

# 坪林台灣油杉自然保留區植群監測

A vegetation monitory of Ping-Lin Taiwan keteleeria

Nature reserver

主辦機關：行政院農業委員會林務局羅東林區管理處。

執行機關：國立宜蘭技術學院森林系

中華民國九十年三月

# 坪林台灣油杉自然保留區植群監測

A vegetation monitory of Ping-Lin Taiwan keteleeria  
Nature reserver

計劃主持人：陳子英、王兆桓

協調整體計劃、野外調查、室內分析及報告撰寫

協同研究人員：張錫鈞、許秀英

野外調查、室內資料處理、繪圖處理

研究助理：邱柏瑩、魏英傑、鐘淑貞

部份文稿撰寫、室內分析及室內資料處理

協同研究學生：吳欣玲、劉啟斌、許峻彰、廖俊凱

野外調查、協助室內分析、名錄製作

## 目 錄

摘要	
一、前言.....	1
二、前人研究.....	2
(一)台灣油杉之分佈與形態.....	2
(二)植群之調查.....	5
(三)林木健康指數.....	7
三、坪林油杉自然保留區之環境概述.....	9
四、調查項目.....	12
(一)植物相調查、名錄建立及稀有植物.....	12
(二)植群永久樣區之設置.....	12
(三)臺灣油杉冠層健康狀況及成熟木之健康情形之調查.....	21
(四)野外幼苗天然下種之監測與幼苗樣區之設置.....	30
(五)台灣油杉族群物候的調查.....	31
五、調查結果.....	32
(一)維管束植物調查結果及區內稀有植物.....	32
(二)植群分析結果.....	35
(1)植群分型.....	35
(2)多樣性分析結果.....	44
(三)成熟木健康程度之調查.....	46
(四)幼苗之狀態.....	52
(五)植物物候觀察結果.....	54
六、結論及建議.....	55
(一)永久樣區與成熟木之調查.....	55
(二)林木健康指數之探討.....	56
(三)物候調查之探討.....	57
(四)未來監測之建議.....	58
七、誌謝.....	60
八、參考文獻.....	62
九、附錄.....	72
附錄一、油杉永久樣區調查表	
附錄二、草本植群調查表	
附錄三、油杉健康指數調查表	
附錄四、油杉健康指數調查簡表	
附錄五、油杉苗木調查表格	
附錄六、小苗位置圖	
附錄七、油杉物候調查表	
附錄八、物候調查簡表	
附錄九、植物名錄	
十、照片	

## 圖 目 錄

圖一、台灣油杉外部形態圖（參考自金平亮三 1936）

圖二、坪林台灣油杉自然保留區位置圖

圖三、坪林油杉自然保留區之台灣油杉成熟木位置圖

圖四、坪林台灣油杉自然保留區永久樣區及樹種在 RA 第一軸及第二軸之分布圖

圖五、坪林台灣油杉自然保留區永久樣區及樹種在 RA 第一軸及第三軸之分布圖

## 表 目 錄

表一、八分級制數據轉化表

表二、坪林油杉自然保留區維管束植物調查結果

表三、坪林台灣油杉永久樣區雙向列表比較法

表四、坪林台灣油杉永久樣區之植群  $\beta$  歧異度一覽表

表五、台灣油杉人工林健康指標關係表

表六、台灣油杉天然林健康指標關係表

表七、台灣油杉天然林及人工林健康指標關係表

表八、健康指數分級之株數與樹號表

表九、台灣油杉小苗樣區之株數與高度一覽表

表十、生態組織層次的監測問題與方法

表十一、坪林台灣油杉自然保留區監測項目及時間一覽表

## 摘要：

坪林台灣油杉自然保留區位於台北縣坪林附近，面積 34.6 公頃，經設置五個永久樣區進行植群之監測，並將 5 個永久樣區以雙向列表比較法及交互平均法分析，配合過去植群之調查文獻進行比較，大致可分成單刺苦櫟型，其下又分成有林下栽植造林的裏白蔥木—單刺苦櫟亞型及半自然林的大明橋—單刺苦櫟亞型；經由  $\alpha$  及  $\beta$  歧異度分析，裏白蔥木—單刺苦櫟亞型之  $\alpha$  歧異度指數比大明橋—單刺苦櫟亞型高，而  $\beta$  歧異度的相似性指數則明顯較低，轉換率指數( $\beta_T$ )則較高。此不同之多樣性指數未來可做為日後林下栽植樣區回復之參考資料。

經由健康指數分析之結果顯示，包括天然林及人工林二區之台灣油杉共 186 株，可分為四級：1. 死亡級—5 株，2. 危險級—2 株，3. 潛在危險級—5 株，4. 健康級—165 株。由於台灣油杉屬於冠層突出樹，易受雷擊或風害，建議針對危險級及潛在危險級之台灣油杉老熟木，應先進行防範措施，以維護林木之持續生長。此外，在健康級之林木，仍須繼續進行監測，以便了解老熟木之健康狀態是否產生變化，並達到維護台灣油杉成熟木的目的。

物候的觀測，經由調查及過去文獻顯示，台灣油杉在一年中的抽芽生長期有二次，第一生長期於四月上旬至六月下旬，第二生長期為七月上旬至十月下旬為止，在開花週期上，台灣油杉之開花期於三～四月，種子成熟時期為十～十一月，結果時期若遇到颱風吹襲，易造成球果未成熟即被打落的現象，因此颱風之時間與東北季風之時期為影響物候週期之重點，未來可持續進行監測。

經由台灣油杉小苗調查之結果，將八個小苗樣區相互比較，樣區可分為步道、林緣及森林內三種，發現台灣油杉小苗於步道及林緣生長分佈較多，推測台灣油杉小苗較喜生於陽光較多之處，但此點可進行植物生理之實驗加以驗證。另外調查結果顯示，台灣油杉小苗大多集中分佈於母樹四周，推測台灣油杉小苗之生長與母樹之距離亦有其重要相關性。

生物之監測可分成四種尺度，坪林台灣油杉自然保留區未來可對景觀尺度、社會尺度、族群尺度及基因尺度進行不同時間間隔之監測。

【關鍵詞】坪林台灣油杉自然保留區，台灣油杉，交互平均法，雙向列表比較法， $\alpha$  多樣性， $\beta$  多樣性，物候學，健康指數。

## summary

Five permanent plots were set up in the 34.6 ha Ping-Lin Taiwan Keteleeria Nature Reserve that is located in Ping-Lin, Taipei County. The analytical esults using Reciprocal analysis and Two-way indicator analysis method shown that the *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis* type and it's two subtypes (*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis*-*Aralia bipinnata* and *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *Sessilis-Myrsine seguinii*) exist in this area. The  $\alpha$  and  $\beta$  diversity analysis model were applied to compared the diversity between *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis*-*Aralia bipinnata* and *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis-Myrsine seguinii* subtype. The diversity analysis results indicate that the *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis*-*Aralia bipinnata* subtype has higher  $\alpha$  and  $\beta_T$  but lower  $\beta$  index value than *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis-Myrsine seguinii*.subtype The intensive and continuous monitoring is required to observe the changes of the diversity between the subtypes for plots recovery process.

Discriminate analysis model were applied to evaluate the selected old growth Taiwan Keteleeria samples and separate the selected samples into four health categories (Dead, Endangered, Potential Endangered and Normal). The healthy monitoring consequences illustrate that 6 out of 186 selected samples were sorted into the Dead category, 2 into Endangered, 6 into Potential Endangered and 165 into the Normal category. The authors recommend that the samples in Endangered and Potential Endangered categories should be protected. In addition, the healthy monitoring is necessary for those samples in the Normal category.

The phenology observation in this area had fund that there were two sprouting phase for Taiwan Keteleeria First phase been observed during April and June and second phase were during July and October. From March to April were the flowering season and fruit mature during October and November. All the phenology observation results were affected by typhoon and monsoon occurred during the phase.

Eight seedling plots were set up in three different site statuses, on the trail, on the edge and inner the forest. Observed results point out that the seedling were clumped around the old growth trees and scattered mostly above the trail and on the edge of forest. This results likely affected by the dispersal distance of the old growth tree.

This research focuses on the biological monitoring of Ping- Lin Taiwan Keteleeria Nature reserve in four different observing levels-landscape level, community level, population level and genetic level. The monitoring using different time interval should be executed in the further research.

( Key word ) Ping-Ling Keteleeria davidiana nature reserve, *Keteleeria davidiana* var. *formosana* Reciprocal analysis. Two way indicator analysis.  $\alpha$  diversity.  $\beta$  diversity. phenology. Health index

## 一、前言

自然保留區或自然保護區成立之後，保護的物種族群在保護區系統中之數量是否已逐漸增加並已脫離危險級，或狀態持續惡化，需人力進一步的干預與經營，因此對保育稀有物種的族群，在在都需要持續的監測與密切的管理，供決策單位做保護區施業計劃的釐訂與依據。

臺灣油杉(*Keteleeria davidana* var. *formosana*)為臺灣固有種，在本省呈不連續分佈於本島之南北兩端，南部族群分佈於枋寮山克拉油社附近，海拔900m及大武山之大竹溪關山林區管理處第30林班，海拔500m之向陽地帶。北部則散佈於姑婆寮溪及金瓜寮溪之分水嶺，礁溪、石牌之分水嶺及坪林沿高壓稜線上，海拔由300至600m之處。坪林臺灣油杉經行政院農業委員會於75年公告為自然保留區，面積34.6ha點範圍為文山事業區第28、29、40、41林班(臺灣省林務局文山事業區，1988)。金平亮三(1936)曾經提到臺灣油杉的原始分佈，並指出在1900年左右，有大量的伐採利用。臺灣油杉的南北兩端分佈情況，其源於第三世紀始新世，油杉發生於中國大陸，因臺灣與大陸相連，由種源中心作輻射狀分佈，故形成臺灣油杉南北分佈之勢(柳梧，1966)。

本樹種因逐漸老化，天然更新情況又差，其生育地又位於台北近郊，人為破壞之壓力大，再加上分布海拔較低，農業發展的結果使天然林遭受嚴重破壞，周圍多為茶園、農墾地、濫墾濫伐之情況常發生，管理維護不易(沈瑞琛，1997)。

台灣油杉的成熟木族群近年來有枯死之現象，同時在幼苗之補充

上有斷層出現，致使整個台灣油杉之更新及族群的持續出現問題，面對此種變化，對整個保留區植生的改變，台灣油杉成熟木健康狀況及幼苗的更新狀況都值得進一步設置永久樣區進行植群生態及族群生態之監測，以了解自然保留區內台灣油杉的更新狀況，並在未來經營管理的策略上提供修改之依據。

## 二、前人研究

### (一)、台灣油杉之分佈與形態

台灣油杉(*Keteleeria davidiana* Beissn. var. *formosana* Hay.)屬於松科油杉屬，為台灣特有變種，屬常綠大喬木，樹皮暗褐色至灰黑色，且不規則裂縫，略呈鱗片狀剝落；樹高可達40m，枝條平展且輪生。葉線形有光澤，表面中肋凸起，先端圓頓或微凹，雄花圓柱形，球果圓柱狀長橢圓形，長5~10cm，徑4~4.5cm；果鱗圓卵形，先端近於圓形，微反曲，種子連翅長20至22mm，德氏油杉產於川、陝、鄂與雲南西南部，台灣油杉為德氏油杉之變種，特產於台灣海拔300至900m處(圖一)(金平亮三，1936)，為「文化資產保存法」公告正式列入保護之珍貴稀有植物之一(王維洋，1995)。

台灣油杉為台灣固有種，在台灣分布於南北兩端，在1900年左右，有大量的伐採利用(金平亮三，1931；Li and Keng，1994)。台灣油杉的南北兩端分佈情形，其源於第三世紀始新世，油杉發生於中國大陸，因台灣與大陸相連，由種源中心作輻射狀分佈；故形成台灣油杉南北分

佈之勢（柳晉，1996）。南部族群分佈於屏東枋寮山（海拔 900m）與大武山（海拔 500m）的中央山脈南部分水嶺附近，全區面積約 5.04 公頃，海拔約 600 至 700m，屬於台東林區管理處大武油杉自然保留區大武事業區第 30 林班及大武台灣油杉自然保護區大武事業區第 41 林班，30 林班有超過 200 株以上之台灣油杉，而 41 林班約有 50 株。北部族群則分布於台北縣坪林鄉境內（圖二），沿著北宜公路及北勢溪之支流金瓜寮溪分布，全區皆為山地，整個保留區總面積約為 34.6ha，海拔由 300 至 600m，約有 200 餘株，屬於坪林油杉自然保留區文山事業區 28、29、40 及 41 林班；另外在礁溪與石牌之分水嶺的宜蘭事業區第 24、25 林班亦設有礁溪油杉自然保護區（劉思謙、唐立正，1998）。

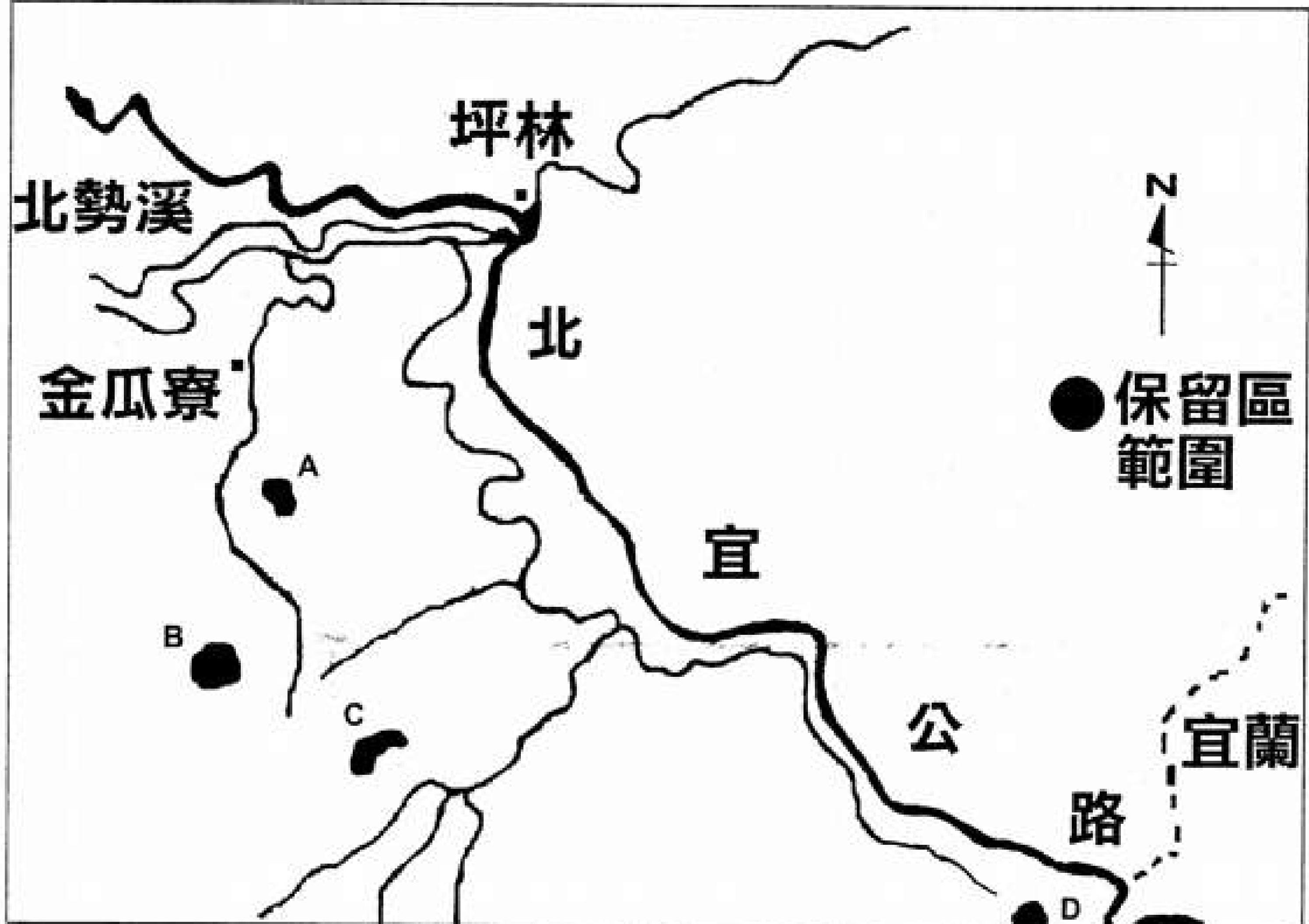
南北兩端之台灣油杉共約 400 餘株（王維洋，1995），然而台灣油杉天然林結實稀少，雖每顆球果約可產生約 100 粒種子，但能夠發芽長成幼苗的飽滿種子不到 3 粒，發芽率非常低，加上競爭力不敵其他樹種，而種子萌芽過程中又受到鳥類、氣候等外在壓力，台北近郊茶園開發快速，因此生育地日漸稀少，再加上本樹種天然更新狀況不良致使族群數量逐漸減少，並呈危險等級。

屬於台灣稀有植物的台灣油杉，由於族群很小，南北族群之間有人做過其遺傳之研究，但樣本數少，未來可結合族群生態及族群遺傳再深入研究探討（林彩雲、張淳淨，2000）。



圖一、台灣油杉外部形態圖（仿自金平亮三 1936）

- |             |          |          |
|-------------|----------|----------|
| A. 穗果著生之小枝條 | B. 葉的橫切面 | C. 苞鱗的外面 |
| D. 苞鱗的裡面    | E. 果鱗    | F. 種子    |



圖二、坪林台灣油杉自然保留區位置圖

(仿<http://ten.yam.org.tw/ntu/ntu15.htm>再加以修改)

註：A、B、C：半天然林區；D：人工林區

## (二)、植群之調查

目前美國自然保育協會(Nature Conservancy)將其國內之植群命名及取樣做一整理，結合了歐洲大陸學派與英美學派，同時將全國各區之植群依其調查之精細方式、取樣方法、標準化方式、分析方法與命名方式予以結合(Grossman et al., 1998)，其結合之方式，大致可將過去之植群依調查植群精度分成下列4類：

I. 資料可進行定量或定性之合併分析：大致上使用之調查方式與植物的分類名稱相同，並有提供植群之環境資料。此類資料必須有相同之調查方式、樣區大小相近、相似之標準化過程，同時並附有各型植群之

分表或原始矩陣表。

II. 資料可提供定性之分類與評估：即資料的野外取樣方式略可合併成定性資料一齊分析，但在植群資料中植物組成及結構的資料略嫌不足；此種資料包含不同調查方式，但可與現有之調查樣區矩陣表合併成定性之資料，一齊進行分析。

III. 資料無法做合併分析，但可供已分析好的資料去研判屬於那一類植群型：此類植群資料，通常植群型已區分好，並有簡要的描述優勢或特徵植物。

IV. 資料無法使用：如只有全區之植物名錄，無法提供吾人判斷。

以上四型，處理方式，一般在資料處理上或分析時可採取：

1、第 I 類，若調查方式及取樣方法相似，可合併一齊分析，其中：

a. 若取樣方法、取樣面積、植群資料標準化及分析方法相同，並附有原始矩陣表者，可一齊合併進行定量分析。

b. 若部份之取樣方法、取樣面積、標準化方式及分析方法略有差異，其中之原始資料不足，則以定性方式一齊合併進行分析。

2、第 II 類資料，若取樣方法、取樣面積、標準化方式及分析方法略相同；並僅有部份植群型之分表資料，可進行定性之分析，或由一群資料中抽出可用之樣區資料合併入目前已調查完整的資料中進行分析。

3、第 III 類資料，僅列出植群型，但各型中有列出主要之組成植物；無法進行分析，可由定量調查後所獲得之植群型資料庫，與先前各植群型的優勢種、特徵種或診斷種進行研判。

4、第IV類資料，僅可由當地已有植群調查經驗之專家進行資料之研判。

由以上四型來看，I、II類植群資料可供進行分類，並建立資料庫比對，而III及IV類資料則需有調查經驗之專家進行比對。

由過去自然保留區所調查之資料（林則桐、邱文良、呂勝由，1987；沈瑞琛，1995；林文龍，1995），大多以台灣油杉所存在之植物社會進行植群取樣，林則桐分成二型，但未列出植群之分表，僅有植物名錄與列出各植群型之主要優勢與特徵種；至於沈瑞琛只列出植群型、其內之主要組成植物及植物名錄，由於部份之植物似乎並不出現於本區因此增加植群研判之困難；至於林文龍僅將植群分型，並未給予名稱，其文章所列之原始矩陣表植物種類數目與進行分析之植物種類並不符合，僅可將部份資料以定性方式處理。依以上三篇報告，本區之植群調查，林文龍約可屬於第II類，而林則桐及沈瑞琛則屬於第III類資料，但由於林文龍之資料略有出入，因此本次調查只能將調查之資料分析出來後再與之進行比對，而無法將林文龍之原始資料與本次調查之樣區資料合併一齊進行分析。

