

# 茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境

## 台灣穗花杉調查與監測

### 成果報告書



委託單位：林務局屏東林區管理處

承辦單位：國立屏東科技大學森林系

中華民國九十八年四月

# 目 錄

目 錄.....	I
圖 目 錄.....	II
表 目 錄.....	IV
第一章 緒論.....	1
第一節、計畫緣起.....	1
第二節、計畫區位及範圍.....	3
第二章 調查方法.....	6
第一節、生育地環境資料之建立.....	6
第二節、台灣穗花杉立木基本資料調查.....	11
第三節、林木健康調查.....	19
第四節、永久樣區設置與調查.....	25
第三章 資料分析.....	32
第一節、林木健康調查.....	32
第二節、永久樣區設置與調查.....	35
第三節、台灣穗花杉族群之消長分析.....	37
第四章 結果與討論.....	40
第一節、台灣穗花杉資料庫管理系統之建立.....	40
第二節、台灣穗花杉健康調查與分析.....	59
第三節、永久樣區調查與分析.....	71
第四節、台灣穗花杉之消長情形分析.....	77
第五節、經營管理策略.....	85
第五章 結論.....	89
第一節、台灣穗花杉立木健康調查與分析.....	89
第二節、永久樣區調查與分析.....	90
第三節、台灣穗花杉之消長情形分析.....	91
第六章 參考文獻.....	92
附錄一、台灣穗花杉林木健康調查結果.....	96
附錄二、茶茶牙頓山植物名錄與照片.....	118

## 圖 目 錄

圖 1-1：茶茶牙頓山位置圖 .....	5
圖 2-1：GPSMAP 60CSx 掌上型衛星定位導航儀 .....	11
圖 2-2：不同立木生長類型之 DBH 量測方法.....	15
圖 2-3：立木生長在斜坡時之 DBH 量測方法.....	15
圖 2-4：立木成傾斜狀態時之 DBH 量測方法.....	16
圖 2-5：應用三角學原理之樹高測定法圖解.....	16
圖 2-6：根部健康狀態判定圖 .....	20
圖 2-7：冠層狀態判定圖 .....	21
圖 2-8：樹冠密度及透視度評分 .....	21
圖 2-9：樹冠密度及透視度透明卡 .....	22
圖 2-10：樹冠重疊情形判定圖 .....	22
圖 2-11：樹冠重疊情形評分依據 .....	23
圖 2-12：林木生長情形不同活之活冠層計算方式.....	23
圖 2-13：樹冠梢枯判定圖 .....	24
圖 2-14：樣區設置方式.....	27
圖 3-1：林木健康指標之因素分析流程架構圖 .....	32
圖 4-1：茶茶牙頓山 3D 立體模型圖 .....	41
圖 4-2：茶茶牙頓山地區海拔分布圖.....	42

圖 4-3：茶茶牙頓山地區坡度分布圖 .....	44
圖 4-4：茶茶牙頓山地區坡向分布圖 .....	46
圖 4-5：茶茶牙頓山地區全天光空域分布圖 .....	49
圖 4-6：1996 年與 2009 年台灣穗花杉資料比對 .....	51
圖 4-7：永久樣區資料庫建檔 .....	53
圖 4-8：樣區一立木位置圖 .....	54
圖 4-9：樣區二立木位置圖 .....	55
圖 4-10：樣區三立木位置圖 .....	56
圖 4-11：樣區四立木位置圖 .....	57
圖 4-12：樣區五立木位置圖 .....	58
圖 4-13：台灣穗花杉之生長狀態 .....	66
圖 4-14：台灣穗花杉各等級健康表 .....	67
圖 4-15：茶茶牙頓山台灣穗花杉森林健康表 .....	68
圖 4-16：台灣穗花杉苗木於 4 種環境因子之分布 .....	70
圖 4-17：1996 年台灣穗花杉直徑分布情形 .....	77
圖 4-18：2009 年台灣穗花杉直徑分布情形 .....	78
圖 4-19 台灣穗花杉十年間新增苗木位置分布圖 .....	81
圖 4-20：1996 年與 2009 年台灣穗花杉 weibull 機率密度函數分布曲 線圖 .....	84

## 表 目 錄

表 2-1：地形位置之判釋法則 .....	10
表 3-1：八分級制數據轉化表 .....	36
表 4-1：計畫區內海拔統計表 .....	43
表 4-2：計畫區內坡度統計表 .....	45
表 4-3：計畫區內坡向統計表 .....	47
表 4-4：大武氣象站氣候資料統計表 .....	48
表 4-5：計畫區內全天光空域統計表 .....	50
表 4-6：因素個數之抽取 .....	60
表 4-7：轉軸後之因素結構矩陣表 .....	61
表 4-8：每木加權因素評等表 .....	64
表 4-9：台灣穗花杉樣木健康等級分布表 .....	65
表 4-10：4 種環境因子對於台灣穗花杉健康度之影響 .....	69
表 4-11：茶茶牙頓山維管束植物種類表 .....	71
表 4-12：1996 年與 2009 年台灣穗花杉材積計算敘述性統計表 .....	79
表 4-13：台灣穗花杉十年間年新增苗木量統計表 .....	80
表 4-14：兩期台灣穗花杉直徑級統計表 .....	82
表 4-15：1996 年與 2009 年台灣穗花杉 weibull 機率密度函數統計表 .....	83

# 第一章 緒論

## 第一節、計畫緣起

人類開發資源創造經濟發展，卻伴隨著環境破壞與物種滅絕，使得人類必須花費更多的心思來保護生物的棲息環境與物種多樣性。為因應日趨惡化的環境及物種滅絕，提出生物多樣性之議題來保存生物多樣性之基因多樣性、物種多樣性與生態系多樣性。保護區的設置為生物多樣性保育重要的一環，而國內陸續成立保存生物多樣性之保護區及保留區，其中茶茶牙頓山即為保存珍稀物種台灣穗花杉之生育地。

茶茶牙頓山位在中央山脈南部主脊，植物種類豐富，為保存台灣穗花杉植群，行政院農委會於1991年將此區域劃設為茶茶牙頓山野生動物重要棲息環境，並依林業經營管理方案之規定劃設。而由於區內涵蓋砍伐基地、坍塌地、造林地及闊葉原始林，原始林林相完整，除了擁有台灣穗花杉的分布之外，也孕育了相當多的野生動物，為了保護這些寶貴的天然生物資源，行政院農委會於2000年10月19日，將國有林潮州事業區第28-30林班，劃定為「茶茶牙頓山野生動物重要棲息環境」，以保護這片重要的棲息環境。

再者，分布於茶茶牙頓山之植群，為文資法公告之珍貴稀有植物，其所屬穗花杉科(*Amentotaxaceae*)僅一屬全世界可能僅有5種，以小族群分離散布於中國及台灣(Karmer 1990, Hsieh *et al.*, 1994)，因台灣穗花杉具有稀有及珍貴特性，該物種及生育地在全世界皆被劃入稀有植物並設立保護區保護(傅立國，1996)；另經研究發現台灣穗花杉(*Amentotaxus formosana*.Li)在藥學成份上亦具重要價值(Su *et al.*, 2002)，顯示該物種除具有稀少性外，並具有珍貴的潛在價值，國內劃設茶茶牙頓山台灣穗花杉保護區，進行就地保育(*in situ conservation*)及進行各項研究，有其重要意義。

對於台灣穗花杉之稀有性及珍貴價值，有必要針對物種進行詳盡的調查來獲取更多的資訊，以進行就地保育措施。該棲息環境過去雖然已進行每木掛牌與調查，也曾經委辦計畫進行樣區設置分析植群社會組成，但已數隔十餘年，

有需要再次進行調查分析，並擬利用此次調查研究資料，進行前後期調查資料之比對，以了解台灣穗花杉之生長狀態，並引進森林健康指標之調查方法，以了解該區域台灣穗花杉之健康情形，建立單一珍貴稀有物種監測指標，供為後續經營管理措施研議之依據。

本計畫基於前述考量，乃以屏東林區管理處轄管茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境為範圍，進行台灣穗花杉植群之健康度調查，並了解其植物社會之組成與分布的現況，以期達成下列目標：

#### 一、了解台灣穗花杉的消長情形

台灣穗花杉為台灣珍貴稀有之特有物種，除了在醫學方面具有重要的研究價值，其植群數量亦是稀少，利用GPS配合地面測量儀器進行台灣穗花杉之每木定位與屬性資料之調查，可了解台灣穗花杉植群之消長現象。

#### 二、建立稀有植物物種保育之健康度調查方式，並進行台灣穗花杉植群的健康度調查

目前尚未有前人研究顯示台灣穗花杉之健康狀況，本計畫發展一套台灣穗花杉立木之健康調查表，以此調查表進行台灣穗花杉每木之健康度調查，了解該區域台灣穗花杉之健康情形，以作為屏東林區管理處未來對台灣穗花杉植群監測的重要依據。

#### 三、進行台灣穗花杉生育狀態評估，擬定保育策略

利用生育地物理環境圖層資料之建立，與台灣穗花杉每木健康度調查結果，了解該區域生育地台灣穗花杉之生長現況，提出台灣穗花杉稀有物種之保育策略。

## 第二節、計畫區位及範圍

台灣穗花杉特產於台灣南部地區，屬紅豆杉科(Taxaceae)穗花杉屬，雌雄異株常綠喬木(劉業經、呂福原、歐辰雄，1994)屬孑遺殘存種之分布狹隘的台灣固有種(蘇鴻傑，1980；賴明洲，1991)被列為稀有保育對象，且台灣穗花杉因伴生之闊葉林生育地面積逐漸減少，造成族群數量日趨稀少，有瀕臨滅絕之虞，故農委會依文化資產保存法公告為必須受保護之稀有種。台灣穗花杉分布據前人調查，除以被列為保留區之台東林區大武事業區之台灣穗花杉保留區外，另於屏東林區潮州事業區之茶茶牙頓山、里龍山一帶亦有大面積的台灣穗花杉出現，林務局已於民國1991年將茶茶牙頓山地區劃設為保護區，並進行植群生態調查，及著手進行該物種之每木調查及懸掛號碼牌以利未來管理。而行政院農委會已於2000年公告將此保護區劃設為茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境，以保護此重要的棲息環境。

目前，對於台灣穗花杉族群生態調查及林分結構之相關研究，包括台灣穗花杉族群分布及植物社會之研究(楊勝任，2007)大武事業區台灣穗花杉自然保留區之植被調查(林則桐、邱文良，1989)；地理資訊系統應用於台灣穗花杉族群變異之研究(葉慶龍等，1992)；浸水營自然保護區植群生態之研究(楊勝任，1991)；茶茶牙賴山台灣穗花杉自然保護區之研究(蘇鴻傑，1992)；台灣穗花杉族群構造之研究(吳東原、羅漢強，1992)；台灣穗花杉主要生育地植群及族群生態之研究(張明財，1992)；茶茶牙賴山台灣穗花杉自然保護區植群生態之研究(楊勝任，1994)；姜家華等(1995)對台灣穗花杉兩生育地之氣候與土壤養分分析，而這些研究對該物種初步保育工作已奠定了很重要的基礎。葉慶龍等(1992)以地理資訊系統技術方法，建立台灣穗花杉生態環境資料庫，對台灣穗花杉族群生育地、每木空間分布及生長情形進行研究調查。過去文獻研究成果對該物種族群之研究較重於小區域的生態研究，未對台灣穗花杉族群生育地進行永久樣區設置與標定，無法對該族群之中、長期動態變化進行分析，本計畫將建立生育地之相關環境資訊、每木位置及屬性調查，並對林分族群動態進行一系列的分析與研究討論。

茶茶牙賴山野生動物棲息環境屬於潮州事業區第28、29、30林班(圖1-1)，海拔高度約183~1,392 m，面積約2,004.40 ha，為枋山溪之上游集水區，氣候屬於夏雨型氣候，區內除少部分人工林之外，原始闊葉林以江某-假長葉楠植物社會為優勢。依前人研究可知，台灣穗花杉之研究著重於植群社會及每木資料收集，且已完成台灣穗花杉野生動物重要棲息環境之植物社會調查及複查工作(楊勝任，1993；陳建帆，2006)，其結果雖可提供植群結構之資訊，但並未探討台灣穗花杉植群現今之健康情形，本計畫以屏東林區管理處轄茶茶牙賴山為範圍（潮州事業區第28、29、30林班），進行森林健康調查工作，族群的消長分析並提出經營管理策略。

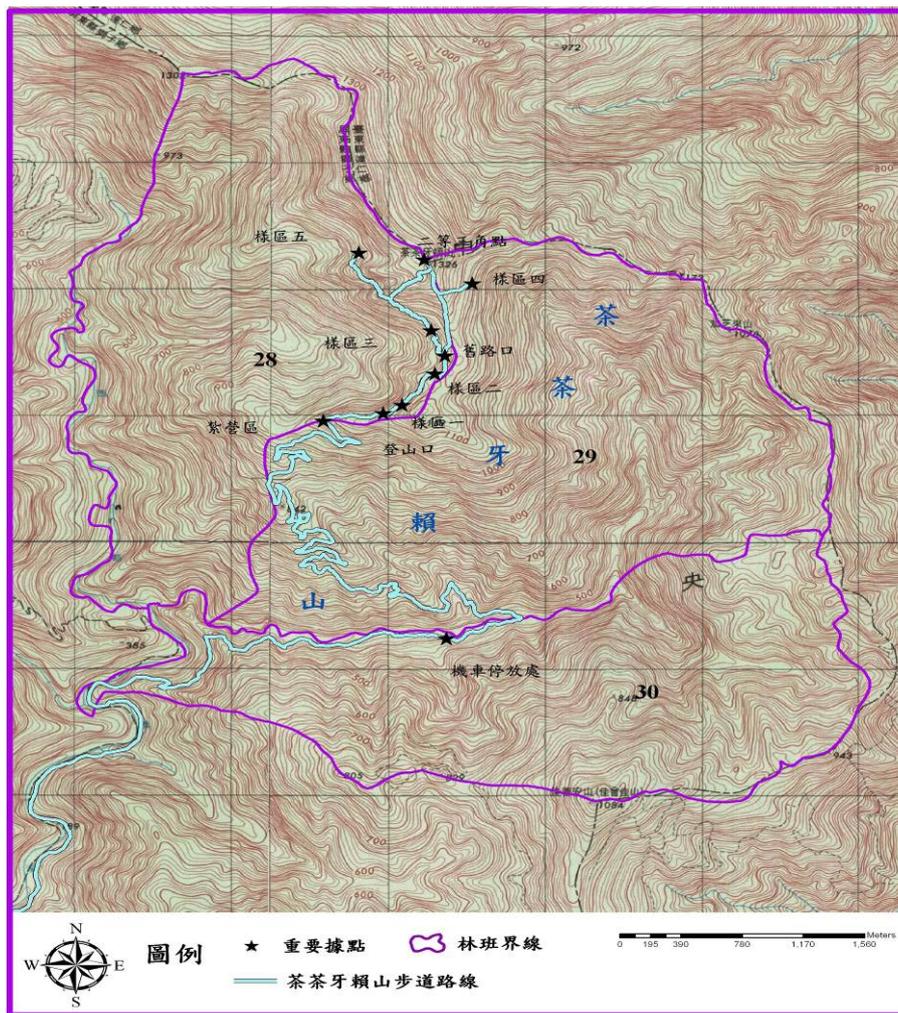


圖1-1：茶茶牙頓山位置圖

## 第二章 調查方法

### 第一節、生育地環境資料之建立

本研究以40 m × 40 m之數位高程資料，建立全區高程、坡度、坡向、日輻射潛能、水份梯度等與植群生育、分布有關之物理環境因子圖層，作為生育地環境之基本資料。有關利用數位高程資料建立物理環境資訊之流程如下：

#### 一、坡度與坡向分析

本研究以數位高程資料為材料，透過ArcMap軟體中的立體空間分析模組(3D analyst)進行坡度與坡向計算，並將計算結果輸出製圖。

#### 二、日輻射潛能之推估

動植物資源的能量來源在於光量，因此不同的光量提供將影響動植物資源的分布，而小尺度的棲地環境其光量的變化受制於地形的影響，以地形為基礎的日輻射潛能推估，為探討自然資源分布的基礎，本研究利用地文及天文參數進行日輻射潛能之推估，其方法分述如下：

設  $\theta_p$ ：水平面單位面積上所接受之日輻射潛能通量

$\theta_0$ ：太陽常數，大氣層頂垂直於太陽光線單位面積上之輻射通量，此時地球與太陽間之距離為其繞日軌道與太陽間之平均距離，其值為  $1,353 \text{ W/M}^2$

$\gamma$ ：地球與太陽間距離與其平均距離之比率

$\theta_s$ ：太陽之天頂角

$\theta_n$ ：太陽高度角

$\varphi$ ：緯度

$\delta$ ：太陽傾角（日午時太陽與赤道面之夾角）



設  $\theta_{sp}$ ：坡面上單位面積所接受之日輻射潛能通量

$e$ ：坡面之坡度角

$\psi_n$ ：坡面之方位角，由正南起算，順時鐘為正，逆時鐘為負

$i$ ：太陽入射角

$ts'$ ：相當坡面上日出日落與日午之時距

$i'$ ：坡面上之太陽入射角，即垂直坡面方向與太陽間之夾角

$\varphi'$ ：與坡面平行之地平面緯度

$\alpha$ ：相當坡面在經度上之位移角度

TST：太陽時(True solar time)

LST：地方標準時，臺灣地區地方標準時為東經 120°

$C$ ：當地經度( $M$ )與時區標準經度( $M_0$ )的時差即：

$$C = (4\text{min/degree})(M - M_0)$$

$Eot$ ：時間公式，地球自轉與平均太陽時之間之差距

因坡度角  $e$ ，方位角  $\psi_n$  之坡面上之日輻射潛能可依位移方式，將其位移至地平面上之某一緯度與經度，使坡面之輻射潛能與之相等，此一經度與緯度稱之為相當經度與緯度，坡面經位位移後則可依(2.2)式計算。位移日輻射量為：

$$\theta_{sp} = \theta_o / \gamma^2 \cos i' \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\cos i' = \sin \varphi' \sin \delta + \cos \varphi' \cos \delta \cos \omega t' \dots \dots \dots (2.7)$$

$$(2.8) \text{ 式中相當緯度 } \varphi' = \sin i \cos \psi_n \cos \varphi + \cos i \sin \varphi \dots \dots \dots (2.8)$$

而位位移後之時間為：

$$\omega t' = \alpha + \omega t$$

$\alpha$  為位移之經度差，可依(2.7)式計算之。

$$\tan\alpha = \sin\psi_n / (\cos\phi - \sin\psi_n \sin\phi) \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\cos\omega t_s' = -\tan\phi' \tan\delta \dots \dots \dots (2.10)$$

上述計算中，所使用之時間皆以通過當地子午線為準，其與格林威治為準之經度時間不同，在換算為當地的標準時(TST)需依

$$TST = LST + C + Eot \text{ 來修正。}$$

本研究以含有經緯度、坡度、坡向之數值地形資料配合上述公式計算每一網格之日輻射潛能。

### 三、水份梯度之推估

由於影響生育地水份梯度大小之因子以地形位置及坡向影響最為重要，因此 Whittaker(1960)即提出方位與地形位置合併評估水份梯度之方法。本研究利用  $3 \times 3$  m 移動視窗及地形粹取準則，以全區數值地形資料萃取山谷線及嶺線兩種地形位置，並以(2.11)式配合表 2-1 之判釋準則決定地形位置後，再結合坡面方位資訊綜合研判全區之水份梯度值。

$$P_{ij} = \frac{\text{(P 點與最近河谷線之歐幾里德距離)}}{\text{(P 點與最近河谷線之歐幾里德距離 + P 點與最近嶺線之歐幾里德距離)}} \dots \dots \dots (2.11)$$

式中 P 為檢定點,  $P_{ij}$  為相對位置比例。

表 2-1：地形位置之判釋法則

相對位置	坡面位置
$P_{ij} < 0.1$	山谷
$0.1 \leq P_{ij} < 0.4$	下坡
$0.4 \leq P_{ij} < 0.6$	中坡
$0.6 \leq P_{ij} < 0.8$	上坡
$P_{ij} \geq 0.8$	嶺線

#### 四、地質

參考經濟部中央地質調查所製作之台灣地質圖（比例尺：1/250,000），切取計畫區範圍之地質資料，同時將所得結果轉化為地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 圖層，除進行描述性說明外，並以適當之圖、表呈現相關結果。

#### 五、氣候

本計畫區位於北迴歸線以南，屬熱帶氣候區，常年溫度高且冬季少雨，因此氣候資料應依據中央氣象局高雄、屏東、台東及大武等氣象站之氣象年報資料，就其溫度、雨量、風向、溼度及日照等相關資料進行整理工作，除進行描述性說明外，並以適當之圖、表呈現相關結果。

#### 六、水文

整理水利單位現有水文資料，切取計畫區範圍之河川流域分布圖資料，同時將所得結果轉化為地理資訊系統圖層，除進行描述性說明外，並以適當之圖、表呈現相關結果。

## 第二節、台灣穗花杉立木基本資料調查

茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境在 1996 年曾由屏東林區管理處進行台灣穗花杉之每木掛牌調查，但至今已隔十餘年，有再次複查之必要，本研究將引進新型 GPS 進行每木之定位，並調查其胸徑、樹高與枝下高，與先前調查之資料比對，了解台灣穗花杉十年間族群之生長發育情形。

### 一、每木資料定位

本計畫主要採用 GARMIN 公司之 GPSMAP 60CSx 掌上型衛星定位導航儀作為測量工具(圖 2-1)，進行台灣穗花杉每木之標定，它使用高感度 Sirf III 的 GPS 接收機晶片，故在濃密的樹林內能擁有良好的定位能力，並將定位資料及航跡資料利用 ArcView Shp File 圖層進行展示。



圖 2-1：GPSMAP 60CSx 掌上型衛星定位導航儀

其相關作業規範說明如下：

#### (一) 規劃準備事項

1. 行程排定，包括每天進行路線、儀器種類、施測人員分組、車輛配置

情形等有關事宜。

- 2.每天接收的時段應事先依衛星數目、點位精度因子(PDOP)、衛星出沒圖(Sky Plot)審慎選擇。
- 3.準備公文及入山許可文件，以備山地管制區之查驗。
- 4.檢查接收儀，記憶體容量是否夠用，已接收資料是否已安全取出存到磁片。
- 5.檢查接收儀電池是否已充電，並攜帶備用電池。
- 6.檢查外業所必需之裝備，包括基座、腳架、天線、天線轉接器、天線電纜、電池等，應逐一清點；若有故障或缺少者，應事先修正或採購，並列出衛星定位測量裝備一覽表。
- 7.實際將儀器置於室外，模擬實際狀況，架設起來並操作一次，以確定整組裝備正常與否。
- 8.攜帶點位間移動行程表、點位接收時段表及調查有關資料。
- 9.約定車輛接送時間及聯絡方式。
- 10.確定安全準備足夠，如食物、飲水、夜間照明、夜間裝備等。
- 11.準備刀、鋸，以便清除衛星控制點點位阻礙接收之草木。

## (二)接收程序注意事項

- 1.確實接妥天線電纜及電池電纜。
- 2.施測時應按儀器正常操作程序開機，檢查是否正常接收、記憶體空間是否夠，電池是否滿載，並確認點號、時段代號、取樣間隔及最低仰角並輸入天線高開始接收。
- 3.填寫衛星定位測量接收記錄表。
- 4.定時量測溫度、濕度及氣壓並記錄之。
- 5.定時注意接收儀是否正常接收衛星訊號及訊號品質，若有訊號中斷應

於記簿中加以描述，並依個人認定判斷其可能原因，提供後續參考之用。

6. 遇有突發狀況，如地震、下雨、起霧、刮大風或儀器傾倒、斷電等因素，應在記簿中加以描述，可恢復者則恢復之，並記錄其時間。
7. 若點位附近環境已有變更，應將如何到達點位及點位附近情形，繪草圖並描述說明。

### (三)接收結束時應注意事項

1. 完成衛星定位測量記錄表後關機。
2. 收妥各項儀器及裝備。

### (四)返回室內時應注意事項

1. 將使用過之電池加以充電。
2. 將接收儀內資料取出，並安全地儲存於磁片及電腦中。
3. 清除已取出之資料檔。
4. 填寫外業日誌。
5. 以磁片中資料初算一次，確定磁片資料沒有問題。
6. 接收時段有連續數天時，確實作好下次接收的檢查工作，包括儀器、電池、充電情形等，以便配合地圖的描述狀況，提早規劃行程安排。

### (五)預期測量成果

所有測量成果將依下列方式製成具有地理資料格式之圖層：

1. 選擇資料差分。
2. 瀏覽所有檔案。
3. 開啟要被差分的檔案。

- 4.載入基地站檔案資料。
- 5.選擇相同接收時間檔案。
- 6.設定基地坐標。
- 7.設定處理高度角（衛星在正上方，幾何結構較佳）。
- 8.設定處理衛星數量（精度效果較佳）。
- 9.軟體差分計算。
- 10.展示點位精度
- 11.轉換檔案格式成為 GIS 軟體所需格式。

## 二、胸高直徑(DBH)

以胸徑輪尺或直徑捲尺於樹高 1.3 m 地方測定，評估方法如下圖 2-2。直徑生長量可做為林木健康指標的重要解釋變數，可利用直徑與樹高的比值查看林木是否有特殊異常狀況。

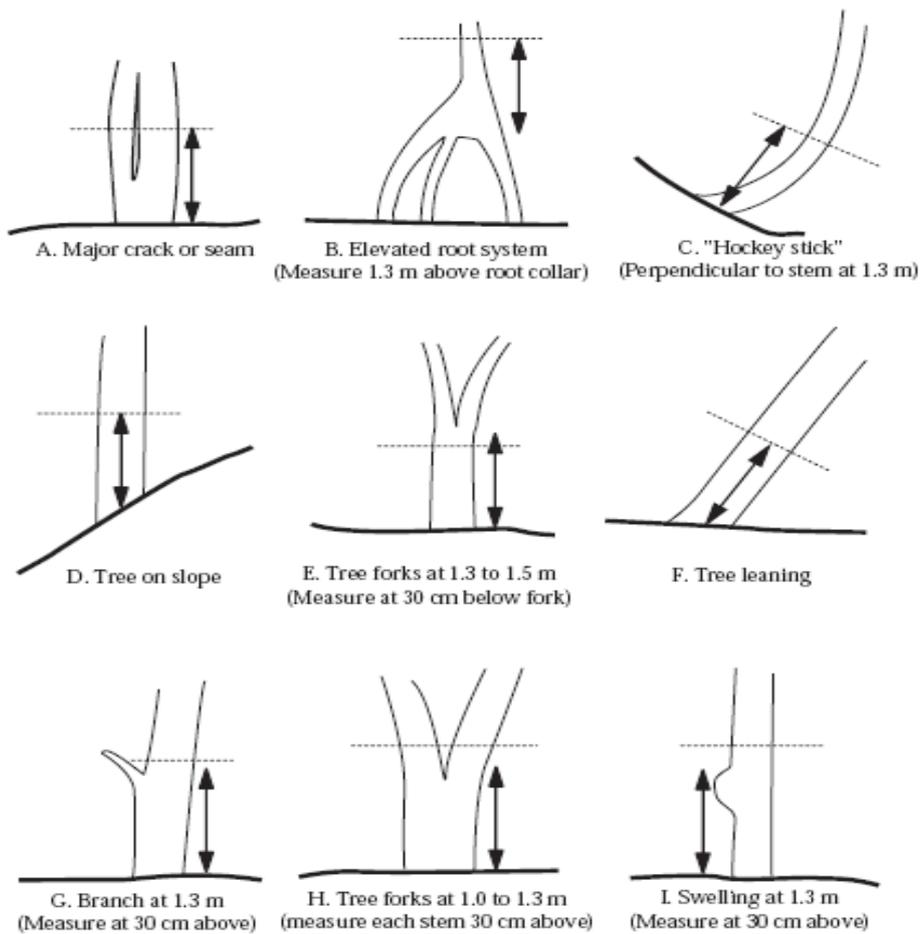


圖 2-2：不同立木生長類型之 DBH 量測方法

- A. 主幹產生裂縫則於胸高直徑 1.3 m 地方進行量測。
- B. 根系提高則在根系上方 1.3 m 處進行量測。
- C. 主幹呈現彎曲狀態，則莖與地面垂直方式於 1.3 m 處量測。
- D. 林木生長在斜坡上時，則在斜坡上方胸徑 1.3 m 地方量測(圖 2-3)。

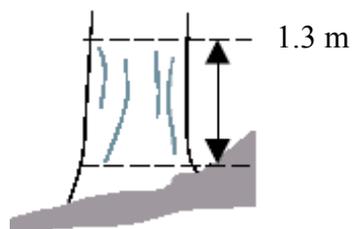


圖 2-3：立木生長在斜坡時之 DBH 量測方法

- E. 林木分岔點在 1.3 m 到 1.5 m 的地方，則在分岔點下方 30 cm 處量測。

F. 林木成傾斜狀態則依傾斜角度成直角於 1.3 m 量測(圖 2-4)。

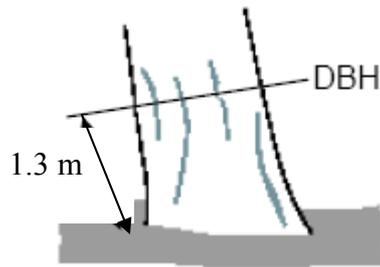


圖 2-4：立木成傾斜狀態時之 DBH 量測方法

G. 枝條生長於 1.3 m 處時，則往上 30 cm 量測。

H. 林木分岔在 1.0 m 到 1.3 m 處，則分岔枝幹都必須進行量測。

I. 在胸徑 1.3 m 處有膨大時，則在膨大處向上 30 cm 的地方量測。

### 三、樹高

以 Blume-Leiss 測高器量測之，主要測定到樹梢頂端與樹根基部之角度，以及測點到立木之水平距離，應用三角學公式算出樹高，如圖 2-5 所示。可根據調查之樹高基本資料作為一項重要變數，利用不同年份所調查之數據，看出林木之生長勢，再與樹冠幅及胸徑三者計算出形狀比，及可用形狀比為變數，監測林木之健康狀態。

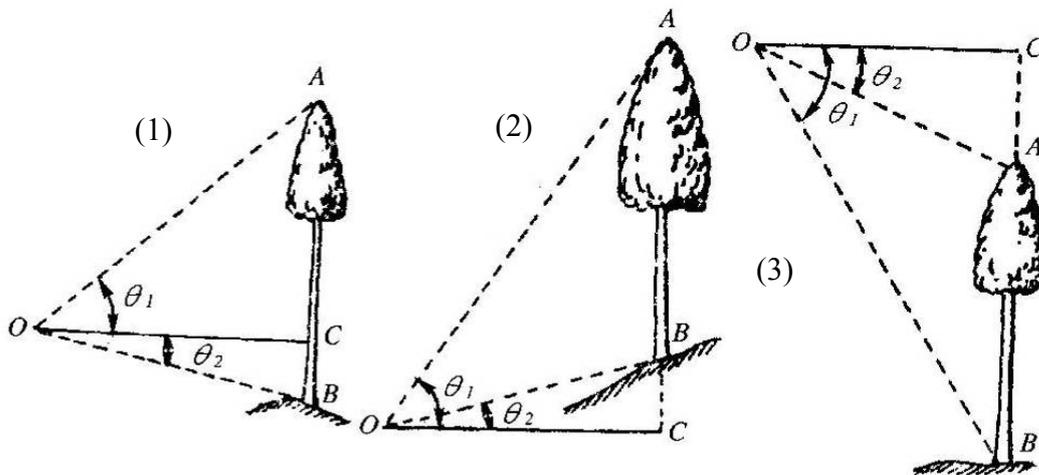


圖 2-5：應用三角學原理之樹高測定法圖解

其測定方法為先定出測點到立木之水平距離後，在測定仰角 $\theta_1$ 及俯角 $\theta_2$ ，

即可依照下列公式求出立木之樹高。

(一)測點位置在立木頂梢與根基中間

$$\begin{aligned} AB &= AC + CB \\ &= OC \tan \theta_1 + OC \tan \theta_2 \\ &= OC(\tan \theta_1 + \tan \theta_2) \end{aligned}$$

(二)測點位置在立木根基以下

$$\begin{aligned} AB &= AC - BC \\ &= OC \tan \theta_1 - OC \tan \theta_2 \\ &= OC(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \end{aligned}$$

(三)測點位置在立木頂梢以上

$$\begin{aligned} AB &= CB - CA \\ &= OC \tan \theta_1 - OC \tan \theta_2 \\ &= OC(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \end{aligned}$$

