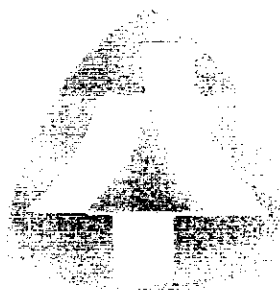


林務局保育研究系列 89-08 號

台灣檜木林之生態研究及經營管理建議 ( 東部地區及總結 )

ECOLOGICAL STUDIES AND MANAGEMENT SUGGESTIONS FOR  
TAIWAN CYPRESS FOREST (EASTERN AREA AND CONCLUSION)

陳玉峰 · 楊國禎 · 王豫煌 · 王曉萱



委託機關：行政院農委會林務局

執行機關：中華林學會

中華民國八十九年十二月

# 台灣檜木林之生態研究及經營管理建議 (東部地區及總結)

目次	
摘要	5
Abstract	6
壹、前言	7
貳、調查、研究方法及區域	7
參、結果與討論	13
一、地區檜木林或植被	13
一-1、瑞穗林道	13
一-1-1、東西走向的平緩山稜	13
一-1-2、南北向轉西北的山稜	16
一-1-3、東西稜下溪溝	17
一-1-4、由東西稜眺望之判釋	20
一-2、和平林道暨二子山區	20
一-3、小鬼湖暨鄰近地域	28
一-3-1、小鬼湖山徑	29
一-3-2、知本主山	30
一-3-3、蓬萊山	30
一-3-4、霧頭山	31
一-4、東台檜木林的特徵	35
一-4-1、海拔分布落差	36
一-4-2、物種變異	36
二、檜木造林或生態有關之口述史訪調	39
二-1、阿里山區	39
二-2、棲蘭山區	40
二-3、楠梓仙溪	42
二-4、原木瓜林區	42
二-5、自忠地區	43
二-6、郡大山脈	44
三、檜木林經營管理的實證討論	45
三-1、背景資料	45
三-1-1、阿里山林班施業史及原生林還原	45
三-1-2、1952年以降的林產物處分台帳	48
三-1-3、歷來阿里山區造林資料	52
三-2、檜木造林木生長取樣調查	54
三-2-1、前人關於檜木生長的資料	54

三-2-2、調查樣區位置之確認	57
三-2-3、每木調查	57
三-2-4、樣區立木分布概況	60
三-2-5、樣區檜木胸徑結構	67
三-2-6、生長輪計數及分析	69
三-2-6-1、各樣區樹齡結構	69
三-2-6-2、檜木樹齡—胸徑之關係	72
三-2-6-3、檜木平均生長速率	72
三-3、檜木林經營管理訪談摘錄	76
肆、檜木林經營管理總建議	78
一、檜木林在國家林業政策或國土規劃層次的定位	81
二、檜木林伐採跡地經營管理總建議	81
伍、結論	84
陸、參考文獻	85
柒、附表	86
附錄	

圖、表及附錄目次

圖 1、檜木造林生長取樣樣區圖	9
圖 2、針葉混生林剖面	24
圖 3、森氏櫟—三斗石櫟優勢社會剖面	26
圖 4、錐果櫟—薯豆—狹葉櫟優勢社會剖面	27
圖 5、阿里山區第 1~第 3 林班造林資訊	53
圖 6、樣區立木分布圖	61
圖 7、各樣區主要樹種之胸徑結構	68
圖 8、紅檜、扁柏樹齡—胸徑散佈圖	71
圖 9、紅檜、扁柏各齡級胸徑之平均、標準偏差、極值	74
圖 10、紅檜、扁柏各齡級平均生長速率之平均、標準偏差、極值	75
表 1、阿里山事業區檜木造林地調查樣區資料	10
表 2、白珠樹—台灣懸鉤子優勢社會	86
表 3、昆欄樹—森氏櫟優勢社會	86
表 4、鐵杉—森氏櫟優勢社會	87
表 5、假長葉楠—薯豆優勢社會	88
表 6、鐵杉優勢社會	89
表 7、鐵杉更新小林分	90
表 8、鐵杉優勢社會	90
表 9、森氏杜鵑—鐵杉(灌叢)優勢社會	91
表 10、紅檜—鐵杉優勢社會	92
表 11、紅檜優勢社會	93
表 12、紅檜—台灣雲杉優勢社會	94
表 13、紅檜優勢社會更新樣區	95
表 14、假長葉楠優勢社會	96
表 15、紅檜優勢社會	97
表 16、紅檜優勢社會	98
表 17、紅檜優勢社會	99
表 18、紅檜優勢社會	100
表 19、紅檜更新區	101
表 20、鐵杉—紅檜優勢社會	102
表 21、鐵杉—紅檜—扁柏優勢社會	103
表 22、台灣赤楊優勢社會	104
表 23、阿里山地域各分區林班施業誌要表	46
表 24、阿里山區第 1 林班歷來林木處分表	49
表 25、阿里山區第 1~第 9 林班各年度林木處分統計表	51
表 26、紅檜胸徑生長舉例	55
表 27、扁柏胸徑生長舉例	56

表 28、阿里山檜木造林地樣區立木調查資料 -----	59
表 29、阿里山檜木造林地樣區立木生長輪計數資料 -----	70

附錄 1、植群調查樣區圖輯

附錄 2、生長輪取樣、樣品處理及定年方法

附錄 3、阿里山事業區檜木造林地樣區每木調查資料

附錄 4、阿里山事業區檜木造林地樣區年輪計數資料

附錄 5、2000 年 7 月以後侵台颱風記錄

## 台灣檜木林之生態研究及經營管理建議（東部地區及總結）

<sup>1</sup>陳玉峰、<sup>2</sup>楊國禎、<sup>3</sup>王豫煌、<sup>3</sup>王曉萱

### 摘 要

經由 3 個年度對台灣檜木林的樣區調查、口述歷史及山林經驗的深度訪談，以及針對全台最早的檜木伐採及造林的阿里山區，進行造林成果的檢驗，提從政策以迄經營管理技術層面的各項建議。

本系列報告首度質疑「檜木林無法天然更新」的論點，回溯歷來絕大部分相關於檜木（林）的研究或文獻資料，釐析各大研究主題，且由野調及歷來經驗，提出檜木林兩大族群——紅檜與扁柏的更新模式，確定其配合台灣地體變動、向源侵蝕等崩塌，作天然更新與續存，而東台並無例外，但東台檜木林的海拔分布低於中西部，伴生種組成存有地域分化或植物地理差異。

本年度之以阿里山超過 80 年生的造林地檢討，取樣調查造林木生長速率，從而首度提出人造檜木成林之後，最好疏伐成為每公頃 100 株以下的巨檜，用以保障巨木林之可資預期。夥同山林工作前輩的累聚經驗，本報告亦提出育苗的「生物工法」，也就是苗圃地間植中海拔落葉灌木、喬木的試驗，用以促進苗木天然更新的實況模擬，或當有促進高度抽長作用。凡此，總結 30 項建議，提供林務局卓參。

關鍵詞：檜木林、口述歷史、經營管理、天然更新、生長速率

---

<sup>1</sup> 靜宜大學教授，通識中心主任，台灣生態研究中心負責人  
<sup>2</sup> 靜宜大學副教授  
<sup>3</sup> 研究助理

# Ecological studies and management suggestions for Taiwan Cypress Forest (eastern area and conclusion)

<sup>1</sup>CHEN, Yu-feng, <sup>2</sup>Kuoh-cheng YANG, <sup>3</sup>Yu-huang WANG, <sup>3</sup>Hsiao-hsuan WANG

## Abstract

Based on 3-year period of sample plot surveys, and interviews in depth with forest workers about the history and experiences on early logging and reforestation of Taiwan cypress forest, as well as from a monitoring of cypress plantation achievement in Alishan District we present here some suggestions concerning aspects of policy making, administration and technology.

In the series, first, we questioned to the argument of "cypress forest can never be regenerated naturally". Having reviewed major cypress forest studies and related literatures, analyzing main themes, then integrating field surveys and accumulated experiences, we suggested that there are two large groups of different regeneration systems in Taiwan cypress forests; namely: red cypress (*Chamaecyparis formosensis*) and hinoki cypress (*C. obtusa* var. *formosana*). We have confirmed that they have been coordinating with earth body movement frequently happened in the island, and regenerate naturally and grow continuously on new vacant spots and slides created by earthquakes, or soil and stone runaways caused by heavy rainfalls. It is no exception for the Eastside Taiwan either. However, eastside cypress forests are found lower in altitude than those of in mid-western Taiwan. Also the divergence of associated vegetation composition indicates bio-geographic differentiation.

For this year, after thorough examination and discussion of 80-year old Alishan cypress plantation we suggested this first time that after the cypress plantation crown closure, it should be thinned to leave less than 100 large trees per hectare so that to form a giant cypress stand in the future. With generous contribution of their precious experiences in cypress culturing of senior foresters we met, we proposed in this report a method of raising seedling "Bio-engineering" method. It may be considered as a test of inter-planting with deciduous shrubs or trees in nurseries at mid-elevation to simulate natural competition environment for cypress seedlings. The inter planting is speculated to stimulate height growth of the cypress seedlings. A total of 30 suggestions of the similar nature are presented to Taiwan Forest Service as references.

**Keywords:** cypress forest, oral history, management, growth rate.

---

<sup>1</sup> Professor, Providence University, Director, General Education Center; Responsible Man, The Ecological Research Center of Taiwan

<sup>2</sup> Associate Professor, Providence University

<sup>3</sup> Research assistant

## 壹、前言

全台檜木林的調查系列，本年度係針對東台區域作樣區登錄，同時，持續先前對全台各地林業人員口述歷史之訪問，整合探討檜木林地今後經營管理的若干建議。是以本研究目的有四：

- 1、完成東部地區檜木林之取樣調查
- 2、檢驗前二年度天然更新模式在東部地區實況
- 3、口述歷史查訪歷來檜木林伐採跡地的造林檢討
- 4、整合今後檜木林（地）經營管理之建議

## 貳、調查、研究方法及區域

樣區調查法延用先前兩年度作法（陳玉峰，1998；陳玉峰、楊國禎、林笈克、梁美慧，1999）。

### 1、小鬼湖地域

2000年1月25日～1月30日野調；樣區調查人：楊國禎、邱少婷、牟善傑、林笈克、陳建成及許再文。

### 2、瑞穗林道

2000年4月5日～4月11日野調；樣區調查人：楊國禎、牟善傑、蔡志忠、陳欣一。

### 3、和平林道

2000年5月6日～5月8日野調；樣區調查人：楊國禎、邱少婷、牟善傑。

### 4、二子山區等先前調查資料

2000年之前的調查；樣區調查人：陳玉峰。

以上調查路線及樣區設置點見附錄1。7月以後因颱風警報不斷（見附錄2），野外調查行程受到嚴重延誤，甚至於8月中旬在瑞穗林道進行的永久樣區調查計畫，亦因碧利斯颱風來襲，調查人員緊急撤退，儀器設備來不及撤回，且因林道中斷而被困山中，及至11月中旬依然無法撤回。另於十月中旬，原預定至由台電公司維護的萬榮林道調查林田山區，更因17-18K路基流失而撤回。故下半年無調查記錄。

其次，全台林業人員口述史之訪問，殆自1997年起實施，由陳玉峰主事，前後參與口訪人員十餘人，已訪問地區包括阿里山區、棲蘭山區、楠梓仙溪、木瓜林區、自忠地域、南投地區等。

本系列研究關於林業或山區經驗人士之訪調、分析與整理工作，類似人文學科的口頭歷史與深度訪談，在方法策略上，必須破除不必要的心裡障礙，且不斷試驗改進，基本上係透過分區、分階段執行，先行訓練數名口頭歷史調查員，包括計畫執行人，儘可能經由特定人際關係網切入查訪工作，訪談時並須注意特定情境之蘊釀，同時，必須注意訪談的道德觀與行為規範之建立。

### 1. 基本資料之記錄

對受訪人姓名、級職、年齡、訪談時間與地點、扼要經歷等之記錄後，針對其主要經驗地區調整訪談方向。



## 2. 基本訪談主題

- (1) 地區開拓史(未來分析時,則配合文獻資料,建立時間系列及重要事件之臚列)。
- (2) 特定植物或樹種的生態特性、民間文化。
- (3) 野生動物的經驗、印象、傳聞等。
- (4) 伐木、集材、每木調查、運輸等等經驗敘述。
- (5) 造林觀點與經驗。
- (6) 生物性災難(變)經驗。
- (7) 物理性災難(水災、地震、崩塌等等天災)經驗。
- (8) 火災救援、防治。
- (9) 巡山與山林保護。
- (10) 林業相關文物、建築、碑址、鐵公路系統等等。
- (11) 特殊文化相關,例如信仰、迷信、風俗、自然觀、土地倫理、價值觀等等。
- (12) 對未來林政、林業之任何建言。
- (13) 特殊(定)主題記錄。
- (14) 對違法、違規處置經驗。
- (15) 其他。

## 3. 現地勘查、拍攝記錄

依據初步訪談結果,決定進行踏勘及拍攝系列的第二階段工作。

4. 分析研判後,必要時則做複查、複訪工作。
5. 依據訪調結果,釐訂分類、編輯項目,進行篩選、撰寫。
6. 依資訊條件,對特定林業人員撰寫傳記。

而本系列訪問結果,僅摘錄關於檜木林帶的生態、造林等經驗敘述。

關於經營管理的研究與建議方面,本計畫側重在百年營林的相關實證探討,也就是選擇台灣檜木最早伐採與造林的阿里山區,詳細追蹤伐木前林相及林班,以口述史追查每個林班林分概況,一一追溯伐木年度等資料,更且至嘉義林管處登錄自1952年以降所有「國有林主產物處分登記簿」,亦將有史以來,阿里山區造林台帳及圖面全數搜集。

換句話說,上述工作乃建立每一林班歷來的施業或造林記錄。據此,擇定6個樣區,作造林木生長調查。以下,敘述作業方法及順序。

### 1、調查區域林班地之確認

重繪嘉義林管處提供之阿里山事業區造林地六千分之一膠片圖面,將繪製後之圖面再縮放複製成比例尺一萬分之一之投影片,以此投影片套用於一萬分之一之航測圖(民國71年經建版),對照調查現地之地形、地勢及其他顯著之地標,以確認調查樣區所屬之林班、林小班。

### 2、樣區設置

選擇地形、地標易於區別林班、林小班且不同造林年代之地點,並視現地情況設置長、寬25~35×30~40平方公尺不等之樣區6個,樣區詳細位置及描述見圖1及表1。

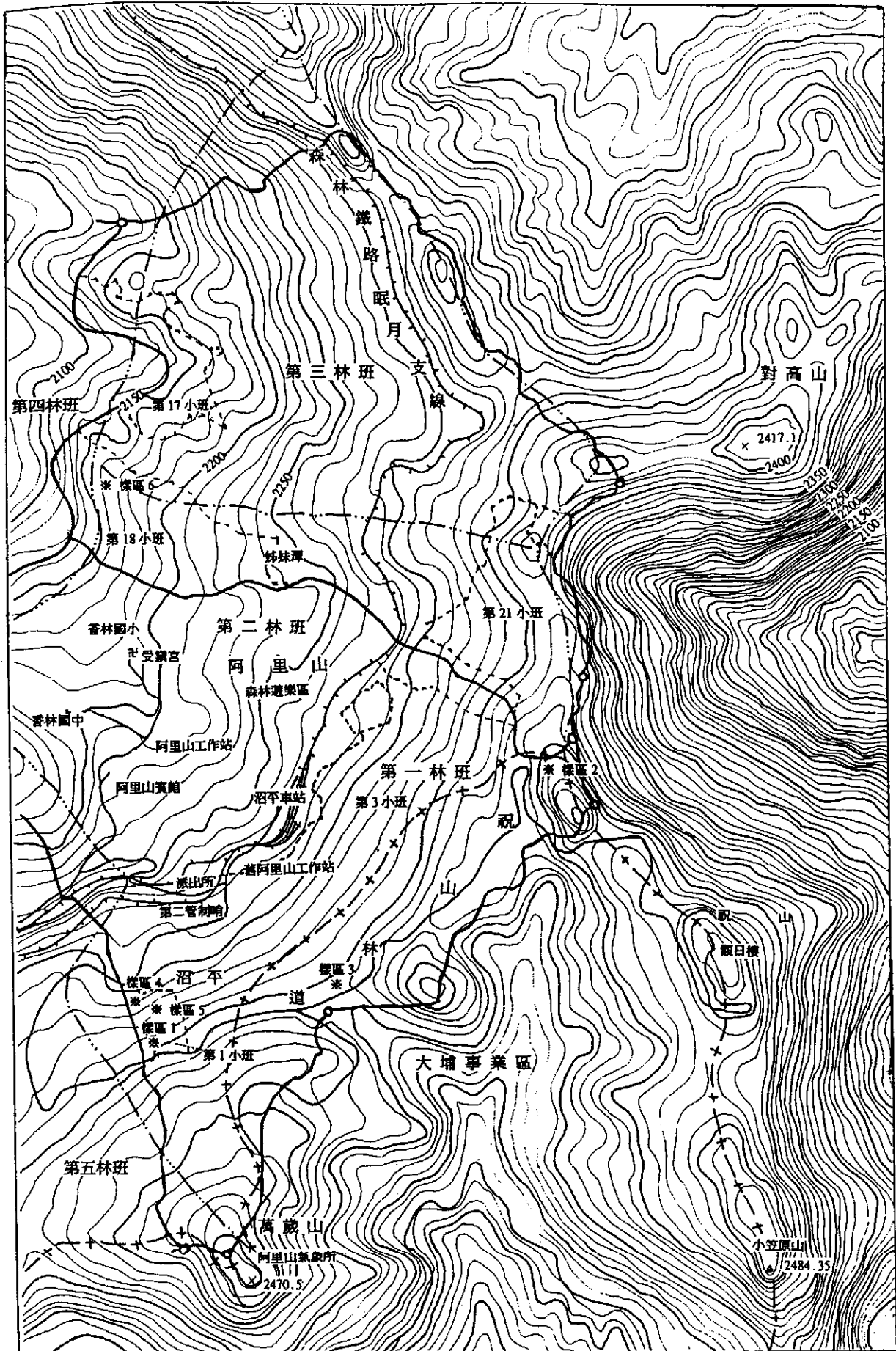


圖 1、檜木造林生長取樣區圖，——航測圖標示之事業區界，——航測圖標示之林班界，——台帳圖面之林班界，——台帳圖面之小班界，——道路，※樣區位置。

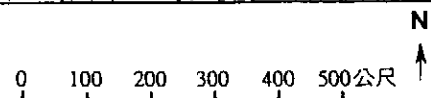


表1、阿里山事業區檜木造林地調查樣區資料

樣區	隸屬林班 台帳編號	樣區面積	造林年代	造林樹種		樣區位置	林地撫育作業摘要
				面積 (ha)	種類		
1	第1林班	35×25m <sup>2</sup>	1915..07	扁柏 (0.82)	柳杉 (0.82)	樣區南側臨祝山林道，位於第1林班第1、2小班及第5林班第3小班三區之交界處	1915..07 新植
	第1小班 經5						1916..04 補植
4	第1林班	40×25m <sup>2</sup>	1915..07	扁柏 (0.82)	柳杉 (0.82)	樣區北側臨祝山林道，西側鄰近第5林班第3小班，東南側臨山葵園	1915..07 新植
	第1小班 經5						同上列
5	第1林班	35×40m <sup>2</sup>	1915..07	扁柏 (0.82)	柳杉 (0.82)	位於樣區1、4之間，西北及東側為山葵園	同上列
	第1小班 經5						同上列
2	第1林班	40×30m <sup>2</sup>	1920..03	扁柏*	柳杉*	位於對高岳車站南側之稜線上，樣區北側鄰近第3林班21小班，南側有種植山葵	1920..03 新植
	第3小班 經9						1940..03 補植
3	第1林班	40×25m <sup>2</sup>	1920..03	扁柏*	柳杉*	樣區東南側臨祝山林道，近祝山林道與通往高崙山道路之交會處	1920..03 新植
	第3小班 經9						1949..03 補植
6	第3林班	25×35m <sup>2</sup>	-	-	-	樣區內有界木標示第2林班27號山葵園，但以造林台帳圖面資料比對航照圖，研判現地之地形、地勢應屬第3林班17、18小班之間，周邊區域為大面積栽植之山葵園	1949..03 補植
	第17、18 小班之間						1952..12 除伐
							1955..04 補植

