸根栽植	
5	52	293856	2720167	935-01500	2890	柳杉	柳杉造林地	
6	52	293042	2720753	935-01500	2890	柳杉		行列疏伐
7	50	292670	2720950	935-00600		臺灣扁柏	天然下種更新	
8	50	292522	2720645	935-00600		臺灣扁柏	天然下種更新	
9	61	292236	2720554	935-05300		臺灣扁柏	天然下種更新	
10	50	291964	2720546	935-05300		臺灣扁柏	天然下種更新	
11	53	291527	2720452	935-02100	2929	柳杉	柳杉造林地	
12	61	291827	2719936	935-05300		紅檜	天然下種更新	
13	55	292044	2719944	935-02800	2600	柳杉	柳杉造林地	
14	55	291945	2719545	935-02800	2600	柳杉	柳杉造林地	
15	55	291627	2719327	935-02100	2929	柳杉		行列疏伐
16	63	291626	2718331	935-02800	2600	臺灣扁柏	混合樹種造林	
17	49	297261	2723564	935-00300	3021	柳杉、紅檜	裸根栽植	行列疏伐
18	63	290827	2717744	935-07000	3232	柳杉	柳杉造林地	
19	50	292240	2720957	935-00600		臺灣扁柏	天然下種更新	
20	64	291645	2720929	935-07400		臺灣扁柏	天然下種更新	

### 3.LiDAR 點雲垂直剖面分析

本研究透過分析 LiDAR 點雲垂直剖面，可初步掌握天然林與人工林分的樹冠狀態(圖 9)。以柳杉人林為例，其樹冠連綿相接，顯示林分呈現鬱閉狀態，林木彼此競爭生長空間、水、養分，或甚造成林木死亡，林分生產力減低。圖 10，天然林則同樣也呈現鬱閉的情形，但在林分中會出現突出平均樹冠層的突出樹(Emergent Tree)，這些巨

大的林木提供棲息於該森林生態系的生物食物、庇護與生活的空間，甚至有些物種的生存仰賴突出樹冠層所提供的生態服務功能。

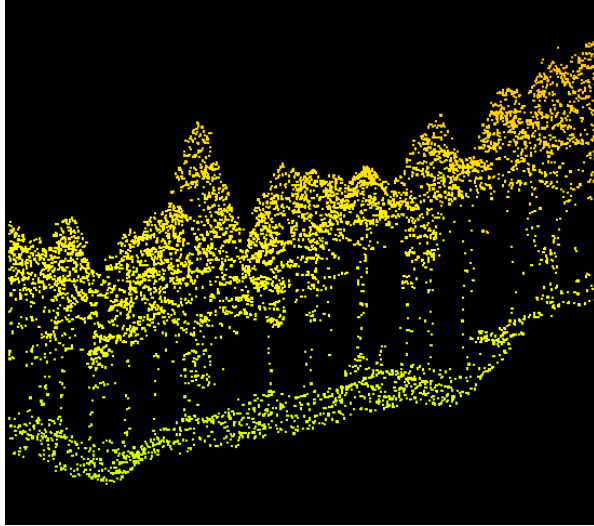


圖 9、人工林樹冠連綿相接，顯示林分呈現鬱閉狀態。

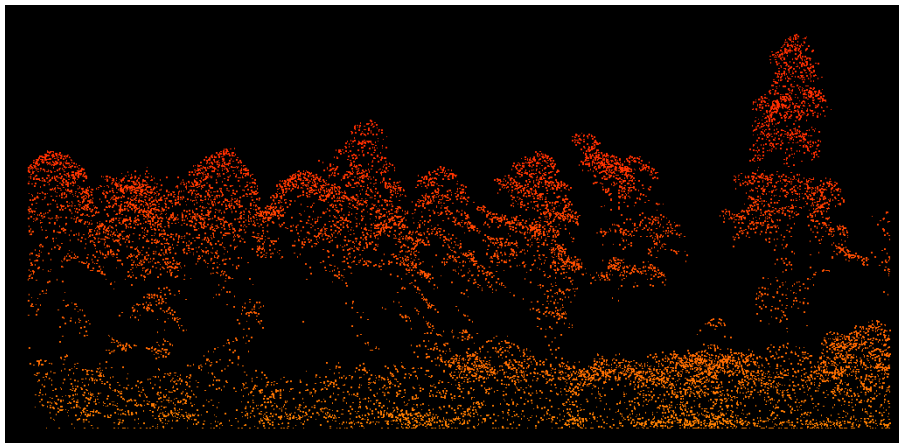


圖 10、天然林樹冠由平均樹冠層與突出樹共同組成。

由 LiDAR 資料觀察瞭解人工林分的樹冠呈現鬱閉的情況，本研究透過地面樣區調查樹冠的冠幅大小，將每一單株的樹冠幅以簡單的圓面積計算為樹冠面積，並一樣區進行加總。結果顯示，樣區的大小為 30m x 30m，因此地面的面積為 900m<sup>2</sup>，而樹冠的面積總計各樣區自 903m<sup>2</sup> 至 5023m<sup>2</sup>，與樹冠總面積是地面面積約 1 至 5 倍，顯示造

林地的樹冠皆呈現鬱閉狀態，部分造林地呈現高度鬱閉的情況(圖 11)，圖 12 顯示當每木間距較大時，即林分密度較低，林木平均樹冠較大，反之，林木的平均樹冠較小。過密的林分，林木對林地養分與陽光的競爭強烈，使林木的年生長量低，雖然仍具有一定的林分蓄積量，但致使單木材積小，年平均蓄積量低。

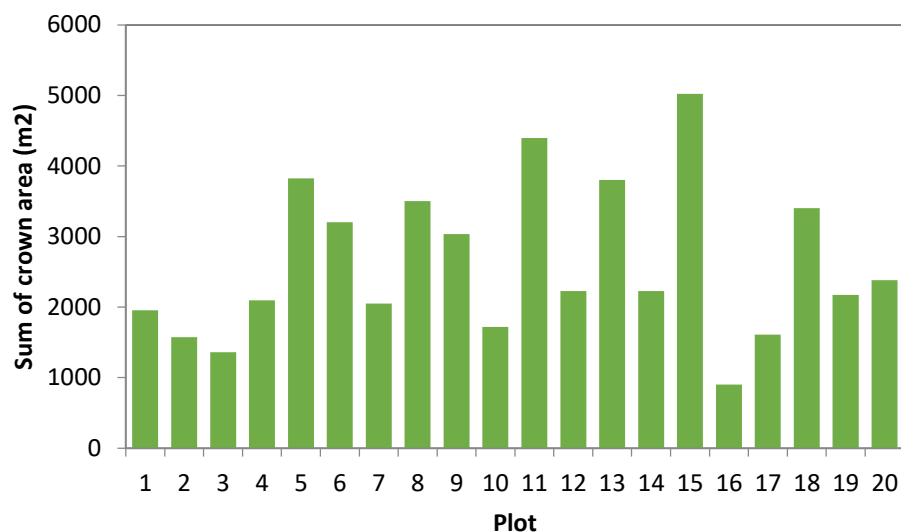


圖 11、各樣區樹冠面積總計。

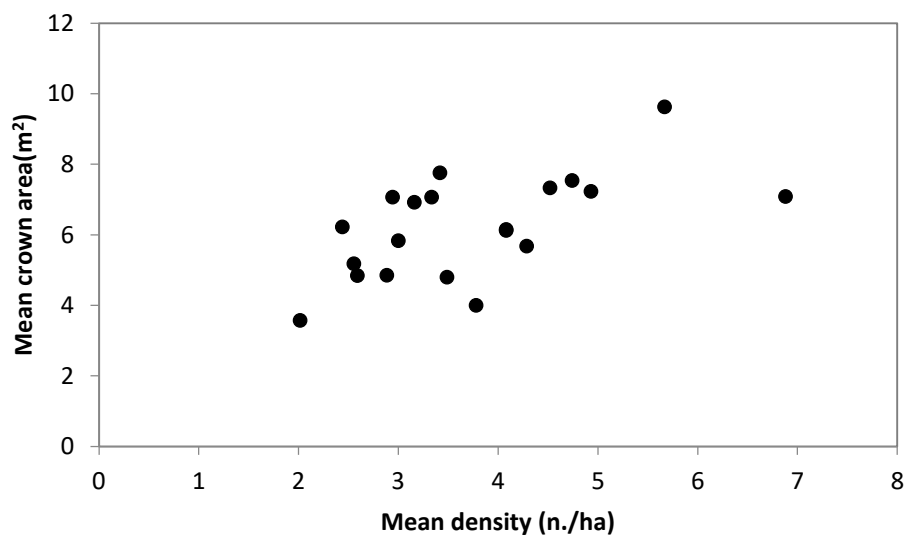


圖 12、各樣區平均樹冠面積與平均每木間距關係圖。

#### 4.重新分析 105 年與 106 年航拍重疊區域之地表與樹冠高程變化

為瞭解 105 年梅姬颱風，在神木園區鄰近區域所造成的天然資源災害損失，將本次所蒐集到的 105 年與 106 年 LiDAR 資料重疊區域(圖 13)的樹冠高層模型相減，可獲取樹冠層因風災而損失的空間位置與受害面積大小資訊(圖 14)，並藉由光達點雲資料分析棲蘭山區天然生巨木(圖 15)與人工林(圖 16)損失的情形。由 LiDAR 資料分析結果顯示，高解析度的點雲資料，可清晰地呈現林木受颱風影響所造成的損害，包含風倒、頂折與冠層受損情形，是相當良好的空間資訊資料，若具多期 LiDAR 資料，可透過分析年間的差異，掌握林木因天然災害受損的情形。

將 105 與 106 年度間天然林與人工林倒塌之林木，統計其數量，結果顯示天然林有 30 株林木，人工林有 29 株林木倒塌。再以地理統計分析方法瞭解各倒塌林木的坡度與坡向空間資訊。結果顯示，平均風倒木所在位置之坡度在  $35^{\circ}$  以上(表 5)，多集中在東向(E),東南(SE)向至南坡向(S) 3 者占 98.3%(表 6)。

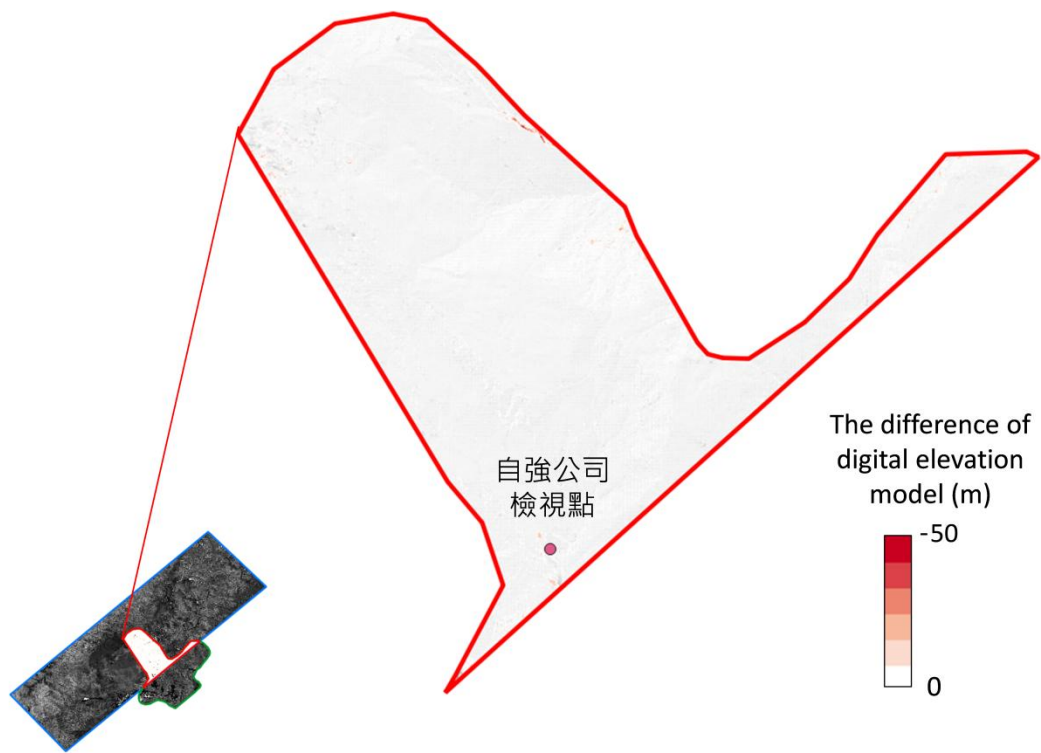


圖 13、105 與 106 年 LiDAR 資料重疊區域與樹冠高層模型相減之高度。

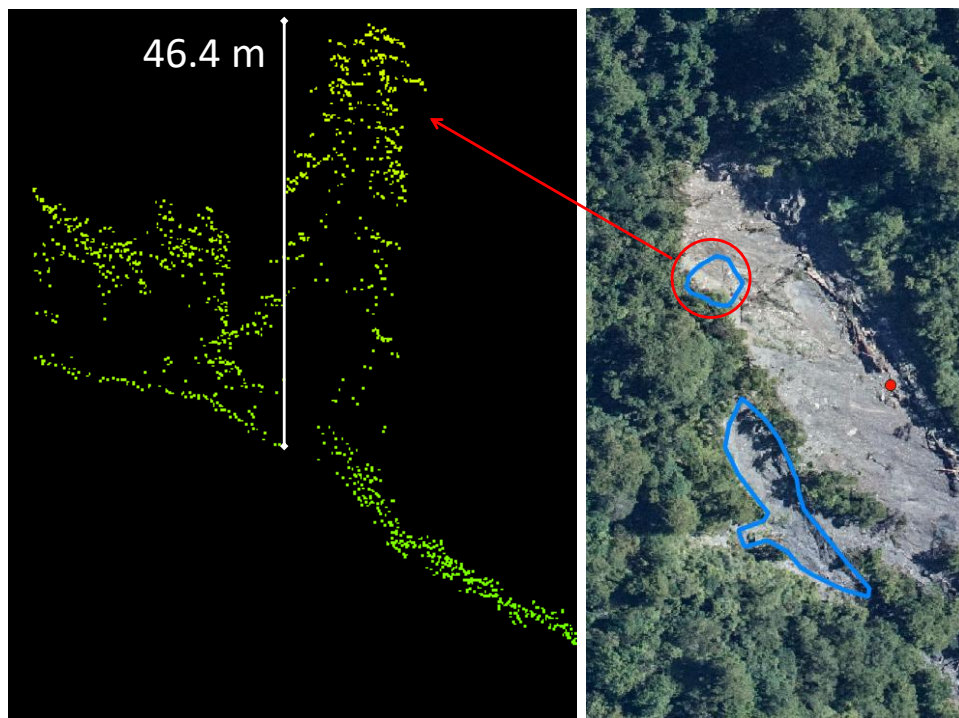


圖 14、於崩塌地邊坡倒塌的 46.6 公尺巨木的空間位置與點雲資料。

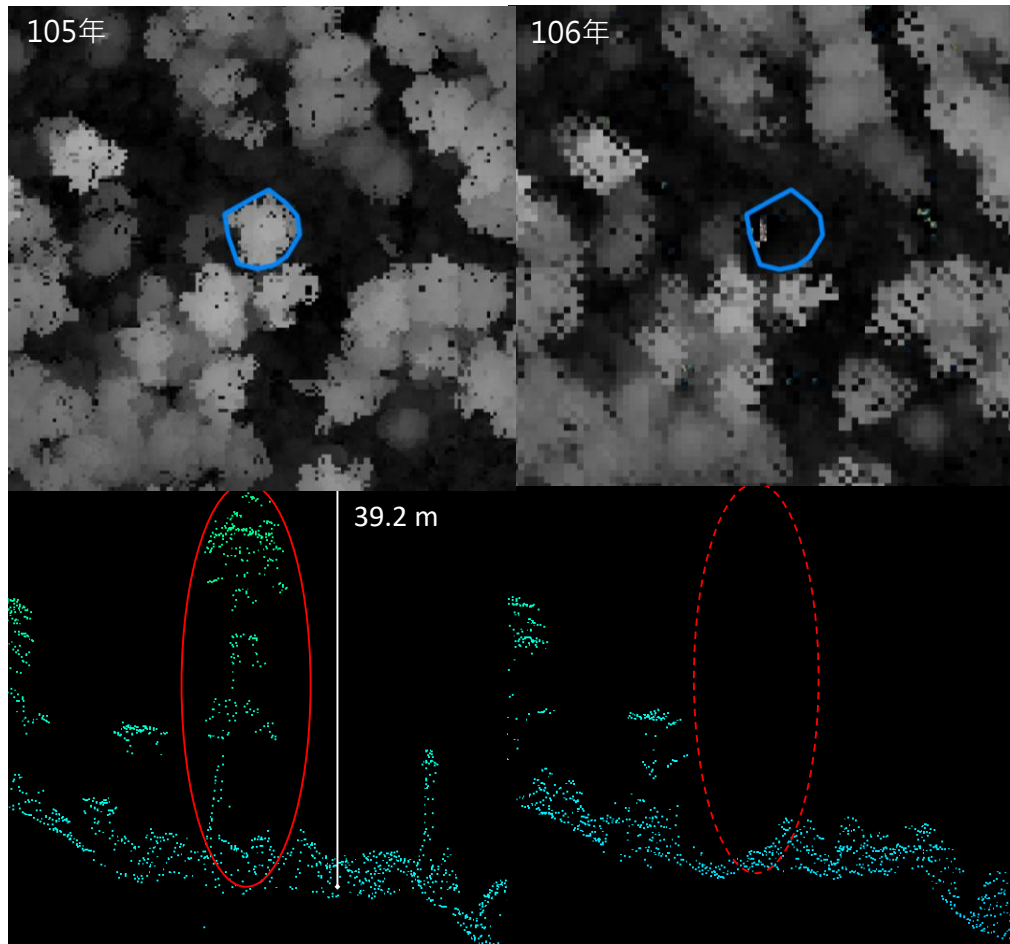


圖 15、於天然林分 105 年 9 月因梅姬颱風受損倒塌的巨木。



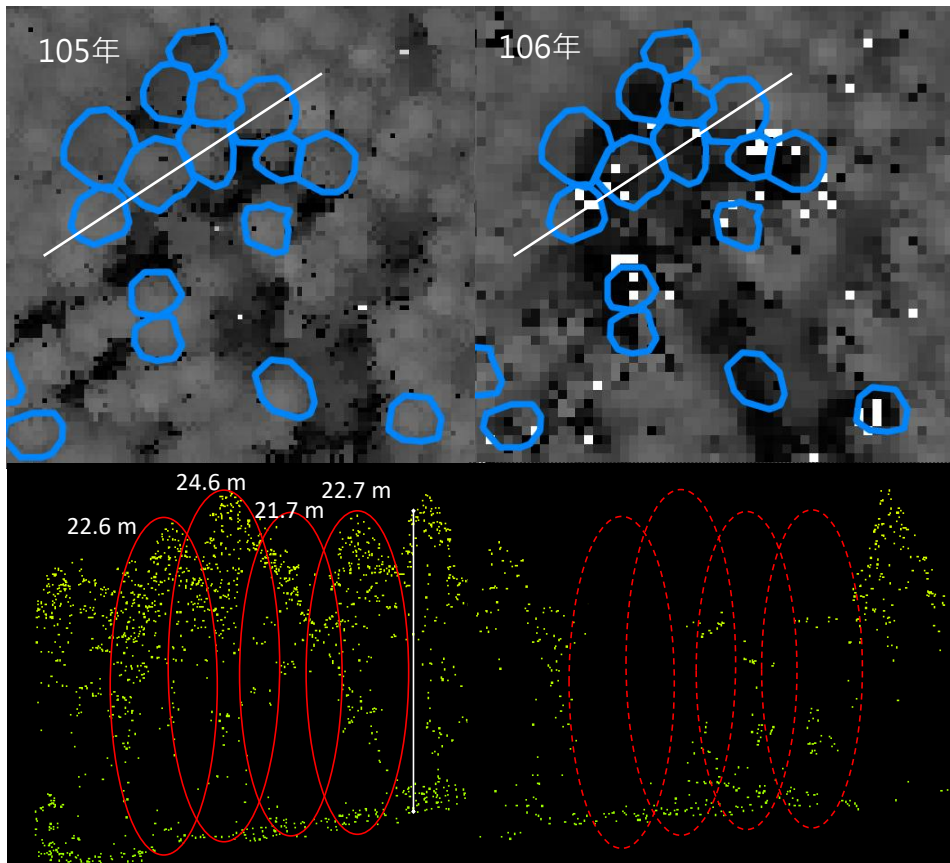


圖 16、於人工林分 105 年 9 月因梅姬颱風受損倒塌的造林木。

表 5、105 與 106 年度間天然林與人工林倒塌之林木數量

Types	n	slope (°)	sd (°)	min (°)	max (°)
natural	30	36.4	5.6	18.8	46.4
plantation	29	35.5	3.8	14.5	32.4

表 6、105 與 106 年度間天然林與人工林倒塌之林木生育地坡項分析

Aspect	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Tree numbers	0	1	12	25	21	0	0	0
%	0	1.7	20.3	42.4	35.6	0	0	0

## 二、現地調查作業

### 1.系統取樣與樣區設置

本研究區域的森林面積遼闊，難以藉由人力達到全盤掌握森林資

源現況，因此必須透過取樣方法，依統計方法原理，達成評估大尺度空間森林資源的質與量的目的。本研究透過系統取樣方法，於造林地範圍內設置 20 個 30m x 30m 樣區，依據地面調查蒐集樣區資料分析各樣區之樹種組成，及針對胸徑(DBH)、樹高(tree height, TH)、枝下高(crown base height, CBH)、冠幅(crown diameter, CD)等資料進行敘述性統計，各項林分特徵平均值與標準差如表 7。

表 7、造林臺帳樹種人工林地面樣區調查資料平均值及標準差摘要表

plot	Plantation Species	Age (yr)	DBH(sd) (cm)	TH(sd) (m)	CBH(sd) (m)	CD(sd) (m)	Density* (n./ha)	Volume (m <sup>3</sup> /ha)	M.A.I (m <sup>3</sup> /yr/ha)
1	柳杉	56	26.0(14.6)	17.7(7.9)	5.6(2.6)	7.6(4.1)	600	380.2	6.8
2	紅檜	32	23.6(15.0)	14.1(3.6)	5.1(1.8)	6.5(3.3)	544	179.7	5.6
3	紅檜	32	15.1(17.3)	10.7(7.9)	4.5(1.8)	5.8(4.4)	700	205.9	6.4
4	紅檜	40	28.4(16.5)	15.4(6.0)	3.9(2.3)	7.9(5.1)	411	307.6	7.7
5	柳杉	56	34.1(9.0)	22.6(5.4)	10.4(3.5)	7.0(2.7)	855	793.0	14.2
6	柳杉	56	24.3(13.3)	14.4(10.4)	6.9(3.3)	5.1(3.6)	1111	600.7	10.7
7	臺灣扁柏、紅檜	58	31.9(12.1)	15.0(5.8)	8.0(2.5)	7.0(4.5)	489	356.8	6.2
8	臺灣扁柏、紅檜	58	21.1(11.9)	13.8(5.3)	7.5(5.2)	5.0(2.8)	1533	532.5	9.2
9	臺灣扁柏、紅檜	47	19.4(11.8)	11.1(3.7)	6.2(1.6)	4.5(2.0)	1489	472.7	10.1
10	臺灣扁柏、紅檜	58	25.8(8.9)	12.2(6.4)	5.7(2.2)	5.1(2.7)	600	242.7	4.2
11	柳杉	55	30.6(10.8)	19.6(7.3)	7.2(3.1)	7.6(4.5)	1155	889.5	16.2
12	臺灣扁柏、紅檜	47	43.5(15.2)	24.5(6.4)	8.7(3.5)	11.6(4.8)	311	507.0	10.8
13	柳杉、臺灣扁柏	53	29.9(12.3)	21.4(2.3)	12.5(8.8)	4.7(2.2)	1000	649.0	12.2
14	柳杉、臺灣扁柏	53	19.4(8.5)	13.7(8.0)	5.4(2.5)	4.0(2.5)	1200	334.3	6.3
15	柳杉	53	26.3(9.8)	19.2(8.2)	7.0(3.1)	8.0(5.1)	1678	928.0	17.5
16	柳杉	45	30.7(16.7)	15.3(6.1)	4.6(1.9)	9.2(5.7)	211	133.9	3.0
17	柳杉、杉木	59	19.1(11.0)	14.8(6.2)	5.7(1.8)	5.0(2.8)	822	257.9	4.4
18	臺灣扁柏、柳杉、臺灣杉、香杉	45	30.6(9.7)	19.1(8.2)	6.1(2.2)	8.4(5.0)	900	669.2	14.9
19	臺灣扁柏、紅檜	58	32.9(18.0)	18.0(8.4)	7.6(4.5)	10.3(5.6)	444	446.5	7.7
20	臺灣扁柏、紅檜	44	13.0(5.1)	10.7(3.6)	4.9(1.5)	3.0(1.4)	2455	216.7	4.9

\* Plantation Species 為臺帳資料之造林樹種;DBH,為胸高直徑;TH 為樹高;CBH 為枝下高;CD 為冠幅;Density 為每公頃密度;Volume 為每公頃蓄積量;M.A.I 為每公頃蓄積年生長量。

由表 7，可以瞭解胸高直徑級受到各種不同樹種、齡級與密度影響，有明顯的差異，各樣區之平均胸高直徑差距相當大自 13.0 cm 至 43.5cm。本計畫研究之各造林地樹種、密度與育林作業方式具高度多樣性，樣區 1、5、6、11、13、14、15、17 與 18 為柳杉造林地，其中樣區 1、6、15 與 17 為有施行行列疏伐之柳杉造林地；樣區 2、3 與 4 為裸根栽植之紅檜造林地；樣區 7、8、9、10、12、19 與 20 為天然下種更新之臺灣扁柏造林地；樣區 16(臺灣扁柏、香杉、雲杉、肖楠)為混合栽植造林地。為比較各樣區間之差異，同時考慮密度之影響，將各樣區的平均胸高直徑除以年齡，轉換為每年胸高直徑年增長量(Annual DBH increment)，並與密度繪製散布圖(圖 17)。由圖 8 可以瞭解，三種樹種之胸高直徑年生長量，隨著密度增加而呈現明顯的降低趨勢。配適迴歸式  $y = -0.0002x + 0.7078$  ( $R^2=0.44, p=0.002$ )，即密度約每增加 500 株，每年胸高直徑生長量降低 0.1 公分。

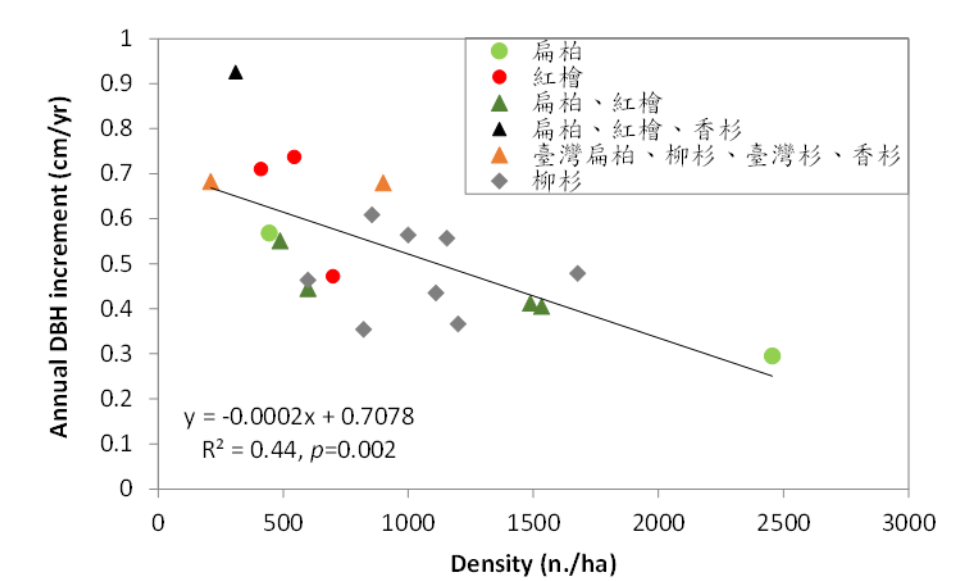


圖 17、各樣區林分密度與胸高直徑級年增長量散布圖。

## 2.重要造林樹種樹高曲線

樹高是林地生產力指標、估算林分蓄積量的重要林分特徵之一，但測量樹高的工作是相當花費時間，難以通過測量獲得林分的樹高資料，因此會藉由建立樹高曲線模式達到間接預測。本研究由地面調查資料建立紅檜、臺灣扁柏、柳杉三種主要造林樹種的胸高直徑-樹高曲線式，三種樹種的樹高曲線式，以非線性迴歸模型配適，依據觀測值與預測值的相關性(r)與平均絕對百分比誤差(MAPE)，紅檜  $r=0.95, MAPE=13.4\%$ (圖 18)；臺灣扁柏  $r=0.93, MAPE=14.6\%$ (圖 19)；柳杉  $r=0.94, MAPE=13.1\%$ (圖 20)，顯示所建立的非線性迴規具有良好的配適度，可供後續的相關調查與研究使用。