### （三）、林木健康指數

以往森林經營的觀點是以林木資源的高生產、高收獲為取向，因此在對於森林資源進行調查時，都以林木資源的相關項目為主。如今在經營理念方面，強調以生態系為考量的觀點已超越以往林木生產為主的觀念，在具體施為上強調經營試驗之施行及監測體系之建立，此觀念已成

為經營計劃中檢經營成效的重要工具，美國森林健康監測( Forest Health Monitoring (FHM) )計劃是一個主要由美國林務署( USFS )與環境保護署( EPA )所共同推動的跨機構計劃。計劃目的旨在透過監測指標，來評量森林健康的狀態，變化與未來趨勢。計劃中主要分為檢核監測(Detection Monitoring)、評估監測(Evaluation Monitoring)、密集立地生態系監測(Intensive Site Ecosystem Monitoring)與監測技術研究等四大部份。美國林務署最後歸納出森林健康的定義為：「提供人類所需之餘，仍維持一定複雜性、多樣性及生產力的狀況」。在此種森林健康的定義下，森林健康計劃透過社會價值(Societal Values)、評量項目(Assessment Endpoints)與調查指標(Indicators)等三種層次的評量體系，做為整個森林健康監測體系的架構（邱祈榮、聶齊平，2000）

美國的森林健康監測計劃是設計樣本分析程序。這個 FHM 設計程序是將敏感度集中在森林健康中潛在的重要改變因子，並且是針對森林或林木在區域及空間的變化，並連續長時間的監測那些影響林木或森林健康之因子。

森林健康監測程序是在自然森林的健康下，將其潛在的影響因子如大氣層的污染、地球氣候的改變、昆蟲的變化、疾病和其他自然干擾等，這些反應都可促進森林或林木健康的改變。

在林木或森林資料收集程序的標準化上，資料必須建立樣本位置、收集和測量老樹之胸徑、冠幅、高生長、生長位置、枝葉枯死之狀態及樹木受傷之程度及死亡的記錄，並將這些資料準則化，以了解森林健康

敏感度的變化。至於林木健康程度狀態的判別(discriminate)則可利用時間變化所量測的改變，使用多變量統計之分析方法進行預測。

由於坪林台灣油杉自然保留區中之成熟木都屬於冠層的突出樹(emerge tree)，目前四塊地區皆有一定的相隔，巨樹一般可保留較長的個體遺傳基因，因此有必要對成熟木之健康程度做預測，並提供有效的監測系統。

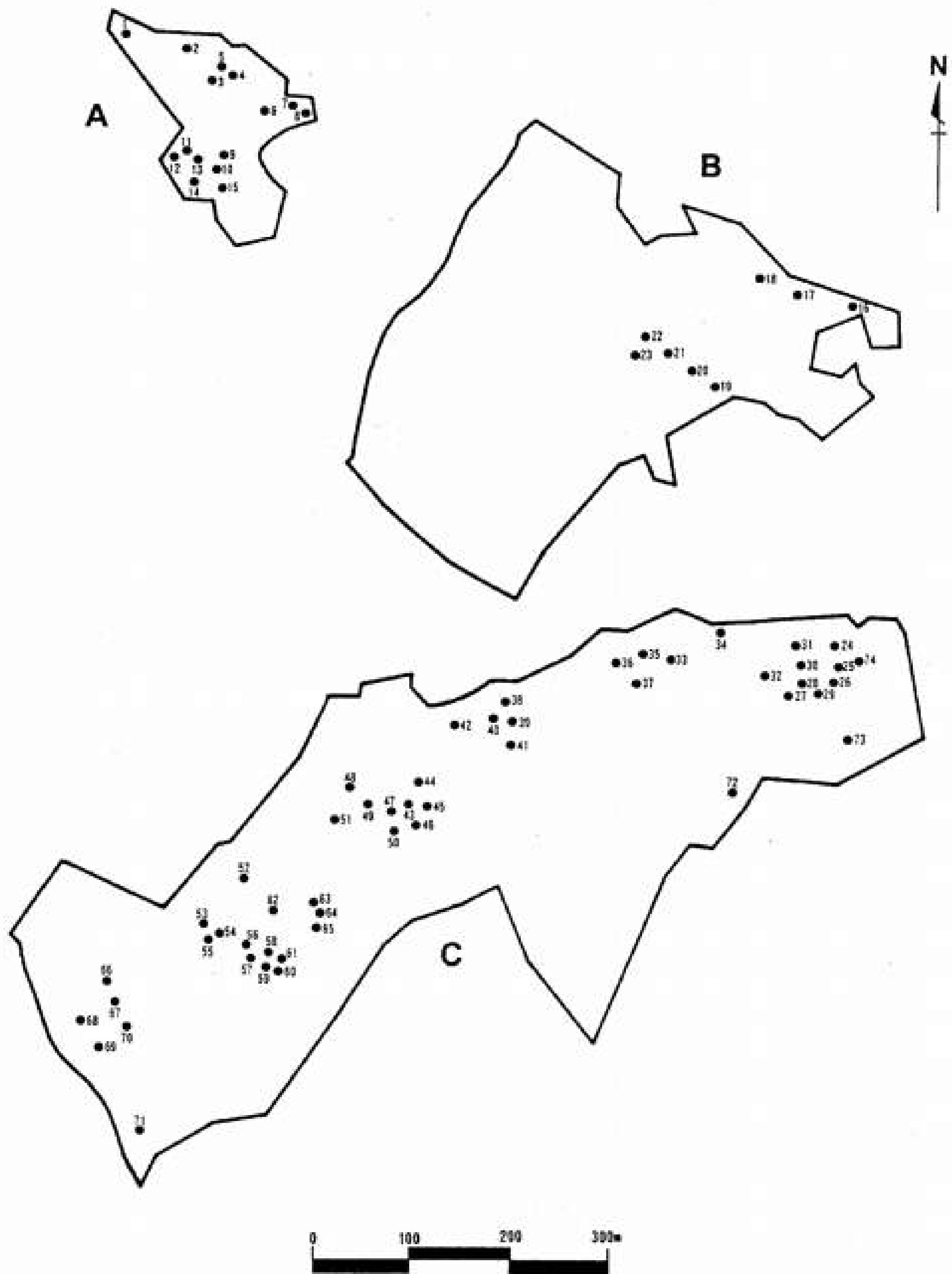
### 三、坪林油杉自然保留之環境概述

本區包括 4 個區域，三個為天然林，一個為人工林。天然林之地點分別在 28、29 林班內（圖三），其中 A 區為北宜公路轉往坪林山莊的路經天佛禪院的方向前進，至路的最終點為一戶人家及茶園，沿茶園的小路前行約 30 分鐘，即可到達 A 區；A 區內有登記編號的台灣油杉 1~15 號共 15 棵，其中 10、12、及 14 號三棵死亡，其餘均存活。B 區由北宜公路往石槽保安宮的小路，經過清雲橋後，順著方姓人家前的小路，沿溪流往上走約一個小時即可到達 B 區，B 區內僅有 16~23 號共 8 棵已登記編號的台灣油杉，但此區內分佈許多台灣油杉小苗於巡視步道上；C 區為北宜公路往宜蘭的方向，經過石槽派出所後 30m，右轉進一小路，沿路向下往溪谷，到溪邊過橋後，沿溪的左方(往溪的下游方向看為左方)，向下游走 20m，可看到一條步道，再順著步道往上走約半小時即可到達 C 區，此區內之台灣油杉最多，共 51 棵，編號從 24~74 號（其中 74 號油杉為保留區中最高，最大之油杉）。D 區人工林位於 40、41 林班，

位於北宜公路由台北往宜蘭方向，尚未到石牌前 2~3km 處，右轉小徑往下在溪對岸有一片 100 多棵的台灣油杉人工林，本區的台灣油杉為日據時代種植，胸徑與天然林之油杉胸徑差異不大，本研究之成熟木健康指數即將 A、B、C 區之半天然林與 D 區之人工林分別分析再一齊探討。

林務局於 1975 年 6 月即設置坪林地區為油杉母樹林保護區，至 1986 年 7 月文化資產保存法通過後，直接劃設為坪林臺灣油杉自然保留區，屬於林務局羅東林區管理處所轄，設於文山事業區第 28、29、40、41 林班，總面積 34.6ha，位於台北縣坪林鄉境內。保留區含四林分：第一處在文山事業區第 28 林班，面積 2.22ha，有編號之臺灣油杉母樹 15 株，零星散布於嶺線附近。第二及三處在文山事業區 28、29 林班，面積 32.4ha，有編號之臺灣油杉母樹 44 株，分布於複雜地形間，屬於半天然林。第四處在文山事業區 40、41 林班，面積 1.23ha，屬人工林，具有臺灣油杉母樹 135 株，此為 1932 年人工造林，樹齡至今 64 年(羅漢強等，1999)。

坪林台灣油杉自然保留區內，早期栽植有琉球松、柳杉和杉木，目前人工林中已被其他闊葉樹漸漸取代，因此現在所有的植被，除了早期台灣油杉的母樹外，應屬於二次演替所形成之半天然植被(林文龍，1995)。坪林台灣油杉自然保留區之植被包括柳杉人工、天然闊葉林、琉球松人工林、果園等；其中人工植被佔 94.2%，天然植被僅佔 5.8%；天然植被在稜線及坡面為鋸葉長尾栲型(單刺苦櫟型)森林，在陰濕之溪谷及坡面則為豬母乳型森林(林則桐、邱文良、呂勝由，1987)。



圖三、台灣油杉坪林地區老熟木在半天然林位置圖（28、29 林班）

#### 四、調查項目

調查上先蒐集過去有關台灣油杉的報告及目前國外林木健康指標、稀有物種監測之調查方法，並配合台灣之地況與未來可供調查之人力，整理並製作台灣油杉苗木更新調查表，林木冠層調查表、健康指數調查表、物候學調查表及植群永久樣區調查表，同時並輸入電腦格式化，以供調查資料存檔及分析之用，表格之型式如附錄（一、二、三、五、六及七）。

##### （一）、植物相調查、名錄建立及稀有植物

經分批至坪林自然保留區進行採集，將植物採回作鑑定，並做成植物資料庫，資料庫之建立採用台灣植物誌第二版，對於稀有植物之認定準則，由本區調查之植物資料庫名錄參考國內學者所列稀有及有滅絕危機之植物目錄（柳榕、徐國士，1971；蘇鴻傑，1980；徐國士、呂勝由，1984；徐國士，1980、1983、1987；徐國士等，1985；賴明洲、柳榕，1988；賴明洲，1991），另外對於臨危植物之認定準則，則列出其原因，如分布狹隘的固有種（Narrow endemics）、隔離分布種（Disjuncts）、子遺或殘存種（Relics or Remnants）、邊際分布種（Species on the edge of the their range）（Du Mond, 1973）。

##### （二）、植群永久樣區之設置

本區之植物型，在台灣油杉的分佈上，依早期之報告可分成天然植

群的台灣油杉-鵝掌柴、台灣油杉-長尾栲型及人工植群的台灣油杉-琉球松型或台灣油杉-柳杉型（沈瑞琛，1995）或僅分出鋸葉長尾栲型（林則桐、邱文良、呂勝由，1987），然大致上這些林型都位於稜線或上坡位置。永久樣區之調查步驟大致如下：

### 1、野外取樣：

近日保留區內亦曾被其他單位林下栽植原生植物，致部份地區之植被受到人為干擾，基於此，特在 28 及 29 林班針對半自然與人為干擾之森林中共設置 5 個  $250\text{m}^2$  之永久植群樣區進行監測，樣區中調查木本的樹高、胸徑及位置，草本植物則記錄其覆蓋度及出現小區，至於台灣油杉之幼木則記錄其出現位置與生長狀態。

### 2、資料統計及分析：

選用不同分析方法，將影響研究結果之展現方式，若以分類分析，相似樣區將合併為植群型；若以序列分布方式分析，則樣區或樹種將成次序性排列，且此次序與環境因子間具有某程度之相關。然各分析方法皆以野外調查之原始資料為基礎；不同的分析方法，除了能相互比較，相互印証之外，尚能提供不同之分析研判方式（蘇鴻傑，1987）。

本調查所用之樣區，包括木本及草本二層次，有些樣區則僅有草本一層，資料統計時，以兩層分別計算，木本植物胸高直徑 1cm 以上者，計算其密度（株數）、頻度（小區數目百分率）及優勢度（胸高斷面積之總和），化為相對值（百分率）後，以三項之總和作為重要值指數

( Important value Index , IVI ) ( 劉棠瑞 、 蘇鴻傑 , 1986 ; Mueller-Dombois and Ellenberg , 1974 ) 。

IVI 之過程與公式：

將樹種原始資料先行轉化成密度，頻度及優勢度等三種植物介量。其中密度代表單位面積內各樹種株數，頻度為樹種於樣區內出現次數，優勢度代表各樹佔有生育地空間之程度，以上三種基本介量常合併使用，以表示樹種控制生育地之能力。最常用者首推重要值指數 (IVI) ，乃將上述介量化為百分率相對值後，並以其總和為 IVI ，其公式如下：

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

$$\text{相對優勢度 (RDoi)} = \frac{\text{某樹種斷面積}}{\text{所有樣區內樹種斷面積總和}}$$

$$\text{相對頻度 (RFi)} = \frac{\text{某樹種出現頻度}}{\text{所有樣區內樹種出現頻度總和}}$$

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

三者相加最高值為 300% ，經換算為以 100% 為基礎之值後，再以八分制級值 (Octave scale) 轉化為 1—9 級 (Gauch , 1982) ( 表一 ) ，以簡化數據及變異。至於草本植物係直接用相對覆蓋度及相對頻度相加之

總和除以二，此值最高者為 100%，再化成八分制級值，以代表其數量，同一樣區，若有喬木層及草本層，則將兩組數據合成，做成原始矩陣，樣區資料係用編輯程式 Excel 輸入電腦存檔，環境因子之資料不經轉化以觀測或評估輸入電腦以備分析之用。草本植物由於沒有株數，因此僅以出現小區的相對頻度及樣區覆蓋的相對優勢度二個值來計算。

$$IV = \text{相對頻度} + \text{相對優勢度}$$

至於 IV 值最高為 200%，除以 2，換算以 100% 為基礎之值，再以八分制級值 (Octave scale) 轉化為 1—9 級，同時亦輸入電腦中一併分析。

表一、八分級制數據轉化表

級值	覆蓋度 (%) 或 IVI 值	級值	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	$64 \leq x < 100$

註：表中 x 為各植物在樣區之數量計算值（仿 Gauch, 1982）

分析上，本研究採用多變數分析法 (Multivariate analysis) 中之

分布序列法 (Ordination) 及分類 (Classification) 加以分析。I.

分布序列：分析使用交互平均法 (Reciprocal averaging，簡稱 RA)，所謂分布序列；係將原始之資料矩陣，以數學運算，分析其變異趨勢，將各樣區按其相關固有值之位置，排列於若干個變異軸上，而結合這幾個軸，則可成為一空間樣區或樹種在此空間上之位置 (蘇鴻傑，1987b)；其計算方法是用加權平均法 (Weight Average) 對樹種與樣區作排序，並反覆計算，直至最末二次的運算值之間收斂至設定的差異以下為止。

RA 公式如下：

$$\text{樣區序列值} = \frac{\sum (\text{樣區內出現樹種之估量} \times \text{該樹種之加權值})}{\text{樣區內出現樹種之估量之總和}}$$

$$\text{樹種序列值} = \frac{\sum (\text{樣區內出現樹種之估量} \times \text{該樣區之加權值})}{\text{樣區內出現樹種估量之總和}}$$

其過程為計算時，先任意設定樹種之加權值，計算樣區之序列值，再以樣區之序列值為加權值，重新計算樹種之序列值，如此反覆交互計算，則樣區值或樹種位趨向穩定。

II. 分類上使用雙向列表比較法 (簡稱 TWINSPAN)；其分析過程是在初步二分後，先反過來尋找可能之分化種，設兩群各佔正 (P) 與負 (N) 兩邊，可用下式計算某一擬種 (j) 在所分正負兩群之指標值  $I_j$  (Indicator value)： $I_j = (n_j P / nP) - (n_j N / nN)$ ，式中  $n_j P$  為  $j$  擬種在正群出現之樣區數， $nP$  為正群之總樣區數， $n_j N$  及  $nN$  之定義仿此，但屬於負群，此式是為擬種在正負兩邊恆存度 (Constancy) 之差，即忠誠度之定量化公

式，如擬種只出現在某一邊之所有樣區，則其 I 值為 +1 或 -1，可稱為完全指標。

本方法是一種多元切分法，利用各樣區之特徵種群在定量與定性的不同來切分整個調查的樣區，其過程是將樣區中的特徵種群，依出現與不出現或量的多寡，將相似的樣區排列在一起，相異之樣區分開，次則依特徵樣區與樹種至設定之收斂次數為止（蘇鴻傑，1996；Kent，1992）。

兩種分析過程是將樣區之木本或草本資料換算成 IVI 值或 IV 值由 Excel 轉化成原始矩陣後再採 PC-ORD 程式，於 32 位元電腦中加以分析。

植群之分類係考慮樣區中植物組成之相似性，而將相似之樣區合併或切分，區分成不同的植群型或林型，本研究之分類除參考交互平均法（RA）之樣區排列及分群外，另考慮雙向列表比較法（TWINSPAN）的結果一併做討論。

### 3、歧異度之分析

歧異度的基本組成有三，即均勻生育地的種數，此稱之為  $\alpha$  歧異度，一般皆由設置樣區調查，以了解樣區中物種聚集(species packing)的程度，次則生育地(habitat)沿不同環境梯度(gradients)改變時，會得到新的物種，並失掉另一些物種，此種物種的轉換率(turnover rate)稱為  $\beta$  歧異度，一般皆由集水區內的植群社會調查，經分布序列(ordination)、相似性係數或轉換率進行比較(馬克平等，1995)。

### (1) $\alpha$ -歧異度分析

植物社會是不同生物族群的集合，在空間上或時間上呈連續或間隔的分布，若將每個植物會內每一種生物所生存的多元環境因子需求的總和稱為此生物的小生境(niche)，則  $\alpha$ -歧異度便是在計算一植物社會內小生境的多寡，也就是  $\alpha$ - niche 的總和。

$\alpha$ -歧異度計算公式參照 Shannon 指數，其公式為：

$$H = - \sum (n_i/N) * \ln(n_i/N) = - \sum P_i * \ln P_i$$

式中之  $n_i$ =某樹種之植物介量， $N$ =所有組成植物族群介量之總和。因可能率之指數為負值，故前面再添一負號，將其轉成正值。該指數表示如果在群落中隨機地抽取一個個體，它將屬於那個物種是不定的，而且物種種數愈多，其不定性也愈大。Shannon 指數受種數及個體數影響，種數愈多，則歧異度值愈高。

在一生物社會中，生物個體在不同種間之分佈均勻度，稱為該社會之均勻度指數 (evenness index)。均勻度與上述歧異度指數，實具有相同意義，僅名稱和計算方式稍有差別而已。基本上，均勻度仍以 Shannon 氏之歧異度指數為骨幹，所不同者，為將其值限定於 0~1 之間。其公式為：

$$e = H / \ln S$$

其中  $H$ =Shannon 歧異度指數， $S$ =樹種數目。

上列各項計算歧異度之方法，可在不同社會之間，進行比較，以尋找生態上之意義。然在比較時，應考慮社會單位大小，一般依營養級，

生態地位或生活型 (life form) 分開統計，因此在本調查中將草本及木本分開計算 (馬克平等，1995；Su，1992)。

## (2) $\beta$ 歧異度分析

植物社會間的  $\beta$  歧異度是沿環境梯度物種替代的程度，或不同植物社會之間物種組成的差異，使用  $\beta$  歧異度指數對某一地區不同植物社會間的測度，可以了解環境被物種分割的程度或不同環境梯度的歧異度，因此  $\beta$ -歧異度是計算在一連續植群上某一種的族群分布及種間小生境的重疊現象，藉由以上二種歧異度可使吾人對植物社會的結構、功能及動態機制有更新的認知和理解 (馬克平等，1997；孟慶繁等，1999；馬克明，1997)。