\*：面積不詳 -：台帳無記載資料

### 3、每木調查

樣區內每株立木均予以編號、鑑定物種、以方格紙標示、登錄其相對位置、量取胸周 (PBH)、記錄生長狀況。

### 4、生長輪之取樣、樣品之處理與年輪之計數

以下生長輪之取樣、樣品處理方法係參考 Stokes and Smiley (1968)，有關生長輪取樣工具之使用、樣品處理、年輪定年之詳細方法，請參見附錄 2。

#### (1)、生長輪之取樣、樣品之處理

以生長錐 (increment borer) 鑽取樣區中各徑級立木胸高位置之生長輪木條，取得之木條置於吸管中編號保存，攜回實驗室處理。回實驗室後應立即取出陰乾生長輪木條；乾燥後，將每一木條各別以黏著劑固定於中央部分為半圓形凹槽的長方木塊上 (生長輪木條之木材纖維束必須垂直於下方木塊的黏合面，以易於觀察導管細胞之截面及年輪之確認)，木塊上再以棉繩緊緊纏繞，防止生長輪木條彎曲變形，待黏著劑乾燥、木條穩固之後，才解開棉繩。

因鑽取之生長輪木條表面過於粗糙，不利於生長輪之觀測，需先將固定於木塊上之木條粗糙表面以刀片削除，或依序以 #100、#200、#300、#400、#600...#1200 系列不同號數的砂紙打磨處理，打磨光滑後的木條，再以刷子或布塊清理表面粉屑。紅檜、扁柏的纖維材質較為柔軟，有時經刀片削過的表面，部分纖維殘屑會覆蓋較為細窄的晚材 (late wood) 細胞，而不利於生長輪界線的觀察。依據本研究目前的經驗，建議以粗細漸進系列的砂紙打磨處理檜木樣品，可獲得較為平整的表面，此處理方式有利於後續年輪的觀察、量測等工作。

#### (2)、生長輪計數

以解剖顯微鏡觀察、計數年輪。在計數過程中，往往可見假年輪 (false rings)，為避免錯誤判別，本研究對於每一計數的樣品，至少都經由 2 人以上的交互檢驗，並討論難以區別的部分，以確認將誤判的機率降至最低，對於極少部份難以區別真假之年輪，則視之為假年輪。另幼樹成長至取樣之胸高位置的時間差，會造成對樹齡的低估，因此本研究對取樣樹齡之計數應屬保守，即部分個體的實際樹齡可能略大於本研究目前所認定者，亦即部分個體的平均生長速率已屬偏高估計；而各生長輪之精確定年 (dating)，必須利用長條圖 (skeleton plots) 交互比對鄰近區域中不同個體間生長輪寬窄變化的趨勢，以確認部分難以區別真、假或異常的生長輪，限於時間倉促，本研究尚未進行交互定年 (cross dating)。另因設備之限制，生長輪寬窄之量測亦未進行，因此生長輪寬窄的變化趨勢及生長曲線之分析暫時無法討論。

### 5、資料分析

以圖表分析檢驗研究區域內紅檜、扁柏的組成比例、分布狀況、胸徑及樹齡結構，另以無母數 (non-parametric) Gamma 相關分析探討樹齡—胸徑的關係，以 t-test 和變方分析探討紅檜、扁柏平均生長速率的差異。

所有這些作業結果，用以探討歷來檜木造林或輪伐期的議題，作為經營管理最基本資訊探討。

此外，針對歷來輪伐期為何選訂 80~120 年的疑義，以及相關議題，以下列各問題，進行對資深林業人員作口訪。

#### 關於紅檜及扁柏在經營管理的意見調查

1. 紅檜造林木應長至胸徑多少公分，才適合伐採？製材最適合的胸徑是多少公分？
2. 扁柏造林木應長至胸徑多少公分，才適合伐採？製材最適合的胸徑是多少公分？
3. 紅檜 50 年生的單株，其胸徑在巒大山的數據是 26.5 公分；阿里山的是 14.3 公分及 11.9 公分；在木瓜林區者為 21.55 公分；巒大山的這株紅檜在 100 年生時胸徑是 40.45 公分，150 年生是 59.84 公分，200 年生是 76.66 公分，244 年生是 86.66 公分；在阿里山的這株紅檜，90 年生胸徑為 43.15 公分；木瓜林區者 70 年生為 29.70 公分，請問紅檜的輪伐期應訂為多少年為宜？
4. 扁柏 50 年生的單株，其胸徑在阿里山的樣木是 5 公分；巒大山的兩株各為 6.969 公分及 9.999 公分；在木瓜林區的是 4.23 公分；阿里山的這株，79 年生胸徑為 19.65 公分；巒大山的這兩株，在 200 年生之際，胸徑各為 22.725 公分及 31.815 公分，且其中生長較快的那株，250 年生時胸徑為 51.207 公分，380 年生為 82.416 公分；木瓜林區者，100 年生為 19.15 公分，150 年生達 30.47 公分，係快速者，請問扁柏的輪伐期應訂多少年為宜？
5. 依您經驗，紅檜與扁柏各自在造林方面應注意些什麼？您的建議是何？
6. 台灣已砍伐過的檜木林地，今後該如何經營管理？
7. 台灣的林道保持暢通所費代價高昂，您對先前林道有何看法？
8. 已荒廢林道的先前伐木跡地該如何經營管理？
9. 關於台灣林業，您有何建議？
10. 有什麼關於紅檜及扁柏的故事？生態特性？俚語？
11. 其他您任何的看法與建言。

上述進行口述史及意見調查之外業差旅，僅以 2000 年 3 月以後之實際作業時日，至少包括 3 月 17~20 日，4 月 23~24 日，5 月 15~17 日，5 月 27~29 日，7 月 8~10 日，7 月 21~24 日，8 月 3~6 日，10 月 14~15 日，11 月 11~13 日等 9 次以上，而先前的長期口訪工作，包括專任助理 3 人，出勤量眾，以計畫內不包括其差旅費用而略之。

## 參、結果與討論

### 一、地區檜木林或植被

#### 一-1、瑞穗林道

原玉里事業區位於花蓮南部，由中央山脈丹大山（3,074 公尺）南下喀西伯南山（3,167 公尺）、玉里山（2,155 公尺）、卓溪山（1,128 公尺）抵南端的桐林山（686 公尺）連線以東，通鄰花東縱谷，總面積約近 35,000 公頃，計有玉里、三民及瑞穗 3 條林道。由於地理位置為東台的中偏南部，就全台檜木分布而論，其緯度與阿里山區近似，紅檜與扁柏的數量推測接近 1:1。

1932 年第 1 次編訂案中，天然林紅檜有 508,560 立方公尺，扁柏有 501,839 立方公尺，鐵杉有 448,823 立方公尺，冷杉有 54,710 立方公尺，也就是說，在未作任何砍伐之前的針葉樹蓄積量。

31 年後，1961 年的第 1 次檢訂，紅檜有 495,578 立方公尺、扁柏有 86,844 立方公尺，也就是說紅檜剩有原蓄積的 97%，扁柏只剩 17%；再經 7 年，1968 年的第 2 次檢訂，紅檜有 401,204 立方公尺、扁柏有 17,640 立方公尺，分別為 1932 年的 78.9% 與 3.5%；奇怪的是，再 3 年後，1971 年的第 3 次檢訂，紅檜有 988,740 立方公尺、扁柏有 115,914 立方公尺，分別為 1932 年的 1.94 倍及 23%。而 1932、1961、1968、1971 年的林相面積變化，天然林的針葉樹分別為 1,523、3,212、2,491、8,459 公頃；針闊葉混淆林分別為 4,758、2,591、2,325、2,232 公頃，也就是說針闊葉混淆林的面積是逐次縮減，針葉樹面積係先增後減再增。（註：依據玉里事業區經營計畫 1971 年的第 3 次檢訂數據）

在此，只引為說明未砍伐之前，紅檜與扁柏的材積比似乎與阿里山區近似，但株數比則未知。

1961 年之際，扁柏砍掉 83%，至 1968 年則扁柏僅剩 3.5%，換句話說，1970 年之後，扁柏的原始林殆已砍光；1961 年的紅檜剩有 97%，1968 年則剩 78.9%（1971 年暴增為 1.94 倍，存疑），因此，如今的玉里區必然以紅檜為大宗。

以下依據楊國禎教授於 2000 年 4 月 4 日~4 月 10 日的沿線錄音記錄，以及樣區調查，改寫為傳統型物種、生態敘述。

#### 一-1-1、東西走向的平緩山稜

4 日夜宿瑞穗，5 日由瑞穗紅葉村進入瑞穗林道，約 29 公里處抵達林務局的水泥監管工寮，此處海拔高度約 2,150 公尺，位居典型檜木林帶。由此工寮沿林道前行約 200 公尺處，可見玉里野生動物保護區標示牌，從其後方平緩步道，調查 31 林班與 32 林班分界的稜線，沿步道盡為伐木後的柳杉造林地，只在稜線上留下細長條台灣鐵杉與紅檜混生的森林，而台灣鐵杉存有死亡枯立木。稜線前段，林木稀疏而破空多，光照較強，次生的森氏杜鵑、南湖等量甚多，且春芽刻正冒長中。此段路見有南湖杜鵑，而葉片狹長且葉背無毛的是森氏杜鵑，南湖杜鵑是葉片短胖而背生紅銹毛，但兩者之間存有許多中間型。

於海拔約 2,260 公尺之平坦地調查一樣區，面積約 30 × 30 平方公尺，樹最高約 35 公尺，可分 5 層次，但樹木的覆蓋度不高，地被則密被蕨類植物與玉山箭竹；第一層高 20~35 公尺，除紅檜、台灣鐵杉外，尚有華山松與森氏櫟；第

二層高 10~20 公尺，以森氏櫟為最多，另有紅檜壯年木、薄葉虎皮楠、昆欄樹、台灣華山松、台灣鵝掌柴等，大枝掛繡球及尾葉越橘則為附生植物；第三層小喬木高 3~10 公尺，以森氏杜鵑、玉山灰木與森氏櫟幼樹為主，台灣鵝掌柴、阿里山灰木、高山新木薑子、玉山假沙梨及薄葉虎皮楠、昆欄樹之幼樹次之，另有紅檜小樹；灌木層高 1~3 公尺，以薄葉柃木、尾葉越橘、玉山灰木、森氏杜鵑、高山新木薑子、森氏櫟、薄葉虎皮楠，及較高大的玉山箭竹為主要組成；草本層在 1 公尺以下，台灣瘤足蕨與玉山箭竹佔據絕對優勢。尤為特色者，紅檜在各個層次皆存有植株，樣區所有組成如表 10。

附帶註解，其一，森氏櫟是本地主要的闊葉樹，4 月初正長銀白色新芽，並脫掉老葉，地上因而存有很厚的落葉層。由其落葉狀況檢視，森氏櫟似乎是介於真正常綠樹與落葉樹之間的過渡型，典型落葉樹以無葉狀態渡過一段長時間，而森氏櫟則同時長新芽（葉）與落舊（老）葉，常綠樹則落葉時間不同步，因而欠缺無葉期；其二，紅檜與台灣鐵杉在此稜線上的數量相當，但紅檜存有甚多幼樹與小苗，台灣鐵杉則罕見幼樹與小苗；其三，此路徑見有較特殊物種，例如蘭科的繡邊根節蘭、蕨類的東亞擬假毛蕨、灰葉鐵線蕨，此外，柳氏懸鉤子量多；其四，南湖杜鵑的分布已知係從南湖大山向東延展清水山、和平林道等，向南則沿中央山脈以迄秀姑巒山、嵐山，瑞穗林道即位於秀姑巒山的東坡面，換句話說，中央山脈東半部的中段，正是南湖杜鵑主要的分布區域。

表 10 的樣區東邊，海拔約 2,250~2,260 公尺之間有一個山凹，此處森林較完整，第一層喬木約在 40 公尺高，以台灣鐵杉、紅檜為主，兩數量各半；第二層為闊葉樹，以森氏櫟為優勢，一些紅檜壯年樹伴生；第三層如日本灰木、森氏杜鵑、薄葉虎皮楠、老葉兒樹、玉山木薑子、玉山灰木、台灣灰木、細枝柃木等；地被層以台灣瘤足蕨、玉山箭竹共組優勢，各佔一半；灌木層另有阿里山瑞香、直角莢迷、森氏櫟、森氏杜鵑、米飯花、玉山灰木、巒大紫珠、台灣莢迷、高山新木薑子、阿里山灰木，以及少數的葉長花，柳氏懸鉤子則攀據樹枝上。全林分的樹上都掛滿苔蘚地衣，森林結構上層松蘿較多，森林下層苔蘚為主；地被植物如蛇根草、疏葉卷柏、三裂葉赤車使者，清水山小檗偶可見及；附生植物如肢節蕨、書帶蕨、鱗瓦葎、大枝掛繡球、大葉海桐，台灣鵝掌柴亦有附生狀況，但附生型的數量不多。

表 10 的樣區以西，稜線開闊，但人跡罕至，就植被而言，地被植物的玉山箭竹生長茂密，而稜線上的鐵杉泰半枯倒，紅檜的生長的狀況亦不佳。第一喬木層的覆蓋度僅約 30~40%；第二層以下的小喬木、大灌木覆蓋度約 70~80%，例如南湖杜鵑、薄葉虎皮楠、南燭、森氏櫟、高山新木薑子、玉山木薑子、薄葉柃木等，罕見有森氏杜鵑，而第二層的闊葉大喬木幾乎闕如；第四層小樹有胡氏肉桂、台灣莢迷、玉山灰木、阿里山瑞香等。

由步道繼續西行，愈逼近山頂之處，樹高愈矮，闊葉樹的高度僅約 2 公尺左右，除了前述物種之外，另有馬醉木、太平山冬青、太平山櫻花等，日本賽衛茅、凹葉月橘則著生在樹幹上，但數量不多。其他大樹另有台灣五葉松、華山松。由此路段的觀察，再度確定森林下的森氏杜鵑葉片為細長形；南湖杜鵑則是破空部位次生而出的植物，其葉片是短胖形。

接近 2,291 公尺山頭之際路跡不明，沿不明路跡由稜線走往下坡約 100 公尺，抵達一處小山溝，紅檜的密度大約每隔 20 公尺 1 株，徑約 1~2 公尺，設樣區調查如表 11。

樣區中第二層闊葉樹正值更新期，也就是大樹都已倒腐，目前存在者係小於 15 公尺高的第二代小樹，附近的紅檜，一些瘤狀樹頭都遭鋸除。其中，2 株大闊葉樹嵌其內。有株原本第一層的台灣鐵杉倒下後，造成局部的紅檜更新，如今長成高約 6 公尺左右的小樹群聚。

林下的生態註解如下：樣區中未見玉山箭竹，一般而言，玉山箭竹需光性比台灣瘤足蕨還大，此林中玉山箭竹的覆蓋度不高，另外，稀子蕨的需光度介於玉山箭竹和台灣瘤足蕨之間，稀子蕨在箭竹叢中的存在量很低，在台灣瘤足蕨領域中則稀子蕨量較多，但是台灣瘤足蕨量較少之處，稀子蕨會增多，稀子蕨或嗜偏濕環境，台灣瘤足蕨較耐旱，通常生長在偏稜線的中、上坡，至溪谷則減量或消失。

再舉一孔隙更新例證，在海拔 2,260 公尺的山頂前（表 10 的樣區旁），1 株已腐爛的鐵杉倒樹樹頭上，長出 11 株紅檜，其中 9 株的胸高直徑在 40~50 公分左右，有 2 株只有 10 公分的高度，形成所謂的被壓木，推測其生長狀況將每況愈下，伴生的闊葉樹有森氏櫟、薄葉虎皮楠，下層的伴生種有森氏杜鵑、玉山灰木、高山新木薑子、薄葉虎皮楠、假桧木等小喬木，灌木與地被與表 10 的下層雷同。

本小節介紹的東西向稜線，包括往東至瞭望台路段。地圖上的瞭望台實際上已不存在，現有的瞭望台位於林道東側的稜線上，即萬榮鄉與卓溪鄉交界處的稜線三岔路右邊（東向）的步道，步道上的樹已經長成 1 人高以上，顯見荒廢日久。瞭望台為兩層式建築，上層有一大羅盤，以及無線電器材，目前已廢棄。

從步道岔路到瞭望台兩側盡為造林地，種植的物種是紅檜，由地圖檢視，四鄰全屬造林地。瞭望台四周的紅檜胸徑約 15~20 公分，高 8 公尺左右，次生植物有玉山假沙梨、厚葉桧木、台灣紅榨楓、森氏櫟、高山新木薑子、森氏杜鵑等，稜線附近的空曠地存有褐毛柳，目前以灌木至小喬木體型存在，芒草高可至 3 公尺。走下稜線，除造林木的紅檜之外，組成另有薄葉虎皮楠、台灣英迷、阿里山忍冬、厚葉桧木、薄葉桧木等，地被以台灣瘤足蕨為主。林下小灌木有白珠樹、毛果桧木、細枝桧木、薄葉虎皮楠、台灣江某、台灣英迷、日本灰木、厚葉桧木等。此處森氏杜鵑的葉偏向短胖型，但未見葉背紅褐的南湖杜鵑。

距瞭望台約 100 公尺處，存有一些伐木後殘餘的紅檜、森氏櫟，造林的紅檜胸高直徑僅約 5 公分，厚葉桧木、森氏杜鵑、山羊耳、台灣鐵杉、玉山灰木、南燭、玉山假沙梨、薄葉虎皮楠、台灣樹參、台灣江某、森氏櫟等，構成高約 2~5 公尺的小喬木；林下以白珠樹、台灣英迷、森氏櫟、玉山灰木、台灣瘤足蕨、尾葉越橘、芒萁等為主要的組成。

距瞭望台約 200 公尺處，種有一叢柳杉，柳杉高約 15 公尺，旁有 1 株殘餘的鐵杉，高度約 40 公尺。此地紅檜造林木胸高直徑約 10~20 公分，高約 15 公尺；第二層物種有薄葉虎皮楠、台灣江某、森氏杜鵑、台灣紅榨楓、厚葉桧木、高山新木薑子、森氏櫟、玉山灰木等，另有鐵杉的小樹，高度僅紅檜人工林的一



半；林下地被以台灣瘤足蕨為大宗，伴生如森氏杜鵑、台灣英迷、厚葉柃木、薄葉柃木等。旁側存有森氏櫟的小純林，伴生植物如日本灰木、山羊耳、森氏杜鵑、高山新木薑子、薄葉虎皮楠、福建賽衛茅、細葉虎刺、大葉海桐等，另有一株直徑約 60 公分的昆欄樹，應是伐木後殘存。

約莫再降 50 公尺處，有尖葉楓，構成第一層的樹冠。造林地上留下一些鐵杉及紅檜大樹頭，推測原始林亦為鐵杉與紅檜的林分。距離瞭望台約 300 公尺處，人造紅檜的胸徑約 15 公分，最大者約 20 公分，最小約 5 公分，樹高最高約 12~13 公尺；其下，第二層以森氏杜鵑為主，伴生如台灣杉小苗、玉山灰木、薄葉柃木、厚葉柃木等；地被除了台灣瘤足蕨以外，裏白量多；蔓藤如北五味子。