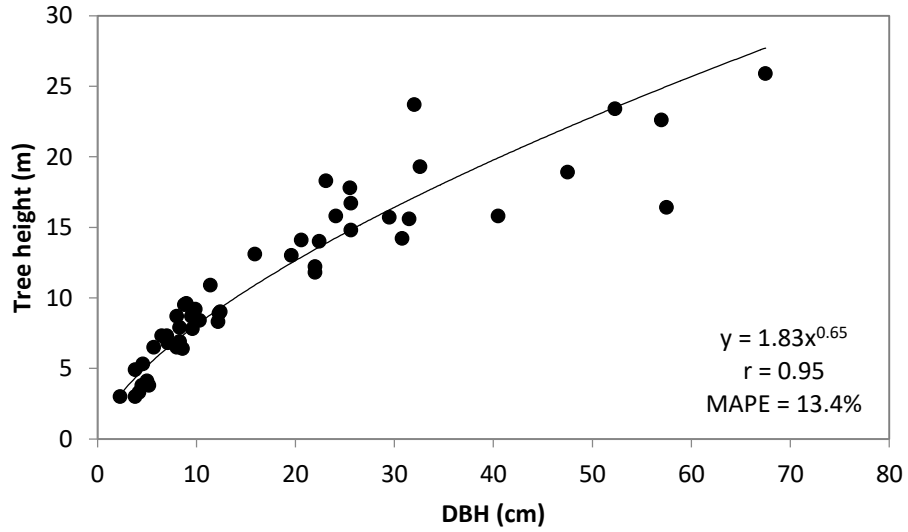


圖 18、紅檜胸高直徑-樹高曲線式

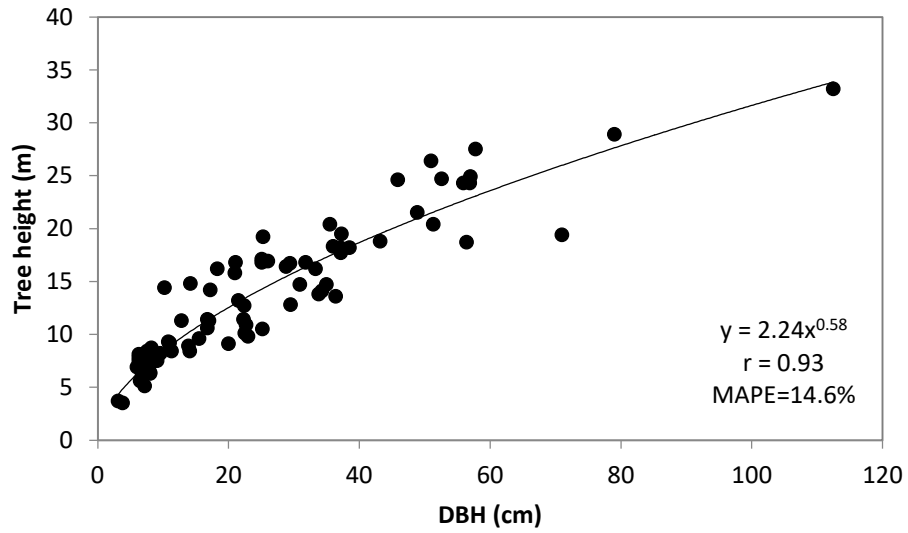


圖 19、臺灣扁柏胸高直徑-樹高曲線式

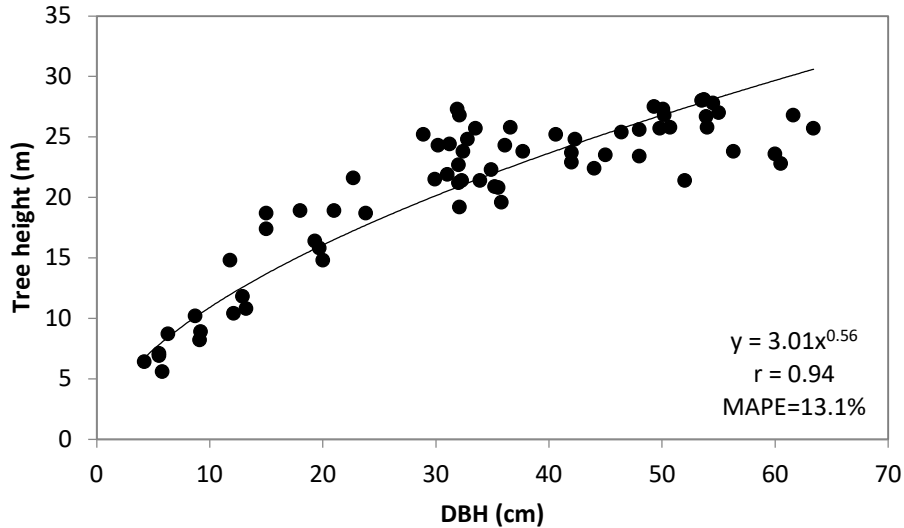


圖 20、柳杉胸高直徑-樹高曲線式

### 3.人工林蓄積量推估

依各樣區之調查之每木資料推估樣區蓄積量，進一步換算成每公頃之蓄積量，如表 7 所示。蓄積量範圍自 133.9 至 928.0 m<sup>3</sup>/ha。蓄積量的變化與胸高直徑相同，受到樹種、齡級與密度影響，不容易進行客觀的比較(林世宗,2003)。因此將林齡與蓄積量繪製成散布圖，如圖 21 所示，就整體而言隨著林齡的增加蓄積量有增加的趨勢。但就個別樹種，像是臺灣扁柏本次調查樣區的林齡同樣為 58 年生，蓄積量自 242.7 至 532.5 m<sup>3</sup>/ha，相差接近 2.2 倍之多；臺灣扁柏同樣為 44-47 年生，蓄積量自 216.7 至 507.0 m<sup>3</sup>/ha，相差接近 3.5 倍之多。紅檜林齡為 32-40 年生，蓄積量自 179.7 至 307.6 m<sup>3</sup>/ha，相差接近 1.7 倍之多。柳杉大部分為 53-56 年生，其蓄積量可以自 334.3 至 928.0 m<sup>3</sup>/ha，相差接近 2.8 倍之多。表示林木受到內在因子(樹種、林齡等)與外在

因子(密度、環境等)影響，在不同生育地的的生長表現，反映在林木的徑向生長、高生長與蓄積量生長。

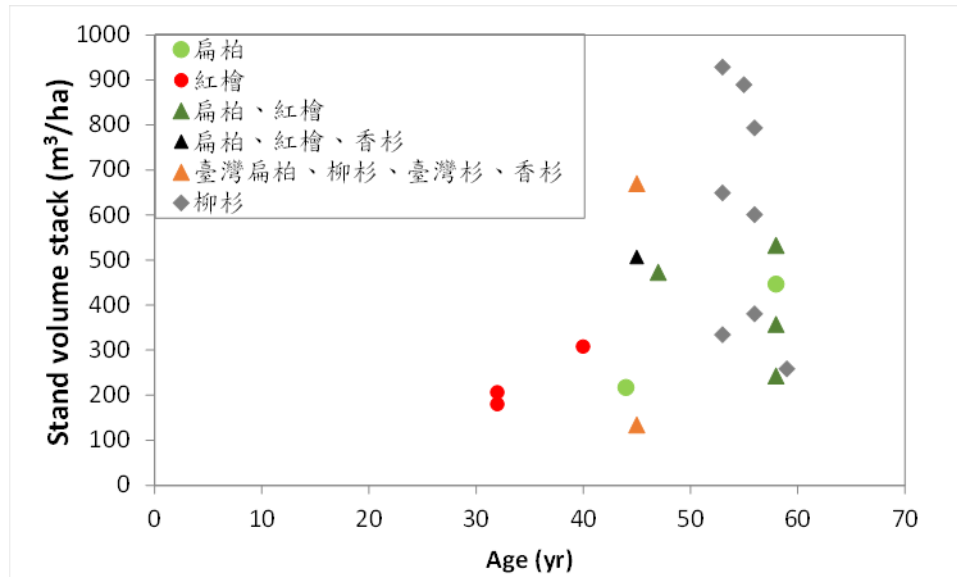


圖 21、各樣區林齡與蓄積量散布圖。

#### 4.各樣區樹種組成

樣區調查的主要造林樹種包括紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)、臺灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、柳杉(*Cryptomeria japonica*)、香杉(*Cunninghamia konishii*)，其他針葉樹種具有少量分佈，包含臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)、鐵杉(*Tsuga chinensis*)、五葉松(*Pinus morrisonicola*)，闊葉樹種有山櫻花(*Prunus campanulata*)、臺灣檫樹(*Sassafras randaiense*)、大葉校欒(*Pasania kawakamii*)、日本槿楠(*Machilus japonica*)、木荷(*Schima superba*)、臺灣紅榨槭(*Acer morrisonense*)、平遮那灰木(*Symplocos heishanensis*)、白花八角(*Illicium*

*anisatum*)、紅楠(*Machilus thunbergii*)、香葉樹(*Lindera communis*)、烏心石(*Magnolia compressa*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、短尾柯(*Pasania harlandii*)、雲葉(*Trochodendron aralioides*)、臺灣楊桐(*Adinandra formosana*)、薄葉虎皮楠(*Daphniphyllum himalaense*)、薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、霧社木薑子(*Litsea elongata* var. *mushaensis*)等。

將地面樣區調查樣區的資料，依樹種進行分析，瞭解各樣區的樹種組成，結果分述如次(圖 22-24)。樣區 1，顯示其組成包含紅檜與柳杉 2 種造林樹種，所佔比例分別為 44.4%與 55.6%；樣區 2，樹種組成主要以紅檜為主，所佔比例分別為 87.7%，另有山櫻花、紅楠與霧社木薑子闊葉樹，約佔 12.3%；樣區 3，樹種組成主要以紅檜為主，所佔比例分別為 85.7%，另有臺灣檫樹、雲葉、霧社木薑子等闊葉樹，約佔 12.8%；樣區 4，樹種組成主要以紅檜為主，所佔比例分別為 62.2%，亦有少數臺灣杉約佔 16.2%，另有臺灣檫樹、山櫻花、臭椿等闊葉樹，約佔 21.6%；樣區 5，樹種組成僅為單一樹種柳杉為主；樣區 6，樹種組成主要以柳杉為主，所佔比例分別為 66.0%，亦有少數紅檜與臺灣扁柏分別約佔 20.0%與 12.0%，另有山櫻花，約佔 2.0%；樣區 7，樹種組成主要以臺灣扁柏為主，所佔比例分別為 97.7%，亦有少數鐵杉約佔 2.3%；樣區 8，樹種組成較為其他樣區複雜多樣，主要以臺灣



扁柏為主，所佔比例分別為 88.4%，亦有少數鐵杉與闊葉樹，約佔 11.6%；樣區 9，樹種組成主要以臺灣扁柏為主，所佔比例分別為 88.1%，另有薯豆、紅楠、臺灣紅榨槭等闊葉樹，約佔 11.9%；樣區 10，樹種組成主要以臺灣扁柏為主，所佔比例分別為 90.7%，另有薯豆、臺灣楊桐、日本槲楠闊葉樹，約佔 9.3%；樣區 11，樹種組成主要以柳杉為主，所佔比例分別為 98.0%，另有紅檜與臺灣扁柏，約佔 2.0%；樣區 12，樹種組成以紅檜佔比最多，所佔比例分別為 46.5%，另有香杉佔 32.1%、臺灣扁柏佔 14.3%與鐵杉約佔 7.1%；樣區 13，樹種組成主要以柳杉為主，所佔比例分別為 77.8%，另有紅檜約佔 20.0%，及木荷約佔 2.2%；樣區 14，樹種組成主要以柳杉為主，所佔比例分別為 83.3%，另有紅檜約佔 8.3%與臺灣扁柏約佔 7.4%，及薯豆約佔 1.0%；樣區 15，樹種組成主要以柳杉為主，所佔比例分別為 98.7%，另有紅檜約佔 1.3%；樣區 16，本樣區樹種組成複雜，以臺灣扁柏佔比最大約為 36.8%，另有紅檜約佔 15.8%，另外約 47.4%為闊葉樹，包含山櫻花、臺灣紅榨槭、白花八角等；樣區 17，樹種組成主要以紅檜為主，約佔 75.7%，另有柳杉約佔 24.3%；樣區 18，樹種組成主要以柳杉為主，約佔 88.9%，另有臺灣扁柏約佔 11.1%；樣區 19，樹種組成主要以臺灣扁柏為主，所佔比例分別為 75.0%，另有紅檜約佔 2.5%，及闊葉樹約佔 22.5%；樣區 20，樹種僅為單一樹種臺灣扁柏。

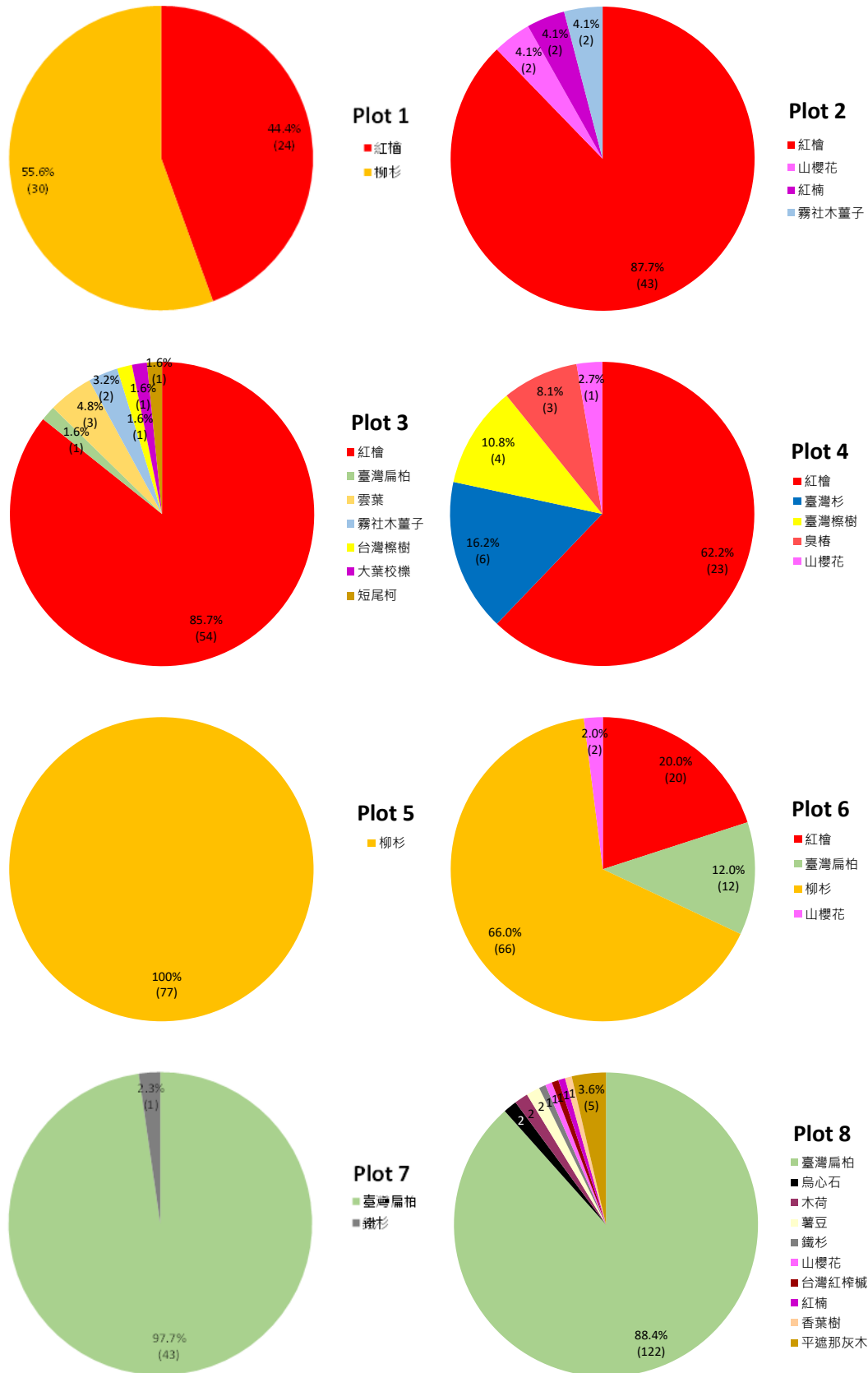


圖 22、樣區 1 至 8 的樹種組成。

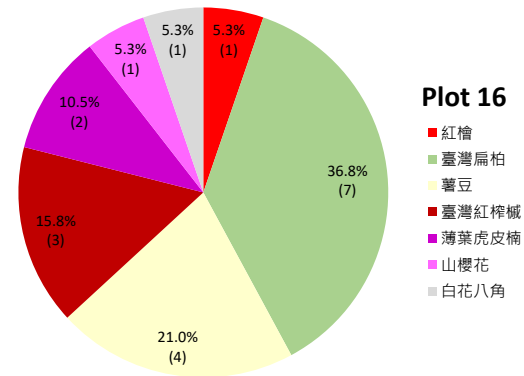
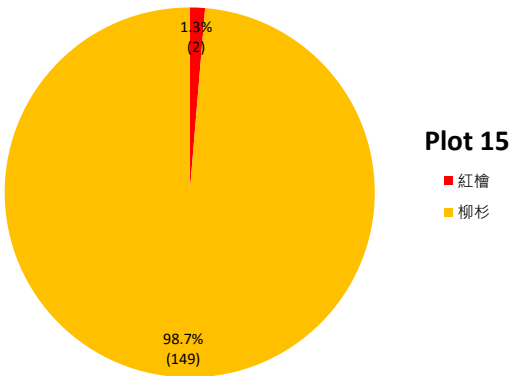
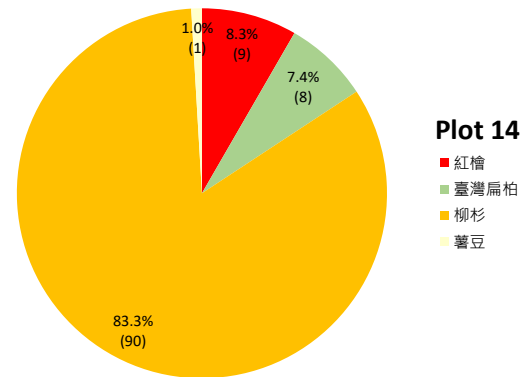
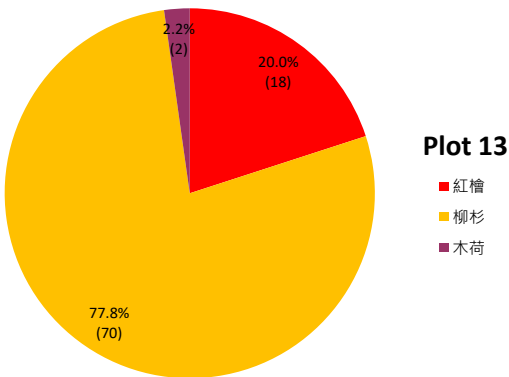
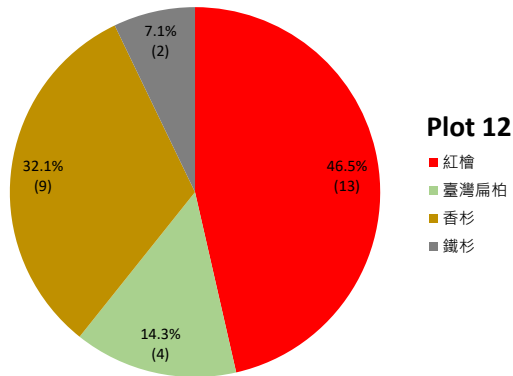
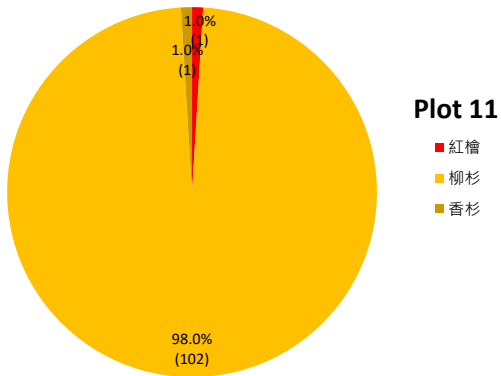
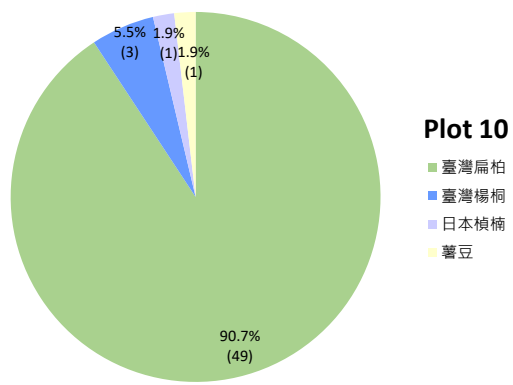
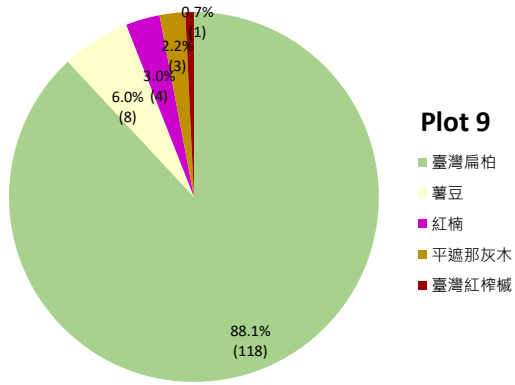


圖 23、樣區 9 至 16 的樹種組成。

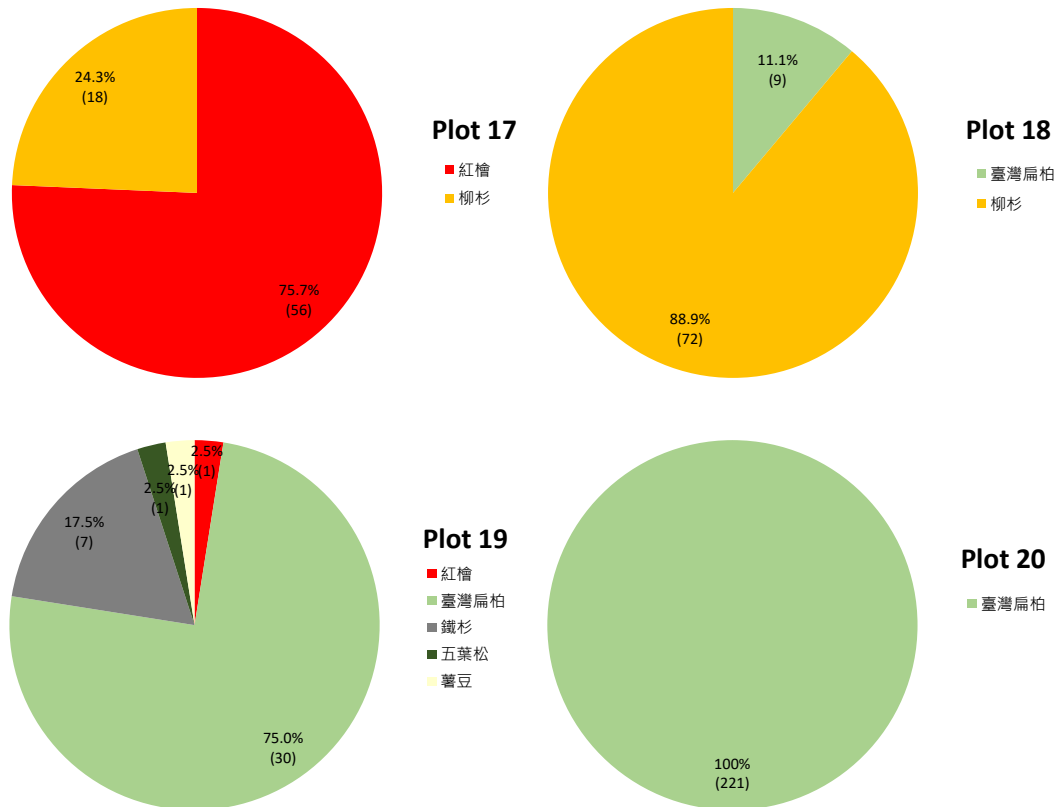


圖 24、樣區 17 至 20 的樹種組成。

### 三、人工林空間分布特徵分析

#### 1. 林分冠層結構多樣性分析

##### (1) 林分胸高直徑級分佈

各樣區林木徑級的分布情況，將調查的胸高直徑繪製成直徑級分布圖(圖 25-27)，一般同齡林(even-aged stand)人工林之直徑級呈鐘形常態分佈。本研究透過 Shapiro-Wilk 常態性檢定(normality test)，判斷胸高直徑資料是否為常態分佈。依據 Shapiro-Wilk 常態性檢定的結果，符合常態分佈的樣區為樣區 7 ( $p=0.679$ )、樣區 11 ( $p=0.786$ )、樣區 12 ( $p=0.746$ )、樣區 14 ( $p=0.119$ )、樣區 18 ( $p=0.209$ )。其他樣區皆偏離

常態分佈，包括樣區 1 ( $p<0.001$ )、樣區 2 ( $p<0.001$ )、樣區 3 ( $p<0.001$ )、樣區 4 ( $p<0.001$ )、樣區 5 ( $p=0.032$ )、樣區 6 ( $p=0.006$ )、樣區 8 ( $p<0.001$ )、樣區 9 ( $p<0.001$ )、樣區 10 ( $p=0.002$ )、樣區 13 ( $p<0.001$ )、樣區 15 ( $p=0.018$ )、樣區 16 ( $p=0.002$ )、樣區 17 ( $p<0.001$ )、樣區 19 ( $p<0.001$ )、樣區 20 ( $p<0.001$ )。

依據胸高直徑級的分布圖，就臺灣扁柏、紅檜、柳杉人工林之胸高直徑分布現況討論。臺灣扁柏的人工造林胸高直徑級，在不同的樣區及林齡上有較大的差異，樣區 8、9 與 20，林木胸高直徑級以 11-20 公分的林木數量為較多，樣區 10、16 以胸高直徑級以 21-30 公分為較多，樣區 7、11 以胸高直徑級以 31-40 公分的林木數量為較多，樣區 19 則為雙峰分布，本樣區為天然下種更新之林地，自現地調查結果顯示，該樣區內有許多小徑級林木與大徑級的林木分布，使胸高直徑級分別以 0-10 公分與 41-50 公分的林木數量較多；紅檜裸根苗造林地的樣區 2 與 3，皆以胸高直徑級 20 公分以下的林木數量較多，樣區 4 與 17 則以 11-20 公分胸高直徑級的林木數量較多，亦具有其他較大胸高直徑級的林木；14 的柳杉造林地以 11-20 公分胸高直徑級林木數量較多、13 與 15 的柳杉造林地以 21-30 公分胸高直徑級林木數量較多、樣區 5、6、11 與 18 與的柳杉造林地以 31-40 公分胸高直徑級林木數量較多；混合造林的樣區 12，以胸高直徑級以 41-50 公分