而在測定樹高時，不論使用何種方法或儀器，皆應注意下列幾點，以減少誤差發生：

- 1.測定方法及使用儀器必須與樹高測定所希望之精確度配合。
- 2.測定位置應該選定能夠清楚看見立木梢端及基部之地點，如果無法看到基部時，則以樹幹上某一點為基準而測定之，然後再加算基準點以下之高度。
- 3.測點位置太靠近立木，容易將側生枝葉誤認為樹梢，則得過大值之誤差。
- 4.傾斜立木之樹高，若從傾斜前方測定則得過大值，若從傾斜後方測定得過小值，所以必須從數個方向測定，然後求其平均值。
- 5.測定者與立木間之距離，必須正確測定。
- 6.圓錐形樹冠立木之樹高，比平頂型樹冠者測定準確。

四、以GIS建置台灣穗花杉空間分布資料

因以往調查資料皆以書面資料進行存放，其對資料管理與利用，將造成諸多不便，且容易因人事變動而造成資料之流失，而生態監測資料其型式包括點、線、面圖層及屬性資料，各類型資料經整合後，因ArcView軟體兼具了整合空間性資料的功能，利用GPS所標定台灣穗花杉立木位置與地面調查之屬性資料，以ArcView Shape File圖層建立，基本資料則以關聯式資料庫模式，進行物理環境與生物屬性資料之鏈結，因此該資料庫可配合使用者圖形介面，達成資料建檔、更新、查詢及分析等功能。

### 第三節、林木健康調查

本計畫所進行的林木健康調查，主要針對台灣穗花杉植群，進行每木調查，主要的調查方法包括文獻彙整、野外實地調查和內業資料彙整與分析。野外實地調查將利用林木健康指標的選定，包括評估根部狀態、冠層狀態、樹冠密度、樹冠透視度、樹冠重疊、活冠層比、樹冠梢枯等七項指標，其中各項指標調查項目，依林木健康等級之不同，給予不同分級，其指標的選定及評估步驟分述如下。

林木健康指標調查項目之建立主要以兩階段來進行，第一階段藉由文獻分析彙整林木健康評估項目及評估方法，並初步發展林木健康度之調查項目。第二階段進行調查人員之訓練及試調，並進行調查表之修改，以提供為本計畫進行林木健康評估之用。其各健康指標評估方法的選定，係參考國內外相關森林健康調查研究文獻，藉由同行審查、專家意見作為選用指標的重要依據，並透過野外實際操作後，選出適合國內森林健康監測的一套規則，而健康指標之建立對於林木健康監測可提供為經營管理之參考。各項林木健康指標評估方法如下：

#### (一)根部

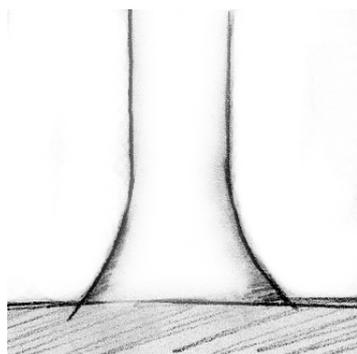
依根部受害情形的不同，分為以下 4 級(圖 2-6)。

3:正常無損傷(根系完全埋在土中)

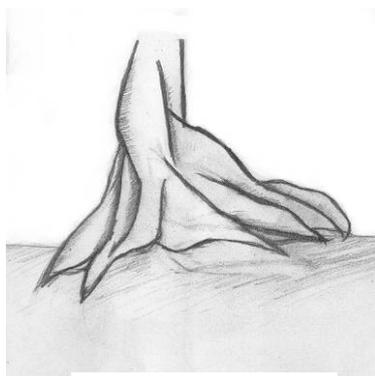
2:根部裸露但無損傷(板根、氣根類等，只要根系裸露出地面亦算)

1:裸根有損害(板根、氣根類等，只要根系裸露出地面有損傷情形，  
例如磨損、病害、天然災害造成等)

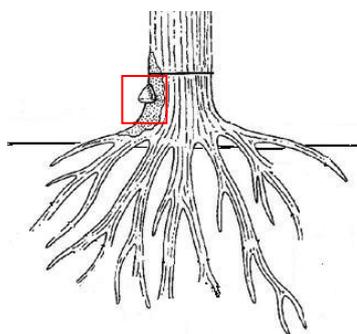
0:根部死亡



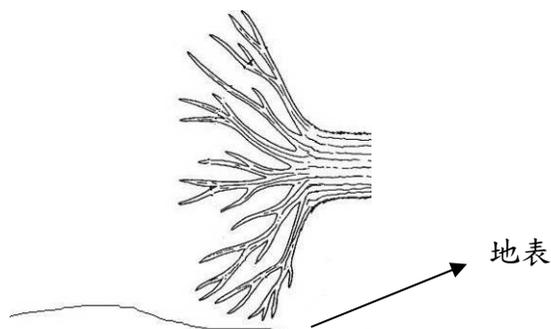
3:根部完整



2:板根或氣根



1:根部受傷



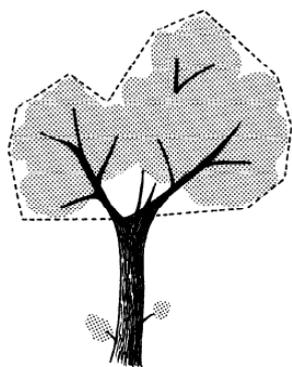
0:根部死亡

圖 2-6：根部健康狀態判定圖

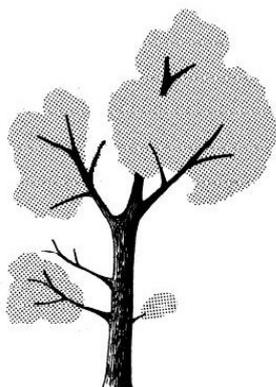
(二)冠層狀態(受生長季節或病害影響)

活冠層以上的落葉情形，並依照不同落葉情形給予級分，分成 6 級(圖 2-7)。

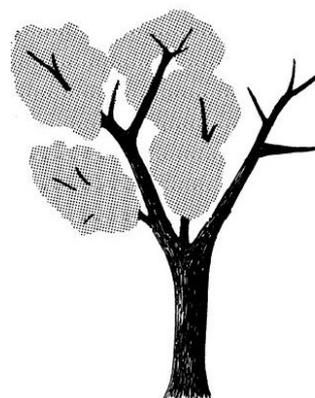
- |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| 6:無落葉      | 5:落葉少於 25% | 4:25-50%落葉 | 3:51-75%落葉 |
| 2:76-90%落葉 | 1:超過 90%落葉 | 0:林木枯死     | ※以下圖為例     |



無落葉



落葉少於 25%



25%-50%落葉

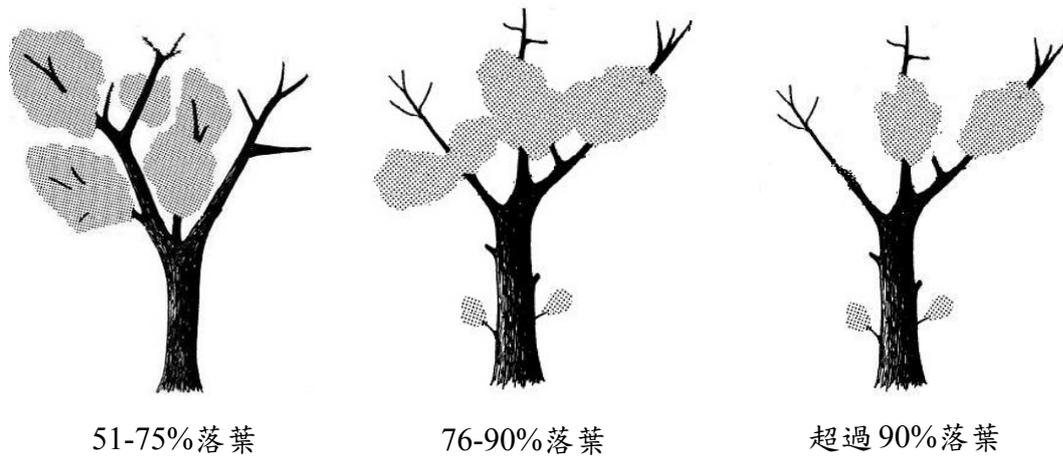


圖 2-7：冠層狀態判定圖

(三)樹冠密度

依圖 2-8 所示，調查比例所示，95%=10，5%=1，樹冠枯死=0。為光線無法穿透部分之樹冠面積的百分比，包括林木側枝以及樹冠葉子部分，即全樹冠視域之林木側枝和葉的面積百分比。

樹冠透視	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
樹冠密度圖	95	85	75	65	55	45	35	25	15	5
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

圖 2-8：樹冠密度及透視度評分

(四)樹冠透視度

依照圖 2-8 所示，5%=10，95%=1，樹冠枯死=0。觀測方法類似於樹冠密度，為活樹冠、正常有葉透光部分百分比，扣除林木側枝及主幹，而樹冠透視度與林木活力有強烈的相關性。美國國家森林生態系健康的監測，對於樹冠透視度的測量目前無法由儀器直接測量，採取視覺觀測對照透明卡判定作成透明卡，由 10×10 的網格套疊到冠層上，每一網格代表 1%，總共 100%，並依樹冠空隙所占的網格，計算百分比，透明卡製作如下圖 2-9。

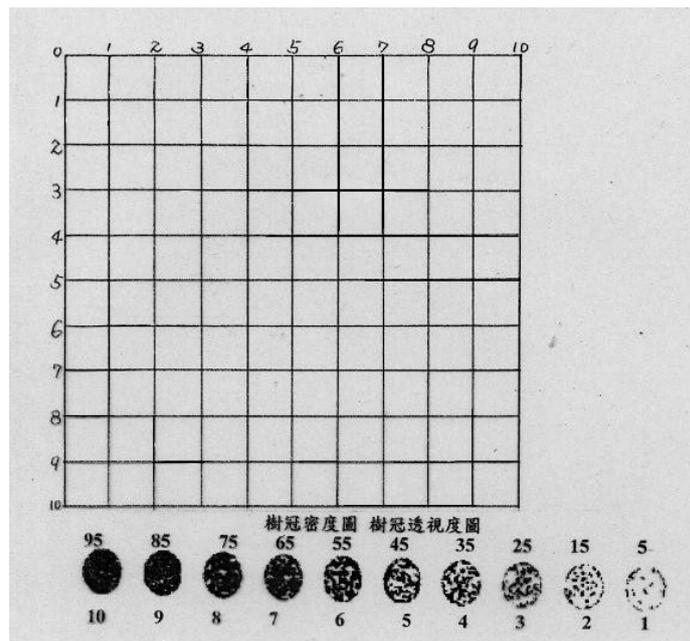


圖 2-9：樹冠密度及透視度透明卡

#### (五)樹冠重疊情形

對每個活的或枯死的林木統計林木冠層邊緣部分重疊的數量，包含非樣點中的林木，且不考慮鄰近林木是中間的、抑制、或枯死，觀測方法將冠層切割成為四等分，則依據每一等分不同的覆蓋情形給予不同的評分（圖 2-10），其評分標準如下：

上層木-6

下層木-5: 與鄰木樹冠重疊少於  $1/4$     4: 與鄰木樹冠重疊等於  $1/4$

3: 與鄰木樹冠重疊等於  $1/2$     2: 與鄰木樹冠重疊等於  $3/4$

1: 樹冠完全被覆蓋

0: 林木枯死 ※以圖 2-10 為例

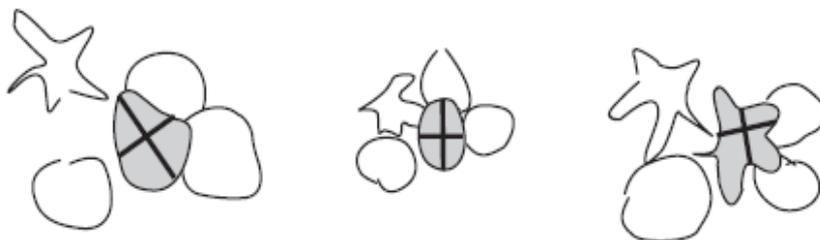


圖 2-10：樹冠重疊情形判定圖

其評分依據如下圖 2-11。



圖 2-11：樹冠重疊情形評分依據

#### (六)活冠層比例

活冠層比的計算方法如下圖 2-12 所示，林木實際總長度視為  $y$ ，活冠層比率視為  $x$ ，將  $x$  除以  $y$  乘以 100 就可得到活冠層比率。為活冠長佔全樹高的比例，此變數易顯現出林木活力，且可間接了解胸徑生長。

8: 91-100%    7: 76-90%    6: 61-75%    5: 46-60%    4: 31-45%  
 3: 16-30%    2: 1-15%    1: 完全落葉但無死亡    0: 枯死

※以圖 2-12 為例

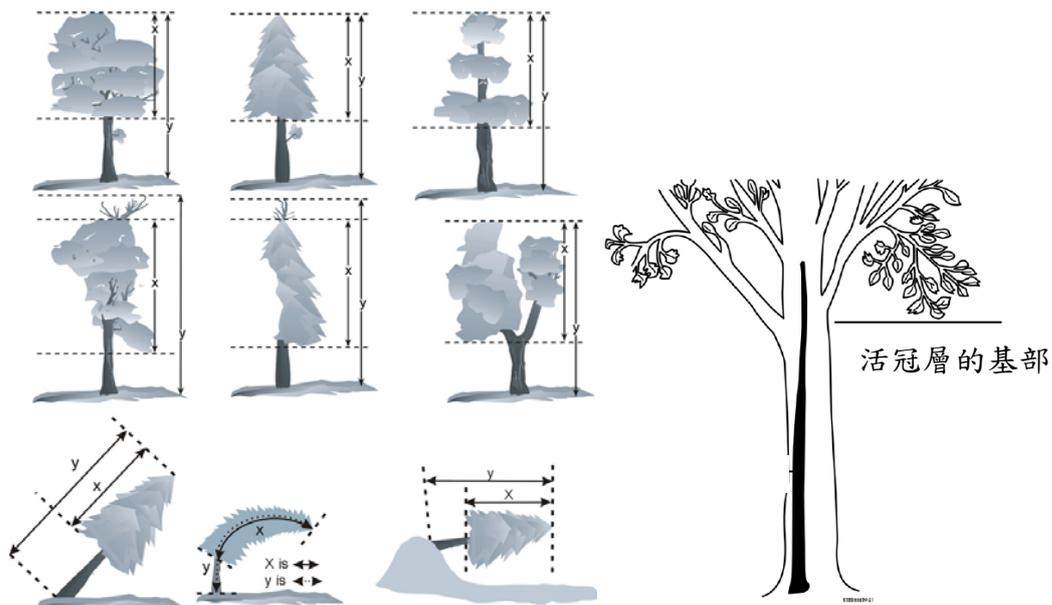


圖 2-12：林木生長情形不同之活冠層計算方式

### (七)樹冠梢枯

以整株林木的枯枝佔整個冠層的比例，發生於橫向枝稍末端持續朝向樹幹或由樹頂向下縱向的枯死，常出現在樹冠上半部和外部，樹冠梢枯是林木衰退徵兆敘述的最佳特徵，評估方法如圖 2-13 所示。

7: 無            6: 1-15%        5: 16-30%      4: 31-45%      3: 46-60%  
2: 61-75%      1: 76-90%      0: 91-100%    ※以圖 2-13 為例

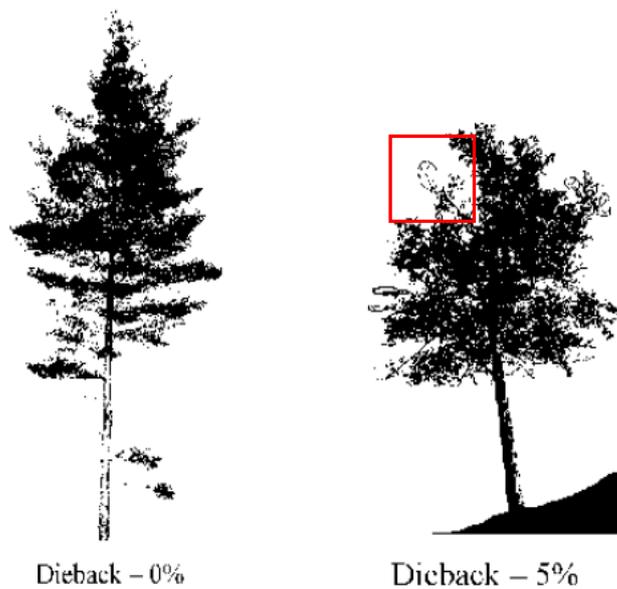


圖 2-13：樹冠梢枯判定圖

## 第四節、永久樣區設置與調查

一般植物資源調查可分為植物相(Flora)調查及植群(Vegetation)調查兩部分，植物相調查以物種為對象，將某一地區所有植物種類列出清單，詳細記錄每一物種的族群數量、族群結構、族群分布、族群動態及生育環境等基本資料；而植群調查則以植物社會為對象，利用取樣的方式，調查某一地區所有植物社會，並記錄每一種植物社會的組成、結構、分布等，並推測各植物社會演替動態及植物社會間的相互關係。本研究以植物相調查為主，並輔以適當之植群調查方式後，探討珍貴稀有植物之保育問題。

一般植物調查之步驟與程序可分為前置作業、野外調查（外業）及研究分析（內業）三部分，分述如下：

### 一、前置作業

依調查目的、對象、項目內容及方法，經相關文獻、資料蒐集及現場踏勘後擬訂調查計畫。

#### (一)相關文獻資料蒐集

調查之初，先取得欲調查地區1/50,000的等高線圖、1/10,000（或1/5,000）的航照圖及1/25,000的事業區圖，以便對調查地區之土壤、氣候、地質、地形及植被概況等資料進行了解，同時蒐集該地區前人之研究文獻，供調查地區鄰近植群和現存植群比較之參考。

#### (二)調查計畫之擬訂

##### 1.現場踏勘

在進行詳細的現生植被調查前，藉由相關地圖先至調查地區實地了解植被現況，初步掌握植群分布變異，俾供樣區選定範圍決定之參考。

##### 2.樣區之選定

隨機取樣方式，設置五個永久樣區，並進行每木調查，記錄各株立木之樹

種名稱、胸徑、樹高，並進行地被植生調查，以了解研究區之植群組成與結構。樣區以  $40 \times 25(0.1 \text{ ha}) \text{ m}^2$  為基準，選定 5 個樣區進行調查，樣區的選擇考慮海拔高、坡向、方位等變化，並考量台灣穗花杉植群之分布情形，儘量在各種環境梯度上呈現均質之植群中，設置樣區並進行調查，以了解全區之植群組成與結構。調查人員到達樣區附近後，即應打開衛星定位接收儀之電源，以利其接收衛星訊號並進行自我定位，待樣區中心確認後，即可先行以定點接收方式接收樣區點位的資料，並將所獲得之座標值，填入紀錄表中(注意：樣區記錄每一組座標資料均需填寫，GPS 之訊號接收不到之地區，必須利用導線測量方式配合彩色照片進行判釋定位。

## 二、野外調查

### (一)資料收集及基本環境調查

蒐集、整理研究區內有關之基本環境資料，包括地理位置、範圍、地質、氣候及 1/25,000 相片基本圖，以便掌握調查區域之地形位置，再配合實地踏勘以確立樣區之位置、取樣面積大小及樣區數量。並於踏勘時判斷林型變化，採集植物以供鑑定、製作臘葉標本以供往後查證及製作植物名錄。同時蒐集前人研究文獻，以增進對研究區域地形及植群之了解。

### (二)植群取樣方法

樣區設置人員可運用地形圖或小比例尺之地圖或登山圖等來尋找到樣區附近後，再利用林區像片基本圖及航空照片於樣區附近尋找適當之林相和海拔高以確認樣區位置(如地形不明顯，無法確定所在位置時，可打開衛星定位接收儀查知現地座標，再利用像片基本圖之圖角上的經緯度座標來換算縱軸和橫軸長度(以每“秒”乘以 0.6 cm)，待此長度算出後即可以直尺於像片基本圖上定出所在位置(注意：因本座標值未經校正處理，故其精度僅達約 5 m 誤差範圍(3D 接收狀況下)，所以前述點位換算完後仍需配合像片基本圖上之影像判釋以補其不足之處)。野外調查小組每日工作開始前須檢視地圖與研判照片，計劃行程與選擇前往樣區之最佳捷徑路線。野外調查人員應正確無誤的找出地面樣區中心，使其位置

與像片基本圖上標示點無出入。因絕大多數之樣區中心無法僅憑照片之立體觀察，直接確定與地面上的位置。故野外調查小組應先尋找明顯地物處，即容易由照片及地面上同時認出之地點，然後由此點測量至樣區中心。

樣區範圍確定後，由樣區中心沿著垂直於等高線的方向，上下設定中心線(注意：樣區面積和樣區方向確定後，記錄者應儘快測出樣區坡度以修正樣區線(可運用水平距離換算表將書面之平距轉換為現場之斜距))，即沿坡面上方設定一半長，下方設定另一半長，中心線之起、終點亦如中心點般各以塑膠樁插於地表，並以噴漆作記，另外亦可於中心線，拉一條塑膠繩，留置於現場以利未來樣點之找尋。如在地或沒有明顯坡向之地帶，樣區中心線走向，以東西向設定之，並以東方為起點，如下圖2-14所示。

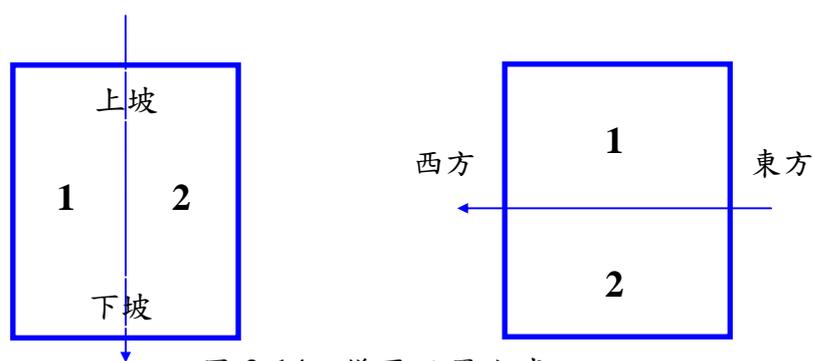


圖 2-14：樣區設置方式

實施永久樣區之野外調查及資料收集，針對台灣穗花杉進行立木空間位置之測量及每木調查。測定方式為量測樣區內胸徑(DBH)達到 1 cm 以上之木本植物，紀錄其樹種名稱及胸徑、各樹冠層林木高度，並編號掛牌，草本則紀錄覆蓋度及種類，在記錄樣區之植物資料時，並同時觀測樣區內之環境因子。

### (三)稀有植物及其保育特性之評估

植物稀有的原因有三：1.由於生態系或生育地破壞而引起植物之滅絕；2.在經濟上具特殊之用途，而被人為目的破壞之種類；3.非人為因素而引起之減少，如本身適應力之薄弱。此等原因之列舉實際上可視為根據導致植物稀有原因之分類方式，此分類方式曾被廣泛沿用(柳檣、徐國士，1971)。本研究稀有

植物評估主要依據國際自然資源保育聯盟(The International Union for Conservation of Nature and Resources, IUCN) 1994 年的植物保育等級及台灣稀有及瀕危植物之分級-彩色圖鑑(行政院農委會, 1996-2001)為準。

#### (四)環境因子之觀測與評估

環境因子對植物分布之影響，可劃分為許多層級，不同層級之因子，可導致不同規模之植群變異，而影響植物社會結構。不同層次之因子間，常有某種有次序之相關性存在，是謂環境之層級系統觀念(Hierarchical System of Environment)(蘇鴻傑, 1987)。環境因子雖可視為許多獨立之變數而加以觀測，惟若干因子之間常有顯著之相關性，例如氣溫常隨海拔之上升而遞減，而大氣濕度與土壤水分，亦與方位或地形有密切關係，正因為有此種關係存在，故生育地之環境因子並非逢機性之組合，而係以某種有次序的系統方式，影響植物社會之結構(蘇鴻傑, 1987)。因此植群生態之研究，不僅是要探討不同植物群聚所形成之植群型或林型，更要探討影響植群分化之環境因子。故進行植群分析時，可選取若干容易測量之環境因子直接測量。本研究乃對環境因子之評估，包括直接及間接評估主要有下列 7 項，其方法如下：

##### 1. 海拔高度

海拔係一間接影響因子，可作為局部溫度之評估值。觀測時是以氣壓高度計及全球定位系統直接在樣區中央位置測定記錄之，並配合 1/25,000 之地形圖，將樣區位置依海拔及座標直接標於地形圖上。

##### 2. 坡度

坡度係生育地之傾斜度，直接以傾斜儀於樣區多數地點測定，以其平均值代表，並以角度表示，此一因子主要影響土壤之靜止角，而與土壤之發育堆積有關，並進而影響土壤排水性與含水量。

##### 3. 方位

方位係指一生育地最大坡面所面臨之方向，不同之方位將導致溫度、日照、溼度及土壤水分之差異。方位角由指北針或傾斜儀直接讀出，但其

數字大小與產生之效應並無相關，一般多轉換為相對之效應值，以代表其所影響之環境因子，此一影響梯度可稱為水分梯度。以北半球而言，西南向最乾燥，東北向最陰濕，故可以給予不同方向之相對值，以表示其水分機制。本研究將一圓周分為 8 等分，由最乾燥至最濕分別給予 1~8 之級值，各方位之級值如下：西南-1；南-2；西-3；東南-4；西北-5；東-6；北-7；東北-8。

#### 4.地形位置

地形位置係指生育地位置與當地地形起伏之相對關係，通常是以山頂、上坡、中坡、下坡及溪谷等作定性之描述，因此在數值分析時須將其轉化為定量的估計值，方可作為評估之依據。地形位置之影響主要為乾性及濕性之局部氣候、太陽輻射及土壤含水量，因此本研究以 1~5 代表其由乾至濕之土壤水分情形，各指數所代表之位置為：稜線-1；上坡-2；中坡-3；下坡-4；下坡近溪谷-5。

#### 5.全天光空域

樣區所在位置上方之空域，經扣除受周圍地形地物遮蔽部分所得之天空比例，稱為全天光空域。此空域以一圓表示，實地量出樣區周圍 8 個方位遮蔽物各高低轉折點之方位角及高度角後，以未受遮蔽空域之面積除以整個圓面積，所得之百分率即為樣區的全天光空域值。

#### 6.直射光空域

一年之中，太陽在樣區上空運行之 2 軌跡線所夾之天空面積，扣除受周圍地形遮蔽部分，所得之比例稱為直射光空域。此 2 軌跡線即夏至及冬至兩天之太陽軌跡。而此二線中未受遮蔽之空域面積除以 2 線所夾之總面積，所得之百分率即為樣區之直射光空域。

#### 7.含石率

以土壤裸露之含石塊程度做評估，本法多採用於陡峭之岩壁或含石率相差較大之地區。

### 三、珍貴稀有植物調查

國際自然及自然資源保育聯盟(The International Union for Conservation of Nature and Resources, IUCN)的保育等級，為國際上政府、非政府組織及保育學者廣為使用及接受，IUCN 委員經多次諮詢及研商後，於 1994 年 12 月新版本通過定案，依照其分及共分為 8 級(彭國棟 1996)：

#### (一)絕滅 (Extinct, Ex)

除非有合理的懷疑，否則一物種之最後個體已死亡時，這個分類群即列為絕滅級。

#### (二)野外絕滅 (Extinct in the Wild, EW)

以物種只在栽培、飼養狀況下生存或只剩下遠離原分布地以外之移植馴化族群時，這個分類群即列為野外絕滅。

#### (三)嚴重瀕臨絕滅 (Critically Endangered, CR)

當一物種在最近期間內在野外面臨即時且甚高之絕滅危險，符合評估標準之任一項時，應列為嚴重瀕臨絕滅。

#### (四)瀕臨絕滅 (Endangered, EN)

一分類群正面臨在野外絕滅之危險，但未達嚴重瀕臨絕滅之標準者，列為瀕臨絕滅。

#### (五)易受害 (Vulnerable, VU)

一分類群在中期內將面臨於野外絕種之威脅，但未達嚴重瀕臨絕滅或瀕臨絕滅之標準者，列為易受害種。

#### (六)低危險 (Lower Risk, LR)

一分類群經評估後不合於前述 1 至 5 種保育等級之標準時，列為低危險級。可再區分為 3 亞級：

1. 依賴保育 (Conservation Dependent, CD)

有持續而特別的物種或棲地保育計畫再進行。若其保育計畫停止，則在 5 年內此一分類群會面臨危險而變為前述各項受威脅之等級。

2. 接近威脅 (Near threatened, NT)

不合於依賴保育級，惟接近於易受害級者。

3. 安全 (Least Concern, LC)

不合於依賴保育級或接近威脅者。

(七) 資料不足 (Data Deficient, DD)

由於缺乏完整的資料，至無法依據其分布及族群狀況以直接或間接評估其絕種危險之分類群。

(八) 未評估 (Not Evaluated, NE)

未曾依照各項標準進行評估之分類群。

### 第三章 資料分析

#### 第一節、林木健康調查

##### 一、以因素分析進行林木健康狀態之評估

在進行因素分析前，本研究以所建立之林木健康指標之相關衡量變數，進行林木健康評估，為了更客觀於得知森林的健康情形，本計畫利用因素分析於各林木健康指標中，找出影響原始資料的共同因素，並利用各林木健康指標之相對權重值，將每株林木健康評分加權平均後，得到加權的因素分數，為利於林木健康度的分級，將加權過後的因素分數標準化，依因素分數的高低，將健康等級分為五級，分級之依據，係利用各單株林木健康分數資料比對地面調查資料(胸徑、樹高、七項林木健康指標分數)，將健康等級分為等級一  $x' \leq -4$  為枯死；等級二  $-4 < x' \leq -1$  為不健康；等級三  $-1 < x' \leq 0$  為產生劣化；等級四  $0 < x' \leq 2$  為健康；等級五  $x' > 2$  為很健康，其流程架構圖如下圖 3-1 所示。

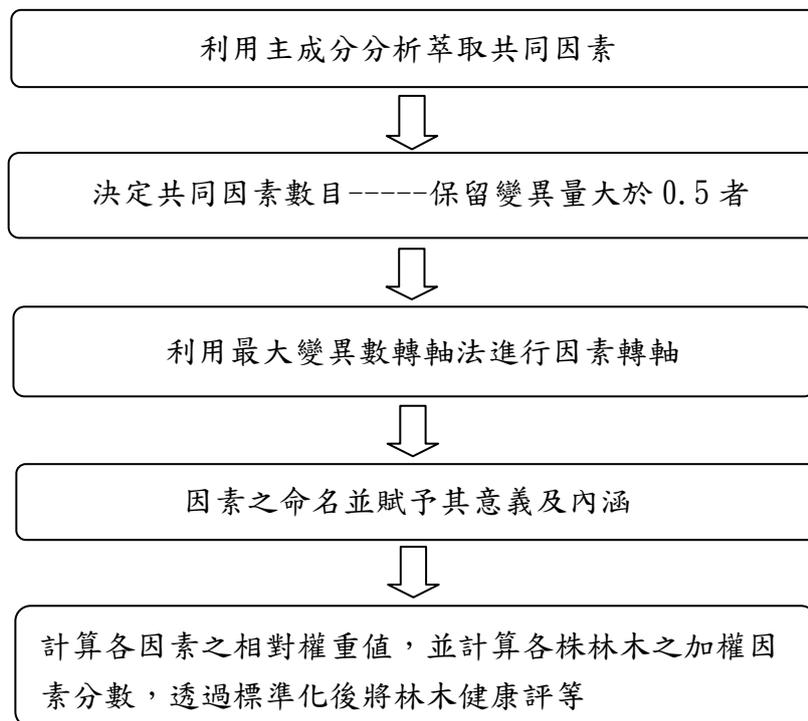


圖 3-1：林木健康指標之因素分析流程架構圖

## 二、林分健康狀態之評估

林分健康分級係依據因素轉軸後之特徵值解釋量為權重，以加權方式計算加權因素分數(x)，再將x值標準化後得到x'值，將每個樣區林木之x'值加總，除以各樣區之林木株數，計算出各樣區之健康度平均值，並依健康度平均將健康等級分為四級，其分級之依據係根據林木健康分級之分類標準，而因林分健康屬於林分中所有林木健康綜合的表現，故在評估林分健康時將枯死等級去除，將健康等級分為等級一  $x' \leq -4$  為枯死；等級二  $-4 < x' \leq -1$  為不健康；等級三  $-1 < x' \leq 0$  為產生劣化；等級四  $0 < x' \leq 2$  為健康；等級五  $x' > 2$  為很健康。