小山溝分隔之後，植群轉變為柳杉造林地，混植一些紅檜。從此地以迄林道，完全為柳杉造林。溪溝部位的樹上掛滿蘚苔，顯示甚為潮濕，溪溝內的灌叢，如狹瓣八仙花（最優勢）、尖葉楓、台灣紅榨楓等，北五味子則攀爬其上。造林地內的闊葉樹常呈叢生的狀況，推測係因森林撫育之際，將所謂的雜樹砍掉後，樹頭再度萌長側芽所形成。

### 一-1-2、南北向轉西北的山稜

由監管工寮沿林道前行，見有 2 處標示牌，1 面標示「玉里野生動物保護區」，此牌後面的步道就是前節所述；續前行不到 100 公尺處，存有多面野生動物解說牌，這群解說牌後方另有 1 條步道，狀似廢棄，但路跡依稀，這 2 條步道都可連接 31 及 32 林班的稜線。由野生動物解說牌處的步道走入，可見到 2 種極稀有的蕨類，即灰葉鐵線蕨與東亞假鱗毛蕨，而繡邊根節蘭則在監管工寮上來，第一個轉彎處數量甚多，約有百株。林道旁另有食用土黨參零星分布，沿途的有骨消有凍死現象。

於沿路的柳杉造林地，喜岩莖菜盛開紫花，曲莖蘭嵌馬藍、赤車使者、咬人貓、海螺菊、短角冷水麻、蛇根草，是主要林下路旁的地被植物，頂囊肋毛蕨或叫頂囊擬鱗毛蕨的數量甚多，台灣長春藤、紫花鳳仙花、蜂草、川上氏莖菜也點綴其中，縮羽金星蕨、頂芽狗脊蕨、小白頭翁、黃金珠、海螺菊數量中等，玉山卷柏在某些路段量多。林道邊見有兩叢圓形葉的喜普鞋蘭，台灣瘤足蕨則偶見。短瓣球藥隔七葉一枝花零星分布，就全台而言，本區域的數量可能數一數二，此新種的分布範圍，在東部係從清水山延伸本林道。著生珊瑚樹的數量不少，台灣植物簡誌將著生珊瑚樹再分成球果英迷與著生珊瑚樹，球果英迷分布北部，著生珊瑚樹廣泛分布中部（含東部），南部的恆春半島則為珊瑚樹，此 3 個分類群先前被視為同種。車道路面上，以車前草族群為主。造林地的攀爬蔓藤以台灣羊桃、阿里山忍冬、通條木、北五味子為主。

就蕨類而言，台灣瘤足蕨最多，其次為柄囊蕨、頂囊擬肋毛蕨、裏白、頂芽狗脊蕨、台灣鱗毛蕨、尖葉耳蕨。陰濕的岩壁上，紅苞蹄蓋蕨、陵齒蕨的數量不少。

萬榮鄉與卓溪鄉的交界處，即稜線三岔路，北走可至彈藥庫，東行即瞭望台。林道兩側為柳杉人工林，間雜少量塊狀的紅檜與台灣杉。

北走過鄉界後開始爬坡，上坡路兩側全部種柳杉，爬坡之後則以紅檜人工林

為主，另有部分台灣杉，屬混生造林。爬坡後進入岩壁區域，露頭以大理石為主，樹木高度矮小，植被生長狀況甚差，但溼氣亦重，多松蘿、蔓蘚，次生灌木以褐毛柳最多，梅花草則林道上到處散生。

過了裸露山頭之後，林道東邊沿稜線尚是天然林，以台灣鐵杉、紅檜為主，樹上佈滿苔蘚。此片鐵杉、紅檜林的鬱閉度低，其內以森氏櫟為優勢，另有昆欄樹、胡氏肉桂等，局部小崩塌地則長出台灣赤楊；藤本如台灣羊桃、北五味子、通條木等；林下灌木以杜鵑花為主，係由南湖杜鵑與森氏杜鵑混生。

林道西側山坡，盡屬伐木後的紅檜造林地。海拔 2,260 公尺處，即林道迴轉爬坡的前方，存有一片台灣雲杉的美林，直徑在 1 公尺以上，高約 50 公尺。車行中見有帝雉行走林道，局部區域則聞有極濃厚的動物體臭，且到處可見大型動物的糞便。陡坡之後出現台灣二葉松、台灣五葉松及灌叢，地質屬大理石或石灰岩，先前可能曾發生火災，海拔 2,300 公尺附近，五葉松數量龐多，與紅檜、雲杉的小苗混生，另有少量台灣二葉松。此區域的林道沿線，僅在稜線部位或陡峭處未砍伐之外，殆屬人工紅檜造林地。

海拔 2,350 公尺處見有開路採礦遺置的彈藥庫（約林道 32 公里），彈藥庫目前被改裝為登山山屋，附近保留一小片鐵杉林。彈藥庫之後即進入火災及岩石裸露區。林道可通車到彈藥庫之處，之後，整條稜線曾遭火焚，形成光禿廢墟景觀，此後沿之字形道路至海拔 2,500 公尺。此地存有許多石灰岩的蕨類，如銀杏葉鐵角蕨、台灣高山鐵線蕨、針葉耳蕨、姬鐵角蕨等。沿路上以石灰岩的地質、土壤裸露，因而崩塌不斷，加上開路及火災，故而火生系列物種常見，例如台灣二葉松、台灣五葉松等，而紅檜的枯幹到處可見。

海拔 2,500 公尺為林道盡頭，捨棄稜線沿步道進入山凹，此處有森林樣區的標示牌，殆為針葉混生林，樹種有紅檜、台灣雲杉、台灣鐵杉、台灣冷杉、台灣華山松、台灣二葉松等，附近山坡森林的主要樹種是台灣赤楊、台灣二葉松。此處見有一群猴子，也看見玉山箭竹筍被咬食痕跡，福山氏飛蓬亦有被動物咬食現象，台灣五葉松生長至海拔 2,450 公尺左右。

在此取一針葉混生林樣區如表 12。

### 一-1-3、東西稜下溪溝

本小節敘述由林道轉往分叉廢棄林道之後，沿步道下行至海拔 1,950 公尺乾溪的植被。沿途的上半段稜線上，以台灣鐵杉為最多，混雜有紅檜、台灣杉與華山松；森氏櫟是第二層主要組成，伴生有昆欄樹；第三層物種如南湖杜鵑、森氏杜鵑、玉山灰木、楊桐、高山新木薑子、薄葉虎皮楠、西施花、山羊耳、厚葉柃木、台灣樹參等，高度約 5 公尺；林下假繡球數量不少，山羊耳、雪山冬青零星可見；地被草本層以台灣瘤足蕨最優勢。就整個林分而論，最主要的闊葉樹存在於第三層的小喬木及灌木，覆蓋度可達 90%，而第一層樹冠的台灣鐵杉鬱閉度約 50%，第二層 20%（森氏櫟），局部地域存有紅檜的青壯樹，也就是胸高直徑在 10~30 公分的族群，生長勢殆佳。

海拔 2,200 公尺左右，林冠層的台灣鐵杉與紅檜的覆蓋度不高，約 40~50%，台灣鐵杉的直徑約 1.5 公尺，紅檜直徑約 1~1.5 公尺。過了 2,150 公尺略凸起的

小陵脊之後，紅檜、台灣鐵杉的覆蓋度更降到 20% 以下，其密度約每隔 30~40 公尺 1 株，其中，有 1 株胸高直徑達 3 公尺左右的紅檜，但已瀕死，這等林分表示，其上層針葉樹已屆消失，有可能今後將轉變為闊葉林，其地表苔蘚層甚厚，樹上則掛滿苔蘚。本林分的第二層，係以森氏櫟為優勢，寄生植物有稠櫟柿寄生、大葉桑寄生及大葉檜寄生。

海拔約 2,050 公尺處，見一紅檜優勢社會正進行天然更新，多株胸徑約 3 公尺的紅檜倒塌，且多株胸徑 10~50 公分的紅檜青壯年木已長成，在此調查一樣區（表 13），代表紅檜老樹倒下後，造成孔隙更新的狀態，其更新的二代木多從老樹頭處長出。距離樣區南方約 40 公尺之處，有 1 株巨大的台灣杉；東方大約 40 公尺處，有直徑約 1.5 公尺的紅檜；西方約 20 公尺左右，有直徑 1~1.5 公尺的台灣鐵杉與紅檜的大樹，有可能即更新木的母樹。本樣區中，紅檜的最大胸徑為 50 公分，最小 10 公分，數量計有 11 株，其中有 2 株胸徑較小，約 10~15 公分之間，已淪為樹冠下的被壓木，其高度約 15 公尺，其他的紅檜高度最高在 20~25 公尺之間；闊葉樹約 20 公尺高，以森氏櫟為主；第二層高約 12 公尺；第三層高約 5 公尺；地被約 0.7 公尺以下。第二層覆蓋度（12~25 公尺）80~90% 左右；第二層（12~5 公尺）70~80%；第三層灌木約 30%，但局部地方可達 50%，平均約 40%；地被植物的覆蓋度約 70%。

樣區東方的角落，約 10 × 10 平方公尺的範圍中，存有 15 株紅檜，最大樹胸徑約 60 公分，小樹且係被壓木有 2 株，徑約 30 公分。在約 3 公尺直徑的範圍內，見有 5 株直徑在 50 公分左右的紅檜，直接長在倒下紅檜的樹頭上，是附近檜木生長最密集之處。此外，有株倒樹，在樹頭附近長出 12 株紅檜更新木，另有株倒木根返部位，長出 3 株小紅檜，但皆淪為被壓木，最大者胸徑 20 公分，另 2 株胸徑僅 10 公分。也就是說，上述 3 株老紅檜倒木，10 × 10 平方公尺範圍內，共計長出 15 株更新木，連同先前樣區中的 11 株，總計 26 株第二代紅檜存在於孔隙或倒樹範圍內。

海拔約 2,100 公尺的森林中，銳葉石松掛在 15 公尺的樹上。此地的紅檜顯現二代木的外貌，也就是說，其樹頭離地面有一段距離，推測是萌長在倒木上，且後來倒木腐爛後，形成目前狀況。此外，在一陡峭（坡度約 40 度）坡上，存有很多紅檜小苗。凡此，皆說明紅檜的孔隙或崩塌後的天然更新。

往後的森林，其鬱閉度略高，可達 60% 左右，組成以台灣鐵杉的數量較高，紅檜的數量較少，可能係稜線上的現象。

整個小稜線，從海拔 2,230 公尺以迄 2,050 公尺的段落中，玉山箭竹的數量甚少，僅以零星、分離小叢的方式存在，然而，此等森林的立地，岩石或石礫比率不高，土壤層亦發達，靠地下莖蔓延的玉山箭竹也存在，卻無法拓展，因此筆者推測，造成玉山箭竹無法發展的原因，可能係第二及第三層闊葉樹高度鬱閉的效應，導致地被難以生存，卻讓陰生小灌木有生長的空間，故其種類與數量皆較多。

海拔約 2,050 公尺處，開始出現假長葉楠，且一直延展至溪谷，但此地不見有紅楠或阿里山楠，白花八角、南湖杜鵑及森氏杜鵑亦欠缺。下抵乾溪處，其地海拔約 1,920 公尺，乾溪谷寬闊而堆滿石礫，顯然係崩塌堆積所造成，礫石之所

以存在，係拜許多紅檜的倒木攔阻所形成，也因而不見溪水。在此調查一樣區(表 14)。

本樣區中，在 40 × 40 平方公尺的範圍內，植物種類超過 100 種，林下倒樹非常多，附生的蕨類歧異度甚高，所有蕨類的種數更超過 50，可謂高溼度下的蕨類匯聚地。

溪溝地域，凡崩塌之處即見有台灣赤楊，非崩塌地的闊葉林，則以假長葉楠為大宗。附帶說明物種分布特徵。下至溪溝路段見有 5、6 株台灣粗榧；落葉樹的蘭邯千金榆甚顯著；海拔 2,000 公尺以下才出現的植物如斜方複葉耳蕨、雙蓋蕨、假長葉楠等；允稱奇特的是，此地未見骨牌蕨，而司馬庫斯、鎮西堡一帶的檜木林中，存有大量骨牌蕨；台灣杜鵑存在於海拔 1,500 公尺上下，2,000 公尺以上則匿跡。

本調查路段，從溪谷海拔 1,920 公尺到稜線 2,230 公尺之間，針葉樹樹冠層的覆蓋度，最高僅達到 70% 而已，一般平均僅約 30~40%，最低者約 20%。所有針葉樹中，台灣鐵杉約佔半數以上，紅檜佔約 5 分之 2，伴生者如台灣杉、台灣五葉松、台灣華山松等。

上述路段係由鄉界三岔路口朝西北下降至溪溝，由監管工寮另有 1 條步道下至更低海拔的溪溝，2 條路線殆為平行。以下敘述監管工寮下溪溝路段植被。

本步道起始段落兩側盡為紅檜造林地，直徑約 20~10 公分之間，高約 15 公尺，造林木下的主要灌木有厚葉柃木、玉山灰木、霧社木薑子、台灣英迷、巒大紫株、薄葉柃木、台灣紅榨楓、台灣八角金盤、台灣鵝掌柴、狹瓣八仙、阿里山灰木、高山新木薑子、日本賽衛茅等；地被有日本賽衛茅、波氏星蕨、台灣瘤足蕨、大葉貞蕨、圓葉鑽地風、日本賽衛茅；台灣藤漆、玉葉金花則攀爬樹上。

海拔降到 2,190 公尺附近，越過一處山溝進入原始林區。此片未砍伐的紅檜胸徑約 2 公尺，數量甚多，罕見台灣鐵杉而僅以紅檜為主，雖然稜線上多見有台灣鐵杉的族群。第一喬木層覆蓋度約 50~60%，見有 1 株直徑 3 公尺以上的巨檜；第二層為闊葉樹，以森氏櫟最優勢，高達 25 公尺；第三層植物如台灣鵝掌柴、厚葉柃木、阿里山灰木、玉山灰木、墨點櫻桃，高度約 5~10 公尺。在此首見墨點櫻桃，且附近數量不少。

海拔 1,950 公尺附近地形較為陡峭，台灣鐵杉數量居多，伴生許多高大的台灣五葉松，在稜線邊緣略凹處則存有紅檜，高大的闊葉樹以森氏櫟為主，小灌木則以南燭為最多，另有為數不少的台灣掌葉楓。繼續走下小山凹，離上述地方約 20 公尺處，景觀丕變，侵蝕崩塌面出現，稜線的兩旁則有紅檜生長，而台灣鐵杉與台灣五葉松皆以巨木存在；森林下第二層以昆欄樹最高大。

降到溪溝海拔約 1,850 公尺，溪谷岩壁以台灣五葉松為優勢的森林社會，溪谷平台則紅檜數量多，闊葉樹以假長葉楠、昆欄樹為大宗，另有台灣紅榨楓、尖葉楓、布氏稠李、台灣掌葉楓、台灣蘋果、蘭邯千金榆等殘餘落葉大樹，這些樹種組成第二層樹冠，邊緣有水流的地方還有台灣赤楊，這些樹上都掛滿了苔蘚。沿乾谷下行至一大懸崖無法下降，於旁邊平台設一 40 × 40 平方公尺樣區，即表 15。

樣區中紅檜大約每隔 20 公尺 1 株，最大的直徑約 4 公尺，於小稜脊部位則

有台灣鐵杉，也有白背櫟高達 25 公尺；第二層喬木如假長葉楠、森氏櫟、薄葉虎皮楠、昆欄樹、霧社木薑子，落葉樹有布氏桐李、台灣紅榨楓、尖葉楓等；附生或著生植物如奧瓦葎、肢節蕨、珍珠花、凹葉越橘，以及寄生的桐櫟柿寄生、大葉椴寄生等，構成闊葉樹冠；樹冠下小喬木以假長葉楠、玉山灰木、霧社木薑子、狹葉櫟、森氏櫟、薄葉虎皮楠、阿里山灰木、著生珊瑚樹、台東英迷、大葉柯、圓葉冬青、白背櫟、西施花、黑星櫻等為主，另有高山新木薑子、小花鼠刺、山肉桂、厚皮香等混生，尖葉楓、太平山櫻花等落葉樹生長於破空處，大葉海桐、書帶蕨、台灣英迷等著生；林下灌木則主要由狹瓣八仙、台灣英迷、細枝柃木、薄葉柃木、八角金盤等，以及喬木的小苗如假長葉楠、霧社木薑子、森氏櫟等構成，因倒樹、枯枝很多，加上潮濕，因而林內苔蘚密布於倒樹、枯枝及樹枝上，其上著生蕨類如書帶蕨、波氏星蕨、鱗瓦葎、台灣瘤足蕨、阿里山水龍骨、小膜蓋蕨、肢節蕨、威氏鐵角蕨、瓶蕨等極為豐富；地被則以台灣瘤足蕨最多，覆蓋度約 50%，其次為斜方複葉耳蕨、蛇根草，覆蓋度在 15% 左右，數量略多者有三裂葉赤車使者、細葉落蕨、曲莖蘭嵌馬藍、中華冷水麻、赤車使者、魚鱗蕨、稀子蕨、肉穗野牡丹、波氏星蕨、長柄劍蕨，而鐵角蕨類的種類甚多。

樣區接近稜線的角落，有株大紅檜倒斃，造成整個樣區中紅檜覆蓋度偏低，僅約 30%。此區紅檜皆為巨木，有 3 株胸圍在 10 公尺以上者。紅檜的巨木由於存在時間往往超越千年，樹幹基部的下方長年受雨水及地面逕流的侵蝕，土壤流失，土壤流失又會刺激幹基下長，而幹基上方由於根系、基幹保護水土，數百、千年之後，每株大樹所在地往往形成梯田狀外貌，幹基上方呈現平台，下方則成小斷崖坡（落差約 5~10 公尺），而巨木幹基向下、向外膨大。此現象鎮西堡的巨木所在地亦甚顯著。

此地的石灰岩地形經常崩塌，因而紅檜林無法發育完整。

#### 一-1-4、由東西稜眺望之判釋

由 31 與 32 林班交界的稜線東眺，豐坪溪上游的向陽山坡，台灣二葉松可形成森林社會，但其面積往往受困，總體而言，此地域係檜木霧林帶，而非鐵杉林帶，因而火災之後，台灣二葉松的族群不如鐵杉林帶中發達。之所以仍存有二葉松林，除了火災之外，局部區域的岩層裸露亦為導因。

換句話說，豐坪溪上游集水區系，凸出山稜上多見瘦長條狀的二葉松林，凹陷的溪谷則多為紅檜林，而此等紅檜林沿各山凹斜坡，順沿向源侵蝕而拓殖，可上溯至海拔 2,400~2,500 公尺。

除了紅檜林之外，另有局部雲杉林存於谷地。

中央山脈主稜東伸側稜，目視所及則以台灣二葉松為大宗。調查期間，南向的馬博拉斯橫斷稜線坡面，水氣甚濃厚，由水氣、雲霧的判釋，可推估瑞穗林道等區域，紅檜最繁盛處殆落在海拔 2,000 公尺的坡面，以及 31、32 林班分界以南，且扁柏的大宗林地即位於被砍伐的地區。

#### 一-2、和平林道暨二子山區

和平林道隸屬於羅東林區管理處和平事業區，起點位於台 9 線 163 公里處，

當地立有 3 面碑文紀念之。1966 年起造林道，1974 年開至 43 公里處，1981 年延長至 62 公里，整條林道係分年、分小段落推進，總計大約分成 13 次才開鑿完成，另有支線 11 段，分別在 4.5，10.5，11.5，13.5，17.2，28.8，33.5，40.5，42，46.6，56.6 公里處又出，支線總長度約 35.6 公里，分別通往各礦區或林班。1995 年底豪雨中發生嚴重崩塌，42 公里處形成封閉，迄今為止林道僅能通達該處。筆者先前曾於 1983 年，由本林道調查，翻越二子山，由太魯閣國家公園範圍銜接處，即 62 公里、海拔 2,190 公尺附近，進入原森林開發處 910 林道，轉至蓮花池出中橫公路。