$\beta$  歧異度可以定義為沿著某一環境梯度物種替代的程度或物種周轉率等，其亦反映了不同群落間物種組成的相似性程度，不同植物社會或環境梯度上不同植群之間共有種越少， $\beta$  歧異度越大。因此  $\beta$  歧異度可反映整個地區植群在(1)生育地變化的程度或指示生育地被物種分隔的程度；(2)藉由  $\beta$  值的高低可以用來比較不同地區的生育地歧異度；(3)由  $\beta$  歧異度與  $\alpha$  歧異度一併分析可了解某一地區之植物社會或生態系統的生物異質性 (高賢明等，1998)。

測定  $\beta$  歧異度的方法有許多種，包括二元屬性數據的  $\beta$  歧異度測定、數量數據的  $\beta$  歧異度測定或藉由不同樣區間物種轉換速率的降趨應分析第一軸的長度來比較 (錢迎倩及馬克平，1994；Su，1996)。本調查

在分析上採用各樣區之  $\alpha$  歧異度(Shannon 氏歧異度)，至於樣區資料可俟 3 年後作一普查，再以  $\beta$  歧異度來對照群種類變化之情形。在  $\beta$  歧異度上，本文採取下列二種計算方式進行探討：

a、Sonrens 相似性係數，其公式為：

$$ISmo = \frac{2MW}{MA + MB} \times 100$$

其中 MA 為 A 林分中所有植物介量之總和。MB 為 B 林分中所有植物介量之總和。MW 為出現在 A 及 B 林分中共同植物介量之總和(劉棠瑞、蘇鴻傑，1983)。

b. 、 $\beta_T$  轉換率指數

為測度物種多樣性在環境梯度上變化或轉換率的方法，可以用來定義群落間的交錯區。其計算公式如下：

$$\beta_T = \frac{g(H) + l(H)}{ma}$$

$g(H)$ ：沿著環境梯度軸 H 所增加的物種數目； $l(H)$ ：沿著環境梯度軸 H 所失去的物種數目，這二個指標也就是上一個梯度中存在而下一個梯度中沒有的物種數目；ma 為兩樣區之平均種數。

### (三)、臺灣油杉冠層健康狀況及成熟木之健康情形之調查

調查保留區 28、29、40、41 林班中之臺灣油杉，調查項目可為死亡、存活、樹高、胸徑、枝下高、葉子正常與否、枝梢正常與否、根部有無損害、有無球果等生長情形，記錄其調查數據，並將資料建檔，以便日後分析之用（附錄三）。

1、野外調查：量測樹高、枝下高、胸徑、冠幅等之方法與用途如下：

#### (1)、胸高直徑：

胸徑為立木之重要變數，建立油杉胸徑之基本生長資料，以供往後調查人員了解其生長情形。林木在年輕時，生長速度較快，每年的胸徑生長量比較多。而老熟木生長較慢，胸徑生長量就變得比較少，只有些許增加而已，並沒有像年輕林木那樣明顯的變化。因此在幼、壯時期的林木，直徑生長量可以作為林木健康指標的重要解釋變數。植物體內大部份組成是水分，當林木生長發生問題時，生長會變慢，根系吸收水分也隨著變少，但還一直在消耗水分（蒸散作用、呼吸作用等），這會使林木體內水分減少，導致林木胸徑生長停滯，甚至會有胸徑縮水的情形發生。此時可根據連續調查之資料與參考文獻來了解油杉是否生長正常（健康），若經常都記錄下其胸徑的數值變化，可用來做為了解油杉是否健康的一項指標。

#### (2)、樹高：

樹高(tree height)為測計立木材積之另一主要因子，重要性僅

次於胸高直徑，但是其不僅實行困難而且結果不易準確。試驗研究用立木樹高需要精確結果時，則使用測高桿直接測定。樹的頂端及枝梢易受風害、蟲害等影響，若林木從頂稍開始受損，會漸漸影響林木之樹高生長。根據所調查到的樹高生長基本資料可做為鑑別林木健康的另一項重要變數。

### (3)、樹冠幅：

立木之樹冠直徑(crown diameter)為研究林分密度變化之主要因子，並與胸高直徑間具線性模式(linear model)關係，近年來益增加其重要性。林木在胸徑和樹冠幅二者間有相對的關係，也就是說有多大的胸徑，相對的就會有多大的樹冠，找出油杉胸徑與樹冠之間的相對關係，來判斷油杉的生長是否為正常。

### (4)、枝下高：

測量枝下高，為另一測計立木之主要因子，可由枝下高得知樹冠比、樹冠級等資料，即可由樹冠比或樹冠級推測樹木之健康程度。越健康的樹木，其樹冠比與樹冠幅會越大(Gonling and Land Byers, 1993)。

### (5)、存活：

0代表存活，1代表自然死亡，2代表雷擊死亡。雷擊死亡可

從樹幹上看出雷擊痕跡。

(6)、根部：

0 為正常無損害，無裸露；1 為根部裸露出來但無受害；2 為根部裸露且受害。

(7)、樹皮損傷程度：分成 2 段來計算其損傷程度。

枝下高下半部—根部至枝下高  $1/2$  處，即枝下高  $1/2$  以下。枝下高上半部—枝下高  $1/2$  以上。每段各為 100%，來算損傷程度，記錄時要分成 2 種損傷，一為生物危害之損傷，如蟲蛀、動物咬傷，菌類腐蛀等造成樹皮外觀上可看到之傷痕，皆要算在內！另一種是雷擊損傷，寫出傷痕所占百分比即可；如生物—30%，雷擊—10%。

(8)、枝梢正常：

0 為枝梢正常、無枯萎、葉子掉落等異常現象者，1 為非上述之正常枝梢之情形，如有蟲蛀、枯萎、葉片掉落等情形出現時，若可以，再記錄一下是何種原因形成。

(9)、枝梢枯萎：

0 為無枯萎，1 為全部枝條末梢之 0~33% 枯萎，2 為全部枝條末梢之 34~66% 枯萎，3 為 67% 以上枯萎。

(10)、枝梢蟲蛀：0 為無蟲蛀，1 為有蟲蛀。

(11)、萌新枝條：0 為無萌新枝條；1 為有萌新枝條。

(12)、葉子正常：0 即正常葉，正常葉之葉片呈深綠色，無脫落及蟲蛀等其它現象。1 為有脫落或蟲蛀現象。

(13)、葉子顏色：0 為深綠，1 為淺綠，2 為其它顏色。

(14)、葉子掉落：

0 為無掉落，1 為掉葉 0~33%（以全部葉子來看），2 為掉葉 34~66%，3 為 67% 以上葉片掉落，可寫出掉葉之百分比。

(15)、萌新葉：0 為無萌新葉；1 為有萌新葉。

本文僅使用枝梢枯萎及葉子掉落兩個變數進行分析，其餘之變數均為 0，因此無法進行分析，故只使用葉子掉落及枝梢枯萎兩變數；但是這並不表示其餘之變數不重要，只是調查時間太短無法看出其變化情形，因此無法進行分析。

## 2、健康指數之分析

將成熟木之健康指數調查資料，用 SAS 分析做鑑別分析（彭昭英，1989）。鑑別分析(Discriminate Analysis)係指探討單一分類性反應變量(A)，對多個分析解釋變數( $X_1, X_2, \dots, X_k$ )函數關係之統計分析模式。所謂鑑別，係指對模式所產生之變量加以歸類之前，必須進行的判定工作。鑑別分析之基本概念與迴歸分析類似，具有估計、檢定、預測等目的。函數關係如前所述，鑑別分析之函數關係中包括單一分類性反應變量及 k 個分類性解釋變數，可列示如下：

$$A = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$$

其中  $A =$  分類性反應變量，共分為 I 組。

$X_k =$  分析性解釋變數， $k=1, 2, \dots, k$ 。

由上述的函數關係可知，若分類反應變量之組數  $I=2$  時，此一模式為簡單鑑別分析，亦為本研究之分析法。

PROC DISCRIM 程序的主用途在於將觀察體分類。分類的根據是觀察體在一個或一個以上連續變項上的值；分類的結果則是兩個或兩個以上

的類別。

### (1). 鑑別指標 (Discriminant Criterion)

鑑別指標是 PROC DISCRIM 根據一組連續變項，外加一個分類變項的值所導出的分類標準。這個分類標準可應用在第二組數據上，以便測試分類的準確性。

### (2). 參考數據 (Calibration 或 Training Data Set)

用來導出上述鑑別指標的第一組數據稱為參考數據。

### (3). 鑑別函數 (Discriminant Function) 或 分類指標 (Classification Criterion)

若各類數據符合多元常態的分配假設，則 PROC DIRCRIM 利用參數統計法導出一個鑑別函數。此函數的值就是分類的依據。

這個鑑別函數的決定可根據三種不同的數據結構：

甲、各類別裡的共變異數矩陣，由此而導出一個二項式鑑別函數。

乙、各類別裡共變異數矩陣的平均 (Pooled Covariance Matrix)。由此導出一個線性的鑑別函數。

丙、分類前各類別可能出現的機率 (Prior Probability)。

由此可知，鑑別函數是由已知的類別導出。分類之後，其

結果與已知的類別作比較，可得知錯誤分類的比率。這個錯分的比率是定義鑑別函數準確度的根據。

#### (4). 計算公式

首先介紹幾個統一的數學代號：

$x$  一個觀察體在  $p$  個連續變項上的值（也是一個含  $p$  個元素的向量）。

$s$  共變異數矩陣的平均。

$t$  識別各組的下標。

$n_t$  第  $t$  組內參考數據的個數。

$M_t$  第  $t$  組在  $p$  個連續變項上的均數(也是一個含  $p$  個元素的向量)。

$S_t$  第  $t$  組之觀察體在  $p$  個連續變項上的共變異數矩陣。

$|S_t|$   $S_t$  矩陣的行列式值。

$q_t$  觀察體隸屬於第  $t$  組的事前機率。

$p(t | x)$  觀察體  $x$  隸屬於第  $t$  組的事後機率。

#### (5). 貝氏定理 (Baye's Theorem)

DISCRIM 利用已知的事前機率（亦即各組在  $x$  點上的機率密度），以及貝氏定理來計算事後機率  $p(t | x)$ 如下：

$$p(t | x) = q_t f_t(x) / f(x)$$

在此， $f_t(x)=$ 在  $x$  點上，從  $t$  組所估計出來的機率密度。

$f(x) = \sum_t q_t f_t(x)$  在  $x$  點上的無條件的機率密度。

DISCRIM 分析的原理是：首先從  $p$  向量空間中分割一個區域，以  $R_t$  表示。 $R_t$  區內所含的向量，其對應的觀察體隸屬於第  $t$  組的事後機率應該是最大的。換言之，若一個觀察體所對應的  $p$  向元素向量座落在  $R_t$  區域內，則該觀察體被認為屬於第  $t$  組。

## (6). 參數統計法

這種方法的統計假設，如前所述，是多元常態分配。所導出的鑑別函數（或分類指標）以概化的平方距離表示。因此，若觀察體與某  $t$  組的概化平方距離是最小的，則此觀察體就隸屬於該組。

平方距離的計算公式為：

$$d_t^2(x) = (x - m_t) \cdot V_t^{-1} (x - m_t)$$

在此， $V_t$  可以等於  $S_t$ （若讀者決定使用組內的變異數矩陣），或  $V_t$  等於  $S$ （若讀者決定使用組內的變異數的平均）。接下來，DISCRIM 程序計算鑑別函數在觀察  $x$  點上的機率密度〔以  $f_t(x)$  表示〕：

$$f_t(x) = (2\pi)^{-p/2} |V_t|^{-1/2} \exp(-0.5d_t^2(x))$$

利用前述的貝氏定理，觀察體隸屬於第  $t$  組的事後機率為：

$$P(t|x) = \frac{q_t f_t(x)}{\sum_n q_n f_n(x)}$$

所以，觀察體與第 t 組之間的平方距離等於

$$D_t^2(x) = d_t^2(x) + g_1(t) + g_2(t)$$

在此， $g_1(t) = \log_e |S_t|$ ，若讀者決定使用組內的共變異數矩陣；或  $g_1(t) = 0$ ，若讀者決定使用組內的共變異數矩陣的平均。 $g_2(t) = -2 \log_e(q_t)$ ，若各組的事前機率不等；或  $g_2(t) = 0$ ，若各組的事前機率均等。

利用前述平方距離的定義，事後機率也可以表示成

$$P(t|x) = \frac{\exp(-0.5d_t^2(x))}{\sum_u \exp(-0.5d_u^2(x))}$$

因此，某個觀察體隸屬於第 t 組的先決條件是分派至該組的事後機率是最大的，或該觀察體距陣第 t 組的平方距離是最小的。若某一觀察體的事後機率未達預設的最低標準，則該觀察體被納入其他 (other) 的組別。

#### (7). 錯誤分類的比率是如何定義的

由於鑑別分析的方法有許多種，DISCRIM 程序決定用兩個標準來評鑑這些方法的優劣、亦即錯誤分類的比率。第一種標準是計算錯誤分類的次數，第二種標準是計算事後機率的誤差。

第一種標準的執行可藉兩組獨立的數據，或同一組數據。若有兩組獨立的數據（或樣本），則第一種數據是參考數據，由此導出分類的指標 (classification criterion)。然後將這個分

類指標應用在第二組數據上，以便試驗出到底有多少個觀察體被分到錯的分類別裡。這種方法唯一的缺點是當第二組數據太小時，分錯的可能性會增加。

當數據只有一組，並且含原始資料時，DISCRIM 程序可同時導出分類指標，並且評鑑它的優劣。不過這種方法的缺點是評鑑結果不夠客觀，容易造成較好的結果。補救的方法有二：（甲）將數據等分為二，一半當作參考數據，另一半當作評鑑數據。不過，這種補救法會造成小樣本的誤差（如上所述）。第二組補救法是（乙）執行複查（Crossvalidation）。複查的原理是將數據中前( $n-1$ )個觀察體當作參考數據。由這( $n-1$ )個觀察體所導出的分類指標再應用在第  $n$  個 觀察體上。此法執行  $n$  次，每次以一個不同的觀察體當作評鑑數據，如此，就可比較各種鑑別法的優劣。

第二種標準是在實際執行過程裡計算事後機率的誤差。當這種標準與參數統計法（線性或非線性的鑑別函數）聯用時，就必須確定多元常態分配的假設是成立的。若複查法配合著事後機率的計算同時進行，則評鑑的結果會更準確。

#### （四）、野外幼苗天然下種之監測與幼苗樣區之設置

小苗的調查採取每年觀測兩次，本次調查再加設 8 個苗木樣區，樣區內調查苗高、基徑、活力情形、冠層高及每年生長量等資料（記錄表

格如附表五)。其測量方法如下：

- 1、苗木基徑：在苗木的莖最下方測量其基徑，即莖的最下方與地面接觸的地方，以公分(cm)為單位並記錄下來。
- 2、苗木高度：測量苗木的高度，以公分(cm)為單位紀錄下來。
- 3、活力分級：由葉子之正常度來分成 3 級。
  - (1)、第一級—80%以上的葉子正常，冠層高度要超過樹高的 1/3 以上且樹冠上沒有死亡痕跡者。
  - (2)、第二級—葉子正常佔 21-79%者，一般非第 1 及第 3 級者皆屬於第 2 級。
  - (3)、第三級—葉子正常佔 20%以下者，樹葉分枝有死亡痕跡者，屬於第 3 級。
- 4、一年生長量：可由枝條看出一年之生長量，由枝條之實際生長量來計算，並記錄下來，小於 30cm 之植株可用相機拍照記錄。
- 5、冠層高度：測量苗木之冠層高度，並記錄下來。

未來俟逐年將苗木之調查資料建檔，可配合過去苗木之死亡記錄，做成資料檔以便進行族群生態之分析(附表五)。

## (五)、台灣油杉族群物候的調查

台灣油杉物候的調查採取每月觀測一次，在主要的開花及結果時間，則每 3 星期觀測一次，觀測之樣本共 30 株，分佈於 28、29 林班之中，至於觀測項目包含抽芽、展葉、花苞、花芽、開花、花凋萎、初果、

球果成熟及球果開裂等（中央氣象局，1973；王亞男，1987），其調查表格如附表七。

以上之四種監測表格，目前已針對其中成木之調查表、成熟木之健康指數調查表及物候監測調查表共三種做現場調查與測試，同時修改不適合之項目。

## 五、調查結果

### （一）、維管束植物調查結果及區內稀有植物

經多次調查所採集之植物共計有維管束植物種類共 101 科，212 屬，318 種，在永久樣區中出現有 77 科，128 屬，176 種（表二）。

表二、坪林油杉自然保留區維管束植物調查結果

分類群	科	屬	種
蕨類植物門	17	20	26
種子植物門	60	108	150
裸子植物門	3	3	3
被子植物門	57	105	147
雙子葉植物門	49	87	125
單子葉植物門	8	18	22
總計	77	128	176

其中在調查期間野外共記錄之七種稀有植物，即長葉竹柏、大丁黃、牡丹葉桂皮、披針葉茉莉、臺灣油杉、葡萄及臺灣金線蓮，這七種植物

在永久樣區中皆有出現（賴明洲，1991；賴明洲、柳榕，1988；徐國士、呂勝任，1984；蘇鴻傑，1980；柳榕、徐國士，1971；葉慶龍、范貴珠，1996；台灣省林務局，1993、1995；行政院農業委員會，1996、1997；徐國士，1980），以下簡單介紹除了臺灣油杉的另外六種稀有植物之分布及在本區出現之植群型與數量。

1、*Nageia fleuryi* (Hickel) de Laub. 長葉竹柏

屬於羅漢松科之喬木，樹皮光滑。葉厚革質，寬披針形，長8-18cm，寬2.2-5cm。種子球形，徑1.1-1.8cm，分布海南島、廣東、廣西至中南半島，臺灣分布於北部的臺北縣雙溪與坪林及宜蘭縣的礁溪至烏石鼻一帶；野外族群數量較少，目前多栽植為行道樹或做室內植栽，野外之族群常被採取，本種在永久樣區的第一及二區有小苗。

2、*Broussonetia kaempferi* Sieb. 葡蟠

屬於桑科蔓性灌木。樹皮纖維質，小枝有毛。葉長卵形，長5-7cm，漸尖頭，有鋸齒，兩面有毛。產臺灣中北部山麓至海拔1200m以下叢林中。分布日本。樹皮供造紙（歐辰雄、呂福原、呂金誠，1995）。本種之族群在野外廣泛分布但數量較少，在野外並無採集之壓力，僅數量稀少，本種在永久樣區的第二區有成熟植株。

3、*Cinnamomum austrosinense* H. T. Chang 牡丹葉桂皮

屬於樟科喬木，全株光滑。葉對生或近對生，厚革質，卵狀長橢圓形，長可達 22cm，三出脈明顯並伸至葉端，葉背灰白色。花序被絨毛，花黃綠色，子房光滑。果橢圓形，長約 1cm，果托淺杯形，邊緣具淺齒，分布於大陸華南及臺灣北部中低海拔；如臺北縣之烏來、福山、哈盆、桶后溪及宜蘭縣的礁溪、粗坑溪及阿玉山至烘爐地山一帶，多分布於稜線或上坡，族群數量較少，目前雖無採取之壓力，但具有開發為室內植栽之潛力，本種在坪林自然保留區的 28 及 29 林班的森林中常可發現，永久樣區的第一及第二區有幼株。

4、*Euonymus laxiflorus* Champ. ex Benth. 大丁黃

屬衛矛科常綠灌木或喬木。葉紙質，長橢圓形，葉折之有絲，長 6-10cm，葉緣淺鋸齒緣。花為腋生之聚繖花序，花梗細長，蒴果倒卵形，長 7mm。分布於大陸的華西、華南、香港及臺灣。莖可做為手杖之優良材料。本種在野外的族群數量多，但有大量被採取的壓力，本種在永久樣區的第一、二及三區有幼株。

5、*Jasminum lanceolarium* Roxb. 披針葉茉莉

屬木犀科常綠藤本。小枝細長且光滑。小葉三片，葉革質並為卵橢圓至長橢圓形，長 8-9..5cm，先端圓鈍。花為頂生之聚繖狀圓錐花序。果為球形，成熟為黑色。分布於大陸的華南及臺灣低海拔