## 三、利用判別分析法預測林木健康狀態

林木健康與否屬於分類性反應變數，可利用判別分析探討影響林木健康之因子，找出造成林木死亡及衰退的相關變數，衡量林木活力之判別力，建構判別函數以監控現有林木死亡的風險，接續預測未來潛在林木死亡的機率。

判別分析的方法眾多，其中費雪法只適用於概念之了解，無法產生判別函數來預測，而且此法缺乏嚴謹的假說檢定，因此本研究應用正典判別分析法與默式法進行機率函數的建構，先以正典判別分析衡量各個解釋變數之判別力，最後以默氏法計算預測正確率。由周文賢(2002)指出以預測正確率達 60% 以上之判別函數，來進行樣本外預測，預測結果則為決策擬定之依據。

本研究應用判別分析於林木健康程度分類上，將反應變數分為枯死、不健康、產生劣化、健康與很健康五個等級，其判別分析的關係式如下：

$$A = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$$

$$A = \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ 枯死} \\ 2 \text{ 不健康} \\ 3 \text{ 產生劣化} \\ 4 \text{ 健康} \\ 5 \text{ 很健康} \end{array} \right\}$$

$x_1, \dots, x_k$  : K個解釋變數

式中，A為反應變數，屬於人為判釋實際歸類(Actual Classification)，進而推測各觀測樣木之判別函數、判別機率與預測歸類(Predicted Classification)。

#### 四、以逐步判別分析法篩選具判別力之林木健康指標調查項目

依據上述判別分析的結果，常因人為判釋的主觀因素，而造成選取缺乏解釋能力或解釋能力重疊的變數，因此必須進一步利用逐步判別分析進行篩選，將沒有解釋能力的變數加以刪除。而逐步判別分析法分為向前逐步分析法、向後逐步分析法、逐步分析法，本研究應用向前逐步分析法進行變數的篩選，其方法為將最具有判別能力的變數選入，亦即在每一個步驟將評估最具有判別能力的變數進入模式內，然後再進行下一個步驟，選取剩下變數中最具判別能力者，如此依序進行，直到最後一個變數選入模式中，了解其錯誤率及擊中率。

逐步判別分析應用在森林健康監測上，其優點在於挑選判別能力強的變數，在往後的野外調查作業上，減少調查項目，提升工作效率與維持一定的品質，舒緩有限的調查人力、經費與時間壓力。

## 第二節、永久樣區設置與調查

### 一、原始資料計算

本研究之植物社會介量計算採用重要值指數(Important Value Index, IVI)來表示。即計算每一樣區之樹種、株數及胸高直徑以求出每一樣區之樹種之相對密度、相對優勢度及相對頻度三者之總和。其計算公式如下：

$$\text{密度}(D_i) = \frac{\text{樹種總株數}(X_i)}{\text{樣區面積}(A)}$$

$$\text{相對密度}(RD_i) = \frac{\text{某樹種株數}}{\text{所有樣區內樹種株數之總和}}$$

$$\text{優勢度}(Do_i) = \frac{\text{某樹種的胸高斷面積}(B_i)}{\text{樣區面積}(A)}$$

$$\text{相對優勢度} = \frac{\text{某樹種斷面積}}{\text{所有樣區內樹種斷面積之總和}}$$

$$\text{頻度}(F_i) = \frac{\text{樹種出現小區數}(P_i)}{\text{樣區之小區數}(P)}$$

$$\text{相對頻度}(RF_i) = \frac{\text{某樹種頻度}}{\text{所有樣區內樹種頻度總和}}$$

$$\text{IVI} = \text{相對密度} + \text{相對頻度} + \text{相對優勢度}$$

此值最高為 300%，經換算為以 100%為基礎之值後，再以八分制級值 (Octave Scale)轉換為 0-9 級(表 3-1)，以簡化數據及變異。草本植物係直接利用相對覆蓋度百分率及相對頻度相加之總和除以 2，此值最高者為 100%，再化成八分級制值，以代表其數量。同一樣區若有喬木層及草本層，則分兩組數據分別計算。

表 3-1：八分級制數據轉化表

級值	相對覆蓋度(%)或 IVI 值	級值	相對覆蓋度(%)或 IVI 值
0	0	5	$4 \leq x < 8$
1	$0 \leq x < 0.5$	6	$8 \leq x < 16$
2	$0.5 \leq x < 1$	7	$16 \leq x < 32$
3	$1 \leq x < 2$	8	$32 \leq x < 64$
4	$2 \leq x < 4$	9	$64 \leq x < 100$

## 二、植群分析

植群分類(Vegetation Classification)為一將植物組成相似之樣區歸為同一型，組成植群型(Vegetation Type)，而分出之植群型再與各項環境因子加以統計分析，並判斷環境因子對各林型之影響情形。

研究中如樣區數量不足，植群分析主要計算樹種 IVI 值，再依樹種優勢程度，對照前人之研究，分出植群型。

### 第三節、台灣穗花杉族群之消長分析

林務局已於 1996 年委託本校進行此區域之調查工作，而至今已數隔十年之久，為了解 1996 年與 2009 年台灣穗花杉的消長情形，將利用每木調查方式，進行台灣穗花杉之複查工作。本研究將利用此次台灣穗花杉每木之林木健康調查結果，配合林區管理處所提供之台灣穗花杉以往調查資料，進行前後期調查資料之比對，以了解台灣穗花杉之生長狀態。

本研究將利用前述每木台灣穗花杉胸徑與樹高之調查，配合林區管理處所提供之台灣穗花杉胸徑與樹高相關資料，以生長量分析方法，分別計算研究區內之台灣穗花杉材積、胸高斷面積、族群消長及林分結構之變化，其分別描述如下：

#### 一、台灣穗花杉材積之計算

因台灣穗花杉無前人所推估之單木材積式，故本研究採用林務局所通用之材積式，一般樹種(形數 0.45)連皮立木材積求積式如下：

$$\text{材積} = \left(\frac{DBH}{2}\right)^2 \times \pi \times \text{樹高} \times 0.45 \dots \dots \dots (3-1)$$

#### 二、植群之消長情形

由於 10 年前已針對當時台灣穗花杉每木以銘牌標號，並以測量儀器測量其立木位置，並轉繪成 Shape File 圖層，以了解其空間變化，故本研究之複查係參考先前資料，重新測量原標定及更新植株(10 年前不存在或新萌蘖之植株)之胸徑，並紀錄期間死亡之植株。新增之更新植株以銘牌給予全新之編號，以便與原始調查編號區隔，方便爾後之複查工作，其計算公式如下：

$$(一) \text{ 新增或死亡率} = (\text{新增或死亡個體數} / \text{原紀錄個體數}) \times 100\% \dots \dots (3-2)$$

$$(二) \text{ 平均年死亡率} = 1 - (N_t/N_0)^{1/t} \dots \dots \dots (3-3)$$

t = 間隔年數      N<sub>0</sub> = 原紀錄之個體數

$N_t = t$  年後原紀錄個體之存活數。

$$(三) \text{ 平均年新增率} = (N_t/N_0)^{1/t} - 1 \cdot (3-4)$$

$t =$  間隔年數       $N_0 =$  原紀錄之個體數

$N_t = t$  年後之原紀錄個體數加上新增個體數。

### 三、林分結構之變化

各樹種在成熟林分中的更新狀況，可由各樹種直徑級分布形狀加以判斷。Weibull 分布(Bailey and Dell, 1973)即根據樹種徑級分布形狀及所占比例，可用來評估林分或主要樹種徑級分布狀況(Tanouchi and Yamamoto, 1995)。所謂 Weibull 分布機率密度函數之二參數模式為：

$$f(x) = (c/b)(x/b)^{c-1} \exp\{-(x/b)^c\}, \text{ 式中 } x > 0, b > 0, c > 0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3-5)$$

$x$ ：代表樹種直徑。

$b$ ：比例介量(Scale parameter)，代表直徑級小於  $b$  之株樹佔全林分株樹的 63%，因此可以由  $b$  值大小，判斷林分或族群的胸徑大小，即  $b$  值愈大，代表該林分或族群的胸徑愈大。因 Weibull 分布之積分函數為

$$f(x) = \begin{cases} 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{b}\right)^c\right] & \text{if } x \geq 0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3-6) \\ 0 & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$

表示直徑由 0 至  $x$  之累積頻度，故當  $x=b$  時，

$$f(b) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{b}\right)^c\right] = 1 - e^{-1} = 0.63 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3-7)$$

c 值：形狀介量(Shape Parameter)，Weibull 分布曲線之形狀即由形狀介量 c 值來決定。當  $c < 1$  時，分布曲線為反 J 型，c 值在 3.25-3.61 之間則為常態分布， $c < 3.25$  時曲線呈正向偏斜(即右偏歪曲線)， $c > 3.61$  則呈負向偏斜(即左偏歪曲線)。茲以 Baily and Dell (1973) 的圖示加以說明 c 值  $> 1$  ,  $c < 3.6$  ,  $c > 3.6$  ,  $c < 1$  的直徑級分布的意義。反 J 型曲線。當  $c < 1$  時，表示該樹種可自行更新，且更新情形良好。 $c > 1$  ,  $c < 3.6$  時為右偏斜曲線，代表該物種更新仍良好。

Weibull 直徑級分布之 B,C 介量是採用最大概似法則，先擬訂一最大概似方程式(Likelihood Function)，再求聯立方程式之解。而解聯立方程式則以牛頓疊代法求得 B,C 值(Bailey and Dell, 1973)。

## 第四章 結果與討論

### 第一節、台灣穗花杉資料庫管理系統之建立

#### 一、物理環境空間圖層之建立

##### (一) 地形地勢

計畫區位於中央山脈南部主脊，為二等四八四二號測量基點，海拔 1,326 m，東屬台東縣達仁鄉，西為屏東縣春日鄉，北脊接馬羅寺山(海拔 1,471 m)，南脊向東迂曲連著芝來山(海拔 1,078 m)。本計畫區面積共 2,004.40 ha，區內有西都嬌溪及其支流流經，注入枋山溪後流入台灣海峽。

本計畫區屬潮州事業區第 28、29、30 林班，欲到達本區，可由省公路台 17 線在枋山公路局停車站左轉，沿產業道路循枋山溪邊，途經枋野站後，過南迴鐵路下面之小徑，左轉順著西都嬌溪即可通往潮州第 30 林班第一工寮(海拔約 300 m)。過第一工寮後，在西都嬌溪支流交會處，直走再左轉沿伐木林道往上坡，一路到達海拔約 700 m 附近有一分叉，往右可到達第 29 林班，往左則有路通往茶茶牙頓山；至海拔約 800 m 即可看到第二工寮，途中經過多個砍伐跡地，多處有坍塌現象，土壤流失現象，伐採跡地主要以栽植台灣檫木、台灣光臘樹、相思樹為主，未砍伐處則被天然闊葉樹所覆蓋。本計畫區之 3D 立體圖如圖 4-1、海拔高分布如圖 4-2、表 4-1 所示；坡度分布如圖 4-3、表 4-2 所示；坡向分布如圖 4-4、表 4-3 所示。

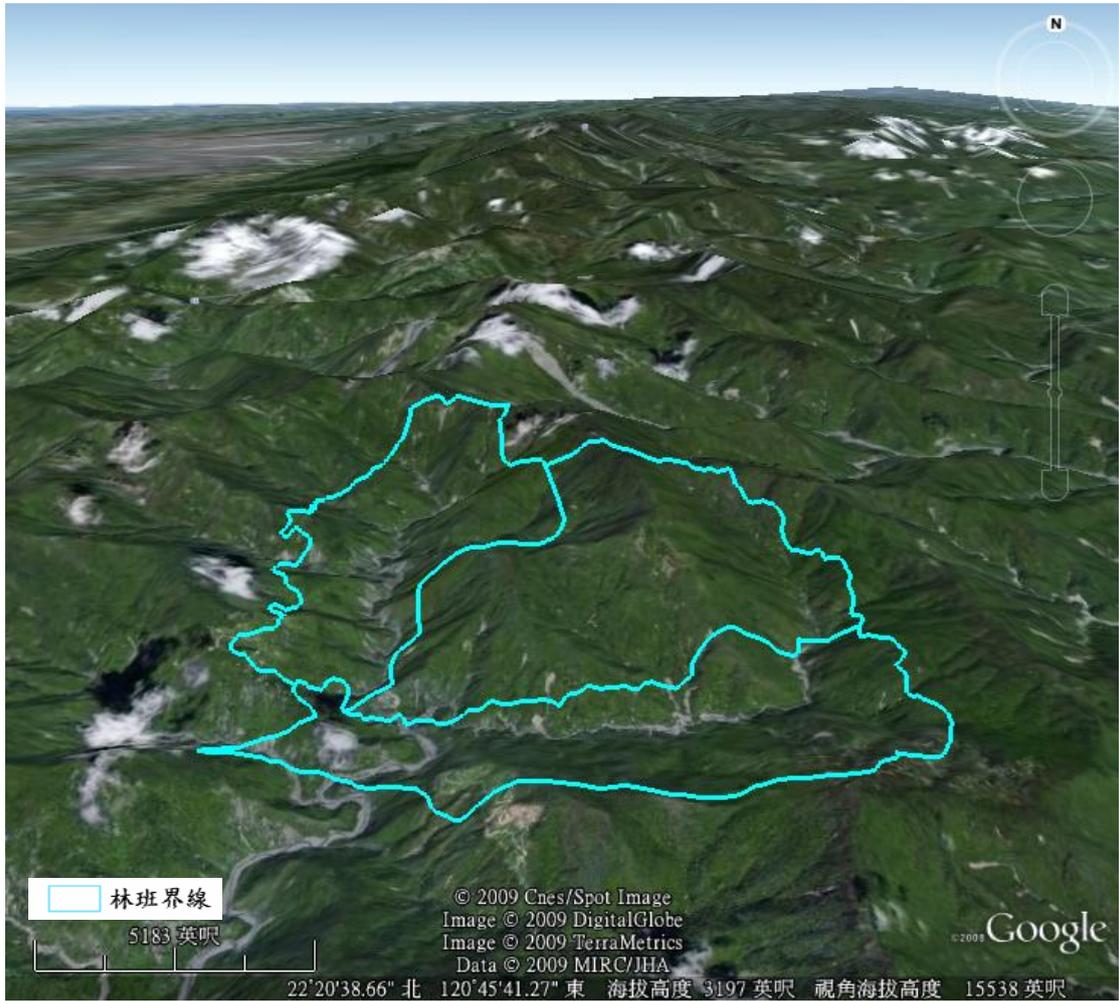


圖 4-1：茶茶牙頓山 3D 立體模型圖

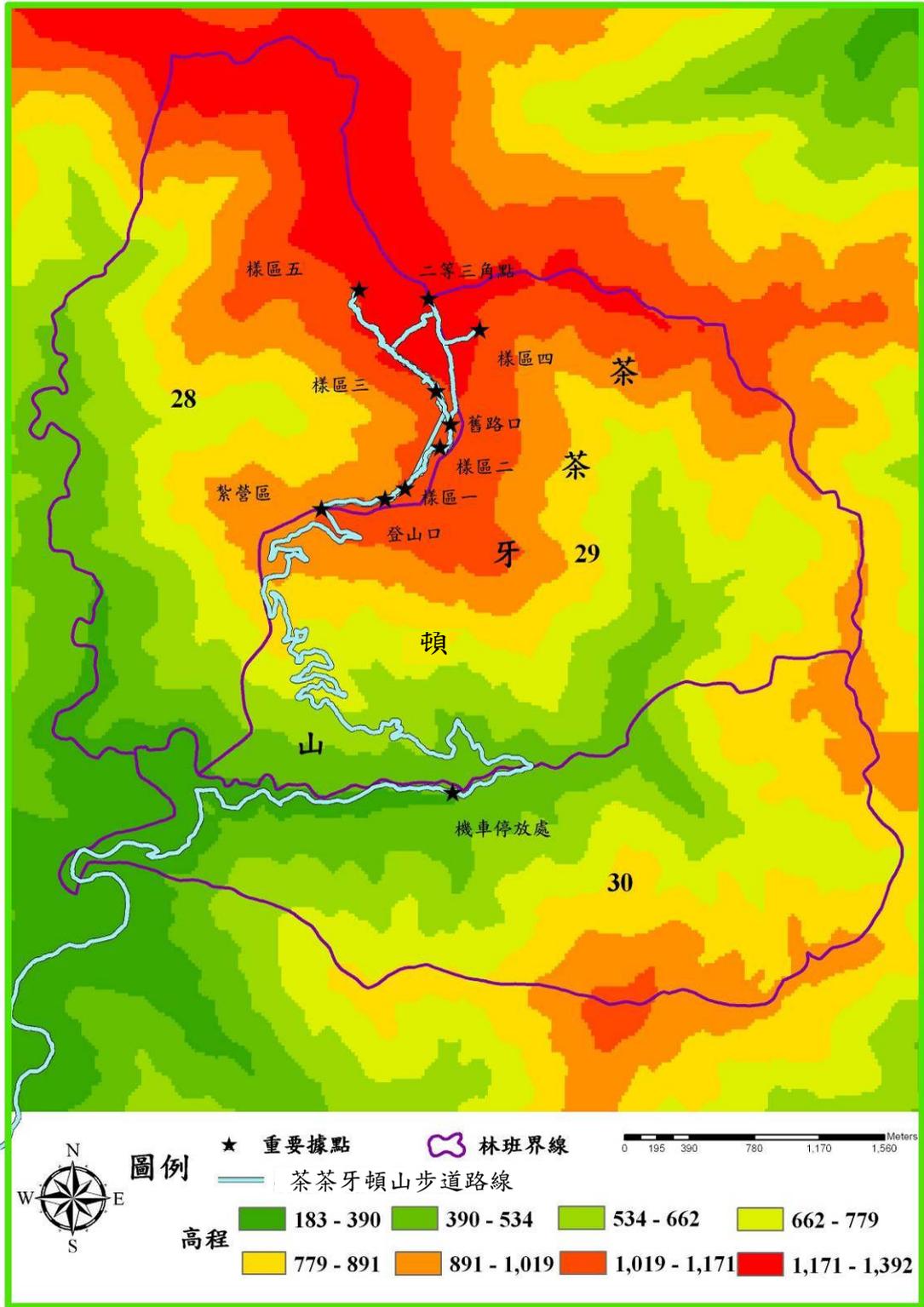


圖 4-2：茶茶牙頓山地區海拔分布圖

表 4-1：計畫區內海拔統計表

序號	海拔 (m)	所佔面積 (ha)	所佔比例(%)
1	180~390	382.57	19
2	390~534	361.80	18
3	534~662	299.82	15
4	662~779	299.27	15
5	779~891	241.57	12
6	891~1019	215.16	11
7	1019~1171	125.22	6
8	1171~1392	78.99	4
	合計	2,004.40	100

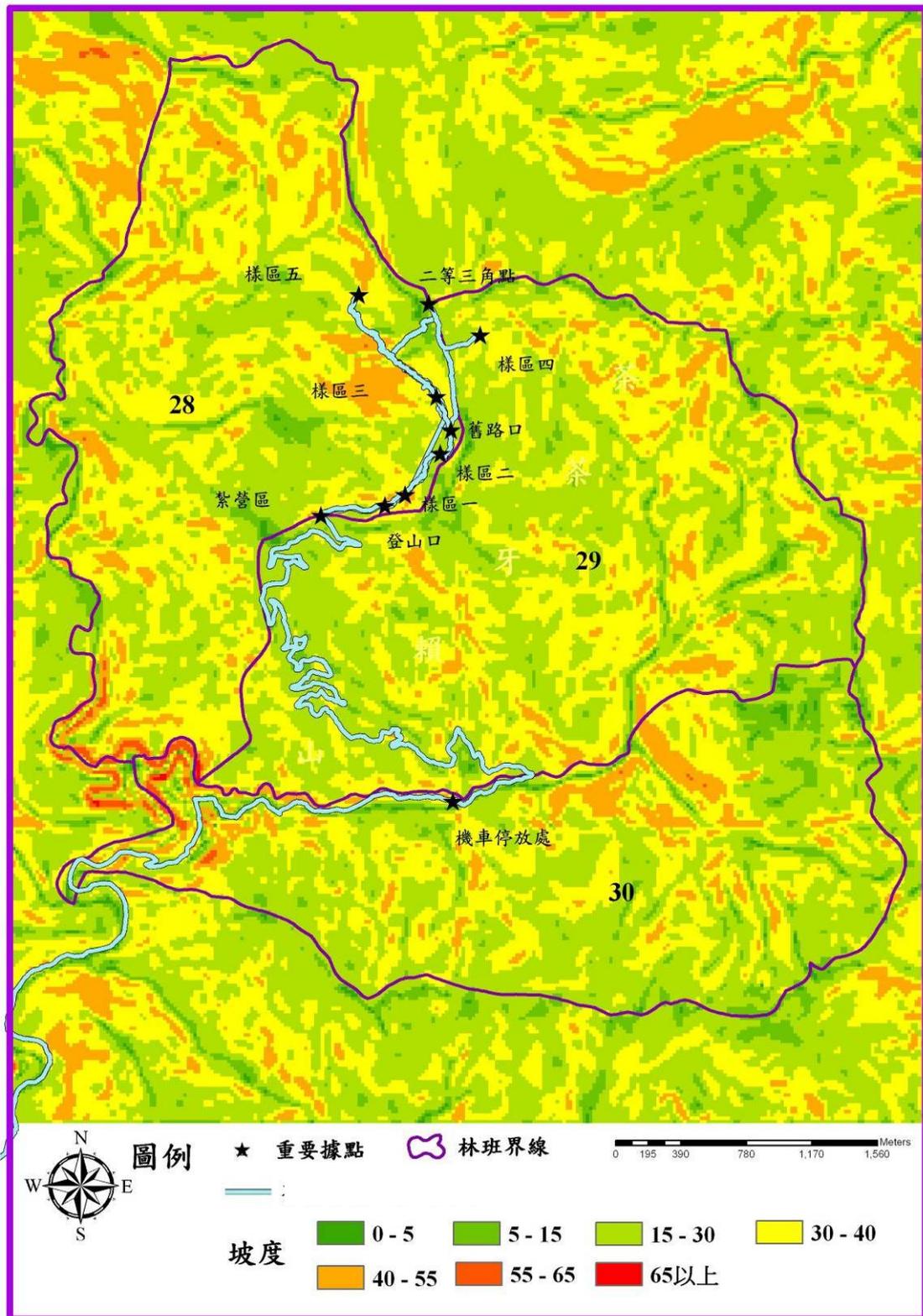


圖 4-3：茶茶牙頓山地區坡度分布圖

表 4-2：計畫區內坡度統計表

序號	坡度 (%)	所占面積 (ha)	所佔比例(%)
1	0~5	12.19	1
2	5~15	108.72	5
3	15~30	917.45	46
4	30~40	775.41	39
5	40~55	181.96	9
6	55~100	8.15	0
7	100~	0.52	0
	合計	2,004.40	100

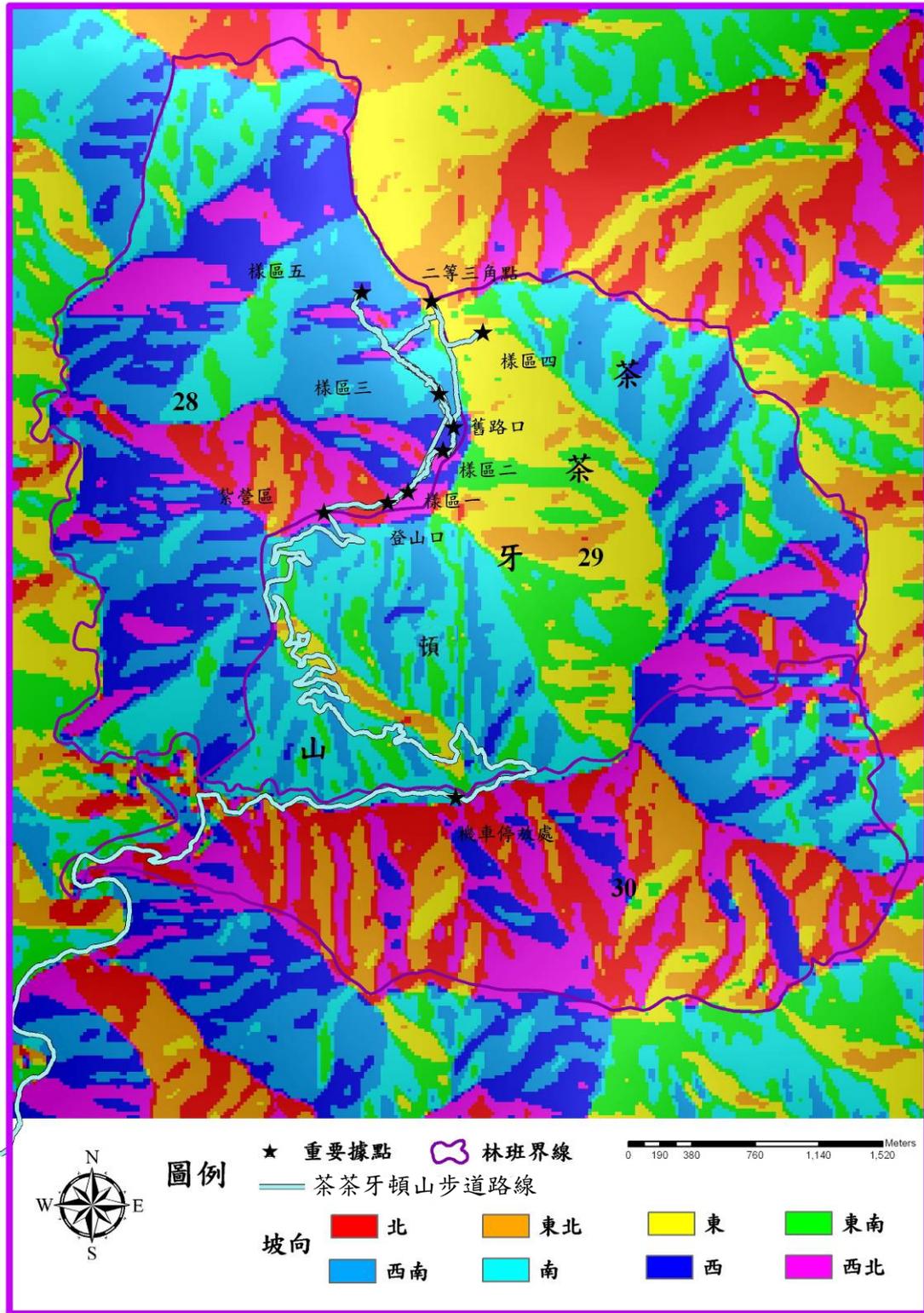


圖 4-4：茶茶牙頓山地區坡向分布圖

表 4-3：計畫區內坡向統計表

序號	坡向	所占面積 (ha)	所占比例(%)
1	北	187.50	9
2	東北	145.15	7
3	東	166.12	8
4	東南	187.10	9
5	南	336.21	17
6	西南	382.00	19
7	西	317.47	16
8	西北	282.85	14
	合計	2,004.40	100

## (二) 地質

茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境內之地質年代是中新世，地層組成為廬山層，主要由黑色到深灰色的頁岩及深灰色的硬砂岩組成，地形為中央黏板岩母質風化而成，西側土壤為板岩淡色崩積土之春日土系，東側則為板岩暗色崩積土之壠坵系。

## (三) 氣候

因茶茶牙頓內未設氣候觀測站，而以最接近之大武氣象站為根據(表 4-4)，1971 年至 2008 年氣象年報，其溫度、雨量、風向、溼度及日照(表 4-5)詳如下述：

表 4-4：大武氣象站氣候資料統計表

項目	降雨量	降雨 日數	平均氣溫	相對 濕度	最高 氣溫	最低 氣溫	風速(m/s)/風向(360°)/日期	
單位	毫米	天	攝氏度	百分比	攝氏度	攝氏度	最大 10 分鐘風	最大瞬間風
1 月	40.50	19.58	20.34	72.13	28.10	13.69	14.7/10.0/2006	18.9/110.0/2000
2 月	34.90	10.25	21.26	73.00	29.10	14.96	9.5/20.0/2001	18.7/20.0/2006
3 月	34.76	10.25	22.38	72.88	32.53	16.04	17.8/70.0/2007	9.2/160.0/2006
4 月	41.31	10.00	25.08	75.75	35.54	18.83	17.8/70.0/2004	9.2/160.0/2004
5 月	190.76	12.75	27.15	76.50	36.23	21.78	10.0/30.0/2001	19.1/70.0/2001
6 月	404.49	14.63	28.05	77.88	36.06	22.75	12.6/90.0/1999	25.1/112.5/1999
7 月	524.11	12.00	28.56	79.38	35.86	23.59	12.3/20.0/2004	30.5/20.0/2004
8 月	452.01	13.88	28.20	79.50	35.18	23.64	30.0/90.0/2003	12.5/110.0/2007
9 月	431.75	16.88	27.29	80.00	33.44	22.69	15.8/110.0/2003	36.6/100.0/2003
10 月	97.03	12.13	25.96	71.88	31.95	20.33	13.2/22.5/1998	38.5/90.0/1998
11 月	101.16	8.38	24.19	70.75	30.49	18.13	11.9/30.0/2000	29.9/60.0/2000
12 月	57.91	10.63	21.53	69.75	28.09	15.15	9.9/20.0/2006	19.2/20.0/2006
合計	2410.69	151.33	25.00	74.95	32.71	19.30		

資料來源：中央氣象局（1971-2008）；風速資料：(1998-2008 年)

### 1. 溫度

本區的年平均氣溫為 25°C，月平均最高溫為 32.71°C，以各月平均溫度分析，1 月份平均溫度最低，7 月份最高。

### 2. 雨量

全年平均年雨量 2,400 mm 以上，降雨集中在 5 月~9 月，冬季 11 月~2 月為明顯的乾季，屬臺灣南部典型的夏雨型氣候區。

### 3. 溼度及日照

全年相對濕度約在 70%~80%之間，年平均濕度約為 75%。日照時數則以夏季（6~10 月）較高，春季（2~4 月）較低。研究樣區內全天光空域以 90-100%的時間最多，占 13.8%。光照時間 30%以下的區域所佔比例低，

顯示研究區域內之日照情形良好(圖 4-5)。

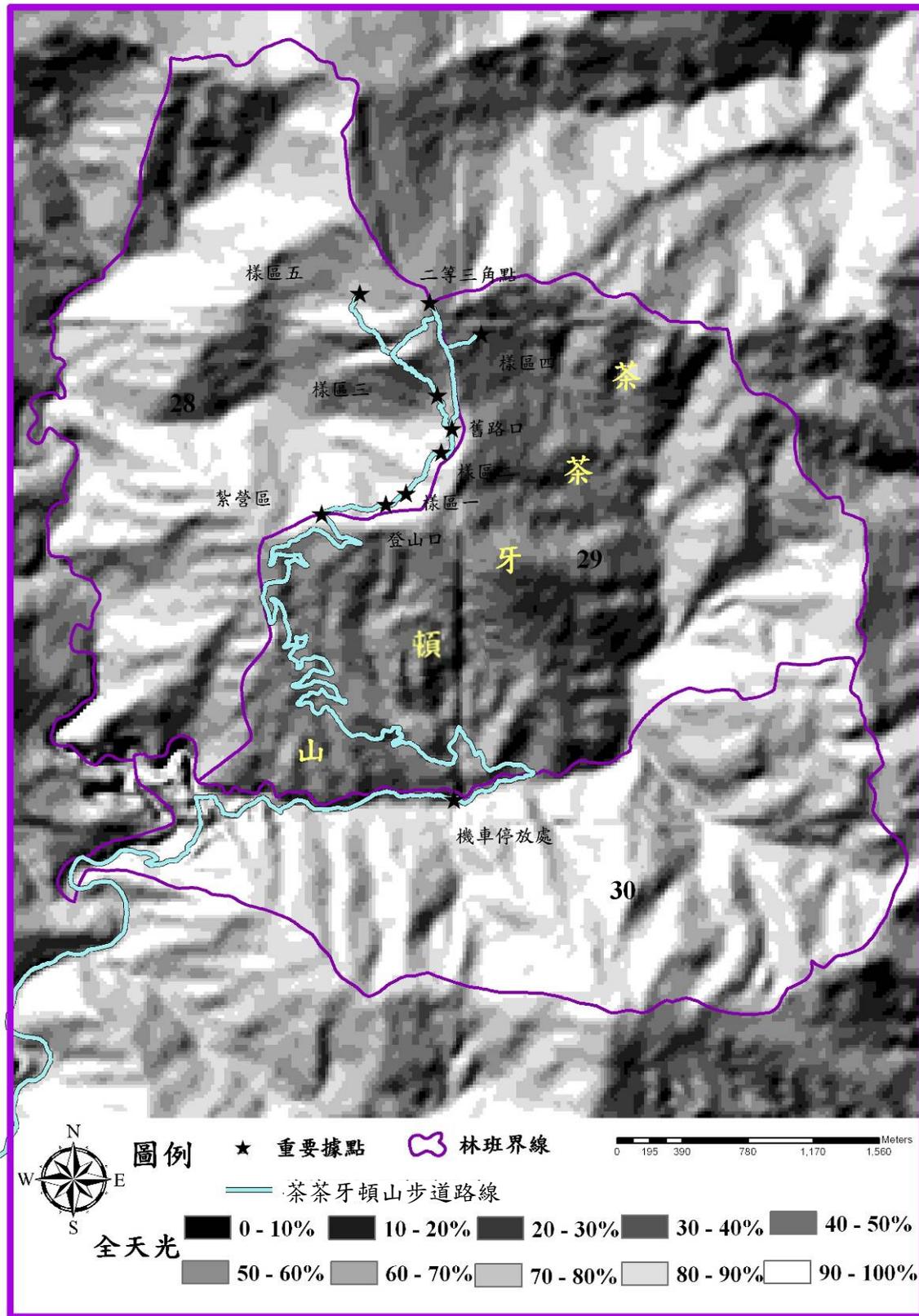


圖 4-5：茶茶牙頓山地區全天光空域分布圖

表 4-5：計畫區內全天光空域統計表

序號	全天光(%)	所占面積 (m <sup>2</sup> )	所占比例(%)
1	0-10	16.34	1
2	10-20	62.85	3
3	20-30	142.76	7
4	30-40	211.84	11
5	40-50	254.96	13
6	50-60	218.60	11
7	60-70	205.41	10
8	70-80	243.77	12
9	80-90	296.07	15
10	90-100	351.81	18
	合計	2,004.40	100