以下，依據楊國禎教授 2000 年 5 月 6 日~8 日的登錄，以及筆者先前調查，敘述植被生態。

林道 4 公里之前段落，一開始以白雞油、紅皮、杜英為主的次生林，伴生樹種如江某、欖仁舅、大葉雀榕、香楠、菲律賓榕、九芎、梨仔（茜草科）等；林下層灌木如山黃梔、小花鼠刺、小葉桑、水同木、軟毛柿、山棕、月桃等；地被或草本層如台灣蘆竹、腎蕨、小毛蕨、愛德氏肋毛蕨、全緣卷柏、馬來鐵線蕨等，其立地基質係石灰岩地。

岩壁上以腎蕨、馬來鐵線蕨居多，伴生如東方狗脊蕨、粗齒革葉紫萁、大頭艾納香、賽樂華（稀有植物）等，局部地區則薄葉三叉蕨大群出現。

登錄的次生植被物種，常見如通條木、鐵線蓮、漢氏山葡萄、東方狗脊蕨、水麻、羅氏鹽木、大葉溲疏、玉葉金花、芒草、密花芋麻、鱗蓋鳳尾蕨、小葉桑、長葉芋麻、千金藤、杜虹花、無患子、酸藤、杜英、山棕。石壁上生長較佳的森林，以青剛櫟、瓊楠、紅皮、大葉楠、杜英、樟樹、俄氏柿、山枇杷、山黃梔、細葉饅頭果、烏榕、江某、酸藤、雀榕等為組成，藤本或灌木有假菝契、糙莖菝契、黃藤、水金晶、桶勾藤、天門冬、菊花木、大葉溲疏、老荊藤、台灣山桂花、筴木、杜虹花、細葉紫珠、蓮草、三葉崖爬藤，森林下以月桃、山棕、長葉腎蕨、粉背蕨、鱗蓋鳳尾蕨、異葉卷柏為常見。

過了叉路口，林道里程 4~7 公里的之字形上升區屬樟樹造林地，伴生有大葉釣樟，造林樹下次生有筆筒樹、白匏子、香楠、小葉桑、高粱炮、密花芋麻等。凡此植物種類，與台灣北部潮溼土壤型的植物狀況類似。林下潮溼植物另如東方狗脊蕨、台灣圓腺蕨、巒大秋海棠、闊葉樓梯草、密花芋麻、杜虹花、姑婆芋等。

林道里程 10 公里上躋礦區工地，海拔 700 公尺左右，次生植物主要以銀合歡、芒草、密花芋麻、象草為主，另有台灣赤楊、波葉山螞蝗、葛藤。過礦區後仍屬樟樹造林地。抵 11 公里附近，設有林務局的管制站。里程 12 公里處繞過礦區，潤溼型森林的主要組成是台灣雅楠、大葉楠、賊仔樹、黃杞；較乾旱的岩壁則以狹葉櫟、山漆、胡氏肉桂、化香樹、杜英、紅皮、三葉山香圓、毛果柃木、疏果海桐、樟葉楓、山枇杷、中原氏鼠李、山漆、呂宋英迷、山櫻花等為顯著，攀爬植物如爬雀梅藤、歐蔓、麥氏鐵線蓮、黃鱗藤等；崩塌的灌叢區以翅柄碗蕨、水麻、大葉溲疏、東方狗脊蕨、有骨消、揚波、台灣青芋、姑婆芋、冷飯藤、小葉桑、台灣雅楠、糙莖菝契、花蓮雙蓋蕨、杜虹花、通條木、漢氏山葡萄、塔山澤蘭、大冷水麻、台灣圓腺蕨、闊葉樓梯草、全緣卷柏、申跋、三葉五加、高粱炮、蓮草、青牛膽、通條木、麥氏鐵線蓮、台灣牛彌菜為組成。

林道里程 13 公里、海拔 820 公尺附近，出現柳杉與琉球松造林地。22 公里、海拔 1,200 公尺左右開始進入雲霧帶。里程 30 公里處，是一曠區邊緣，調查一樣區，約 3 × 3 平方公尺的岩壁上，高約 50 公分，覆蓋度 30~40% 左右，以梅花草為主，伴生有灰背芒，林道旁平地存有許多台灣梅，其他植物如疏花光風輪、水麻、台灣蘆竹、薊、落新婦、小白頭翁、乞食碗、雪山堇菜、八角金盤、狗脊蕨、馬藍、台灣澤蘭、刀傷草、福山氏飛蓬、鱗蓋鳳尾蕨、豬殃殃等。

從 14K 進入林相整齊的大面積柳杉人工林，其原始植群應屬針闊葉混生林。林道里程 32 公里，見有灌叢的小山頭，以阿里山千金榆、台灣赤楊、南湖杜鵑、八角金盤為主，可區分兩區，一區是台灣赤楊，一區是阿里山千金榆；第二層以芒草為主，阿里山千金榆這區的灌叢主要是薔薇科的冠蕊木、柳氏懸鈎子、毛果柃木、台灣山肉桂、大葉柯、清水女貞、台灣懸鈎子、葉長花、阿里山榆、台灣紅榨楓、老葉兒樹、通條木等，其中以阿里山榆為最多，另有尖葉楓、虎皮楠、狹葉櫟、頂芽狗脊蕨、高山英迷、獼猴桃等，灌叢裡見有人造林木的巒大杉。台灣赤楊這區的伴生植物如小葉瑞木、塔塔加櫟、台灣樹參、小實女貞、薄葉虎皮楠、吳茱萸、白花八角、通條木等，灌木層有華八仙、假柃木、奧瓦葦、三斗石櫟、台灣紅榨楓、阿里山千金榆、布氏稠李、小葉桑、蘭邯千金榆、頂芽狗脊蕨、杜虹花、昆欄樹、阿里山青風藤、圓葉鑽地風、掌葉楓、北五味子等。

林道里程 37~38 公里處為一紅檜母樹林，樹最高約 40 公尺，設一樣區，如表 16，巨檜徑達 2 公尺上下。

林道 38~43 公里段落上、下優良林相區大抵為皆伐後的跡地造林。

40.2 公里附近的山凹，調查一樣區（表 17），第一層覆蓋度約 40% 左右，地被覆蓋稀疏，第二層的闊葉樹喬木不多，第三層的小喬木最多，主要是因山溝本身是北向坡，陽光照射不高，加上檜木覆蓋度影響，數株巨檜倒下後造成破空，但因時間尚短，第二層闊葉樹尚未增加，覆蓋度只有 30%。

過崩塌地 42 公里左右見有一岩壁，生長十字花科的筷子芥、唐松草、刀傷草、疏花風輪菜、清水小蘗、碧綠山鼠李、月芽鐵線蕨、清水金絲桃、台東龍膽等，大抵是地區特殊類群。由於崩塌嚴重，此段落長出甚多次生植物，如台灣赤楊、蘭邯千金榆、台灣瑞木、布氏稠李、台灣紅榨楓、吳茱萸等，落葉性稀有植物如黃蘗、台灣蝴蝶戲珠花、布氏稠李、冠蕊木等，量多。和平林道原始檜木林的最佳生長地段殆在 40~49 公里的平坦區域，可惜全部伐盡，現已人工造林，造林木有紅檜、台灣杉、巒大杉等。

1983 年筆者調查和平林道之際，49~57 公里路段正值伐木，局部存有紅檜、台灣杉、台灣鐵杉的原始林分。允稱特色者，59 公里、海拔約 2,100 公尺處存有一片台灣杉，林相優美，應設置保護區。及至林道盡頭 62 公里、海拔 2,190 公尺處，即屬太魯閣國家公園邊界，進入森林開發處所屬的 910 林道。該地域於 1979 年起，砍伐 22、23、29、30、33、34、35 等 7 個林班，而檜木林主要存在於第 23、34 及 35 林班，而 29、30 及 33 林班為闊葉林。目前檜木林已伐盡。

910 林道入口附近，原檜木美林已消失，附近稜線上為鐵杉林，林道行經 34、30 及 29 林班，兩側殆為闊葉林，少量鐵杉存在於山稜線。由 30 林班的 914 支線終點，可沿林內小徑下抵蓮花池。

此路段即筆者調查的二子山區的樣區處，茲舉3個剖面圖，分別說明針葉樹混生林及2類型闊葉林（徐國士、林則桐、陳玉峰、呂勝由，1983）。

圖2剖面示針葉混生林。其地位於二子山海拔2,080公尺處，西北向的平緩稜；第一層針葉樹，樹高15~35公尺，由台灣鐵杉、紅檜、巒大杉、華山松所組成，總覆蓋度約65%；第二層次介於5~15公尺間，以森氏櫟較優勢，其次為玉山灰木、台灣鐵杉、雪山冬青、高山新木薑子、西施花；第三層為1.5~5公尺的灌木類，以高山新木薑子較多，另由台灣鵝掌柴、玉山灰木、台灣英迷、福建賽衛矛、西施花、日本灰木、台灣鐵杉、厚葉柃木、錐果櫟、蘆山石筆等；地被層以台灣瘤足蕨為絕對優勢，毛蕊花與台灣鵝掌柴數量亦不少，其餘種類稀少，以此10×20平方公尺的樣區，地被層不過10種，且其組成一半係灌木層以上已出現過的種類。



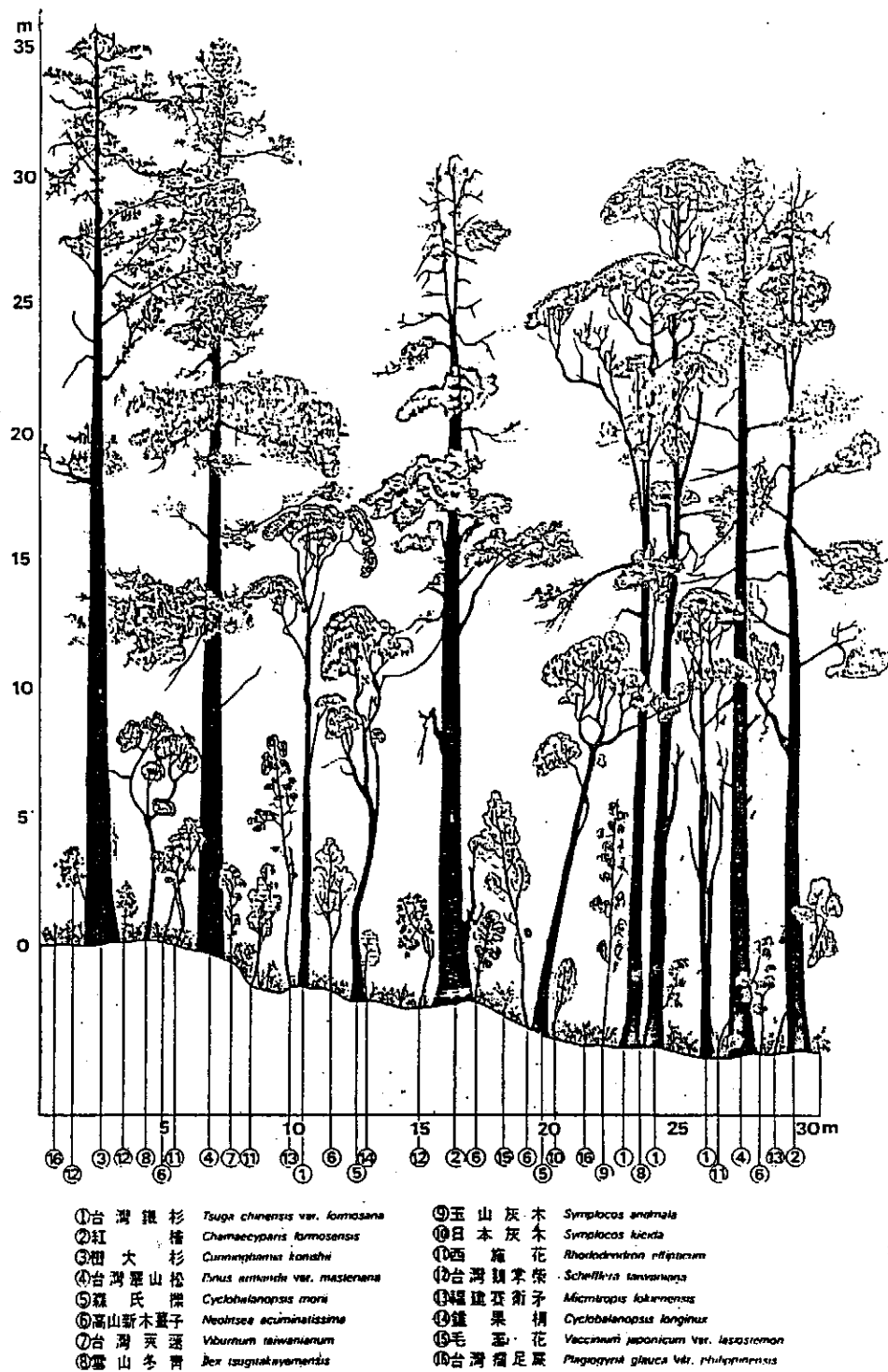


圖 2、針葉樹混生林型剖面

圖 3 示森氏櫟—三斗石櫟優勢社會的剖面。

其地位於二子山往蓮花池迴頭彎之小徑，海拔 1,970 公尺，西向坡，坡度約 30°。社會層次結構有 4，第一層樹高 8~16 公尺，覆蓋度幾達 100%，領導優勢種為森氏櫟，其次為三斗石櫟、烏心石、西施花，此外，有早田氏冬青、華石楠等；附生植物有二條線蕨、白花石斛、奧瓦葦等；第二層 2~8 公尺，覆蓋度約 50%，以西施花稍佔優勢，另有銳葉柃木、台灣樹參、薄葉柃木、森氏櫟、早田氏冬青、雲葉樹、奧瓦葦等；第三層 2~0.6 公尺，有台灣八角金盤、日本灰木、高山新木薑子、小膜蓋蕨、大枝掛繡球、大葉紫珠等；草本地被層 0.6 公尺以下，覆蓋度達 90%，以台灣瘤足蕨為絕對優勢，玉山箭竹為次優勢，其他植物有書帶蕨、伏牛花、波氏星蕨、福建賽衛矛、台灣鱗毛蕨、森氏櫟、早田氏冬青等。

圖 4 則為錐果櫟—薯豆—狹葉櫟優勢社會的剖面。

此剖面位於二子山往迴頭彎路線上，海拔 1,570 公尺，立地為稜線上略凹平台。第一層次 6~12 公尺，總覆蓋度 85%，領導優勢木是錐果櫟與薯豆，其次為狹葉櫟、短尾柯、黃杞、山漆、厚皮香、尖葉楓等；第三層 0.5~6 公尺，仍以錐果櫟、薯豆為優勢，其他依序為狹葉櫟、平遮那灰木、山枇杷、薄葉虎皮楠、台灣蘋果、疏果海桐、小花鼠刺等；草本層 0.5 公尺以下，以台灣馬藍、台灣鱗毛蕨、石葦較優勢，15 × 15 平方公尺內計有約 26 種以上的維管束植物。

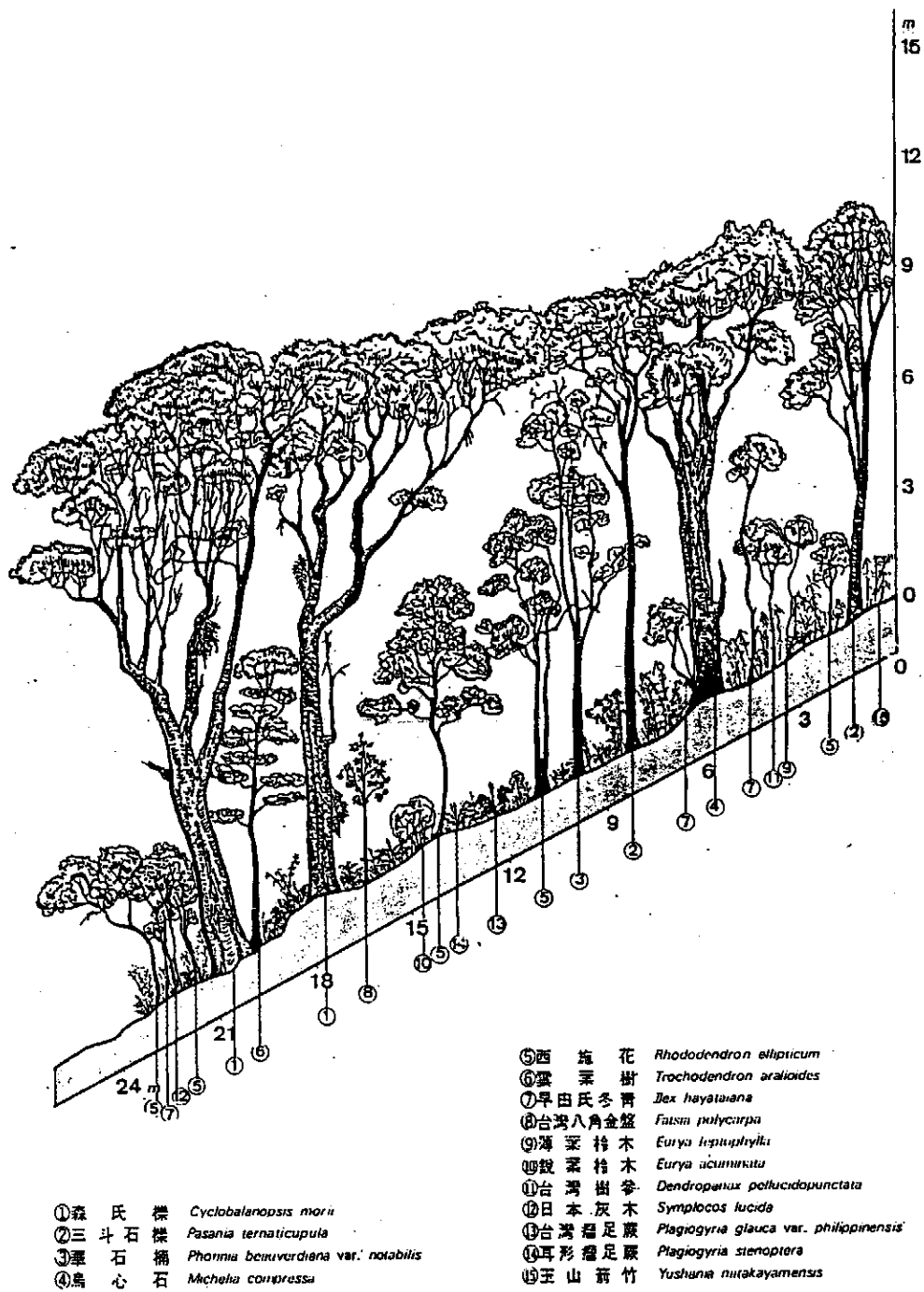
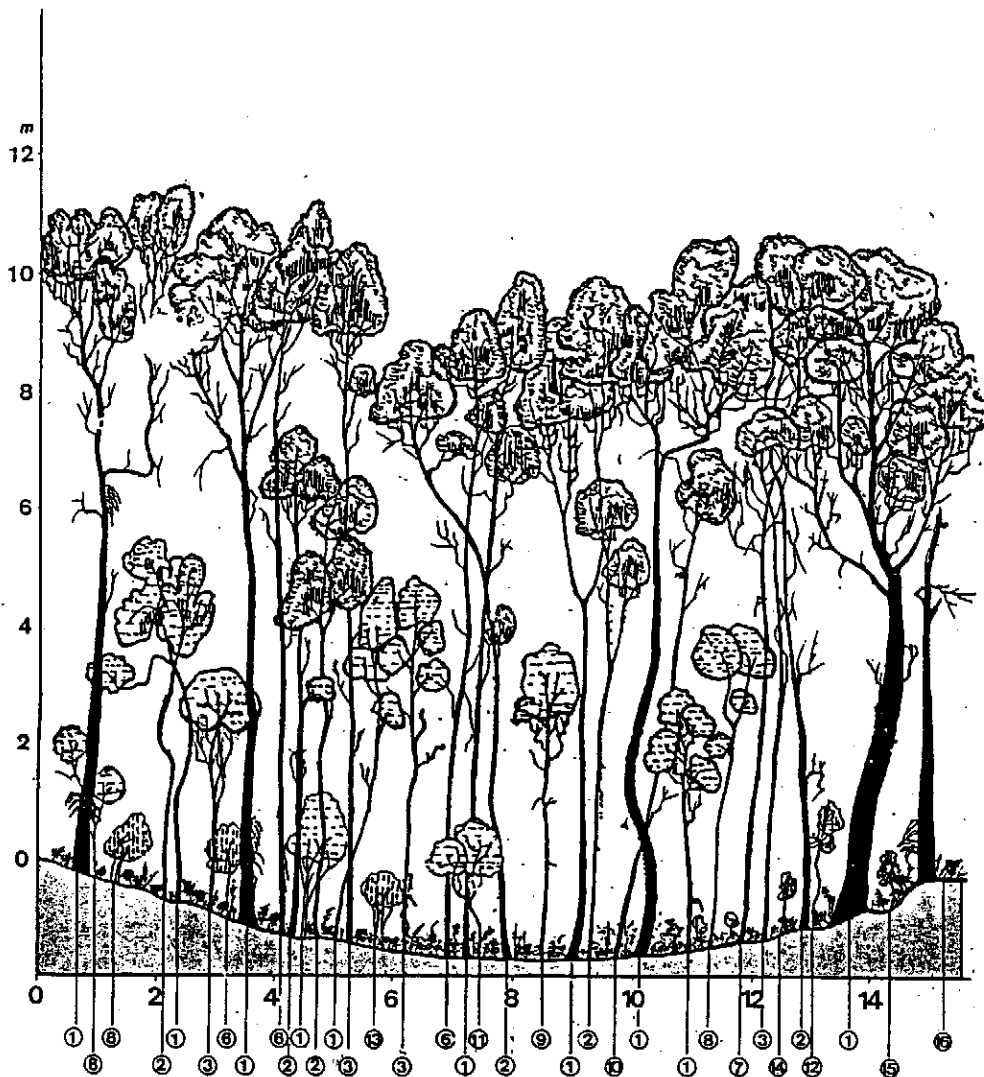