的林木數量為較多。

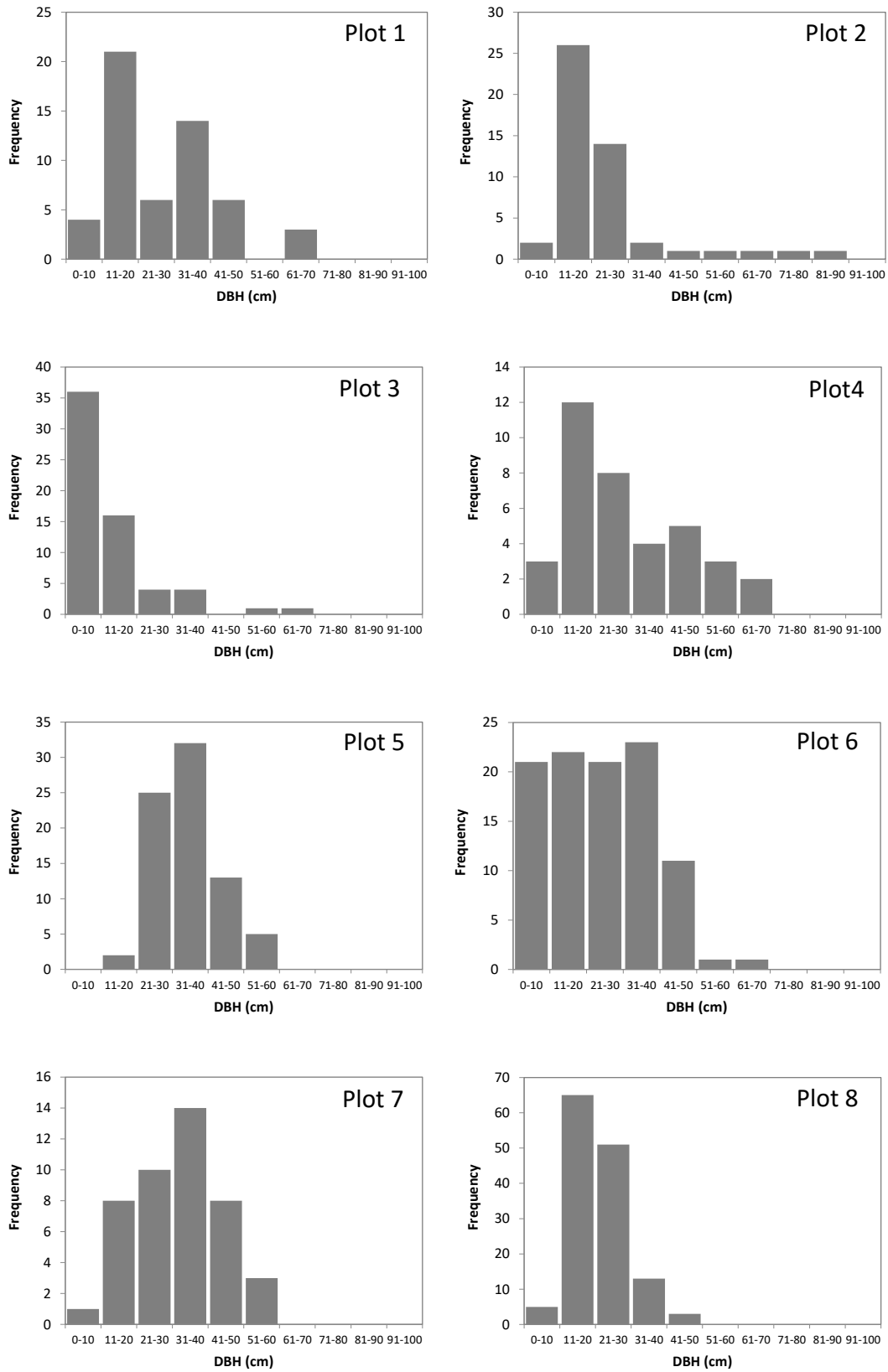


圖 25、樣區 1 至 8 的胸高直徑級分布圖。

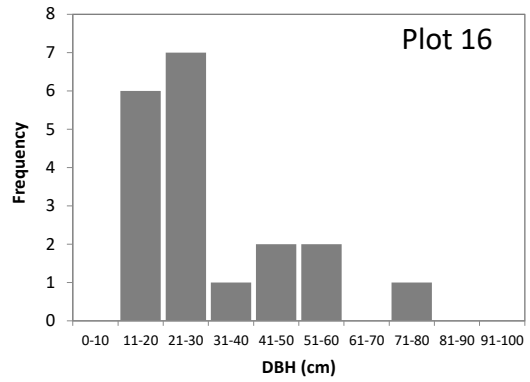
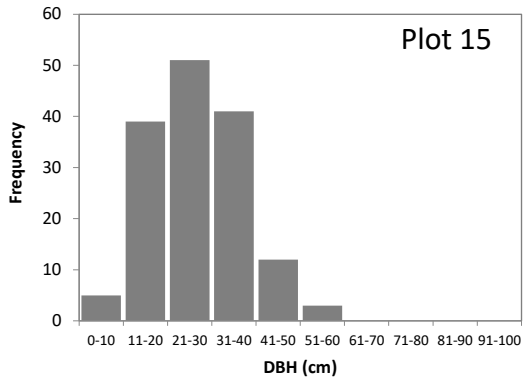
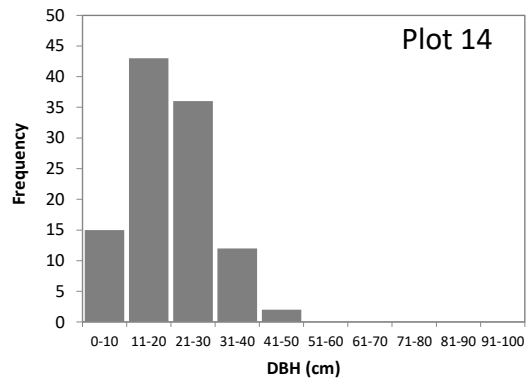
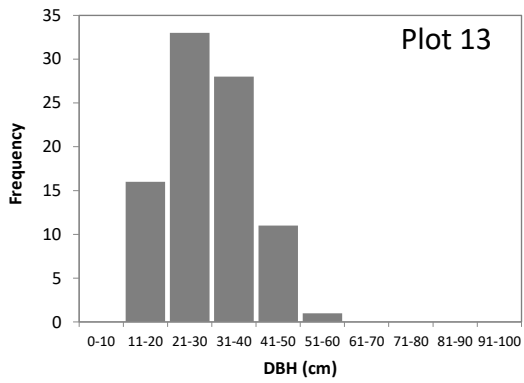
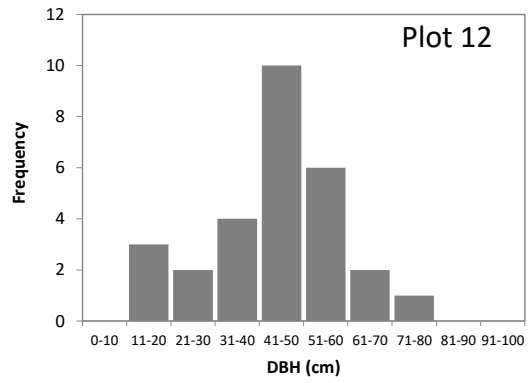
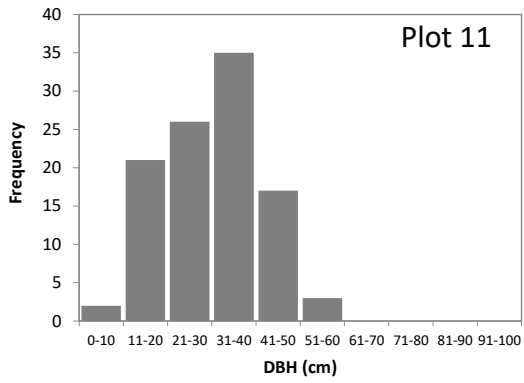
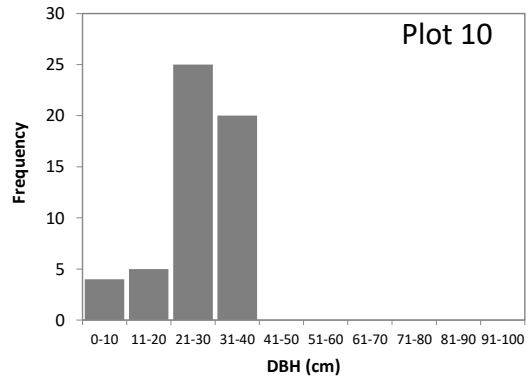
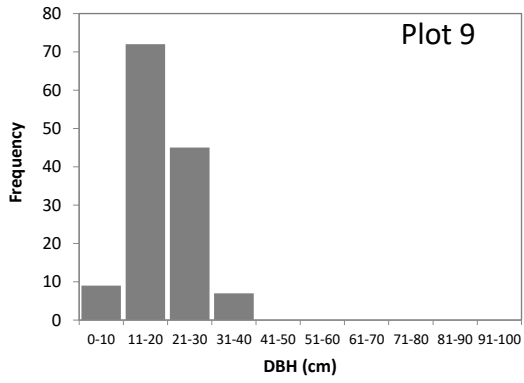


圖 26、樣區 9 至 16 的胸高直徑級分布圖。

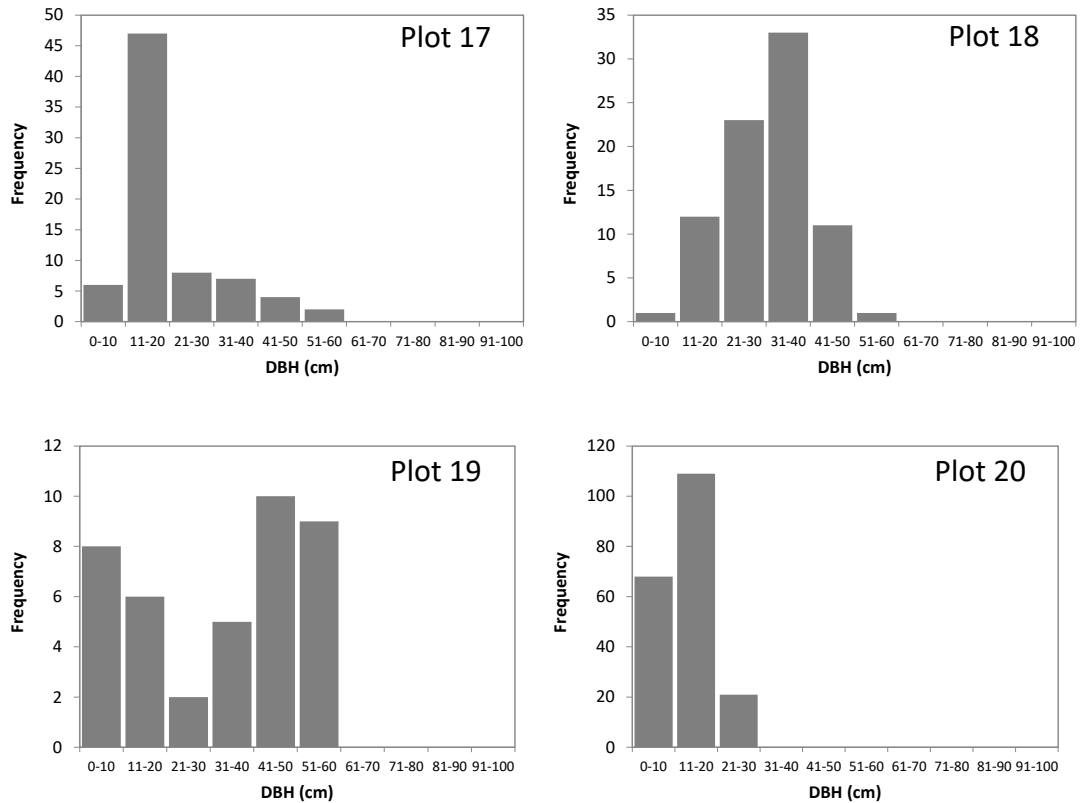


圖 27、樣區 17 至 20 的胸高直徑級分布圖。

## (2) 樹高結構多樣性

各樣區以樹高與胸高直徑級計算平方根差總和，如表 8 所示，樹高的 SQRI 範圍自 1.3-2.4，平均為 1.8，胸高直徑的 SQRI 範圍自 2.0-4.3，平均為 3.0。SQRI 指標顯示樹高(或胸高直徑)變化的複雜性，當 SQRI 大於 2.0 時表示樹高的變化複雜性高，像是柳杉人工林樣區 1、6 與 15 經過行列疏伐，在林下進行更新造林，造成林分冠層的變異增加，而使 SQRI 的數值呈現大等於 2.0 以上。另外林齡較大(樣區 12、17 與 19)或是林分中有原生林木(樣區 2、3 與 4)，林分冠層變異大，其樹高的 SQRI 值也會呈現大於 2.0 以上的數值。一般 SQRI 用來描述



以樹高為主的林分垂直結構複雜性，將 SQRI 應用到胸高直徑，亦可作為瞭解林分水平結構異質性之指標，分析的結果顯示，胸高直徑的 SQRI 指標皆大於 2.0 以上的數值，亦即各樣區林分中林木的大小有明顯的差異。其中以紅檜裸根苗造林地的樣區 2、3 與 4，胸高直徑的 SQRI 自 3.3-4.3 之間，是本次分析中樣區胸高直徑具有較大變異的部份，次者為樣區 16 的臺灣扁柏造林地，SQRI 數值為 3.8，對照圖 25 與 24，主要原因係為以上樣區內皆有大徑級林木之上木生長於人工林林分內。

表 8、樣區調查之樹種組成各樣區以樹高與胸高直徑級計算平方根差

總和摘要表

Plot	Plantation Species	Plot species	Age (yr)	TH SQRI	DBH SQRI
1	柳杉	紅檜、柳杉	56	2.3	3.5
2	紅檜	紅檜	32	2.0	3.3
3	紅檜	紅檜	32	2.2	4.1
4	紅檜	紅檜	40	2.3	4.3
5	柳杉	柳杉	56	1.5	2.5
6	柳杉	柳杉	56	2.2	3.2
7	臺灣扁柏、紅檜	臺灣扁柏	58	1.7	2.9
8	臺灣扁柏、紅檜	臺灣扁柏	58	1.5	2.7
9	臺灣扁柏、紅檜	臺灣扁柏	47	1.4	2.6
10	臺灣扁柏、紅檜	臺灣扁柏	58	1.4	2.3
11	柳杉	柳杉	55	1.7	2.7
12	臺灣扁柏、紅檜	紅檜	47	2.1	3.1
13	柳杉、臺灣扁柏	柳杉	53	1.6	2.9
14	柳杉、臺灣扁柏	柳杉	53	1.7	2.5
15	柳杉	柳杉	53	2.0	2.7
16	柳杉	臺灣扁柏	45	1.8	3.8
17	柳杉、杉木	柳杉、紅檜	59	2.2	3.0
18	臺灣扁柏、柳杉、臺灣杉、香杉	柳杉	45	1.7	2.6
19	臺灣扁柏、紅檜	臺灣扁柏	58	2.4	3.7
20	臺灣扁柏、紅檜	臺灣扁柏	44	1.3	2.0
	平均		50	1.9	3.0

### (3)林分冠層結構多樣性分布圖

將 LiDAR 資料的樹高資料，依照樹高平方根差總和(SQRI)進行計算，可繪製大尺度空間範圍的林分垂直結構特徵(圖 28)，藉以瞭解棲蘭山地區林分樹高的變異大小與空間分布情形，作為描述垂直結構現況依據。就各造林臺帳實測圖範圍分析，目前在範圍內的 30 塊造

林地，林分冠層結構多樣性 SQRI 指標自 1.3-2.4，平均為 1.9。相對較高的林分冠層結構多樣性 SQRI 指標值，主要分布於天然林的區域範圍，亦有少數幾塊地造林地內若包含大型上木原生樹，則也同樣具有較高的 SQRI 指標值。林分冠層結構多樣性 SQRI 指標值較低的出現於 935-12900 造林地號，本造林地區域有大面積的崩塌，大幅地降低了林分的垂直多樣性，顯示 SQRI 指標可以適當地指示林分的垂直結構狀態，可作為後續監測林分冠層垂直發展的依據。

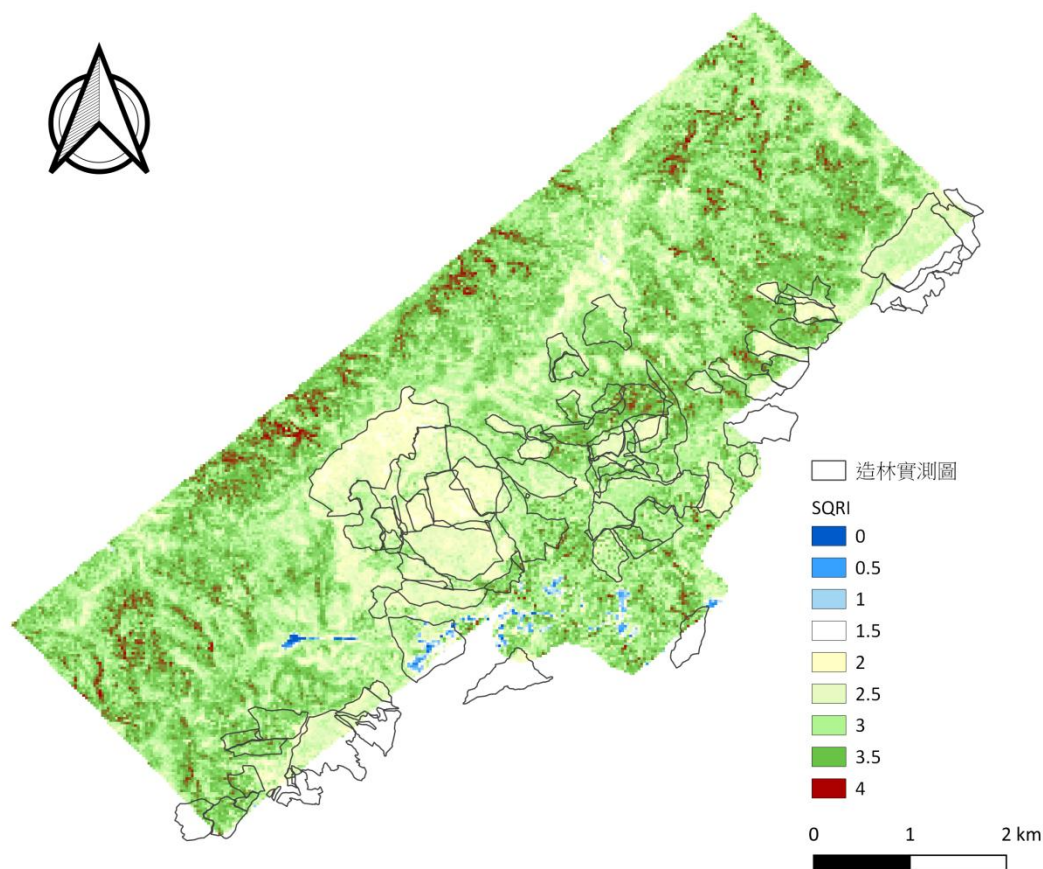


圖 28、林分冠層結構多樣性分布圖。

## 2.空間分布特徵分析

大尺度地景的多樣化之下，或可增加整體野生動物之生物歧異度(袁孝維等，2004)。LiDAR 資料所提供大量具空間位置的點資料，可應用點雲分類技術，透過林木樹冠的形狀特徵，將林木單木化，提供單木的樹高、冠幅與空間位置(圖 29)。所獲得之單木資料，可作為進行空間分布特徵分析所需要的點資料。接續的分析及針對，透過 LiDAR 資料所萃取的單木資訊，進行大尺度範圍的林木空間分布特徵分析。

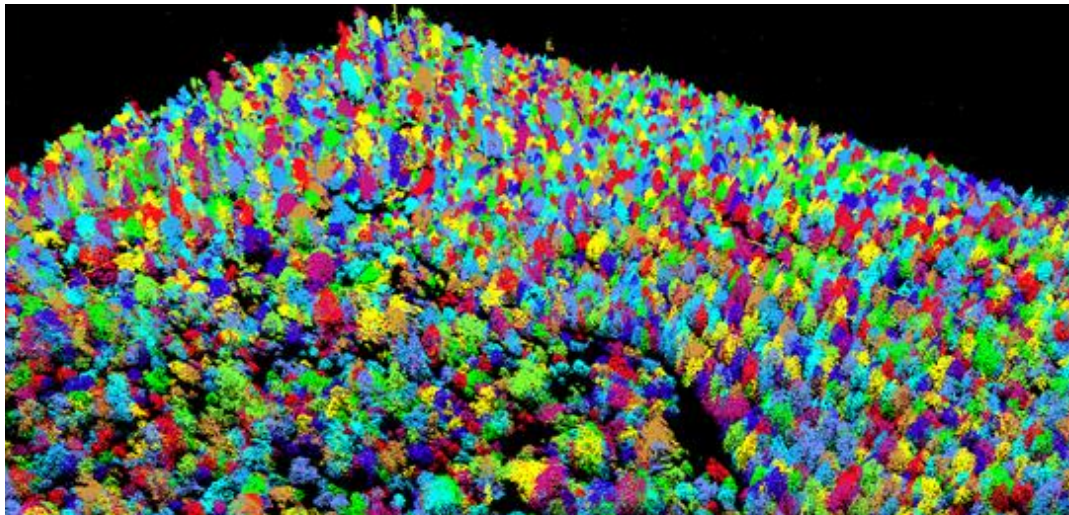


圖 29、應用點雲分類技術，透過林木樹冠的形狀特徵，將林木單木化。

為掌握林木在棲蘭山地區的空間分布特徵，瞭解林木彼此間的距離，依據 LiDAR 點雲分類技術，將樹冠分割所獲取單木的空間位置資訊，進行計算林木間的最近鄰近距離計算及以 G function 分析點空間型態(群聚、隨機與規則)。林木先依樹冠高度，每 10 公尺一級，總共分為 6 級。分析結果顯示，就平均而言，全研究區的林木不分層

級的最近鄰近距離為 5.9 公尺;不同樹冠高度層級的林木的最近鄰近距離，0-10 公尺的為 4.6 公尺、10-20 公尺的為 6.4 公尺、20-30 公尺的為 7.4 公尺、30-40 公尺的為 8.5 公尺、40-50 公尺的為 11.0 公尺及 50 公尺的為 18.5 公尺、大於 60 公尺以上的為 20.3 公尺(圖 30)。

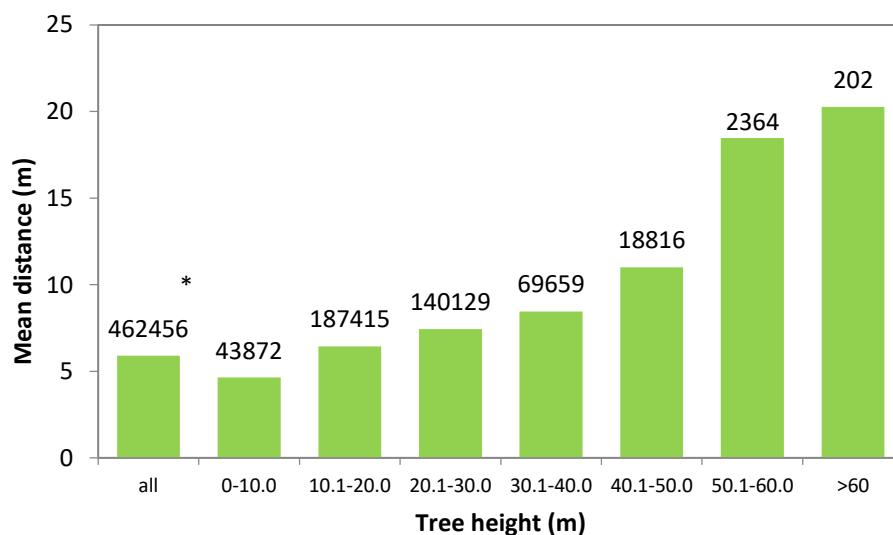


圖 30、不同樹高層級之林木株數數量與最林近距離。

\*數字為由 LiDAR 點雲資料所分割的單木數量

以 G function 分析點空間型態 (群聚、隨機與規則)，結果當最近距離約小於 4 公尺時，點空間的分布型態是呈現規則分布(regular pattern)，而在大於 4 公尺時，點空間的分布型態是呈現群聚分布(cluster pattern)(圖 31)。由 G function 分析點空間型態的結果與研究區現狀進行比較，當每木的距離小於 4 公尺，一般是透過規則栽種的人工林，當最近距離逐漸增加至大於 4 公尺後成群聚分布，則是本研究區天然林巨木的空間分布特徵，此與天然的檜木，大致成不規則的群聚狀特徵相符。

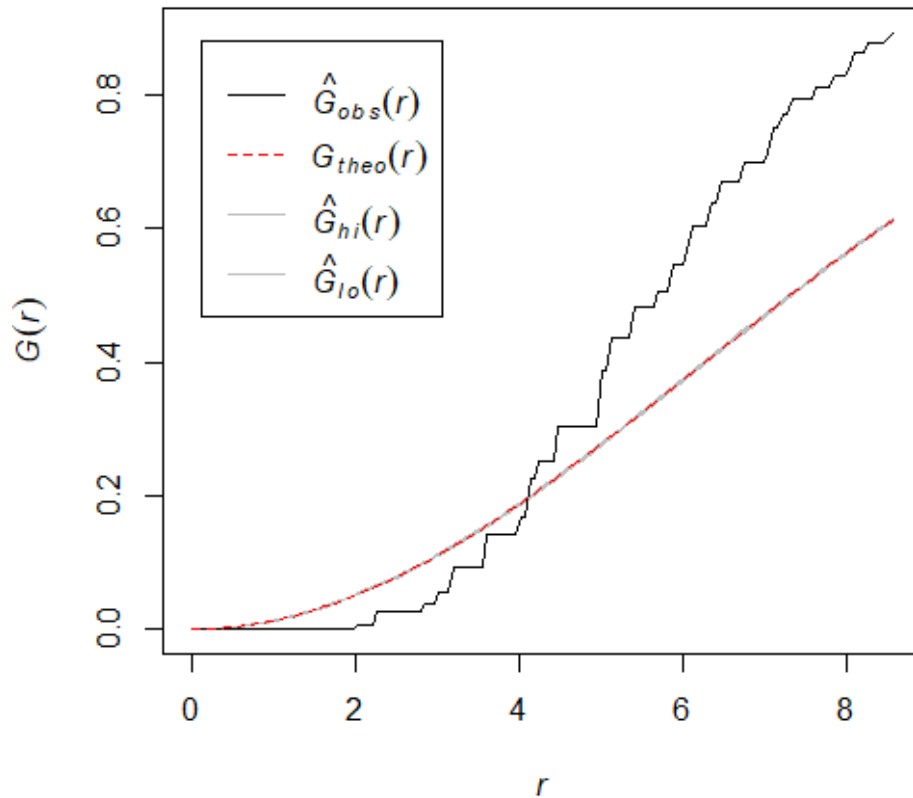


圖 31、全研究區林木點空間型態的 G function 分析。 $\hat{G}_{obs}(r)$ 為觀測值； $G_{theo}(r)$ 為逢機分布之理論值； $\hat{G}_{hi}(r)$  為逢機分布之理論值上限； $\hat{G}_{lo}(r)$  為逢機分布之理論值下限，當觀測值曲線落於逢機理論值上下限範圍內，則表示為點資料為逢機分布。

#### 四、人工林蓄積量與資源分布地圖繪製

##### 1. 樹種空間分布現況圖

依據森林保育處提供之大溪事業區及太平山事業區之造林實測圖資料，造林實測圖內記載造林樹種、年代、造林方法與空間位置，係將臺帳資料(表 9)的造林樹種輸入至造林實測圖 SHP 檔案，並以地理資訊系統繪製人工造林地樹種空間分布現況圖(圖 32)。

表 9、本次研究區域人工林造林地臺帳資料摘要表

編號	造林地號	造林年代 (民國)	林齡 (year)	造林樹種	造林面積	備註
1	903-01000	82	26	扁柏,紅檜	31.2	冬季造林
2	903-01100	84	24	扁柏,紅檜	26.3	春季造林
3	903-01201	85	23	扁柏,紅檜	14.9	
4	903-01300	86	22	扁柏,紅檜	23.0	
5	903-01400	87	21	扁柏,紅檜,肖楠	30.7	
6	903-01500	88	20	扁柏,紅檜	10.4	
7	903-01501	88	20	扁柏,紅檜,肖楠	15.6	
8	903-01600	89	19	扁柏,紅檜,烏心石	10.1	
9	903-01601	89	19	扁柏,紅檜,肖楠	23.8	
10	903-01701	90	18	扁柏,紅檜	17.6	
11	903-01702	90	18	扁柏,紅檜	5.3	
12	903-06200	62	46	扁柏,香杉	12.8	春季造林
13	903-09201	65	43	香杉,紅檜,柳杉	18.3	
14	903-09202	65	43	香杉,紅檜,柳杉	40.7	
15	903-09800	66	42	扁柏,紅檜	13.8	
16	903-09801	66	42	扁柏,紅檜	10.0	
17	935-00300	49	59	柳杉	72.5	裸根栽植
18	935-00600	50	58	扁柏,紅檜	75.3	天然更新
19	935-01500	52	56	柳杉	68.1	秋季造林
20	935-02100	55	53	柳杉	17.5	秋季造林
21	935-02800	55	53	柳杉	90.4	秋季造林
22	935-05300	61	47	扁柏,紅檜	37.0	春季造林
23	935-07000	63	45	柳杉,臺灣杉,香杉,扁柏	108.4	春季造林
24	935-07400	63	45	扁柏,紅檜	76.8	夏至冬季造林
25	935-11700	68	40	柳杉	21.5	
26	935-12100	68	40	扁柏,柳杉	15.7	
27	935-12900	70	38	扁柏,闊葉樹	33.3	
28	935-13200	70	38	紅檜	19.2	裸根栽植
29	935-15300	76	32	紅檜	25.0	裸根栽植
30	935-15602	78	30	紅檜	7.4	裸根栽植
				合計	972.6	



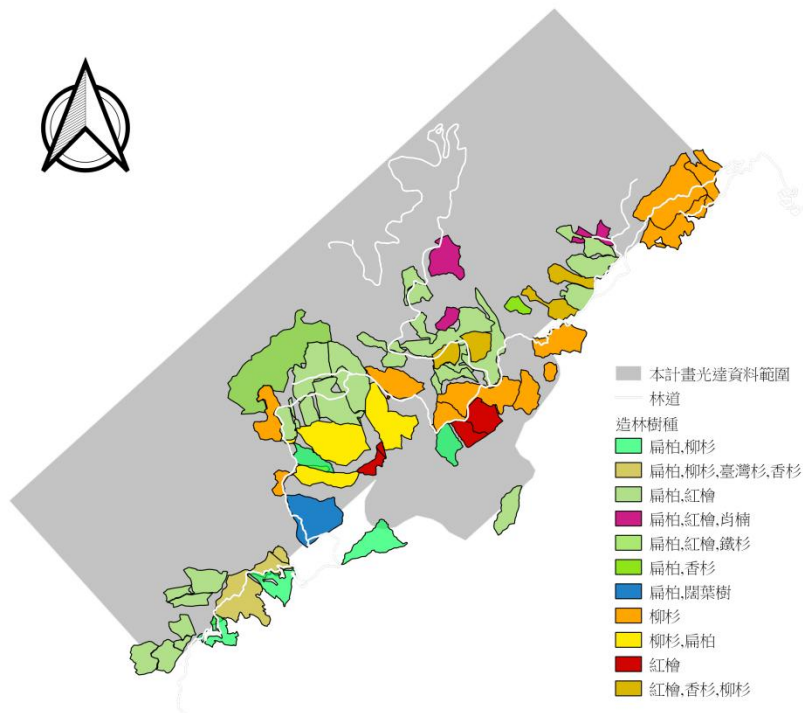


圖 32、造林木樹種空間分布圖。

## 2. 遙測造林地蓄積量推估模式

### (1) 地面調查樹高資料與 LiDAR 資料

本研究應用 LiDAR 資料，針對棲蘭山地區大空間尺度的森林資源分布進行分析與評估，為確實瞭解 LiDAR 與地面實際情況所具有的差異性，可提供作為未來經營管理使用與相關研究的參考依據。依 LiDAR 資料分析全研究區樹冠高層平均值為 17.9 公尺(sd=6.5);人工造林地的樹冠高層平均值為 14.6 公尺(sd=4.8)。地面樣區的樹高資料為校正與檢核 LiDAR 資料的重要依據，將地面調查所蒐集的樹高資料與樣區範圍內的 LiDAR 樹冠高層模型資料平均值，進行迴歸分析，