#### 4. 水文

本計畫區主要河川水系為枋山溪，此溪流是枋山鄉最大的河川，主幹長度僅 25.7 km，發源於中央山脈末端之茶茶牙頓山（海拔 1,326 m）之枋山北溪與西都嬌溪，入海口則在平地人聚居的枋山鄉。

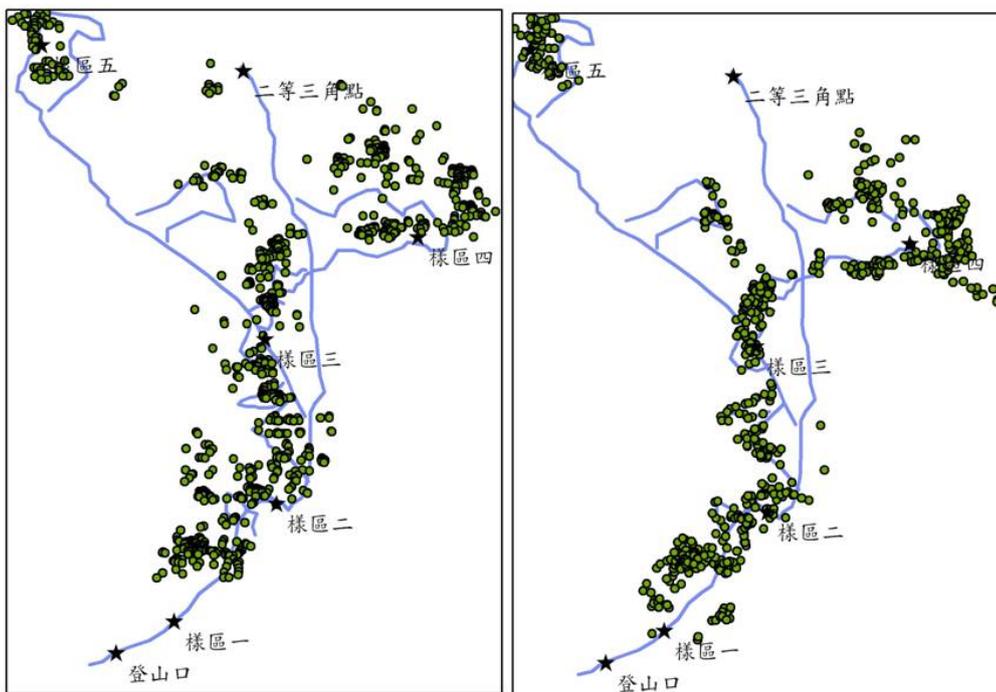
#### 二、生物因子資料之建立

##### (一) 1996 年調查資料之收集與資料庫建立

生態監測著重於時間性之資料收集，因此整理台灣穗花杉之前人研究資料，有系統的建立在生態資料庫中，將有助於台灣穗花杉之生態管理。將所收集之早期調查資料，依其資料屬性，以文字、資料、圖形及影像，利用具備空間資料處理能力之地理資訊系統來整合空間性資料，分別進行建檔，以利於使用者查詢與更新，如圖 4-6 所示。

1996 年台灣穗花杉分布點位

2009 年台灣穗花杉分布點位



OID	Shape	PID	T_NAME	G_DBID#4	T_HEIGHT#4	NUMBER	大牌編號
0	Point	0	台灣穗花杉	3	1.96	A001	A001
1	Point	0	台灣穗花杉	9	2.3	A002	A002
2	Point	0	台灣穗花杉	35	5	A003	A003
3	Point	0	台灣穗花杉	12	4.5	A004	A004
4	Point	0	台灣穗花杉	17	5	A005	A005
5	Point	0	台灣穗花杉	10	3.8	A006	A006
6	Point	0	台灣穗花杉	2.5	1.6	A007	A007
7	Point	0	台灣穗花杉	2	1.5	A008	A008
8	Point	0	台灣穗花杉	10	3	A009	A009
9	Point	0	台灣穗花杉	4	2	A010	A010
10	Point	0	台灣穗花杉	3	2.12	A011	A011
11	Point	0	台灣穗花杉	3	2.8	A012	A012
12	Point	0	台灣穗花杉	9	4.3	A013	A013
13	Point	0	台灣穗花杉	2.5	2.65	A014	A014
14	Point	0	台灣穗花杉	10	3.5	A015	A015
15	Point	0	台灣穗花杉	4	3.1	A016	A016
16	Point	0	台灣穗花杉	5.5	2.8	A017	A017
17	Point	0	台灣穗花杉	13	5	A018	A018
18	Point	0	台灣穗花杉	14	4.12	A019	A019
19	Point	0	台灣穗花杉	2	1.32	A020	A020
20	Point	0	台灣穗花杉	3	1.7	A021	A021
21	Point	0	台灣穗花杉	10	3	A022	A022
22	Point	0	台灣穗花杉	6	2.3	A023	A023
23	Point	0	台灣穗花杉	4	2	A024	A024
24	Point	0	台灣穗花杉	17	3	A025	A025
25	Point	0	台灣穗花杉	2	1	A026	A026
26	Point	0	台灣穗花杉	3	1.5	A027	A027
27	Point	0	台灣穗花杉	16	5.5	A028	A028
28	Point	0	台灣穗花杉	7	4	A029	A029
29	Point	0	台灣穗花杉	10	3.6	A031	A031

大牌編號	NA	NAME	DBH	根部	樹冠垂疊	樹冠透視度	樹冠密	冠層狀態
1	001	3	3	1	3	3	3	5
3	003	7	1	1	3	3	3	5
4	004	1	2	1	1	1	1	5
5	005	6	2	1	4	4	4	6
6	006	5	1	1	2	3	3	6
7	007	7	1	2	3	3	3	5
8	008	2	2	1	2	2	2	5
9	009	2	2	1	2	2	2	5
10	010	2	2	1	2	2	2	5
11	011	5	2	1	2	2	2	5
12	012	8	2	1	4	4	4	5
14	014	13	2	1	3	3	3	5
15	015	11	2	1	4	4	4	5
16	016	3	2	1	4	4	4	5
17	017	20	2	1	5	5	5	5
18	018	3	2	1	3	3	3	5
19	019	1	2	1	1	1	1	5
22	022	1	2	1	1	1	1	5
23	023	2	2	1	2	2	2	5
24	024	2	2	1	1	1	1	5
25	025	3	3	1	1	1	1	5
26	026	0	2	1	1	1	1	5
27	027	1	2	1	2	2	2	5
28	028	1	2	1	1	1	1	5
29	029	0	2	1	1	1	1	5
30	030	1	2	1	2	2	2	5
31	031	0	2	1	2	2	2	5
32	032	4	2	1	2	2	2	5
33	033	10	2	1	2	2	2	5



圖 4-6：1996 年與 2009 年台灣穗花杉資料比對

## (二) 永久樣區設置與資料庫建立

樣區以  $40 \times 25(0.1 \text{ ha}) \text{ m}^2$  為基準，依據台灣穗花杉分布情形及海拔高度之不同，選擇永久樣區之適當設置地點，設置五個永久樣區，並進行每木調查，記錄各株立木之樹種名稱、胸徑、樹高與編號掛牌，以了解研究區之植群組成與結構。其重點在於利用永久樣區調查資料，利用 ArcGIS 地理資訊系統軟體，建立永久樣區及樣區之空間分布資料，而其資料與圖形將以關鍵字進行鏈結，因此圖形與資料間可達成相互查詢之目的，如圖 4-7 所示。

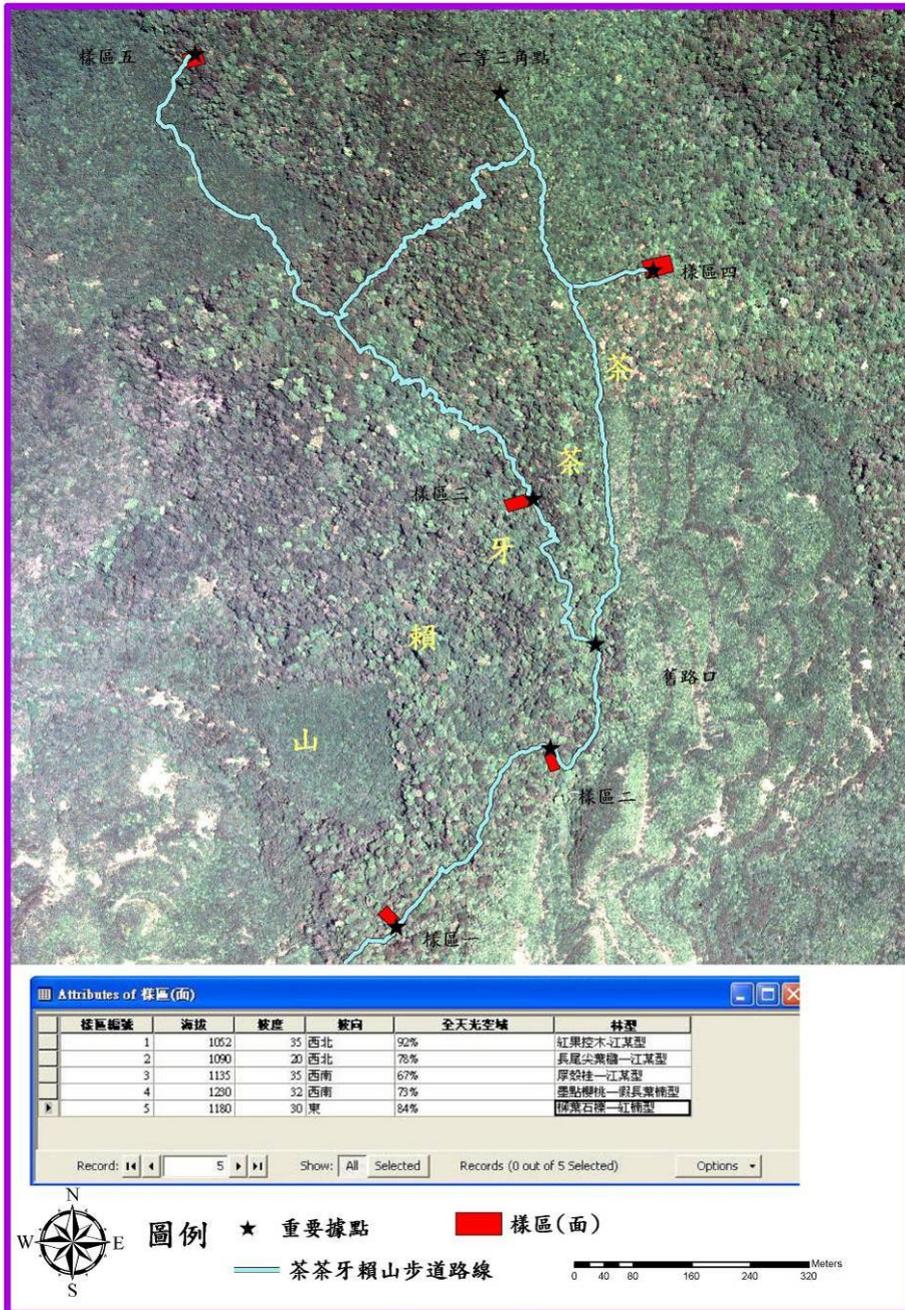


圖 4-7：永久樣區資料庫建檔

本計畫為了解台灣穗花杉植群之組成與結構，應用 GPS 衛星定位儀將永久樣區內完成每木之定位，此步驟對於未來進行複查時，可比對此立木位置圖，可節省找尋樣區林木之時間，其 5 個樣區之立木位置圖如圖 4-8、4-9、4-10、4-11、4-12。

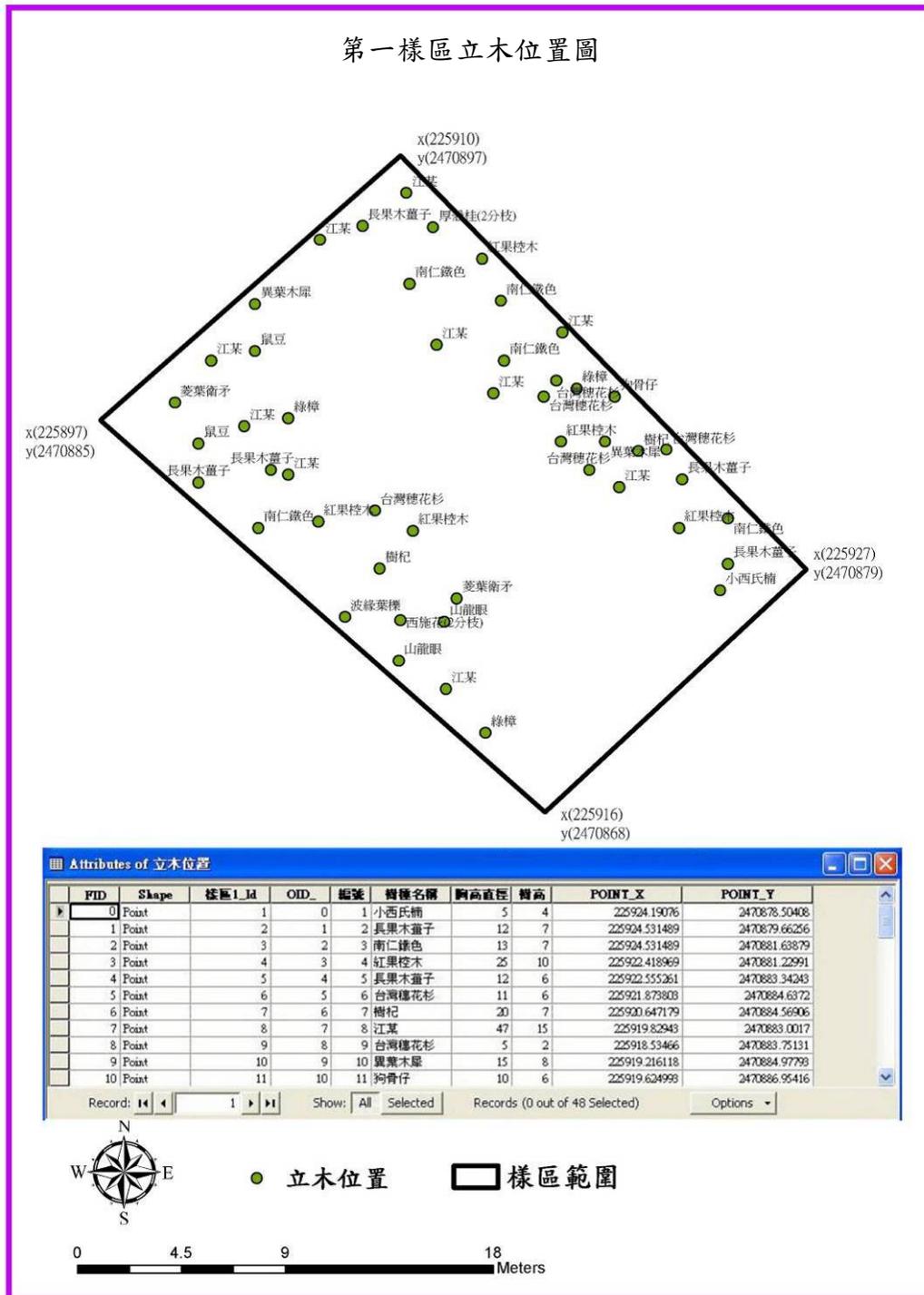


圖 4-8：樣區一立木位置圖

## 第二樣區立木位置圖

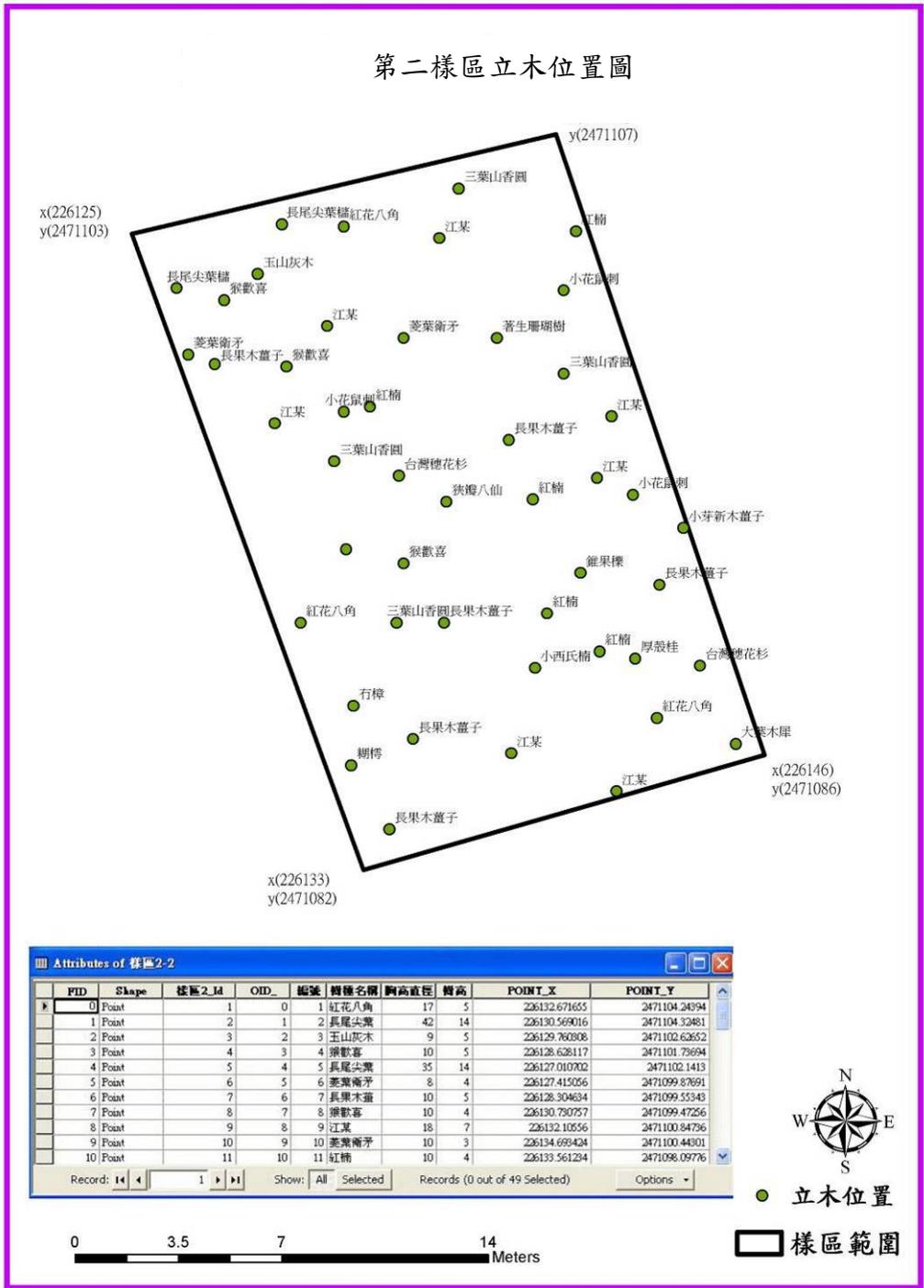


圖 4-9：樣區二立木位置圖

第三樣區立木位置圖

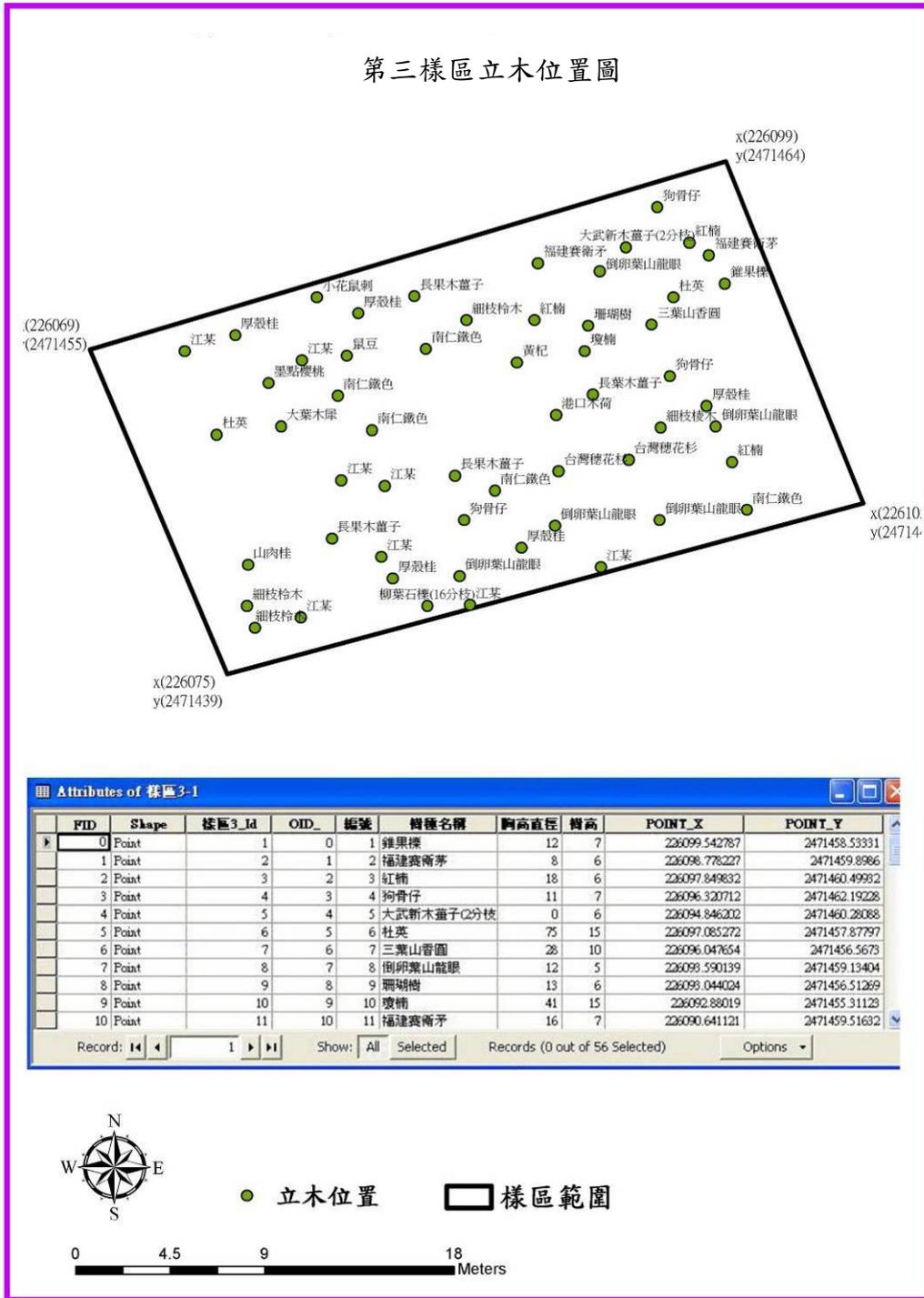


圖 4-10：樣區三立木位置圖

### 第四樣區立木位置圖

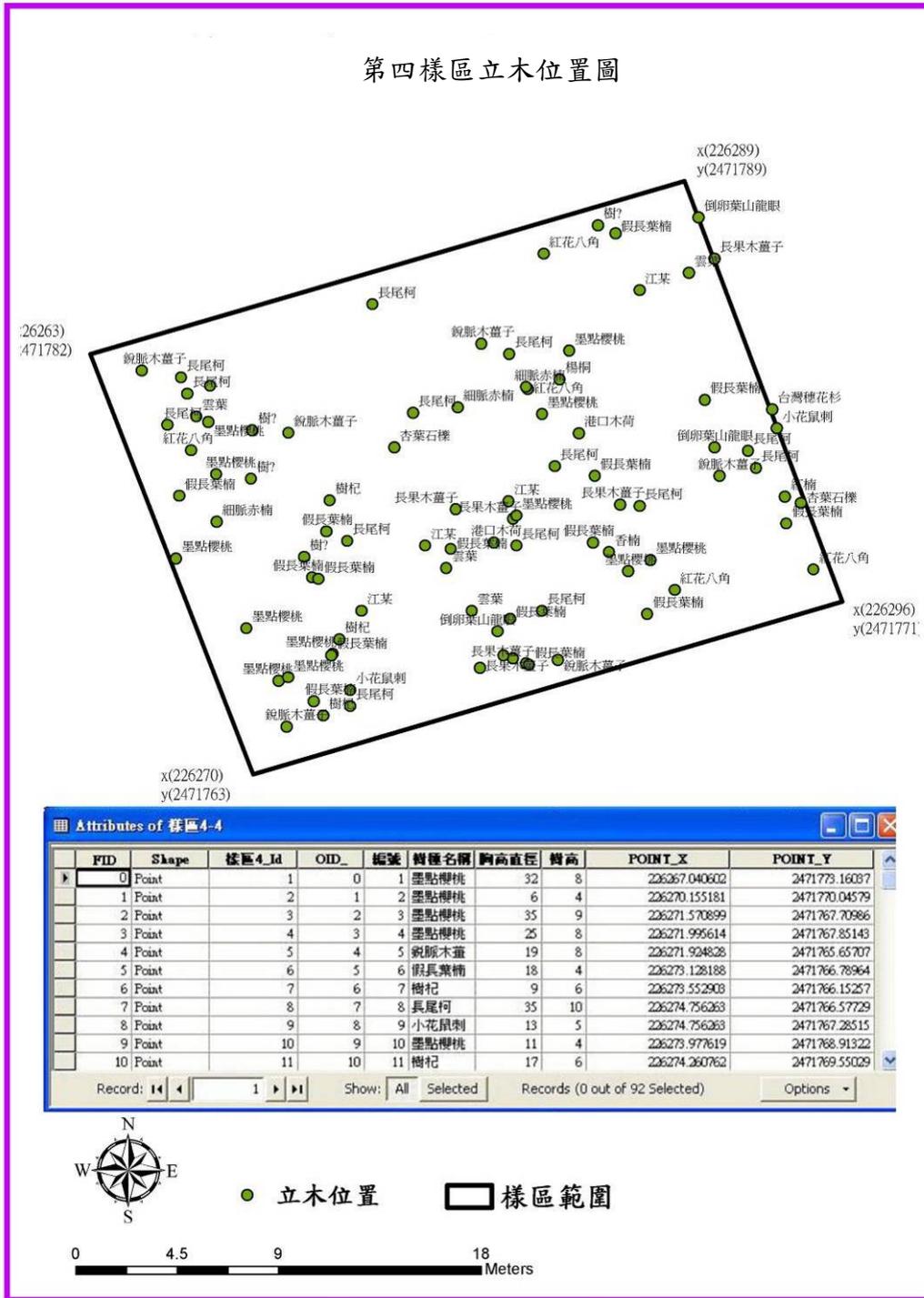


圖 4-11：樣區四立木位置圖



## 第二節、台灣穗花杉健康調查與分析

本研究整理過去台灣穗花杉每木掛牌與 1996 年所建立台灣穗花杉資料庫點位資料，以利於在現場調查時，可比對先前掛牌號碼與點位資料快速搜索，於本研究區域內調查 748 株台灣穗花杉林木，其中 457 株是 1996 年有掛牌的資料，而另外 291 株為舊牌遺失、未能辨識及未掛牌等，調查其胸徑、樹高以探討 1996 至 2009 年台灣穗花杉生長情況，以 7 項林木健康指標(根部狀態、冠層狀態、樹冠密度、樹冠透視度、樹冠重疊、活冠層比、樹冠梢枯)進行調查，了解台灣穗花杉健康情形，並利用因素分析、鑑別分析方法進行台灣穗花杉林木健康分析。

### 一、以因素分析進行林木健康指標之評估

國內在林木健康或活力監測方面尚在啟蒙階段，當研究尚在啟蒙時期，模式尚在發展中，不確定的因果關係宜採用探索性因素分析來逐步建立。

#### (一) 林木健康指標因素之抽取

探索性因素分析可以使用主成分法(Principal Component Analysis)與主因素法(Principal Factors)兩種因素抽取法，本研究採用主成分法進行抽取。而依據 Kaiser(1970)所訂出準則指出，選取因素時以特徵值(Eigenvalue)大於 1、特徵值大於 0 之共同因素，或以抽取之因素能解釋 75%之變異量，繼續萃取因素如其變異量之解釋少於 5%者，則不予以選取，以此標準決定最後抽取因素的數目。本研究應用共同性估計法對應主因素法萃取林木健康指標，其結果如表 4-6 所示。

表 4-6：因素個數之抽取

因素個數	特徵值	總變異量(%)	累積特徵值	累積百分比(%)
1	3.1498	44.9973	3.1498	44.9973
2	1.4244	20.3482	4.5742	65.3455
3	0.9875	14.1069	5.5617	79.4524
4	0.8264	11.8057	6.3881	91.2580
5	0.3995	5.7078	6.7876	96.9658
6	0.2109	3.0135	6.9986	99.9793
7	0.0014	0.0207	7.0000	100.0000

由表 4-6 中顯示五個萃取因素之共同性的總和為 6.79，佔總變異的 96.96%(6.79/7)，說明了這五個林木健康型態因素之解釋力可以代表 7 個林木健康型態變數。

另外以最大變異數轉軸法(Varimax Orthogonal Rotation)對選出的因素進行轉軸，使各因素之代表意義更明顯，且更易於解釋，其轉軸的原則使經過轉軸後的因素矩陣中每一個變數都只歸屬於一個或少數幾個因素上，使矩陣中為 0 或接近 0 的因素負荷量>Loading)增多，以減少因素的複雜性，使因素的解釋由繁雜趨向簡單，突顯變數與潛在因素間之關係，使研究者容易對共同因素進行合理的詮釋，也較助於因素的命名。而轉軸後並未改變變數間的相關性，卻可使得某些變數在特定因素上有高負荷量，而對其他因素負荷量極小，其轉軸後的矩陣表如表 4-7 所示。

表 4-7：轉軸後之因素結構矩陣表

變數	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
根部狀態	0.0404	0.0500	0.9943	-0.0069	0.0793
冠層狀態	0.2067	0.9286	0.0720	0.0156	0.0586
樹冠密度	0.9670	0.1134	0.0325	0.1255	0.1792
樹冠透視度	0.9670	0.1147	0.0307	0.1247	0.1794
樹冠重疊	0.1706	0.0219	-0.0072	0.9826	0.0699
活冠層比	0.4299	0.3040	0.1308	0.1076	0.8254
樹冠梢枯	0.0415	0.9023	0.0110	0.0263	0.2773
特徵值	2.1301	1.7979	1.0131	1.0093	0.8371

由表 4-7 中顯示 5 個林木健康因素轉軸後之共同因素特徵值會改變，但特徵值總合與轉軸前相同，且每個觀測變數的共同性並不會因轉軸改變，即轉軸後所萃取出共同因素，對個別觀測變數的總變異量不會改變，即可代表原始的七個林木健康指標，並加以命名。