圖3、森氏櫟—三斗石櫟優勢社會剖面



- ① 錐果櫟 *Cyclobalanopsis longinx*
- ② 薯豆 *Eleoocarpus japonicus*
- ③ 狹葉櫟 *Cyclobalanopsis stenophylla* var. *stenophylloides*
- ④ 短尾柯 *Pasania brevicaudata*
- ⑤ 黃杞 *Engelhardtia roxburghiana*
- ⑥ 厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*
- ⑦ 山深 *Rhus succedanea*
- ⑧ 平遠槲灰木 *Symplocos haishanensis*

- ⑨ 台灣蘋果 *Malus formosana*
- ⑩ 薄葉虎皮楠 *Daphniphyllum himalaense* subsp. *macrophyllum*
- ⑪ 黑星櫻 *Prunus phaeosticta*
- ⑫ 山枇杷 *Enabotrys deflexa*
- ⑬ 斑果海桐 *Pittosporum illicoides*
- ⑭ 小花鼠刺 *Itea parviflora*
- ⑮ 尖葉槭 *Acer kawakamii*
- ⑯ 台灣鱗毛蕨 *Dryopteris formosana*

圖 4、錐果櫟—薯豆—狹葉櫟優勢社會剖面

由於本研究盡量以生態學研究初階的「what」為重點，但因台灣檜木林素為林業砍伐的對象，林道能及處當然多為伐木跡地，故而目前所能登錄者，絕大多數並非原始盛相檜林，僅為殘存破碎林分，無論如何，盡可能記錄目前實際植群狀況，以下，以 5 個樣區說明此等破碎林分或較完整的樣品，該 5 樣區分別位於 36.3，39.6，39.6，41 及 44 公里處。

表 18 位於 36.3 公里附近左側山坡。

39.6 公里處設有 2 個樣區，表 19 示紅檜更新小樹狀況；表 20 則為小支稜側，鐵杉與紅檜交會地段。

林道 41 公里處之後的崩塌地，鐵杉、紅檜及扁柏的破碎林分如表 21。林道 44 公里附近，表 22 代表紅檜已屆破碎的闊葉次生林，亦即台灣赤楊林正演替為闊葉林的過渡階段。

### 一一三、小鬼湖暨鄰近地域

若以北大武山與卑南主山連線為中央山脈的較原始假想山稜，則大浦山附近的小鬼湖（巴油池；約 2,000 公尺左右）正是大崩塌的最深切口，地圖平面如此展現，海拔落差亦如此說明，因而筆者斷定雙鬼湖正是分隔大武山系脫離中央山脈的主機制，此處以南才是真正台灣山系的南部地區。而這隔離區正是屏東縣的東半部內，說明雖然遙拜山（2,415 公尺）以南附近已進入屏東縣界，但小鬼湖的崩塌影響，乃至大武山集水區系仍然匯至隘寮溪，也就是發源於歡喜山（2,326 公尺，右鄰山頭即遙拜山）的隘寮北溪與發源於北大武山的隘寮南溪，合流為隘寮溪皆屬屏東縣境，流經霧台、山地門之後，於里港入荖濃溪，長約 60 公里，集水區或流域面積達 620 平方公里的影響效益，連同發源於卑南主山的濁口溪（溪水經多納、萬山、茂林，在大津匯入荖濃溪的支流；陳玉峰，1991）、發源於玉山西部及南玉山區的楠梓仙溪（經三民、安九拉社、小林、甲仙、大邱園、旗山，至嶺口而注入荖濃溪，長約 121 公里，流域面積約 842 平方公里），以及荖濃溪主流（嶺口以下叫高屏溪；發源於玉山南麓及玉山與東峰北側，收集玉山山塊西南稜側及中央山脈西北側的水流，經梅山、桃源、寶來、六龜、草寮，至大津納濁口溪之後，進入平原地區，至里港而納隘寮溪，再西向至嶺口納楠梓仙溪之後即叫高屏溪；長 105 公里、流域面積 899 平方公里），也就是高屏溪這四大主支流，涵蓋了大水窟山以迄南大武山段落附近，縱然因為人為行政劃分，把中央山脈在遙拜山、歡喜山、林柏拉柏拉山、石南山、尾寮山連線的西向側稜，當成高屏兩縣山地的邊境，就生態體系的觀點而言，並無顯著實質意義，此即筆者不厭其煩地解釋，自玉山、南二段（登山界之詞）以迄大武山系的全台最嚴重河川侵蝕區，組成台灣西南部的大川，也就是順西南走向的河谷，長達 171 公里，流域面積居全台最大，達 3,257 平方公里的高屏溪，正是高、屏兩縣菁華區域的活水源頭，維生系統的根本屏障，然而，就植被帶觀點，由遙拜山以迄霧頭山段落，卻是檜木林帶被掏空的段落，夥同氣候效應，此所以南台檜木林無法發展頂盛的原因之一。

此地域筆者曾勘查雙鬼湖各一次，大鬼湖係由大母母山、歡喜山至遙拜山進入；小鬼湖則由境界山附近調查，下列植群概述則以楊國禎教授的調查（2000

年1月)改寫而成。

### 一-3-1、小鬼湖山徑

依據南化、旗山、里港、山地門、伊娃、霧台至阿禮路線兩側所見，也就是台24公路穿越地域，無論人工植被或次生林，大抵呈現南台西南半壁的冬季生態景觀，相對的乾旱非常，然而，由海拔1,100公尺的阿禮挺升，抵達海拔約1,400公尺左右，顯然係冬乾與潮溼帶的過渡區，反映東北季風吹抵中央山脈大浦山(2,377公尺)與北方的歡喜山(2,326公尺)之間的稜線，沿著兩山之間的凹鞍，西南向下灌至霧台之前，將水氣留滯於直線距離約15公里範圍內，在阿禮的東方，海拔1,400公尺左右，水氣耗盡，阿禮以下遂形成兩影帶，也就是狀似半落葉林的半年旱季氣候型。

因此，似可宣稱，此山系霧林的最下方邊界在海拔1,400公尺，以上地域屬於常綠林，至1,600公尺則進入霧林主範圍。由喬國拉次經境界山(1,959公尺)山下，朝小鬼湖林道前行，於知本主山正南方處即因崩塌而僅容機車穿越，也就是在叉路口之後約2.2公里處。叉路口南下則為礦場工寮。此等山區之地形已屬高度崩塌後期的平緩地，而崩塌後的次生林植被以台灣赤楊林為主，灌木則以水麻為優勢，至於初崩或路旁石土斜壁，大抵存在開放性灌木或草本社會，例如以白珠樹、台灣懸鈎子、台灣澤蘭、芒草、台灣莓為主的不穩定社會，其組成及相對數量如表2的樣區。

由小鬼湖登山口開始，殆屬完整的闊葉原生林，由其物種組成研判，與全台紅檜林內物種十分吻合，但紅檜則蕩然無存。對此現象，筆者在先前研究已闡釋，關鍵在於地形及土壤層的化育，也就是紅檜幼苗拓殖需光量高，其成林機制與河川向源侵蝕、地震等各類崩塌所創造的裸地息息相關。某地區一旦步入老齡期地形，儘管氣候條件合宜，紅檜林終究無法更新而遭淘汰。

而小鬼湖、大鬼湖地域基本上屬於古老崩陷大區，就近萬年或數萬年以降，地形化育與生物演化不利於檜木林生存，只在局部地區殘存子遺族群。相對的，鐵杉的存在，係拜台灣島同一植被帶南北兩端下降型的影響，故而仍然存在，但因海拔高度不足，族群並非頂盛。無論如何，往小鬼湖山徑兩側族群，顯示此霧林帶因南北下降型、地型土壤化育高程度、海拔不足的條件下，紅檜退位、鐵杉殘存而殼斗科、樟科常綠林為主體的結局。指標物種如玉山箭竹、台灣瘤足蕨之盛行，而鐵杉散生可為反映。

此路段即環繞知本主山西北山腰，再東北向抵小鬼湖，海拔落差介於2,100公尺上下。鐵杉高可達25公尺，闊葉樹高在15公尺以下，主要物種如長尾柯、錐果櫟、森氏櫟、紅楠、昆欄樹等，小喬木或灌木如毛柱紅淡、薄葉柃木、阿里山灰木、雪山冬青等，林下草本如台灣鱗毛蕨、台灣瘤足蕨、耳形瘤足蕨、華東耳蕨、密葉卷柏、小沿階草等，草本型灌木的玉山箭竹則為主體，附生植物量多，如小膜蓋蕨、肢節蕨、骨牌蕨等，顯示大氣潮溼，更由滿佈苔蘚植物來展現。

接近小鬼湖附近有一平坦地，樹高僅7公尺左右，可能係由灌叢演替而來，但樹高並非反映演替，而全山區樹高相對低矮，顯示此處或為中央山脈的風口。

此平台取一10×10平方公尺樣區如表3。

小鬼湖北面山坡可能曾遭火災，植被為次生灌叢，芒草為主體，灌木以玉山假沙梨為最多，毛柱紅淡居次，另有薄葉柃木、雪山冬青等，草本層如玉山針蘭、台灣龍膽、菝葜、石松、地刷子、小二仙草、芒草、白珠樹、玉山懸鈎子、裏白、台灣樹參等，而鐵杉、昆欄樹、台灣樹參的苗木顯示，未來仍可發展為鐵杉及闊葉林。

附帶說明小鬼湖附近口述史登錄，小鬼湖冬季偶會降雪，確定曾被降雪凍死的草本如火炭母草、奮起湖冷水麻，不為短暫降雪所傷者為水麻、咸豐草、車前草、大莞草、白絨懸鈎子等。

### 一-3-2、知本主山

知本主山標高 2,230 公尺，登山口由往小鬼湖山徑右側叉出。海拔挺至 2,100 公尺處，山稜即出現鐵杉純林，說明小鬼湖近鄰大凹陷區（相對於南台或全台中央山脈主稜的凹陷區；陳玉峰，1995），檜木林在演化上的退出，以及鐵杉林南降的替代作用，且因風口或土壤議題，鐵杉高度相對矮小。

海拔 2,150 公尺處，開始出現大量森氏杜鵑苗木。車道結束於採礦頂點，轉入登山步道，鐵杉族群密度較 2,100 公尺附近的稜線為低，植群轉變為小葉黃楊的灌叢或小喬木林，優勢木本的小葉黃楊直徑達約 20 公分，伴生以昆欄樹、假長葉楠、玉山木薑子等，地被如蛇根草、角桐草、玉山卷柏、尖葉耳蕨、火炭母草、假寶鐸花、塔山澤蘭、紋股藍、山欒、曲莖蘭、馬藍等，灌木如東瀛珊瑚、華八仙量多，此段植被挺升至海拔 2,200 公尺左右，林內苔蘚龐多，樹形歪七扭八，類似鴛鴦湖旁林內灌木形相。

知本主山山頂為灌叢社會，代表物種如森氏櫟、塔山鼠李、三斗柯、珍珠花、凹葉越橘，伴生如台東石楠、紅豆杉、清水女貞、清水小檗、玉山木薑子等，灌木層以下如台灣懸鈎子、梨葉懸鈎子、高山英迷、銳葉木犀、阿里山水龍骨、石筆、阿里山舌蕨、玉山弗蕨、奧瓦筆、擬笈瓦筆、山桔梗、細葉落蕨、厚葉鱗毛蕨、曲莖蘭、馬藍、小膜蓋蕨、柳葉箭蕨、疏果海桐、十大功勞、森氏杜鵑、葉長花、肢節蕨、馬鞭蘭、尾唇根節蘭、闊柱柳葉菜、華鳳丫蕨、柳葉箭蕨等，或可稱之為「森氏櫟—小葉黃楊優勢社會」。

知本主山山頂及近稜的重要限制因子可能為風力，故而形相矮小，且由是而衍生最大特徵，也就是常綠樹的冬落葉現象，例如森氏櫟、塔山鼠李等。而鐵杉在非山頂的稜線上散生，局部地區形成純林，茲舉表 4 說明此林分。

### 一-3-3、蓬萊山

蓬萊山標高 1,836 公尺，位於知本主山正南略偏東，直線距離約 4.6 公里，此區屬於台東縣卑南鄉。由礦區工寮東北向斜上約 0.5 公里後，朝東南向斜下。由於海拔較低，此路段盡為原始闊葉林，林相妍美，主要樹種如假長葉楠、江某、大葉柯、長尾柯、瓊楠等，顯示山腹、土壤化育佳、潤溼中或下坡的常綠林。此類森林在北大武山系，係存在於紅檜林下方的林型，也就是剛脫離紅檜林的樟殼帶。

茲以海拔 1,700 公尺，西北坡向，坡度約 25~30° 的 30 × 30 平方公尺樣區

說明如表 5。

此林分樹上的苔蘚、附生植物量少，亦指示脫離霧林帶的特徵，而林分大約每隔 20~30 公尺即存在 1 株直徑超過 1 公尺的大樹，顯示原始林形相。

往蓬萊山的東向山坡崩塌甚為嚴重，因而落葉性次生林台灣赤楊普遍存在；西向坡則為原始闊葉林，但存有小溪流的向源侵蝕區，則崩塌情況顯著，仍以台灣赤楊為優勢社會。赤楊的次生林常見演替初期至中期的特徵，也就是蔓藤性植物特別發達，例如台灣長春藤、愛玉子、大枝掛繡球、刺果衛茅等，附生植物如凹葉越橘、小膜蓋蕨、瓦葦類為大宗。

海拔 1,700 公尺左右的小山凹，可見潮溼陰暗的地被，全部為闊葉樓梯草所獨佔，若繼續降低海拔，下至大型溪谷的沿線路段，喬木以昆欄樹、大葉柯、長尾柯、瓊楠、青楓、假長葉楠、變葉新木薑子、長葉木薑子、山枇杷、毛柱紅淡等較多，此等闊葉林在全台中海拔甚為普遍，地被如華中瘤足蕨、耳形瘤足蕨、台灣瘤足蕨、生根卷柏、短角冷水麻、斜方複葉耳蕨等量較多，另如擬德氏雙蓋蕨、卜萊氏月桃、稀子蕨等。

海拔 1,600 公尺附近，出現低海拔植物如觀音座蓮、三葉山香圓等，反應南台灣植被帶一方面存有下降型，另一方面呈現低地向中、高海拔上侵的間冰期大趨勢，換句話說，南台植群在時空兩面向常展現交互鑲嵌的歧異現象。及至海拔 1,580 公尺左右，可謂完全脫離霧林帶，出現低地物種如燕尾蕨、長花肖頭蕨等成群繁生，黃杞、烏心石舅等樹種亦已初見。

#### 一-3-4、霧頭山

霧頭山海拔 2,736 公尺，位於台東卑南及屏東霧台交界的中央山脈脊稜，知本主山與蓬萊山南北連線的西方約 10 公里處。

就中央山脈而論，由南台首嶽的關山至卑南主山之後，整個脊樑山脈大陡降，至大小鬼湖或知本山附近即為全台最大陷落段落，更且，從另一面向檢視(陳玉峰, 1995)，先前已闡論的高屏隘察溪由西向東的向源侵蝕，挖出由大鬼湖(北)至知本主山或小鬼湖(南)的大崩塌扇面，迫令中央山脈的脊椎在此段落東移，而在知本主山西側的霧頭山，正代表原來(或在百萬年以前)中央山脈南北直線穿越處，也就是說，霧頭山以北的原中央山脈被侵蝕挖空。殆自霧頭山開始，南向銜接北大武則又保存原來中央山脈的主脊位置，因而霧頭山的高度挺升為 2,700 公尺以上，且此山頭暨稜線，披覆的主要植被，當然以鐵杉林為主。

是以就地形效應論之，大小鬼湖的段落檜木林消失、鐵杉殘存，但至霧頭山則可推測鐵杉林可較完整，且紅檜林至少應有局部或大量存在的依據，此由阿禮沿林道遠眺霧頭山可得印證，山稜線全為鐵杉林，溪溝、凹澗存有檜木林，且有一段檜木林延伸至山稜線，可能亦是溪澗向源侵蝕的結局。

登山口標高約 1,500 公尺，位於小溪溝旁，登山一開始即屬陡坡，兩側植群大抵為次生林，如台灣赤楊、山桐子、小花鼠刺等，奇特的是此地的台灣赤楊落葉不明顯，林下常見如曲莖蘭嵌馬藍、著生珊瑚樹、華八仙、台灣山香圓、三葉山香圓等；而原生林的組成，喬木層如薯豆、黃杞、長尾柯、木荷、昆欄樹等，灌木或小喬木層如西施花、小花鼠刺、長葉木薑子、紅花八角、長尾柯、紅楠，



地被如華中瘤足蕨、生根卷柏、台灣鱗毛蕨、玉山紫金牛、西施花、薯豆、生芽鐵角蕨、玉山英迷、烏心石等。

上躋登霧頭山脊稜，海拔 1,600 公尺之後，錐果櫟、木荷、紅楠、黃杞、薯豆、虎皮楠、墨點櫻桃、長葉木薑子、杜英、糊柊等闊葉林盛行，灌木如細枝柃木、無刺伏牛花、玉山灰木等，此等森林中，黃杞量最多，錐果櫟存有直徑 1 公尺的大樹。其他記錄物種如變葉新木薑子、小葉木犀、校力、平遮那灰木、硃砂根等，草本層如早田氏蛇根草、瓶蕨、肉穗野牡丹、耳形瘤足蕨、華八仙、川上氏雙蓋蕨、華鳳丫蕨、倒葉瘤足蕨、台灣杪櫟等。

海拔 1,650 公尺至 1,700 公尺段落，喬木如長尾柯、昆欄樹、錐果櫟、墨點櫻桃、黃杞、紅花八角等；第二層以紅花八角量最多；草本層如阿里山蹄蓋蕨、姬蹄蓋蕨、小金石榴、三腳蟹、魚鱗蕨、華八仙（葉子特別大型）、長柄千層塔、斜方複葉耳蕨等；附生植物如石葦、書帶蕨、骨牌蕨、山蘇花、烏來麻、奧瓦葦、鱗瓦葦、台灣水龍骨、凹葉越橘、細葉落蕨等。