迴歸模式為  $y=0.86x+2.20$  ( $R^2=0.80, p<0.001$ ) (圖 33)。模式的誤差來源，主要可能係因為地面調查樣區的資料，包含許多樹冠下層的林木，而 LiDAR 資料所獲取的樹冠高程模型(CHM)，在緻密的冠層林分中，仍以呈現上方冠層林木的樹高資料為主，則無法完全地反映所有林木的資訊所造成。

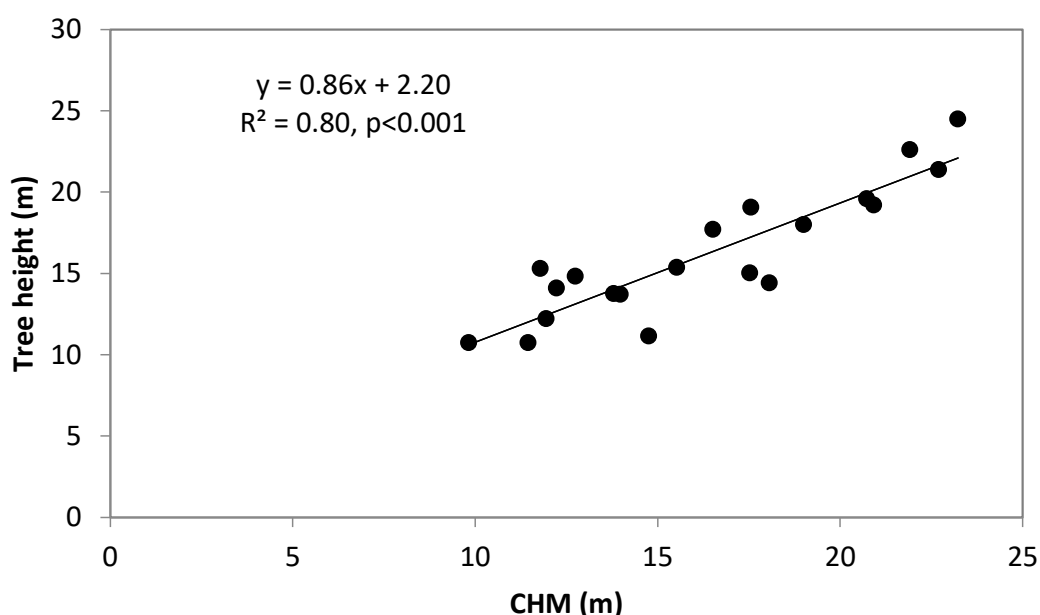


圖 33、地面調查樹高資料與 LiDAR CHM 資料迴歸模式。

## (2)遙測林分蓄積量推估模式

為推估研究區域 LiDAR 資料範圍內人工造林地的蓄積量，將地面樣區所調查的胸高直徑與樹高資料，依據第三次森林資源調查之樹種材積式所推估蓄積量(y)，並與 LiDAR 的樹冠高層模型(CHM, x)進行迴歸分析，並建立遙測林分蓄積量推估模式(圖 34)。迴歸模型為非線性模式， $y=2.60x^{1.82}$  ( $r=0.84, MAPE=28.8\%$ )，依據 Lewis(1982)時提

出了 MAPE 數值對於模式精度之評估準則，本研究所建立的遙測林分蓄積量推估模式上在合理精度範圍，可提供後續人工林蓄積量分布圖之製作使用。就平均而言，與地面資料所推估的蓄積量相比 LiDAR 低估約  $88.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，將地面樣區資料所計算的蓄積量與 LiDAR 所推估的蓄積量進行 T-test，以瞭解 2 者之差異，結果顯示 2 者間並無顯著性差異 ( $t = -1.61$ ， $df = 19$ ， $p\text{-value} = 0.124$ ，圖 35)。

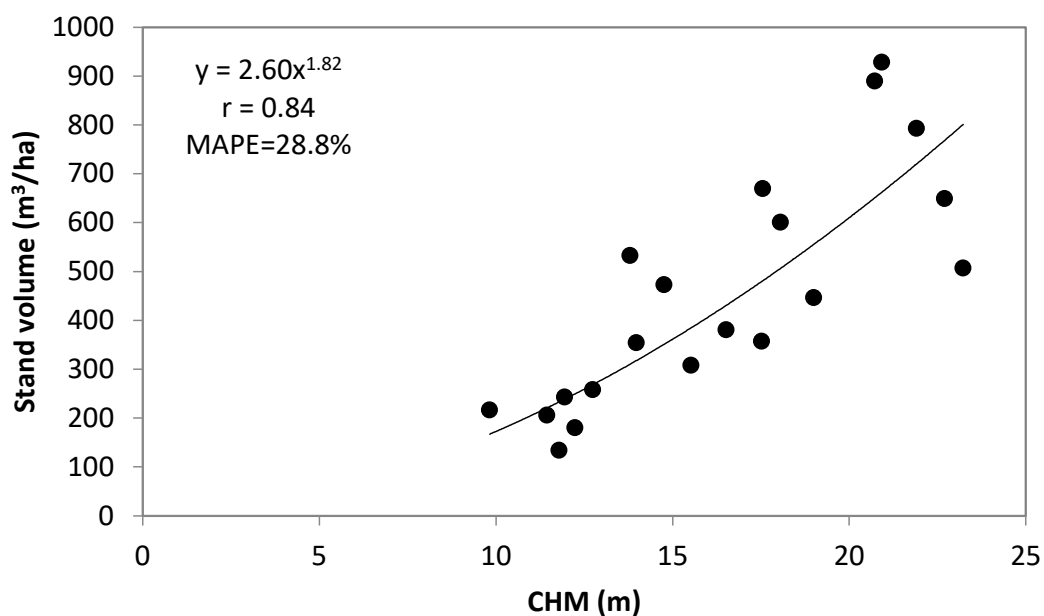


圖 34、遙測林分蓄積量推估模式。

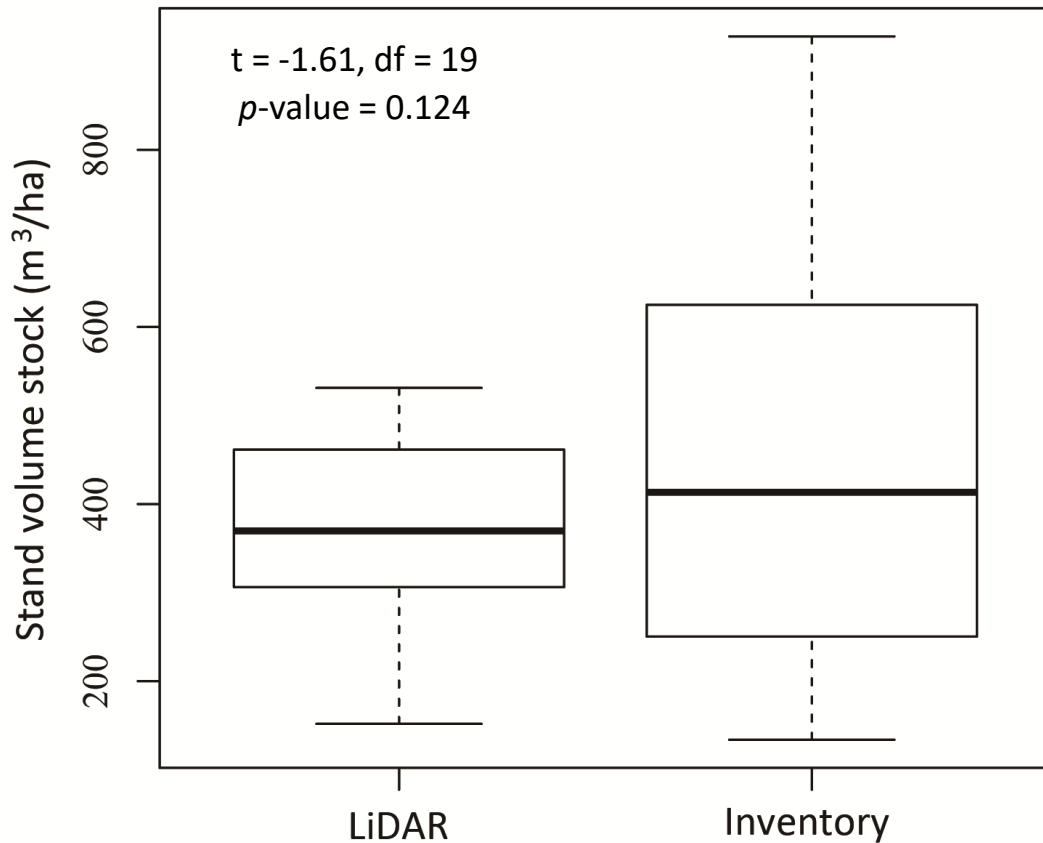


圖 35、地面樣區資料所計算的蓄積量與 LiDAR 所推估的蓄積量，及 T-test 結果。

### (3) 人工林蓄積量分布圖

依據前一小節所建立的遙測林分蓄積量推估模式，使用 LiDAR 的樹冠高層模型進行人工林蓄積量分布圖之繪製(如圖 36)。本研究的 地面樣區設置大小為 30m x 30m，因此 LiDAR 資料同樣也必須配合 降解析度為 30m x 30m，以符合迴歸模型應用之合理性。透過遙測資 料與地面資料的結合，可以有效率的產製本研究區人工造林地約 1,141 公頃的蓄積量分布圖。迴歸分析所推估的結果係表現所蒐集資

料的平均值狀態，故就平均而言，在本研究區內的 30 塊人工造林地的平均蓄積量為  $384.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，最低平均蓄積量的出現於 935-12900 造林地號為  $123.3 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，本主要係因為本造林地區域有大面積的崩塌，致使蓄積量偏低。

。

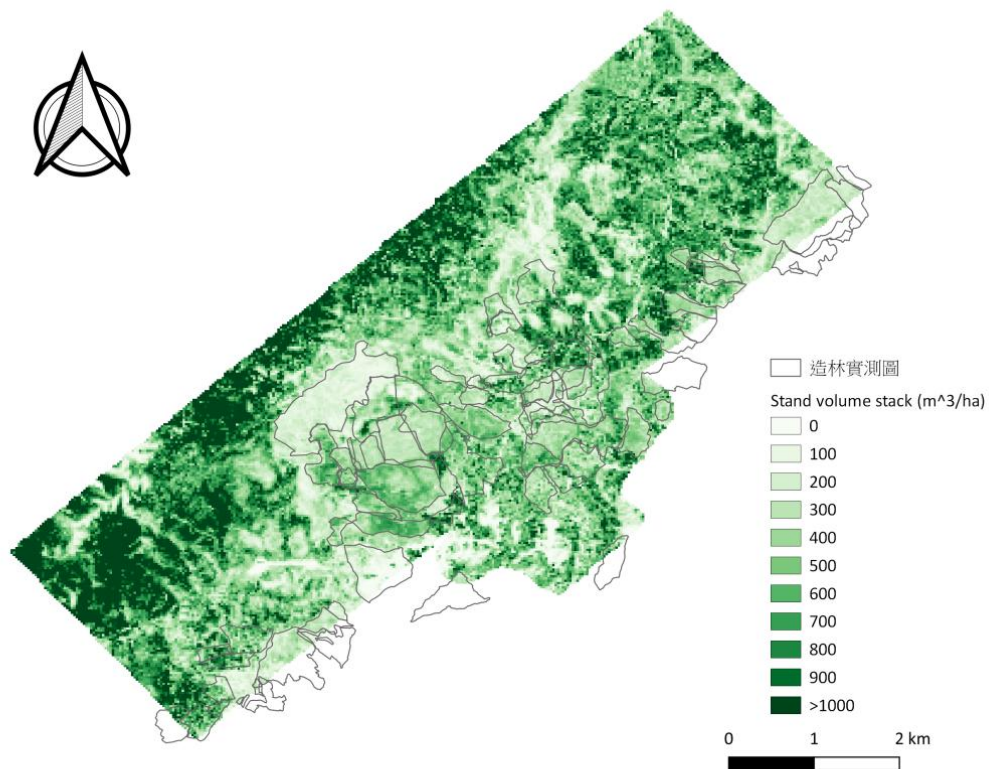


圖 36、本研究區域人工林蓄積量分布圖。

#### (4)比較不同柳杉人工林行列疏伐之蓄積量

為瞭解人工林經營管理措施之成效，藉由本研究所繪製的人工林蓄積量分布圖，選定本研究中 4 處不同密度與處理之柳杉造林地，進

行比較行列疏伐對柳杉人工林蓄積量生長之影響，本項工作在各造林地的範圍內產生 30 個 30mx30m 隨機樣區，並抽取樣區內之蓄積量資料。由於造林地的造林年度不同，林分密度也不同，直接以蓄積量難以做比較，因此將所每一次取樣的蓄積量除以年度與密度，轉換成為單一林木的年平均生長量，可比較不疏伐與疏伐處理的效果。結果顯示，以未疏伐的柳杉造林地，現存林木之株數約 855-1200 n./ha，平均每木的蓄積量約為  $0.0129 \text{ m}^3/\text{yr}/\text{tree}(\text{sd}=0.47)$ ；行列疏伐林地，因已進行林下更新造林，傳統的調查技術不易分離柳杉與更新造林木，而 LiDAR 點雲資料具有高的空間解析度，可以透過篩選柳杉造林木的點雲部分，透過計算面積進行加權，瞭解行列疏伐後的柳杉生長情況，目前每木的蓄積量，約為  $0.0131 \text{ m}^3/\text{yr}/\text{tree}(\text{sd}=0.37)$ 。表示造林地須適度的進行中後期育林撫育作業，運用不同間伐作業調整林分空間，改善林分生長環境，促進林木之生長。人工林具有較天然林生長迅速的優勢，經由適當的經營規劃，可達到生態、經濟或社會等各項目標（顏添明等, 2004）。

## 捌、結論

LiDAR 是一種主動式遙感探測技術，透過光發射與接受，掌握目標物位置及距離，將每一次反射的資料彙集成為具高空間解析度與精度三維的空間資訊。LiDAR 所提供的資訊，可用來測量森林冠層垂直結構及繪製各種森林資源圖資，並提供經營者掌握所與瞭解複雜的森林結構。研究結果顯示，結合 LiDAR 資料與地面調查資料，可提供快速與精確的大尺度森林蓄積量推估。林分蓄積量的推估，會受到林分特徵的影響，特別是林分密度的影響，高株數密度的林分容易因為冠層生長形成高鬱閉度林分，影響 LiDAR 點雲對冠層結構層次的識別程度，及影響林木胸徑大小，進而影響林分材積估算。本研究結合地面調查資料與 LiDAR 資料，透過統計分析方法，評估 LiDAR 繪製人工林蓄積量分布圖的精確度，結果顯示可提供合理之推估與製圖。在林木分布的空間結構上，由最近鄰近距離分析法的結果，瞭解在最近鄰近距離小於 4 公尺的多為規則分布，顯示為人工林的點空間分布特徵；而大型高於 30 公尺的突出樹最近林近距離則為 8.5 公尺，顯示棲蘭山地區擁有相當豐富的巨木資源。這些巨木資源可透過 LiDAR 的分析技術，盤點現有的林木資源，詳實地掌握每一棵林木的空間位置，達到永續資源監測與管理的目標。

透過 LiDAR 資料，可有效率地掌握數千餘公頃的人工造林地概

況，無論由地面調查或 LiDAR 資料分析結果，皆顯示目前人工林之林分密度相對較高，致使單木生產力低，減少緩衝極端氣候危害之能力。本研究區的人工林分的疏伐實已延遲，延遲疏伐作業會降低單木的生長，增加林木死亡的風險。人工林林分若未適當的施行疏伐作業，則將致使林分的生長衰退，實對臺灣的林木生產造成損失。人工林的經營必須進行合理的規劃才能達到理想的永續性發展，適當經營撫育作業的實施對於碳吸存將有正向的效果。調適與維持森林生態系統，提供面對氣候變化所帶來的衝擊的能力，需要育林技術系統來管理林分，育林技術中的各種間伐作業，依目的林分現況與經營目的，可適度的改善林分空間，是森林經營過程中常用以輔助林分生長發育的手段，透過減低林分密度重新分配林木空間促進林木生長，即是強化林木吸存 CO<sub>2</sub> 的能力。另外，雖然部分柳杉造林地已完成第一次的行列疏伐作業，但是隨著時間的增加與林分的生長，有些林分樹冠再次鬱閉，可再次進行疏伐以調整林分空間，以促進林木生長、改善林分結構與提供木質產品。

結合 LiDAR 的樹冠高程模型與地面調查資料，可以有助於瞭解大尺度森林區域的冠層高度動態與蓄積量分布，相對於透過人力調查具有較低成本和高效率的優勢。應用科學方法與新科技結合現地調查資料，發展精確且有效率的跨尺度監測工具，可提供瞭解森林生長的

現象，亦可作為未來人工林經營管理調適與減緩全球變遷的影響的參考資訊，並可提供其他相似的人工林在經營管理上作為參考。



## 玖、建議事項

由本研究分析的結果，提供以下建議

- 1.目前研究區域的人工林密度過高，造成林木的生長潛力低下，建議可透過本研究所產製蓄積量分布圖，針對需要調整密度的林分規劃間伐作業，調整林分空間，以改善林分健康與促進林木生長。
- 2.LiDAR 資料配合地面資料可產製精確的圖資，是森林經營管理規劃時的重要資訊，需定期的進行監測，建議 2020 年於本研究區域再蒐集一次 LiDAR 資料。多年期的光達資料，結合遙測分析技術，是瞭解林分的生長變動與災害所造成的損失的重要基礎，森林保育處具有光達與豐富地面資料，適當的結合新科技之研究成果，可提供林務相關單位參考，作為未來提升大面積森林資源調查的遙測新模式。
- 3.若 LiDAR 的成本較高，則可考量使用無人機替代蒐集林分資料，以建立長期的林分監測資料。
- 4.現有的 LiDAR 與正射影像資料，可進一步的深入研究嘗試建立單一樹種的林分蓄積量推估技術與重要造林與保育樹種辨識技術。
- 5.充分落實智慧科技應用，導入資訊通信技術（information and communications technology, ICT）應用於森林管理等研究發展，並達到示範之目的，扮演提供林業相關單位交流技術之平台。
- 6.建立棲蘭山調查資料平台，俾利更多教學、研究單位與相關單位可

以充分的應用與加值森林保育處的重要生態數據資料。

## 拾、參考文獻

臺灣省農林廳林務局 (1995)。第三次臺灣森林資源及土地利用調查。

林世宗 (2003)。棲蘭山林區天然檜木生態系經營計畫九十二年期末報告。(檜木保育更新作業成效調查)。

林世宗、陳子英 (2006)。棲蘭山珍貴樹種調查培育與保育。行政院退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處，研究系列 950522-1。

袁孝維、丁宗蘇、蔡若詩 (2004)。棲蘭山檜木林枯立倒整理作業對鳥類群聚之影響。中華林學季刊，27，29-36。

徐國士 (2000)。棲蘭山檜木林區保育維護方案之研擬。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。

陳子英 (2000)。棲蘭野生動物重要息環境棲地植群調查。行政院農業委員會林務局研究系列第 89-1 號 138pp。

陳子英 (2005)。棲蘭山之植群與物相的調查研究 (二)。行政院退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業管理處，研究系列 94-01b-004。

顏添明、李久先、黃凱洛、劉兆昌 (2004) 杉木人工林成熟林分林木生長及生物量之探討。中華林學季刊。37(2):157-168。

- 陳朝圳, 2018 以無人飛機為基礎的遙測模式應用於森林資源調查分析成果報告書。行政院農業委員會林務局。
- 魏浚紘、吳守從、黃冠理、陳朝圳、陳建璋 (2012a) 以空載光達資料推估柳杉人工林地上部生物量。臺灣大學實驗林研究報告 26(2): 23-33。
- 魏浚紘、吳守從、黃韋傑、謝依達、鍾玉龍、陳朝圳 (2012b) 影像二值化在空載光達影像樹冠孔隙分類上之應用。地理學報 66:53-66。
- 魏浚紘、陳朝圳 (2016) 光達技術應用於人工林之經營與監測。航測及遙測學刊 20(4) : 231-250。
- 鍾智昕 (2017) 跨尺度分析與監測近熱帶人工林生長效應之研究。國立臺灣大學理學院地理環境資源學系暨研究所博士論文。
- Asner G.P, Mascaro J., 2014. Mapping tropical forest carbon: Calibrating plot estimates to a simple LiDAR metric. *Remote Sensing of Environment* 140: 614–624. DOI: 10.1016/j.rse.2013.09.023
- Baltsavias, E. P. 1999. Airborne laser scanning: Basic relations and formulas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 54, 199–214.
- Barbeito, I, Cañellas I., Montes F. (2009) Evaluating the behaviour of vertical structure indices in Scots pine forests. *Ann. For. Sci.* 66:710
- Blair J.B., Rabine D.L., Hofton M.A., 1999. *The Laser Vegetation*

- Imaging Sensor: a medium-altitude, digiti- sation-only, airborne laser altimeter for mapping veg- etation and topography. *ISPRS Journal of Photogram- metry and Remote Sensing* 54: 115–122. DOI: 10.1016/ S0924-2716(99)00002-7
- Boehm H.D., Liesenberg V., Limin S.H., 2013. Multi-tem- poral airborne LIDAR-survey and field measurements of tropical peat swamp forest to monitor changes. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observa- tions and Remote Sensing* 6: 1524–1530. DOI: 10.1109/ JSTARS.2013.2258895
- Bravo F., LeMay V., Jandl R. (2017) *Managing forest ecosystems: the challenge of climate change* 2nd. New York, Springer. 34pp.
- Cabo C., Ordó- ez C., López-Sánchez C.A., Armesto J., 2018. Automatic dendrometry: Tree detection, tree height and diameter estimation using terrestrial la- ser scanning. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 69: 164-174. DOI: 10.1016/j.jag.2018.01.011
- Gates, D. M., 1980. *Biophysical Ecology*, Springer-Verlag. New York.
- Lewis. (1982). “Control of body segment differentiation in drosophila by the bithorax gene complex”. *Embryonic development*, Vol.1, pp. 269-288.
- Kerr, J. T.,& Ostrovsky, M. 2003. From space to species: Ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 299–314.
- Keenan R.J., Reams G.A., Achard F., de Freitas J.V., Grainger A., Lindquist E., 2015. Dynamics of global forest area: results from the

- FAO global forest resources assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 352: 9–20. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.06.014
- Lefsky, M.A., W.B. Cohen, S.A. Acker, G. Parker, T.A. Spies, and D. Harding. 1999. LiDAR remote sensing of the canopy structure and biophysical properties of Douglas-fir western hemlock forest. *Remote Sensing of Environ.* 70(3):339-361.
- McMahon, S. E., Parker, G. G., Miller, D. R. (2010) Evidence for a recent increase in forest growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (8), 3611-3615. doi: 10.1073/pnas.0912376107.
- MacDicken K.G., 2015. Global forest resources assessment 2015: What, why and how? *Forest Ecology and Management* 352: 3–8. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.02.006
- McRoberts RE. (2006). A model-based approach to estimating forest area. *Remote Sensing of Environment*, 103, 56–66. doi:10.1016/j.rse.2006.03.005.
- Means, J.E., S.A. Acker, J.B. Fitts, M. Renslow, L. Emerson, and C.J. Hendrix. 2000. Predicting forest stand characteristics with airborne scanning LiDAR. *Photo. Eng. and Remote Sensing* 66(11):1367-1371.
- Nelson, R., W. Krabill, and J. Tonelli. 1988. Estimating forest biomass and volume using airborne laser data. *Remote Sensing of Environ.* 24(2):247-267.
- Niska H., Skon J., Packalen P., Tokola T., Maltamo M., Kolehmainen M., 2010. Neural networks for the prediction of species-specific plot volumes using airborne laser scanning and aerial photographs.

IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 48:  
1076–1085. DOI: 10.1109/TGRS.2009.2029864

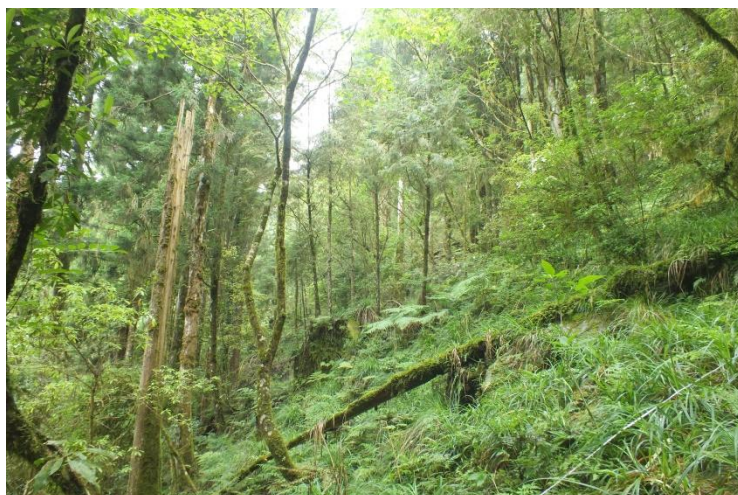
Wang P., Bu G., Li R., Zhao R., 2017. Automated low- cost terrestrial laser scanner for measuring diameters at breast height and heights of forest trees. arXiv:1702.02235.

Whitehead, K., Hugenholtz, C.H. 2014 . Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UAV), part 1: a review of progress and challenges. J. Unmanned Veh. Syst. 2: 69–85.

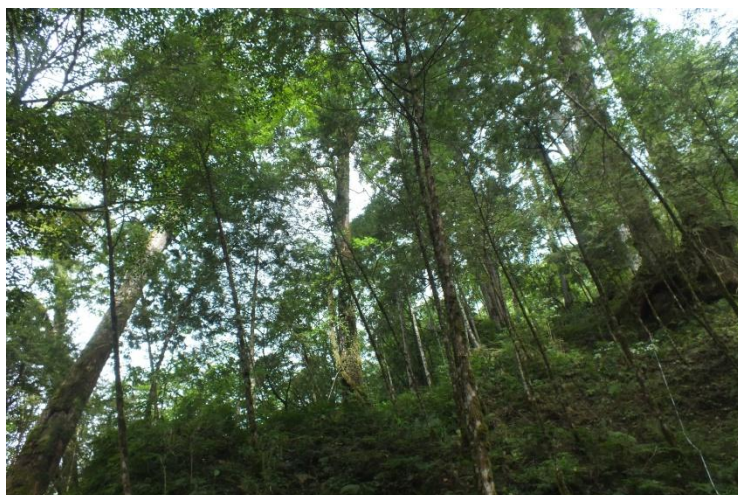
Wulder M. A., White J. C., Nelson R. F., Næsset E., Ørka H. O., Coops N. C., Hilker T., Bater C. W., Gobakken T. 2012 Lidar sampling for large-area forest characterization: A review. Remote Sensing of Environment 121 (2012) 196–209.

Vohland, M., Stoffels, J., Hau, C. Schüler, G. (2007) Remote sensing techniques for forest parameter assessment: multispectral classification and linear spectral mixture analysis. Silva Fennica 41(3): 441–456.