## (二) 林木健康指標因素之命名

依據因素結構矩陣進行因素命名，共可萃取出五個林木健康型態因素，其命名之依據，為依照各因素所萃取出之指標而決定，並賦予各因素適當的名稱，而負荷值>Loading)會有正負之分，乃因負荷值為正值表示該變數的表現愈明顯林木愈不健康，反之負荷值趨向負值表示該變數表現愈輕微林木愈健康，茲分別說明如下：

### 1. 樹冠活力指標

在萃取出四個解釋因素中，以樹冠活力指標的解釋力最強，其變數包含了樹冠密度與樹冠透視度，而此二項指標與林木冠層之落葉情形有極大的相關性，如落葉量多，則樹冠愈稀疏，樹冠透視度比例高，而冠層狀態評估等級低，故命名為樹冠落葉指標。其中樹冠透視度的負荷量達 0.9670 及樹冠密度負荷量為 0.9670。樹冠密度及樹冠透視度之測定，主要利用所製作之透明卡套疊於冠層上，計算活樹冠正常有葉透光之孔隙率及樹冠缺失百分比，並扣除樹冠重疊的部分，與林木活力有強烈的相關性，樹冠密度越高、樹冠透視度越低，則表示樹冠之活力愈健康，因此可藉由此透明卡精確的評估，故其解釋量為最高。

## 2. 樹冠落葉指標

解釋力次高的為樹冠落葉指標，變數包含了冠層狀態及樹冠梢枯兩個指標，負荷量分別為 0.9286 及 0.9023，其中冠層狀態表示葉子掉落程度越嚴重，代表林木活力愈低落，因此本研究所評估之林木為台灣穗花杉，屬於常綠樹種，故有落葉情形發生時，則表示林木遭受劣化的影響，並且可明顯的辨識出落葉所佔比例。

## 3. 根部損傷指標

根部損傷指標為第 3 個解釋因素，主要評估林木根部之健康狀態與否，並給予健康等級。由於根部裸露及根外部受傷情形，容易以肉眼判釋，其生長於土中根部之受損情形，無法以肉眼判釋，相對的，如根部有受損則易反應於冠層上，故使負荷量達最高，其值為 0.9943。

## 4. 林木競爭指標

林木競爭指標為第 4 個解釋因素，主要變數為樹冠重疊指標，其負荷量 0.9826。樹冠重疊表示統計林木與周圍林木冠層重疊的數量，其重疊數愈多則表示此林木生長受到抑制，活力愈低，此變數間接的表示了林木的競爭，意指林木生長發育過程中林木間相互影響，致使一林木造成另一林木生長危害的現象，而競爭的結果阻礙了林木的正常生長，故亦發生枝梢枯萎現象，如枝梢枯萎愈嚴重代表林木活力愈低落，且表示林木遭受劣化的影響。

## 5. 活冠層指標

活冠層比指標為解釋能力最低的因素，負荷量為 0.8371。活冠層比為生長葉至樹冠頂占整株林木之比例，而不包含枯萎及枯死的枝條，纏繞林木的藤蔓類植物亦必須排除在活冠層比的計算內，活冠層的取樣會因林木的 DBH 不同而不同，其活冠長比例愈低則表示活力愈低，而由樹高及枝下高間接可測得樹冠比，以推測林木健康程度，此變數易顯現出林木活力，且可間接了解胸徑生長。

## 二、 林木健康之分級

於林木健康是由樹冠層、主幹及根部等綜合表現的結果，不是一兩個指標就能夠代表，為了解所建立之林木健康指標間，各指標的貢獻程度，常會面臨權重 (Weighting) 的周延性與主觀性的爭議，因此本研究應用先前萃取出來的「樹冠活力指標」、「樹冠落葉指標」、「根部損傷指標」、「林木競爭指標」與「活冠層指標」五個因素，藉由五因素特徵值的比例，訂定出各共同因素間的相對重要性，以表示所萃取個別因素，對所有變數總變異的貢獻或重要性，因此可將各因素特徵值的比例，視為樹冠活力指標、樹冠落葉指標、根部損傷指標、林木競爭指標、活冠層指標間之相對重要性，依此計算 5 個林木健康指標之相對權重，再以加權方式計算加權因素分數。

在計算出加權因素分數的平均數和標準差後(平均數為 0，標準差為 0.4778)，可進行加權因素分數的標準化，以作為林木健康之綜合指標。若按加權標準化因素分數的高低進行健康等級的分類，所得結果如表 4-8 所示。

表 4-8：每木加權因素評等表

	Factor1 樹冠活 力指標	Factor2 樹冠落 葉指標	Factor3 根部損 傷指標	Factor4 林木競 爭指標	Factor5 活冠層 指標	加權因素分 數(X)	加權標準化 因素分素 (X')	健康 等級
相對 權重	0.3138	0.2649	0.1493	0.1487	0.1233			
1	-0.9414	0.6233	0.7951	-0.5321	1.5424	0.0994	0.2081	4
3	-0.7713	0.8254	-1.9632	-0.5479	1.0011	-0.2745	-0.5745	3
4	-1.4228	1.2677	-0.3953	-0.2564	-1.4346	-0.3848	-0.8054	3
5	-0.1934	2.0068	-0.5242	-0.5392	-0.7357	0.2217	0.4640	4
6	-0.7973	2.2227	-1.8655	-0.4208	-1.1372	-0.1428	-0.2988	3
7	-0.7772	0.9705	-1.8938	0.6224	0.0191	-0.1746	-0.3655	3
8	-1.0463	1.0992	-0.4529	-0.3677	-0.7517	-0.2522	-0.5278	3
9	-0.9219	1.2368	-0.4039	-0.3269	-1.6454	-0.2736	-0.5725	3
10	-1.0384	1.6167	-0.4577	-0.3167	-1.5644	-0.2060	-0.4311	3
11	-0.7975	1.3744	-0.3548	-0.2862	-2.5391	-0.2949	-0.6173	3
.								
.								
.								
747	0.3237	0.5778	-0.5935	1.4872	0.9098	0.4994	1.0452	4
748	0.7697	0.8777	0.8719	-0.7539	0.2920	0.5281	1.1052	4

由表 4-8 中顯示 5 個因素之相對權重值及其標準化之加權因素分數，其中將林木健康等級共分五級，其分類依據為加權標準化因數分數之高低不同，給予健康分級，並利用各單株林木健康分數資料比對地面調查資料(胸徑、樹高、七項林木健康指標分數)，其分類標準如下：

A=等級 1  $x' \leq -4$ -----林木枯死

等級 2  $-4 < x' \leq -1$ -----不健康

等級 3  $-1 < x' \leq 0$ -----產生劣化

等級 4  $0 < x' \leq 2$ -----健康

等級 5  $x' > 2$ -----很健康

本研究應用上述之等級分類，將 748 株林木之加權標準化因素分數予以歸類，其分類結果如表 4-9 所示。

表 4-9：台灣穗花杉樣木健康等級分布表

健康等級	株數	百分比(%)
枯死	5	0.67
不健康	78	10.42
產生劣化	297	39.71
健康	350	46.79
很健康	18	2.41

由表 4-9 顯示有 49.2% 的台灣穗花杉林木呈現健康的狀態，其中以產生健康等級所佔株數比例最多，計有 350 株，佔總株數的 46.79%，其次為產生劣化等級，所佔株數計有 297 株，佔總株數的 39.71%，枯死等級的株數，計有 5 株，佔總株數的 0.67%。由楊勝任(1996)研究結果顯示，台灣穗花杉在此生育地能與鄰近上層冠層闊葉樹種相互競爭而共生，但亦受到上層木樹冠的保護，減少乾季強烈季風與蒸散作用，溪谷谷地避風潮濕環境處可能比較會有高出冠層的單株，故由調查結果得知，健康林木佔總株數的二分之一以上。而造成林木劣化、不健康，甚至於枯死狀態，經由現地調查結果(圖 4-13)，受到上層林木、週遭林木之壓迫，或是枯倒木擠壓造成林木有枯梢或是枯死現象，而在地勢較險之坡地及裸露地則較多穗花杉產生裂化情形，如附錄二。



圖 4-13：台灣穗花杉之生長狀態

經由上述健康等級分類結果，可作為林木健康等級判別分析之反應變數的實際歸類，較為客觀且有所依據。本研究以林木健康等級的株數作為其先驗機率，分別為「第一級-枯死」5 株(0.67%)、「第二級-不健康」78 株(10.42%)、「第三級-產生劣化」297 株(39.71%)、「第四級-健康」350 株(46.79%)、以及「第五級-很健康」18 株(2.41%)如圖 4-14 台灣穗花杉各等級健康表、4-15 台灣穗花杉森林健康表。

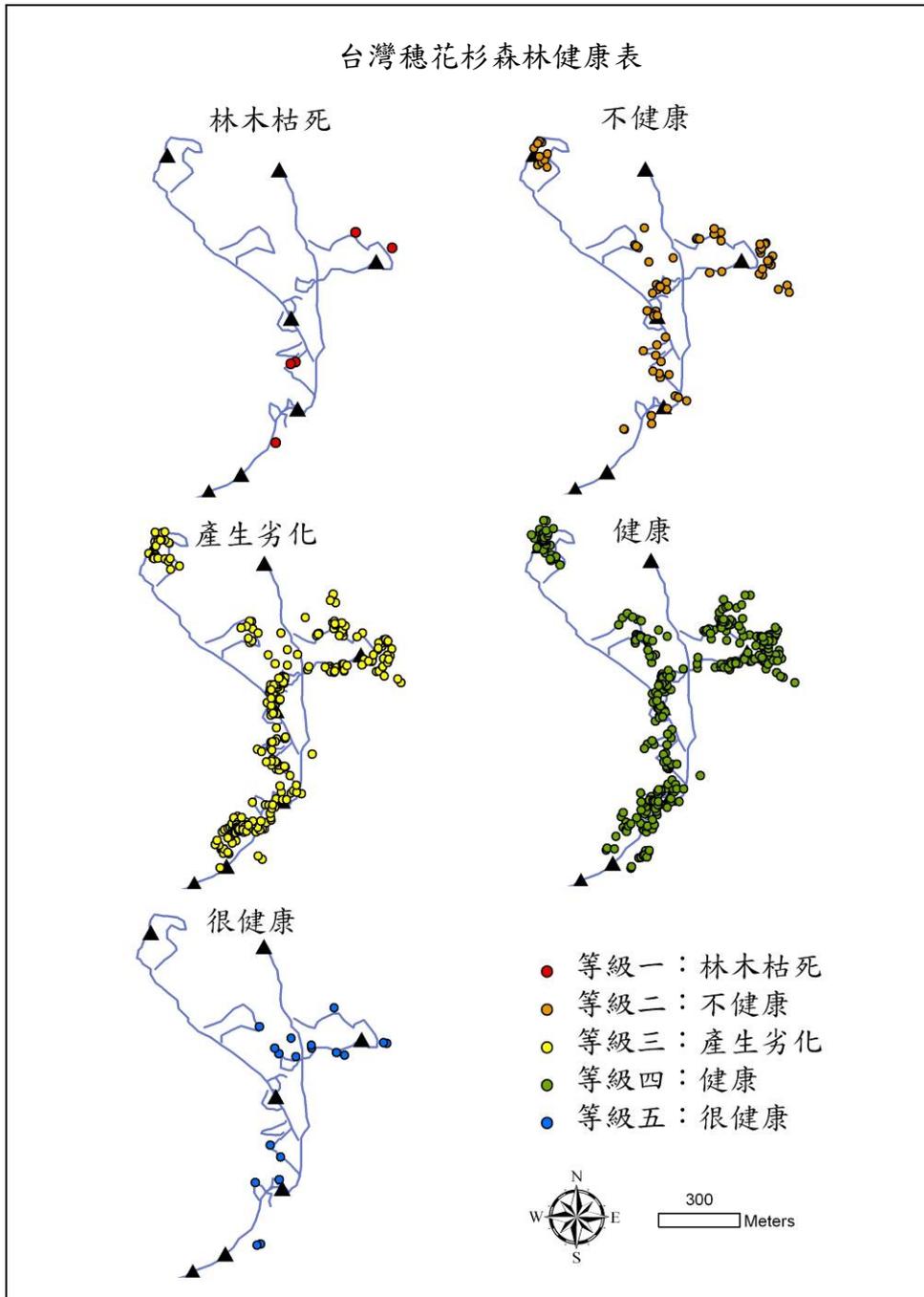


圖 4-14：台灣穗花杉各等級健康表

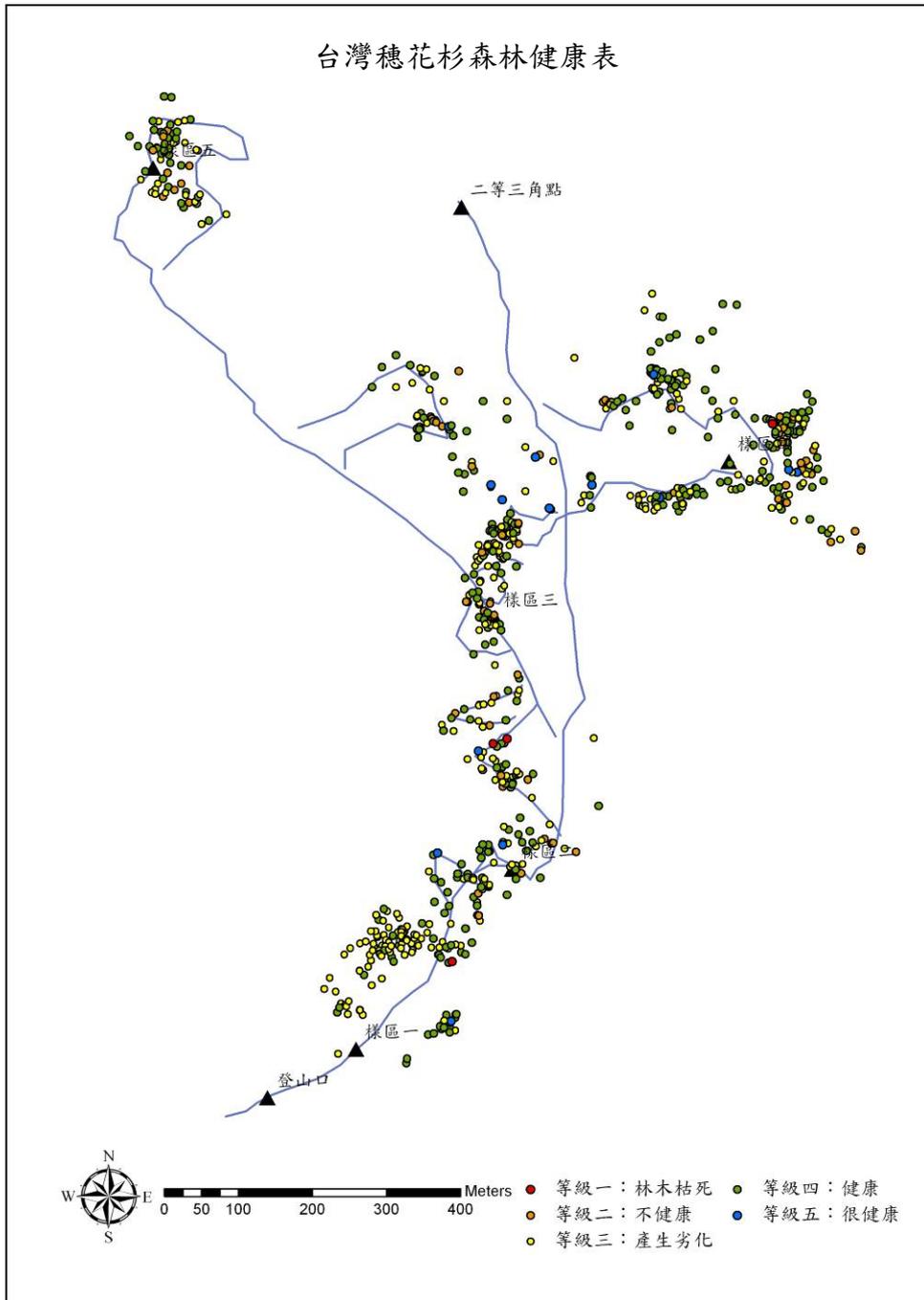


圖 4-15：茶茶牙頓山台灣穗花杉森林健康表

將健康與不健康之苗木套疊環境因子(海拔、坡度、坡向、全天光空域)，可得知各種環境因子中健康苗木與不健康苗木出現之環境狀況，如圖 4-16 台灣穗花杉苗木於 4 種環境因子之分布。於茶茶牙頓山之台灣穗花杉主要出現於海拔 1,020-1,392 m 之間，坡度於 15°-40°之間，坡向主要在東方、西南方、西方、西北方，全天光空域從 20-100%之間均有出現，此結果與楊勝任(2007)表示台灣穗花杉物候現象觀測樣木生育地，位於海拔 1,197 m 之東北向谷地兩側區域及坡度 35°-45°之陡斜坡大致相符。

利用台灣穗花杉之健康情況與各種環境因子進行卡方檢定，進一步了解不同海拔高、坡度、坡向及全天光空域對是否於台灣穗花杉健康造成影響，結果如表 4-10，4 種環境因子對於台灣穗花杉健康度之影響。藉由表 4-10 可以得知，海拔高、坡度、坡向及全天光空域其 P 值分別為 0.97、0.99、0.74 及 0.48，均大於 0.05 之顯著水準，因此，於茶茶牙頓山中此四種環境因子與台灣穗花杉之健康情形無關。由於在不同環境中台灣穗花杉之伴生樹種及其所處之樹冠層級不盡相同，因此推測影響台灣穗花杉之健康情形可能受到生物方面的影響。

表 4-10：4 種環境因子對於台灣穗花杉健康度之影響

	卡方統計量	自由度	P 值
海拔高	0.9481641	5	0.966639
坡度	1.403508	7	0.985463
坡向	7.724868	11	0.737716
全天光空域	14.54881	15	0.484380

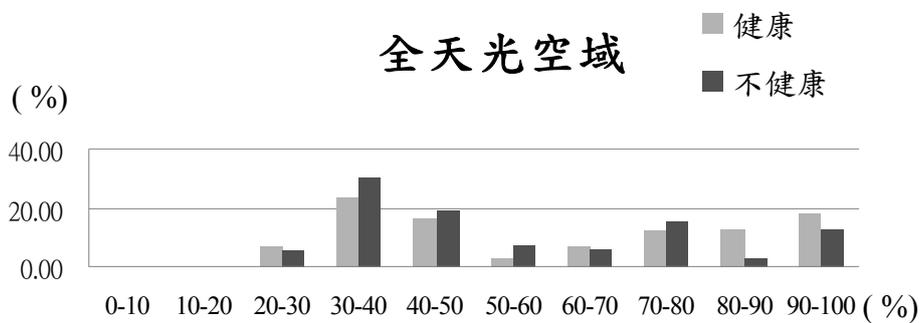
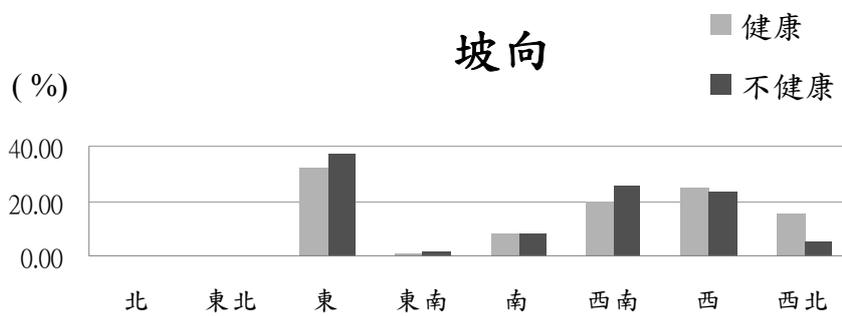
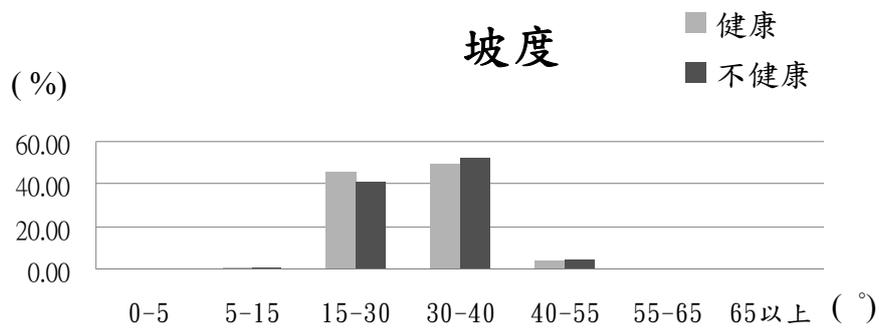


圖 4-16：台灣穗花杉苗木於 4 種環境因子之分布

### 第三節、永久樣區調查與分析

#### 一、調查結果

由過去文獻整理計畫區的研究調查，共發現 101 科 233 屬 334 種維管束植物，其中蕨類植物有 19 科 45 屬 84 種，裸子植物有 1 科 1 屬 1 種，雙子葉植物有 73 科 162 屬 212 種，單子葉物有 8 科 24 屬 37 種。森林組成為原始天然闊葉林，針葉樹只有臺灣穗花杉一種。本研究為了解目前台灣穗花杉植群周圍的樹種組成與結構，目前已於研究區域內選定 5 個樣區位置，並已進行 3 個樣區之植群調查。目前調查到共 25 科 43 屬 61 種維管束植物如表 4-11。

表 4-11：茶茶牙頓山維管束植物種類表

分類群	科	屬	種
種子植物	25	43	61
門			
雙子葉植物	25	43	61
總計	25	43	61

依據台灣稀有及瀕危植物之分級，樣區稀有植物有 4 種，嚴重瀕臨滅絕植物有大武新木薑子(*Neolitsea daibuensis*)。瀕臨滅絕植物有台灣穗花杉(*Amentotaxus formosana*)。易受害植物有柳葉石櫟(*Pasania dodonaeifolia*)、南仁鐵色(*Drypetes karapinensis*)。

#### 二、各樣區植群型之敘述

本研究共調查 5 個樣區。植群分析主要依重要值指數(IVI)與環境因子並配合前人調查研究所訂定之植群型命名。林型之命名主要選擇具有代表性植物所組成，以特徵種(Character Species)及優勢種(Dominance Species)合併命名，前者為大量出現在此型植群型而在其他林型出現較少或不出現。後者為此林型重要值指數最高之植物，亦可能在其他植群型大量出現。植群型命名時若特徵種同為優勢種則以單一植物命名。茲將調查樣區比照前人調查分析出林型如下：

### (一) 紅果控木—江某型

本型代表為樣區 1，海拔高度 1052 m，坡度 35°，直射光空域 92%，全天光空域 90%。

本樣區之特徵種為紅果控木 (*Dysoxylum hongkongense*) (IVI 值為 10.46、胸高斷面積為 1601.99 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)、南仁鐵色 (*Drypetes karapinensis*)，優勢種為江某 (*Schefflera octophylla*) (IVI 值為 21.04、胸高斷面積為 1601.99 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，長果木薑子 (*Litsea nakaii*) (IVI 值為 10.46、胸高斷面積為 1423.99 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，薯豆 (*Elaeocarpus japonicus*) (IVI 值為 4.22、胸高斷面積為 2058.47 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)；伴生種為小西氏楠 (*Machilus konishii*)、山龍眼 (*Helicia formosana*)、台灣穗花杉 (*Amentotaxus formosana*)、西施花 (*Rhododendron ellipticum*)、波緣葉櫟 (*Cyclobalanopsis repandaefolia*)、狗骨仔 (*Tricalysia dubia*)、厚殼桂 (*Cryptocarya chinensis*)、異葉木犀 (*Osmanthus heterophyllus*)、菱葉衛矛 (*Euonymus tashiroi*)、綠樟 (*Meliosma squamulata*)、樹杞 (*Ardisia sieboldii*)等樹種。

### (二) 長尾尖葉櫟—江某型

本型代表為樣區 2，分布海拔 1090 m，坡度 20°，全天光空域 78%，直射光空域 80%。

本樣區特徵種為長尾尖葉櫟 (*Castanopsis cuspidata*) (IVI 值為 6.42、胸高斷面積為 7990.71 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)、紅楠 (*Machilus thunbergii*) (IVI 為 10.48、胸高斷面積為 2853.67 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，優勢種為江某 (*Schefflera octophylla*) (IVI 值為 14.65、胸高斷面積為 3410.83 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)、長果木薑子 (*Litsea nakaii*) (IVI 值為 12.52、胸高斷面積為 1066.23 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)；伴生種有西施花 (*Rhododendron ellipticum*)、小西氏楠 (*Machilus konishii*)、台灣穗花杉 (*Amentotaxus formosana*)、厚殼桂 (*Cryptocarya chinensis*)、菱葉衛矛 (*Euonymus tashiroi*)、三葉山香圓 (*Turpinia ternata*)、大葉木犀 (*Osmanthus matsumuranus*)、小芽新木薑子 (*Neolitsea parvigemma*)、小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、玉山灰木 (*Symplocos anomala*)、紅花八角 (*Illicium arborescens* Hayata)、狹瓣八仙花 (*Hydrangea angustipetala*)、猴歡喜 (*Sloanea formosana*)、著生珊瑚樹 (*Viburnum odoratissimum*)、糊櫨 (*Ilex formosana*)、錐

果櫟 (*Cyclobalanopsis longinux*)等樹種。

### (三) 厚殼桂—江某型

本型代表為樣區 3，主要分布在海拔 1135 m，坡度 35°，含石率 40 %，全天光空域 67 %，直射光空域 63%。

本樣區特徵種為厚殼桂 (*Cryptocarya chinensis*) (IVI 值為 8.96、胸高斷面積為 1376.11 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)、倒卵葉山龍眼 (*Helicia rengetiensis*) (IVI 值為 8.95、胸高斷面積為 1107.44 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，優勢種為假長葉楠 (*Schefflera octophylla*) (IVI 值為 14.33、胸高斷面積為 2189.37 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*) (IVI 值為 3.69、胸高斷面積為 5867.09 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)；伴生種有台灣穗花杉 (*Amentotaxus formosana*)、厚殼桂 (*Cryptocarya chinensis*)、長果木薑子 (*Litsea nakaii*)、三葉山香圓 (*Turpinia ternata*)、大葉木犀 (*Osmanthus matsumuranus*)、小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、薯豆 (*Elaeocarpus japonicus*)、狗骨仔 (*Tricalysia dubia*)、錐果櫟 (*Cyclobalanopsis longinux*)、柳葉石櫟 (*Pasania dodonaeifolia*)、南仁鐵色 (*Drypetes karapinensis*)、大武新木薑子 (*Neolitsea daibuensis*)、紅楠 (*Machilus thunbergii*)、山肉桂 (*Cinnamomum insulari-montanum*)、珊瑚樹 (*Viburnum odoratissimum*)、細枝柃木 (*Eurya loquaiiana*)、港口木荷 (*Schima superba*)、黃杞 (*Engelhardia roxburghiana*)、福建賽衛矛 (*Microtropis fokienensis*)、墨點櫻桃 (*Prunus phaeosticta*)、瓊楠 (*Beilschmiedia erythrophloia*)等樹種。

### (四) 墨點櫻桃—假長葉楠型

本型代表為樣區 4，主要分布在海拔 1230 m，坡度 32°，含石率 38 %，全天光空域 73%，直射光空域 70%。

本樣區特徵種為墨點櫻桃 (*Prunus phaeosticta*) (IVI 值為 13.24、胸高斷面積為 3962.09 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)、銳脈木薑子 (*Litsea acutivena*) (IVI 值為 7.73、胸高斷面積為 2359.71 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，優勢種為假長葉楠 (*Machilus japonica*) (IVI 值為 16.56、胸高斷面積為 5025.57 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，長尾尖葉櫟 (*Castanopsis cuspidata*) (IVI 值為 15.5、胸高斷面積為 8205.61 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，長果木薑子 (*Litsea nakaii*) (IVI 值為 6.67、胸高斷面積為 5367.83 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)；伴生種有台灣穗花杉 (*Amentotaxus formosana*)、

江某 (*Schefflera octophylla*)、細脈赤楠 (*Syzygium euphlebioides*)、紅花八角 (*Illicium arborescens* Hayata)、紅楠 (*Machilus thunbergii*)、小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、香楠 (*Machilus zuihoensis*)、港口木荷 (*Tricalysia dubia*)、錐果櫟 (*Cyclobalanopsis longinux*)、柳葉石櫟 (*Pasania dodonaeifolia*)、南仁鐵色 (*Drypetes karapinensis*)、大武新木薑子 (*Neolitsea daibuensis*)、紅楠 (*Machilus thunbergii*)、山肉桂 (*Cinnamomum insulari-montanum*)、珊瑚樹 (*Viburnum odoratissimum*)、細枝柃木 (*Eurya loquaiana*)、港口木荷 (*Schima superba*)、雲葉 (*Trochodendron aralioides*)、杏葉石櫟 (*Lithocarpus amygdalifolius*)、倒卵葉山龍眼 (*Helicia rengetiensis*)、樹杞 (*Ardisia sieboldii*)、樹參 (*Dendropanax dentigerus*)等樹種。

#### (五) 柳葉石櫟—紅楠型

本型代表為樣區 5，主要分布在海拔 1180 m，坡度 30°，含石率 46 %，全天光空域 84 %，直射光空域 82%。

本樣區特徵種為柳葉石櫟 (*Pasania dodonaeifolia*) (IVI 值為 8.77、胸高斷面積為 2710.61 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)、錐果櫟 (*Cyclobalanopsis longinux*) (IVI 值為 7.85、胸高斷面積為 683.74 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，優勢種為紅楠 (*Machilus thunbergii*) (IVI 值為 11.38、胸高斷面積為 2779.69 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，墨點櫻桃 (*Prunus phaeosticta*) (IVI 值為 11.33、胸高斷面積為 996.17 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，假長葉楠 (*Machilus japonica*) (IVI 值為 9.62、胸高斷面積為 1967.21 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)，長尾尖葉櫟 (*Castanopsis cuspidata*) (IVI 值為 8.79、胸高斷面積為 3357.45 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)；伴生種有台灣穗花杉 (*Amentotaxus formosana*)、江某 (*Schefflera octophylla*)、小梗木薑子 (*Litsea hypophaea*)、小芽新木薑子 (*Neolitsea parvigemma*)、小葉樟 (*Cinnamomum brevipedunculatum*)、小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、山羊耳 (*Symplocos glauca*)、山香圓 (*Turpinia formosana*)、黃杞 (*Engelhardia roxburghiana*)、台灣石楠 (*Photinia lucida*)、銳脈木薑子 (*Litsea acutivena*)、石苓舅 (*Glycosmis citrifolia*)、銳葉柃木 (*Eurya acuminata*)、赤皮 (*Cinnamomum insulari-montanum*)、七里香 (*Murraya paniculata*)、小西氏楠 (*Machilus konishii*)、雲葉 (*Trochodendron aralioides*)、樹杞 (*Lithocarpus amygdalifolius*)、倒卵葉山龍眼 (*Helicia rengetiensis*)、樹杞 (*Ardisia sieboldii*)、樹青 (*Planchonella obovata*)、鐵冬青 (*Ilex rotunda*)等樹種。

### 三、研究區域內之稀有植物

依據台灣稀有及瀕危植物之分級，樣區稀有瀕危植物目前有台灣穗花杉、大武新木薑子、南仁鐵色等 3 種，分述如下：

(一) 台灣穗花杉      *Amentotaxus formosana* Li      穗花杉科

保育等級：瀕臨絕滅 EN

保育等級描述：瀕臨絕滅(Endangered)。屬於小而持續下降之族群且狹隘分布，能繁殖之成熟個體少於 2500 株，且隔離之成熟能繁殖個體少於 250 株。保留區設置前，天然族群曾遭砍伐。

地理分布：臺灣特有種(Endemics)，分布於南臺灣 (Southern Taiwan)，海拔範圍為 800~1300 m。分布地包括台東縣：大武；屏東縣：姑子崙山、茶茶牙頓山、里龍山等。

(二) 大武新木薑子      *Neolitsea daibuensis* Kamikoti      樟科

保育等級：嚴重瀕臨絕滅 CR

保育等級描述：嚴重瀕臨絕滅(Critically Endangered)。屬於小而持續下降之族群，能繁殖之成熟個體少於 2500 株，且隔離之成熟能繁殖個體少於 250 株。