海拔 1,700 公尺至 1,800 公尺段落，森林應屬長尾柯的優勢社會，有一段溪谷平台。長尾柯的大樹見有板根高達 1 公尺者，其他喬木如烏心石、紅楠、短尾柯、台灣山枇杷、長葉木薑子、瓊楠、假長葉楠、毛柱紅淡、米碎柃木，地被如短角冷水麻、曲莖蘭嵌馬藍、韓氏耳蕨、稀子蕨、斜方複葉耳蕨、冷清草、小葉白筆、有刺鳳尾蕨、擬德氏雙蓋蕨、卜萊氏月桃、川上氏雙蓋蕨、小膜蓋蕨、早田氏冬青、台灣山桂花、小金石榴、亞粗毛鱗蓋蕨、波氏星蕨、瓶蕨等。

溪溝谷地見有觀音三叉蕨、中華冷水麻、光葉凸軸蕨、韓氏耳蕨、假毛蕨、生芽鐵角蕨、波氏星蕨、曲莖蘭嵌馬藍、鋸齒雙蓋蕨、華中瘤足蕨、藤木樹、川上氏雙蓋蕨、台灣杪櫟、全緣卷柏、早田氏蛇根草、有刺鳳尾蕨、台灣兩面複葉耳蕨、大葉貞蕨、絨莖冷水麻、薄葉大陰地蕨、耳形瘤足蕨、呂宋肺形草、平遮那灰木、風藤，以及稀有的高氏木犀等。

西向山坡的地被植物顯著減少，總覆蓋度在 50% 以下，量少，物種如華中瘤足蕨、魚鱗蕨、蛇根草、耳形瘤足蕨、曲莖蘭嵌馬藍、台灣八角金盤、阿里山赤車使者、細枝柃木等。

脊稜的山凹處森林甚高大，推測應與光度競爭有關。高大喬木可達約 30 公尺、直徑可達約 1 公尺，物種如杏葉石櫟、長尾柯、假長葉楠、杜英等。

海拔接近 1,800 公尺處，首見 1 株紅檜，直徑約 25 公分，高約 20 公尺，沿登山步道看見的第二株紅檜，直徑約 1 公尺，樹高約 40 公尺，生長良好。而海拔 1,800~1,900 公尺段落，闊葉森林甚高大，第一層喬木可達 30 公尺，森林社會或可稱之為「杏葉石櫟優勢社會」，除了領導優勢的杏葉石櫟之外，餘如木荷、毛柱紅淡、烏心石、假長葉楠、變葉新木薑子等；第二層以長葉木薑子為主要，伴生有烏心石、毛柱紅淡、白花八角（先前皆為紅花八角）、枇杷葉灰木、米碎柃木、錐果櫟、卜萊氏月桃；草本層如華中瘤足蕨、藤木樹、魚鱗蕨、假長葉楠、稀子蕨、長尾柯、日本月桃、紅楠、深山野牡丹；附生植物如山蘇花、石葦、小膜蓋蕨；蔓藤如青棉花、凹葉越橘、珍珠花等。而本段落另見 2 株大紅檜，散生闊葉林間。

海拔 1,900 公尺左右，紅檜已有族群聚集現象，在高達 30 公尺的闊葉林中，

4株聚生，其中1株已傾倒，生育環境為小山溝劇烈沖蝕區，石塊橫陳且石上無植生，顯示此乃經常性沖刷區，紅檜族群沿著蝕溝兩側生長，再度驗證陳玉峰（1995；1998）；陳玉峰、楊國楨、林笈克、梁美慧（1999）的檜木天然更新理論。此一山溝水流寬度約在3公尺，倒塌後的紅檜已遭人為鋸成多段，在此小群檜木附近，散生另有其他紅檜，而山溝延竄長度約50公尺範圍，即此紅檜繁衍處。

海拔1,950公尺附近，存有10餘株紅檜集生於直徑50公尺範圍內，最聚集處有6株，其地面存有大量杏葉石櫟的果實，似為動物所咬落，此群聚復驗證沖刷、崩塌、群性更新的模式。

及至近稜線海拔2,000公尺處，首見2株直徑將近1公尺的鐵杉，而闊葉樹如西施花、錐果櫟、狹葉櫟、高山新木薑子、木荷、假長葉楠、紅楠、埔倫葉灰木、巒大杉（針葉樹）、長尾柯、白花八角、台灣樹參等，地被如倒葉瘤足蕨、華東瘤足蕨等。霧頭山他處，另有鐵杉的最低分布，有3株聚生於海拔1,950公尺，但鐵杉在2,000公尺上下的下限區並非連續存在，彷彿地震震落的塊斑狀存在。

溪谷翻上稜線，海拔2,000~2,050公尺之間的段落，植群的主體為闊葉林，間夾山凹的紅檜小群、零散的鐵杉。闊葉樹種有森氏櫟（存有巨木）、長尾柯、杏葉石櫟、長葉木薑子、白花八角、假長葉楠等，最優勢也是指標物種的地被為台灣瘤足蕨。海拔2,050公尺以上雷同。

海拔2,100公尺處出現小灌木體型的台灣杜鵑，在近稜線的林下數量龐多。嚴格論之，由登山口海拔1,500公尺以迄2,100公尺的段落，以霧頭山的地形地勢而言，僅止於山腳、下坡段，故而之前所稱的「稜線」，事實上只為方便敘述相對微地形而已，因此，直到台灣杜鵑的出現，始指示進入霧頭山的東北向脊稜。至此而可判斷檜木林在霧頭山的分布。

霧頭山區紅檜的上、下限分布約介於1,550~2,550公尺，但決定紅檜能否拓殖或成林的機制並非海拔，而是崩塌及其帶來的光度或破空效應，以及溼度，同時，其他闊葉林等物種的競爭壓力。

以霧頭山為座標原點，東西、南北劃分4象限，則東北及西北方格2個象限，可由林道及登山步道檢視。東北象限即隘寮北溪上游的喬國拉次溪上游的向源侵蝕大崩塌面，也是前述大小鬼湖最大崩塌扇面的最南界，在登霧頭山北向主稜上東望，正可看見大大小小東西走向的山支稜，及其侵蝕的凹溝相間，山凹谷澗就是紅檜原鄉，而各山支稜上即以鐵杉族群為優勢社會，包括霧頭山的北向主稜。山凹溝若無紅檜，則改以落葉林如台灣赤楊為替代。

稜線上的「鐵杉優勢社會」，其鐵杉族群殆為青、壯齡居多，第一層的鐵杉枝極枯死的狀況甚為嚴重，推測係風力所造成。其樹高約20~25公尺；第二層的闊葉樹等，僅4~5公尺高，最高無有逾越10公尺，組成以台灣杜鵑為優勢，餘如高山新木薑子、白花八角、台灣英迷、深山野牡丹、珍珠花、玉山灰木、長尾柯、南燭、台灣樹參等；地被仍以台灣瘤足蕨為主體。

在海拔2,100公尺左右的局部稜線上，可形成「台灣杜鵑優勢（灌叢）社會」，雷同於北大武的海拔1,900公尺附近的西北走向稜線。此地成片的台灣杜鵑高度

約 5 公尺，覆蓋度幾成密閉，且樹下地被覆蓋低於 10%，極少量伴生植物如硃砂根、雪山冬青、深山野牡丹、高山新木薑子、白花八角、高山越橘、黃花著生杜鵑等，而此片台灣杜鵑灌叢旁，存有鐵杉巨木。筆者認為台灣杜鵑在檜木林帶出現灌叢聚落的現象並非頻見，亦非陌生，在東台、南台或中部地區筆者至少曾有 3 次以上的樣區調查，可能與雲霧帶範圍內，山中坡、上坡之崩塌、風力相關，且與台灣杜鵑本身的拓殖機制相牽連，值得深入研究。

海拔 2,200 公尺左右，台灣杜鵑消失，而 2,100 公尺以上的山稜，大抵為鐵杉林，但山稜凹陷或土壤化育較佳處，則以闊葉林為植被主體，整體而言，母岩裸露、脊稜凸出處，僅以鐵杉族群方式存在；略積土壤、地形平緩或凹鞍，則闊葉樹族群形成鐵杉林下的第二層次。若鐵杉稀疏，則為闊葉林形相。代表性闊葉樹為長尾柯、錐果櫟、高山新木薑子、白花八角、昆欄樹、森氏櫟、森氏杜鵑（台灣杜鵑及西施花消失）、台灣樹參、台灣鵝掌柴、玉山灰木等，林下以台灣瘤足蕨為優勢，鐵杉林下的指標植物斑紋鹿蹄草亦現身。可以說，此地係夾雜典型鐵杉林、檜木林與演替方面鑲嵌的複合體植被。

海拔 2,230 公尺處有一寬闊稜線，奇特的，有 3 株紅檜混生在鐵杉林中。海拔 2,350 公尺以上，植物組成開始轉變，出現了埔里杜鵑、玉山假沙梨、台灣馬醉木、厚葉柃木等。霧頭山的植物族群顯然已產生島嶼化的演化現象，馬醉木、厚葉柃木、玉山鬼督郵、十大功勞、白珠樹等族群，形態上異於台灣其他地區。

海拔 2,300~2,500 公尺沿路兩側下方，無論是屏東或台東縣境，山谷中的紅檜林相當顯著。然而，稜線上海拔在 2,400 公尺以上即屬霧頭山的獨立山頭區，往上坡度變陡。本段落舉一樣區（表 6）調查為例，說明鐵杉林結構與組成，且存有紅檜單株伴生。

有趣的是，在海拔 2,370 公尺附近，有株鐵杉傾倒後根系拔出部位，正進行孔隙更新，以 10×10 平方公尺範圍調查一樣區如表 7。

顯然的，由於鐵杉傾倒後的林冠破空，透入的陽光量增加，鐵杉與紅檜苗木皆得萌發，不料已長成數年的紅檜小苗，新近卻被山羊啃食，27 株小紅檜高達 22 株被啃噬，而 5 株未被咬食者，4 株位於有毒植物栗蕨下方，1 株位於有刺灌木的苦懸鉤子保護下，衍生過往完全無人探討的野生動物對檜木更新的影響。

海拔 2,450 公尺處，稜線略凹陷，高山新木薑子、玉山灰木、薄葉柃木、白花八角等，樹上附生甚多的苔蘚，反映微生育地甚潮溼。山凹鐵杉林中散生有紅檜，地表仍以台灣瘤足蕨為指標，稀子蕨亦多，苔蘚的覆蓋量不少。

海拔 2,550 公尺附近為較陡的山坡，但因避風，較形潮溼，闊葉樹高約 10 公尺，組成同上述。第一層鐵杉，第二層闊葉樹，加上山凹地形，故地被陰暗，草本植物存在量偏低。

海拔近 2,600 公尺處，存有一片白花八角、高山新木薑子的灌叢，伴生有昆欄樹、厚葉柃木、台灣鵝掌柴，其樹幹、枝條上密佈苔蘚，形相上略似台灣杜鵑灌叢。

由上述可知，海拔 2,400~2,650 公尺路段係屬避風、潮溼、陽光照射量較低的生育地，2,650 公尺（特別是 2,690 公尺以上）以後，風力影響漸增，而鐵杉林更新良好，可謂鐵杉林帶的分布中心，鐵杉樹冠層之下，以白花八角為絕對優

勢，伴生以森氏杜鵑，地被為台灣瘤足蕨，其他少量物種如小葉雲南冬青、玉山灰木、刺楸、高山新木薑子等，基本上闊葉林已遭排擠而退出。

海拔 2,700 公尺附近的鐵杉林，族群密度高，白花八角密麻若牙籤，鐵杉則拔高脫穎而出，鐵杉苗木甚多，胸高直徑在 10~20 公分的少壯木成群（表 8）。

2,710 公尺以上，屬於開放型森林，陽光強直照，茲舉一調查樣區說明之。

霧頭山頂在本質上全屬鐵杉林帶，但因登山者眺望之故，遭到人為破壞，山頂鐵杉被鋸除，僅殘留樹頭，但苗木已長出，也正進行次生演替，如表 9。表中沒有登錄的植物另有埔里杜鵑、頂囊肋毛蕨、高山白珠樹等。

#### 一-4、東台檜木林的特徵

台灣檜木的分布，基本上即雲霧匯聚帶，且以集水區系或河川上游 V 型谷地的地體及地表變遷為相關，形成其更新與續存的條件或機制，尤其紅檜族群最足以反映台灣生界環境的地震、崩塌、向源侵蝕、坡地切割與自然更新，更且在樹幹基部或下部，隨著漫長的生幅（life span）中，因應溪谷下切，樹幹朝谷地方向不斷作調整生長，因而形成紅檜巨木的基幹，膨大壯碩異常，任何坡向下方，紅檜大抵呈現如此高度適應基地變遷的同步生長反映；至於扁柏族群，依筆者等長年調查經驗，認定其生態適存條件，以全年高潤溼大氣的盛行區域為主要分布中心，也就是集中在台灣東北半壁，且由東北向西南中央山脈銳減，至中部阿里山形成扁柏與紅檜個體呈現 1 比 1 的比例，而消失於秀姑巒溪以南地域。然而，扁柏高度依賴終年雲霧的特徵，卻在立地條件上，別於紅檜族群之嗜居中、下坡段（但紅檜幼苗需光度卻比扁柏高，幸虧紅檜種子的萌芽率比扁柏高），楚貝爾、柳楮（1985）對檜木屬物種的葉部阻力型實驗，證實氣孔對環境的相關反映，亦可佐證檜木的分布。而扁柏族群的天然更新順暢，本研究系列各地調查的數據亦符合歷來對扁柏的實證調查，但本研究更加確認，扁柏的更新機制採取「遇缺則補」的孔隙更新，更且，由於扁柏族群立地通常位於同座山坡的中、上坡段與山稜，且海拔分布較高，火災造成的全面更新，遠比紅檜顯著。扁柏苗木雖較紅檜耐陰，其族群立地卻較紅檜立地享有全年陽光總量較高的微環境差異，因而其更新比紅檜而言，較容易形成在地更新的現象，而不像紅檜，常呈現異地全面大更新的特徵。

本研究系列第二年度揭櫫台灣檜木更新的化約模式，即以反 J 型乘上代表  $-1$  至  $1$  的  $\sin$  函數，得出的標準上下起伏曲線且依序下降，一旦受到非整體性地動的變異，則可造成全台各林區狀似不規則的族群年齡（胸徑）的結構現象，更以斯馬庫斯及鎮西堡的實地更新樣區，檢證說明此模式之可適用。

本年度即以東台地區作調查研究，以及經營管理建議作總結，不幸的是，由於東台林道中斷者多，山區調查屢屢受制於交通可及性，因而東台樣區調查數量偏低，為彌補研究外業對計畫工作量之不足，在經營管理面向，增加年輪鑽孔的生長調查，但兩者旨趣不相關。

依據原研究構思，檢驗東西部檜木林有何差異，更新機制或模式有何差別。目前為止，我們認定東西部檜林的更新模式並無不同，但東西部檜林的最顯著差異在於伴生物種組成的變化，以及海拔落差。

#### 一-4-1、海拔分布落差

依據野調經驗及歷來文獻檢討(本系列第1、2年度),全台檜木林的分布符合任何植被帶的南北兩端下降型(陳玉峰,1995),於中部地區而挺高,且筆者評比歷來各家見解之後,傾向於贊同楊寶霖(1976)對檜木林的大分區方式,也就是北及東北部、中部、南部及東部的人為區隔。

配合北降型及東北季風盛行區的北台及東北台,也就是北、基、宜的區域,紅檜分布下抵全台最低界的海拔620公尺,楊寶霖(1976)依據航測的地面1,090個樣區,亦符合如此傾向,在北及東北部海拔低於1,300公尺的檜木樣區存有29個,而東部及南部僅各1個,中部則必須在1,600公尺以上才存有。

北及東北部概括而言,以扁柏數量為優勢,日治時代太平山運出材,扁柏與紅檜比例為7比1,而檜林樣區在北及東北部的最高分布中心,位於1,600~1,900公尺之間,達31.23%,第二分布中心為1,300~1,600公尺的27.03%。

全台比較,東部(花東)的海拔分布傾向最接近南部,第一分布中心同樣位於海拔2,100~2,400公尺,但南部高達44.83%、東部僅36.46%;第二分布中心,南部位於1,900~2,100公尺,東部卻位於2,400~2,700公尺,此乃因南台的南降型以及其他效應之所致,但就全台而言,第一分布中心位於2,100~2,400公尺,第二分布中心落在2,400~2,700公尺,代表植被帶往上遷移的傾向。

然而,就中央山脈同緯度的東西部論之,東部的分布較西部為低,野外經驗的雲海觀察亦反映同等現象,柳楮(1975)的結論亦傾向如此看法,換句話說,東台的霧林特徵,以海拔而言,較之西部低約100~200公尺,但此數據僅為粗估。

#### 一-4-2、物種變異

全台檜木林的分布僅就優勢物種的檜木論斷,至於伴生物種其實反映台灣植物區系的各地分化、歷史背景,以及環境立地因子之差異,其成因及結果非常複雜。

以下以歸納條例式,依據筆者等植物分類、植物地理學的背景及觀念,提出東台檜林的特徵。

1、就全台檜木林結構及組成而論,第一層當然以檜木為主優勢,第二層以下皆以殼斗科及樟科為主要族群,典型(全台)的代表物種如森氏櫟、長尾柯、校力等,但下坡段或潤溼型的紅檜林則以假長葉楠、大葉柯、狹葉櫟等潮溼類為顯著,東部或東北部並無顯著例外,然而,局部地區卻有奇特的物種差異現象。例如鴛鴦湖區域,竟然完全欠缺殼斗科物種,留下植物地理學研究的懸案,尚待由地下花粉(土壤中的近代分析)探討。

以下由瑞穗林道為標準,針對植物地理觀點的物種分布現象作敘述。

2、南湖杜鵑只分布於中央山脈東半部的中段,於北、西、南部皆未發現,是很特殊的分布型,具有指標意義。特殊的是,南湖杜鵑在瑞穗林道31林班與32林班的稜線上數量很多,下降到海拔2,000公尺依然存有大量,且都與森氏杜鵑混雜生長。然而,在林道東邊的稜線,海拔超過2,300公尺,造林地中則存有甚多次生而出的森氏杜鵑,但南湖杜鵑則闕如。南湖杜鵑與森氏杜鵑混雜生長,

且背後的銹色毛有很大的變異，也就是說，森氏杜鵑與南湖杜鵑之間，存有過渡的類型存在。

3、瑞穗林道的調查中，未見白花八角這種台灣中海拔常見的林下小喬木，可列為物種組成的特徵之一。

4、瑞穗林道的土壤母岩是石灰岩，2,200 公尺左右存有一個平坦面，此一平坦面與北從和平林道、清水山區，經巖山、林田山、本區再至玉里山區等連成一東台平坦面，但為河流切割成一塊塊，是檜木的主要原鄉，也是過去伐木的主要區域，目前幾已淪落為造林地，而河流、山谷斜坡的檜木林相並不佳。

5、東台檜木林下地被類型有玉山箭竹與台灣瘤足蕨、草本混生、曲莖蘭炭馬蘭、小灌木混生等型；玉山箭竹與台灣瘤足蕨型，位於較高海拔或山坡中上部等較乾處，草本層植物型種類少而稀疏，如森林翳蔽度高，會造成玉山箭竹與台灣瘤足蕨量降低，小灌木數量增加成小灌木混生型；草本混生型位於較低海拔或山坡中下段、溪谷等較潮溼處，蕨類、草本雙子葉植物種類繁多，卷柏類、斜方複葉耳蕨、雙蓋蕨類、短角冷水麻、蘭炭馬蘭、赤車使者、三裂葉赤車使者、蛇根草等為大宗，覆蓋度也大，以 40 × 40 平方公尺的樣區範圍，蕨類最高可達 50 種以上，少數區域曲莖蘭炭馬蘭猶如山坡中上部的玉山箭竹與台灣瘤足蕨般，形成灌木狀的全面優勢。筆者認為東台年度陽光總量與之有關。