附錄 1、樣區調查照片



附圖 1、第 1 樣區林相



附圖 2、第 2 樣區林相



附圖 3、第 3 樣區林相





附圖 4、第 4 樣區林相



附圖 5、第 5 樣區林相



附圖 6、第 6 樣區林相





附圖 7、第 7 樣區林相



附圖 8、第 8 樣區林相



附圖 9、第 9 樣區林相





附圖 10、第 10 樣區林相



附圖 11、第 11 樣區林相



附圖 12、第 12 樣區林相

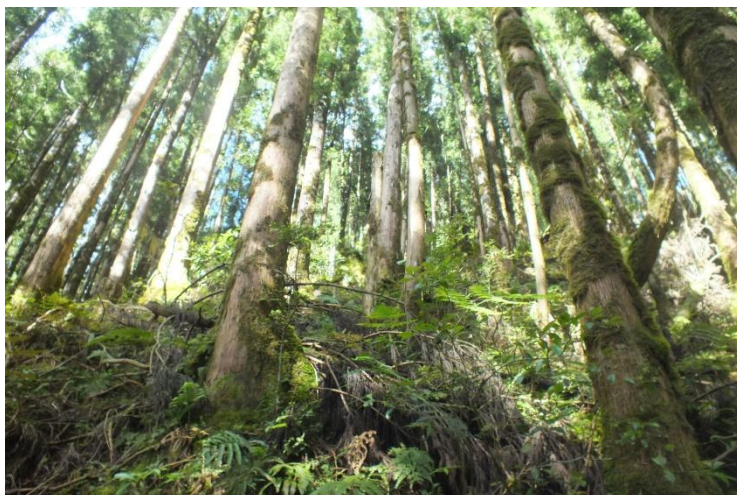




附圖 13、第 13 樣區林相



附圖 14、第 14 樣區林相



附圖 15、第 15 樣區林相

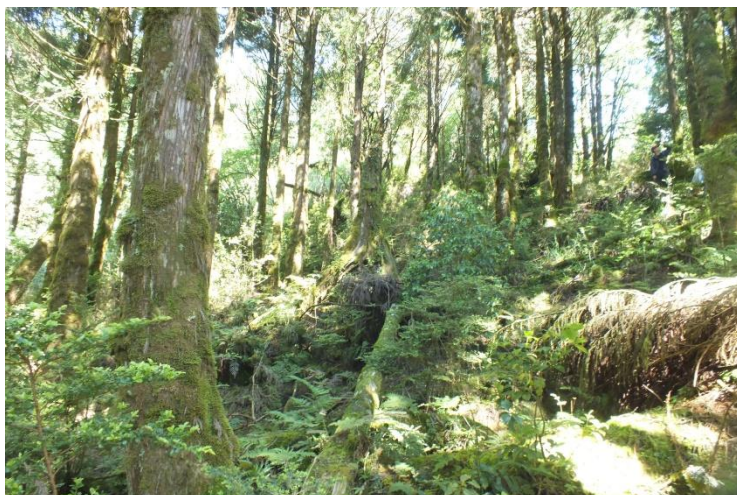




附圖 16、第 16 樣區林相



附圖 17、第 17 樣區林相



附圖 18、第 18 樣區林相





附圖 19、第 19 樣區林相



附圖 20、第 20 樣區林相



附圖 21、測量胸徑





附圖 22、測量樹高



附圖 23、第 6 樣區風折



附圖 24、第 11 樣區風折

附錄 2、樣區調查資料

Plot	No	Species	DBH (cm)	CBH (m)	TH (m)	CW (m)
1	001	柳杉	39.5	6.8	23.5	9.2
1	002	柳杉	31.3	5.6	20.5	7.4
1	003	柳杉	35.8	3.9	19.6	6.3
1	004	柳杉	25.2	1.6	18.1	6.1
1	005	柳杉	27	9	18.8	6.5
1	006	柳杉	40.1	5.7	23.7	9.4
1	007	紅檜	12	3.6	9.0	3.2
1	008	紅檜	11	3.6	8.5	3.0
1	009	紅檜	11.5	3.5	8.8	3.1
1	010	紅檜	14.2	6.1	10.1	3.7
1	011	柳杉	20.1	3.4	15.8	5.0
1	012	柳杉	30.9	5.2	20.4	7.4
1	013	柳杉	30.7	11.6	20.3	7.3
1	014	柳杉	19.2	6.6	15.4	4.8
1	015	柳杉	32	7	20.8	7.6
1	016	柳杉	16.5	4	14.1	4.2
1	017	柳杉	60.5	6.1	22.8	10.7
1	018	柳杉	35.2	4.2	20.9	10.8
1	019	柳杉	33.5	9.8	21.3	7.9
1	020	紅檜	16.8	3.5	11.2	4.3
1	021	紅檜	13.6	3	9.8	3.6
1	022	紅檜	16.6	3.8	11.1	4.2
1	023	紅檜	9.6	3.6	7.8	3.9
1	024	紅檜	10.5	2.2	8.3	2.9
1	025	紅檜	13	4	9.5	3.5
1	026	紅檜	11.5	5.8	8.8	3.1
1	027	紅檜	14.6	4	10.3	3.8
1	028	紅檜	16.4	3.3	11.1	4.2
1	029	紅檜	9.5	3.9	7.8	2.7
1	030	紅檜	15.2	4.3	10.5	3.9
1	031	紅檜	10.4	5.2	8.2	2.9
1	032	紅檜	7.1	2.2	6.8	2.0
1	033	紅檜	14.8	5.1	10.3	3.8
1	034	柳杉	37.5	5.2	22.8	8.8
1	035	柳杉	26.9	7.7	18.8	6.5
1	036	柳杉	61.6	8.2	26.8	12.4
1	037	柳杉	35.5	8.2	20.8	9.6
1	038	柳杉	44.6	10.4	25.2	10.3
1	039	柳杉	39	2.9	23.3	9.1
1	040	柳杉	9.1	2.7	8.2	2.1
1	041	紅檜	24.3	8.6	14.3	5.9
1	042	紅檜	30	7	16.4	7.2
1	043	柳杉	31	7	20.4	7.4
1	044	柳杉	63.4	10	25.7	10.6
1	045	柳杉	20.4	6.1	16.0	5.1
1	046	紅檜	13.7	2.4	9.8	3.6
1	047	紅檜	12.7	3.3	9.4	3.4
1	048	紅檜	11.5	3.7	8.8	3.1
1	049	紅檜	18.3	3	11.9	4.6
1	050	柳杉	44.3	10.7	25.1	10.3



1	051	柳杉	45.2	10.4	25.4	10.5
1	052	柳杉	40.3	5.2	23.8	9.4
1	053	柳杉	49.5	8.8	26.8	11.4
1	054	柳杉	37.7	8.3	22.9	8.8
2	001	紅檜	24.1	5.4	14.2	5.9
2	002	紅檜	32.6	8.7	19.3	8.4
2	003	紅檜	11.4	4.8	10.9	1.8
2	004	紅檜	18	6.7	11.7	4.5
2	005	紅楠	83.4	4	33.2	18.8
2	006	霧社木薑子	63	2.5	27.8	14.3
2	007	紅檜	19.8	6	12.5	4.9
2	008	紅檜	25.6	6.5	14.8	8.2
2	009	紅檜	24.1	5.2	15.8	10.1
2	010	紅檜	27	5.2	15.3	6.5
2	011	紅檜	16	8.4	10.9	4.1
2	012	紅檜	31.5	6.7	15.6	7.2
2	013	紅檜	18.9	6.8	12.1	4.7
2	014	紅檜	25	7	14.5	6.1
2	015	紅檜	40.5	7.8	15.8	10.6
2	016	紅檜	23.5	8	14.0	5.7
2	017	紅檜	11.3	7	8.7	3.1
2	018	山櫻花	14.6	1.9	11.0	3.8
2	019	山櫻花	9	1.7	8.1	2.6
2	020	紅檜	25.1	2	14.6	6.1
2	021	紅檜	20.2	5	12.7	5.0
2	022	紅檜	14.6	6.2	10.3	3.8
2	023	紅檜	19.9	6	12.5	5.0
2	024	紅檜	18.6	5.2	12.0	4.7
2	025	紅檜	14.5	4.6	10.2	3.8
2	026	紅檜	18.1	6.3	11.8	4.6
2	027	紅檜	28.4	5.8	15.8	6.8
2	028	紅檜	14.3	5.8	10.1	3.7
2	029	紅檜	15.8	6.2	10.8	4.1
2	030	紅檜	16.5	1.4	11.1	4.2
2	031	紅檜	23.1	4.9	13.8	5.7
2	032	紅檜	14.2	4.2	10.1	3.7
2	033	紅檜	21.9	4.2	13.3	5.4
2	034	紅檜	19.4	4.3	12.3	4.8
2	035	紅檜	17.2	4.6	11.4	4.4
2	036	紅檜	10.3	4.3	8.4	3.6
2	037	紅檜	12.7	5.6	9.4	3.4
2	038	紅檜	26.5	5.8	15.1	6.4
2	039	紅檜	15.3	4.7	10.6	4.0
2	040	紅檜	19.3	2.8	12.3	4.8
2	041	紅檜	25.6	3.4	16.7	6.8
2	042	紅檜	18.9	4.9	12.1	4.7
2	043	紅檜	9	4.5	9.6	2.1
2	044	紅檜	15.9	4.9	10.8	4.1
2	045	紅檜	11.8	3.8	8.9	3.2
2	046	紅楠	71.4	2.7	30.1	16.2
2	047	霧社木薑子	51.3	2	24.4	11.8
2	048	紅檜	19.5	7.5	12.4	4.9
2	049	紅檜	26.6	8.2	15.1	6.4
3	001	紅檜	6.5	3	6.1	2.0

3	002	紅檜	4.6	1.9	5.3	3.0
3	003	紅檜	12.3	4.3	8.9	4.8
3	004	紅檜	5.9	2.5	5.7	1.9
3	005	紅檜	11.9	4.5	9.0	3.2
3	006	紅檜	20.6	5.2	14.1	6.4
3	007	紅檜	6.2	4.2	5.9	2.0
3	008	紅檜	12.2	4.5	8.3	5.2
3	009	臺灣檫樹	63.5	7.5	27.9	14.5
3	010	紅檜	4.9	2.4	5.0	1.7
3	011	紅檜	8.2	3.3	7.0	2.4
3	012	紅檜	8.3	3.4	7.9	4.0
3	013	紅檜	6.6	4.5	6.1	2.1
3	014	紅檜	9.9	5	8.0	2.8
3	015	紅檜	9.6	5.4	7.8	2.7
3	016	紅檜	9.5	4.1	7.8	2.7
3	017	紅檜	6.2	4.5	5.9	2.0
3	018	紅檜	11.5	4.8	8.8	3.1
3	019	紅檜	9.3	4	7.6	2.6
3	020	紅檜	8	3.4	6.9	2.4
3	021	紅檜	7.1	3.8	6.4	2.2
3	022	紅檜	6.7	4.3	6.2	2.1
3	023	紅檜	8.7	3.7	7.3	2.5
3	024	短尾柯	59.4	6.5	26.8	13.6
3	025	紅檜	2.3	1.6	3.0	2.0
3	026	雲葉	24.4	2	15.3	5.9
3	027	雲葉	20	4	13.4	5.0
3	028	紅檜	4.5	0.8	4.8	1.6
3	029	紅檜	6.5	4.1	7.3	3.8
3	030	紅檜	9.5	5.1	7.8	2.7
3	031	紅檜	7.3	5.8	6.5	2.2
3	032	紅檜	9.4	7.1	7.7	2.7
3	033	紅檜	6.1	4.2	5.8	1.9
3	034	紅檜	6	3.7	5.8	1.9
3	035	大葉校櫟	38.9	4.2	20.5	9.1
3	036	紅檜	11.6	5.5	8.8	3.1
3	037	紅檜	9.1	6.4	7.5	2.6
3	038	紅檜	14.1	5.2	10.0	3.7
3	039	紅檜	22.4	6.4	14.0	8.0
3	040	紅檜	18.7	7	12.0	4.7
3	041	紅檜	19.6	5.7	13.0	7.2
3	042	紅檜	16.5	6.5	11.1	4.2
3	043	紅檜	12.8	7.2	9.4	3.4
3	044	紅檜	18.5	6.2	12.0	4.7
3	045	紅檜	14.4	5.3	10.2	3.8
3	046	紅檜	12.4	4.8	9.0	4.1
3	047	紅檜	18.4	6.4	11.9	4.6
3	048	紅檜	9	4.8	7.5	2.6
3	049	紅檜	11.5	5.2	8.8	3.1
3	050	雲葉	36.8	4.3	19.8	8.6
3	051	紅檜	6.1	3.3	5.8	1.9
3	052	霧社木薑子	38	4	20.2	8.9
3	053	霧社木薑子	33	3.2	18.5	7.8
3	054	紅檜	6.6	1.8	6.1	2.1
3	055	紅檜	7.5	2.6	6.7	2.3

3	056	紅檜	3.8	2.4	4.9	2.8
3	057	紅檜	4.7	4	4.9	1.6
3	058	紅檜	8	2.5	6.9	2.4
3	059	紅檜	10.4	3.7	8.2	2.9
3	060	紅檜	5.1	4.8	5.2	1.7
3	061	紅檜	9.2	3.7	7.6	2.6
3	062	紅檜	8.1	4.4	7.0	2.4
3	063	扁柏	112.5	12.8	33.2	18.5
4	001	紅檜	47.5	2.8	18.9	10.4
4	002	紅檜	14.6	2.4	10.3	3.8
4	003	紅檜	30.8	2.2	14.2	6.8
4	004	紅檜	16.8	3.3	11.2	4.3
4	005	山櫻花	125	7.1	42.9	27.9
4	006	紅檜	17	4.3	11.3	4.3
4	007	紅檜	14.5	2.8	10.2	3.8
4	008	紅檜	8.6	2	6.4	1.6
4	009	紅檜	13.4	6.2	9.7	3.5
4	010	臺灣檫樹	31.5	14	17.9	7.5
4	011	臺灣檫樹	42.3	2.8	21.6	9.8
4	012	紅檜	10.3	2.5	8.2	2.9
4	013	臺灣杉	49.7	2.7	23.9	11.4
4	014	紅檜	29.5	3.8	15.7	9.2
4	015	臺灣杉	51	4.3	24.3	11.7
4	016	紅檜	8.3	2.4	6.9	1.8
4	017	紅檜	12.4	2	9.2	3.3
4	018	紅檜	8.8	4	9.5	1.6
4	019	臺灣檫樹	41.3	6.1	21.3	9.6
4	020	紅檜	12.6	5	9.3	3.4
4	021	臺灣杉	62.5	5.5	23.3	12.8
4	022	臺灣杉	52.6	4.8	21.3	16.7
4	023	臺灣杉	68	5.3	19.6	10.8
4	024	紅檜	17.5	2.8	11.5	4.4
4	025	臺灣杉	48.2	1.9	23.5	11.1
4	026	臺灣檫樹	55.8	2.5	25.7	12.8
4	027	紅檜	23.8	5.9	14.1	5.8
4	028	紅檜	22.1	1.6	13.4	5.4
4	029	紅檜	23.2	4.2	13.8	5.7
4	030	紅檜	19.6	3.5	12.4	4.9
4	031	紅檜	17.6	3.1	11.6	4.5
4	032	紅檜	25.5	2	17.8	6.8
4	033	臭椿	30	4.1	17.4	7.2
4	034	臭椿	38.9	4.6	20.5	9.1
4	035	臭椿	24.8	4.6	15.4	6.0
4	036	紅檜	24	1.7	14.2	5.8
4	037	紅檜	22.8	1.7	13.7	5.6
5	001	柳杉	32.3	12.7	20.9	7.7
5	002	柳杉	36.6	11.8	25.8	4.7
5	003	柳杉	37.7	14	23.8	5.2
5	004	柳杉	31.8	13.2	20.7	7.5
5	005	柳杉	38.2	14.9	23.0	8.9
5	006	柳杉	30	10.8	20.0	7.2
5	007	柳杉	22	7.8	16.7	5.4
5	008	柳杉	48.7	8.1	26.6	11.2
5	009	柳杉	45.5	13.4	25.5	10.5

5	010	柳杉	53.9	13.2	26.7	10.6
5	011	柳杉	19.3	9.6	16.4	4.0
5	012	柳杉	24.1	10.8	17.6	5.9
5	013	柳杉	25	10.6	18.0	6.1
5	014	柳杉	31.9	10.9	20.7	7.6
5	015	柳杉	32.7	3	21.0	7.7
5	016	柳杉	36	13.8	22.3	8.5
5	017	柳杉	28.2	14.2	19.3	6.8
5	018	柳杉	42.6	10.2	24.6	9.9
5	019	柳杉	33.5	13.2	21.3	7.9
5	020	柳杉	47.8	14.3	26.3	11.0
5	021	柳杉	29.2	2.2	19.7	7.0
5	022	柳杉	52.5	14.9	27.7	12.1
5	023	柳杉	34	17.3	21.5	8.0
5	024	柳杉	33.4	13.5	21.3	7.9
5	025	柳杉	21.6	9.6	16.5	5.3
5	026	柳杉	34	8.2	21.5	8.0
5	027	柳杉	43	15.8	24.7	10.0
5	028	柳杉	24.5	7.9	17.8	6.0
5	029	柳杉	43.6	12.1	24.9	10.1
5	030	柳杉	31	9.9	20.4	7.4
5	031	柳杉	44	13.8	25.0	10.2
5	032	柳杉	26.6	11.3	18.7	6.4
5	033	柳杉	31.8	7.8	20.7	7.5
5	034	柳杉	38.5	7.5	23.1	9.0
5	035	柳杉	30.8	9.1	20.3	7.3
5	036	柳杉	46.5	6.4	25.8	10.8
5	037	柳杉	22.7	1.8	17.0	5.6
5	038	柳杉	53.7	15.2	28.1	10.3
5	039	柳杉	29.8	8.2	19.9	7.1
5	040	柳杉	27	7.9	18.8	6.5
5	041	柳杉	40.9	10.6	24.0	9.5
5	042	柳杉	32.2	8.3	20.9	7.6
5	043	柳杉	39.5	13.5	23.5	9.2
5	044	柳杉	30.8	10.4	20.3	7.3
5	045	柳杉	28.9	5.8	19.6	6.9
5	046	柳杉	29	2.6	19.6	6.9
5	047	柳杉	20	5.2	15.8	5.8
5	048	柳杉	19.7	2.5	15.7	4.2
5	049	柳杉	26.8	13.9	18.7	6.5
5	050	柳杉	32.5	9.8	21.0	7.7
5	051	柳杉	34.7	13.4	21.8	8.2
5	052	柳杉	20.7	9.6	16.1	5.1
5	053	柳杉	25.3	8.5	18.1	6.1
5	054	柳杉	44.5	13.8	25.2	10.3
5	055	柳杉	22	6.8	16.7	5.4
5	056	柳杉	37.7	3.2	22.9	8.8
5	057	柳杉	36.1	11.4	24.3	9.2
5	058	柳杉	33.7	10.2	21.4	8.0
5	059	柳杉	48.8	11.7	26.6	11.3
5	060	柳杉	33.5	14.3	21.3	7.9
5	061	柳杉	38	9.7	23.0	8.9
5	062	柳杉	38.4	10.9	23.1	9.0
5	063	柳杉	41.5	11.3	24.2	9.7

5	064	柳杉	38.6	10.8	23.2	9.0
5	065	柳杉	33	10.8	21.2	7.8
5	066	柳杉	26.4	12.9	18.6	6.4
5	067	柳杉	43	11.5	24.7	10.0
5	068	柳杉	26.5	11.2	18.6	6.4
5	069	柳杉	32.5	13.8	21.0	7.7
5	070	柳杉	25.6	12	18.2	6.2
5	071	柳杉	51.2	13.2	27.3	11.8
5	072	柳杉	29.6	9.8	19.9	7.1
5	073	柳杉	36.5	10.8	22.4	8.6
5	074	柳杉	22.8	11.2	17.0	5.6
5	075	柳杉	22	2	16.7	5.4
5	076	柳杉	29.3	11.4	19.7	7.0
5	077	柳杉	54.5	13.8	27.8	8.9
6	001	柳杉	48	5.9	25.6	9.6
6	002	扁柏	19.8	10.1	12.5	4.9
6	003	柳杉	50.7	7.2	25.8	10.4
6	004	扁柏	14.5	7.5	10.4	3.8
6	005	柳杉	28.2	10.4	19.3	6.8
6	006	柳杉	39.1	9.2	23.4	9.1
6	007	柳杉	21	8	16.2	5.2
6	008	柳杉	42.2	10.3	24.4	9.8
6	009	柳杉	43.5	7.8	24.9	10.1
6	010	扁柏	8.8	2.8	7.8	2.5
6	011	山櫻花	25.4	1.8	15.6	6.2
6	012	山櫻花	15.7	4	11.5	4.0
6	013	柳杉	43.7	6.2	24.9	10.1
6	014	紅檜	8.8	2.4	7.4	2.5
6	015	紅檜	10.7	2.5	8.4	3.0
6	016	紅檜	8	3.6	6.9	2.4
6	017	紅檜	8.2	3.3	7.0	2.4
6	018	紅檜	5.2	3.2	3.8	1.7
6	019	紅檜	9.2	3.8	7.6	2.6
6	020	紅檜	7	2.4	6.4	2.1
6	021	紅檜	5	3.2	4.1	1.0
6	022	扁柏	18.9	10.6	12.1	4.7
6	023	柳杉	38.7	8.8	23.2	9.1
6	024	扁柏	27.8	9.2	15.2	6.7
6	025	扁柏	19.3	8.5	12.3	4.8
6	026	柳杉	46.9	6.8	26.0	10.8
6	027	柳杉	20.3	3.9	15.9	5.0
6	028	扁柏	28.8	6.4	15.5	6.9
6	029	柳杉	38.1	10.3	23.0	8.9
6	030	柳杉	33.9	7.5	21.4	6.4
6	031	柳杉	41.6	11.8	24.2	9.7
6	032	柳杉	11.2	7.1	11.3	3.1
6	033	柳杉	18.1	6.2	14.9	4.6
6	034	柳杉	34.9	11.8	22.3	7.3
6	035	柳杉	15.5	4.1	13.6	4.0
6	036	柳杉	16.6	6.6	14.2	4.2
6	037	柳杉	31.5	12.2	20.6	7.5
6	038	柳杉	28.2	10.6	19.3	6.8
6	039	柳杉	12.2	6.2	11.8	3.3
6	040	扁柏	17.8	7.8	11.7	4.5

6	041	柳杉	39	7.8	23.3	9.1
6	042	柳杉	27.7	7.1	19.1	6.7
6	043	柳杉	31.2	6.4	20.5	7.4
6	044	柳杉	19.7	8.1	15.7	4.9
6	045	柳杉	37	12	22.6	8.7
6	046	柳杉	22.1	7.4	16.7	5.4
6	047	柳杉	40.1	10.8	23.7	9.4
6	048	柳杉	17	9.6	14.4	4.3
6	049	柳杉	18.7	7.5	15.2	4.7
6	050	柳杉	38.2	14.5	23.0	8.9
6	051	柳杉	33.7	11.8	21.4	8.0
6	052	柳杉	22	11.6	16.7	5.4
6	053	柳杉	20.8	10.2	16.2	5.2
6	054	柳杉	37.1	9.8	22.7	8.7
6	055	柳杉	19.5	5.8	15.6	4.9
6	056	柳杉	16	12.4	13.9	4.1
6	057	柳杉	46.4	8.1	25.8	10.7
6	058	紅檜	6.3	2.1	5.9	2.0
6	059	紅檜	4.2	1.5	3.3	1.9
6	060	紅檜	7.4	1.7	6.6	2.2
6	061	紅檜	8.3	3.2	7.1	2.4
6	062	紅檜	3.8	1.6	3.0	1.8
6	063	紅檜	5.6	1.7	5.5	1.8
6	064	紅檜	8.8	1.7	7.4	2.5
6	065	紅檜	4.2	1.7	4.6	1.5
6	066	紅檜	6.7	3.4	6.2	2.1
6	067	紅檜	6	2.4	5.8	1.9
6	068	扁柏	24.7	3.2	14.2	6.0
6	069	柳杉	38.6	8.1	23.2	9.0
6	070	柳杉	28	5.8	19.2	6.7
6	071	紅檜	4.5	2.4	3.8	1.3
6	072	紅檜	4.9	1.7	5.0	1.7
6	073	柳杉	60	4	23.6	8.4
6	074	柳杉	14	6.7	12.8	3.7
6	075	柳杉	33.8	8.3	21.5	8.0
6	076	柳杉	35.1	5	21.9	8.3
6	077	柳杉	30.8	11.9	20.3	7.3
6	078	柳杉	37.5	1.8	22.8	8.8
6	079	柳杉	34	7.5	21.5	8.0
6	080	柳杉	24.4	7.5	17.7	5.9
6	081	柳杉	31.7	9.4	20.7	7.5
6	082	柳杉	27.4	6.8	19.0	6.6
6	083	柳杉	39.8	7.2	23.6	9.3
6	084	柳杉	31	9.8	21.9	6.6
6	085	柳杉	40.6	7.1	23.9	9.5
6	086	柳杉	19.2	5.5	15.4	4.8
6	087	柳杉	45.4	11	25.5	10.5
6	088	柳杉	17.4	7.2	14.6	4.4
6	089	扁柏	14.1	5.1	10.3	3.7
6	090	柳杉	20.5	8.3	16.0	5.1
6	091	扁柏	8.9	2.5	7.9	2.6
6	092	扁柏	25.1	10.2	14.3	6.1
6	093	柳杉	37.9	12.4	22.9	8.9
6	094	柳杉	34.3	11.3	21.6	8.1

6	095	柳杉	18.2	7.5	14.9	4.6
6	096	柳杉	24.8	8.4	17.9	6.0
6	097	柳杉	27.7	4.3	19.1	6.7
6	098	柳杉	40.5	6.4	23.8	9.4
6	099	柳杉	24.2	8.8	17.6	5.9
6	100	柳杉	24.7	8.6	17.9	6.0
7	001	扁柏	51.3	8.2	20.4	9.4
7	002	扁柏	43.8	10.2	19.7	10.2
7	003	鐵杉	32.6	9.6	21.0	7.7
7	004	扁柏	11.3	5.2	8.4	4.2
7	005	扁柏	46	8.7	20.2	10.6
7	006	扁柏	15.6	8.2	10.9	4.0
7	007	扁柏	35.6	3	17.5	8.4
7	008	扁柏	35.1	4.8	17.3	8.3
7	009	扁柏	25.2	6.2	10.5	7.4
7	010	扁柏	56.9	8.9	24.3	11.5
7	011	扁柏	8.1	3.9	7.3	2.8
7	012	扁柏	56.4	5.1	18.7	17.8
7	013	扁柏	16.8	8.3	11.4	2.4
7	014	扁柏	39	9.5	18.4	9.1
7	015	扁柏	44.6	10.2	19.9	10.3
7	016	扁柏	43	11.6	19.5	10.0
7	017	扁柏	45.9	12.8	24.6	7.8
7	018	扁柏	39.5	10.2	18.5	9.2
7	019	扁柏	39	10.4	18.4	9.1
7	020	扁柏	23.1	8.1	13.6	5.7
7	021	扁柏	36	8.4	17.6	8.5
7	022	扁柏	23.8	11.2	13.9	5.8
7	023	扁柏	26.8	10.8	14.8	6.5
7	024	扁柏	13.8	3.2	10.1	3.6
7	025	扁柏	25	10.8	14.3	6.1
7	026	扁柏	26.5	6.2	14.7	6.4
7	027	扁柏	35	7.6	14.7	5.6
7	028	扁柏	32.5	6.8	16.6	7.7
7	029	扁柏	30.9	7.5	14.7	2.8
7	030	扁柏	17.1	8.6	11.5	4.3
7	031	扁柏	40.6	7.4	18.8	9.5
7	032	扁柏	19	8.1	12.2	4.8
7	033	扁柏	37.5	4.6	18.0	8.8
7	034	扁柏	34.3	4.5	14.1	9.2
7	035	扁柏	27.7	6.3	15.1	6.7
7	036	扁柏	40.6	8.2	18.8	9.5
7	037	扁柏	25.6	13.4	14.5	6.2
7	038	扁柏	36.7	5.2	17.8	8.6
7	039	扁柏	12.8	7.4	11.3	3.5
7	040	扁柏	37.7	8.8	18.1	8.8
7	041	扁柏	29	9.2	15.5	6.9
7	042	扁柏	24.5	10.9	14.1	6.0
7	043	扁柏	17	5.8	11.4	4.3
7	044	扁柏	46.1	8.1	20.3	10.7
8	001	扁柏	19.5	6.1	12.4	4.9
8	002	扁柏	9.8	3.6	8.3	2.8
8	003	扁柏	10.2	6.4	8.5	2.8
8	004	鐵杉	46	8.2	16.8	8.4

8	005	扁柏	20.5	7.8	12.7	5.1
8	006	扁柏	23	6.6	13.6	5.6
8	007	扁柏	19.8	8.1	12.5	4.9
8	008	扁柏	20	6.8	12.5	5.0
8	009	扁柏	20.6	7.4	12.8	5.1
8	010	扁柏	21.4	6.2	13.0	5.3
8	011	扁柏	11.7	6.5	9.2	3.2
8	012	扁柏	12.8	7	9.7	3.4
8	013	扁柏	25.1	8	16.8	4.4
8	014	扁柏	22.9	7.8	13.6	5.6
8	015	扁柏	24.1	6.4	14.0	5.9
8	016	扁柏	17.6	7.2	11.7	4.5
8	017	扁柏	11.3	8.4	9.0	3.1
8	018	扁柏	23.1	7.2	13.6	5.7
8	019	扁柏	30.8	8.2	16.1	7.3
8	020	扁柏	11.8	8.1	9.3	3.2
8	021	扁柏	21.1	8.8	12.9	5.2
8	022	扁柏	14.8	8	10.5	3.8
8	023	扁柏	17.3	8.8	11.5	4.4
8	024	扁柏	18.1	9	11.8	4.6
8	025	扁柏	13.2	7.8	9.9	3.5
8	026	扁柏	22	8.4	13.2	5.4
8	027	扁柏	23.2	8.5	13.7	5.7
8	028	扁柏	10.8	8.2	8.8	3.0
8	029	扁柏	22.4	10.2	13.4	5.5
8	030	扁柏	21.4	10.5	13.0	5.3
8	031	扁柏	28.3	8.6	15.3	6.8
8	032	扁柏	18.4	9.3	12.0	4.6
8	033	扁柏	25.7	9	14.5	6.2
8	034	扁柏	22.9	10.8	13.6	5.6
8	035	扁柏	23.8	10.4	13.9	5.8
8	036	扁柏	25.3	8.4	14.4	5.2
8	037	扁柏	16.4	10.4	11.2	4.2
8	038	扁柏	19.4	7.9	12.3	4.8
8	039	扁柏	15.5	7.4	10.8	4.0
8	040	扁柏	19.8	9.8	12.5	4.9
8	041	扁柏	21.5	8.3	13.1	5.3
8	042	扁柏	22.5	7.5	13.4	5.5
8	043	扁柏	35.8	8.2	17.5	8.4
8	044	扁柏	11.1	8.2	8.9	3.0
8	045	扁柏	17.7	2.6	11.7	4.5
8	046	扁柏	26.8	8.3	14.8	6.5
8	047	扁柏	24	7.5	13.9	5.8
8	048	扁柏	16.2	8.4	11.1	4.1
8	049	扁柏	30.6	3.9	16.0	7.3
8	050	扁柏	15.1	8.1	10.7	3.9
8	051	扁柏	15.5	8.6	10.8	4.0
8	052	扁柏	20.1	5.1	12.6	5.0
8	053	扁柏	36	5.8	17.6	6.9
8	054	扁柏	29	9.6	15.5	6.9
8	055	扁柏	7.2	3.2	7.0	2.5
8	056	扁柏	30	8.2	15.8	7.2
8	057	平遮那灰木	24.2	8.5	15.2	5.9
8	058	平遮那灰木	14.2	6.8	10.8	3.7