地區。本種在野外的族群數量少。具有園藝栽植之潛力，在坪林自然保留區分布於永久樣區的第四區有成熟植株。

### 6、*Anoectochilus formosanus* Hayata 台灣金線蓮

屬蘭科多年生草本。莖呈匍匐狀，葉為互生，葉厚肉質並為卵橢圓至長橢圓形，長3-5cm，先端鈍。花為頂生之總狀花序。果為蒴果。分布於臺灣中低海拔地區；多分布於土壤腐植質較多之森林中。本種廣泛分布在野外的族群數量多。但因具有藥效，常被大量採取，致野外族群稀少，目前已有園藝栽植並進行市場販售。本種在坪林自然保留區的28及29林班的森林中常可發現，永久樣區的第一區有成熟植株。

## (二)、植群分析結果

### 1、植群分型：

經雙向列表比較法及交互平均法之分析結果，以76種木本植物來區分五個永久樣區，並與前人所做之調查相比較（林則桐，1988；沈瑞琛，1995；林文龍，1995；陳子英，1993；陳子英，2000）。

### (1)、交互平均法(RA)分析結果

5個樣區以76種木本植物進行區分，可區分成二群(圖四、五)，左邊之1、2、3、4號樣區屬於半自然之森林，組成上以綠樟、大明櫟、錐果櫟、烏心石、領垂豆、筆羅子、香楠、小葉赤楠、軟毛柿等，並包含

稀有植物之台灣油杉、葡萄、牡丹葉桂皮，至於右側之第 5 號樣區，有白肉桂、水冬瓜、裏白蔥木、細葉饅頭果、杜英、大青等，至於兩者中間的種類共有紅花八角、柳杉、九節木、山紅柿、米碎柃木、密花五月茶、樹杞、單刺苦櫧（鋸葉長尾栲、白校鑽）、紅楠、鵝掌柴、烏心石、水金京、柏拉木及奧氏虎皮楠，這些物種為二群所共有。

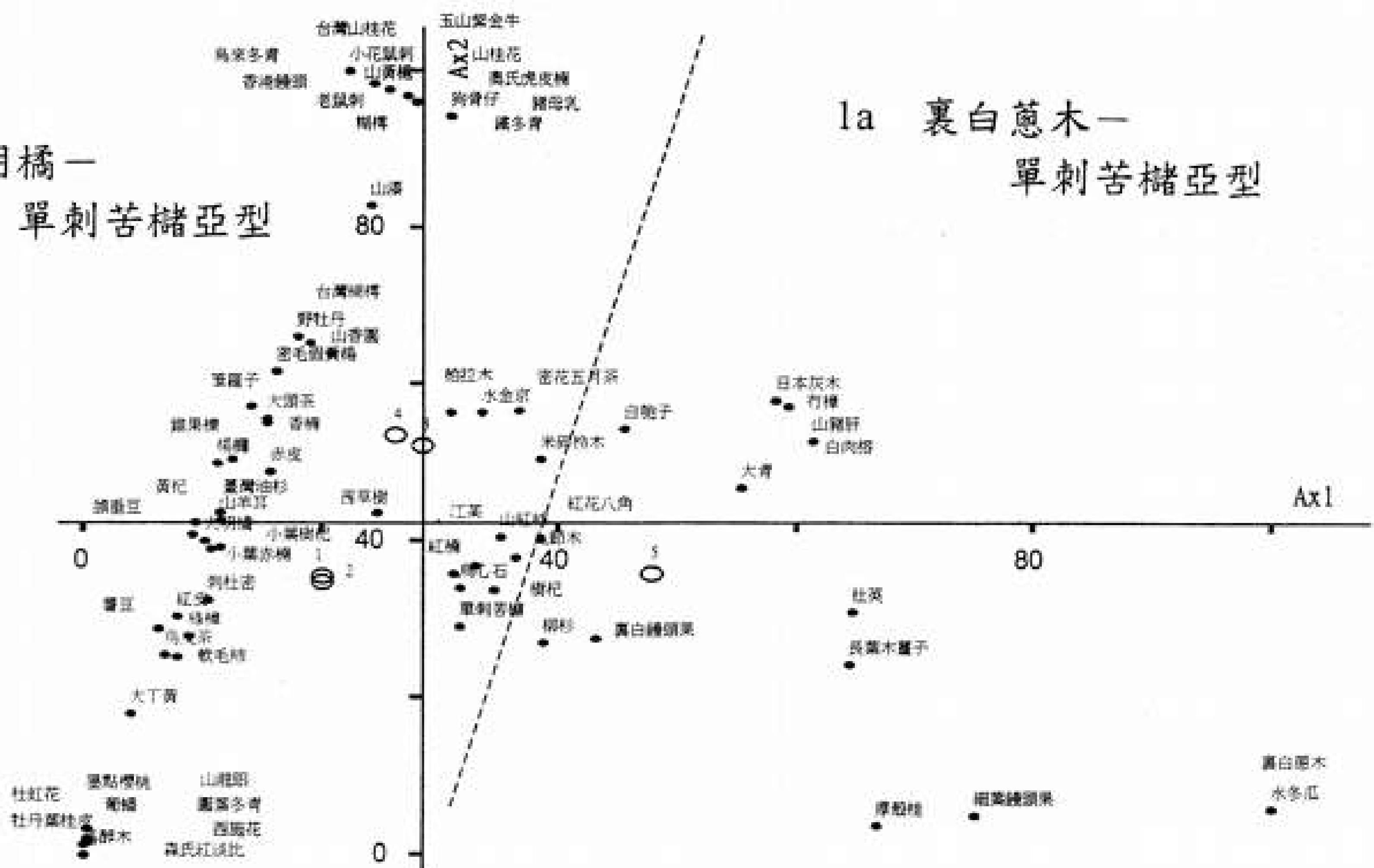
由於本研究有以降趨對應分析 (DCA) 來分析 5 個樣區，結果第一軸只有 1.82，代表轉換率低，可視為一型，再加上北部低海拔山稜有以單刺苦櫧型(鋸葉長尾栲型)稱之，因此本區之植群型應屬於單刺苦櫧型(陳子英，2000)

## (2)、雙向列表比較法(TWINSPAN)結果

雙向列表比較法之分析結果與交互平均法分析結果相似(表三)各樣區共有之種類有樹杞、柳杉、單刺苦櫧、豬腳楠、鵝掌柴、烏心石、茜草樹、水金京、山紅柿、紅花八角、米碎柃木及九節木；而僅只出現左側，在數量上或僅出現於左側 1a 型第五樣區之特徵種有大青、裏白蔥木、水冬瓜、白肉桂、日本灰木、裏白饅頭果及杜英，在左側的 1b 型 1、2、3、4 樣區，特徵種有筆羅子、錐果櫟、密毛假黃楊、大明橘、小葉赤楠、山羊耳、台灣油杉、香楠、紅皮、烏心茶、大頭茶、小葉樹杞、薯豆、台灣糊櫻等，同時並將植群型分成二亞型。依雙向列表比較法及 RA 兩者之分析結果大致可歸納本區之植群分型，結果只可分成一型，下

lb 大明橋—

## 單刺苦櫟亞型



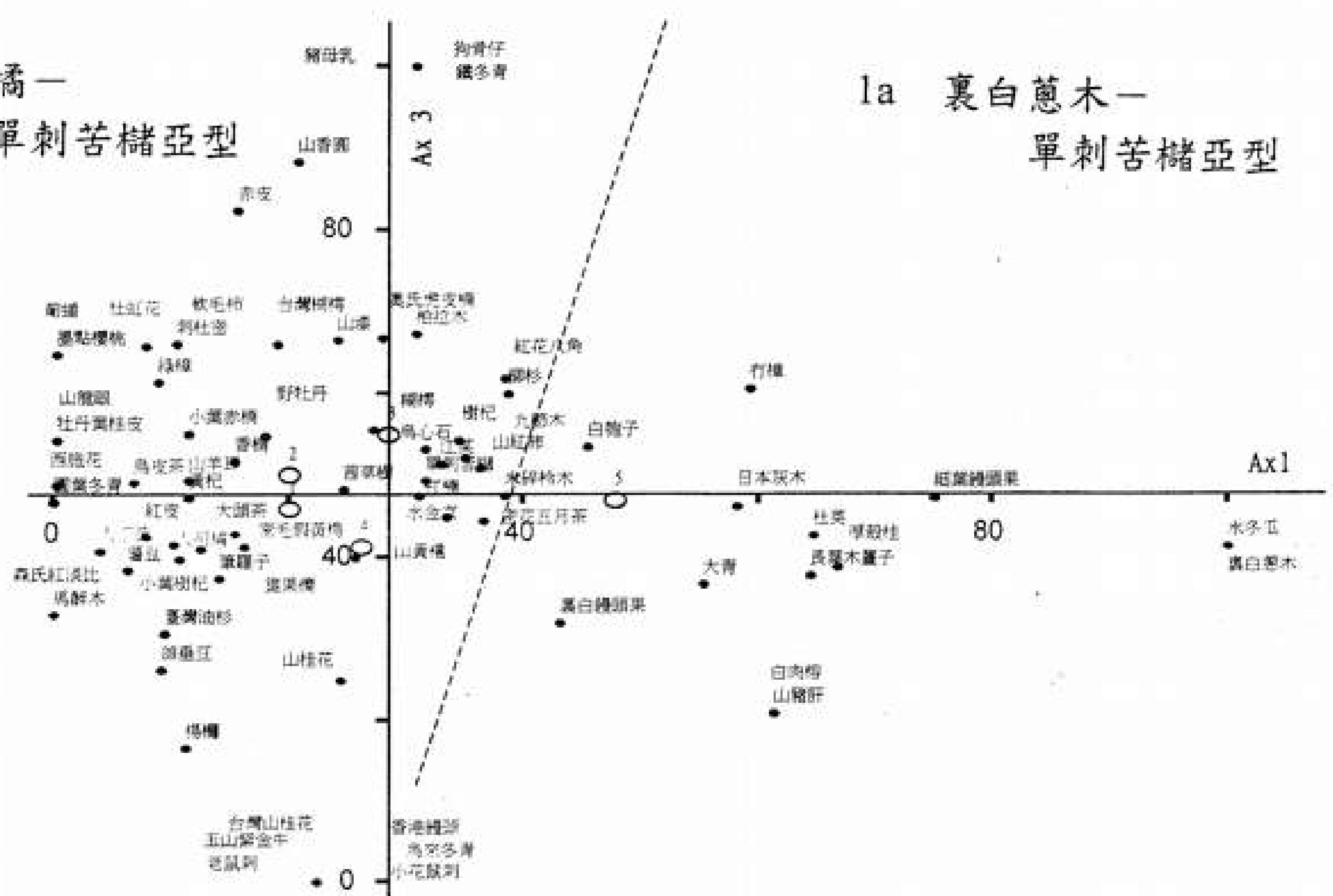
圖四、永久樣區及樹種在 RA 第一軸及第二軸之分布圖

lb 大明橋—

## 單刺苦櫟亞型

la 裏白蔥木—

## 單刺苦櫟亞型



圖五、永久樣區及樹種在 RA 第一軸及第三軸之分布圖

表三、坪林台灣油杉永久樣區雙向列表比較法結果一覽表

樣區	Ib	Ia
	12435	
<b>樹種</b>		
6 小花鼠刺	--1--	000000
16 山桂花	--31-	000000
22 台灣山桂花	--1--	000000
25 玉山紫金牛	--1--	000000
31 老鼠刺	--1--	000000
47 香港饅頭果	--1--	000000
51 烏來冬青	--2--	000000
12 山黃櫺	--32-	000001
69 糊櫟	--45-	000001
13 木臘樹	-124-	000010
39 狗骨仔	--1-	000010
52 烏來柯	--24-	000010
63 奧氏虎皮楠	--12-	000010
70 豬母乳	--1-	000010
76 鐵冬青	--1-	000010
21 山香圓	-1-2-	000011
		00001
		0111
		011
		01

續表三、坪林台灣油杉永久樣區雙向列表比較法結果一覽表

	Ib	Ia	
樣區	12435		
樹種			
24 台灣糊櫻	-324-	000011	
58 野牡丹	-111-	000011	
36 赤皮	-2-2-	00010	
9 葡蟠	-1--	00011	
34 杜虹花	-1---	00011	
72 墨點櫻桃	-3---	00011	
60 筆羅子	<u>1231</u> -	00100	
74 錐果櫟	<u>1331</u> -	00101	
55 密毛假黃楊	<u>2132</u> -	001100	
3 大明橘	<u>5442</u> -	001101	
7 小葉赤楠	<u>5424</u> -	001101	
10 山羊耳	<u>4433</u> -	001101	
38 臺灣油杉	<u>467</u> -	001101	
48 香楠	<u>4345</u> -	001101	
44 紅皮	<u>4321</u> -	001110	
50 烏皮茶	<u>3311</u> -	001110	
		00001	
		0111	
		011	
		01	

續表三、坪林台灣油杉永久樣區雙向列表比較法結果一覽表

	Ib	Ia	
樣區	12435		
樹種			
57 軟毛柿	<u>12-1-</u>	001110	
62 圓葉冬青	43---	001110	
75 薯豆	<u>353-</u>	001110	
5 大頭茶	<u>3-22-</u>	001111	
8 小葉樹杞	<u>3-11-</u>	001111	
53 馬醉木	1---	001111	
59 森氏紅淡比	2---	001111	
64 楊桐	2-2-	001111	
65 楊梅	2-2-	001111	
68 綠樟	<u>32-2-</u>	001111	
54 茜草樹	<u>55553</u>	01000	
19 水金京	<u>22543</u>	01001	
42 柏拉木	-2131	0101	
11 山紅柿	<u>45466</u>	0110	
45 紅花八角	<u>23154</u>	0110	
30 米碎柃木	<u>22444</u>	0111	
	00001		
	0111		
	011		
	01		

續表三、坪林台灣油杉永久樣區雙向列表比較法結果一覽表

	Ib	Ia
樣區	12435	
樹種		
28 白匏子	-2344	1000
20 有樟	--133	100100
17 日本灰木	--223	100101
4 大青	-1314	100110
14 山豬肝	--3-3	100111
26 白肉榕	--3-3	100111
67 裏白饅頭果	212-3	1010
23 密花五月茶	3-443	1100
73 樹杞	32133	1101
43 柳杉	55-67	1110
27 單刺苦櫟	66346	111100
46 豬腳楠	55445	111100
29 鵝掌柴	54355	111101
49 烏心石	44244	111101
1 九節木	34345	11111
	00001	
	0111	
	011	
	01	

□ 代表共同之植物， “—” 代表出現某一型之特徵種

分兩個亞型，各亞型之名稱及植物組成與結構簡述如下：

1、單刺苦櫧型 (*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis* type)：

結構上可分成二層，上層為喬木，下層為灌木；高度為 13m，台灣油杉為木型之突出樹，本型之主要優勢種為單刺苦櫧(鋸葉長尾栲、白枝櫟)、豬腳楠 (*Machilus thunbergii* Sieb. & Zucc.)、鵝掌柴 (*Schefflera octophylla* (Lour.) Harms)、鳥心石 (*Michelia compressa* (Maxim.) Sargent)、茜草樹 (*Randia cochinchinensis* (Lour.) Merr.)、水金京 (*Wendlandia formosana* Cowan)、山紅柿 (*Diospyros morrisiana* Hance)、紅花八角 (*Illicium arborescens* Hayata)，第二層以米碎柃木 (*Eurya chinensis* Brown) 及九節木 (*Randia cochinchinensis* (Lour.) Merr.) 為主；

本型下分兩亞型：

la、裏白蔥木—單刺苦櫧亞型 (*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis* — *Aralia bipinnata* subtype)：

本亞型分布於 29 林班之林下栽植造林地中，該地區木目前林下以芒草 (*Misanthus* sp.) 為優勢，本亞型的木本優勢種與單刺苦櫧型相同，特徵種上有大青 (*Clerodendrum cyrtophyllum* Turcz.)、杜英 (*Elocarpus sylvestris* (Lour.)

Poir.)、裏白蔥木(*Aralia bipinnata* Blanco)、細葉饅頭果(*Glochidion rubrum* Blume)及水冬瓜(*Saurauia tristyla* DC. var. *oldhamii* (Hemsl.) Finet & Gagnep.)。

1b、單刺苦櫧一大明橘亞型 (*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* f. *sessilis* — *Myrsine sequinii* subtype):

本亞型分布於 28 及 29 林班，為臺灣油杉主要的分布植群型，本亞型主要分布於稜線上，林中間雜有柳杉(*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don)，木本優勢種與單刺苦櫧型相同，特徵種上有筆羅子(*Meliosma rigida* Sieb. & Zucc.)、錐果櫟(*Cyclobalanopsis longinux* (Hayata) Schottky)、密毛假黃楊(*Ilex pubescens* Hook. & Arn.)、大明橘(*Myrsine sequinii* H. Le'vl.)、小葉赤楠(*Syzygium buxifolium* Hook. & Arn.)、山羊耳(*Symplocos glauca* (Thunb.) Koidz.)、臺灣油杉、臺灣糊櫻(*Ilex ficoidea* Hemsl.)、香楠(*Machilus zuihoensis* Hayata var. *zuihoensis*)及黃杞(*Engelhardtia roxburghiana* Wall.)，出現在大多數樣區之部份特徵種有大丁黃(*Euonymus laxiflorus* Champ. ex Benth.)、領垂豆(*Pithecellobium lucidum* Benth.)、薯豆(*Elaeocarpus japonicus* Sieb. & Zucc.)、軟毛柿(*Diospyros eriantha*)及大頭茶(*Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr.)。

由以上之分型，1b 類似林則桐氏之鋸葉長尾栲型，1a 似鋸葉長尾栲型幼齡林，而沈瑞琛之四型中赤栲並未出現自然保留區，而台灣油杉—長尾栲林型則類似本型之單刺苦櫟型；至於其他二型可能屬於本次未設置之樣區或相似性之差異而分出者。若依整體而言，坪林台灣油杉多位於北部地區低海拔山頂稜脊，該位置之植群應屬於櫟木林型，而北部低海拔之櫟木林型，應以鋸葉長尾栲型（單刺苦櫟）為主。

## 2、多樣性分析結果：

### (1) $\alpha$ 多樣性結果：

依植物社會之分型結果，可分成二型來探討：

1a、裏白蔥木—單刺苦櫟亞型，共有 1 個樣區，其 shannon 多樣性 ( $\alpha$ —多樣性)，木本為 1.76，草本為 2.08，大致上都比其他 4 個樣區小。

1b、大明橘—單刺苦櫟亞型，共有 4 個樣區，其 shannon 多樣性 ( $\alpha$ —多樣性)，木本由 2.64 至 1.26，而草本則由 2.59 至 2.03。

### (2) $\beta$ 多樣性結果：

由植物社會之  $\beta$  歧異度來分別各植物社會之區別，由於 1a 之植物社會，雖經林下栽植，但上部並未全部移除，形相上類似疏伐，因此  $\alpha$

多樣性與原先之植物社會相差不大； $\beta$  多樣性是量測植物社會轉變的程度，因此可做為植物社會變化的參考，並由原先之植物社會與變動的社會做比較(表四)。

本次調查上與 1a 的第五樣區較相似者，為 1b 的第 3 及 4 樣區，經比較  $\beta$  多樣性，相同植群型的 3 及 4 樣區木本或草本皆比第 5 樣區高，但  $\beta_T$  之轉換率都較低（木本 0.5；草本 0.7），由於  $\beta$  多樣性可觀察未來森林的恢復狀況，俟森林回復相似性會提高，轉換率會更下降，相似性或轉換率與時間軸所畫出之曲線在某段時間持續穩定後應可視為恢復 (Fang and Peng, 1997; Ehuang, 1997)。由於這一次已設置永久樣區進行觀測，此可供未來持續監測。

表四、坪林油杉自然保留區永久樣區之  $\beta$  多樣性一覽表

植群型	$\beta$ 多樣性	Sorenson 相似性指數	$\beta_T$ 轉換率
	3 - 4	63.4%	0.5
木	3 - 5	49%	0.97
	4 - 5	42.7%	0.96
草	3 - 4	30.3%	0.7
	3 - 5	14.5%	0.8
本	4 - 5	26.5%	0.97