6、稜線或山坡中上坡段與溪谷或山坡中下坡段的組成不同，稜線或山坡中上坡段闊葉樹以森氏櫟等（殼斗科）為主，林下以玉山箭竹與台灣瘤足蕨鋪滿地面，或玉山箭竹與台灣瘤足蕨量低時形成小灌木混生型；溪谷或山坡中下坡段闊葉樹以假長葉楠等（樟科）為主，地面蕨類、草本雙子葉植物種類繁多，屬草本混生型。

7、台灣五葉松分布到海拔高度 2,400 公尺左右，此情況與清水山區有些類似，但在全台其他地區只分布到 1,900 公尺，且大都長於岩壁上。也就是說，可以假設在石灰岩裸露岩壁，它的海拔分布會上升；台灣華山松則生長於海拔 2,000 公尺以上，土壤發育較好區域。

8、瑞穗地區在 31 林班與 32 林班的分界稜線上，南燭的數量非常多，南燭與南湖杜鵑存有共同出現的現象；在 2,260 公尺的山頭附近，柳氏懸鉤子的數量甚多，而假繡球主要也是集中在此區域內，又，褐毛柳分布在林道 31K 以後，一直到 2,500 公尺的開闊林道旁，數量非常多，但在 31 林班與 32 林班的分界稜線附近卻不存在褐毛柳；在彈藥庫附近（林道約 32K）南燭、南湖杜鵑、柳氏懸鉤子與假繡球皆消失，而雲杉也是在彈藥庫的 2,480 公尺峰山腳才開始出現。也就是說，乾溪的小溪溝，分隔了彈藥庫與監管工寮兩區域，好像是一個植物分布的分界區。紅檜一直生長到 31 林班與 32 林班分界的稜線上，但是在乾溪的小溪溝之北，就只生長到山坡；而分布到 2,500 公尺處的紅檜族群，則只生長於山凹。

9、台灣土當歸 (*Aralia taiwaniana*) 是最近發表的新種，只生長在土質林緣有陽光處，後來併入與中國產同種 (*A. cordata*)，謂之食用土當歸。初發現地點在翠峰的路旁，數量很少，近 20 年來在林道的森林邊緣，數量越來越多，目前有記錄地方有太平山區、觀霧附近的大鹿林道、翠峰的中橫霧社支線、大雪山區的大雪山林道、能高越嶺道、瑞穗林道。它是多年生宿根性草本，開花結果量很

大。由這種現象可推論：它原生於土質崩塌地，數量稀少，因為伐木開林道與開路，土質環境大量拓展開來，使其數量近幾年來大量擴展。人類所創造的路旁環境正好適合它生長，所以目前數量一直在拓展當中。

10、台灣杉是台灣最高大的樹，且為單種屬，目前只發現在台灣及中國的雲南、四川、貴州、湖北、福建，是歷史上演化的子遺種。它在台灣的分布雖然很廣，南從小鬼湖，北到棲蘭山區，在海拔 1,400 或 1,600 公尺，一直到海拔 2,600 公尺左右，也就是說，它分布檜木林範圍內，但大都只是零星的散生於檜木林中，它的數量相對的比檜木（紅檜、台灣扁柏）少很多。它樹形超高，很顯著，因而造成感覺上好像很多，事實上總體數量並不多，把它列為稀有植物應該無疑問。在調查的過程中，只零星看到幾株，本調查發現台灣杉存有一些胸徑約 5~10 公分的小樹，生長於林下，更新機制應該再予深入探討。

關於大小鬼湖南台與東台交界附近，其生態或檜木相關特徵則如下。

11、小鬼湖附近為一老年期地形，起伏平緩，似南仁山區，唯知本主山特立突出（大理石）；小鬼湖前有一片平台矮林高約 8 公尺，胸徑已達 50 公分，非常奇特，推測與缺 K 離子有關，湖畔山坡灌叢亦然（起源應為火災）；鐵杉躑躅部分稜線上。

12、縣界東側（台東縣境）向源侵蝕較嚴重，台灣赤楊林較多，西側（屏東縣境）地形較緩，常綠原始林較密佈。

13、知本主山頂附近關山耳蕨群集，塔山鼠李、四照花、紅豆杉量多；步道起點黃楊樹大量多，至山頂樹木逐漸矮小，幹上滿佈苔蘚。

14、霧頭山登山步道沿北側支稜攀登，紅檜分布海拔 1,500~2,500 公尺，小鬼湖四周至霧頭山間未發現檜木；海拔 2,000 公尺以上稜線為鐵杉，分布至山頂，下限 1,900 公尺，山頂附近正值更新期，幼木生長旺盛；白花八角是鐵杉林下主要闊葉樹，紅花八角只分布至 1,600 公尺；2,500 公尺左右苔蘚附滿樹幹。

15、長鬃山羊取食 2,350 公尺破空地之紅檜、森氏杜鵑、高山白珠樹及苦蕒鈎子，霧頭山頂高山白珠樹亦被取食。提供動物與檜木更新相關的可能性新證據。

## 二、檜木造林或生態有關之口述史訪調

傳統自然科學係指物理學等數理邏輯決定論，控制下的實驗或驗證方法為唯一的科學方法，且常以數學公式為真理的表達典範，具統一性及預測性，而生物學由觀察著手，沒有數學定律可完整描述生命現象，生命現象無法超越時空，更常出現例外無能預測，因而心存強烈、預測性要求的嚴苛決定論者，如 John Herschel，無法忍受天擇理論關於變異的逢機性格，破口大罵「天擇」是「雜亂無章、不三不四的定理」；又如 Ernest Rutherford，竟然宣稱生物學是「骯髒科學」、「不比集郵好多少」、「最好祇不過是次級品或三級品」，由此而衍生「科學統一論」與「學科獨立論」紛爭（陳玉峰，1996），然而，演化生物學、生態學新概念架構異於古典物理科學，且目前無能化約，觀察與經驗仍為重要方法論，何況先有演化結果，才產生追溯建構，逢機與天擇不可預測，是以台灣本土經驗收集，仍不失為根本依據之一。

台灣林業史已逾百年，百年檜木研究史關於紅檜及扁柏的生態特性、更新機制、造林成效等，彷彿羅生門而莫衷一是（陳玉峰等，1999；陳玉峰，1999a；b），回溯歷來所謂科學研究的成果，對照原檜木林地的境遇，有感於「科學」的有限與抽象，筆者不得不採行回歸本土的嘗試，尤其經歷兩朝代或終戰前後，從事台灣山林工作的耆老，用心用力由台灣地土獲致一手經驗的「山林老兵」，對其作口述史訪錄。

以下，依據特定山區、特定工作團體或類似經驗敘述之，基於研究倫理，受訪者姓名、資訊不公開，若有研究或特殊需要，先徵詢受訪者意願後，始予告知；由於經驗資訊復受制於特定時空環境，以及敘述者主觀認知，並非客觀、控制下的驗證，登錄方式僅以敘述客體為主，並不下達對、錯判斷，但儘可能辨清之，本節內涵先以初步生材料方式臚列。

### 二-1、阿里山區

1、日治時代檜木林砍伐之後並不馬上種檜木，而改以柳杉為主，其理由係認為土壤或地力不能負荷，頗類似農地之輪作概念。

2、檜木林伐採跡地過往的造林，並未考慮原先林分。

3、人造檜苗的生長通常無法長成天然林的高度，也就是說，高生長在人造林中大打折扣；人造檜苗長側枝或橫長的比例，則遠較天然苗大，可能與光有關。

4、火災後，檜木可成片更新，暗示檜木仍屬先鋒物種特性。

5、日治時代檜木伐採跡地之柳杉造林，對天然更新檜苗予以保護，俟柳杉人造林伐除後再輪回種檜木，因而此類檜木人造林中可見原保留之天然檜木，且以時間較久之故，直徑及高度較大，例如阿里山6林班。

6、林下補植造林要有經驗，依空隙大小決定種植與否。

7、地震後亦有檜苗全面長出者。

8、檜木依生長所在環境，材質有大差異。有些檜木材易爛，有些堅硬。丹大事業區29林班的紅檜，木材較軟，較不會環裂。

9、扁柏嗜好山稜地，耐瘠薄，不怕岩石區；紅檜不挑地點，但依土壤化育較佳處發展，自忠附近的兒玉支線，土壤層佳，盡是紅檜林；花蓮嵐山土壤差，



扁柏盛行，太平山亦然。而太平山原始林狀況，紅檜與扁柏各有其區域分化分布，亦與土壤有關；阿里山區之紅檜、扁柏，同理自有集中部位；眠月附近，有塊地全為紅檜林分，昔日該地名即為「薄皮仔林」；但在35林班，即眠月下方，全為扁柏純林。至於大塔山則以鐵杉、二葉松為多。

10、台灣人稱檜木為「松蘿木」或「松梧」，包括厚殼仔（扁柏）及薄皮仔（紅檜）；紅檜可再分黃肉仔及白肉仔；扁柏含有較多油脂，過往所謂Hinoki油，就是眠月處的扁柏所抽取的精油。

11、日本人在台灣伐取神社用的巨木，以烏居用木最著名，烏居用木並不選種，而是選巨大通直的好幹材，阿里山、眠月、萬歲山、香雪山、巒大等地，日治時代皆曾伐取烏居用木。被選擇的巨木，伐採前皆須舉行祭拜儀式；終戰之後，日本再來台購買烏居用木，如太魯閣、太平山、八仙山、丹大等。除了幹材本身條件之外，必須衡量是否容易運搬出而不會損傷；日治時代阿里山區伐出的烏居用木，似乎以紅檜為多，因紅檜之大樹較多，但紅檜多中空，因而樹頭都截留很大的部分，阿里山博物館內存有一大樹頭，即烏居用木的遺留。

12、阿里山鐵路初築時所用木材大抵是闊葉樹，選擇較堅硬的樹種如樺木、烏心石、龍眼樹等，但通常撐不了3~5年，阿里山出檜木材之後，則分段汰換成檜木，恆常性更修，包括鐵道橋樑、枕木，任何用材最後大致更替為檜木，因而後來鐵道報廢拆除時，林務局發包給民間業者，並非給錢，而是拆除業與林務局議定何等木材歸屬何方的方式，業者將所分得的拆除木出售而盈利。然而，最早用以建構阿里山鐵路的木材，包括來自巒大山的檜木。

## 二-2、棲蘭山區

1、紅檜木材一般為淡粉紅色，但有些植株呈現黃色，謂之「黃肉」，此外，另有一類變異，即苗木生長甚快，且一般紅檜小苗的葉背並無顯著白色氣孔帶，但這一類變異者則具有，是以紅檜與扁柏可能存有雜交現象（註，新近的研究否定有雜交現象）。

2、扁柏為何欠缺神木型大巨木？因為千年以上立木多有抹香菌，中空後易風倒所致（筆者懷疑此說，紅檜的蓮根菌更普遍）。

3、林地整理後種植人工苗，天然下種的苗木則較晚發生，通常在整理後當年年底或第2、3年才發生，然而，天然下種的更新苗卻長得比人工苗快速，更重要的是天然苗樹尖是尖高型，往上發展；反之，人工苗常往旁側分枝長開。

4、上述檜木人工及天然苗的生長差異，筆者推測可能與光度及根系相關。天然苗在拓殖競爭壓力下，脫穎而出者具備搶光機先；而人工苗在苗圃「安逸」環境下萌長，自然天擇壓力甚小，淘汰率低；最重要的因素，可能落在人工苗經由第1年播種，第2年移植而為移床苗之際，往往進行根系、枝樑的修剪或傷害，兩年生以後的苗木常形成側根、鬚根，等到再度移植至林地又是一次影響或傷害，造成生長速率及體形等生理或環境之差異；此外，與單株或少數母樹遺傳有關，台灣俗諺：「歹材多子」，一些經驗觀察的確相互印證。至於人工育苗容器、作業方式等技術性問題龐多，在在待驗是否相互影響。

5、氣候條件之影響造林，特別是雲霧帶之左右檜木生長，棲蘭地區得天獨

厚，全年無顯著旱季，故而苗木發生及成長成功率特高，而棲蘭鄰接大甲林區，則因存有旱季，加上冬季火災頻繁，森林或造林形成困難，是以此等草生地之造林，以裸根苗種植往往招致失敗，故而先將1年生的播種苗移裝入塑膠袋，俟1年後根系發達完成，始連土帶苗移植欲造林地。

6、天然林大抵僅檜木林具有經營林業的經濟價值。

7、晚近的複層造林推動，下層以闊葉樹種為宜。1989年前後，試驗扁柏、紅檜、香杉、台灣杉、樟樹、肖楠及烏心石的結果，生長最快速的是香杉，然而香杉卻最易風折，欠缺抗風能力，當地海拔約1,100公尺，最後，以紅檜生長及抗風條件綜合效果為佳；樟樹苗在該地以冬霜冷氣團侵害，苗木萎縮，小樹停滯1公尺以下高度，卻橫向發展成半球形。

8、紅檜造林之苗木仍需適度遮蔭，例如在火災跡地二葉松林種紅檜，間伐與皆伐二葉松的處理後，留有松樹的紅檜苗長得較佳，生長速率足足可有兩倍以上。筆者推測，二葉松林地本來即陽地，通常較乾燥，與其說遮蔭造成生長較佳，不如說減少水分散失的效應。

9、柳杉林砍3行留6行，在砍除部位種紅檜苗，4年生可長約3公尺高，推測生長情況不錯的原因大抵為：原林分本來就是檜木林，蘭陽地區溼度特高，陽光足夠，風力降低，但所謂有庇蔭有助紅檜苗生長的真正機制是何，仍待實驗驗證。又，扁柏亦然。

10、如上述「遮蔭」對檜苗生長有利，肖楠亦有此現象，因為一般皆伐地若要做大面積的肖楠造林則甚為困難，受訪者強調，該欲造林地當然先決條件是符合肖楠合宜地，其次端視人力如何保護肖楠苗。於是，受訪者加種落葉灌木或小喬木的山胡椒。該地開闊、陽光充足，是以山胡椒易生長，且不會壓制檜木苗的生長，因為在秋冬季山胡椒落葉，陽光對檜苗有利，落葉期間檜木苗可竄高，最後結果，山胡椒有助於檜木成長。此項觀念及作法創意頗佳。

11、紅檜、扁柏苗床的方位造就苗木生長的特定方向，移植林地現場時，必須順依原來苗圃的方位，否則苗木成長過程會轉向，形成扭轉的不良木材（林木之癌），舉例說明如下，苗圃若是東向坡，移植至西向坡的造林地，則苗木長大後，其幹材會轉西，同時如此種植的苗木也不易成活。筆者認為此項觀察提出了「方位定性」的問題，甚具試驗價值。

12、棲蘭林區的香杉之枝桠之所以下垂，係因風害後枝桠斷裂，2次生長出，反覆風折、再生長而形成下垂狀。而本山區始終無法完成香杉造林，先前6年生、7年生，尤其12年生，風來襲時，幾近全數被打斷主莖，因而無法造林。

13、棲蘭山區泡桐的播種困難，存活率甚低；泡桐繁殖宜以根去扦插，則萌發率大增。採根原則以2~3年生為佳，取根時，頭粗、尾尖，可用長度可達1公尺，剪中間那段最易繁殖。為分辨上下，上採平剪、下採斜剪，下一段再平剪、斜剪，長度約15公分、粗約2~3公分，如此的無性繁殖根段直接扦插至林地，挖掘直徑約45公分、深度約50~60公分深的洞穴，底層鋪上約10公斤的堆肥，其上再覆土，接著將根段放入，填土，大約1個月即可長出新枝芽。萌芽初期的養分來自根段本身，芽長成小枝條之後，新根系才產生，至此才算成活。當不知上下時，將根段平放入洞穴，俟多個芽長出，保留最壯碩的一個，其餘修掉。種

植密度約每隔 5~6 公尺 1 株。泡桐的花期與一般植物不同，較高海拔、較低溫處先開花，較低海拔、較溫暖處晚開花。

### 二-3、楠梓仙溪

- 1、楠梓仙溪流域僅存有紅檜而扁柏闕如，另有大量雲杉原生林。
- 2、紅檜造林時，母樹的選擇甚重要，樹形、健壯的生長勢者，種苗較佳。
- 3、扁柏造林生長速率較慢，紅檜則快約 3 分之 1；扁柏油脂多，較耐陰；紅檜油脂較少，較陽性；扁柏在陽坡生長不佳，草生地造林以紅檜為主。
- 4、1968 年以前的造林工作係募工制，由工頭招集願至林場工作的人員，帶至林場交差。此工頭必須負責工人工作前的安家費，帶至工地後交林管處或業者，依工人數目領取費用（每人頭抽錢）。工人住林管處搭建的工寮，接受林場監工管理，依工作表現劃分為甲、乙、丙三等級工資；由於當年社會貧困，勞工階層亟須工作，故工人易覓，而監工權力權威。1968 年之後改為承包制，例如一塊林地標 3 年，每公頃多少單價計算，3 年後檢驗存活率，未達標準扣錢。
- 5、新植造林的實際做法如下。其一，整地，採取橫坡整地，由上到下較好作業，整成橫條狀。上一橫條帶種植，則下一橫條帶保留草生地，復下一帶再造林，再草生地橫條。如此可確保水土保持；其二，栽植苗木，依欲造林密度決定行株距，例如每公頃種 2,000 株，則株距 2 公尺、行距 2.5 公尺；其三，撫育，苗木所在 0.5 公尺範圍內清除雜草，其旁的草叢割至 20 公分以下，確保不至於阻絕陽光，其他處則留 40 公分。撫育期 6 年，前 2 年每年 3 次，第 3 及 4 年每年 2 次，最後 2 年年 1 次，然而，現今撫育期改為 10 年，第 7~10 年每年 1 次；其四，切蔓，視有無藤本植物影響苗木，切除之；其五，修枝，苗木枝條太多將影響木材品質。枝條生長處即節，將枝條去除，則節可去掉，維護木材較佳品質。
- 6、楠溪一帶亦有天然更新良好者，則毋需造林，但一般伐木後多呈草生地，故做跡地造林。
- 7、闊葉樹若種在較高海拔易受霜害而枯萎，例如青剛櫟最高可達海拔 2,000 公尺，楓香最高僅 1,000 公尺。
- 8、柳杉不可種在闊葉樹旁，因闊葉樹與針葉樹相鄰處經常可見松鼠，松鼠會由闊葉樹爬跳至柳杉，咬嚼柳杉樹皮而致死。然而台灣杉則不怕松鼠，推測可能與台灣杉的刺葉及特殊氣味抵制松鼠之故有關。
- 9、紅檜幼齡木接近地面的樹苗頭，易受一種小型鼠類咬嚼成環狀剝皮致死。

### 二-4、原木瓜林區

- 1、原始林地中，北向山坡的檜木較茂盛，溼氣較大、木材較佳。
- 2、扁柏較集中在相對乾燥山稜、上坡，紅檜多在溪谷；中、上坡段立地較陡峭、岩塊處多松樹，立地較多土壤處則為扁柏。
- 3、扁柏通直，罕分叉；紅檜多分叉。
- 4、扁柏育苗較紅檜困難，以天然下種自行更新為主。
- 5、檜木種子秋冬採集後施以促進發芽處理，播種於苗圃或容器，長至特定高度後移植塑膠袋，袋中客土及有機肥，集中袋苗施以定時施肥、澆水、噴藥，