8	059	扁柏	18.6	8.5	12.0	4.7
8	060	扁柏	31.1	3.6	16.2	7.4
8	061	扁柏	23.7	10.3	13.8	5.8
8	062	扁柏	28.5	8.4	15.4	6.8
8	063	扁柏	25.1	8.1	14.3	5.2
8	064	平遮那灰木	31.3	3.7	17.9	7.4
8	065	扁柏	17.4	7.9	11.6	4.4
8	066	扁柏	27.1	8.2	14.9	6.5
8	067	扁柏	11.5	5.8	9.1	3.1
8	068	扁柏	22.5	6.2	13.4	5.5
8	069	扁柏	29.2	7.8	15.6	7.0
8	070	烏心石	15.9	9.8	11.6	4.1
8	071	烏心石	21.5	7.6	14.1	5.3
8	072	扁柏	13.8	6.4	10.1	3.6
8	073	木荷	31	8	17.7	7.4
8	074	木荷	44	1.4	22.1	10.2
8	075	扁柏	28.2	7.8	15.3	6.8
8	076	扁柏	11.7	6.6	9.2	3.2
8	077	扁柏	43.2	3.8	19.5	9.4
8	078	扁柏	23.2	6.4	13.7	5.7
8	079	扁柏	28.2	7.5	15.3	6.8
8	080	扁柏	16.1	7.6	11.1	4.1
8	081	扁柏	24.1	3.3	14.0	5.9
8	082	扁柏	13.6	4.4	10.0	3.6
8	083	扁柏	20.3	5.8	12.6	5.0
8	084	扁柏	32.5	6	16.6	7.7
8	085	扁柏	30.3	2.5	15.9	7.2
8	086	扁柏	17	5.4	11.4	4.3
8	087	扁柏	25.9	3.8	14.5	6.3
8	088	扁柏	37.1	5	17.9	8.5
8	089	扁柏	18.7	8	12.1	4.7
8	090	平遮那灰木	28.2	4.6	16.7	6.8
8	091	扁柏	29.6	8.4	15.7	7.1
8	092	扁柏	22.5	8.4	13.4	5.5
8	093	扁柏	26.1	9.2	14.6	6.3
8	094	紅楠	16.2	6	11.8	4.1
8	095	扁柏	15.1	8.2	10.7	3.9
8	096	扁柏	11.2	2.8	9.0	3.1
8	097	扁柏	10.4	7.6	8.6	2.9
8	098	扁柏	15.7	5.8	10.9	4.0
8	099	扁柏	17.9	6.2	11.8	4.5
8	100	扁柏	13.6	6.6	10.0	3.6
8	101	扁柏	12	6.4	9.3	3.2
8	102	扁柏	14.7	8.4	10.5	3.8
8	103	扁柏	22	8	13.2	5.4
8	104	扁柏	15.9	7.8	11.0	4.1
8	105	扁柏	20	10.4	12.5	5.0
8	106	扁柏	11	6.8	9.2	2.0
8	107	扁柏	10.8	7.4	9.3	2.8
8	108	扁柏	30.6	8.4	16.0	7.3
8	109	扁柏	15.5	1.2	10.8	4.0
8	110	扁柏	30.2	4.4	15.9	7.2
8	111	扁柏	13.2	7.1	9.9	3.5
8	112	薯豆	16	5.3	11.7	4.1

8	113	扁柏	12	7.6	9.3	3.2
8	114	扁柏	128	5.8	36.5	28.5
8	115	扁柏	23	8	13.6	5.6
8	116	扁柏	9.1	4.8	7.5	2.2
8	117	扁柏	21.7	7	13.1	5.3
8	118	扁柏	10.3	5.9	8.6	2.9
8	119	扁柏	19.1	9.8	12.2	4.8
8	120	平遮那灰木	13.5	3.2	10.5	3.6
8	121	山櫻花	20.3	7.8	13.6	5.0
8	122	薯豆	25.2	4	15.6	6.1
8	123	扁柏	13	8.4	9.8	3.5
8	124	扁柏	9.9	6.8	8.4	2.8
8	125	扁柏	14.5	7.8	10.4	3.8
8	126	臺灣紅榨槭	15.4	5.8	11.4	4.0
8	127	扁柏	25.8	3.4	14.5	6.2
8	128	扁柏	16	9.8	11.0	4.1
8	129	扁柏	14.4	7.9	10.4	3.8
8	130	扁柏	10.9	8.2	8.8	3.0
8	131	扁柏	20.8	8.4	12.8	5.2
8	132	扁柏	12.8	6	9.7	3.4
8	133	香葉樹	19.7	1.8	13.3	4.9
8	134	扁柏	8.2	6.3	8.7	2.0
8	135	扁柏	17.7	6.2	11.7	4.5
8	136	扁柏	18	8.4	11.8	4.5
8	137	扁柏	18.8	7.8	12.1	4.7
8	138	扁柏	11.2	6.5	9.0	3.1
9	001	扁柏	26.8	6.6	14.8	6.5
9	002	扁柏	26.5	5.1	14.7	6.4
9	003	扁柏	27.9	8.7	15.2	6.7
9	004	扁柏	26.5	7.2	14.7	6.4
9	005	薯豆	22	2.5	14.3	5.4
9	006	扁柏	14.5	6.3	10.4	3.8
9	007	扁柏	31.1	5.3	16.2	7.4
9	008	扁柏	23.1	8.9	13.6	5.7
9	009	扁柏	26.7	8.7	14.8	6.4
9	010	扁柏	13	8.5	9.8	3.5
9	011	扁柏	13.4	8.4	10.0	3.5
9	012	扁柏	31.1	7.5	16.2	7.4
9	013	扁柏	25.3	10.4	14.4	6.1
9	014	扁柏	20.6	7.8	12.8	5.1
9	015	扁柏	19.5	7.2	12.4	4.9
9	016	扁柏	21.9	7.9	13.2	5.4
9	017	扁柏	8.8	6.1	8.1	3.0
9	018	扁柏	19.2	7.6	12.2	4.8
9	019	扁柏	20.5	7.4	12.7	5.1
9	020	扁柏	24.5	9.3	14.1	6.0
9	021	扁柏	18.9	6	12.1	4.7
9	022	扁柏	27.9	7.2	15.2	6.7
9	023	扁柏	21.5	7.8	13.2	4.7
9	024	扁柏	16	6.8	11.0	4.1
9	025	扁柏	22.6	6.5	13.5	5.5
9	026	扁柏	30.7	7.2	16.0	7.3
9	027	薯豆	23.2	4.8	14.8	5.7
9	028	扁柏	30.5	7.6	16.0	7.3

9	029	扁柏	20.8	6.4	12.8	5.2
9	030	扁柏	19.9	7.2	12.5	5.0
9	031	扁柏	27.3	5.7	15.0	6.6
9	032	扁柏	9.9	6	8.4	2.8
9	033	扁柏	15	6.7	10.6	3.9
9	034	紅楠	16.5	4.2	11.9	4.2
9	035	紅楠	17.2	4.5	12.2	4.4
9	036	扁柏	26.2	7.2	14.6	6.3
9	037	紅楠	12.5	4	10.0	3.3
9	038	平遮那灰木	11.5	3.4	9.5	3.1
9	039	薯豆	12	6.7	9.7	3.2
9	040	薯豆	19.9	3.8	13.4	5.0
9	041	薯豆	14.3	4.1	10.9	3.7
9	042	薯豆	16.4	3.7	11.9	4.2
9	043	扁柏	10.4	6.2	8.6	2.9
9	044	平遮那灰木	20.2	4	13.5	5.0
9	045	扁柏	23.6	6.9	13.8	5.8
9	046	扁柏	19.4	7.5	12.3	4.8
9	047	平遮那灰木	27.5	3.5	16.5	6.6
9	048	扁柏	22.3	4.8	11.4	3.8
9	049	扁柏	18.4	7.2	12.0	4.6
9	050	扁柏	21.1	6.3	12.9	5.2
9	051	扁柏	16.5	7.3	11.2	4.2
9	052	扁柏	8	4.9	6.4	2.2
9	053	扁柏	15.3	7.4	10.7	4.0
9	054	扁柏	26.7	5.9	14.8	6.4
9	055	扁柏	13.2	6.2	9.9	3.5
9	056	扁柏	12	5.5	9.3	3.2
9	057	扁柏	14.5	6	10.4	3.8
9	058	扁柏	12.5	5.4	9.6	3.3
9	059	扁柏	20.1	6.2	12.6	5.0
9	060	扁柏	12.4	7.5	9.5	3.3
9	061	扁柏	11.3	7.1	9.0	3.1
9	062	扁柏	20	3.5	12.5	5.0
9	063	扁柏	7.6	6.3	8.4	3.2
9	064	扁柏	17.8	4.3	11.7	4.5
9	065	扁柏	13.9	4.9	10.2	3.6
9	066	扁柏	8	5	6.3	1.8
9	067	扁柏	23.1	5.3	13.6	5.7
9	068	扁柏	13	8.2	9.8	3.5
9	069	扁柏	13.9	4.2	10.2	3.6
9	070	扁柏	11.8	7.3	9.3	3.2
9	071	扁柏	13.2	6.3	9.9	3.5
9	072	扁柏	22.5	7.1	13.4	5.5
9	073	扁柏	22.5	2.5	13.4	5.5
9	074	扁柏	10.5	4.6	8.7	2.9
9	075	紅楠	15.7	4.6	11.5	4.0
9	076	扁柏	17.8	7.6	11.7	4.5
9	077	扁柏	10.4	4	8.6	2.9
9	078	扁柏	9.8	6	8.3	2.8
9	079	扁柏	12.7	6.8	9.7	3.4
9	080	扁柏	19	7.2	12.2	4.8
9	081	扁柏	15.5	6.8	10.8	4.0
9	082	扁柏	15.7	6.8	10.9	4.0

9	083	扁柏	7.5	4.4	7.1	3.0
9	084	扁柏	8.2	5.1	7.5	2.4
9	085	扁柏	18.5	5	12.0	4.7
9	086	扁柏	13.8	7.5	10.1	3.6
9	087	扁柏	11.4	4.7	9.1	3.1
9	088	扁柏	12.5	4	9.6	3.3
9	089	扁柏	17.5	6.7	11.6	4.4
9	090	扁柏	23.3	4.8	13.7	5.7
9	091	扁柏	24	3.2	13.9	5.8
9	092	扁柏	16.2	4.4	11.1	4.1
9	093	扁柏	20.5	5.3	12.7	5.1
9	094	扁柏	18.3	7.2	11.9	4.6
9	095	扁柏	10	5.4	8.4	2.8
9	096	薯豆	19.8	4.1	13.4	4.9
9	097	扁柏	13.2	6.6	9.9	3.5
9	098	扁柏	16	7.9	11.0	4.1
9	099	扁柏	16.6	7.8	11.3	4.2
9	100	扁柏	15.4	8	10.8	4.0
9	101	扁柏	17.5	8.2	11.6	4.4
9	102	扁柏	22.5	7.6	13.4	5.5
9	103	扁柏	17.7	8.4	11.7	4.5
9	104	扁柏	16.8	6.8	11.3	4.3
9	105	扁柏	25.7	7.8	14.5	6.2
9	106	扁柏	12	5.3	9.3	3.2
9	107	扁柏	22.4	6.1	12.7	5.4
9	108	扁柏	20.3	6.7	12.6	5.0
9	109	扁柏	27.8	6.4	15.2	6.7
9	110	扁柏	29.5	1.4	15.7	7.0
9	111	扁柏	18.2	6.1	11.9	4.6
9	112	薯豆	17.6	7.3	12.4	4.5
9	113	扁柏	11.5	6	9.1	3.1
9	114	扁柏	28.5	5.2	15.4	6.8
9	115	扁柏	18.5	8.1	12.0	4.7
9	116	扁柏	11.8	7.2	9.3	3.2
9	117	扁柏	33.8	4.1	13.8	6.2
9	118	扁柏	18.3	8.8	11.9	4.6
9	119	扁柏	16.6	6.8	11.3	4.2
9	120	扁柏	18.8	7.3	12.1	4.7
9	121	扁柏	21	9	15.8	5.0
9	122	扁柏	16	7.6	11.0	4.1
9	123	扁柏	13.1	7.5	9.8	3.5
9	124	扁柏	15.4	8.1	10.8	4.0
9	125	扁柏	9.9	4.3	8.4	2.8
9	126	扁柏	31.8	4.8	16.8	7.2
9	127	扁柏	134	6.8	37.4	29.8
9	128	扁柏	20.5	8.2	12.7	5.1
9	129	扁柏	12.6	7.9	9.6	3.4
9	130	扁柏	21.4	6.5	13.0	5.3
9	131	扁柏	26.5	4.6	14.7	6.4
9	132	扁柏	36.4	4	13.6	8.3
9	133	臺灣紅榨槭	13.2	5.9	10.3	3.5
9	134	扁柏	24.5	8.1	14.1	6.0
10	001	扁柏	29.4	4.3	15.6	7.0
10	002	薯豆	28.5	7.6	16.8	6.8

10	003	楊桐	27.5	7.4	16.5	6.6
10	004	楊桐	22	8.1	14.3	5.4
10	005	扁柏	32.6	3.5	16.6	7.7
10	006	楊桐	24	6.7	15.1	5.8
10	007	扁柏	25.2	3	14.3	6.1
10	008	扁柏	27.2	9.2	15.0	6.5
10	009	扁柏	24	6.5	13.9	5.8
10	010	扁柏	26.6	2.5	14.8	6.4
10	011	扁柏	13	9.9	9.8	3.5
10	012	扁柏	23.5	6.7	13.8	5.7
10	013	扁柏	28.5	5.2	15.4	6.8
10	014	扁柏	8.5	3.2	7.7	2.5
10	015	扁柏	6.5	2.8	6.6	2.0
10	016	扁柏	35.8	6.9	7.0	2.5
10	017	扁柏	22.3	5.6	13.3	5.5
10	018	扁柏	21.1	4	12.9	5.2
10	019	扁柏	10.2	2.3	14.4	5.0
10	020	扁柏	22	5.4	13.2	5.4
10	021	扁柏	28	8.8	15.2	6.7
10	022	扁柏	37.2	3.5	17.7	6.8
10	023	扁柏	21.1	6.4	16.8	7.2
10	024	扁柏	19.8	8.9	12.5	4.9
10	025	扁柏	22.1	6.1	13.3	5.4
10	026	扁柏	28.3	6.4	15.3	6.8
10	027	扁柏	3.8	2.3	3.5	1.0
10	028	扁柏	3.1	2.5	3.7	1.8
10	029	扁柏	35.3	3.7	17.4	8.3
10	030	日本楨楠	25.4	7.1	15.6	6.2
10	031	扁柏	38.5	2.5	18.2	7.3
10	032	扁柏	16	1.8	11.0	4.1
10	033	扁柏	31	4.2	16.1	7.4
10	034	扁柏	20	2.5	9.1	5.2
10	035	扁柏	32.9	4.2	16.7	7.8
10	036	扁柏	32.5	2.4	16.6	7.7
10	037	扁柏	33.2	7.3	16.8	7.9
10	038	扁柏	10.4	5.3	8.6	2.9
10	039	扁柏	34.2	8.9	17.1	8.1
10	040	扁柏	27.8	7.5	15.2	6.7
10	041	扁柏	36.4	7.6	17.7	8.6
10	042	扁柏	22.9	5.8	13.6	5.6
10	043	扁柏	25.5	4.4	14.4	6.2
10	044	扁柏	36	6.8	17.6	8.5
10	045	扁柏	32.1	6.9	16.5	7.6
10	046	扁柏	22.6	6.8	13.5	5.5
10	047	扁柏	21.9	4.9	13.2	5.4
10	048	扁柏	32	6.3	16.4	7.6
10	049	扁柏	32.7	5.8	16.6	7.7
10	050	扁柏	37.3	8.7	19.5	8.8
10	051	扁柏	34.3	9.5	17.1	8.1
10	052	扁柏	35.6	4.5	17.5	8.4
10	053	扁柏	35.1	8.1	17.3	8.3
10	054	扁柏	30.6	6.7	16.0	7.3
11	001	柳杉	26.4	2.5	18.6	6.4
11	002	柳杉	25.6	3.8	18.2	6.2

11	003	柳杉	29.7	5.3	19.9	7.1
11	004	柳杉	24.8	6.4	17.9	6.0
11	005	柳杉	22.8	4.5	17.0	5.6
11	006	柳杉	38.3	5.6	23.1	9.0
11	007	柳杉	35.3	9.5	22.0	8.3
11	008	柳杉	33.1	6.5	21.2	7.8
11	009	柳杉	24.9	3.4	17.9	6.0
11	010	柳杉	31.2	7.5	24.4	6.9
11	011	柳杉	32.5	8.1	21.0	7.7
11	012	柳杉	35	2.5	21.9	8.2
11	013	柳杉	13.5	6.4	12.6	3.6
11	014	柳杉	27.8	4	19.1	6.7
11	015	柳杉	30.8	7.9	20.3	7.3
11	016	柳杉	25.2	4.5	18.1	6.1
11	017	柳杉	23.9	3.9	17.5	5.8
11	018	柳杉	25.8	4.4	18.3	6.2
11	019	柳杉	35	3.9	21.9	8.2
11	020	柳杉	17.7	5.1	14.7	4.5
11	021	柳杉	36.7	6.5	22.5	8.6
11	022	柳杉	38.5	7.2	23.1	9.0
11	023	柳杉	14.5	5	13.1	3.8
11	024	柳杉	37.9	8.2	22.9	8.9
11	025	柳杉	29.5	6.8	19.8	7.0
11	026	柳杉	37.5	5.5	22.8	8.8
11	027	柳杉	18	5.7	14.8	4.5
11	028	柳杉	39.7	8.4	23.6	9.3
11	029	柳杉	11.8	5.9	14.8	3.1
11	030	柳杉	22.7	5	17.0	5.6
11	031	柳杉	49.3	7.9	26.7	11.4
11	032	柳杉	15.1	5.7	13.4	3.9
11	033	柳杉	19.4	5.7	15.5	4.8
11	034	柳杉	44	10.3	25.0	10.2
11	035	柳杉	16.7	3.1	14.2	4.3
11	036	柳杉	41.5	6.2	24.2	9.7
11	037	柳杉	42	7.1	24.4	9.8
11	038	柳杉	45.4	11.8	25.5	10.5
11	039	柳杉	36.7	4.3	22.5	8.6
11	040	柳杉	19.5	10.3	15.6	4.9
11	041	柳杉	56.3	9.5	23.8	15.6
11	042	柳杉	29.7	8.4	19.9	7.1
11	043	柳杉	19.7	8.4	15.7	4.9
11	044	紅檜	8	3	6.9	2.4
11	045	柳杉	19.5	6.8	15.6	4.9
11	046	香杉	27.8	7.2	19.1	6.7
11	047	柳杉	5.5	2.5	6.9	13.0
11	048	柳杉	29	8.2	19.6	6.9
11	049	柳杉	34.5	7.8	21.7	8.1
11	050	柳杉	46.4	9.1	25.8	10.7
11	051	柳杉	17	4.5	14.4	4.3
11	052	柳杉	17.4	3.1	14.6	4.4
11	053	柳杉	36	3.2	22.3	8.5
11	054	柳杉	29	7.8	19.6	6.9
11	055	柳杉	12.5	2.9	12.0	3.3
11	056	柳杉	36.5	8.9	22.4	8.6

11	057	柳杉	21.1	3.6	16.3	5.2
11	058	柳杉	33.1	9.7	21.2	7.8
11	059	柳杉	41.7	6.8	24.3	9.7
11	060	柳杉	43.2	1.8	24.8	10.0
11	061	柳杉	26.7	6.2	18.7	6.4
11	062	柳杉	29.4	16.2	19.8	7.0
11	063	柳杉	32.9	10.6	21.1	7.8
11	064	柳杉	24.6	10.7	17.8	6.0
11	065	柳杉	33.9	9.8	21.5	8.0
11	066	柳杉	36	9.4	22.3	8.5
11	067	柳杉	32.4	10.8	20.9	7.7
11	068	柳杉	37	14.3	22.6	8.7
11	069	柳杉	55	10.9	27.0	11.4
11	070	柳杉	35.4	6.5	22.0	8.3
11	071	柳杉	44.1	7.5	25.1	10.2
11	072	柳杉	19.9	2.6	15.7	5.0
11	073	柳杉	33.9	10.7	21.5	8.0
11	074	柳杉	13.2	5.5	10.8	2.2
11	075	柳杉	45.4	11.8	25.5	10.5
11	076	柳杉	25.5	8.9	18.2	6.2
11	077	柳杉	19.2	8.2	15.4	4.8
11	078	柳杉	12.9	4.8	11.8	2.4
11	079	柳杉	26.6	3.6	18.7	6.4
11	080	柳杉	37.7	9.2	22.9	8.8
11	081	柳杉	44.7	8.4	25.3	10.4
11	082	柳杉	18	2.1	14.8	4.5
11	083	柳杉	40.3	10.6	23.8	9.4
11	084	柳杉	29.7	4	19.9	7.1
11	085	柳杉	31	5.7	20.4	7.4
11	086	柳杉	21.6	5.2	16.5	5.3
11	087	柳杉	30	4.2	20.0	7.2
11	088	柳杉	49.8	10.5	25.7	8.2
11	089	柳杉	47.3	8.6	26.1	10.9
11	090	柳杉	32.1	5.4	19.2	3.8
11	091	柳杉	25.5	9.2	18.2	6.2
11	092	柳杉	39	10.6	23.3	9.1
11	093	柳杉	23.3	5.5	17.3	5.7
11	094	柳杉	50.1	12.3	27.3	8.9
11	095	柳杉	18.9	7.6	15.3	4.7
11	096	柳杉	38.1	11.8	23.0	8.9
11	097	柳杉	16.8	9.6	14.3	4.3
11	098	柳杉	42.5	12.8	24.5	9.9
11	099	柳杉	34.4	8.5	21.7	8.1
11	100	柳杉	42.1	4.1	24.4	9.8
11	101	柳杉	44.9	12.1	25.3	10.4
11	102	柳杉	35	12.8	21.9	8.2
11	103	柳杉	32.4	15	23.8	7.8
11	104	柳杉	35.8	6.9	22.2	8.4
12	001	香杉	56.5	13.6	32.5	12.4
12	002	扁柏	18.3	6.8	16.2	8.2
12	003	扁柏	79	7.6	28.9	21.3
12	004	香杉	48.7	11.4	28.6	11.5
12	005	鐵杉	60.7	2.9	30.2	13.8
12	006	紅檜	40.2	8.2	19.8	9.4

12	007	香杉	48.2	13.7	28.2	12.3
12	008	紅檜	55.7	7.7	24.5	12.8
12	009	紅檜	51.8	6.3	23.3	11.9
12	010	香杉	16.9	4.7	21.2	4.7
12	011	紅檜	32.7	7.4	17.3	7.7
12	012	紅檜	43.7	11.6	20.9	10.1
12	013	扁柏	31	8.5	16.1	7.4
12	014	扁柏	45.3	13.1	20.1	10.5
12	015	香杉	24	12.7	17.6	5.8
12	016	香杉	48.7	13.1	25.8	13.2
12	017	紅檜	59	3.1	25.4	13.5
12	018	鐵杉	48.9	9.8	26.6	11.3
12	019	紅檜	15.9	6.4	13.1	6.8
12	020	紅檜	31.5	11.2	16.9	7.5
12	021	紅檜	40	5.5	19.7	9.3
12	022	紅檜	51.8	7.4	23.3	11.9
12	023	香杉	43	9.1	24.7	10.0
12	024	香杉	34.8	6	21.8	8.2
12	025	紅檜	67.5	9.9	25.9	13.8
12	026	紅檜	26.9	2	15.2	6.5
12	027	紅檜	51.2	9.2	23.2	11.8
12	028	香杉	45.5	14.3	25.5	10.5
13	001	柳杉	28	10	19.2	6.7
13	002	柳杉	20	5	15.8	5.0
13	003	柳杉	19	3	15.3	4.8
13	004	柳杉	32	5	21.2	4.2
13	005	柳杉	31	5	20.4	7.4
13	006	柳杉	28	10	19.2	6.7
13	007	柳杉	15	12.3	17.4	1.5
13	008	紅檜	57	4	22.6	8.1
13	009	柳杉	27	11	18.8	6.5
13	010	柳杉	35	12	21.9	8.2
13	011	柳杉	31	9.3	20.4	7.4
13	012	柳杉	21	8.2	16.2	5.2
13	013	紅檜	26	13	14.9	6.3
13	014	柳杉	19	8	15.3	4.8
13	015	柳杉	16	11	13.9	4.1
13	016	柳杉	18	10	14.8	4.5
13	017	柳杉	37	12	22.6	8.7
13	018	柳杉	22	6	16.7	5.4
13	019	紅檜	19	9	12.2	4.8
13	020	紅檜	23	11.5	13.8	5.6
13	021	木荷	108.7	13.7	21.7	6.4
13	022	柳杉	45	13	23.5	5.7
13	023	柳杉	40	12	23.7	9.3
13	024	柳杉	17	4	14.4	4.3
13	025	柳杉	15	7	18.7	2.4
13	026	紅檜	26	14	14.9	6.3
13	027	柳杉	22	8	16.7	5.4
13	028	柳杉	20	8	15.8	5.0
13	029	柳杉	38	7.5	23.0	8.9
13	030	柳杉	19	6	15.3	4.8
13	031	柳杉	34	6.5	21.5	8.0
13	032	柳杉	34	7	21.5	8.0



13	033	柳杉	41	8	24.0	9.6
13	034	柳杉	27	5	18.8	6.5
13	035	柳杉	23	8	17.1	5.6
13	036	柳杉	37	5.5	22.6	8.7
13	037	柳杉	23	14	17.1	5.6
13	038	柳杉	47	7	26.0	10.9
13	039	柳杉	19	4.5	15.3	4.8
13	040	柳杉	21	7	16.2	5.2
13	041	柳杉	40	13	23.7	9.3
13	042	紅檜	45	1.5	21.3	10.4
13	043	柳杉	38	10	23.0	8.9
13	044	柳杉	37	9.5	22.6	8.7
13	045	柳杉	21	5.5	16.2	5.2
13	046	紅檜	30	8.5	16.4	7.2
13	047	紅檜	34	10	17.7	8.0
13	048	紅檜	23	15	13.8	5.6
13	049	紅檜	38	16	19.1	8.9
13	050	柳杉	27	10	18.8	6.5
13	051	柳杉	27	12	18.8	6.5
13	052	紅檜	38	14	19.1	8.9
13	053	柳杉	25	13	18.0	6.1
13	054	柳杉	31	11	20.4	7.4
13	055	紅檜	32	7	23.7	5.2
13	056	柳杉	25	8.5	18.0	6.1
13	057	柳杉	22	10	16.7	5.4
13	058	紅檜	41	11	20.0	9.6
13	059	柳杉	45	8.5	25.4	10.4
13	060	柳杉	36	9	22.3	8.5
13	061	紅檜	29	9.5	16.0	6.9
13	062	紅檜	37	10.5	18.8	8.7
13	063	柳杉	17	6	14.4	4.3
13	064	柳杉	29	9	19.6	6.9
13	065	柳杉	28	7	19.2	6.7
13	066	柳杉	33	8.5	21.2	7.8
13	067	紅檜	19	18	12.2	4.8
13	068	紅檜	33	11	17.4	7.8
13	069	紅檜	32	13	17.1	7.6
13	070	柳杉	23	7.5	17.1	5.6
13	071	柳杉	18	11.5	14.8	4.5
13	072	柳杉	32	5.5	22.7	4.9
13	073	柳杉	42	13	24.4	9.8
13	074	柳杉	18	6.5	18.9	1.8
13	075	柳杉	28	8	19.2	6.7
13	076	柳杉	48	48	23.4	6.8
13	077	柳杉	36	36	22.3	8.5
13	078	柳杉	18	18	14.8	4.5
13	079	柳杉	33	33	21.2	7.8
13	080	柳杉	24	24	17.6	5.8
13	081	柳杉	19	19	15.3	4.8
13	082	柳杉	35	35	21.9	8.2
13	083	柳杉	20	20	15.8	5.0
13	084	柳杉	21	21	16.2	5.2
13	085	柳杉	24	24	17.6	5.8
13	086	木荷	20	20	13.4	5.0