地理分布：臺灣特有種(Endemics)。主要分布於南臺灣，海拔為 800~1000 m 的闊葉林中。分布地為高雄縣：南鳳山；屏東縣：浸水營。

(三) 南仁鐵色      *Drypetes karapinensis* (Hayata) Pax      大戟科

保育等級：易受害 VU

保育等級描述：易受害(Vulnerable)。族群數量減預估 10 年或三世代內超過 20%，實際佔有面積小於 100 km<sup>2</sup>。

地理分布：臺灣特有種(Endemics)。臺灣分布於中、南部及東部海拔 1,500 m 以下地區。

(四) 柳葉石櫟 *Pasania dodonaeifolia* Hayata 殼斗科

保育等級：易受害 VU 評估依據：A+A(1)(d)+D

保育等級描述：易受害。依據實際或潛在的開發破壞，推論在 10 年或 3 世代內，族群數量會減少超過 20%。屬於小且狹隘分布之族群，實際占有面積小於 100 km<sup>2</sup>。

地理分布：臺灣特有種。分布地為臺東縣:大武、浸水營。

#### 第四節、台灣穗花杉之消長情形分析

##### 一、調查結果

本研究整理過去台灣穗花杉每木掛牌與 1996 年所建立台灣穗花杉資料庫點位資料，其直徑分布狀況如圖 4-17 所示，以利於在現場調查時，可比對先前掛牌號碼與點位資料快速搜索，2009 年已於研究區域內調查 748 株台灣穗花杉林木，其中 457 株是 1996 年有掛牌的資料，而另外 291 株為未掛牌資料或銘牌遺失，目前台灣穗花杉直徑分布如圖 4-18 所示。

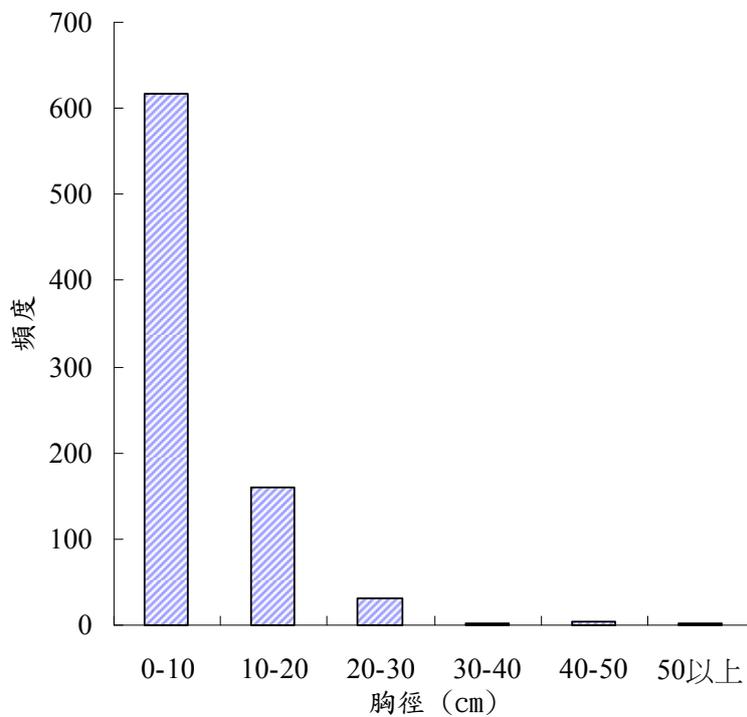


圖 4-17：1996 年台灣穗花杉直徑分布情形

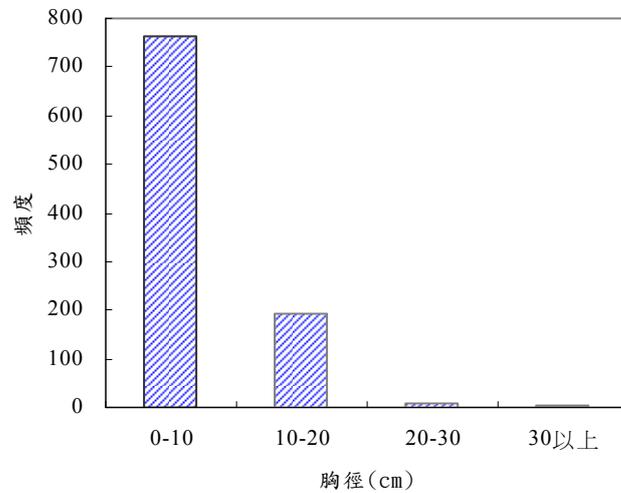


圖 4-18：2009 年台灣穗花杉直徑分布情形

由圖 4-17 及 4-18 結果可知，1996 年與 2009 年台灣穗花杉之直徑分布情形都偏向於 0-10 cm 的胸徑範圍內，占了總株數的三分之二以上，由此可知台灣穗花杉生長情形變化不大，但有新植株的發現，而在現場調查時發現溪谷谷地避風潮濕環境處，台灣穗花杉生長情形較好，胸徑都在 10 cm 以上，而在步道旁所生長的台灣穗花杉則較矮小，生長情形不佳，胸徑範圍集中在 0-10 cm 範圍，且台灣穗花杉大多為樹冠最低層喬木，樹高最高很少超出中冠層 15 m 以上，單株成點狀或群狀分布與其他闊葉樹混生，單株通常有一比較明顯的主幹或分叉主幹，每株樹幹基部有叢生萌蘗高度多在 1 m 以下。

依據楊勝任(1996)研究指出長果木薑子，山龍眼及台灣穗花杉若依冠層高度來分，應屬於下層樹種，而從三者在此鬱閉的林內小苗數為全林分中最高者，代表此三種在此生育地更新特別好。台灣穗花杉於林分中，胸徑 < 2 cm 的苗木株數每公頃約為 176 株，其中萌芽株數統計結果共 95 株，約占全部苗木株樹的 1/2 左右，因此，台灣穗花杉的萌芽在其族群更新上應扮演重要的角色。

## 二、資料分析

### (一)前後期材積及生長量分析

本計畫將所調查有編號之台灣穗花杉資料，並整理 1996 年相同編號之調查數據(附表 1)，剔除台灣穗花杉植群因老化，或是受到周圍植群之影響，造成枯死之植株，以敘述性統計說明 1996 年與 2009 年台灣穗花杉植群胸徑生長之差異情形，所測得之胸徑則利用林務局所通用之材積式，一般樹種(形數 0.45)連皮立木材積求積式，計算台灣穗花杉之單木材積，其統計結果如下表 4-12 所示。

表 4-12：1996 年與 2009 年台灣穗花杉材積計算敘述性統計表

	1996 年調查資料	2009 年調查資料
胸徑最小值(cm)	1.5	2.9
胸徑最大值(cm)	28.0	29
胸徑平均數(cm)	7.17±0.19	7.70±0.19
標準差	5.30	5.16
平均材積(m <sup>2</sup> )	0.013±0.0017	0.020±0.0021
材積最大值(m <sup>2</sup> )	0.2692	0.3503
材積最小值(m <sup>2</sup> )	0.0001	0.0002
標準差	0.0441	0.0356

由表 4-12 顯示，1996 年台灣穗花杉胸徑範圍介於 1.5cm ~ 28.0 cm 之間，平均數 7.17，標準偏差為 5.30，而同樣本數中 2009 年調查資料發現台灣穗花杉胸徑範圍介於 2.9cm ~ 29 cm 之間，平均數 7.70，標準偏差為 5.16。材積部分，1996 年調查資料材積於 0.0001~0.2692 m<sup>2</sup>，平均材積 0.013±0.0017 m<sup>2</sup>，而相同樣本中 2009 年之材積值為 0.0002~0.3503 m<sup>2</sup>，平均材積 0.020±0.0021 m<sup>2</sup>。由此數據發現，目前台灣穗花杉生長情形良好，植株之胸徑及材積都比 1996 年植株來的大，而楊勝任(1996)研究報告中指出台灣穗花杉的萌芽在其族群的更新上，扮演了重要的角色，故可能因部分台灣穗花杉植群因老化，或是受到周圍植群之影響，造成植株枯死現象，而經由萌芽方式重新更新成新的植株，所以 2009 年調查到有部分植株之胸徑比 1996 年所調查胸徑來得小。而為了得知植群情形，依據所收集到 1996 年銘牌資料與本次調查資料比對，重新測量原標定及更新植

株，了解 10 年間之台灣穗花杉死亡率為 58.81%。依本次所調查的 748 株穗花杉中，扣除有懸掛 1996 年大牌的株數 457 株，還剩下 291 株台灣穗花杉沒有大牌或者大牌遺失，扣除其中有備註資料，其剩餘 248 株整理如下表 4-13、圖 4-19。

表 4-13：台灣穗花杉十年間年新增苗木量統計表

直徑級(cm)	株數	平均直徑(cm)
0-2	68	1.48±0.04
2-4	66	2.98±0.05
4-6	32	4.82±0.07
6-8	32	6.93±0.07
8-10	12	8.88±0.11
10-12	9	10.99±0.14
12-14	6	13.02±0.08
14-16	7	15.01±0.17
16 以上	16	21.04±0.56

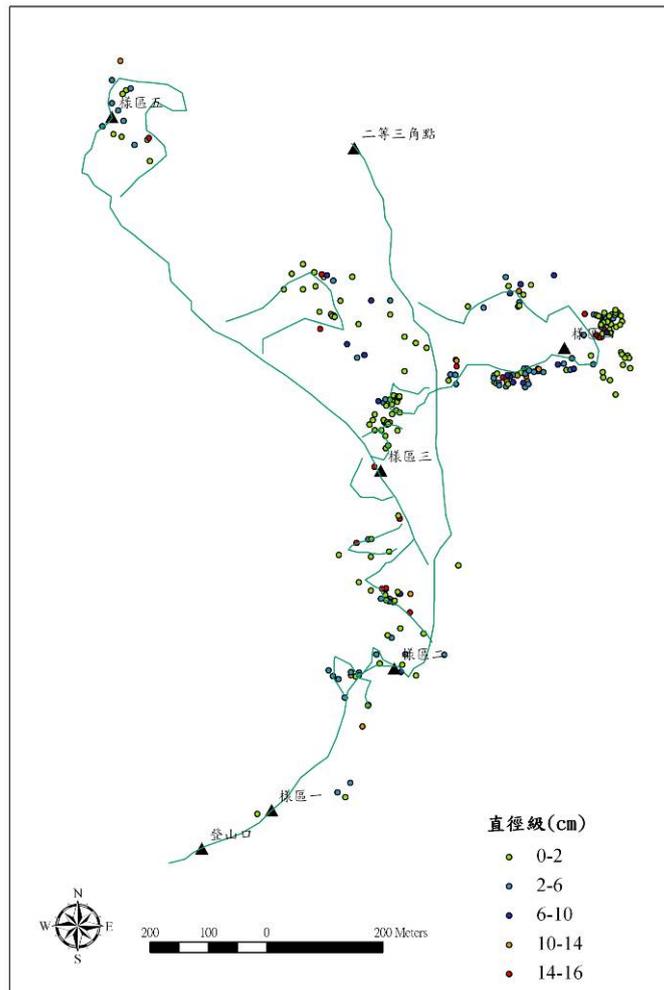


圖 4-19 台灣穗花杉十年間新增苗木位置分布圖

由表 4-13 台灣穗花杉十年間年新增苗木量統計表顯示臺灣穗花杉十年間更新之苗木直徑級在 2cm 以下之株樹佔 68 株，2~4cm 之間的苗木佔 66 株，4~8cm 佔 32 株，8~10cm 佔 32 株，10cm 以上有 38 株，胸徑較大的植株推測有可能是 1996 年遺漏之苗木。從圖 4-18 台灣穗花杉十年間年新增苗木位置分布圖，可以得知在樣區三與樣區四之間有較多直徑級 2cm 以下的小苗出現，多分布於崩塌地、溪溝邊、坡度較陡之地區，呈較聚集的方式生長，依據蘇鴻傑(1992)定義台灣穗花杉應為下層耐陰種，故在生長上有所限制，因此推測受到地型環境影響才會造成此種分布，而樣區三到樣區五間之台灣穗花杉則呈零星分散的狀態。詹明勳(2005)指出台灣穗花杉樹齡大多在 60 ~ 80 年生左右，更年輕樹齡階層偏少，產生斷層現象，顯示新加入族群中之種子苗數量較少，這對台灣穗花杉族群數量的維持可能會有很大的限制，根據結果推測 0.2 ha 研究樣區中，每隔 20 年才可

能有 1-2 株實生苗木長成至 5 cm 以上的徑級，而大部分植株皆由萌芽更新維持族群數量。而透過本次調查發現，10 年間至少增加了一百多株新苗，顯示台灣穗花杉樹齡階層是沒有產生斷層現象，且台灣穗花杉在此生育地能與其他物種相互競爭而共生，楊勝任(1996)研究結果顯示台灣穗花杉與鄰近上層冠層闊葉樹種比較屬於共生的角色，可能受到上層木樹冠的保護，減少乾季強烈季風與蒸散作用，溪谷谷地避風潮濕環境處可能比較會有高出冠層的單株，大致上可以由單株空間分布初步得知。

另外有關族群新增率資料尚缺乏，因此若想了解族群淨增加數量，可能需要有永久樣區及每木定位資料每隔 5 年監測調查晉級與枯死率，才能更有效對台灣穗花杉目前族群進行更有效的監測與評估。

## (二)林分結構之分析

本研究利用 1996 年台灣穗花杉調查資料及 2009 年所調查到之台灣穗花杉，將胸徑依據 2 cm 為一級距(表 4-14)，以直徑級分布形狀加以判斷其林分結構狀態，而 Weibull 機率密度函數即根據樹種徑級分布形狀及所占比例，可用來評估林分或主要樹種徑級分布狀況，故本研究採用 Weibull 函數進行台灣穗花杉林分結構分析，其直徑級統計表如表 4-14 所示。

表 4-14：兩期台灣穗花杉直徑級統計表

直徑級(cm)	1996 年台灣穗花杉植群		2009 年台灣穗花杉植群	
	株數	頻度	株數	頻度
2	124	0.17	98	0.16
4	226	0.30	148	0.24
6	132	0.18	108	0.17
8	72	0.10	76	0.12
10	66	0.09	51	0.08
12	38	0.05	41	0.07
14	25	0.03	28	0.04
16	17	0.02	29	0.05
18	17	0.02	11	0.02
20 cm 以上	24	0.03	39	0.06

將上述直徑資料代入下述公式中，其參數中  $c$  及  $b$  一定取正值， $c > 0; b > 0$ ，此二個參數一經設定，其機率密度函數即確定。經由公式計算結果顯示 1996 年台灣穗花杉資料之  $b$  值為 4.71， $c$  值為 2.89，介於  $1 < c < 3.6$  之間屬右偏斜曲線，代表該台灣穗花杉更新狀況仍屬良好；而 2009 年所調查之臺灣穗花杉資料  $b$  值為 5.37， $c$  值為 2.29，與 1996 年調查資料相同，但與 1996 年資料相比，其  $c$  值較低，介於  $1 < c < 3.6$  之間屬右偏斜，代表目前台灣穗花杉更新狀況較 1996 年為佳。

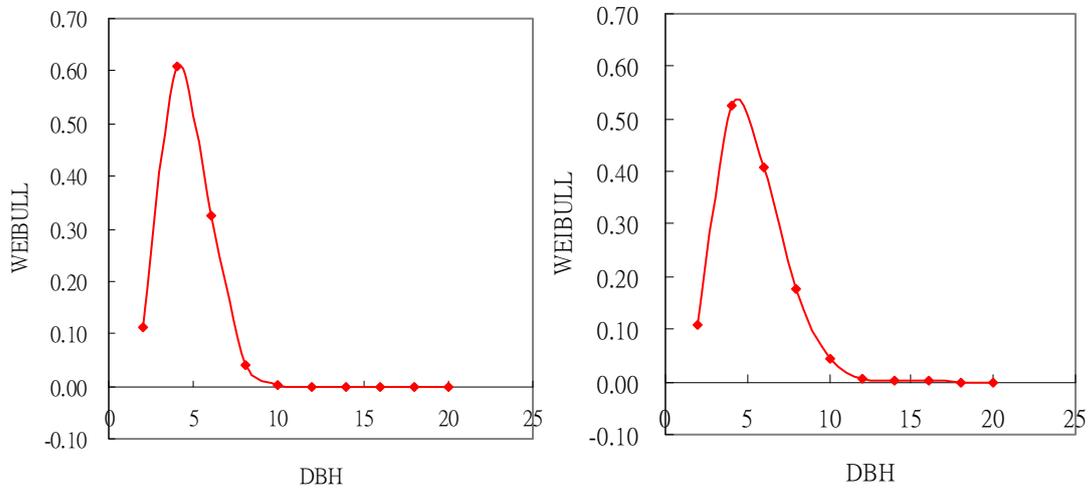
$$f(x) = \begin{cases} \left(\frac{c}{b}\right)\left(\frac{x}{b}\right)^{c-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{b}\right)^c\right] & \text{if } x \geq 0 \\ 0 & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$

將上述得到之  $b, c$  值代回公式中，所得結果如表 4-15 所示。

表 4-15：1996 年與 2009 年台灣穗花杉 Weibull 機率密度函數統計表

直徑級(cm)	1996 年台灣穗花杉 Weibull 機率密度函數	2009 年台灣穗花杉 Weibull 機率密度函數
2	0.111758	0.107469
4	0.607907	0.526129
6	0.326051	0.406996
8	0.041304	0.177288
10	0.000957	0.044881
12	0.000000	0.006601
14	0.000000	0.000558
16	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
20 cm 以上	0.000000	0.000000

將上表之 Weibull 機率密度函數繪製成直徑分布圖，如圖 4-20 所示。



1996 年胸徑分布曲線

2009 年胸徑分布曲線

圖4-20：1996年與2009年台灣穗花杉weibull機率密度函數分布曲線圖

由圖4-19顯示1996年及2009年的分布曲線均呈現右偏歪曲線，表示臺灣穗花杉植群更新良好，初期有大量幼苗更新，能持續繁殖及更新，且幼苗生長迅速，生長到一段時間後，呈現反J型生長，此時生長較為緩慢，而最後呈現常態曲線 (Normal Curve)。

楊勝任(1996)認為台灣穗花杉小苗之補充常藉萌芽苗庫更新，新發現生育地中僅極少數成株能夠抽穗結實，而各生育地族群內多行無性繁殖的萌芽苗進行更新，生育地中僅極少數成株能夠抽穗結實產種量稀少，再加上其種子可能有休眠期、實生幼苗生長緩慢等因素，都會影響台灣穗花杉族群的拓殖能力。台灣穗花杉易生萌蘖苗的特性，雖可維持單一族群不致衰退，然而，新族群之擴張及遺傳基因分化有賴於有性繁殖產生及種子傳播，萌芽之無性繁殖對族群之拓展及基因多樣性並無實質助益，有可能造成遺傳多樣性降低。

## 第五節、經營管理策略

### 一、台灣穗花杉資料庫系統

本計畫整合 1996 年茶茶牙頓山之台灣穗花杉所調查之紙本資料，將資料利用 GIS 轉化為點、線、面圖層及建製屬性資料，並製作計畫範圍內之各種空間性資料包括海拔高、坡度、坡向、全天光空域分布圖等環境因子，並將 1996 年及 2009 年每株台灣穗花杉之每木資料分別進行屬性資料編輯加以建檔，將有助於此區資料管理、利用及保存，利用 GPS 所標定台灣穗花杉立木位置與地面調查之屬性資料以關聯式資料庫模式，進行物理環境與生物屬性資料之鏈結，配合使用者圖形介面，達成更新及查詢等功能，完成台灣穗花杉資料庫管理系統。

為了解於此地區植物資源長期變化情形，所設置之永久樣區亦將資料建檔並繪製立木位置圖了解其空間分布資料，對於未來進行複查時有相當大之助益。而目前國內大面積之永久樣區調查之設置，除了懸掛鋁、蘭花牌外亦以羅盤儀繪製相對立木位置圖，在鐵牌與鐵絲材質的選擇上以白鐵為主，降低生鏽機會，而量測胸高直徑時同時於量測部位以紅色油漆畫線以記號位置，應考慮是否適於台灣穗花杉上畫記。

### 二、台灣穗花杉健康調查

由本計畫結果顯示本區台灣穗花杉：「第一級-枯死」有 5 株(0.67%)、「第二級-不健康」78 株(10.42%)、「第三級-產生劣化」297 株(39.71%)，「第四級-健康」350 株(46.79%)、以及「第五級-很健康」18 株(2.41%)。此區之台灣穗花杉健康調查，主要以目視全區的樣本健康度以進行相對的評估，結果發現，健康之株數佔 49.2% 顯示劃設為野生動物重要棲息環境發揮了一定的效果，而對於產生劣化現象的植株多發生於裸露地、陡峭之坡地、冠層過密的地方；而不健康的台灣穗花杉則是受到上層樹冠層過密遮蔽，導致落葉增加、藤蔓纏繞或受到倒木壓迫的影響。於茶茶牙頓山區，台灣穗花杉出現地區分部於海拔高 1,020-1,392 m 之間；坡度則為 15°-40° 之間；坡向主要分部在東方、西南方；全天光空域主要於 30-40% 及 40-50%，其次從 50-100% 均零星分布。經統計分析結果顯示台灣穗花杉之健康情

形並不受到此四種環境因子所影響。未來建議應針對不健康之台灣穗花杉進行除蔓，並且定期再次進行健康度之評估工作，並針對其伴生樹種及生物因子作研究以了解影響其健康度之原因為何，以掌握台灣穗花杉之健康情況。

目前茶茶牙頓山並無明確登山口標示與至三角點之登山道路規劃，可能造成附近村落民眾任意開闢道路導致破壞地被植物，此項行為可能會引起土石鬆落，甚至導致裸露地與崩塌地的產生，建議加強巡邏並查緝是否有非法盜獵盜伐，避免造成上述行為之產生。茶茶牙頓山之台灣穗花杉保育之意義必須配合其環境現況，深入瞭解該處之地質學與地形學應當有助於台灣穗花杉經營管理之規劃。

目前保留區經營管理政策均偏向於保留區不提供遊憩，禁止一般民眾進入，除了些許相關自然保育之解說宣傳外，並無讓民眾普及參與之管道或系統，造成社會大眾配合度與支持度普遍偏低，即使知道應當保育大部分也均為口號居多，無法實地落實，以近程目標來看，保留區之設置地點附近鄰近村落或接近都是邊緣處，毋庸置疑會影響當地民眾現有生活與相關利益，而其經營管理層面應當是以與當地民眾進行適當溝通、協調與補償，並成立當地居民之巡守隊，除了可配合當地林管處人員進行巡視外，亦可減輕林管機關經營上之重擔。

為了維持與永續利用台灣穗花杉與周邊生物資源及生態系，達到人與自然平衡此議題，擬定適當的經營管理原則與策略，則是落實自然保留區之最大意義，也是當前最大課題與需要努力之目標。建議請林管處加強教育宣導工作，如印製海報、辦理知性之旅與講習，協助地方人事成立保護組織或巡守隊，以發揮關愛鄉土之精神，以實際行動來落實自然保育。

### 三、植物資源方面

為了解研究區之植群組成與結構，利用野外植物資源調查方式設置五個永久樣區，進行每木調查，記錄各株立木之樹種名稱、胸徑、樹高，並進行地被植生調查，再依樣區之優勢樹種、實地踏勘現況、參考相關文獻來區分植群型，並整理植物名錄。本研究設置樣區調查結果發現，此區域森林皆為原始天然闊葉林，本研究共設置 5 個樣區進行植群調查，共計有 25 科 43 屬 61 種植物，其中針葉樹只有台灣穗花杉一種，此外珍貴稀有種有 3 種。

本區具 5 種植群型：紅果柃木—江某型、長尾尖葉楮—江某型、厚殼桂—江某型、墨點櫻桃—假長葉楠型，以及柳葉石櫟—紅楠型，而楊勝任(1993)文中指出，此區域大致分為一個林型，即江某-假長葉楠林型所組成，本區天然林的植物社會結構可分成三層。上層木以柳葉柯、嶺南青剛櫟、後大埔石櫟、豬腳楠、假長葉楠、杜英、印度栲為主，中層木以山龍眼、樹參、墨點櫻桃、假長葉楠、港口木荷、台灣山枇杷、紅花八角、小西氏楠等出現較多。地被植物包括曲莖山藍、冷清草、長果籐、硃砂根、穿鞘花、拎樹籐、紅果金粟蘭、小金石榴等。至於造林地的造林樹種有相思樹、光臘樹、檫木，樹齡約五至十三年。然本研究則著重在了解台灣穗花杉植群之組成與結構，故在台灣穗花杉分布較多之區域，並依據海拔不同而設置 5 個樣區，以了解台灣穗花杉植群之共生樹種。

調查區域沿枋山溪旁道路進入，道路周圍皆有許多果農在此栽種果樹，故在梅雨季節至夏季颱風來臨時，步道多為雨水所沖蝕，且山壁上常有落石發生，應定期將步道整修，對於未來調查時較為便利且省時，而山區沿路步道較長，由路口處到達登山口約 10 km 之遠，步行約 5 至 6 小時，且路口處不明顯，少有遊客或登山客進入，所以此野生動物重要棲息環境少有人為之干擾，林型分布以天然林為主。

#### 四、台灣穗花杉之保育策略

藉由 1996 年所測得之胸徑與樹高與 2009 年所測得資料相比較，台灣穗花杉之胸徑與材積均有增加，但增加量不高，顯示生長速度十分緩慢，於取樣樣本中之材積推估結果得知，平均材積量約  $0.020 \pm 0.0021 \text{ m}^3$ ，最大值  $0.3503 \text{ m}^3$ ，最小值為  $0.0002 \text{ m}^3$ ，將來可藉由材積之推估探討台灣穗花杉此種樹種對於碳吸存的貢獻，想了解森林對碳吸存能力，可就單木及林分加以思維，進而對於大面積森林碳吸存量來推估。從 Weibull 機率密度函數結果了解，1996 年與 2009 年兩期的結果均為右偏歪曲線，代表目前台灣穗花杉更新狀況仍屬良好。而由台灣穗花杉十年間新增苗木分布位置及量統計表，結果可以知道台灣穗花杉目前徑級分布所占比例及地點及分布的位置，將來則值得後續持續觀察其更新情況。

自然資源保育中，通常針對物種及棲地進行保育。生物多樣性公約中強調，生物多樣性的資料應包含基因、物種、環境生態三大領域，藉由本計畫得到台灣穗花杉於物種及環境生態上之資料，而缺乏台灣穗花杉基因方面的資訊。在生物保育中利用 DNA 指紋分析技術，是可以了解區域間物種的遺傳分化、親源關係及族群結構等，並可增加對於台灣穗花杉深度層面的了解，並且達到保育技術的一環，於此能更清楚了解此物種之訊息。而未來將所收集之資料與關鍵環境因子結合，藉由 GIS 軟體進行推估或模擬，可以得到稀有植物潛在分布範圍。

執行計畫當中除了豐富的植物資源，亦發現許多野生動物之出現，如麝香貓、山豬等，因此應繼續維茶牙頓山地區之生物多樣性，此區常有登山客進入應定期維護步道，並適度加入若干步道指示標誌、告示牌、生態解說牌。透過網路平台，可將珍貴樹種保育方法、現況、重要性等各種生態議題，編入科普教育，不但可宣傳森林保育觀念，教育社會大眾愛護森林，期望將保育之觀念植入人心，稀有植物之認識及保育之重要性能平民化、大眾化。

## 第五章 結論

### 第一節、台灣穗花杉立木健康調查與分析

由 1996 年茶茶牙頓山進行台灣穗花杉每木掛牌所收集到資料得知，此區域台灣穗花杉共計 777 株，2009 年台灣穗花杉林木健康調查共計 748 株，其中 457 株是 1996 年有掛牌的資料，而 291 株為未掛牌或遺失鋁牌資料，未掛牌資料佔了 39%，由此可知先前調查至今已間隔了十餘年，有多株台灣穗花杉小苗出現，可發現此十年間台灣穗花杉之生長更新之現象。另外於調查中，發現早期所設置之鋁牌經過長時間的久置，字樣退色、鐵絲生鏽斷裂情況，因此對每株穗花杉的不確定性增加，建議鋁牌字樣應加上鋼印，所使用之鐵絲可考慮白鐵材質以增加使用年限，在量測胸徑及地徑時使用紅色油漆以標定量測之高度位置。

於茶茶牙頓山區，台灣穗花杉出現地區分布於海拔高 1,020-1,392 m 之間；坡度則為 15°-40° 之間；坡向主要分布在東方、西南方；全天光空域主要於 30-40% 及 40-50%，由台灣穗花杉健康調查結果了解，本區台灣穗花杉林木於等級四、等級五，健康與很健康的株數佔 49.20%(368 株)，產生劣化之穗花杉佔 39.71%(297 株)，不健康之穗花杉佔 10.42%(78 株)，此結果表示，將此區劃設為野生動物重要棲息環境具有一定的成效，有近一半之台灣穗花杉處於健康的情況，顯示本區達到就地保育的效果，此外於調查中也常看到受強風吹襲而傾倒的樹或者樹冠層密度高導致林下透光量不足，上層木壓斷台灣穗花杉造成死亡，並無發生台灣穗花杉被吹倒情形；而不健康的台灣穗花杉易被上層木凌壓或者藤蔓纏繞，經統計分析結果顯示，台灣穗花杉之健康情形並不受到海拔高、坡度、坡向及全天光空域影響，建議應針對其伴生樹種及生物因子方面進行進一步研究，以了解影響其健康度之原因，並且考慮是否進行人工除蔓，有待商闕。而對於台灣穗花杉之健康度必須定期調查，利用前後期資料來進行比對掌握台灣穗花杉之健康情況。

台灣穗花杉所屬穗花杉科僅一屬，全世界可能僅有 5 種，僅小群分散於中國及台灣，而此區為登山者常健行之路線，雖登山步道夏季受到溪水阻擋無法通行，但於冬季時，河床乾涸，許多登山隊會穿越此區，遊客及登山客於此區對於

森林之踐踏、採集及攀爬等行為，均可能對於穗花杉產生危害，建議應增加告示牌、解說牌等。另外，由於科學新知的普遍化，知識之建立及更新迅速，編輯有關森林保護區、重要樹種特性、習性、保存方法等科普教育納入教材有其重要性。

目前在生物保育的相關研究中也廣泛使用分子指紋技術，基因體中的微衛星 DNA 因具有高解析力及變異性的特性，對於物種之保育及遺傳多樣性的分析可以估算族群中異型基因合子和遺傳變異以及族群間遺傳分化程度，因此未來對於台灣穗花杉可以考慮以 DNA 指紋分析了解其分子的演化，以增加基因庫資料，並且了解區域間之親緣關係、族群結構及遺傳變異多樣性。

## 第二節、永久樣區調查與分析

本研究報告共調查到維管束植物有 25 科 43 屬 61 種，而本研究主要著重於木本植物之調查，故對於地被植物、蕨類植物及藤本類植物等，本研究並無調查資料，其中稀有植物計有台灣穗花杉、大武新木薑子、柳葉石櫟、南仁鐵色等 4 種，而嚴重瀕臨絕滅之物種為大武新木薑子。

本研究共設置 5 個樣區，其植群型可分為紅果柃木—江某型、長尾尖葉櫟—江某型、厚殼桂—江某型、墨點櫻桃—假長葉楠型，以及柳葉石櫟—紅楠型。

本研究建議因本計畫區域範圍狹窄，且周圍為造林地部分尚未成林，哺乳類動物，鳥類數量較多，因屬原始環境，區內枯枝倒木甚多，昆蟲相當豐富，亟需完整之動物調查研究，以補足動物相基本資料。

茶茶牙頓山區在低海拔步道旁多有果樹植栽，下過大雨後常造成土石流失，建議日後可栽植綠化樹種，以維持土壤肥力，避免土壤沖蝕現象發生。而登山步道常因年久失修，梅雨季節及颱風來臨時常造成土石崩落及，對於想進入之登山客，或者林業之相關調查人員進入困難，故建議在大雨過後可定時至茶茶牙頓山區探勘，可即時的將路況修復。

### 第三節、台灣穗花杉之消長情形分析

台灣穗花杉屬冠層下層之喬木，樹高很少超出中冠層 15 m 以上，單株成點狀或群狀分布與其他闊葉樹混生，林分結構分析得知台灣穗花杉應為下層耐陰種，且台灣穗花杉因有地域性及分布狹隘且族群數量少，而被列為瀕危種，由空間分析得知生育地位於溪谷谷地地區，有較高大的植株出現，本次調查最大胸徑為 34cm，地徑為 36cm(編號：509(C041))，調查期間非台灣穗花杉開花期，因此無發現開花到結果之現象，由種子自行萌芽之小苗極少出現，均以萌蘖方式產生小苗，此種無性繁殖可能造成遺傳多樣性降低。