### (三)、成熟木健康程度之調查

本次研究之健康指數變數的取得，由健康指數調查資料中找出可利用的拿來當變數。在調查的項目中有葉子掉落程度、雷擊蟲害及根部裸露等許多調查項目，但由調查結果得知，只有葉子掉落與枝梢枯萎二項適合當作變數。由於調查的數據顯示二者與油杉的健康較有直接的關係，但這並不代表其他的變數就不會影響到油杉的健康，因此只取葉子掉落與枝梢枯萎二個變數，而且目前不健康之油杉的樣本數太少，加入其他的變數可能會使其“自由度”因而喪失，因此只取兩個變數來分析。

在健康指數的調查中，葉子掉落與枝梢枯萎的程度本次研究將其劃分為 0、0-33%、34-66%、67-100% 四種程度，在分析時，將其分別以 0、1、2、3 來表示，再利用 SAS 的鑑別分析法分析。比較實際觀測與分析預測之間有何不同。由資料中取出適合分析之變數，在數據中，只有“葉子掉落”和“枝梢枯萎”二項變數適合拿來分析。利用 SAS 的鑑別分析分析出結果，分為實際觀測和分析預測二種，觀察二者是否有差異，根據分析的結果來分級，共分為四級：危險級、潛在危險級、健康級及死亡級；其中危險級與潛在危險級由於實際觀測與分析預測之結果間有差異，所以必須再加強觀察之。另一原因為分析結果會因為數據資料的樣本數不夠，而有所變化。

天然林、人工林及合併之分析結果製成健康指標關係表(表五、六、七)其依下列之級別來作為分級之依據。

健康級—本次研究預測及電腦預測皆為健康者，稱之為健康級，要

維護使其繼續保持健康狀態。

潛在危險級—實際觀測為Y，分析預測為不健康者(N)或是實際觀測為N，分析預測為Y，二者有所出入；或許是不健康的情況尚不明顯故人為觀察的判斷錯誤，或者是樣本數不足，使得分析不出來其正確結果，為了求證也必須加強觀測之。

危險級—實際觀測為N，分析預測為N，二者皆為不健康，所以稱之為危險級，為了確定其健康狀況，必須密切觀察之。

死亡級—此級的油杉大多已死亡，有些接近死亡，本次研究可由之前的調查數據去了解其之前的情況，藉由資料的顯示來了解及規劃出如何針對其問題來保護及防止其他油杉不健康及死亡。

由表五得知，人工林之林木可分為四級，格子內的數字，上方沒括號的數字為本次研究預測之健康的林木株數，括號內之數字則是電腦預測為不健康的株數，如 53(0)即為 53 株健康株數，沒有不健康的株數；0(1)即為本次研究與電腦都預測其為不健康的林木；0(2)即為本次研究與電腦都預測這 2 株林木為不健康。

再由表內之數字分布，可區分為四級如下：

健康級—53(0)、25(0)、2(0)、15(0)、2(0)

潛在危險級—0 (1),

危險級—0(1)、0(1),

死亡級—0(2)

表五、人工林健康指標之關係表

X2	0	1	2	3	
X1	0	53 (0)	25 (0)		
1	2 (0)	15 (0)	2 (0)	0 (1)	
2			0 (1)	0 (1)	
3				0 (2)	

X1—枝梢枯萎

註：沒括號的數字為本次研究預測為健康的株數

X2—葉子掉落

括號內之數字是預測為不健康的株數

其中 103 號林木本次研究預測其為不健康，但電腦則預測其為健康之林木，因此把它區分為潛在危險級。至於其餘之林木，電腦與預測之結果相同。推測 103 號林木其枝梢枯萎和葉子掉落的程度遠比其他健康林木嚴重，因此本次研究判定其為不健康之林木，又二林分資料合併後，發現其被預測為不健康級，因此，推測是資料數據太少導致 103 號林木在單獨分析時，被預測為健康級。

由表六可得知，格字內之數字與表五內之數字相同意義，如 2(1)即為預測 2 株健康之林木，而電腦預測其亦為健康之林木；且由格子內數

字之分布，可區分為 3 級如下：

健康級 - 25(0)、3(0)、39(0)、3(0)

潛在危險級 - 2 (0)

死亡級 - 0(3)

其中，34 號林木預測其為不健康之林木，但是電腦則預測其為健康之林木，其他之林木皆與預測之結果相符，推測電腦用葉子掉落為判別健不健康之重要因子。34 號林木的枝梢枯萎較嚴重，所以本次研究預測為不健康，但電腦好像是用葉子掉落來做為判別標準，因此判別 34 號為不健康。

表六、天然林健康指標之關係表

		X2	0	1	2	3
X1			0	1	2	3
	0	1	2	3	4	5
0	25 (0)	3 (0)				
1	39 (0)	3 (0)				
2	2 (0)					
3				0 (3)		

X1 - 枝梢枝萎

註：沒括號的數字為本次研究預測為健康的株數

X2—葉子掉落

括號內之數字是預測為不健康的株數

表七為人工林及天然林健康指標之關係表，格字內之數字與表六內之數字意義相同，由表七之數字分布可區分為四級如下：

健康級—78(0)、41(0)、28(0)、18(0)

潛在危險級—2(0)、1(1)、0(1)

危險級—0(1)、0(1)

死亡級—0(5)

表七、人工林及天然林健康指標之關係表

X1	0	1	2	3
X2				
0	78 (0)	28 (0)		
1	41 (0)	18 (0)	1 (1)	0 (1)
2	2 (0)		0 (1)	0 (1)
3				0 (5)

X1—枝梢枝萎

註：沒括號的數字為本次研究預測為健康的株數

由調查資料顯示，人工林與天然林的胸徑分布可相連接，故可將二林分資料合併來分析，以增加分析之樣本數，所得的結果與之前各別分析的結果有些許的不同，也比之前二者（實際與預測）分析的結果更為接近。其中，人工林之 23 號林木，與原本預測之結果不同；另外，天然林之 103 號林木也與原本之結果不同。

二林分之林木合併後，有 2 個林木與之前各別分析時所預測的有所不同，一為天然林之 34 號林木，原本本次研究預測其為不健康之林木，在天然林獨自分析時也預測為不健康，但是二林份資料合併後，分析發現其被預測為健康之林木；另一林木為人工林的 103 號林木，本次研究預測其為不健康，在原本獨自分析時電腦分析預測其為健康，但是合併分析後，電腦分析預測為不健康之林木，就與本次研究的預測相同。推測產生不同預測之結果，可能為數據資料增加，使得預測的範圍改變，導致會與先前各自分析之結果有差異，這種差異則代表資料若越大，則預測之結果會更精準，因此，若是提高樣本數則準確度會跟著提升。

另外可以根據分析的結果與分級，針對林木加以適當的保護與措施。表八提供各分級的株數與樹號，從表之內容，可清楚的了解坪林台灣油杉自然保留區內台灣油杉之健康狀態及健康指標分級情形，並可由其健康指標之分級來針對不同級別做不同方式的保護措施。如危險級中人工林之 38、25 號林木，可針對其健康情形加強研究，針對造成林木快死亡或危險之原因為何，再針對其原因作防護措施。

表八、健康指標分級之株數與樹號表

健康指標	株數	樹號
死亡級	4	天然林：10、12、14 人工林：48、42
危險級	2	天然林：無 人工林：38、25
潛在危險級	5	天然林：25、34 人工林：23、50、103
健康級	165	天然林：其他樹號 人工林：其他樹號

健康指標是一種預警系統，也可以說是一種監測指標，若是林木被預測為危險或潛在危險級時，則可預先做防護措施，預防林木在繼續惡化下去，因此健康指標是一個相當重要的指標，其應用範圍亦非常廣泛。

#### (四)、幼苗之狀態

台灣油杉在天然的狀態下，更新困難，其原因包括：一、在遺傳上其屬於衰老之族群，遺傳性較強，適應力較弱，繁殖力低，故其分布面積一直在縮減。二、種子苗上，台灣油杉小苗數量較少的原因是由於其球果產生的種子 85-90% 為空粒或不稔性種子，同時飽滿的種子發芽率僅達 0.5%，且其幼苗根系易腐爛而死亡，繁殖不容易（王亞男，1987）。

對於台灣油杉小苗的生長情形，基於持續追蹤之其狀態有必要加設樣區進行了解，在 28、29 及 40、41 林班中，各設置小苗樣區，其面積為 5m× 5m，樣區設置數量依照小苗樣區出現之數量加以設置，小苗樣區調查的項目包括植株高度及枝下高，每株小苗並給予編號，在表格中劃出分布位置，供爾後調查人員調查，同時對於每株台灣油杉小苗以數位相機記錄之。

由過去之形狀及現在巡視人員之了解，一般認為台灣油杉小苗較適合生育於開闢地，如步道或砍伐之裸地，本次之調查結果大致與推測相似，並顯示林緣及裸地小苗之適合性較林內佳，在第 28 林班之小苗樣區中發現林緣與步道有小苗存在，但往林內小苗則較少發現（表九）。根據當地的環境來推測小苗分布原因，以第 28 林班之小苗樣區之 2、3、4 號為例，此區的小苗樣區周圍有三株台灣油杉成株，外圍另有二棵成株，物候觀察這五株成株開花結果量高，推測有大量的種子散落在此區，使此區之小苗數量較多；然而僅只有林緣與步道小徑上有較多之小苗。

調查結果顯示林緣、林外（步道、小徑）均有小苗存在，但發現小苗生長環境，仍以步道小徑居多，而生長在林緣的小苗，是生長於林內空隙較大，光線較充足的地方，推測台灣油杉小苗喜生長較空曠的地方。由於林內及林外均有小苗發現，故未來可利用加設之林內樣區與林緣、步道林區之小苗植株變化來追蹤與監測幼苗之生長狀態。

表九、台灣油杉小苗樣區之株數與高度一覽表

樣區編號 小苗高度	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I			1	1		1	2	3*	0
II	2	3	2	2	6*	1	5	0	0
III	2		4	7	4*	1	1	3	0
IV							1	0	0

註:1. 小苗高度 I :10cm 以下， II :11-30cm , III :31-100cm , IV :101cm 以上。2. \*代表林緣，其他皆發現於小徑步道上，第 9 小區為森林對照區。

### (五)、植物物候觀察結果

植物物候是觀測一年中動植物短期出現的生活週期階段或活動的現象(Lieth, 1974)，而此種現象再配合當地之環境干擾或物種的生理現象，在植物族群的監測上，能提供進一步季節性和物候模式的建立；在整個生態系的運作，如消費族群的維繫及植物族群自我的維持都有很深之意義(Lieth, 1974)，坪林台灣油杉自然保留區之台灣油杉物候監測調查的項目主要有抽芽、展葉、結果、殘果、枯葉、正常葉、雌花、球果成熟、球果未成熟、球果開裂。

經調查結果，將各項物候現因略述如下：

#### 1、開花結果、週期

台灣油杉之開花週期主要在 3-4 月，其結果期從 4 月開始發生，

約 11、12 月成熟球果開裂、球果開裂、種子隨風飄散、種子量多，但大多不稔性，導致台灣油杉小苗數不多，在人工林區(40、41 林班)的物候監測調查中，發現已有 7 株人工種植之台灣油杉已進入開花結果期，本計劃本擬將人工林區與天然林區之台灣油杉物候監測資料合併觀測，但由於資料不完全之原故導致只能單獨使用。

## 2、植物抽芽與生長

調查結果顯示台灣油杉主要生長期約在 3-7 月(高峰期)，在 8 月中旬之後，台灣油杉之抽芽生長情形再增加。在生長期間主要影響之環境因子以颱風最為重要。颱風發生的次數、強弱、持續時間、對台灣油杉生長有不同程度之影響。

將來的油杉物候調查中，可針對特定的幾株油杉做詳細且完整的物候調查，此方式的調查出的結果較容易看出其趨勢與其物候特性，往後調查人員也較能方便利用資料來判讀與分析。

## 六、結論及建議

### (一)、永久樣區與成熟木之調查

經由 5 個永久樣區之調查，大致上可將台灣油杉所在之植群型歸為單刺苦櫧型，近年來由於自然保留區有受到林下栽植之影響，致部份地區之林相受到破壞，因此植群型又可分成二亞型，即裏白蔥木—單刺苦櫧亞型及未受干擾的大明橘—單刺苦櫧型，此二型可互為對照，未來在植群的監測上，可以不同之多樣性指數了解裏白蔥木—單刺苦櫧亞型回

復的情形。由於台灣油杉屬於單刺苦櫟型植物社會的突出樹，該型所在的坪林地區夏季常為主要的雷雨區，這次觀測台灣油杉之老熟木時，常可發現因雷雨形成之傷害，建議適當的防護措施應積極進行，例如加設避雷針等以防範進一步的自然傷害。

## (二)、林木健康指數之探討

經由這次林木健康程度之調查，可分成死亡級、危險級、潛在危險級及健康級，死亡級之林木，因其全部死亡取名為死亡級。這 5 棵林木的死亡原因因為其死亡日期不確定，且在調查時已死亡，所以無從推測。

另外推測造成林木危險級的原因，是林木本身生長速度原本就比其他林木慢又競爭不過其他林木，漸漸造成其葉子掉落，枝梢枯萎等現象，進而被分析為危險級。而潛在危險級之林木，推測是由於樣本數太少，電腦預測與本次研究所預測之結果不同，所以歸納為在危險級。

健康級之林木，並非因預測為健康林就不去維護，要更加強監測他們未來的健康狀態，才會達到預警的效果。另可由健康之林木狀態來比較危險級、潛在危險級之林木健康狀態，探討之間有何差異，並針對其差異來深入研究。目前在三月份的生長季，就發現半天然林的 23 號，出現枝葉枯落的現象，由於 23 號，樹幹上有雷擊的痕跡，推測其可能為雷擊干擾後，生理不適的現象，此現象值得進一步觀測。

此次健康程度之調查大致上可有六項討論：

1、可用同一套模式套用在不同的研究中，應用的範圍很廣，且方法

簡單，方便操作，可以推廣應用。

2、可做為林木或樹木的預警系統，用來監測老樹或特定樹種的生長情形及健康狀態，並可從中找出較具影響之因子，進而提出改善方法。

3、可應用在公園、街道樹、老樹及保護區經營管理上，做為林木的基本資料，供日後研究用。

4、在設計健康指數表格時，要先針對該樹種了解其生長形態及分佈情形、目前的情況等，才能設計出良好的表格，供日後分析使用。

5、這種方法很主觀，因填表人的想法不同而影響其結果，所以要有一種模式使每個人人都能了解如何填表及依據為何。

6、台灣目前尚無可參考之樹木健康指數之資料，一切都得靠國外的研究報告中獲得，應儘速建立資料。

### (三)、物候調查之探討

物候的觀察主要是了解台灣油杉的開花及生長週期，提供小苗在不同年份出現之規律，由此次的物候觀察大致上可看出台灣油杉在4-6月及7-10月有二次快速抽芽之時間，於果實開裂則多於10-11月即種子成熟期，然由於野外過去之調查上，較無規律可查，加上今年度之調查，並未滿一年，因此建議持續進行觀測，在觀測上建議可依固定之物候監測表格，方便調查人員進行。次則坪林台灣油杉自然保留區之位置遙遠，觀測不易，建議不需對全部台灣油杉進行觀測，建議僅抽樣調查其中之

30-40 株即可。同時應採取以健康指標分級來決定觀測樣本，做更完整精細的調查。物候調查上，常因調查人員之主觀判斷而有所不同，所以必須建立分級，使調查人員導致會受自己的主觀而影響調查結果。

物候或健康指數的調查上，由於保留區內地勢陡峭，台灣油杉都生長在稜線上，加上台灣油杉的植株非常高大(25-40m)，管理或巡視人員觀察不易，甚至以普通之相機或數位相機亦無法拍攝或記錄完全，建議可搭配高倍之鏡頭、具有五倍數(5x)以上之數位相機或高倍的數位錄影機進行觀測，同時由於部份之枝葉枯萎受颱風、雷電自然干擾或受人為干擾之輕微影響，甚至未來需在現場做雄花與雌花之觀測與授粉研究，可再向國外購買爬樹工具進行研究，就管理上，如果搭配兩種工具，在物候與健康程度之觀察應可更詳細。

#### (四)、未來監測之建議

稀有物種的生存，應考慮形成稀有的原因及分布，並由時間尺度了解稀有的變化，應用目前的監測資料來預測或監測未來的變化情形，以提供稀有物種保育經營上的參考。

在稀有物種的保育上，並非成立保護區即完成物種的保存，相反的保護區系統的成立僅是代表該物種完成初步調查的開始，伴隨第二步驟的監測(monitoring)，才是稀有物種保育的開始。

稀有生物保育的研究大致可分成地景層級(landscape level)、社會或生態系層級(community or ecosystem level)、物種或族群層級

(species or population level) 及基因層級 (genetic level)，這些層級各有其影響因素與評估準則，同時在空間及時間上各有評估與研究之方法（表十）

未來坪林台灣油杉自然保留區之監測做法，景觀與基因層次，可了解老熟木在 4 塊區隔開來的生育地上，是否有所改變；此老熟木可配合遺傳基因之了解與健康程度進行觀測，在社會或系統生態學尺度上可針對物種的恢復程度及物種歧異度指數 ( $\alpha$ 、 $\beta$  歧異度) 進行觀測，物種或族群尺度則應進行林下小苗之存活率與老熟木之枯死率的調查與原因之記錄。

至於小苗到成樹的動態改變，在本次調查中發現小苗多出現在巡視步道上，在森林中較少出現，由於坪林台灣油杉保留區屬於嚴格之科學保護區，不得做任何的林相疏伐，因此建議在保留區外另找一塊有油杉出現之地區，進行試驗比較，並做持續的監測。

以上幾種監測之時間（表十一），建議植物社會的動態變化，氣候或地形干擾所形成之崩塌變化、植物社會之歧異度變化、植群演替之變化及族群數量之動態變化可 3-5 年觀測一次，而幼苗之生長需 1-2 年，物候觀測則需半個月至一個月行之。物候的觀測所需人力較少，可由管理處進行監測，在演替或歧異度變化的永久樣區的調查上，由於調查的人力較多，建議以僱工或與鄰近學校合作的方式進行永久性的觀測與維護。

## 七、誌謝

本研究計劃執行期間承行政院農委會林務局羅東林區管理處提供經費，並承台北工作站諸位同仁及管理處傅正英小姐及賴柳英股長的行政支援與黃生教授、陳明義教授、葉慶龍教授、管立豪課長及林則桐研究員等提供寶貴的意見，同時承蒙陳美惠小姐及江國樑先生提供台灣油杉野外的分布資料與相關之寶貴意見及野外的協助，使野外之調查之行政作業與補給獲得極大之幫忙；宜蘭技術學院森林系宋梧魁、程宗德、李訓義、葉清旺、吳康正、吳俊毅、李智群、葉治廉、陳宗煜、蔡依倫、簡守霆、林長瑩、吳昇輯、林楚堯、鄭婉蒨、施純泰、陳維倫、趙淑枝、廖茂州等諸位同學的外業鼎力相助使本計劃得以順利完成，謹此一併致謝。

表十一、坪林台灣油杉自然保留區監測項目及時間一覽表

觀測項目 尺度	項目	間隔時間
社會或生態學	植物社會之歧異度變化	3-5 年
	演替之變化	3-5 年
	幼苗之生長	1-2 年
族群尺度	族群數量之動態變化	3 年
	物候觀測	月或半個月
	突發氣候(暴雨或颱風)	不定期

監測尺度	監測問題	監測方法
景觀尺度	1. 景觀歧異性的趨勢	A. 景觀類型的指標 B. 過去歷史的狀況 C. 航測與地理資訊系統 (GIS)
	2. 生育地需求與分布的趨勢	A. 景觀類型的指標 B. 過去歷史的狀況 C. 航測與地理資訊系統 (GIS)
	3. 景觀要素的趨勢 (如邊緣破碎化、內緣性森林)	A. 景觀類型的指標 B. 過去歷史的狀況 C. 航測與地理資訊系統 (GIS)
社會或系統生態學尺度	1. 經營動作或自然干擾對——物種歧異度指數 物種歧異度之影響	
	2. 作用 — 物種在社會或生態系統中扮演之角色	作用群 (Functional group) 與基爾德 (guild analysis) (植物為 synusia 層片，同生層分析)
	3. 保護地區具有高物種豐富度之層次	A. 快速的評估 (Rapid assessment) B. 保護網空隙分析 (Gap analysis)
物種或族群尺度	1. 物種與族群趨勢 經營動作或自然干擾	A. 豐富度指數 B. 族群估測 (population estimates)
	2. 對物種或族群的影響	A. 豐富度指數 B. 族群估測 (population estimates)
	3. 物種或族群長期生存的機率	定量的族群生存力分析 定性的族群生存力分析
基因層次	1. 在物種與族群之間的遺傳歧異性	A. 外表差異 B. 同功酶每素分析 C. DNA 分析
	2. 同一物種在族群間的遺傳歧異性	A. 外表差異 B. 同功酶每素分析 C. DNA 分析
	3. 經營活動或生育地破碎化對物種歧異度之影響	A. 外表差異 B. 同功酶每素分析 C. DNA 分析