13	087	柳杉	40	40	23.7	9.3
13	088	柳杉	39	39	23.3	9.1
13	089	柳杉	35	35	21.9	8.2
13	090	柳杉	22	22	16.7	5.4
14	001	柳杉	22.7	4.8	17.0	5.6
14	002	紅檜	23.1	4.3	18.3	4.0
14	003	柳杉	5.8	4.1	5.6	2.2
14	004	柳杉	17.2	7.4	14.5	4.4
14	005	柳杉	24	4.1	17.6	5.8
14	006	柳杉	19	8.2	15.3	4.8
14	007	柳杉	19.8	4.3	15.7	4.9
14	008	薯豆	26	3.2	15.9	6.3
14	009	柳杉	26.2	1.4	18.5	6.3
14	010	柳杉	5.5	2.4	7.1	2.7
14	011	紅檜	17.5	3.9	11.5	4.4
14	012	柳杉	13.8	3.6	12.7	3.6
14	013	紅檜	15.2	4.6	10.5	3.9
14	014	柳杉	23.8	9.2	18.7	6.6
14	015	柳杉	12.8	6.7	12.2	3.4
14	016	柳杉	33.7	3.3	21.4	8.0
14	017	柳杉	16.8	3.4	14.3	4.3
14	018	柳杉	13.6	4	12.6	3.6
14	019	紅檜	19.2	3.9	12.2	4.8
14	020	扁柏	38	4	18.1	8.9
14	021	紅檜	7.6	1.7	6.7	2.3
14	022	扁柏	31	6.4	16.1	7.4
14	023	扁柏	21.2	2.6	13.0	5.2
14	024	扁柏	22.6	2.9	13.5	5.5
14	025	柳杉	33.5	9.6	21.3	7.9
14	026	柳杉	27.6	4.4	19.1	6.6
14	027	柳杉	33.5	4.1	21.3	7.9
14	028	柳杉	20.8	9.7	16.2	5.2
14	029	柳杉	18	5.6	14.8	4.5
14	030	柳杉	25.4	9.6	18.2	6.2
14	031	柳杉	29.8	6.2	19.9	7.1
14	032	柳杉	33.2	4.2	21.2	7.9
14	033	柳杉	32.3	3	20.9	7.7
14	034	柳杉	28	5.3	19.2	6.7
14	035	柳杉	31.8	4.8	20.7	7.5
14	036	柳杉	17	4.6	14.4	4.3
14	037	柳杉	24.8	8.2	17.9	6.0
14	038	柳杉	25.5	6.8	18.2	6.2
14	039	柳杉	20.2	7	15.9	5.0
14	040	扁柏	6.3	4.5	7.8	2.6
14	041	扁柏	21.3	1.7	13.0	5.3
14	042	扁柏	13.3	6.8	9.9	3.5
14	043	扁柏	12.8	7.6	9.7	3.4
14	044	柳杉	30.5	6.3	20.2	7.3
14	045	柳杉	22.6	7.8	17.0	5.5
14	046	柳杉	20	6.7	15.8	5.0
14	047	紅檜	5.7	1.6	6.5	2.5
14	048	柳杉	13	3.8	12.3	3.5
14	049	柳杉	28.6	12	19.5	6.9
14	050	柳杉	30.4	7.5	20.2	7.2

14	051	柳杉	6.3	4.2	8.7	1.0
14	052	柳杉	11.8	5.8	11.6	3.2
14	053	柳杉	21.6	8.9	16.5	5.3
14	054	柳杉	11.5	5.2	11.4	3.1
14	055	柳杉	6.5	4.5	8.2	2.0
14	056	柳杉	4.2	4.6	6.4	2.0
14	057	柳杉	24.6	5.4	17.8	6.0
14	058	柳杉	19.1	7.2	15.4	4.8
14	059	柳杉	12.8	2.1	12.2	3.4
14	060	柳杉	11.4	3	11.4	3.1
14	061	柳杉	14.5	8.2	13.1	3.8
14	062	柳杉	18.2	6.3	14.9	4.6
14	063	柳杉	19.2	7.4	15.4	4.8
14	064	紅檜	6.8	3.2	6.2	2.1
14	065	紅檜	6	3.2	5.8	1.9
14	066	柳杉	30	8.2	20.0	7.2
14	067	柳杉	24.3	11.5	17.7	5.9
14	068	柳杉	12.5	5.9	12.0	3.3
14	069	柳杉	42.3	5.8	24.8	8.2
14	070	柳杉	30.8	7.8	20.3	7.3
14	071	柳杉	12.1	2.7	11.8	3.3
14	072	柳杉	22.4	5.9	16.9	5.5
14	073	柳杉	22	4.7	16.7	5.4
14	074	柳杉	9.3	2.4	10.1	2.6
14	075	柳杉	40.6	3.4	25.2	7.9
14	076	柳杉	11.1	1.6	11.2	3.0
14	077	柳杉	25	9.2	18.0	6.1
14	078	柳杉	29	8.7	19.6	6.9
14	079	柳杉	28.4	9.2	19.4	6.8
14	080	柳杉	26.4	4.1	18.6	6.4
14	081	柳杉	8.5	2	9.6	2.5
14	082	柳杉	20.6	13.1	16.1	5.1
14	083	柳杉	16	6.2	13.9	4.1
14	084	柳杉	8.4	1.8	9.5	2.4
14	085	柳杉	16.9	8.1	14.3	4.3
14	086	柳杉	15.1	5.3	13.4	3.9
14	087	柳杉	10.3	7.2	10.7	2.9
14	088	柳杉	14.9	2.8	13.3	3.9
14	089	柳杉	27.4	8.2	19.0	6.6
14	090	柳杉	7.4	1.8	8.8	2.2
14	091	柳杉	20.5	5.5	16.0	5.1
14	092	柳杉	19.1	7.3	15.4	4.8
14	093	柳杉	17.2	6.8	14.5	4.4
14	094	柳杉	14.8	6.5	13.2	3.8
14	095	柳杉	17.1	4.2	14.4	4.3
14	096	柳杉	17.6	2.7	14.7	4.5
14	097	柳杉	16.7	5.9	14.2	4.3
14	098	柳杉	10.9	4.7	11.1	3.0
14	099	柳杉	14.1	7.8	12.9	3.7
14	100	柳杉	21.1	8.2	16.3	5.2
14	101	紅檜	16.1	3.1	10.9	4.1
14	102	柳杉	13.6	1.4	12.6	3.6
14	103	柳杉	12.9	6.8	12.2	3.4
14	104	柳杉	22.7	7.4	21.6	4.8

14	105	柳杉	21.3	7.5	16.4	5.3
14	106	柳杉	15.9	3	13.8	4.1
14	107	柳杉	29	3.1	19.6	6.9
14	108	柳杉	6.5	3.2	8.2	2.0
15	001	柳杉	34.1	7.3	21.6	8.0
15	002	柳杉	16.9	7.5	14.3	4.3
15	003	柳杉	35.8	1.8	22.2	8.4
15	004	柳杉	33.8	4.8	21.5	8.0
15	005	柳杉	21.7	6.4	16.6	5.3
15	006	柳杉	41.5	10.8	24.2	9.7
15	007	柳杉	30.2	9.2	20.1	7.2
15	008	柳杉	43.2	11.4	24.8	10.0
15	009	柳杉	24.1	6	17.6	5.9
15	010	柳杉	24.9	11.3	17.9	6.0
15	011	柳杉	25	6.4	18.0	6.1
15	012	柳杉	30.1	9.9	20.0	7.2
15	013	柳杉	11	4.3	11.1	3.0
15	014	柳杉	40.2	13.4	23.7	9.4
15	015	柳杉	15	5.3	13.3	3.9
15	016	柳杉	20.4	11.2	16.0	5.1
15	017	柳杉	17.5	8.4	14.6	4.4
15	018	紅檜	9.5	6.4	8.7	3.4
15	019	柳杉	15.5	3.2	13.6	4.0
15	020	柳杉	17.5	3.8	14.6	4.4
15	021	柳杉	14	6.2	12.8	3.7
15	022	柳杉	29.8	12	19.9	7.1
15	023	柳杉	22.5	5.1	16.9	5.5
15	024	柳杉	26.2	9.3	18.5	6.3
15	025	柳杉	31.4	12.3	20.5	7.5
15	026	柳杉	16.9	10.1	14.3	4.3
15	027	柳杉	20.7	8.2	16.1	5.1
15	028	柳杉	25.5	10.8	18.2	6.2
15	029	柳杉	15.4	5.2	13.6	4.0
15	030	柳杉	19.6	10.5	15.6	4.9
15	031	柳杉	12.9	7.8	12.2	3.4
15	032	柳杉	24.9	7.6	17.9	6.0
15	033	柳杉	15.7	4.2	13.7	4.0
15	034	柳杉	13.5	8.4	12.6	3.6
15	035	柳杉	19.6	8.8	15.6	4.9
15	036	柳杉	9.2	5.4	8.9	2.0
15	037	柳杉	14.9	4.2	13.3	3.9
15	038	柳杉	36.3	14.1	22.4	8.5
15	039	柳杉	11.5	2.7	11.4	3.1
15	040	柳杉	31.8	9.3	20.7	7.5
15	041	柳杉	12.6	5.8	12.1	3.4
15	042	柳杉	20.8	4.1	16.2	5.2
15	043	柳杉	26	15.7	18.4	6.3
15	044	柳杉	37.9	9.8	22.9	8.9
15	045	柳杉	14	3.8	12.8	3.7
15	046	柳杉	18.8	5.8	15.2	4.7
15	047	柳杉	18	3.5	14.8	4.5
15	048	柳杉	38.5	6.1	23.1	9.0
15	049	柳杉	17.5	7.8	14.6	4.4
15	050	柳杉	33.4	4.1	21.3	7.9

15	051	柳杉	43.2	12.8	24.8	10.0
15	052	柳杉	14.3	3.4	13.0	3.7
15	053	柳杉	21.5	7.9	16.5	5.3
15	054	柳杉	33.4	6.2	21.3	7.9
15	055	柳杉	24.5	5.8	17.8	6.0
15	056	柳杉	24	10.8	17.6	5.8
15	057	柳杉	17.1	9.9	14.4	4.3
15	058	柳杉	37.5	8.9	22.8	8.8
15	059	柳杉	30.2	8.2	20.1	7.2
15	060	柳杉	28.4	8.9	19.4	6.8
15	061	柳杉	24.8	7.9	17.9	6.0
15	062	柳杉	23.8	7	17.5	5.8
15	063	柳杉	33.5	11.1	21.3	7.9
15	064	柳杉	17.7	5.4	14.7	4.5
15	065	柳杉	32.1	6.2	26.8	10.7
15	066	柳杉	36.9	11.8	22.6	8.7
15	067	柳杉	35	9.7	21.9	8.2
15	068	柳杉	17.7	7.8	14.7	4.5
15	069	柳杉	12.8	6.5	12.2	3.4
15	070	柳杉	28	4.8	19.2	6.7
15	071	柳杉	29.9	10.8	20.0	7.1
15	072	柳杉	24.3	5.3	17.7	5.9
15	073	柳杉	26.4	5.9	18.6	6.4
15	074	柳杉	26.2	2.1	18.5	6.3
15	075	柳杉	31.9	5.3	27.3	9.6
15	076	柳杉	29.8	3	19.9	7.1
15	077	紅檜	9.9	3.1	9.2	3.2
15	078	柳杉	23.5	3.8	17.3	5.7
15	079	柳杉	21.1	1.6	16.3	5.2
15	080	柳杉	22.1	6.8	16.7	5.4
15	081	柳杉	19.5	6.9	15.6	4.9
15	082	柳杉	21.1	7.9	16.3	5.2
15	083	柳杉	34.2	6	21.6	8.1
15	084	柳杉	20	8.9	15.8	5.0
15	085	柳杉	31.8	7.8	20.7	7.5
15	086	柳杉	21.4	7.8	16.4	5.3
15	087	柳杉	17.3	8.1	14.5	4.4
15	088	柳杉	23.3	3.4	17.3	5.7
15	089	柳杉	35.7	8.2	22.1	8.4
15	090	柳杉	12.8	6.4	12.2	3.4
15	091	柳杉	34.3	6.9	21.6	8.1
15	092	柳杉	43.2	4.8	24.8	10.0
15	093	柳杉	53.5	9.1	28.0	18.4
15	094	柳杉	12.1	3.8	10.4	3.2
15	095	柳杉	26.3	5.7	18.5	6.4
15	096	柳杉	44	2.4	22.4	14.3
15	097	柳杉	9.4	8.5	10.2	2.7
15	098	柳杉	30.7	3.1	20.3	7.3
15	099	柳杉	24.5	6.4	17.8	6.0
15	100	柳杉	30.3	7.5	20.1	7.2
15	101	柳杉	42.6	1.4	24.6	9.9
15	102	柳杉	17.5	5.2	14.6	4.4
15	103	柳杉	27.7	7.4	19.1	6.7
15	104	柳杉	15.7	4.7	13.7	4.0

15	105	柳杉	48.5	1.4	26.5	11.2
15	106	柳杉	20	6.5	15.8	5.0
15	107	柳杉	12.8	2.7	12.2	3.4
15	108	柳杉	34.4	6.4	21.7	8.1
15	109	柳杉	35	3.8	21.9	8.2
15	110	柳杉	40.8	2.5	23.9	9.5
15	111	柳杉	50.8	2.4	27.2	11.7
15	112	柳杉	36.3	10.2	22.4	8.5
15	113	柳杉	54	8	25.8	12.9
15	114	柳杉	13.8	5	12.7	3.6
15	115	柳杉	22	7.4	16.7	5.4
15	116	柳杉	22.5	2.4	16.9	5.5
15	117	柳杉	31.2	11.5	20.5	7.4
15	118	柳杉	16.1	5.3	13.9	4.1
15	119	柳杉	23.6	3.8	17.4	5.8
15	120	柳杉	32.3	2.8	21.4	7.5
15	121	柳杉	36.8	6.8	22.5	8.6
15	122	柳杉	38	10.4	23.0	8.9
15	123	柳杉	24.8	7.2	17.9	6.0
15	124	柳杉	19.1	5.8	15.4	4.8
15	125	柳杉	32	11	20.8	7.6
15	126	柳杉	28.7	8	19.5	6.9
15	127	柳杉	25.5	4.8	18.2	6.2
15	128	柳杉	26.5	10.2	18.6	6.4
15	129	柳杉	28.5	10.4	19.4	6.8
15	130	柳杉	26.7	14.3	18.7	6.4
15	131	柳杉	25.4	11.2	18.2	6.2
15	132	柳杉	23.3	6.8	17.3	5.7
15	133	柳杉	23.2	3.3	17.2	5.7
15	134	柳杉	35.5	6.6	22.1	8.4
15	135	柳杉	17.9	1.9	14.8	4.5
15	136	柳杉	8.7	3.2	10.2	2.5
15	137	柳杉	44.5	8.5	25.2	10.3
15	138	柳杉	29	3.1	19.6	6.9
15	139	柳杉	33.5	6.4	25.7	8.6
15	140	柳杉	32.8	8.2	24.8	7.8
15	141	柳杉	32	6.1	20.8	7.6
15	142	柳杉	31.4	9.1	20.5	7.5
15	143	柳杉	25.3	3.6	18.1	6.1
15	144	柳杉	19.1	11.2	15.4	4.8
15	145	柳杉	18.3	7.8	15.0	4.6
15	146	柳杉	44	12.4	25.0	10.2
15	147	柳杉	23.5	3.2	17.3	5.7
15	148	柳杉	30	9.6	20.0	7.2
15	149	柳杉	33	12.8	21.2	7.8
15	150	柳杉	30.7	4.9	20.3	7.3
15	151	柳杉	42.8	11.4	24.6	9.9
16	001	薯豆	25.8	3.2	15.8	6.2
16	002	山櫻花	28.7	4.8	16.9	6.9
16	003	扁柏	15.5	5.1	9.6	4.7
16	004	扁柏	71	8.7	19.4	16.8
16	005	薄葉虎皮楠	44	2	22.1	10.2
16	006	扁柏	16.8	4	10.6	3.8
16	007	扁柏	48.9	4.5	21.5	16.7

16	008	扁柏	57	6.2	24.9	14.3
16	009	臺灣紅榨槭	19.1	5.2	13.1	4.8
16	010	扁柏	23	4.4	9.8	6.7
16	011	薯豆	16.9	5.8	12.1	4.3
16	012	薯豆	18.1	3.8	12.6	4.6
16	013	薯豆	23.4	2.1	14.9	5.7
16	014	紅檜	57.5	6.3	16.4	5.8
16	015	臺灣紅榨槭	20.3	4.8	13.6	5.0
16	016	臺灣紅榨槭	30.4	8.4	17.5	7.2
16	017	薄葉虎皮楠	28.8	3.4	16.9	6.9
16	018	白花八角	15.4	2.3	11.4	4.0
16	019	扁柏	22.5	3.2	10.1	4.5
17	001	柳杉	54	6	28.2	12.4
17	002	紅檜	19	5.1	12.2	4.8
17	003	紅檜	10	4.5	8.0	2.8
17	004	紅檜	15.2	3	10.5	3.9
17	005	紅檜	12.1	3.8	9.1	3.3
17	006	紅檜	22	4.5	12.2	3.1
17	007	紅檜	10	3.5	8.0	2.8
17	008	紅檜	23	4.2	13.8	5.6
17	009	紅檜	7	4	7.3	1.9
17	010	紅檜	13	5	9.5	3.5
17	011	紅檜	11	5	8.5	3.0
17	012	紅檜	9	4	7.5	2.6
17	013	紅檜	13	4	9.5	3.5
17	014	紅檜	13	4	9.5	3.5
17	015	紅檜	14	3.2	10.0	3.7
17	016	紅檜	12	4.5	9.0	3.2
17	017	紅檜	15	6	10.4	3.9
17	018	紅檜	7.2	3.1	6.5	2.2
17	019	紅檜	12.2	3.8	9.1	3.3
17	020	柳杉	37.1	9.5	22.7	8.7
17	021	柳杉	42	8.5	22.9	8.0
17	022	柳杉	21	8.2	18.9	4.7
17	023	柳杉	40	8.5	23.7	9.3
17	024	柳杉	22.6	7	17.0	5.5
17	025	柳杉	19	7	15.3	4.8
17	026	紅檜	13	6.6	9.5	3.5
17	027	柳杉	20.1	8.5	15.8	5.0
17	028	柳杉	42	8	23.7	8.9
17	029	柳杉	27.2	5	18.9	6.5
17	030	紅檜	24	6.7	14.2	5.8
17	031	紅檜	14.3	5	10.1	3.7
17	032	紅檜	13.2	5.3	9.6	3.5
17	033	紅檜	18.1	8.7	11.8	4.6
17	034	紅檜	15	8	10.4	3.9
17	035	紅檜	12.3	4.5	9.2	3.3
17	036	紅檜	15.2	5	10.5	3.9
17	037	紅檜	17	4.5	11.3	4.3
17	038	紅檜	18	9	11.7	4.5
17	039	紅檜	8	4.2	8.7	3.1
17	040	紅檜	19	4.7	12.2	4.8
17	041	紅檜	15	2.8	10.4	3.9
17	042	紅檜	14	6.5	10.0	3.7

17	043	紅檜	16	8.5	10.9	4.1
17	044	紅檜	14	5	10.0	3.7
17	045	紅檜	10.1	6.2	8.1	2.8
17	046	紅檜	12	8.1	9.0	3.2
17	047	紅檜	15	7	10.4	3.9
17	048	紅檜	10.1	6	8.1	2.8
17	049	紅檜	13	8	9.5	3.5
17	050	紅檜	15	7	10.4	3.9
17	051	紅檜	13	6	9.5	3.5
17	052	紅檜	18	4	11.7	4.5
17	053	紅檜	13	7	9.5	3.5
17	054	紅檜	13.1	5	9.6	3.5
17	055	紅檜	8	7	6.5	2.8
17	056	紅檜	15	6.5	10.4	3.9
17	057	柳杉	36	7	22.3	8.5
17	058	柳杉	38	6.5	23.0	8.9
17	059	柳杉	35	6.7	21.9	8.2
17	060	柳杉	36.2	4.5	22.3	8.5
17	061	柳杉	39.1	6	23.4	9.1
17	062	柳杉	34.2	8	21.6	8.1
17	063	柳杉	52	7	21.4	12.0
17	064	紅檜	22	4	11.8	3.8
17	065	紅檜	13	4	9.5	3.5
17	066	紅檜	16	5	10.9	4.1
17	067	紅檜	9	4	7.5	2.6
17	068	紅檜	14	3	10.0	3.7
17	069	柳杉	42	7.8	24.4	9.8
17	070	紅檜	11	3.7	8.5	3.0
17	071	紅檜	10	2.5	8.0	2.8
17	072	紅檜	11	3.4	8.5	3.0
17	073	紅檜	14	7	10.0	3.7
17	074	紅檜	19	4	12.2	4.8
18	001	柳杉	36.4	3	22.4	8.6
18	002	柳杉	34.7	6.7	21.8	8.2
18	003	柳杉	39.5	6.5	23.5	9.2
18	004	柳杉	14.2	5.8	12.9	3.7
18	005	柳杉	49.3	7.4	27.5	14.5
18	006	柳杉	24.2	6.9	17.6	5.9
18	007	柳杉	28	5.3	19.2	6.7
18	008	柳杉	30.2	7.7	24.3	11.8
18	009	柳杉	15.2	7.1	13.5	3.9
18	010	柳杉	28.9	7.9	25.2	9.8
18	011	柳杉	30.6	6.8	20.2	7.3
18	012	柳杉	50.2	4.2	26.8	13.5
18	013	柳杉	37.3	2.4	22.7	8.7
18	014	柳杉	37.2	5.4	22.7	8.7
18	015	柳杉	36.2	2.9	22.3	8.5
18	016	柳杉	37.1	4.2	22.7	8.7
18	017	柳杉	38.9	5.2	23.3	9.1
18	018	柳杉	38	1.6	23.0	8.9
18	019	柳杉	34.5	7.2	21.7	8.1
18	020	柳杉	40.8	6.3	23.9	9.5
18	021	柳杉	18.5	8.2	15.1	4.7
18	022	柳杉	33.9	5	21.5	8.0



18	023	柳杉	33.7	1.9	21.4	8.0
18	024	柳杉	25.7	3.8	18.3	6.2
18	025	柳杉	37.6	8.7	22.8	8.8
18	026	柳杉	33.6	4.5	21.4	7.9
18	027	柳杉	37.4	6.6	22.8	8.8
18	028	柳杉	31.3	6.1	20.5	7.4
18	029	柳杉	45	5.9	25.4	10.4
18	030	柳杉	21	5.4	16.2	5.2
18	031	柳杉	18.6	7.4	15.1	4.7
18	032	柳杉	33.3	6.5	21.3	7.9
18	033	柳杉	28	3.1	19.2	6.7
18	034	柳杉	42.1	2.7	24.4	9.8
18	035	柳杉	25.4	9	18.2	6.2
18	036	扁柏	13.9	4.2	8.9	3.0
18	037	柳杉	25.1	6.2	18.0	6.1
18	038	扁柏	42.4	1.8	19.3	9.9
18	039	柳杉	37	7.6	22.6	8.7
18	040	柳杉	33	4.6	21.2	7.8
18	041	柳杉	25	10.2	18.0	6.1
18	042	柳杉	25.9	5.5	18.4	6.3
18	043	柳杉	32.8	8.1	21.1	7.8
18	044	柳杉	27	5.7	18.8	6.5
18	045	柳杉	34.9	10.8	21.9	8.2
18	046	柳杉	40.9	9.2	24.0	9.5
18	047	柳杉	37	6.3	22.6	8.7
18	048	柳杉	26.3	7.8	18.5	6.4
18	049	柳杉	33	6.3	21.2	7.8
18	050	柳杉	48	4.5	26.3	11.1
18	051	柳杉	24.7	5.2	17.9	6.0
18	052	柳杉	27.7	7.8	19.1	6.7
18	053	扁柏	26.4	4.6	14.7	6.4
18	054	扁柏	11.8	3.8	9.3	3.2
18	055	柳杉	32	6	20.8	7.6
18	056	柳杉	23.1	4.7	17.2	5.7
18	057	柳杉	28.4	5.7	19.4	6.8
18	058	柳杉	36.3	3.4	22.4	8.5
18	059	柳杉	26.3	2.8	18.5	6.4
18	060	柳杉	33.1	9.2	21.2	7.8
18	061	扁柏	14.2	8.2	14.8	2.0
18	062	柳杉	24.7	9.8	17.9	6.0
18	063	柳杉	45	8	25.4	10.4
18	064	柳杉	21.8	9.2	16.6	5.4
18	065	扁柏	11	6.4	8.9	3.0
18	066	扁柏	14.4	8.5	10.4	3.8
18	067	柳杉	29.9	9.4	21.5	8.9
18	068	柳杉	32.6	10.4	21.0	7.7
18	069	柳杉	14.7	6.9	13.2	3.8
18	070	柳杉	24.9	9.2	17.9	6.0
18	071	柳杉	39	6.4	23.3	9.1
18	072	柳杉	28.2	9.3	19.3	6.8
18	073	柳杉	38.2	7.8	23.0	8.9
18	074	柳杉	44.2	4.5	25.1	10.3
18	075	扁柏	8.2	5.2	7.9	3.2
18	076	柳杉	43	5	24.7	10.0

18	077	柳杉	32.2	3.9	20.9	7.6
18	078	扁柏	14.1	3.5	8.4	3.6
18	079	柳杉	18.7	9.3	15.2	4.7
18	080	柳杉	46.4	2.8	25.4	13.4
18	081	柳杉	33	6.9	21.2	7.8
19	001	扁柏	29.4	6.7	16.7	7.5
19	002	扁柏	33.3	5.9	16.2	10.4
19	003	扁柏	11	3.6	8.9	3.0
19	004	扁柏	42.3	5.7	19.3	9.8
19	005	扁柏	8.4	1.6	7.6	2.4
19	006	鐵杉	40	6.8	23.7	9.3
19	007	扁柏	18.3	5.5	11.9	4.6
19	008	扁柏	43.5	3.7	19.6	10.1
19	009	扁柏	43.5	6.7	19.6	10.1
19	010	扁柏	35.5	5.2	20.4	14.1
19	011	扁柏	50	6.7	21.2	11.5
19	012	扁柏	12.4	3	9.5	3.3
19	013	扁柏	17.7	3.4	11.7	4.5
19	014	扁柏	9.5	4	8.2	2.7
19	015	扁柏	8	2.8	7.4	2.4
19	016	扁柏	7.8	2.5	6.4	2.5
19	017	鐵杉	48.5	12.8	26.5	11.2
19	018	扁柏	48.2	9.5	20.8	11.1
19	019	扁柏	8.2	3.5	7.5	2.4
19	020	扁柏	6.5	2.1	5.6	2.6
19	021	薯豆	23.6	3.1	14.9	5.8
19	022	鐵杉	49.5	10.4	26.8	11.4
19	023	扁柏	14	5.8	10.2	3.7
19	024	紅檜	52.3	12.8	23.4	122.0
19	025	扁柏	9.3	4.9	8.1	2.6
19	026	鐵杉	58.9	16.9	29.7	13.5
19	027	扁柏	45.9	9.8	20.2	10.6
19	028	扁柏	52.6	11.3	24.7	14.6
19	029	鐵杉	30.4	14.8	20.2	7.2
19	030	扁柏	57.8	9.8	27.5	14.9
19	031	扁柏	46.5	8.2	20.4	10.8
19	032	扁柏	55.9	11.4	24.3	15.6
19	033	扁柏	51	15.7	26.4	16.2
19	034	鐵杉	47.9	7.9	26.3	11.1
19	035	扁柏	6.8	2	6.3	2.2
19	036	五葉松	34.5	20.8	19.0	8.1
19	037	扁柏	50.6	10.6	21.4	11.6
19	038	鐵杉	52.7	10.5	27.8	12.1
19	039	扁柏	38.8	6	18.4	9.1
19	040	扁柏	16.9	8.6	11.4	4.3
20	001	扁柏	12.2	3.8	9.4	3.3
20	002	扁柏	10.6	3.7	8.7	2.9
20	003	扁柏	10.2	4.3	8.5	2.8
20	004	扁柏	9.4	4.1	8.1	2.7
20	005	扁柏	8.9	3.8	7.9	2.6
20	006	扁柏	23	3.2	13.6	5.6
20	007	扁柏	7.8	4	7.3	2.3
20	008	扁柏	12.2	4.8	9.4	3.3
20	009	扁柏	6.9	4.7	6.8	2.1