本研究利用 1996 年調查資料及 2009 年所調查到之台灣穗花杉進行生長量之分析，結果發現目前台灣穗花杉生長情形良好，植株之胸徑都比 1996 年植株胸徑來得大，而有部分林木因老化造成植株枯死現象，而經由萌芽方式重新更新成新得植株。本研究採用 weibull 函數進行台灣穗花杉林分結構分析，結果發現 1996 年台灣穗花杉資料屬右偏斜曲線，表示初期有定量的幼苗更新。

未來建議除了就現有區域保育外，可利用台灣穗花杉生育地各個環境因子之間的關聯性以 GIS 建立台灣穗花杉生育地適宜模型，並利用現有資料預測其潛在族群分布及未來可能出現之地區，及全球氣候變遷對於瀕危稀有植物的衝擊。

## 第六章 參考文獻

- 王兆桓、陳子英 (2002) 林木健康指標評估方法之建立-以棲蘭地區老熟檜木為例。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 91-6 號。47 頁。
- 王兆桓、陳子英 (2005) 太平山國家森林遊樂區老熟檜木森林健康指數評估。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 93-8 號。67 頁。
- 王震哲 (2003) 大武山自然保留區生物資源調查研究-金崙溪。行政院農委會林務局保育研究系列 91-19 號。行政院農委會林務台東林管處。94 頁。
- 行政院農業委員會 (1996) 台灣稀有及瀕危植物之分類-彩色圖鑑(I)。行政院農業委員會，163 頁。
- 行政院農業委員會 (1997) 台灣稀有及瀕危植物之分類-彩色圖鑑(II)。行政院農業委員會，163 頁。
- 行政院農業委員會 (1998) 台灣稀有及瀕危植物之分類-彩色圖鑑(III)。行政院農業委員會，166 頁。
- 行政院農業委員會 (1999) 台灣稀有及瀕危植物之分類-彩色圖鑑(IV)。行政院農業委員會，165 頁。
- 行政院農業委員會 (2000) 台灣稀有及瀕危植物之分類-彩色圖鑑(V)。行政院農業委員會，167 頁。
- 行政院農業委員會 (2001) 台灣稀有及瀕危植物之分類-彩色圖鑑(VI)。行政院農業委員會，167 頁。
- 周文賢 (2002) 多變量統計分析-SAS/STAT 使用方法(初版)。智勝出版社出版，965 頁。
- 林則桐、邱文良 (1989) 公告自保留區之植被調查(II)。農委會 78 年生態調查報告第 21 號。1-15 頁。
- 姜家華、王亞男、張國楨、王介鼎、李鎮宇、林敏宜 及 朱建華 (1995) 台灣穗

- 花杉兩生育地之氣象與土壤養分調查與分析。台大實驗林研究報告 9(2)：77-87。
- 柳楮、徐國士 (1971) 台灣稀有及有滅絕危機之動植物。中華林學季刊 4(4)：89-96。
- 張明財 (1992) 台灣穗花杉主要生育區及族群生態之研究。台大森林學研究所碩士論文。
- 陳建帆 (2006) 台灣南部浸水營至茶茶牙頓山區植群生態之研究。國立屏東科技大學森林系研究所碩士論文。95 頁。
- 陳家玉 (2002) 棲蘭山檜木老熟林健康指標評估法。國立台灣大學森林學研究所碩士論文。83 頁。
- 陳家玉、林文亮、王兆桓、陳子英 (2002) 棲蘭老熟檜木林健康指標之建構。中華林學會 91 學年度學術論文發表會論文集。175-187 頁。
- 傅立國 (1996) 中國稀有瀕危植物(一)。淑馨出版社。153 頁。
- 彭國棟 (1996) 淺談現階段自然保育策略。自然保育季刊第十五期。613 頁。
- 楊勝任 (1991) 浸水營闊葉樹野生動物重要棲息環境植群生態之研究。台灣省農林廳林務局保育研究系列 80-2 號。90 頁。
- 楊勝任 (1993) 茶茶牙頓山台灣穗花杉保護區植群生態之調查之研究。台灣省農林廳林務局保育研究系列 82-9 號。47 頁。
- 楊勝任 (1994) 茶茶牙頓山臺灣穗花杉保護區植群生態之調查研究。中華林學季刊 27(2)：3-17。
- 楊勝任 (1996) 台灣穗花杉植群生態的研究。台大森林學研究所博士論文。106 頁。
- 楊勝任 (2007) 台灣穗花杉族群分布及植物社會之研究。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 95-16 號。123 頁。

- 楊榮啟、林文亮 (2003) 森林測計學。國立編譯館。309 頁。
- 葉慶龍、陳朝圳、鍾玉龍、範貴珠 (1992) 地理資訊系統應用於台灣穗花杉族群變化之研究。遙感探測 16: 28-51。
- 詹明勳 (2005) 台灣穗花杉苗木繁殖及基因保存之研究。行政院農委會林務局保育研究系列 93-05 號。45 頁。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄, 1994。台灣樹木誌, 國立中興大學農學院出版委員會。
- 賴明洲 (1991) 臺灣地區植物紅皮書--稀有及瀕危植物種類之認定與保護等級之評定。行政院農委會八十年生態研究第 12 號。113 頁。
- 蘇鴻傑 (1980) 臺灣稀有及有滅絕危機森林植物之研究。臺大實驗林研究報告, 125: 165-205。
- 蘇鴻傑 (1987) 森林生育地因子及其定量評估。中華林學季刊 20(1): 1-14。
- 蘇鴻傑 (1992) 台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區。「台灣生物資源調查及資訊管理研習會」論文集。中央研究院植物研究所專刊第 11 號。39-53 頁。
- Bailey, R. L., T. R. Dell (1973) Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science* 19: 97-104.
- Hsieh, C. F., T. C. Huang, H. Keng, W. C. Shieh, J. L. Tsai, J. M. Hu, C. F. Shen, and K. C. Yang (1994) *Flora of Taiwan*, 2nd. Ed. Vol. 3. Editorial Committee, Department of Botany, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. 1084 pp.
- Kaiser, H. F. (1970) A second generation little jiffy. *Psychometrika* 35: 401-405.
- Kramer, K. U., and P. S. Green (1990) I. Pteridophytes and Gymnosperms. In: Kubitzki K. *The Families and Genera of Vascular Plants*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. 404 pp.
- Su, H. J., S. H. Day, S. Z. Yang, M. Y. Chiang, and C. N. Lin (2002) Lanostanoids of *Amentotaxus formosana*. *Journal of Natural Products* 65: 79-81.

Tanouchi, H., S. Yamamoto (1995) Structure and regeneration of canopy species in an old-growth evergreen broad-leaved forest in Aya district, southwestern Japan. *Vegetatio* 117, 51-60.

附錄一、台灣穗花杉林木健康調查結果

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
001	3	3.2	3	5	3	3	1	7	6	
003	10	6	1	5	4	4	1	7	6	
004	7	6	1	5	3	3	1	6	6	
005	1	2	2	5	1	1	1	3	6	
006	6	5.5	2	6	4	4	1	5	7	B136
007	5	5	1	6	3	2	1	4	7	B133
008	7	3	1	5	3	3	2	5	6	
009	2	1.5	2	5	2	2	1	4	6	
010	1.5	2	2	5	2	2	1	3	6	
011	2	2.5	2	5	2	2	1	3	7	B109
012	5	4	2	5	2	2	1	2	6	B105
013	8	3	2	5	4	4	1	6	6	B154
014	3	1.6	2	5	3	3	1	7	7	
015	13	3	2	5	3	3	1	5	6	B155
016	11	9	2	5	4	4	1	4	6	
017	3	2	2	5	4	4	1	5	6	B094
018	20	4	2	5	5	5	1	8	6	
019	3	2	2	5	3	3	1	7	6	B171
020	1	2	2	5	1	1	1	3	6	
021	1.5	1	2	5	1	1	1	2	6	
022	0.3	0.3	2	5	1	1	1	2	6	
023	1	0.8	2	5	1	1	1	2	6	B195
024	2	1.3	2	5	2	2	1	3	6	B197
025	2	2	2	5	1	1	1	3	6	B118
026	3	2	3	5	1	1	1	3	6	B117
027	0.3	0.4	2	5	1	1	1	3	6	
028	1	1.5	2	5	2	2	1	3	6	B196
029	0.5	1	2	5	1	1	1	2	6	B200
030	0.3	0.7	2	5	1	1	1	7	6	
031	1	1.5	2	5	2	2	1	3	6	
032	0.2	0.3	2	5	2	2	1	5	6	
033	4	2.5	2	5	2	2	1	7	6	
034	10	2.5	2	5	2	2	1	5	6	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
035	8	2.5	2	5	3	3	1	4	7	B103
036	10	3	1	5	2	2	1	3	6	B097
037	12	4	2	5	4	4	1	5	7	A095
038	8	2.5	1	5	3	3	1	5	6	A097
039	10	2.5	1	5	4	4	1	5	6	A096
040	7	2	2	5	3	3	1	5	7	
041	22	5	2	5	5	5	1	7	6	
042	3	2	2	5	2	2	1	5	6	A163
043	10	2	2	5	2	2	1	4	6	A094
044	7	1.5	2	5	2	2	1	6	7	A162
045	28	6	2	5	5	5	1	5	6	A165
046	8	2.5	2	5	2	2	1	5	6	
047	1	0.5	2	5	2	2	1	6	7	
048	0.4	0.4	2	5	1	1	1	6	6	
049	0.3	0.2	2	5	1	1	1	7	7	
050	1	1.3	3	5	2	2	1	4	7	
051	0.3	1	3	5	3	3	1	5	7	
052	0.3	0.8	2	5	1	1	1	3	7	
053	0.3	0.8	2	5	1	1	1	3	7	
054	1	1	2	5	3	3	1	5	6	B199
055	2	2	3	5	3	3	1	4	6	B198
056	0.1	0.4	3	5	3	3	1	4	6	
057	3.5	1.5	2	5	2	2	1	5	6	B169
058	3	0.8	2	5	2	2	1	3	6	
059	10	2.5	2	5	3	3	1	4	6	A157
060	10	3	2	5	5	5	1	7	6	A156
061	7	2	2	5	2	2	1	5	6	A159
062	10	2.8	2	5	3	3	1	6	6	A160
063	6	3	2	5	1	1	1	3	6	
064	0.4	1.2	2	5	1	1	1	4	4	A158
065	0.4	0.5	2	5	2	2	1	3	6	A169
066	0.5	0.8	2	5	1	1	1	5	6	
067	8	5	2	5	1	1	1	5	5	A171
068	1	1.8	2	5	2	2	1	3	5	A172
069	3	2.2	2	5	3	3	1	5	6	A170

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
070	5	1.5	2	5	3	3	1	5	6	A090
071	7	2	2	5	3	3	1	5	6	A091
072	15	9	2	5	2	2	1	4	6	A092
073	15	9	2	5	3	3	1	4	5	A093
074	22	10	1	5	4	4	1	5	6	A089
075	20	5	2	5	4	4	1	5	6	A088
076	2	2	2	5	1	1	1	3	4	
077	15	5	2	5	3	3	1	4	6	A087
078	13	5	2	5	4	4	1	5	6	A086
079	6	5	2	5	2	2	1	4	5	A085
080	8	4.2	2	5	3	3	1	5	6	A084
081	3	2	3	5	3	3	1	5	6	
082	3.5	4	2	5	2	2	1	4	6	A082
083	16	6	2	5	3	3	1	5	6	A150
084	13	3.5	2	5	3	3	1	6	6	A146
085	8	2	2	5	2	2	1	5	5	A174
086	8	1.5	1	5	2	2	1	7	6	
087	20	6	1	5	3	3	1	4	6	
088	1	1	2	5	1	1	1	3	6	A145
090	10	6	2	5	2	2	1	4	6	
091	6	5	2	5	3	3	1	4	6	
092	2	1.3	2	5	1	1	1	3	5	A148
093	5	4	2	5	2	2	1	5	6	
094	13	3	2	5	3	3	1	6	6	B166
095	13	4.5	3	5	5	5	1	6	6	B165
096	10	4	3	5	4	4	1	4	6	B164
097	7	2	3	5	4	4	1	6	6	B162
098	23	5	2	5	5	5	1	7	6	
099	7	2.5	3	5	4	4	1	5	5	
100	3	1.9	2	5	2	2	1	5	6	
101	5	2.5	2	5	2	2	1	5	6	無法辨識
102	18	6	3	5	6	6	1	6	6	
103	4	3	2	5	2	2	1	4	6	A133
104	15	6	2	5	4	4	1	5	6	A132
105	5	2.5	2	5	5	5	1	7	7	A143

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
106	20	8	2	5	5	5	1	5	6	A144
107	4	2.3	2	5	1	1	1	6	5	A142
108	3	2.3	3	5	3	3	1	6	6	A141
109	14	8	1	5	3	3	1	5	6	A140
110	12	2	3	5	3	3	1	7	6	
111	10	3	2	5	4	4	1	5	6	
112	10	4.5	1	5	3	3	1	5	6	A139
113	13	4	3	5	2	2	1	3	6	A119
114	10	4	2	5	6	6	1	5	6	
115	6	2.5	2	5	1	1	1	4	5	
152	8.0	4	2	5	6	6	2	8	6	
153	2.8	2	2	5	2	2	1	6	6	D098
154	1.7	1	3	5	1	1	1	6	5	D090
155	9.0	2	2	3	2	2	2	7	5	C212
156	5.9	3	2	5	5	5	1	7	6	C215
157	19.1	9	3	5	7	7	6	8	6	B209
158	1.5		3	6	1	1	1	8	6	C216
160	24.0	5	3	5	3	3	1	6	5	C216
161	4.7	2	3	4	2	2	1	5	4	C162
162	2.7	1	3	4	3	3	1	5	4	D087
163	7.6	4	3	5	4	4	1	7	6	A246
164	4.3	2	3	4	2	2	2	6	5	A210
165	12.1	5	3	4	5	5	2	7	5	A209
166	10.9	4	2	4	5	5	3	7	5	A208
167	16.3	7	2	4	5	5	4	7	5	
168	2.9	2	3	5	3	3	1	6	5	B222
169	3.1	2	2	5	4	4	2	4	5	
170	14.1	4	1	4	3	3	1	5	4	A069
171	4.6	2	3	4	2	2	1	5	2	A245
172	23.1	9	3	5	7	7	3	6	5	A070
173	20.7	8	2	5	5	5	3	4	6	B221
174	8.5	5	2	4	3	3	2	4	4	
175	3.3	2	3	3	5	2	2	5	3	A228
176	21.0	8	2	5	5	5	3	6	6	
177	24.2	8	3	5	6	6	2	5	6	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
178	25.7	5	2	4	3	3	1	5	4	B245
180	4.0	2	3	3	3	3	3	5	3	B327
181	9.3	6	2	2	2	2	3	4	2	A247
182	2.2	1	3	4	1	1	1	5	4	
183		0	0	0	0	0	0	0	0	
184	15.4	6	2	5	7	7	1	7	6	B207
185		0	0	0	0	0	0	0	0	D089
186	16.2	7	2	5	9	9	6	7	5	D088
188	9.1	5	1	5	5	5	1	5	6	D060
189	7.7	3	3	5	3	3	2	6	5	A212
190	4.5	2	2	3	2	2	1	5	5	A229
191	8.5	5	3	4	4	4	1	6	4	A215
192	5.0	2	3	4	2	2	2	5	4	A213
194	4.1	3	3	3	1	1	2	3	3	A207
195	3.2	2	3	5	2	2	1	6	5	D050
196	5.8	3	3	4	2	2	1	6	6	D049
197	2.1	1	3	6	7	7	1	8	7	
198	17.3	4	3	5	7	7	1	7	6	D059
199	4.1	2	3	4	3	3	1	7	6	D024
200	2.8	2	3	4	2	2	2	6	4	
201	13.1	5	2	5	5	5	1	6	5	
202	14.1	6	3	5	7	7	3	6	5	B090
203	3.0	2	3	5	2	2	1	5	5	
204	1.8	3	1	4	2	2	1	3	4	
205	3.7	3	1	5	4	4	1	3	3	B077
206	4.6	5	3	4	6	6	1	6	5	B078
207	3.5	3	2	5	7	7	1	4	5	B079
208	3.2	2	1	2	1	1	1	1	2	A195
209	5.1	3	2	5	7	7	1	6	5	A196
210	4.0	3	2	5	7	7	1	5	6	B114
211	5.3	3	3	5	4	4	1	4	5	A197
212	9.0	5	2	5	4	4	1	5	5	B113
213	4.0	4	3	4	7	7	1	4	4	B109
214	6.5	3	1	5	3	3	1	3	5	B080
215	18.0	7	2	5	7	7	1	5	6	B110

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
216	7.2	4	3	5	7	7	1	4	5	B111
217	11.1	5	2	4	5	5	1	4	4	B112
219	2.9	2	2	5	5	5	1	5	6	C214
220	9.3	4	2	5	2	2	1	4	2	
221	3.2	3	3	5	4	4	1	3	5	C209
222	13.8	5	2	4	6	6	1	5	4	C193
223	5.2	2	3	5	4	4	1	7	5	B076
224	3.5	3	3	5	3	3	1	4	6	
225	1.9	1	2	5	3	3	1	3	5	
226	4.1	2	2	4	4	4	1	4	4	B208
227	8.4	3	3	5	6	6	1	4	5	A114
228	4.5	2	2	3	3	3	1	3	2	A115
229	3.3	4	1	4	5	5	1	5	4	A116
230	8.8	6	2	5	3	3	1	2	5	A117
231	5.0	3	2	5	5	5	1	5	5	C236
232	4.5	4	1	4	3	3	1	4	4	C241
233	9.0	3	3	5	8	8	1	7	6	A051
234	4.0	3	0	5	3	3	1	5	5	
235	8.7	4	1	5	4	4	2	4	5	
236	15.2	5	3	5	7	7	2	5	5	
237	0.9	1	3	5	2	2	1	5	5	
238	5.1	3	1	5	2	2	2	5	6	B248
240	23.4	10	3	5	5	5	2	4	5	B206
241	1.9	1	2	5	2	2	1	3	6	B217
242	16.8	4	3	5	3	3	1	4	5	B244
243	0.9	1	3	5	2	2	1	4	6	
244	2.5	1	3	5	3	3	2	7	6	
245	13.9	4	2	5	5	5	1	6	5	A236
246	1.4	1	3	3	1	1	1	5	2	
247	12.9	7	2	5	7	7	1	7	6	B238
248	10.0	5	2	5	2	2	1	5	6	A233
249	9.5	4	2	5	6	6	2	8	6	D079
250	6.0	3	2	5	5	5	2	4	6	D070
251	10.3	6	3	4	5	5	5	7	6	B107
252	6.5	4	3	5	5	5	1	7	6	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
253	12.5	4	3	5	6	6	1	8	6	A192
254	7.0	3	3	5	7	7	2	8	7	
255	6.5	3	3	6	2	2	1	8	7	
256	5.0	2	3	4	2	2	2	6	4	
257	9.3	4	3	6	2	2	3	7	6	B214
258	12.3	4	3	5	7	7	4	8	7	A106
259	15.1	5	2	5	9	9	2	8	6	D094
260	13.0	4	2	4	3	3	3	7	7	
261	4.7	2	3	5	2	2	1	8	6	
262	3.1	2	3	4	1	1	1	7	6	
263	4.1	1	3	6	6	6	2	8	7	
264	6.3	2	3	6	7	7	2	8	6	
265	7.2	4	2	5	4	4	2	7	6	B872
266	4.7	3	3	4	1	1	1	6	5	B088
267	4.1	2	2	5	2	2	1	5	6	D177
268	6.7	3	3	6	8	8	1	8	7	
269	5.5	2	3	5	4	4	1	7	6	B212
270	8.4	4	3	5	3	3	1	7	6	D096
271	5.5	3	3	5	5	5	2	7	6	D095
272	6.9	3	3	6	6	6	1	8	6	B221
273	5.8	2	3	5	4	4	2	7	5	B210
274	6.5	4	2	5	5	5	2	4	6	A225
275	8.2	4	3	5	4	4	3	3	5	A221
276	6.3	3	2	5	3	3	2	4	5	A224
277	4.0	2	3	3	2	2	1	3	4	A222
278	10.5	5	3	5	4	4	2	6	6	A223
279	1.6	2	2	5	2	2	3	6	6	A220
280	2.4	1	3	5	1	1	2	4	6	D073
281	9.4	4	3	5	7	7	2	7	6	D074
282	6.9	3	2	5	6	6	3	5	6	D075
283	9.0	4	2	5	5	5	1	3	6	D076
284	2.8	2	3	5	1	1	2	4	6	A243
285	1.8	1	2	4	1	1	2	3	5	C232
286	1.4	1	3	4	1	1	1	3	5	C231
287	3.1	2	3	5	1	1	1	4	6	A231

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
288	5.3	3	2	5	2	2	2	4	6	C158
289	28.0	7	2	5	8	8	5	5	6	
290	4.3	3	2	5	6	6	1	4	6	D058
291	8.0	4	3	5	6	6	2	6	6	D056
292	5.5	3	3	5	4	4	1	4	6	D057
293	3.7	3	2	5	3	3	1	4	5	D055
294	6.9	3	2	5	6	6	1	4	6	D054
295	1.7	2	2	5	1	1	2	3	6	D053
296	3.4	2	2	5	2	2	1	4	6	D052
297	4.3	3	2	4	2	2	1	3	4	C093
298	3.3	2	2	5	3	3	1	4	6	C100
299	11.2	5	3	5	8	8	1	8	6	C099
300	5.9	3	2	5	4	4	2	6	6	D061
301	10.2	6	2	5	3	3	2	5	5	A234
302	1.1	2	2	5	3	3	3	3	5	A204
303	4.3	2	2	5	1	1	1	5	6	A206
304	7.9	5	3	4	2	2	1	5	4	A218
305	6.8	4	3	3	1	1	1	5	3	A216
306	4.0	2	2	4	1	1	1	5	4	A217
308	3.5	1	2	6	3	3	2	7	6	A227
309	4.3	2	2	5	6	6	1	7	5	C228
310	2.7	1	3	4	1	1	2	6	5	
311	9.0	3	3	5	7	7	1	7	6	C089
312	7.3	4	3	5	5	5	1	8	6	無法辨識
313	5.5	3	3	5	5	5	1	6	6	C097
314	1.7	3	2	5	6	6	4	6	5	
315	8.0	4	2	5	5	5	2	4	5	B061
316	3.1	2	3	5	5	5	1	5	4	B062
317	25.0	7	2	5	7	7	5	6	5	
318	2.0	2	3	5	7	7	4	4	4	D071
319	23.2	7	3	5	6	6	4	6	5	D067
320	16.4	7	3	5	10	10	3	8	6	D072
321	14.5	7	3	5	8	8	3	8	6	D064
322	3.2	2	3	4	5	5	4	6	4	
323	1.7	1	3	4	2	2	1	5	4	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
324	1.2		3	5	1	1	1	8	6	
325	2.5	1	2	4	2	2	3	5	4	C093
326	2.3	1	3	5	4	4	2	6	5	C092
327	2.2	1	3	5	2	2	1	6	4	C091
328	3.6	2	5	6	6	6	1	8	6	
329	3.8	1	2	6	3	3	1	7	6	
330	2.1	1	3	5	2	2	1	6	6	
331	1.0		3	6	1	1	1	6	6	
332	1.8	1	2	4	4	4	2	4	5	
333	1.5	1	2	5	1	1	1	3	5	
334	6.0	3	3	5	6	6	2	7	6	D062
335	1.9	2	2	5	2	2	2	4	5	
336	1.4	3	2	5	6	6	3	5	4	
337	8.2	5	2	4	3	3	1	3	4	
338	1.1	1	3	5	1	1	1	3	6	
339	2.7	2	2	3	1	1	1	3	3	
340	7.9	4	3	5	7	7	2	5	6	D045
341	2.9	2	2	5	4	4	2	5	5	
342	2.9	2	2	5	2	2	2	5	5	
343	3.8	2	2	5	2	2	2	4	6	D046
344	1.5	2	2	5	1	1	1	4	6	
345	3.3	2	3	5	4	4	2	4	6	D047
346	4.7	3	2	4	2	2	1	3	4	D048
347	6.5	4	3	5	3	3	2	3	5	C239
348	1.8	2	3	5	1	1	1	3	6	A201
349	6.5	4	2	3	1	1	2	3	3	A202
350	3.5	2	3	5	2	2	2	5	6	A203
351	2.0	1	3	4	2	2	1	5	4	
352	7.0	4	3	5	2	2	2	6	6	
353	4.0	2	3	5	2	2	1	7	6	
354	2.0	1	3	6	3	3	1	8	7	
355	9.0	3	3	5	4	4	2	7	5	A110
356	4.5	2	3	3	1	1	1	5	3	
357	2.6	2	2	4	2	2	2	6	4	
358	16.8	4	1	4	6	6	2	6	4	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
359	9.1	4	3	3	2	2	1	5	3	A072
360	5.7	2	2	4	1	1	2	6	5	A071
361	5.7	2	2	5	3	3	2	7	6	A073
362	19.2	6	2	5	8	8	5	7	6	A074
363	5.1	2	2	5	4	4	3	7	7	
364	6.2	1	2	4	2	2	5	6	6	
365	3.8	1	3	4	2	2	4	6	5	
366	7.5	4	2	4	2	2	5	6	7	A076
367	10.4	4	2	5	8	8	3	7	6	
368	11.0	3	3	4	9	9	3	7	5	A078
369	4.3	2	2	4	3	3	2	6	5	A079
370	4.3	2	3	4	3	3	1	6	6	
371	2.6	1	1	3	1	1	1	5	3	
372	2.6	1	3	3	1	1	5	5	3	
373	2.3	1	2	3	1	1	1	5	3	
374	3.9	2	2	4	2	2	1	4	4	B239
375	18.8	5	2	5	7	7	2	6	6	B240
376	2.5	2	2	5	2	2	1	5	6	
377	19.0	4	2	5	7	7	2	2	6	A240
378	6.1	3	2	5	2	2	2	5	6	A237
379	19.3	5	2	5	6	6	2	7	6	
380	6.6	2	2	5	4	4	1	5	6	
381	6.8	3	2	5	4	4	1	5	6	B230
382	23.4	7	3	4	3	3	2	4	4	B229
383	23.0	6	2	5	5	5	2	4	6	B228
384	5.6	3	2	4	1	1	1	4	3	B233
385	10.5	4	2	5	3	3	1	2	5	B234
386	2.0	1	2	5	4	4	1	5	6	
388	1.8	1	3	5	1	1	2	5	6	
389	1.2	1	3	5	1	1	1	4	6	C094
390	4.1	1	2	3	1	1	1	3	3	C095
391	2.0	1	3	5	2	2	1	4	6	
392	1.7	1	3	5	1	1	1	5	5	C096
394	2.4	1	3	5	1	1	1	5	5	
395	2.0	1	3	4	1	1	1	7	5	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
396	2.2	1	2	3	1	1	1	5	3	
397	2.2	1	3	5	4	4	1	7	5	
398	2.7	2	3	4	3	3	1	6	5	
399	1.2	6	3	5	1	1	1	5	5	
400	1.6	1	3	4	1	1	2	5	4	
401	13.6	7	2	5	6	6	4	6	6	C088
402	2.5	2	3	4	1	1	1	3	3	C066
403	1.4	1	2	4	1	1	1	3	4	
404	25.2	9	2	5	8	8	3	7	6	C085
405	9.3	3	3	5	6	6	3	7	6	D065
407	4.2	3	2	5	2	2	2	4	6	無法辨識
408	15.6	8	2	5	7	7	1	6	6	C084
410	10.4	3	3	2	1	1	2	3	1	
413	8.0	4	1	5	3	3	2	3	5	C132
414	4.0	7	1	5	6	6	2	5	4	
415	9.0	6	1	5	5	5	2	6	4	
416	5.0	3	2	5	8	8	4	7	5	
417	8.1	4	1	6	7	7	2	6	4	B069
418	2.0	2	3	5	6	6	2	5	5	B071
419	1.4	2	2	4	4	4	2	5	4	B072
420	2.3	2	3	5	4	4	4	5	5	B068
421	8.0	4	1	4	8	8	1	6	5	
422	3.9	3	3	4	7	7	2	6	4	
423	3.5	3	3	3	4	4	1	5	3	
424	7.5	4	1	4	6	6	1	6	4	
425	2.0	2	3	3	3	3	1	4	2	
426	3.1	2	3	4	4	4	1	5	3	
427	18.6	7	1	4	6	6	2	7	5	
428	15.7	8	1	5	7	7	2	7	5	
429	5.9	5	2	5	5	5	1	4	3	
430	14.1	5	1	5	7	7	2	5	3	
431	6.8		3	3	5	5	1	6	5	
432	12.0		3	5	9	9	5	8	6	
433	11.1	2	2	5	8	8	2	7	6	
434	10.9		3	5	6	6	1	6	4	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
435	5.5	2	2	4	5	5	1	6	5	
436	2.5	1	3	4	4	4	1	6	4	
437	4.4	1	2	4	6	6	2	6	5	
438	11.5	2	3	5	8	8	2	8	6	
439	9.0	1	3	6	9	9	1	8	7	B004
440	4.5		3	4	4	4	1	6	4	
441	4.7	2	2	5	4	4	1	6	5	B006
442	3.0		3	4	5	5	1	6	5	B012
443	5.2		3	5	7	7	1	6	5	B011
444	5.5	1	3	4	5	5	1	4	4	
445	15.0	5	2	5	7	7	5	7	6	
446	7.7		3	5	8	8	1	7	7	B014
447	8.6	1	2	6	8	8	1	7	7	B016
448	11.0	4	2	5	7	7	2	6	5	
449	4.0	2	3	5	6	6	1	7	6	
450	3.4	2	3	5	4	4	1	6	4	C052
451	12.5	5	3	5	8	8	5	7	6	D066
452	9.5	4	2	5	7	7	2	6	6	
453	8.0	7	2	5	7	7	1	7	5	
454	4.5	3	2	6	5	5	1	6	4	B123
455	7.0	4	2	4	5	5	1	4	5	B175
456	9.5	3	2	3	3	3	1	4	3	B120
457	9.0	4	3	5	7	7	2	7	5	
458	4.5	2	3	4	5	5	1	6	5	B065
459	3.5	2	2	3	6	6	2	6	6	B066
460	4.5		3	6	8	8	2	7	7	B063
461	2.0		3	4	5	5	1	7	7	
462	1.3		3	3	2	2	1	3	4	
463	6.0	2	3	4	6	6	3	6	5	B064
464	20.0	3	1	3	4	4	3	5	4	無法辨識
465	5.0	1	3	4	3	3	2	4	5	C101
466	1.3		3	3	5	5	1	7	5	
467	29.0	6	2	4	7	7	3	6	4	B058
468	2.4		3	3	2	2	1	3	3	B067
469	2.9	1	2	3	4	4	1	5	5	B060

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
470	1.4		2	2	1	1	1	3	4	
471	9.0		3	4	3	3	2	3	3	B059
472	1.0		3	3	4	4	1	5	5	
473	2.0	1	2	4	5	5	1	5	6	
474	5.4	1	3	4	4	4	1	6	5	
475	6.4	3	2	5	7	7	1	7	6	
476	25.0	3	2	5	9	9	5	8	6	
477	22.1	2	2	5	10	10	6	8	6	
478	12.7	4	2	4	6	6	3	6	4	
479	5.0	0	3	3	3	3	1	4	4	A001
480	13.5	7	3	4	7	7	2	6	5	
481	2.3	3	3	3	4	4	1	3	2	
482	5.2	3	3	4	5	5	1	6	5	
483	15.9	7	3	5	9	9	2	7	5	
484	2.8	2	1	3	4	4	1	4	4	
485	12.8	4	1	5	7	7	2	6	4	
486	4.3	2	3	3	5	5	1	4	3	
487	6.2	3	2	4	5	5	1	5	3	
488	6.3	4	2	3	5	5	1	5	3	
489	7.2	5	2	5	6	6	1	5	3	
490	9.5	6	2	4	6	6	2	6	5	
491	14.2	8	1	4	8	8	3	6	4	
492	8.0	4	2	5	7	7	2	5	3	
493	4.3	3	3	4	5	5	1	5	3	
494	6.2	3	3	4	8	8	1	5	3	
495	1.8	1	1	5	4	4	2	6	4	
496	7.0	5	3	4	8	8	2	5	4	
497	8.4	4	3	5	8	8	2	6	5	
498	4.5	2	3	5	7	7	1	6	5	
499	4.9	3	3	4	8	8	1	5	4	C082
500	3.5	3	3	4	3	3	1	5	3	C012
501	4.2	2	3	4	3	3	1	5	3	C053
502	9.0		3	4	3	3	1	5	4	C054
503	2.5	2	3	3	3	3	1	5	4	C055
504	3.9		3	5	6	6	1	6	5	無法辨識