表十、生態組織層次的監測問題與方法（摘自 Gaines et al 1999）

## 八、參考文獻

<http://www.forest.gov.tw>。

<http://www.tari.gov.tw/news/>。

<http://www.tfri.gov.tw/nf/news-t/news-t47.htm>。

<http://ten.yam.ory.ntu/ntu15.htm>。

中央氣象局 1973 物候觀測手冊。 中央氣象局。

王亞男 1987 台灣油杉的生殖週期與其解剖學研究。 台灣大學森林所博士論文。

王維洋 1994 分子生物技術於台灣特有及有植物遺傳變異研究之應用。  
自然保育季刊 11:10-13。

台灣省林務局文山林區管理處 1988 坪林台灣油杉自然保留區管理維護  
計劃執行報告。 77 年執行報告第 004 號。

台灣省林務局 1993 台灣稀有植物圖鑑( I )。 台灣省林務局。

台灣省林務局 1995 台灣稀有植物圖鑑( II )。 台灣省林務局。

行政院農委會 1996 台灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑( I )。

行政院農委會。

行政院農委會 1997 台灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑( II )。

行政院農委會。

沈瑞琛 1995 坪林台灣油杉自然保留區經營管理模式之研究。 台灣省  
特有生物研究保育中心。

林文龍 1995 坪林地區台灣油杉生育地調查與分析。 台灣大學森林所碩  
士論文。

林彩雲、張淳璣 2000 台灣油杉之遺傳歧異度分析。 農委會林務局保  
育研究系列 89-14。

林務局森林企劃組 1995 全球衛星定位儀在森林測量上應用之測試。  
台灣省農林廳林務局。

林務局、自然生態保育協會 1997 自然保護區經營管理研討會會議手冊。

林務局、自然生態保育協會 p7。

林則桐、邱文良、呂勝由 1987 台灣油杉自然保護區生態調查。 林試所 76 年度試驗計畫實施報告 pp. 14-16。

孟慶繁、胡隱月、王慶貴、張風斌 1999 黑龍江省東部森林群落  $\beta$  多樣性研究。 應用生態學報 10(2)：140-142。

金平亮三 1936 台灣樹木誌。 台灣總督府中央研究所林業部 p. 51。

邱祈榮、聶齊平 2000 美國森林健康監測評量體系之介紹。 台灣林業第二卷第 3 期 P:46-58。

柳榕 1966 台灣產松柏類植物地理之研究。 林試所報告 122: 1-33。

柳榕、徐國士 1971 台灣稀有及有絕滅危機之動植物種類。 中華林學季刊 (4):89-96。

柳榕、徐國士 1971 台灣稀有及有滅絕危機之動植物種類。 中華林學季刊 (4):89-96。

徐國士 1980 台灣稀有及滅絕危機之植物。台灣省立基隆高級中學編印。

徐國士 1983 台灣稀有植物的保護。 大自然創刊號 P. 53-57。

徐國士、呂勝由 1984 台灣的稀有植物(普及版)。 渡假出版有限公司。

徐國士、林則桐、呂勝由、邱文良 1985 墾丁國家公園稀有植物調查報告。  
內政部營建署墾丁國家公園管理處。

馬克明、葉萬輝、桑衛國、馬克平、關文彬 1997 北京東靈山地區植物  
群落多樣性研究 X. 不同尺度下群落樣帶的  $\beta$  多樣性及分形分析。 生  
態學報 17(6): 626-634。

高賢明、馬克平、黃建輝、劉燦然 1998 北京東靈山地區植物群落多樣  
性的研究 X I. 山地草甸  $\beta$  多樣性。 生態學報 18(1): 24-32。

彭昭英譯著 1989 SAS 與統計分析。 PC-6.03 版/主機 5.18 版  
儒林圖書公司。

陳子英 1993 台灣北部楠儲林帶闊葉林之植群分析。台大實驗林研究報告 7(3): 127-146。

陳子英 2000 台灣北部低海拔的植物生態。植物園資源及經營管理學術研討會論文集 P. 9-33。

葉慶龍、范貴珠 1996 大武台灣油杉自然保護區之植群生態研究。台灣省農林廳林務局研究系列 84-01-1 號。

管立豪、陳仲賢、高義盛、陳孫浩 1996 全球衛星定位系統(GPS)在資源調查上的應用——坪林油杉自然保護區調查。台灣林業 25(3):26-31。

劉棠瑞、蘇鴻傑 1983 森林植物生態學。台灣商務印書館。

劉思謙、唐立正 1998 礁溪台灣油杉自然保護區動植物調查研究。台灣省農林廳林務局保育研究系列 87-3 號 台灣省農林廳林務局羅東林區管理處 52pp。

鄭明修、詹榮桂、馮豐隆、曾晴賢、楊正澤 1994 東北角海岸風景特定區自然生態資源調查與監測(一)。交通部觀光局東北角海岸風景特

定區管理處。

鄭明修、詹榮桂、馮豐隆、曾晴賢 1997 東北角海岸風景特定區自然生態資源調查與監測（三）。交通部觀光局東北角海岸風景特定區管理處。

潘富俊等 1997 自然保留區經營管理手冊。農委會 255pp。

歐辰雄、呂福原、呂金誠 1995 台灣樹木誌。中興大學農學院出版。

賴明洲 1991 台灣地區植物紅皮書—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80年生態研究第12號。

錢迎倩、馬克平 1994 生物多樣性研究的原理與方法。中國技術出版社 237pp.。

羅漢強、林文龍 1999 台北坪林台灣油杉生育之植群分析。台大實驗林研究報告 Jour. Exp. For. Nat. Taiwan Univ. 13(13):225-240.

蘇鴻傑 1980 台灣稀有及有絕滅危機之森林植物。台大實驗林研究報告 125:165-205。

蘇鴻傑 1987a 森林生育地因子之定量評估。 中華林學季刊  
20(1):1-14。

蘇鴻傑 1987b 植群生態多變數分析法之研究III. 降趨對應分析及相關分  
布序列法。 中華林學季刊 20(3):45-68。

蘇鴻傑 1990 植物保護區之規劃與經營管理。 森林資源保育研究會講  
義 P. 112-129。

Bray, J. R. and J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest  
communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27:325-349.

Dale, V. H., Franklin, R. L. A. Post, W. M & Gardner, R. H. 1991. Sampling  
ecological information:Choice of sample size. Ecol. Modelling  
57:1-10.

Du Mond, D. M. 1973 A Guide for selection of rare, unique and  
endangered plants. Castanea 38(4):387-395.

Fang, W and Peng, S. L. 1997 Development of species diversity in the  
restoration process of establishing a tropical man-made forest

ecosystem in china. Forestry ecology and Management 99:185-196.

Goldsmith, B. 1991 Moritoring for Conservation and Ecology. Chapman and Hall Press.

Gonling, B. Land Byers, G.E 1993 Forest health monitoring field methods guide.

Gauch, H.G. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology, Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press.

Gaines, W, Harrod, R. and Lehmkuhl, J. 1999 Monitoring, Biodiversity:Quantification and interpretation USDA, PNW—GTR —443.

Grossman, D. H., Faber-Langendon, D., Weakley, A. S., Andersm, M., Bourgerom, P., Crawford, R., Goodin, K., Landaal, S., Metzler, K., Patterson, K. Pyne, M., Reid, M. and Sneddon, L. 1998 International classification of Ecological Communities: Terrestrial vegetation of the United states. voll The National Vegetation classification System: Development, Status, and

Applications, Nature Consemcy.

Kent, M., Paddy, C. 1992. Vegetation deseripition and analysis:  
a practical approach. Belhaven press London.

Li, H. L. & Keng, H · 1994 PINACEAE(松科) In:Flora of Taiwan  
Second Edition Volume One 567-581pp. Editorial committee of the  
Flora of Taiwan; Second Edition.

Lieth, H. Springer-Verlag 1974. Phenology and Seaonality Modeling.

Mueller-Dombois and Ellenberg 1974 Aims and methods of vegetation  
ecology. John Wiley and Sons 547p.

Numata, M., A. Miyawaki and S. Itow. 1972 Natural and seminatural  
vegetations in Japan. Blumea 20:435-496.

Silvertown, J. W. and Doust, J. L. 1993 introduction to plant  
population Biology Blackwill Scientific publication.

Spellerberg, I. F. 1991 Monitoring ecological change. University

of Southampton.

Su, H. J. 1994 species diversity of forest plants in Taiwan  
Biodiversity and Terrestrial Ecosystems 14:PP. 87-98.

Threatened plants committee secretariat, IUCN. 1980 How to use the  
IUCN Red Data Book Categories. Royal Botanical Garden.

## 九、附錄

七

## 油杉永久樣區調查表

# 附錄二 草本植物群調查表

樣區編號：----- 含石率：----- 地形：----- 記錄者：----- 小區  
主要植群：----- 樣區面積：----- 平均高度：----- 配置  
坡度：----- 坡向：----- 全天光空域：-----  
海拔：----- (iii) 傾斜角：

## 生育地環境：

日期

位置：\_\_\_\_\_ 縣 圖號：\_\_\_\_\_ 地址：\_\_\_\_\_ 林班：

## 油杉健康指數調查表

樣區編號： 記錄者： 日期： 地點：

## 附錄四

## 油杉健康指數調查表(簡表)

樣區編號：\_\_\_\_\_ 記錄者：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_ 地點：\_\_\_\_\_

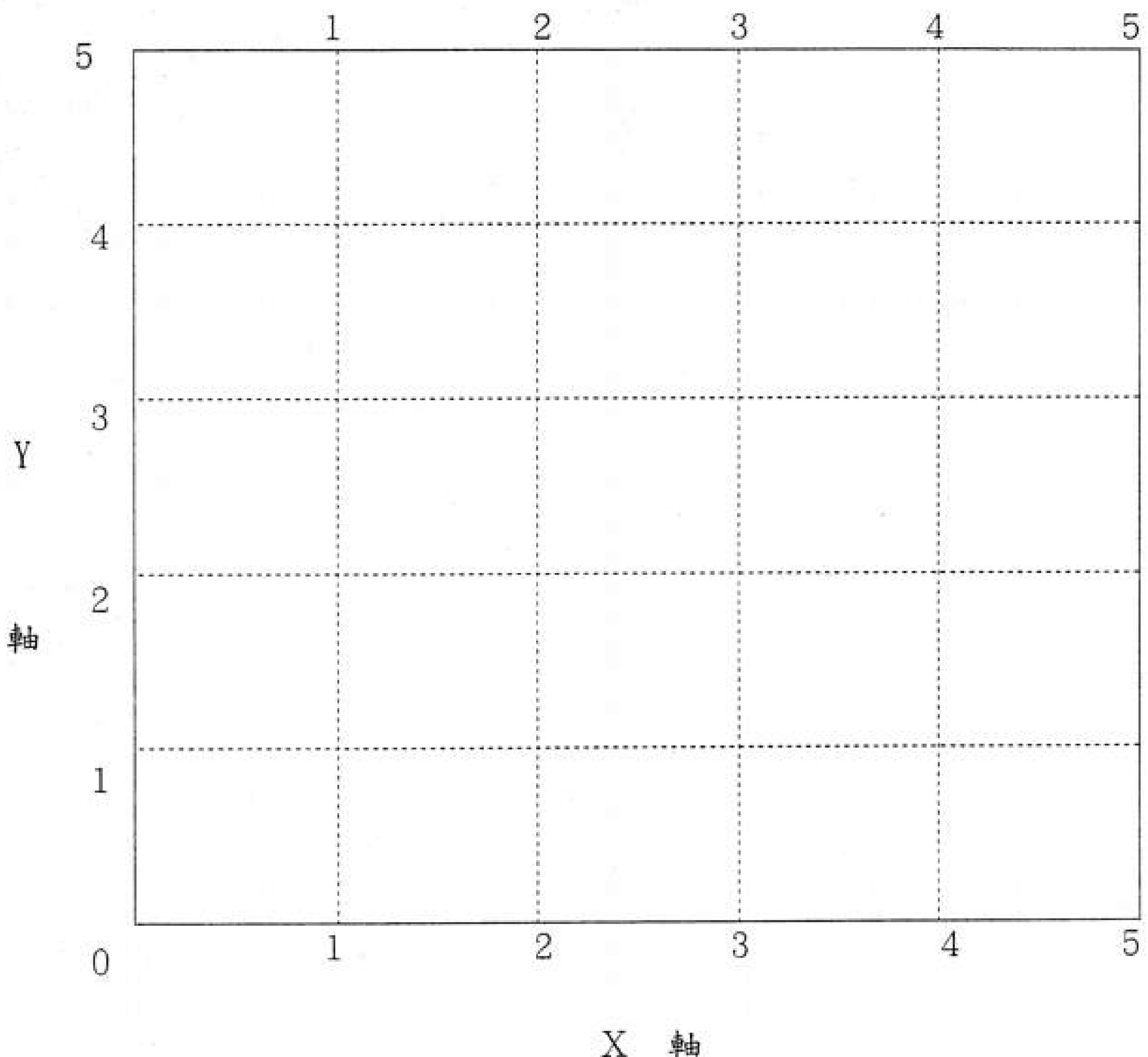
附錄五

## 油杉苗木調查表格

大區名稱：\_\_\_\_\_ 樣區地點：\_\_\_\_\_ 紀錄者：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_  
樣區編號：\_\_\_\_\_ 地形位置：\_\_\_\_\_ 樣區面積：\_\_\_\_\_ 海拔：\_\_\_\_\_

附錄六

小苗位置區



## 油杉物候調查表

附錄七

植物名稱：\_\_\_\_\_ 記錄者：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

**地點：**\_\_\_\_\_

調查項目：請以打勾✓記號表示當時調查情況（抽芽至落葉）

附錄八

## 物候調查(簡表)

物候調查項目：請以打勾✓記號表示當時調查情況（抽芽至落葉）

附錄九、坪林台灣油杉自然保留區植物名錄

PTERIDOPHYTA 蕨類植物門

LYCOPODIACEAE 石松科

*Lycopodium cernuum* L. 過山龍

SELAGINELLACEAE 卷柏科

*Selaginella doederleinii* Hieron. 生根卷柏

*Selaginella moellendorffii* Hieron. 異葉卷柏

MARATTIACEAE 觀音座蓮科

*Angiopteris lygodiifolia* Rosenst. 觀音座蓮

SCHIZAEACEAE 海金沙科

*Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw. 海金沙

GLEICHENIACEAE 裹白科

*Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw. 芒萁

DICKSONIACEAE 蚌殼蕨科

*Cibotium barometz* (L.) J. Sm. 金狗毛蕨

CYATHEACEAE 沙櫟科

*Cyathea lepifera* (J. Sm. ex Hook.) Copel. 筆筒樹

*Cyathea metteniana* (Hance) C. Chr. & Tard.-Blot 台灣樹蕨

*Cyathea podophylla* (Hook.) Copel. 鬼沙櫟

DENNSTAEDTIACEAE 碗蕨科

*Microlepia hookeriana* (Wall. ex Hook.) Presl 虎克氏鱗蓋蕨

*Microlepia obtusiloba* Hayata 圓羽鱗蓋蕨

LINDSAYACEAE 陵齒蕨科

*Asplenium australasicum* (J. Sm.) Hook. 南洋山蘇花

*Lindsaea commixta* Tagawa 海島鱗始蕨

*Lindsaea odorata* Roxb. 鱗齒蕨

*Lindsaea orbiculata* (Lam.) Mett. ex Kuhn 圓葉鱗齒蕨

*Sphenomeris chusana* (L.) Copel. 烏蕨

## OLEANDRACEAE 蘆蕨科

*Nephrolepis auriculata* (L.) Trimen 腎蕨

## PTERIDACEAE 凤尾蕨科

*Pteris dispar* Kunze 天草鳳尾蕨*Pteris grevilleana* Wall. ex J. Agardh 翅柄鳳尾蕨*Pteris semipinnata* L. 半邊羽裂鳳尾蕨

## ADIANTACEAE 鐵線蕨科

*Adiantum caudatum* L. 鞭葉鐵線蕨*Adiantum flabellulatum* L. 扇葉鐵線蕨*Coniogramme japonica* (Thunb.) Diels 日本鳳了蕨

## BLECHNACEAE 烏毛蕨科

*Blechnum orientale* L. 烏毛蕨*Woodwardia harlandii* Hook. 哈氏狗脊蕨

## ASPIDIACEAE 三叉蕨科

*Pleocnemia rufinervis* (Hayata) Nakai 網脈突齒蕨*Tectaria subtriphylla* (Hook. & Arn.) Copel. 三叉蕨

## DIPTERIDACEAE 雙扇蕨科

*Dipteris conjugata* Reinw. 雙扇蕨

## DRYOPTERIDACEAE 鱗毛蕨科

*Arachniodes aristata* (Forst.) Tindle 細葉複葉耳蕨*Arachniodes pseudo-aristata* (Tagawa) Ohwi 小葉複葉耳蕨*Arachniodes rhomboidea* (Wall.) Ching 斜方複葉耳蕨*Ctenitis eatonii* (Bak.) Ching 愛德氏肋毛蕨*Cyrtomium falcatum* (L. f.) Presl 全緣貫眾蕨*Dryopteris formosana* (Christ) C. Chr. 台灣鱗毛蕨*Dryopteris varia* (L.) Ktze. 南海鱗毛蕨

## THELYPTERIDACEAE 金星蕨科

*Cyclosorus parasiticus* (L.) Farw. 密毛小毛蕨*Cyclosorus taiwanensis* (C. Chr.) H. Ito 台灣毛蕨(台灣圓腺蕨)*Cyclosorus truncatus* (Poir.) Farw. 大葉毛蕨(稀毛蕨)*Cyclosorus triphyllum* (Sw.) Tard. -Blot 三葉新月蕨*Thelypteris glanduligera* (Kunze) Ching 密腺金星蕨

ATHYRIACEAE 蹄蓋蕨科

- Diplazium dilatatum* Blume 廣葉鋸齒雙蓋蕨  
*Diplazium doederleinii* (Luerss.) Makino 德氏雙蓋蕨  
*Diplazium donianum* (Mett.) Tard.-Blot 細柄雙蓋蕨  
*Diplazium subinuatum* (Wall. ex Hook. & Grev.) Tagawa 單葉雙蓋蕨  
*Diplazium latifrons* v. A v. R 廣葉深山雙蓋蕨

ASPLENIACEAE 鐵角蕨科

- Asplenium excisum* Presl 剪葉鐵角蕨  
*Asplenium normale* Don 生芽鐵角蕨

CHEIROPLEURIACEAE 燕尾蕨科

- Cheiropleuria bicuspis* (Blume) Presl 燕尾蕨

POLYPODIACEAE 水龍骨科

- Colysis wrightii* (Hook.) Ching 菱氏線蕨  
*Lemmaphyllum microphyllum* Presl 抱樹蕨(伏石蕨)  
*Lepisorus thunbergianus* (Kaulf.) Ching 瓦葦  
*Pseudodrynaria coronans* (Wall.) Ching 崖薑蕨  
*Pyrrosia adnascens* (Sw.) Ching 抱樹石葦  
*Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw. 石葦  
*Microsorium buergerianum* (Miq.) Ching 波氏星蕨

GYMNOSPERMAE 裸子植物門

PODOCARPACEAE 羅漢松科

- Nageia fleuryi* (Hickel) de Laub. 長葉竹柏

PINACEAE 松科

- Keteleeria davidiana* (Franchet) Beissner var. *formosana* Hayata 台灣油杉  
*Pinus luchuensis* Mayr. 琉球松

TAXODIACEAE 杉科

- Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don 柳杉  
*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. 杉木

DICOTYLEDON 雙子葉植物門

## MYRIACEAE 楊梅科

*Myrica rubra* (Lour.) Sieb. & Zucc. 楊梅

## JUGLANDACEAE 胡桃科

*Engelhardtia roxburghiana* Wall. 黃杞

## FAGACEAE 穀斗科

*Castanopsis cuspidata* (Thunb. ex Murray) Schottky var. *carlesii* (Hemsl.)