20	010	扁柏	22.4	3.8	13.4	5.5
20	011	扁柏	10	1.7	8.4	2.8
20	012	扁柏	9.5	5.2	8.2	2.7
20	013	扁柏	11	5.6	8.9	3.0
20	014	扁柏	8	5.1	7.4	2.4
20	015	扁柏	26.2	6.3	14.6	6.3
20	016	扁柏	18.2	3.8	11.9	4.6
20	017	扁柏	9.3	3.7	8.1	2.6
20	018	扁柏	8.4	4.3	7.6	2.4
20	019	扁柏	9	4	7.9	2.6
20	020	扁柏	8.8	3.1	7.8	2.5
20	021	扁柏	20.8	4.2	12.8	5.2
20	022	扁柏	17	4.8	11.4	4.3
20	023	扁柏	13.6	5	10.0	3.6
20	024	扁柏	11.8	4.3	9.3	3.2
20	025	扁柏	10	3.9	8.4	2.8
20	026	扁柏	6.9	3.5	6.8	2.1
20	027	扁柏	6.6	3.1	6.6	2.1
20	028	扁柏	15.7	4.8	10.9	4.0
20	029	扁柏	7.8	5.4	7.3	2.3
20	030	扁柏	14	6.1	10.2	3.7
20	031	扁柏	12.3	5.6	9.5	3.3
20	032	扁柏	10.8	4.4	8.8	3.0
20	033	扁柏	22.7	4.3	10.9	2.8
20	034	扁柏	13.2	3.7	9.9	3.5
20	035	扁柏	16.7	4.9	11.3	4.3
20	036	扁柏	14.5	5.4	10.4	3.8
20	037	扁柏	9	6	7.9	2.6
20	038	扁柏	15.8	6.3	11.0	4.1
20	039	扁柏	9	6.1	7.9	2.6
20	040	扁柏	8	3.8	7.2	3.0
20	041	扁柏	17.2	7	11.5	4.4
20	042	扁柏	8.5	6.8	7.7	2.5
20	043	扁柏	14	5.4	10.2	3.7
20	044	扁柏	11	7.4	8.9	3.0
20	045	扁柏	7.5	6.8	8.3	1.5
20	046	扁柏	7.8	6.4	7.3	2.3
20	047	扁柏	21.1	5.3	12.9	5.2
20	048	扁柏	15.3	6.4	10.7	4.0
20	049	扁柏	7	6.8	6.9	2.1
20	050	扁柏	14.2	7.2	10.3	3.7
20	051	扁柏	20	5.8	12.5	5.0
20	052	扁柏	18.2	5.4	11.9	4.6
20	053	扁柏	7.5	3	7.1	2.3
20	054	扁柏	14.4	3.3	10.4	3.8
20	055	扁柏	9.8	5.2	8.3	2.8
20	056	扁柏	13.6	4.5	10.0	3.6
20	057	扁柏	23.1	5.8	13.6	5.7
20	058	扁柏	16.8	6	11.3	4.3
20	059	扁柏	15.7	5.8	10.9	4.0
20	060	扁柏	16.5	4.8	11.2	4.2
20	061	扁柏	9.4	7.4	8.1	2.7
20	062	扁柏	6.5	7.2	6.6	2.0
20	063	扁柏	7.5	7.2	7.1	2.3

20	064	扁柏	18.6	8	12.0	4.7
20	065	扁柏	13.5	6.8	10.0	3.6
20	066	扁柏	17.5	4	11.6	4.4
20	067	扁柏	20.8	5.6	12.8	5.2
20	068	扁柏	18	6.9	11.8	4.5
20	069	扁柏	12.5	7.4	9.6	3.3
20	070	扁柏	17.6	3	11.7	4.5
20	071	扁柏	13.8	5.2	10.1	3.6
20	072	扁柏	7.2	4.8	7.0	2.2
20	073	扁柏	10.3	2.8	8.6	2.9
20	074	扁柏	13	4.6	9.8	3.5
20	075	扁柏	11.5	5.4	9.1	3.1
20	076	扁柏	18.5	4.3	12.0	4.7
20	077	扁柏	16	1.5	11.0	4.1
20	078	扁柏	21.8	4.9	13.2	5.4
20	079	扁柏	6.3	3.8	6.5	2.0
20	080	扁柏	9.6	5.1	8.2	2.2
20	081	扁柏	8.3	3.8	7.6	2.4
20	082	扁柏	16.2	5.4	11.1	4.1
20	083	扁柏	15.4	8.2	10.8	4.0
20	084	扁柏	15.5	6.2	10.8	4.0
20	085	扁柏	17.5	2.2	11.6	4.4
20	086	扁柏	19.5	3.1	12.4	4.9
20	087	扁柏	12	3.8	9.3	3.2
20	088	扁柏	18.5	5.9	12.0	4.7
20	089	扁柏	20.1	5.7	12.6	5.0
20	090	扁柏	20	6.5	12.5	5.0
20	091	扁柏	29.5	4.8	12.8	4.8
20	092	扁柏	8.3	5	7.6	2.4
20	093	扁柏	16.5	4.8	11.2	4.2
20	094	扁柏	10.8	6.3	8.8	3.0
20	095	扁柏	17.2	5.8	11.5	4.4
20	096	扁柏	17.3	7	11.5	4.4
20	097	扁柏	14.1	5.2	10.3	3.7
20	098	扁柏	20.1	4.2	12.6	5.0
20	099	扁柏	6.8	2.5	6.7	2.1
20	100	扁柏	21.5	4.4	13.1	5.3
20	101	扁柏	12.5	3.4	9.6	3.3
20	102	扁柏	19.2	3	12.2	4.8
20	103	扁柏	6.3	6.1	7.5	1.2
20	104	扁柏	8.3	3.6	7.6	2.4
20	105	扁柏	19	4.8	12.2	4.8
20	106	扁柏	8.3	5	7.6	2.4
20	107	扁柏	16.3	3.9	11.1	4.2
20	108	扁柏	22.1	6.2	13.3	5.4
20	109	扁柏	22.8	6.8	13.5	5.6
20	110	扁柏	18.5	4.7	12.0	4.7
20	111	扁柏	13.7	7.2	10.1	3.6
20	112	扁柏	8.8	4.2	7.8	2.5
20	113	扁柏	7.2	4.3	7.0	2.2
20	114	扁柏	13.5	6.8	10.0	3.6
20	115	扁柏	22	5.4	13.2	5.4
20	116	扁柏	6	4	6.9	1.4
20	117	扁柏	9.5	6.2	8.2	2.7

20	118	扁柏	19.2	7.2	12.2	4.8
20	119	扁柏	18.5	5.8	12.0	4.7
20	120	扁柏	18.7	5.8	12.1	4.7
20	121	扁柏	18.5	7.9	12.0	4.7
20	122	扁柏	12.8	5.2	9.7	3.4
20	123	扁柏	11.8	6.1	9.3	3.2
20	124	扁柏	6.3	5.8	8.1	1.8
20	125	扁柏	17.2	8.2	14.2	4.5
20	126	扁柏	14.3	7.2	10.3	3.7
20	127	扁柏	21.2	6.5	13.0	5.2
20	128	扁柏	16.7	6.2	11.3	4.3
20	129	扁柏	15	7.4	10.6	3.9
20	130	扁柏	10	5.8	8.4	2.8
20	131	扁柏	16.6	6.4	11.3	4.2
20	132	扁柏	12.8	7.4	9.7	3.4
20	133	扁柏	16.8	7.2	11.3	4.3
20	134	扁柏	13.2	7.4	9.9	3.5
20	135	扁柏	16.4	8.2	11.2	4.2
20	136	扁柏	6.4	4.2	6.5	2.0
20	137	扁柏	9.8	6.6	8.3	2.8
20	138	扁柏	15	5.1	10.6	3.9
20	139	扁柏	18.5	3.1	12.0	4.7
20	140	扁柏	13.1	7.8	9.8	3.5
20	141	扁柏	13.7	7.6	10.1	3.6
20	142	扁柏	19.7	6.8	12.4	4.9
20	143	扁柏	17	5.5	11.3	3.8
20	144	扁柏	12.3	3.2	9.5	3.3
20	145	扁柏	17.1	1.5	11.5	4.3
20	146	扁柏	18.6	4.3	12.0	4.7
20	147	扁柏	16.1	4.1	11.1	4.1
20	148	扁柏	16.4	6.8	11.2	4.2
20	149	扁柏	10.8	3.8	8.8	3.0
20	150	扁柏	11.5	3.9	9.1	3.1
20	151	扁柏	8.4	3.7	7.6	2.4
20	152	扁柏	8.8	3.6	7.8	2.5
20	153	扁柏	9.8	3.8	8.3	2.8
20	154	扁柏	19.1	4.8	12.2	4.8
20	155	扁柏	6.5	3.7	6.6	2.0
20	157	扁柏	26	4.6	16.9	4.2
20	158	扁柏	18.9	4.8	12.1	4.7
20	159	扁柏	8	6.3	7.4	2.4
20	160	扁柏	19.5	1.8	12.4	4.9
20	161	扁柏	8.9	4.6	7.9	2.6
20	162	扁柏	17.5	6.2	11.6	4.4
20	163	扁柏	6.4	4	6.5	2.0
20	164	扁柏	12.1	6.8	9.4	3.3
20	165	扁柏	9	6.3	7.9	2.6
20	166	扁柏	13.8	6.8	10.1	3.6
20	167	扁柏	11.7	6.7	9.2	3.2
20	168	扁柏	11.8	6.2	9.3	3.2
20	169	扁柏	9.2	4.3	8.0	2.6
20	170	扁柏	13.5	7.1	10.0	3.6
20	171	扁柏	18.5	3.2	12.0	4.7
20	172	扁柏	16.6	3.8	11.3	4.2

20	173	扁柏	10.5	5.4	8.7	2.9
20	174	扁柏	19.5	5.3	12.4	4.9
20	175	扁柏	19	7.2	12.2	4.8
20	176	扁柏	7	2.5	6.9	2.1
20	177	扁柏	28.8	5.2	16.4	5.2
20	178	扁柏	13.1	2.8	9.8	3.5
20	179	扁柏	8.2	6.3	7.5	2.4
20	180	扁柏	7.5	3.8	7.1	2.3
20	181	扁柏	7	4.2	6.9	2.1
20	182	扁柏	12.8	4	9.7	3.4
20	183	扁柏	7.8	5.4	7.3	2.3
20	184	扁柏	8.2	3.4	7.5	2.4
20	185	扁柏	8.4	4	7.6	2.4
20	186	扁柏	9.2	6.8	8.0	2.6
20	187	扁柏	13.8	5.2	10.1	3.6
20	188	扁柏	6.8	4.3	6.7	2.1
20	189	扁柏	6.6	3.4	6.6	2.1
20	190	扁柏	10.2	4.7	8.5	2.8
20	191	扁柏	9.4	2.8	8.1	2.7
20	192	扁柏	8.2	3.2	7.5	2.4
20	193	扁柏	7.5	3.2	7.1	2.3
20	194	扁柏	7.3	3.6	7.0	2.2
20	195	扁柏	7.4	3.6	7.1	2.2
20	196	扁柏	8.2	4.1	7.5	2.4
20	197	扁柏	10.5	4	8.7	2.9
20	198	扁柏	6.6	3.6	6.6	2.1
20	199	扁柏	6.5	3.1	6.6	2.0
20	200	扁柏	10	3.4	8.4	2.8
20	201	扁柏	7.8	2.8	7.3	2.3
20	202	扁柏	14.3	4.2	10.3	3.7
20	203	扁柏	8.2	3	7.5	2.4
20	204	扁柏	10	3.6	8.4	2.8
20	205	扁柏	9.8	3.4	8.3	2.8
20	206	扁柏	6.4	3.4	6.5	2.0
20	207	扁柏	13.8	3.2	10.1	3.6
20	208	扁柏	8.2	2.1	7.5	2.4
20	209	扁柏	9.8	3.8	8.3	2.8
20	210	扁柏	6.3	2.8	6.5	2.0
20	211	扁柏	9.4	4.3	8.1	2.7
20	212	扁柏	10.5	3.8	8.7	2.9
20	213	扁柏	6.3	3.4	6.5	2.0
20	214	扁柏	6.2	3.6	6.4	2.0
20	215	扁柏	8.5	4.3	7.7	2.5
20	216	扁柏	10	2.3	8.4	2.8
20	217	扁柏	15.5	1.4	10.8	4.0
20	218	扁柏	14.1	3.8	10.3	3.7
20	219	扁柏	6.5	2.8	6.6	2.0
20	220	扁柏	9	4.2	7.9	2.6
20	221	扁柏	6.8	2.5	6.7	2.1

附錄三、期末報告審查意見回覆

審查意見	執行單位回覆
一、行政院農業委員會林務局書面意見	
(一)本局於 96-101 年期間曾陸續委託辦理空載光達等航遙測技術於森林資源調查之相關研究，包含建立 5 種針葉樹種空載光達之林分材積推估式、完成福山森林動態樣區的林分結構與孔隙變遷分析，以及於母樹林調查之應用等，如貴處有需要可提供報告書供參考。	感謝委員建議
(二)在報告內容部分，建議補充航拍或調查範圍完整之地圖，以利了解其相對位置，並說明委託航攝所獲取光達點雲資料之規格，例如飛航高度、點雲密度及地面解析度等。	感謝委員建議，已補充相對位置及光達點雲資料之規格資訊於報告中。
二、行政院農業委員會農林航空測量所意見	
(一)報告書 P.15 有關以樹冠高程模型資料進行樹冠分割計算，獲取單木之空間位置資訊一段，因點雲密度與可分割出之樹冠應有所關連，本案是否有機會針對樹冠分割結果及實際單木數量進行比較，並分析 LiDAR 點雲之蒐集密度與最終樹冠分割結果之關係？	依委員建議，有本研究之現有資料，將 LiDAR 資料重新取樣為 20cm,50cm 與 100cm，進行樹冠分割結果及實際單木數量進行比較，初步結果發現，20cm 較細緻的點雲資料可以有較貼近樣區實際單木數量，但仍然受到緻密冠層影響，遮蔽冠層以下的林木，由於本計畫的樣區調查之造林樹種複雜，單一樹種樣區數量較少，代表性略為不足，未來可針對本部分進行深入的探討。
(二) 報告書 P.22、P.23 敘述以 LiDAR 點雲呈現林分鬱閉程度一節，並以圖 8 說明樹冠鄰接情形，惟該圖僅係呈現某一縱剖面的情形，尚難具體量化鬱閉情形，如能再針對 LiDAR 點雲提供鬱閉度計算之演算及量化方法，應更能提升 LiDAR 點雲之運用效益。	感謝委員建議
(三)報告書 P.23 有關地面樣區調查樹冠冠幅結果部分，圖 10 係以樣區代號為橫軸，樣區樹冠總面積為縱軸，較難	本案研究資料，本計畫係由自強公司提供已經完成光達前處理之成果檔案，現階段僅先初步呈現研究結果中 LiDAR

<p>呈現密度的概念，如能加入樣區林木株數、樣區立木平均距離等因子，所得之圖表應較能具體表示鬱閉情形。</p>	<p>資料所具有的誤差，臺灣之森林樹冠茂密，與地被植生豐富，誠如委員所述可能是造成低估的原因之一，未來可針對本部分進行深入的探討。</p>
<p>(四)以這次研究使用之掃描儀，點雲密度已達 25 點/m<sup>2</sup> 以上，對於樹型之表現應非常足夠，應不致於造成樹高低估之情形，簡報所提低估成因，是否有可能為地面植被影響點雲穿透，以致於所過濾出之地面點並非實際地面，連帶使得樹高計算(CHM=DSM-DEM)有所低估，或可於未來考慮相關因素之排除與高度值補償。</p>	<p>感謝委員建議，未來研究可針對此部分進行探討。</p>
<p>(五)有關文末建議，以 UAV LiDAR 進行長期監測一段，仍應就山區地形儀器及飛航條件進行考量，不見得可行且儀器過於昂貴，或可參考 107 年林務局研究案（陳朝圳老師）之做法，以一般光學攝影之 UAV，持續拍攝並以自動匹配取得 DSM 後，以一固定之 DEM 做基礎來扣抵地形，或較為可行。</p>	<p>回覆:感謝委員建議，目前無人機的技术，透過空拍影像與攝影測量技術，已可提供類似於 LiDAR 點雲資料，若可結合既有的 DEM 資料，在假設地形的變動量相對穩定的狀況，無人機的資料可做為監測植被冠層生長與動態的資料蒐集工具。</p>
<p>三、自強工程顧問有限公司意見</p>	
<p>(一)有關光達資料低估的原因補充說明，CHM=DSM-DEM，是由 Z 軸垂直相減，在地形起伏處(如邊坡)生長之樹木，經過轉換後所呈現的樹木會歪斜而導致誤差。</p>	<p>感謝委員的補充。</p>
<p>(二) UAV LiDAR 主要問題有二，第一是續航力問題，通常林區作業面積較大且位處深山，較不方便作業；另外是 UAV LiDAR 與大型飛機空載光達相比，其穿透力有限，不足以穿透鬱閉度較高之林相。若是在海岸防風林尚有可能自林分側面穿透量測。</p>	<p>感謝委員的補充。</p>
<p>(三)很感謝鍾老師與鄭處長安排分析本公司的光達成果，後續如果有資料使用需求，本公司也樂於提供。</p>	<p>感謝委員肯定與資料的提供。</p>
<p>四、森保處意見</p>	



<p>(一)有關 8 月 15 日期中審查意見(三)表 2(即成果報告 P.28 表 6)修正意見，尚未列出株數。</p>	<p>已依據委員建議修正列出樣區林木株數。表 7 已包含許多資料數據，再新增樣區株數欄位，會使欄位字型過小，故呈現於表 3。</p>
<p>(二)報告書結論與建議部分請分項撰寫清楚，並請提供建議後續調查頻率與優先疏伐區域。</p>	<p>感謝委員建議，已依委員建議修正為分項撰寫。</p> <p>本研究是針對空拍點雲資訊分析森林資源需要所設地面樣區的林木調查進行比對與相關性分析。所設樣區僅能供點狀空間資料進行面的推估，初步表現所屬造林地的林分樹種組成及林木生長，可提供做為大尺度趨勢性之參考資料。由本研究結果確定光達點雲技術運用於大尺度空間森林蓄積量的可行性。以此光達技術初估此區域的森林蓄積量建議每隔 5 年調查一次。即可建立定期生長量，尤其解析森林的動態，是一高效率與省工的科技技術。如欲估算造林地號的林分現況資訊，應進一步針對該造林地取樣區調查，配合點雲資料分析與估算，這一部分可以在下個計劃來進行。有關疏伐優先區域，先以人工林為主，尤其柳杉人工林部分，已達密集鬱閉，如第 14 樣區的柳杉林分考慮採用帶狀或區塊狀更新伐，並以天然下種更新方法逐步復育更新為檜木林，對樣區等的生長不良的林分也是進一步取樣調查配合點雲資料確認該造林失敗與範圍，擬定林分整理與復育更新計畫。</p>
<p>(三) P.47 圖 28 橫軸樹高數字標示位置修正。是否有 60m 以上的樹木？</p>	<p>已依據委員建議修正，本研究區有 60m 以上的樹木。已更新圖 28。</p>
<p>(四) P13 報告內蓄積量之推估式使用第三次森林資源調查之樹種材積式，為何不採用第四次森林資源調查資料？</p>	<p>依據林務局第四次森林資源調查報告，其地面樣區材積計算係採用第三次森林資源調查相同之材積式，做為估算各樣區蓄積之基礎。</p>
<p>(五)圖 23、24、25 可否於頻度中區分樹種，以瞭解其樹種比例。</p>	<p>感謝委員建議，本計畫於期末報告後嘗試在圖 23、24、25 的頻度中加入樹種</p>

	<p>進行繪製，有些樣區部分樹種數量僅 1 株，致使圖形資訊過多繁雜，建議可搭配圖 20、21 與 22，瞭解其樹種比例。本研究將各樣區資料以附件方式提供</p>
<p>(六)請解釋樣區 19 胸高直徑級分布圖中間數量少、小樹與大樹數量多的成因。</p>	<p>樣區 19 為天然下種更新之林地，樣區中保留下種之母樹，林下更新苗與小徑級林木數量多，進而形成胸高直徑級分布圖中間數量少、小樹與大樹數量多的分布。</p>
<p>(七)本案研究成果期望可在航遙測量界、林業界或森保處後續林區經營管理上有所助益。關於蓄積量部分，可多論述前人無光達技術之研究方法，突顯 LiDAR 應用。不同目的可考量成本選用不同方法，例如利用航空照片與調查樹高，搭配林世宗老師生物量、樹盤研究等，推估重要樹種形數，以計算蓄積量，同樣可掌握森林資源。但 LiDAR 技術可應用於更精細的程度與解決不同問題，例如有關造林、育林、撫育等部分也許就需要更細緻的資料。</p>	<p>感謝委員建議，已補充前人研究說明傳統森林調查、光達技術與無人機技術之目的考量與不同技術方法(第 6-9 頁)。誠如委員所述造林、育林、撫育等部分，需求透過 LiDAR 技術所獲取的高解析度空間資訊，未來可搭配林世宗老師生物量、樹盤研究等，推估重要樹種形數等研究。</p>
<p>(八)點雲密度要多細緻才能夠呈現出單木模型？全林分蓄積量為何不是由單木模型加總，而是由 CHM 建立回歸推估？建議可再論述清楚。</p>	<p>目前藉由本研究的 LiDAR 分析結果，不同尺寸大小的單木模型(突出樹與造林木)的呈現，需求的點雲密度不同，而本年度計畫目標針對人工林，未來可針對本部分加入天然林的林木，自不同尺度進行深入的探討。棲蘭山區的林木冠層鬱閉度高，致使冠層以下樹幹及部分林木無法詳實的偵測到，因此自 LiDAR 資料分割單木模型，仍有限制存在，若由單木模型進行蓄積量推估會造成低估的情況，故本研究仍以 CHM 建立回歸推估林分之蓄積量。</p>
<p>(九)本研究案後續有許多可延伸應用，例如在造林育林撫育方面，許多林分已呈現出空間競爭，以後是否需要疏伐或中後期撫育？建議事項有提及但較為保守，請提供優先疏伐或中後期撫</p>	<p>感謝委員建議，已補充於建議事項中。建議可先對密度較高的柳杉造林地規畫進行疏伐或中後期撫育。目前完成大尺度的資料分析森林蓄積量估算及結構分析，可依此技術進一步分析以造林</p>

育之建議。	地為單元的來分析林分的組成結構及林木生長性狀，提供所需森林撫育策略參考，其餘如(二)之說明。依本次調查結果顯示各造林地的林分特徵現況的變異相當大，造林地的疏伐作業建議仍應就經營目的進行規劃。
(十)報告建議與討論都在分析大尺度30處人工林蓄積量。大尺度資料也可以用傳統方法獲取，但是使用LiDAR可獲取小尺度或更細緻的分析，例如單一樹種蓄積量與建立推估式。	感謝委員建議，今年度計畫透過系統取樣方法，對全區進行蓄積量的推估，由資料分析結果，造林地林木種類多且密度變異大，若需要建立單一樹種蓄積量與建立推估式，則需要針對單一樹種設置較多的樣區，以客觀透過統計分析方法的進行推估，未來可針對本部分進行深入的探討。
(十一)為什麼最後是用全區CHM平均值推估全區蓄積量，而非直接加總30個地面樣區所對應LiDAR之紅檜、柳杉回歸推估成果？又單一樹種回歸式建立，針對混淆林該如何處理？	感謝委員建議，本年度計畫各樹種的樣區數量，不足以建立單一樹種的蓄積量回歸推估式，故以CHM做為蓄積量模式的解釋變數，推估全區蓄積量。本研究係以樣區平均值為基礎，受限於樣區資料並不包含每木位置，故無法對應到單一林木與樹種，與處理混淆林問題，未來可針對本部分進行深入的探討。
(十二)有關16K天然下種區塊，許多學者建議可疏伐，但該區風衝影響是否反而容易產生倒木不利成林。本案光達資料可否建立單株或林分完整模型，未來加上風向、雨量、坡面、地形等數據分析橫向或縱向帶狀疏伐、砍三留三或砍三留六、單株或塊狀擇伐等作業方式模型分析微區域適合的作業方式。	感謝委員建議，風衝影響需要2期的LiDAR資料，透過2期樹冠高成模型的差值，掌握倒木的位置資訊，本次研究利用105與106年度重疊區域資料，初步分析在不同坡面、地形的風倒林木數量，顯示可以充分掌握，容易產生倒木的方向，未來建議可在2020年再次拍攝LiDAR資料，透過2期影像的資料，瞭解橫向或縱向帶狀疏伐、砍三留三或砍三留六、單株或塊狀擇伐等不同作業方式可成產生的危害風險，提供經營管理使用。
(十三) 報告書確認與修正	
1.報告內本處簡稱有「森林保育處」、「森保處」請統一用語。	依照委員建議修正，已統一簡稱為森林保育處

<p>2. P.4 第二段（毛俊傑，2002）是否應移至.....動物調查計畫後。</p>	<p>依照委員建議修正。</p>
<p>3. P.7 圖 1 DEM 在內文中用的是 DTM 請釐清，如統一用 DEM 表示。</p>	<p>依照委員建議修正，已統一修正為 DTM。</p>
<p>4.表 2、表 6、表 7 樹種為造林台帳樹種，造林樹種確定有雲杉?另建議增加樣區內現況主要造林樹種組成。</p>	<p>依照委員建議修正。1.經與工作站確認並無雲杉。2.已將造林台帳之造林樹種與樣區調查現況主要造林樹種資料呈現於表 8。</p>
<p>5. P.20 樣區 12 的 Hmean 為 22.7m，應該為 23.2m。</p>	<p>依照委員建議修正。</p>
<p>6. P.22 表 3 經營作業樣區 17 描述 P.21、P.29 不同，是行列疏伐或是裸根苗造林?樣區 18 為混合造林與 P.29 描述為柳杉造林地不同。</p>	<p>感謝委員細心審閱，已修正 P22.表 3 誤植，樣區 17 為經營作業為行列疏伐；樣區 18 亦為誤植，也已修正。</p>
<p>7. p25 圖 11 圖例高度減少最大值為 10m，但圖 12、13、14 所呈現損失林木高度為 46.4、39.2m 及 20 多公尺，圖例是否正確?</p>	<p>依照委員建議修正，修正圖例中誤植 -10m 為 -50m，由於地圖範圍較大，而倒塌林木在圖中的比例太小，可瞭解除了倒塌林木所造成的高度變化外，其他區域部分的高差變化相當小，顯示地形的變動量小。</p>
<p>8. P.27 表 4 林木株數合計為 59 株，表 5 林木株數為 61 株?請確認修正。</p>	<p>依照委員建議修正，經檢查林木株數正確數字為合計為 59 株，表 5 誤植 NE 為 3 株，已修正為 1 株，並重新計算百分率。</p>
<p>9. p28 表 6 內樣區 1 及樣區 15 樹齡有誤應為 58 及 53。樣區 12 及 16 密度最低原因?現況?</p>	<p>依照委員建議修正。已修正為 56 及 53。樣區 12 為檜木天然下種更新造林地，樣區內包含許多的徑級較大的前生樹，可能致使林地的樣木數量較少，而呈現較低的密度，而第 16 樣區樹種組成內包含較多的闊葉樹，顯示本樣區的主要造林木生長較不好，已被闊葉樹入</p>

<p>10. P.32 .....蓄積量散布圖如圖 7 請修正為 19。</p> <p>11. P.35 樣區 11 樹種組成主要以臺灣扁柏為主，應該是柳杉為主。另有紅檜與柳杉(應該為臺灣扁柏)。</p> <p>12.圖 20、21、22 主要造林樹種建議用同樣顏色。</p> <p>13. P.39 部份樣區描述徑級分佈數量較多級別請再確認，如樣區 1、14 為 11-20 公分，13、15 為 21-30 公分最多。</p> <p>14. P.44 表 7 樣區 8 及 15 樹齡有誤應為 58 及 53。</p> <p>15. P.48 圖 29 是否可以就兩條曲線圖例加以說明規則及群聚分布。另樹種空間分布現況圖(圖 29)應為圖 30。</p> <p>16. P.49 表 8 造林地號僅 31 筆，是否有缺?(應該為 36 筆)，建議加合計造林面積欄位。另 84 年度造林面積 111.2 公頃，請再確認。樹種未記載部份皆為枯立倒木整理保育更新造林地，樹種應為紅檜及臺灣扁柏，84、85 年度應有牛樟。</p> <p>17.P.53 本研究區內 30 塊人工造林地(應為 36 塊)。</p> <p>18. P.4 第 12 行建議增加文字：LiDAR「或光達」。</p>	<p>侵，而呈現較低的密度。</p> <p>依照委員建議修正。</p> <p>依照委員建議修正。</p> <p>依照委員建議修正。</p> <p>依照委員建議修正。</p> <p>依照委員建議修正。</p> <p>依照委員建議修正，已補充說明 G function 兩條曲線圖例加以說明規則及群聚分布。</p> <p>依照委員建議，經檢核表 8 造林地號應為 30 筆，並增加合計造林面積欄位。84 年度造林面積已修正為 26.3 公頃。未記載部份已修正為臺灣扁柏與紅檜。</p> <p>依照委員建議修正，經檢核與扣除造林地與研究區域重疊部分過少的部分，實為造林地號僅 30 筆。</p> <p>依照委員建議修正。</p>
--	---

<p>19.P.13 請確認材積式(1)、(3)是否相同。</p>	<p>依照委員建議確認並修正材積式(3)繕打錯誤</p>
<p>20.建議計畫中的表可比照 P.28 表 6，加註說明表標題項目之中文。</p>	<p>依照委員建議修正。</p>
<p>21. P.20 內文第 2 行「67」年生，與表 6 樹齡有所出入。</p>	<p>依照委員建議修正。</p>
<p>22. P.20 內文第 2 行紅檜、臺灣扁柏、香杉造林地與表 2 樹種有出入。</p>	<p>依照委員建議修正。</p>
<p>23. P.35 第 3 行樣區 9 其他樹種比例應修正為 11.9%。</p>	<p>依照委員建議修正。</p>
<p>24. P.36 樣區 7、8 的圖例臺灣扁柏請修正。</p>	<p>依照委員建議修正。</p>