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
505	2.7	3	3	5	5	5	1	4	5	C081
506	5.5	1	3	3	2	2	1	4	3	C015
507	13.0	4	3	5	7	7	1	7	5	C039
508	8.0	1	3	6	9	9	1	7	6	C040
509	36.0	9	3	7	10	10	5	7	7	C041
510	12.0		2	4	3	3	1	5	4	C042
511	30.5	4	2	5	10	10	6	7	6	C043
512	18.4	3	1	4	8	8	1	7	6	C018
513	1.2		3	4	3	3	1	5	5	
514	1.1		3	4	3	3	1	5	5	
515	3.7	2	2	5	6	6	1	6	5	
516	9.1	3	3	5	7	7	1	7	5	D022
517	2.7	1	3	2	1	1	1	3	2	D017
518	10.3	1	3	5	6	6	1	6	4	C180
519	3.4	3	1	2	3	3	1	3	1	C013
520	3.6	2	3	4	5	5	1	4	3	C012
521	4.7	3	3	4	7	7	1	6	4	C014
522	3.0	3	3	5	4	4	2	6	4	D015
523	1.6	2	1	3	4	4	1	4	2	
524	2.0	2	1	3	2	2	2	2	1	
525	3.5	3	3	4	5	5	1	5	3	C050
526	3.2	3	3	4	6	6	1	5	4	D049
527	3.4	3	3	4	7	7	1	6	4	C046
528	1.3	1	3	4	3	3	1	5	3	
529	3.7	3	1	4	7	7	1	6	4	C048
530	1.3	4	3	3	3	3	1	2	1	
531	5.5	4	1	4	4	4	1	6	4	C044
532	2.6	1	1	3	2	2	1	3	2	C045
533	3.5	3	3	2	2	2	1	2	1	C047
534	2.8	2	1	4	7	7	2	6	5	
535	2.3	2	3	3	5	5	2	4	3	
536	2.5		3	5	3	3	1	5	4	
537	6.6	1	3	4	5	5	1	6	4	
538	5.3	2	3	5	5	5	1	7	5	
539	4.1	1	3	5	6	6	1	6	5	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
540	1.3		3	4	3	3	1	5	3	
541	2.3	3	3	5	6	6	1	6	4	
542	1.6		3	3	3	3	1	4	3	
543	2.1		3	5	6	6	1	5	5	
544	4.2	1	3	5	5	5	1	6	5	
545	4.3		3	5	7	7	1	6	5	
546	2.5	1	3	5	4	4	1	5	4	
547	2.0	3	3	5	4	4	1	5	4	
548	4.0	2	3	5	5	5	2	5	5	
549	3.5	1	2	5	7	7	2	7	5	
550	6.2	4	3	4	6	6	1	6	4	C014
551	31.7	8	1	5	9	9	3	7	5	C019
552	2.9	2	2	3	4	4	1	6	4	C008
553	5.5	3	3	4	6	6	1	5	4	C009
554	3.6	3	1	4	5	5	2	5	3	C079
555	5.5	4	3	4	4	4	1	4	2	C010
556	1.2	1	2	2	3	3	1	3	1	
557	2.2	2	3	3	3	3	1	3	1	
558	8.9	5	3	4	8	8	2	7	5	C013
559	15.4	6	2	5	9	9	1	8	6	C017
560	1.7	1	3	1	1	1	1	2	0	C179
561	6.2	1	1	3	3	3	2	3	2	C019
562	2.7	2	5	3	4	4	1	4	2	C242
563	7.2	3	1	5	7	7	2	6	4	C021
564	4.0	4	2	4	7	7	1	5	3	C020
566	10.4	5	3	5	6	6	2	6	4	C035
567	1.0	1	1	5	4	4	1	5	4	
568	2.9	3	1	4	5	5	2	7	5	C038
569	2.4	1	3	5	6	6	1	6	5	
570	8.5	3	2	3	3	3	1	4	3	
571	6.9	1	3	4	5	5	1	6	4	C020
572	3.4	1	3	3	4	4	1	5	3	C022
573	2.8	3	3	3	3	3	1	4	3	C021
574	1.4		3	4	4	4	1	5	4	
575	13.1	2	2	5	6	6	1	6	4	C030

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
576	3.2	1	3	3	3	3	1	4	3	
577	5.8	1	3	5	6	6	1	5	5	D035
578	2.5	2	3	2	1	1	1	3	1	D034
579	5.8	3	3	5	6	6	1	6	5	
580	2.3	1	3	4	3	3	1	5	4	
581	1.4	2	3	4	4	4	1	3	4	
582	3.5		2	4	3	3	1	4	3	無法辨識
583	0.4		3	6	2	2	1	8	7	
584	4.3		3	4	6	6	1	6	5	D042
585	3.5	1	3	4	4	4	1	6	4	D041
586	3.3	2	3	5	7	7	1	6	5	D040
587	2.5	2	3	5	5	5	1	5	4	D039
588	2.6	1	3	4	4	4	1	5	4	D038
589	8.7	2	3	5	8	8	1	6	5	C186
590	5.2		3	5	7	7	1	6	5	C183
591	4.0	1	3	5	6	6	1	6	6	D037
592	9.0	3	3	5	7	7	1	6	5	D036
593	2.0		3	5	6	6	1	7	6	
594	7.0	5	1	4	5	5	2	5	3	
595	16.8	8	1	5	9	9	2	7	6	
596	22.5	8	1	5	9	9	5	7	5	
597	20.4	9	2	4	7	7	2	6	4	
598	6.8	5	2	4	7	7	1	6	4	
599	12.2	8	3	5	9	9	2	7	5	C060
600	7.8	2	3	5	9	9	1	7	6	
601	0.6	2	3	5	6	6	1	7	5	
602	3.0	1	3	4	5	5	1	6	4	
603	1.2		3	2	2	2	1	3	1	
604	3.6	2	2	3	4	4	1	6	4	
605	1.3	1	1	3	2	2	1	4	3	
606	5.5	2	3	5	6	6	1	6	5	
607	0.8		3	3	3	3	1	4	4	
608	4.0	1	3	5	7	7	1	7	5	
609	4.6		3	4	6	6	1	6	5	
610	1.5		3	4	5	5	5	6	5	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
611	0.9		3	5	3	3	1	7	6	
612			0	0	0	0	0	0	0	C075
613	11.4		2	5	7	7	1	6	5	C065
614	12.0		2	5	8	8	1	6	5	C066
615	10.1		2	5	6	6	1	7	5	無法辨識
616	15.4	4	2	5	7	7	1	6	5	B025
617	12.0	3	2	5	8	8	1	7	6	B026
618	2.5	1	3	4	4	4	1	5	3	
619	23.0	6	2	5	10	10	1	7	6	B041
620	12.0		1	5	6	6	1	5	4	B042
621	9.5	2	2	5	7	7	1	6	6	B043
622	6.0	1	1	3	2	2	1	3	2	B029
623	15.0	3	2	5	6	6	1	5	3	B039
624			0	0	0	0	0	0	0	B040
625	15.0	5	2	5	8	8	1	6	5	B044
626	2.1	3	1	6	3	3	2	3	2	
627	21.5	4	2	5	8	8	1	6	5	B038
628	8.1	6	3	4	8	8	1	7	5	
630	3.7	2	3	5	7	7	1	6	5	C001
631	12.9	7	1	4	6	6	1	5	3	C003
632	9.9	4	3	4	6	6	2	5	3	
633	15.7	7	3	5	7	7	5	7	5	B101
634	6.3	3	1	4	6	6	2	6	5	
635	1.5	1	3	4	6	6	1	5	3	
636	1.5	1	1	5	3	3	3	5	4	
637	0.6		1	3	2	2	1	4	3	
638	1.9	2	3	4	4	4	2	5	3	
639	2.5	2	3	4	6	6	1	6	5	
640	5.9	2	3	5	6	6	2	6	5	B169
641	1.2	1	3	5	4	4	1	6	4	
642	0.8	1	3	5	4	4	1	6	5	
643	2.0	1	3	4	6	6	2	5	3	
644	2.0	2	2	4	4	4	2	4	2	
645	1.5	1	2	4	5	5	2	5	3	
646	1.0	1	1	4	4	4	1	4	3	

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
647	1.0	1	3	4	5	5	2	5	4	
648	2.1	2	1	4	5	5	3	5	3	
649			1	5	2	2	2	7	5	B135
650	15.0	5	3	5	7	7	5	7	5	B134
651	19.6	8	2	5	8	8	2	7	5	
652	15.3	7	1	4	7	7	2	5	3	C061
653	21.1	8	1	4	7	7	1	6	4	C063
654	12.2	6	3	4	7	7	1	6	4	C064
655	15.0	6	3	5	7	7	1	7	5	C024
656	9.5	5	3	5	6	6	1	6	5	B023
657	4.7	3	1	4	5	5	1	6	5	B027
658	3.8	2	3	4	5	5	1	5	3	B028
659	3.6	2	3	3	4	4	2	5	3	
660	7.7	4	3	5	8	8	2	7	5	
661	7.0	4	2	3	5	5	1	6	4	
662	3.8	3	1	3	4	4	1	6	4	
663	11.5	7	3	5	6	6	2	7	5	
664	15.0	8	3	4	7	7	2	6	4	
665	13.0	1	3	4	5	5	1	5	5	B032
666	1.9	2	3	4	4	4	1	5	3	
667	6.0	3	2	4	6	6	1	7	5	C002
668	15.0	7	2	5	8	8	1	7	6	A041
669	15.0	5	2	5	9	9	1	7	6	B033
670	8.3	4	2	4	5	5	1	5	4	B034
671	16.1	7	2	5	8	8	1	7	5	B036
672	17.0	5	3	6	10	10	1	8	6	B035
673	13.0	3	2	5	8	8	1	8	6	B045
674	11.8	4	2	5	8	8	1	7	6	B046
675	14.5	6	2	5	6	6	1	6	5	B047
676	20.4	7	3	5	8	8	1	7	6	B048
677	11.5	3	2	5	9	9	1	7	6	C067
678	9.5	6	3	4	6	6	2	6	4	C068
679	13.0	6	3	5	8	8	1	7	6	C071
680	7.5	5	3	5	6	6	2	7	5	A009
681	2.6	2	1	4	2	2	2	4	3	A010

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
682	2.9	2	3	3	2	2	1	4	3	A021
683	7.4	4	1	4	5	5	2	4	2	A006
684	13.1	8	1	4	6	6	2	6	4	A005
685	2.0	2	3	3	2	2	1	3	1	A008
686	3.7	2	3	4	4	4	1	6	5	A007
687	7.0	3	3	3	3	3	3	4	3	
688	4.0	3	3	3	4	4	2	4	2	C124
689	3.4	2	1	4	5	5	2	5	4	
690	3.3	2	3	4	4	4	1	6	4	C156
691	4.6	3	1	4	5	5	1	6	4	C125
692	1.5	1	1	4	3	3	2	5	3	C137
693	2.0	1	1	4	5	6	2	6	5	
694	3.3	2	3	4	5	5	2	7	5	B129
695	7.8	5	3	2	2	2	2	3	2	B128
696	2.4	2	3	3	2	2	2	3	2	C122
697	3.9	2	3	5	6	6	2	7	5	C120
698	3.4	2	3	4	5	5	2	5	4	C163
699	2.9	2	1	1	1	1	1	2	0	C175
700	15.6	6	2	4	6	6	3	6	5	A043
701	7.0	4	1	3	4	4	2	4	3	A045
702	8.4	4	1	4	4	4	2	5	4	A044
703	18.8	5	1	4	4	4	3	6	5	A046
704	7.9	4	1	4	5	5	2	5	4	A047
705	3.4	2	1	3	2	2	3	3	1	A048
706	10.3	5	1	5	7	7	2	7	5	A049
707	4.3	2	3	4	5	5	2	5	4	
708		7	3	5	5	5	3	6	4	
709	12.4	6	3	5	6	6	1	7	5	C033
710	12.9	8	2	5	5	5	3	7	5	C031
711	3.6	2	2	4	4	4	2	5	3	C034
712	12.9	8	3	4	6	6	2	6	4	C037
713	13.3	6	0	5	5	5	3	7	5	C005
714	7.6	2	1	4	6	6	1	6	4	C006
715	10.4	4	1	4	6	6	3	6	5	C004
716	11.0	8	1	4	6	6	2	6	5	C007

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
717	15.5	5	1	4	6	6	3	5	3	A030
718	10.5	8	1	4	5	5	2	6	5	A015
719	7.7	3	2	5	6	6	1	6	5	A014
720	2.1	2	3	4	4	4	1	5	4	A020
721	6.2	3	3	5	4	4	1	5	4	A012
722	10.1	3	3	4	5	5	1	6	5	A013
723	5.4	4	3	5	5	5	1	6	5	
724	3.6	2	3	3	3	3	2	4	2	
725	2.4	1	3	3	2	2	3	3	2	B052
726	5.1	3	3	3	3	3	3	4	3	B053
727	5.3	3	3	4	4	4	2	5	4	B054
728	7.1	5	1	4	3	3	2	5	3	B057
729	4.0	2	3	2	2	2	2	3	1	B056
730	2.8	2	3	4	3	3	2	3	2	C200
731	10.9	5	3	4	5	5	2	5	3	B181
732	9.1	4	3	5	6	6	2	6	5	B180
733	3.5	2	2	4	5	5	2	6	5	
734	4.0	2	1	3	5	5	2	4	3	B179
735	2.7	1	3	4	5	5	2	5	3	
736	18.2	9	3	4	5	5	3	5	4	C107
737	13.0	3	2	4	7	7	2	6	5	
738	6.5	3	3	5	7	7	2	7	6	C164
739	4.1	2	3	3	2	2	2	3	2	
740	6.0	3	3	5	8	8	2	7	6	B127
741	4.3	3	3	5	5	5	1	5	4	
742	14.6	4	2	5	8	8	1	7	5	B075
743	8.0	4	1	4	5	5	1	5	4	B074
744	16.2	7	3	5	8	8	3	7	6	B156
745	2.5	2	2	5	5	5	1	7	6	B157
746	5.0	3	2	5	6	6	1	7	5	B140
747	4.5	2	2	5	6	6	1	6	4	B139
748	10.0	2	3	5	6	6	1	7	5	B189
749	8.7	3	3	5	6	6	1	6	5	B150
750	5.8	3	3	5	3	3	1	4	4	B188
751	6.5	2	3	5	8	8	2	7	6	C227

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
752	11.5	4	3	3	4	4	1	5	3	C172
753	4.4	2	2	5	6	6	1	7	6	C170
754	11.8	5	2	5	7	7	2	7	5	C182
755	2.8	2	3	5	5	5	3	6	5	C188
756	13.0	6	3	5	8	8	1	7	6	C189
757	3.3	2	3	4	4	4	2	5	4	C195
758	6.1	4	3	4	6	6	1	6	6	
759	12.0	5	3	5	4	4	1	5	5	B176
760	12.0	4	2	5	6	6	1	6	5	B177
761	1.3	2	2	5	3	3	1	5	5	B178
762	6.2	3	2	5	6	6	1	7	5	B183
763	7.5	2	3	4	5	5	2	5	4	C196
764	5.0	2	3	5	7	7	3	7	6	C167
765	5.4	2	3	4	2	2	1	3	3	
766	5.4	2	2	5	5	5	1	6	5	C169
767	11.0	3	3	5	7	7	1	7	5	C174
768	7.2	3	3	3	3	3	1	4	2	
769	8.6	3	3	5	6	6	1	7	6	C170
770	4.1	2	3	5	6	6	1	7	6	C165
771	2.1	2	3	6	5	5	1	8	6	C140
772	5.0	2	3	5	6	6	1	7	6	C141
773	3.2	2	3	4	7	7	1	7	6	B055
774	3.0	2	1	4	2	2	1	4	3	C197
775	2.8	2	3	5	3	3	1	4	4	C198
776	3.1	2	3	5	4	4	1	7	6	C199
777	6.6	4	3	5	6	6	1	7	5	
778	5.0	3	2	4	4	4	1	5	5	B185
779	19.0	5	3	5	6	6	3	6	6	B184
780	6.5	5	2	5	8	8	1	7	6	B186
781	4.1	2	2	5	3	3	1	4	4	B187
782	3.0	3	3	4	5	5	2	5	4	C154
783	11.7	2	2	3	5	5	2	4	3	C119
784	1.5	1	3	3	3	3	1	3	2	C118
785	6.0	3	3	4	5	5	1	6	5	C116
786	2.4	2	3	4	5	5	1	5	3	C117

編號	DBH (cm)	樹高 (m)	根部狀態	冠層狀態評估	樹冠密度	樹冠透視度	樹冠重疊情形	活冠層比例	樹冠稍枯	備註
787	4.0	2	3	4	6	6	1	6	4	
788	21.0	10	1	4	6	6	2	6	4	
789	2.0	2	2	5	4	4	1	5	5	
790	5.4	4	3	5	7	7	1	7	5	B149
791	10.6	4	3	5	7	7	2	6	5	B148
792	11.4	4	3	5	8	8	3	7	5	B146
793	11.5	4	3	5	8	8	5	7	6	B147
794	14.5	6	2	5	9	9	2	7	6	B145
795	15.0	5	3	5	10	10	2	8	6	B144
796	9.0	5	3	5	3	3	2	3	2	B143
797	5.4	3	3	4	6	6	2	6	4	
798	7.0	3	3	5	7	7	3	6	5	B141
799	3.2	2	3	5	7	7	1	7	6	
800	5.2	2	2	5	6	6	3	7	6	
801	2.0		3	6	6	6	1	7	5	

附錄二、茶茶牙頓山植物名錄與照片

一、各樣區樹種 IVI 值

樣區 1

樹種	株數	相對密度(%)	胸高斷面積(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	相對優勢度(%)	IVI 值(%)	八分音級
小西氏楠	1	2.08	19.63	0.10	2.08	4
山龍眼	2	4.17	47.89	0.24	4.17	5
台灣穗花杉	5	10.42	401.14	2.01	10.43	6
江某	10	20.83	8410.69	42.22	21.04	7
西施花	1	2.08	834.65	4.19	2.10	4
波緣葉櫟	1	2.08	226.87	1.14	2.09	4
紅果控木	5	10.42	1601.99	8.04	10.46	6
狗骨仔	1	2.08	78.5	0.39	2.08	4
長果木薑子	5	10.42	1423.99	7.15	10.46	6
南仁鐵色	5	10.42	395.84	1.99	10.43	6
厚殼桂	1	2.08	1762.33	8.85	2.12	4
異葉木犀	2	4.17	490.63	2.46	4.18	5
菱葉衛矛	2	4.17	182.12	0.91	4.17	5
綠樟	3	6.25	1548.81	7.78	6.29	5
樹杞	2	4.17	436.66	2.19	4.18	5
薯豆	2	4.17	2058.47	10.33	4.22	5

樣區 2

樹種	株數	相對密度(%)	胸高斷面積(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	相對優勢度(%)	IVI 值(%)	八分音級
小西氏 楠	1	2.08	176.63	0.75	2.08	4
台灣穗 花杉	2	4.17	189.97	0.81	4.17	5
江某	7	14.58	3410.83	14.51	14.65	6
長果木 薑子	6	12.50	1066.23	4.54	12.52	6
厚殼桂	1	2.08	961.63	4.09	2.10	4
菱葉衛 矛	2	4.17	115	0.49	4.17	5
三葉山 香圓	4	8.33	784.22	3.34	8.35	6
大葉木 犀	1	2.08	312	1.33	2.09	4
小芽新 木薑子	1	2.08	706.5	3.01	2.10	4
小花鼠 刺	3	6.25	1697.17	7.22	6.29	5
冇樟	1	2.08	200.96	0.85	2.08	4
玉山灰 木	1	2.08	56.72	0.24	2.08	4
長尾尖 葉楮	3	6.25	7990.71	33.99	6.42	5
紅花八 角	3	6.25	481.99	2.05	6.26	5
紅楠	5	10.42	2853.67	12.14	10.48	6
狹瓣八 仙	1	2.08	113.04	0.48	2.08	4
猴歡喜	3	6.25	840.15	3.57	6.27	5
著生珊 瑚樹	1	2.08	103.82	0.44	2.08	4
糊檣	1	2.08	63.59	0.27	2.08	4
錐果櫟	1	2.08	1384.74	5.89	2.11	4

樣區 3

樹種	株數	相對密度(%)	胸高斷面積(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	相對優勢度(%)	IVI (%)	值八分音級
台灣穗花杉	2	3.57	149.35	0.59	3.57	4
江某	8	14.29	2189.37	8.66	14.33	6
長果木薑子	4	7.14	1336.86	5.29	7.17	5
厚殼桂	5	8.93	1376.11	5.45	8.96	6
三葉山香圓	1	1.79	593.66	2.35	1.80	3
大葉木犀	1	1.79	572.27	2.26	1.80	3
小花鼠刺	1	1.79	94.99	0.38	1.79	3
紅楠	3	5.36	2513.77	9.95	5.41	5
薯豆	1	1.79	1451.47	5.74	1.82	3
錐果櫟	1	1.79	113.04	0.45	1.79	3
狗骨仔	3	5.36	346.19	1.37	5.37	5
南仁鐵色	5	8.93	792.07	3.13	8.95	6
大武新木薑子	1	1.79	364.24	1.44	1.80	3
山肉桂	1	1.79	314	1.24	1.80	3
杜英	2	3.57	5867.09	23.22	3.69	4
柳葉石櫟	1	1.79	2617.19	10.36	1.84	3
珊瑚樹	1	1.79	122.66	0.49	1.79	3
倒卵葉山龍眼	5	8.93	1107.44	4.38	8.95	6
細枝柃木	4	7.14	404.28	1.60	7.15	5
港口木荷	1	1.79	1017.36	4.03	1.81	3
黃杞	1	1.79	113.04	0.45	1.79	3
福建賽衛矛	2	3.57	251.2	0.99	3.57	4
墨點櫻桃	1	1.79	240.41	0.95	1.79	3
瓊楠	1	1.79	1319.59	5.22	1.82	3

樣區 4

樹種	株數	相對密度(%)	胸高斷面積(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	相對優勢度(%)	IVI (%)	音分八級
台灣穗花杉	1	1.10	38.47	0.11	1.10	3
江某	4	4.40	797.56	2.32	4.41	5
長果木薑子	6	6.59	5367.83	15.61	6.67	5
長尾柯	14	15.38	8205.605	23.87	15.50	6
細脈赤楠	4	4.40	2661.15	7.74	4.43	5
紅花八角	5	5.49	1471.875	4.28	5.52	5
小花鼠刺	2	2.20	286.525	0.83	2.20	4
紅楠	1	1.10	452.16	1.32	1.11	3
香楠	1	1.10	33.17	0.10	1.10	3
假長葉楠	15	16.48	5025.57	14.62	16.56	7
港口木荷	2	2.20	1398.085	4.07	2.22	4
雲葉	4	4.40	359.53	1.05	4.40	5
銳脈木薑子	7	7.69	2359.71	6.86	7.73	5
杏葉石櫟	2	2.20	264.545	0.77	2.20	4
倒卵葉山龍眼	4	4.40	269.255	0.78	4.40	5
樹杞	3	3.30	537.92125	1.56	3.30	4
樹參	4	4.40	886.46125	2.58	4.41	5
墨點櫻桃	12	13.19	3962.09125	11.53	13.24	6

樣區 5

樹種	株數	相對密度(%)	胸高斷面積(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	相對優勢度(%)	IVI (%)	值八分音級
台灣穗花杉	1	0.85	78.5	0.43	0.86	2
江某	4	3.42	230.005	1.25	3.43	4
小梗木薑子	6	5.13	407.415	2.22	5.14	5
長尾柯	10	8.55	3357.445	18.26	8.64	6
小芽新木薑子	4	3.42	560.49	3.05	3.43	4
小葉樟	1	0.85	38.47	0.21	0.86	2
小花鼠刺	5	4.27	231.575	1.26	4.28	5
山羊耳	2	1.71	128.74	0.70	1.71	3
山香圓	1	0.85	28.26	0.15	0.86	2
假長葉楠	13	11.11	2559.1	13.92	11.18	6
黃杞	5	4.27	262.19	1.43	4.28	5
台灣石楠	1	0.85	50.24	0.27	0.86	2
銳脈木薑子	3	2.56	202.53	1.10	2.57	3
柳葉石櫟	10	8.55	2710.605	14.74	8.62	6
錐果櫟	9	7.69	683.735	3.72	7.71	5
石苓舅	1	0.85	38.47	0.21	0.86	2
銳葉柃木	1	0.85	33.17	0.18	0.86	2
墨點櫻桃	13	11.11	996.165	5.42	11.14	6
赤皮	3	2.56	416.05	2.26	2.58	3
七里香	1	0.85	615.44	3.35	0.87	2
小西氏楠	5	4.27	244.33125	1.33	4.28	5
紅楠	10	11.11	2779.685	15.12	11.19	6
雲葉	1	0.85	660.185	3.59	0.87	2
樹杞	1	0.85	50.24	0.27	0.86	2
樹青	1	0.85	132.665	0.72	0.86	2
樹參	1	0.85	38.465	0.21	0.86	2

樹種	株數	相對密度(%)	胸高斷面積(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	相對優勢度(%)	IVI (%)	音分八值級
鐵冬青	1	0.85	854.865	4.65	0.88	2

## 二、植物名錄

- 1 AQUIFOLIACEAE 冬青科
  - 1 *Ilex formosana* Maxim. 糊櫨
  - 2 *Ilex rotunda* Thunb. 鐵冬青
- 2 ARALIACEAE 五加科
  - 3 *Dendropanax dentigerus* 樹參
  - 4 *Schefflera octophylla* (Lour.) Harms 江棗
- 3 CAPRIFOLIACEAE 忍冬科
  - 5 *Viburnum aboricolum* Hayata 著生珊瑚樹
  - 6 *Viburnum odoratissimum* Ker 珊瑚樹
- 4 CELASTRACEAE 衛矛科
  - 7 *Euonymus tashiroi* Maxim. 菱葉衛矛
  - 8 *Microtropis fokienensis* Dunn 福建賽衛矛
- 5 ELAEOCARPACEAE 杜英科
  - 9 *Elaeocarpus japonicus* Siebold & Zucc. 薯豆
  - 10 *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir. 杜英
  - 11 *Sloanea formosana* Li 猴歡喜
- 6 ERICACEAE 杜鵑花科
  - 12 *Rhododendron leptosanctum* Hayata in Matsum., Icon. Pl. Koisikav. 西施花
- 7 EUPHORBIACEAE 大戟科
  - 13 *Drypetes karapinensis* (Hayata) Pax 南仁鐵色
- 8 FAGACEAE 殼斗科
  - 14 *Castanopsis cuspidata* (Thunb.) Schottky var. *carlesii* (Hemsl.) Yamaz. 長尾尖葉櫟
  - 15 *Cyclobalanopsis gilva* (Blume) Oerst. 赤皮
  - 16 *Cyclobalanopsis longinux* (Hayata) Schottky 錐果櫟
  - 17 *Cyclobalanopsis repandaefolia* (Liao) Liao 波葉櫟
  - 18 *Lithocarpus amygdalifolius* (Skan ex Forbes & Hemsl.) Hayata 杏葉石櫟
  - 19 *Pasania dodonaeifolia* Hayata 柳葉石櫟
- 9 ILLICIACEAE 八角科
  - 20 *Illicium arborescens* Hayata 台灣八角(紅花八角)
- 10 JUGLANDACEAE 胡桃科
  - 21 *Engelhardia roxburghiana* Wall. 黃杞
- 11 LAURACEAE 樟科
  - 22 *Beilschmiedia erythrophloia* Hayata 瓊楠

- 23 *Cinnamomum brevipedunculatum* C. E. Chang 小葉樟  
 24 *Cinnamomum micranthum* (Hayata) Hayata 冇樟  
 25 *Cinnamomum insulari-montanum* Hayata 台灣肉桂(山肉桂)
- 26 *Cryptocarya chinensis* 厚殼桂  
 27 *Litsea acutivena* Hayata 銳脈木薑子  
 28 *Litsea hypophaea* Hayata 小梗木薑子  
 29 *Litsea nakaii* Hayata 長果木薑子  
 30 *Machilus japonica* Siebold & Zucc. 假長葉楠  
 31 *Machilus konishii* Hayata 小西氏楠  
 32 *Machilus thunbergii* Siebold & Zucc. 紅楠  
 33 *Machilus zuihoensis* Hayata 香楠  
 34 *Meliosma squamulata* Hance 綠樟  
 35 *Neolitsea daibuensis* Kamik. 大武山新木薑子  
 36 *Neolitsea parvigemma* (Hayata) Kaneh. & Sasaki 小芽新木薑子
- 12 MELIACEAE 棟科  
 37 *Dysoxylum hongkongense* (Tutcher) Merr. 紅果柃木
- 13 MYRSINACEAE 紫金牛科  
 38 *Ardisia sieboldii* Miq. 樹杞
- 14 MYRTACEAE 桃金娘科  
 39 *Syzygium euphlebium* (Hayata) Mori 細脈赤楠
- 15 OLEACEAE 木犀科  
 40 *Osmanthus heterophyllus* (G. Don) P. S. Green 異葉木犀  
 41 *Osmanthus matsumuranus* Hayata 大葉木犀
- 16 PROTEACEAE 山龍眼科  
 42 *Helicia formosana* Hemsl. 山龍眼  
 43 *Helicia rengetiensis* Masam. 倒卵葉山龍眼
- 17 ROSACEAE 薔薇科  
 44 *Photinia lucida* (Decaisne) Schneider. 台灣石楠  
 45 *Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim. 墨點櫻桃
- 18 RUBIACEAE 茜草科  
 46 *Glycosmis citrifolia* (Willd.) Lindl. 石苓舅  
 47 *Murraya paniculata* (L.) Jack. 七里香  
 48 *Tricalysia dubia* (Lindl.) Ohwi 狗骨仔
- 19 SABIACEAE 清風藤科  
 49 *Meliosma squamulata* Hance 綠樟
- 20 SAXIFRAGACEAE 虎耳草科  
 50 *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏

- 51 *Hydrangea angustipetala* Hayata 狹瓣八仙花  
 52 *Itea parviflora* Hemsl. 小花鼠刺
- 21 SAPOTACEAE 山欖科  
 53 *Planchonella obovata* (R. Br.) Pierre 樹青
- 22 STAPHYLEACEAE 省沽油科  
 54 *Turpinia formosana* Nakai 山香圓  
 55 *Turpinia ternata* Nakai 三葉山香圓
- 23 SYMPLOCACEAE 灰木科  
 56 *Symplocos anomala* Brand 玉山灰木  
 57 *Symplocos glauca* (Thunb.) Koidz. 山羊耳
- 24 THEACEAE 山茶科  
 58 *Eurya acuminata* DC. 銳葉柃木  
 59 *Eurya loquaiana* Dunn 細枝柃木  
 60 *Schima superba* Gard. & Champ. var. *kankaoensis* (Hayata)  
 H. Keng 港口木荷
- 25 TROCHODENDRACEAE  
 61 *Trochodendron aralioides* Sieb. & Zucc. 雲葉樹

### 三、植物照片



直徑級高之台灣穗花杉



直徑級高之台灣穗花杉



直徑級高之台灣穗花杉



直徑級高之台灣穗花杉



多株小苗情形



多株小苗情形



不健康



不健康



受到壓迫



受到壓迫



被壓苗



受到壓迫



實生苗



實生苗



多株萌蘖



直徑級高之台灣穗花杉



直徑級高之台灣穗花杉



直徑級高之台灣穗花杉



健康等級四



健康等級五



受到壓迫



被壓木



樹冠梢枯高



等級三-產生劣化



樹冠重疊多



活冠層比低



活冠層比高



樹冠透視度密



陡坡環境



陡坡環境



夾縫中求生存的台灣穗花杉



早期鋁牌



樣區一



樣區二



樣區三



樣區四



樣區五



拍攝者：陳建帆

稜葉衛矛



拍攝者：陳建帆

小西氏楠



拍攝者：陳建帆

山龍眼



拍攝者：陳建帆

長果木薑子



拍攝者：陳建帆

著生珊瑚樹



拍攝者：陳建帆

杜英



拍攝者：陳建帆

大葉楠



拍攝者：陳建帆

南仁鐵色



拍攝者：陳建帆

紅花八角



柳葉石櫟



大葉溲疏



錐果櫟



福建賽衛矛



紅果控木



錐果櫟