Yamazaki+A18 單刺苦櫟(白枝櫟)

*Cyclobalanopsis glauca* (Blumé) Oerst. 赤皮(赤皮櫟)*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb. ex Murray) Oerst. var. *glauca* 青剛櫟*Cyclobalanopsis longinuix* (Hayata) Schottky 錐果櫟*Limlia uraiana* (Hayata) Masam. & Tomiya 烏來柯*Pasania harlandii* (Hance) Oerst. 短尾葉石櫟(嶺南柯、東南石櫟)

## ULMACEAE 榆科

*Trema orientalis* (L.) Blume 山黃麻

## MORACEAE 桑科

*Broussonetia kaempferi* Sieb. 菴櫛*Ficus erecta* Thunb. var. *beccheyana* (Hook. & Arn.) King 牛奶榕*Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume f. *fistulosa* 豬母乳*Ficus formosana* Maxim. 天仙果*Ficus formosana* Maxim. f. *shimadae* Hayata 細葉天仙果*Ficus nervosa* Heyne ex Roth. 九重吹*Ficus pumila* L. var. *awkeotsang* (Makino) Corner 愛玉子*Ficus sarmentosa* B. Ham. ex J. E. Sm. var. *henryi* (King ex D. Oliver)

Corner 阿里山珍珠蓮

*Ficus sarmentosa* B. Ham. ex J. E. Sm. var. *nipponica* (Fr. & Sav.) Corner 珍珠蓮*Ficus septica* Burm. f. 大有榕*Ficus virgata* Reinw. ex Blume 白肉榕*Maclura cochinchinensis* (Lour.) Corner 柘樹(刺格)*Morus australis* Poir. 小桑樹

## URTICACEAE 蕁麻科

*Boehmeria densiflora* Hook. & Arn. 密花苧麻*Elatostema lineolatum* Wight var. *majus* Wedd. 冷清草

<i>Gonostegia hirta</i> (Blume) Miq.	糯米團
<i>Oreocnide pedunculata</i> (Shirai) Masam.	長梗紫麻
<i>Pellionia scabra</i> Benth.	糙葉赤車使者
<i>Pilea aquarum</i> Dunn subsp. <i>brevicornuta</i> (Hayata) C. J. Chen	短角冷水麻
<i>Pouzolzia elegans</i> Wedd.	水雞油
PROTEACEAE	山龍眼科
<i>Helicia formosana</i> Hemsl.	山龍眼
POLYGONACEAE	蓼科
<i>Polygonum chinense</i> L.	火炭母草(清飯藤)
CARYOPHYLLACEAE	石竹科
<i>Stellaria arisanensis</i> (Hayata) Hayata	阿里山繁縟
MAGNOLIACEAE	木蘭科
<i>Michelia compressa</i> (Maxim.) Sargent	烏心石
ANNONACEAE	番荔枝科
<i>Fissistigma oldhamii</i> (Hemsl.) Merr.	瓜馥木
SCHISANDRACEAE	五味子科
<i>Schisandra arisanensis</i> Hayata	阿里山五味子
ILLICIACEAE	八角科
<i>Illicium arborescens</i> Hayata	台灣八角
LAURACEAE	樟科
<i>Cinnamomum austrosinense</i> H. T. Chang	牡丹葉桂皮
<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl. var. <i>camphora</i>	樟樹
<i>Cinnamomum micranthum</i> (Hayata) Hayata	有樟
<i>Cinnamomum osmophloeum</i> Kanehira	土肉桂
<i>Cryptocarya chinensis</i> (Hance) Hemsl.	厚殼桂
<i>Litsea acuminata</i> (Blume) Kurata	長葉木薑子
<i>Litsea coreana</i> Lev.	鹿皮斑木薑子
<i>Litsea hypophaea</i> Hayata	黃肉樹
<i>Machilus japonica</i> Sieb. & Zucc. var. <i>kusanoi</i> (Hayata) Liao	大葉楠
<i>Machilus thunbergii</i> Sieb. & Zucc.	豬腳楠

*Machilus zuihoensis* Hayata var. *zuihoensis* 香楠

*Neolitsea konishi* (Hayata) Kanehira & Sasaki 五掌楠

RANUNCULACEAE 毛茛科

*Clematis crassifolia* Benth. 厚葉鐵線蓮

LARDIZABALACEAE 木通科

*Stauntonia obovatifoliola* Hayata 石月(橢圓葉石月)

MENISPERMACEAE 防己科

*Pericampylus formosanus* Diels 蓬萊藤

PIPERACEAE 胡椒科

*Piper kadsura* (Choisy) Ohwi 風藤

*Piper sintenense* Hatusima 薄葉風藤

CHLORANTHACEAE 金粟蘭科

*Sarcandra glabra* (Thunb.) Nakai 草珊瑚(紅果金粟蘭、接骨木)

ACTINIDIACEAE 猕猴桃科

*Actinidia chinensis* Planch. var. *setosa* Li 台灣羊桃

*Saurauia tristyla* DC. var. *oldhamii* (Hemsl.) Finet & Gagnep. 水冬瓜

THEACEAE 茶科

*Adinandra formosana* Hayata 紅淡

*Camellia sinensis* (L.) Ktze. 茶

*Camellia tenuifolia* (Hayata) Coh-Stuart 細葉山茶

*Cleyera japonica* Thunb. var. *morii* (Yamamoto) Masam. 森氏紅淡比

*Eurya acuminata* DC. 銳葉柃木

*Eurya chinensis* Brown 米碎柃木

*Eurya leptophylla* Hayata 薄葉柃木

*Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr. 大頭茶

*Pyrenaria shinkoensis* (Hayata) Keng 烏皮茶

CLUSIACEAE 金絲桃科

*Hypericum japonicum* Thunb. ex Murray 地耳草(小還魂)

SAXIFRAGACEAE 虎耳草科

<i>Hydrangea angustipetala</i> Hayata	狹瓣八仙花
<i>Hydrangea chinensis</i> Maxim.	華八仙
<i>Itea oldhamii</i> Schneider	鼠刺
<i>Itea parviflora</i> Hemsl.	小花鼠刺
<i>Pileostegia viburnoides</i> Hook. f. & Thoms.	青棉花

ROSACEAE 蘭薇科

<i>Eriobotrya deflexa</i> (Hemsl.) Nakai	山枇杷(台灣枇杷)
<i>Pourthiae lucida</i> Decaisne	台灣石楠
<i>Prunus phaeosticta</i> (Hance) Maxim.	黑星櫻(墨點櫻桃)
<i>Rhaphiolepis indica</i> (L.) Lindl. ex Ker var. <i>tashiroi</i>	石斑木
<i>Rubus buergeri</i> Miq.	寒梅
<i>Rubus croceacanthus</i> Lev. var. <i>croceacanthus</i>	虎婆刺
<i>Rubus corchorifolius</i> L. f.	變葉懸鉤子
<i>Rubus formosensis</i> Ktze.	台灣懸鉤子
<i>Rubus pyrifolius</i> J. E. Sm.	梨葉懸鉤子
<i>Rubus swinhoei</i> Hance	斯氏懸鉤子
<i>Rubus trianthus</i> Focke	苦懸鉤子

FABACEAE 豆科

<i>Acacia confusa</i> Merr.	相思樹
<i>Bauhinia championii</i> (Benth.) Benth.	菊花木
<i>Desmodium laxum</i> DC. subsp. <i>laterale</i> (Schindl.) Ohashi	琉球山螞蝗
<i>Desmodium laxum</i> DC. subsp. <i>leptopus</i> (Benth.) Ohashi	細梗山螞蝗
<i>Mucuna macrocarpa</i> Wall.	血藤
<i>Pithecellobium lucidum</i> Benth.	領垂豆

OXALIDACEAE 醋漿草科

<i>Oxalis corniculata</i> L.	酢漿草
------------------------------	-----

EUPHORBIACEAE 大戟科

<i>Aleurites montana</i> E. H. Wilson	廣東油桐(皺桐)
<i>Antidesma japonicum</i> Sieb. & Zucc. var. <i>densiflorum</i> Hurusawa	密花五月茶
<i>Bridelia balansae</i> Tutch.	刺杜密
<i>Bridelia tomentosa</i> Blume	土密樹
<i>Glochidion acuminatum</i> Muell.-Arg.	裏白饅頭果
<i>Glochidion philippicum</i> (Cavan.) C. B. Rob.	菲律賓饅頭果
<i>Glochidion rubrum</i> Blume	細葉饅頭果

<i>Glochidion zeylanicum</i> (Gaertn.) A. Juss.	錫蘭饅頭果
<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell.-Arg.	野桐
<i>Mallotus paniculatus</i> (Lam.) Muell.-Arg.	白匏子
<i>Mallotus repandus</i> (Willd.) Muell.-Arg.	扛香藤
<i>Sapium discolor</i> Muell.-Arg.	白白

DAPHNIPHYLACEAE 虎皮楠科

<i>Daphniphyllum glaucescens</i> Blume subsp. <i>oldhamii</i> (Hemsl.) Huang var. <i>oldhamii</i> (Hemsl.) Huang	奧氏虎皮楠
---	-------

RUTACEAE 芸香科

<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Sieb. & Zucc.	食茱萸
<i>Zanthoxylum armatum</i> DC.	秦椒
<i>Zanthoxylum nitidum</i> (Roxb.) DC.	雙面刺
<i>Zanthoxylum scandens</i> Blume	藤花椒

MELIACEAE 楝科

<i>Melia azedarach</i> Linn.	楝
------------------------------	---

MALPIGHIACEAE 黃禡花科

<i>Hiptage benghalensis</i> (L.) Kurz.	猿尾藤
--	-----

ANACARDIACEAE 漆樹科

<i>Rhus succedanea</i> L.	木蠟樹
---------------------------	-----

SABIACEAE 清風藤科

<i>Meliosma rigida</i> Sieb. & Zucc.	筆羅子
<i>Meliosma squamulata</i> Hance	緣樟
<i>Sabia swinhonis</i> Hemsl.	台灣清風藤

AQUIFOLIACEAE 冬青科

<i>Ilex asprella</i> (Hook. & Arn.) Champ.	燈籠花
<i>Ilex ficoidea</i> Hemsl.	台灣糊撈
<i>Ilex formosana</i> Maxim.	糊撈
<i>Ilex goshiensis</i> Hayata	圓葉冬青
<i>Ilex maximowicziana</i> Loes.	倒卵葉冬青(金平氏冬青)
<i>Ilex pubescens</i> Hook. & Arn.	密毛假黃楊
<i>Ilex rotunda</i> Thunb.	鐵冬青

*Ilex uraiensis* Mori & Yamamoto

烏來冬青

CELASTRACEAE 衛矛科

*Celastrus kusanoi* Hayata 大葉南蛇藤

*Euonymus carnosus* Hemsl. 厚葉衛矛

*Euonymus laxiflorus* Champ. ex Benth. 大丁黃

STAPHYLEACEAE 省沽油科

*Turpinia formosana* Nakai 山香圓

RHAMNACEAE 鼠李科

*Berchemia formosana* Schneider 臺灣黃鱔藤

*Berchemia lineata* (L.) DC. 小葉黃鱔藤

*Rhamnus nakaharae* (Hayata) Hayata 中原氏鼠李

*Rhamnus parvifolia* Bunge 小葉鼠李

*Sageretia randaiensis* Hayata 繩大雀梅藤

VITACEAE 葡萄科

*Ampelopsis cantoniensis* (Hook. & Arn.) Planch. 廣東山葡萄

*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep. 虎葛(烏斂莓)

*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. & Zucc.) Planch. 地錦

*Tetrastigma formosanum* (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤

ELAEOCARPACEAE 杜英科

*Elaeocarpus japonicus* Sieb. & Zucc. 薯豆

*Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir. 杜英

*Sloanea formosana* Li 猴歡喜

ELAEAGNACEAE 胡頹子科

*Elaeagnus thunbergii* Serv. 鄭氏胡頹子

FLACOURTIACEAE 大風子科

*Scolopia oldhamii* Hance 魯花樹

PASSIFLORACEAE 西番蓮科

*Passiflora edulis* Sims. 西番蓮

BEGONIACEAE 秋海棠科

*Begonia aptera* Blume 圓果秋海棠

*Begonia formosana* (Hayata) Masam. 水鴨腳

*Begonia laciniata* Roxb. 繩大秋海棠

CUCURBITACEAE 葫蘆科

*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino 紋股藍

LYTHRACEAE 千屈菜科

*Lagerstroemia subcostata* Koehne 九芎

MYRTACEAE 桃金娘科

*Syzygium buxifolium* Hook. & Arn. 小葉赤楠

MELASTOMATACEAE 野牡丹科

*Barthea barthei* (Hance) Krass 深山野牡丹

*Blastus cochinchinensis* Lour. 柏拉木

*Bredia oldhamii* Hooker f. 金石榴

*Melastoma candidum* D. Don 野牡丹

*Pachycentria formosana* Hayata 臺灣厚距花

ARALIACEAE 五加科

*Aralia bipinnata* Blanco 裸白蔥木

*Aralia decaisneana* Hance 鵝不踏

*Schefflera arboricola* (Hayata) Kanehira 鵝掌藥

*Schefflera octophylla* (Lour.) Harms 鵝掌柴

APIACEAE 繖形科

*Centella asiatica* (L.) Urban 雷公根

ERICACEAE 杜鵑花科

*Pieris taiwanensis* Hayata 臺灣馬醉木

*Rhododendron ellipticum* Maxim. 西施花(青紫木)

*Rhododendron oldhamii* Maxim. 金毛杜鵑

*Rhododendron rubropilosum* Hayata 紅毛杜鵑

*Vaccinium bracteatum* Thunb. 米飯花

*Vaccinium dunalianum* Wight var. *caudatifolium* (Hayata) H. L. Li 珍珠花

MYRSINACEAE 紫金牛科

<i>Ardisia chinensis</i> Benth.	華紫金牛
<i>Ardisia cornudentata</i> Mez subsp. <i>morrisonensis</i> (Hayata) Yuen P. Yang var. <i>morrisonensis</i>	雨傘仔(玉山紫金牛)
<i>Ardisia quinquegona</i> Blume	小葉樹杞
<i>Ardisia sieboldii</i> Miq.	樹杞
<i>Ardisia virens</i> Kurz	黑星紫金牛
<i>Embelia lenticellata</i> Hayata	賽山椒
<i>Maesa japonica</i> (Thunb.) Moritzi ex Zoll.	山桂花
<i>Maesa perlaria</i> (Lour.) Merr. var. <i>perlaria</i>	鯽魚膽
<i>Maesa tenera</i> Mez	台灣山桂花
<i>Myrsine sequinii</i> H. Le'vl.	大明橘

EBENACEAE 柿樹科

<i>Diospyros eriantha</i> Champ. ex Benth.	軟毛柿
<i>Diospyros morrisiana</i> Hance	山紅柿(油柿)
<i>Diospyros oldhamii</i> Maxim.	俄氏柿(台東柿)

STYRACACEAE 安息香科

<i>Styrax formosana</i> Matsum.	烏皮九芎(奮起湖野茉莉)
<i>Styrax suberifolia</i> Hook. & Arn.	紅皮(葉下白、赤仔尾)

SYMPLOCACEAE 灰木科

<i>Symplocos glauca</i> (Thunb.) Koidz.	山羊耳
<i>Symplocos stellaris</i> Brand	枇杷葉灰木
<i>Symplocos caudata</i> Wall.	尾葉灰木
<i>Symplocos chinensis</i> (Lour.) Druce	灰木
<i>Symplocos migoi</i> Nagam.	擬日本灰木
<i>Symplocos theophrastifolia</i> Sieb. & Zucc.	山豬肝

OLEACEAE 木犀科

<i>Fraxinus griffithii</i> C. B. Clarke	白雞油
<i>Osmanthus matsumuranus</i> Hayata	大葉木犀
<i>Jasminum lanceolarium</i> Roxb.	披針葉茉莉

APOCYNACEAE 夾竹桃科

<i>Anodendron affine</i> (Hook. & Arn.) Druce	小錦蘭(大錦蘭)
<i>Anodendron benthamiana</i> Hemsl.	大錦蘭
<i>Ecdysanthera rosea</i> Hook. & Arn.	酸藤

<i>Ecdysanthera utilis</i> Hayata & Kawakami	乳藤
<i>Trachelospermum gracilipes</i> Hook. f.	細梗絡石
<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lemaire	絡石(台灣白花藤)

ASCLEPIADACEAE 蘿藦科

<i>Gymnema sylvestre</i> (Retz.) Schultes	武靴藤
<i>Hoya carnosia</i> (L. f.) R. Brown	魅蘭
<i>Marsdenia formosana</i> Masam.	台灣牛姆菜
<i>Marsdenia tinctoria</i> R. Brown	絨毛芙蓉蘭

RUBIACEAE 茜草科

<i>Coptosapelta diffusa</i> (Champ. ex Benth.) Steenis	瓢簍藤
<i>Damnacanthus angustifolius</i> Hayata	無刺伏牛花
<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	山黃梔
<i>Lasianthus bunzanensis</i> Simizu	文山雞屎樹
<i>Lasianthus chinensis</i> (Champ. ex Benth.) Benth.	白果雞屎樹
<i>Lasianthus curtisii</i> King & Gamble	柯氏雞屎樹
<i>Lasianthus fordii</i> Hance	琉球雞屎樹
<i>Lasianthus obliquinervis</i> Merr.	雞屎樹
<i>Lasianthus wallichii</i> Wight	圓葉雞屎樹
<i>Mussaenda macrophylla</i> Wall.	大玉葉金花
<i>Ophiorrhiza pumila</i> Champ. ex Benth.	白花蛇根草
<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr.	"牛皮凍(雞屎藤, 仁骨蛇, 臭腥藤)"
<i>Randia cochinchinensis</i> (Lour.) Merr.	九節木(牛屎鳥、青龍吐霧)
<i>Psychotria serpens</i> L.	捨壁龍(風不動藤)
<i>Randia canthioides</i> Champ. ex Benth.	台北茜草樹
<i>Randia cochinchinensis</i> (Lour.) Merr.	茜草樹(龍蝦)
<i>Randia spinosa</i> (Thunb.) Poir.	對面花
<i>Tricalysia dubia</i> (Lindl.) Ohwi	狗骨仔
<i>Wendlandia formosana</i> Cowan	水金京

CONVOLVULACEAE 旋花科

<i>Erycibe henryi</i> Prain	亨利氏伊立基藤
-----------------------------	---------

VERBENACEAE 馬鞭草科

<i>Callicarpa formosana</i> Rolfe	杜虹花(台灣紫珠)
<i>Callicarpa randaiensis</i> Hayata	大葉紫珠(巒大紫珠)
<i>Clerodendrum crytophyllum</i> Turcz.	大青

*Paraphlomis javanica* (Blume) Prain 假糙蘇

SOLANACEAE 茄科

*Solanum biflorum* Lour. 雙花龍葵

*Tubocapsicum anomalum* (Franch. & Sav.) Makino 龍珠

ACANTHACEAE 爵床科

*Justicia procumbens* L. 爵床

*Staurogyne concinna* (Hance) O. Ktze. 哈亨花

GESNERIACEAE 苦苣苔科

*Aeschynanthus acuminatus* Wall. ex A. DC. 芒毛苣苔(長果藤)

*Rhynchotechum discolor* (Maxim.) Burtt 異色線柱苣苔(同蕊草)

CAPRIFOLIACEAE 忍冬科

*Lonicera japonica* Thunb. 忍冬(金銀花)

*Viburnum formosanum* Hayata 紅子英迷

CAMPANULACEAE 桔梗科

*Lobelia nummularia* Lam. 普刺特草

ASTERACEAE 菊科

*Blumea riparia* (Blume) DC. var. *megacephala* Randeria 大頭艾納香

*Dichrocephala integrifolia* (L. f.) Kuntze 袋芥菜

*Elephantopus mollis* Kunth 地膽草(毛蓮菜)

*Eupatorium cannabinum* L. subsp. *asiaticum* Kitam. 台灣澤蘭

*Eupatorium clematideum* (Wall. ex DC.) Sch. Bip. var. *clematideum* 田代氏澤蘭

*Pluchea indica* (L.) Less. 鯽魚膽(闊苞菊)

*Pterocypsela indica* (L.) C. 鵝仔草

MONOCOTYLEDONEAE 單子葉植物門

LILIACEAE 百合科

*Ophiopogon scaber* Ohwi 野沿階草

HYPOXIDACEAE 仙茅科

*Curculigo orchioides* Gaertn. 仙茅(冬蟲草)

## DIOSCOREACEAE

## 薯蕷科

*Dioscorea collettii* Hook. f. 南華薯蕷

*Dioscorea formosana* Knuth 台灣薯蕷

*Dioscorea japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hayata)

Yamamoto 基隆野山藥(山藥薯)

## SMILACACEAE

## 菝葜科

*Smilax china* L. 菝葜

*Smilax menispermoidea* subsp. *randaiensis* (Hayata) T. Koyama 繩大菝葜

## COMMELINACEAE

## 鴨跖草科

*Amischotolype chinensis* (N. E. Brown) E. H. Walker ex

Hatusima 中國穿鞘花(東陵草)

*Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz. 水竹葉

## CYPERACEAE

## 莎草科

*Carex aliiiformis* C. B. Clarke 林下薹

*Carex breviculmis* R. Brown 短薹宿柱薹

*Carex tristachya* Thunb. subsp. *pocilliformis* (Boott) T. Koyama

抱鱗宿柱薹

*Scleria terrestris* (L.) Fassett 陸生珍珠茅

## POACEAE

## 禾本科

*Lolium perenne* L. 黑麥草

*Lophatherum gracile* Brongn. 淡竹葉

*Misanthus sinensis* Anders. 芒

*Oplismenus compositus* (L.) Beauv. var. *compositus* 竹葉草

*Oplismenus undulatifolius* (Arduino) Roem. & Schultes 求米草

*Setaria palmifolia* (Koen.) Stapf 棕葉狗尾草

## ARECACEAE

## 棕櫚科

*Arenga engleri* Beccari 山棕

*Daemonorops margaritae* (Hance) Beccari 黃藤

## ARACEAE

## 天南星科

*Alocasia macrorrhiza* (L.) Schott & Endl. 姑婆芋

*Arisaema heterophyllum* Blume 羽葉天南星

*Arisaema ringens* Schott 申跋(油跋、小天南星)

*Epipremnum pinnatum* (L.) Engl. 梳樹藤

*Pothos chinensis* (Raf.) Merr. 柚葉藤

MUSACEAE 芭蕉科

*Musa formosana* (Warb.) Hayata 台灣芭蕉(山芎蕉)

ZINGIBERACEAE 薑科

*Alpinia densespicata* Hayata 七星月桃

*Alpinia intermedia* Gagn. 山月桃仔

*Alpinia speciosa* (Wendl.) K. Schum. 玉桃(月桃、良姜、虎子花)

*Alpinia uraiensis* Hayata 大輪月桃

ORCHIDACEAE 蘭科

*Acanthephippium unguiculatum* (Hayata) Fukuyama 一葉鍾馗蘭

*Anoectochilus formosanus* Hayata 台灣金線蓮

*Cephalantheropsis gracilis* (Lindl.) S. Y. Hu 緣花肖頭蕊蘭

*Calanthe formosana* Rolfe 台灣根節蘭

*Calanthe lyroglossa* Reichb. f. 連翹根節蘭

*Calanthe triplicata* (Willm.) Ames 白鶴蘭

*Chrysoglossum ornatum* Blume 台灣黃唇蘭

*Cymbidium dayanum* Reichb. f. 凤蘭

*Cymbidium lancifolium* Hook. f. 竹柏蘭

*Eria ovata* Lindl. 大腳筒蘭

*Erythrodes latifolia* Blume 闊葉細筆蘭

*Habenaria longitentaculata* Hayata 又瓣玉鳳蘭

*Liparis nervosa* (Thunb.) Lindl. 紅花羊耳蒜

*Phaius mishmensis* (Lindl.) Reichb. f. 細莖鶴頂蘭

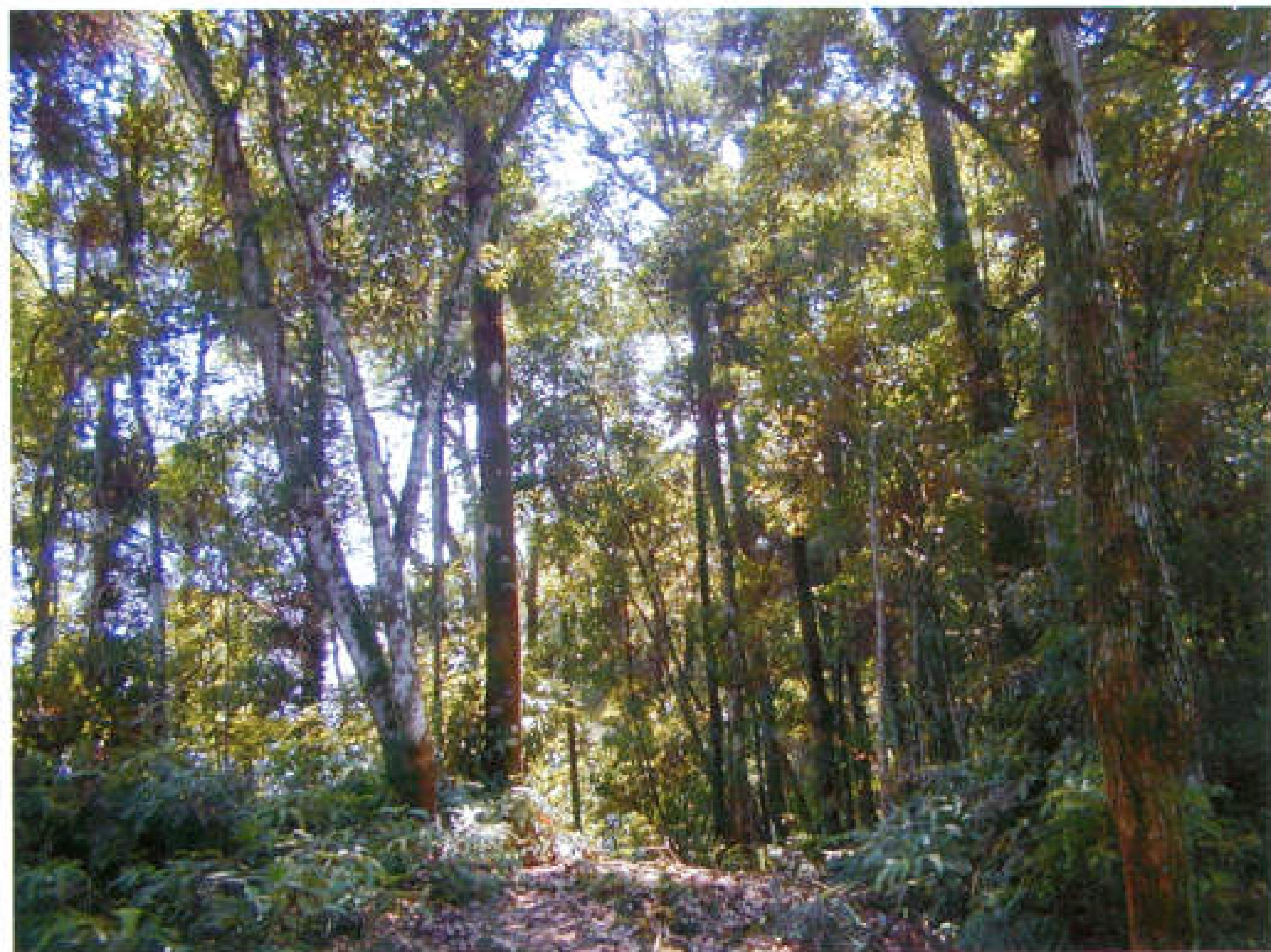
*Mischobulbum cordifolium* (Hook. f.) Schltr. 心葉葵蘭



坪林台灣油杉保留區位於坪林附近，台灣油杉多位於稜線上

(1)保留區告示牌

(2)稜線上的台灣油杉



保留區內早期有人工栽植之柳杉及琉球松林。

(3) 保留區之人工林一景

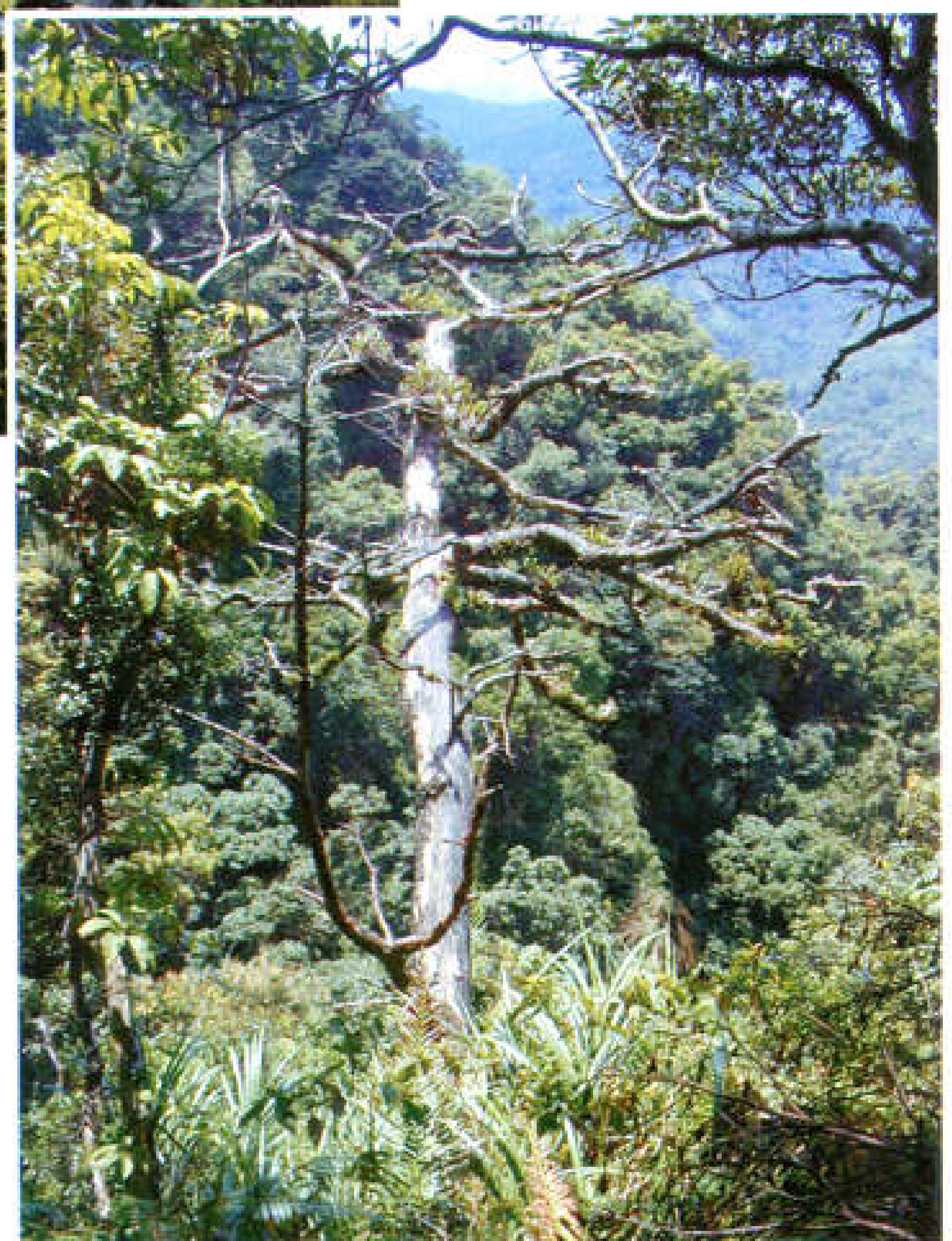
(4) 保留區之林相一景



坪林油杉自然保留區內有許多油杉老熟木。

(5)老熟木一景

(6)老熟木一景



老熟木一般為該地半天然植群的突出樹，偶有形成枯死木。

(7) 突出樹一景

(8) 枯死木一景



健康指數調查上量取樹高冠幅及相關之特徵（I）

(9)樹高量取

(10)樹高量取



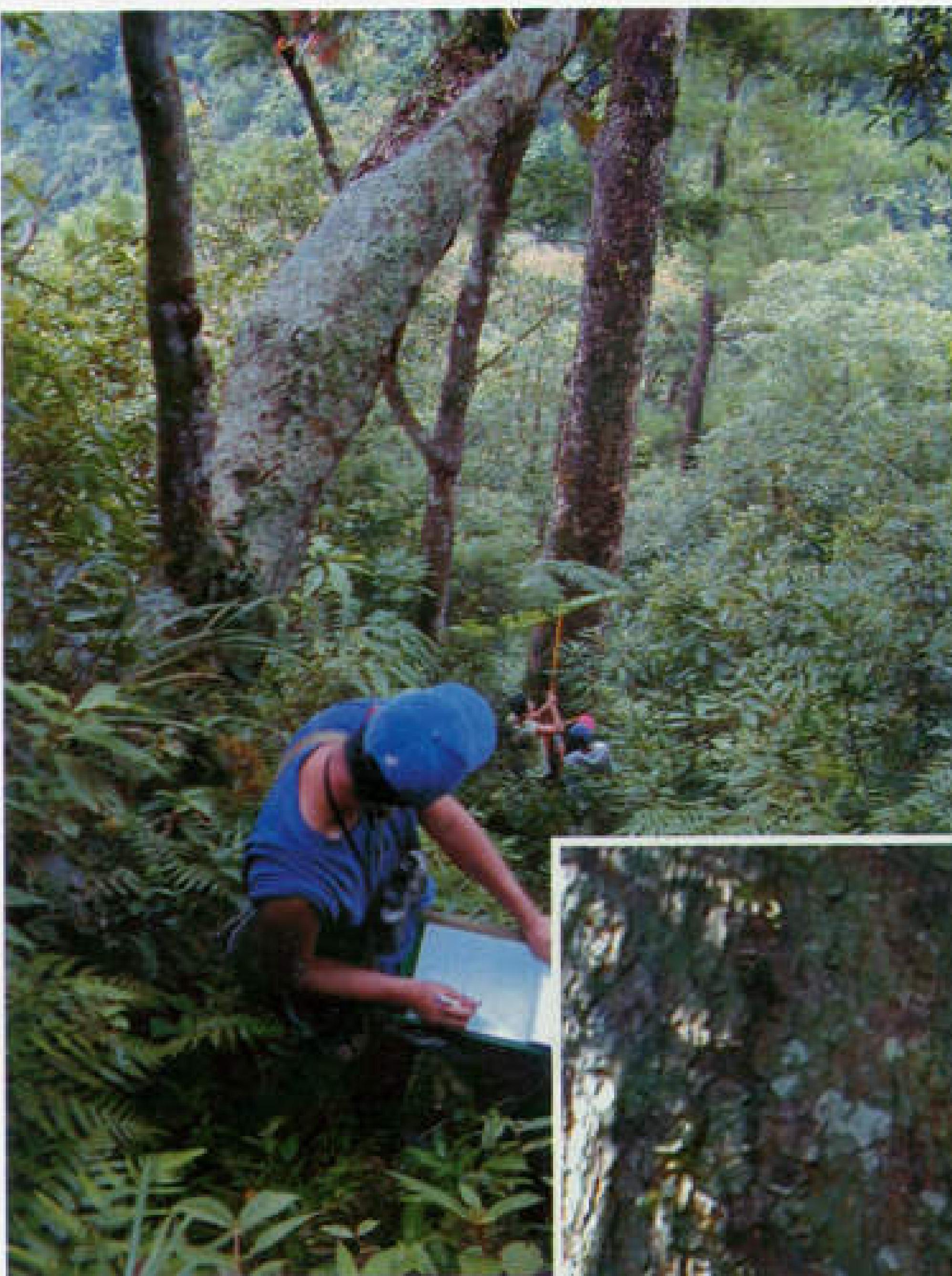
健康指數調查上量取樹高、冠幅及相關之特徵（II）  
(11)樹高量取(以兩截量取)(12)太高者以雷射測距儀量取



其他特徵並加記錄（I）

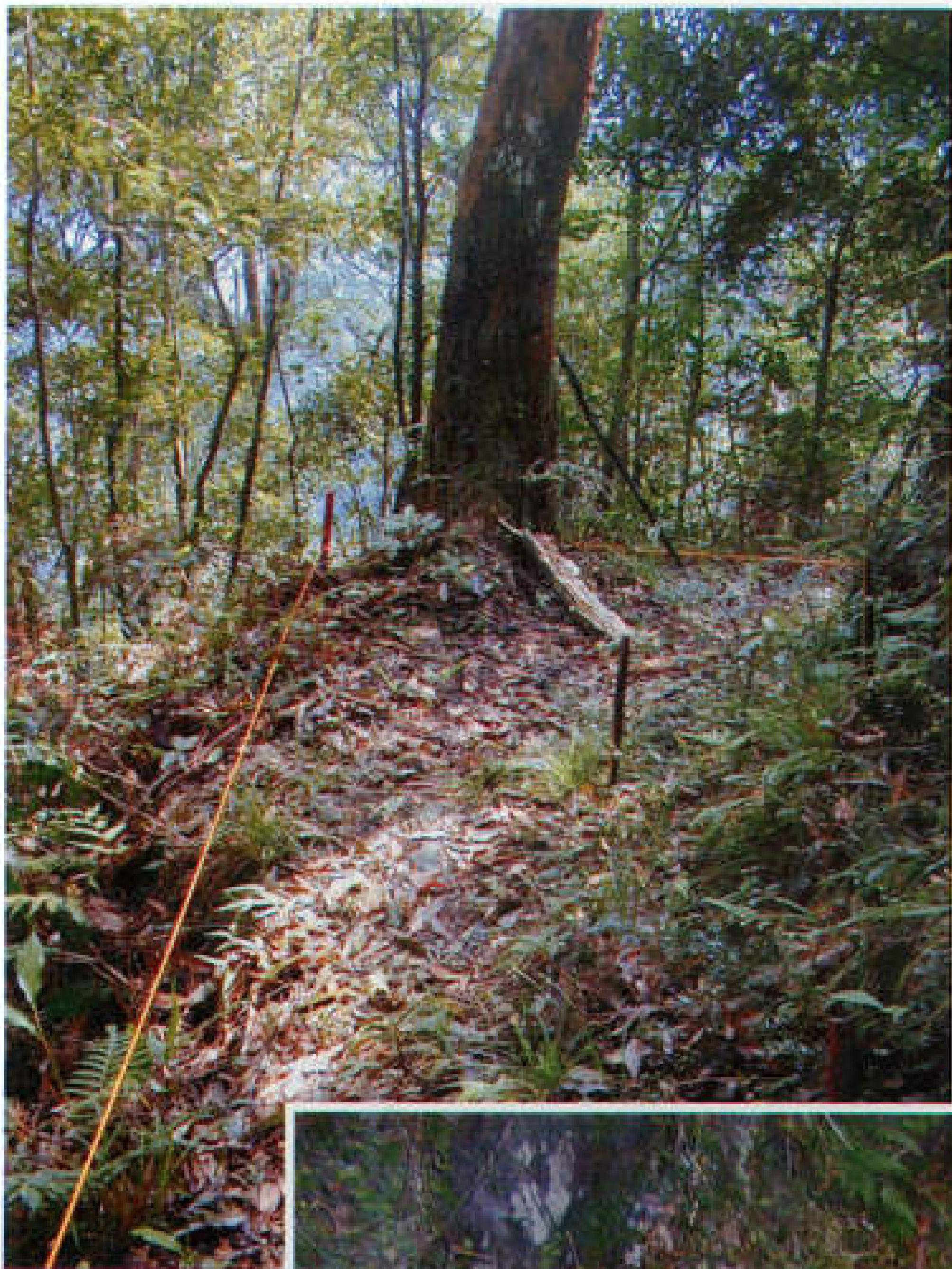
(13)樹冠幅以四方量取

(14)樹冠幅的量取



## 其他特徵並加記錄（II）

(15) 特徵記錄有枝條脫落及樹幹受雷擊 (16) 樹幹受雷擊狀態



小苗的調查上，發現小苗多出現在步道或小徑上（I）

(17)小苗出現在巡視步道

(18)小苗出現在巡視步道



小苗的調查上，發現小苗多出現在步道或小徑上（II）

(19) 小苗的量取

(20) 小苗的量取