1 或 2 年後移至造林地種植。現地種植，確記除掉塑膠袋，否則只長盤根，長不大、易風倒。

6、培養與天然下種的苗木生長沒有差異。

7、營伐木之後，進行跡地檢查，合格後造林，造林前先整地、挖植穴，依特定行、株距執行。植穴為 50 公分直徑、深 30 公分，攪動穴中土壤後種植苗木。新植 2 年間每年割 3 次草，第 3、4 年苗木稍長高後，改為 1 年割草 2 次，如此撫育 6 年即可交地，交地後定期巡視，查報不定時的割草，割下之草即有機肥料。

8、高海拔 (>1,800 公尺) 造林樹種以紅檜及松樹為主，中海拔種柳杉、杉木及闊葉樹，例如烏心石、台灣樺木、楓香、油桐，低海拔如楓香、樟樹、桃花心木、柚木、油桐等。肖楠植於 500~1,800 公尺。

9、原始林內台灣樺木直徑可超過 150 公分，7~8 人合抱，但今之天然生者甚稀。

## 二-5、自忠地區

1957~1970 年代的苗圃造林狀況如下，以兒玉(水山)支線 3 個苗圃為例。

1、殘材處理後繼之以造林，苗圃在地化。

2、苗圃中培育的紅檜(主要)及扁柏，移種至造林地，若方位異於原苗圃，則發長新根之後，莖生長將漸次扭轉，成活率亦較低，其他樹種則無此扭轉現象，此項說法雷同於棲蘭山區。

3、山支線苗圃的檜木苗易得立枯病，由下往上枯死；台灣二葉松則有針葉病、天狗巢病，亦即樹枝膨大如巢。

4、苗圃中苗木易受土壤中的雞母蟲噬根，避免的方法係在播種前，以古氯松對土壤消毒。受雞母蟲危害的苗木，其原可四面生長的鬚根系，可明顯見到被蟲噬食。

5、苗圃的獸害以老鼠為主，可以毒鼠藥散置苗圃四周及溝渠，但移至造林地後則難滅鼠；苗圃中通常無松鼠危害現象，但移種林地後，苗高 1 公尺以上較易受到松鼠危害。

6、育苗能否成功，人為管理常為關鍵，尤其延請工人澆水時，常粗率以大水柱沖灌，造成土壤流失、根系外現，甚易夭折。

7、苗木移種造林地時，植穴挖寬及深約 20 餘公分，種植後最重要的步驟在於必須將土壤踏實，否則易受雨水、風力沖蝕流失，死亡率高。筆者別處的口訪，亦有同樣強調，但理由說是「讓苗木根系與土壤緊密結合」。造林後，年除草 3 次。

8、1957~1969 年水山地區苗圃工作完成、撤離；1959~1975 年楠梓仙溪設苗圃造林。水山處苗圃工人日薪 16 元，住自忠，每天清晨 5 時起床，燒飯準備午餐便當，6 時出門至苗圃，例行工作為除草、澆水，午休約 1 小時，下午 3~4 時回自忠。

9、塔塔加鞍部附近地區，台灣二葉松的造林難以成功，推測較低海拔培育之苗木，難以適應較高海拔風強、氣溫低的環境。然而，筆者另外訪調則指稱造

林工的敬業態度問題使然。

10、自忠附近苗圃工人維持 10~20 餘人，先前育苗並無塑膠套袋，1960 年之後才引進套袋苗，且係現地製作苗木袋。

## 二-6、郡大山脈

1、郡大山之伐木（郡大林道）以扁柏為大宗，紅檜及紅豆杉量少。但陳有蘭溪這面則以紅檜為主。

2、造林苗木的來源，或母樹的品質甚為重要，現今採種往往都是固定特定包商及工人，採種僅限於窄隘的少數單株，同質性高，對全台各地的生育地，不盡為合宜。

3、檜木造林木欠缺打枝，日本經驗以第 6 年、第 15 年皆須進行疏伐、打枝，台灣似乎並無進行，必然影響未來木材品質；台灣常見因下枝枯死後，形成樹瘤，菌類集生，木材受損。

4、造林欠缺立地基質或土壤深入研究。

### 三、檜木林經營管理的實證討論

本章節係以過往檜木林伐區之造檜木林為檢討對象，重點並非落在輪伐期等議題探討，亦非傳統林學有關之「森林經營計畫」、「林業體制與經營方案」、「林地管理」等林政管理之本地經驗檢驗，但以檜木林的生態登錄，對照人造林等生長狀況，提供林務局對歷來經營管理的另類角度參考。

林業所稱生產期、輪伐期，甚或法正林等，大抵皆以林木生產為目的的人本設計或施業觀念，而所謂自然輪伐期並不適用於經濟林，工藝輪伐期殆為特定規格而設計，而森林最大收益輪伐期、財政輪伐期或依據台灣獨特環境條件、各不同物種的生態特性，去規劃以國土保安為終極目標的檜木林經營管理策略，歷來並未有嚴謹、實證的探討，因此，本研究試圖別於台灣林業傳統的觀點，援提些微建言。

基於實地實務之探討原則，本計畫特以阿里山區為範圍，追溯、檢驗、調查及檢討之。雖然日治時代台帳已焚毀，筆者等長期從事口述歷史，歸納出各林班相關資訊，且以之為調查依據。

#### 三-1、背景資料

##### 三-1-1、阿里山林班施業史及原生林還原

依據阿里山區踏勘與口述史採訪，且由阿里山老山林工作者陳清祥先生協助，整理出各林班施業誌要如表 23。

表 23、阿里山地域各分區林班施業誌要表 (陳清祥、陳玉峰製表，林班編號以 1935~1975 年編訂者為準)

區別	林班	木材生產比率級與類別				林木砍伐年度			殘材整理年度		造林年度		採製檜木精油	備 攷	
		紅檜	扁柏	二級木	闊葉樹	造林木	針葉樹	闊葉樹	造林木	直營	分收	第一次			第二次
阿里山分區	1	40	50	10		間伐	1912		1951	1951		1914		3	造林年度約在 1914 年之後
	2	65	30	5		皆伐	1911			1951	1954	1914	1945		"
	3	35	60	5		皆伐	1912		1956	1957	1953	1914	1921	3	"
	4	65	30	5		皆伐	1912		1943	1957	1953	1914	1945	3	"
	5	60	30	10		局部	1913	1957	1944	1957	1953		1955	3	
	6	80	15	5		皆伐	1912	1955	1943	1956	1953	1914	1955		"
	7	75	20	5		皆伐	1911	1955	1944	1954	1953	1914	1956		"
	8	90	5	5		局部	1911	1955	1944	1955	1953	1914	1956		"
	9		闊葉林散生針葉樹			局部	皆伐		1955	1955			1914	1959	
塔山分區	19	70	15	15		皆伐	1912	1954	1954	1948	1959	1931	1959		
	20					皆伐	1948								
大瀧溪分區	22													3	
	23	40	50	10			1932			1955	1950		1961	3	
	25													3	
	27						?							3	
	21														
	24	40	50	10			1937			1955	1950		1961	3	
	25													3	
	27						1938							3	
	17	80	5	15			1955			1955			1961		
160															
眠月線分區	28	55	35	10		局部	1917	1957		1953		1920	1959	3	第一次造林並非全部造林，只在土壤處種植
	31	30	40	30		皆伐	1951			1951			1959		
	31						1918							3	
	36	30	60	10		皆			1953	1953	1957	1920	1959	3	
	37					伐	1920							3	
	48													3	
	29	30	50	20		皆	1918		1953	1953		1920	1959	3	第一次造林約在 1920 年代
30					伐								3		

眠月下線	32																	3	
	33																	3	
	35	60	35	5		皆伐	1921		1953	1953							1961	3	
	38																	3	
	39						?											3	
眠月線上方各半	43						1921												
	45	90	5	5		皆伐			1954	1954							1961		
	52						?												
鹿堀山線	47																	3	
	49	80	15	5		皆伐	1923		1954	1954							1961	3	
	50																	3	
	51																	3	
竹山区	53																	3	
	54	50	45	5			1935		1959								1963	3	
	57																		
	60																		
水山支線(兒玉支線)	9	45	50	5			1937		1959									1963	
	10																		
	61																	3	大正年間本區木材由祝山鐵路(林內線)搬出
	62	30	65	5		間伐	1917		1955	1955		1919	1971						
	85																		
	84																		
	83	75	20	5		間伐	1919		1955	1955		1919	1971						
	82																		
	81A	75	20	5		間伐	1919		1955	1955		1935	1961						1961年造林係補植
	81B	85	10	5			1947		1951	1951	1957   1959	1961							
	80	85	10	5		間伐	1942		1951	1951	1956 1959	1950							
	79	80	15	5		間伐	1942		1951	1951	1956 1959	1950						3	
	78																	3	
	77	85	10	5		間伐	1943	1955	1955	1955	1957 1959	1951							
	76																		
86																		3	
95	80	15	5			1944			1949 1951	1956								3	
94																		3	
93	90	5	5		局部	1950	1953		1950		1956								
水山線	63	35	60	5			1942			1950	1956	1954							
	64																		
雪山線	65																		
	66	70	25	5		局部	1943	1953		1950		1957						3	
	67																		
	69	90		10		全部	1956	1956		1956		1959							
霞山線	135	55	40	5			1931			1955	1950	1943							
	118																		3
	119																		3
	120	40	55	5			1932			1955	1950	1943							3
	121																		3
	122																		3



石 水 山 線	131	70	30				1943			1951	1955	1957			
	132														
	134	80	20				1931			1951	1955	1935			
十 字 道 後 線	28-2	60	30	10	局 部	皆 伐	1917	1959	1948 1961	1953	1959	台大	1956		
	28-3														
	29-1	80	10	10	局 部	局 部	1919			1953	1958	台大	1961		
新 高 口 線	29-2	85	10	5	局 部	局 部	1929	1957	1957	1957	1959	台大	1963		
	31-1	85	5	10	局 部		1929			1953	1959	1957			
	31-2	75	5	20	局 部		1931	1957		1953	1959	1967			
多 哆 咖 線	31-3	60		40			1957			1957			1971		
阿 里 山 鐵 路 本 線	71														
	72					皆 伐		1948				1921	1951		十字路分區
	12														
	150														
	151					皆 伐		1943							多囉焉分區
	152														
	153												1926	1961	桃仔湖分區
	154					皆 伐		1957					 1930	 1966	
	155														
	183					局 部			1957				"	"	加里味分區
185															
225													"	"	石桌分區
226						皆 伐			1954						
227															
228															
224						皆 伐			1954				"	"	奮起湖分區
203													"	"	水車寮
204						皆 伐			1954						分區
205															交力坪
206															

### 三-1-2、1952年以降的林產物處分台帳

筆者等將嘉義林管處所有的林產台帳完全登錄，理論上這是阿里山區自1952年以降的全數記錄，然而，事實上並不盡然，例如打撈等殘材整理並無列入資料。

凡此系列台帳，由於與本研究並無直接相關，只列舉後來調查造林生長樣區的第1林班為例，明列該林班自1952年迄今的木材生產數據如表24。

表 24、阿里山區第 1 林班歷來林木處分表  
材積(m<sup>3</sup>)

時間	處分地點	物種	材積種 類不明	用材 /利用	立木	換算	比較 結果	年度小計	備註
1966.7	1	柳杉		1.870		2.671	2.671	2.671	
1968.1	1	柳杉 紅檜		118.255 18.021		168.936 25.029	168.936 25.029	193.965	
1969.5	1 (火藥庫)	扁柏		2.075		2.882	2.882		
1969.10	1	柳杉 紅檜		26.384 0.440		37.691 0.611	37.691 0.611		
1969.11	1	柳杉 紅檜		4.200 23.860		6.000 34.086	6.000 34.086		
1969.11	1、2	柳杉		2.420 17.320		3.361 12.371	3.361 12.371	97.002	該筆1項，以平均1/2計算。
1970.5	1	柳杉		7.046		10.066	10.066		
1970.10	1 (3小班)	柳杉		2.087		2.981	2.981		
1970.11	1~9、61	柳杉 紅檜 扁柏 松 鐵杉		332.410 18.450 3.950 2.430 0.430		47.487 2.563 0.549 0.338 0.060	47.487 2.563 0.549 0.338 0.060		該筆5項，各以平均1/10計算。
1970.11	1	柳杉		0.263		0.376	0.376	64.420	
1971.1	1、2、3等	柳杉		992.577		472.656	472.656		共計16筆，以總和平均1/3計算。
1971.1	1、2、3等	杉木		530.500		252.619	252.619		該筆1項，以平均1/3計算。
1971.7	1	柳杉 紅檜		23.860 2.420		34.086 3.361	34.086 3.361		
1971.7	1、2、3	柳杉		409.425		194.964	194.964		共計9筆，以總和平均1/3計算。
1971.10	1、2	柳杉		17.320		12.371	12.371		該筆1項，以平均1/2計算。
1971.12	1、2、3等	造林木		238.917		113.770	113.770	1083.827	共計5筆，以總和平均1/3計算。
1972.1	1、82、84	紅檜 柳杉		3.580 24.120		1.657 11.486	1.657 11.486		該筆2項，各以平均1/3計算。
1972.1	1、2、3	柳杉		149.169		71.033	71.033		共計3筆，以總和平均1/3計算。
1972.2	1	柳杉		6.230	37.790	8.900	37.790		
1972.2	1	紅檜		28.340	8.310	39.361	39.361	161.327	
1973.4	1、3、20、對高岳28-3	柳杉 扁柏 紅檜		32.210 6.230 63.260	10.738 2.075 21.085	11.504 2.163 21.965	11.504 2.163 21.965		該筆3項，各以平均1/4計算。
1973.7	1	柳杉		0.980		1.400	1.400	37.032	
1974.11	1、3、4、5、6	扁柏 紅檜 柳杉		0.145 0.514 0.611		0.040 0.143 0.175	0.040 0.143 0.175		該筆3項，各以平均1/5計算。
1974.11	1、3、5	柳杉 紅檜 扁柏		1.666 0.486 0.259		0.793 0.225 0.120	0.793 0.225 0.120	1.496	該筆3項，各以平均1/3計算。
1980.2	1、大埔214	扁柏 紅檜		17.895 9.665	24.185 13.060	24.854 13.424	24.854 13.424		該筆3項，各以平均1/2計算。

1980.7	1、大埔214	松樹		5.300	7.360	7.361	7.361		
		紅檜		6.925	9.360	9.618	9.618		該案5項，各以平均1/2計算。
		紅檜			0.115		0.115		
		扁柏		1.850	2.450	2.569	2.569		
		扁柏			0.185		0.185		
		松樹		1.495	2.075	2.076	2.076	60.202	
1981.4	1	柳杉		7.930		11.329	11.329		
		扁柏		0.190		0.264	0.264		
		紅檜		0.820		1.139	1.139	12.732	
1985.7	1	柳杉		22.435	31.160	32.050	32.050		
		紅檜		0.320	0.430	0.444	0.444		
1985.9	1	柳杉	29.848			42.640	42.640		該案視為用材換算。
1985.10	1	松		3.130	4.350	4.347	4.347		
		紅檜		4.258	5.760	5.914	5.914		
		扁柏		0.452	0.610	0.628	0.628		
		紅檜	2.280			3.167	3.167		此項視為用材換算。
		扁柏	0.220			0.306	0.306		此項視為用材換算。
1985.11	1	柳杉		7.500	10.710	10.714	10.714		
		扁柏		26.910		37.375	37.375		
		紅檜		8.340		11.583	11.583		
1985.12	1	紅檜		17.330		24.069	24.069	173.237	
1986.4	1	柳杉		0.490	0.700	0.700	0.700		
		紅檜		1.210	1.640	1.681	1.681		
1986.5	1	柳杉	0.475			0.679	0.679		該案2項視為用材換算。
		紅檜	1.190			1.653	1.653		
1986.6	1、2	紅檜		10.475	14.155	14.549	14.549		該案5項，各以平均1/2計算。
		扁柏		1.5795	2.135	2.194	2.194		
		柳杉		5.2745	7.535	7.535	7.535		
		松		0.553	0.790	0.768	0.790		
		雜木		2.740	4.090	4.090	4.090	33.871	

林班總計 1921.782

欄位名稱	說 明	
成分地點	阿里山林班部分僅採數字，其他地點則特別註明。 其他：第二分道→阿區8林班、第四分道→阿區5林班、阿里山森林遊樂區→阿區2林班、祝山鐵路→阿區3林班	
材積	僅計算原始資料的立木與用材(利用)材積，不計薪材及枝梢材材積，故不列。	單一林班 原資料僅有用材資料時， 換算結果(立木) = (天然針一、二級) ÷ 0.72 = (造林木—柳杉、杉木) ÷ 0.72 = (天然闊葉樹) ÷ 0.67 原資料若同時有立木及用材的資料，換算結果須和原立木資料比較後取大值。最後結果登錄於「比較結果」欄位內。
		數個林班混合 原資料僅有用材資料時， 換算結果(立木) = (天然針一、二級) ÷ 0.72 × 1/X = (造林木—柳杉、杉木) ÷ 0.72 × 1/X = (天然闊葉樹) ÷ 0.67 × 1/X X=林班個數 原資料若同時有立木及用材的資料，換算結果須和原立木資料比較後取大值(註)。最後結果登錄於「比較結果」欄位內。 (註)此類資料所顯示的立木材積亦已先經林班個數平均處理。

由於本研究調查樣區尚包括第 3 林班，僅就阿里山核心區域第 1 至第 9 林班，依年度林木處分統計如表 25。

表 25、阿里山區第 1~第 9 林班各年度林木處分統計表

林班 年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	年統計
1953	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-	0.000
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	-	24.025	-	24.025
1964	-	-	27.222	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000	27.222
1965	-	9.226	-	-	-	-	-	-	12.764	21.990
1966	2.671	2.576	-	-	-	-	-	-	-	5.247
1967	-	-	1748.820	-	-	-	-	-	22.015	1770.835
1968	193.965	-	-	-	7.427	39.767	-	32.340	-	273.499
1969	97.002	24.792	-	-	-	-	-	-	-	121.794
1970	64.420	170.248	170.248	50.997	54.822	170.248	50.997	50.997	50.997	833.974
1971	1083.827	1081.162	1034.009	7.050	282.247	5.141	-	9.470	-	3502.906
1972	161.327	71.033	71.033	-	0.014	4.975	0.200	18.612	18.612	345.806
1973	37.032	5.370	43.721	-	229.898	1.625	181.023	11.846	181.023	691.538
1974	1.496	399.230	397.495	397.954	701.115	396.357	-	395.999	-	2689.646
1975	-	53.486	47.262	47.262	138.092	47.262	-	174.519	-	507.883
1976	-	-	-	1426.719	-	1249.282	1249.282	-	-	3925.283
1977	-	-	-	359.793	1606.876	302.504	302.504	-	-	2571.677
1978	-	-	-	-	673.187	2729.430	-	-	-	3402.617
1979	-	-	-	-	165.226	-	-	-	-	165.226
1980	60.202	-	-	-	11.486	1287.511	-	-	-	1359.199
1981	12.732	-	-	-	-	-	714.544	-	-	727.276
1982	-	3.357	-	1938.807	99.594	210.862	-	3.357	-	2255.977
1983	-	0.694	-	192.86	110.928	-	29.949	-	-	334.431
1984	-	237.454	243.992	-	-	-	4.876	-	-	486.322
1985	173.237	54.019	54.019	-	-	-	4.509	-	-	285.784
1986	33.871	44.980	-	-	3.171	-	2.863	1.084	-	85.969
1987	-	1.600	-	-	19.736	-	8098.431	-	6.351	8126.118
1988	-	-	-	-	-	-	37.130	-	-	37.130
1989	-	-	-	-	1.458	-	87.535	-	87.535	176.528
1990	-	-	-	-	76.920	-	445.509	-	-	522.429
1991	-	62.138	-	-	78.111	-	-	-	13.190	153.439
1992	-	2.097	-	-	-	-	-	-	-	2.097
1993	-	-	-	-	351.091	-	-	-	1714.033	2065.124
1994	-	2.750	-	-	54.402	-	-	-	-	57.152
林班統計	1921.782	2226.212	3837.821	4421.442	4665.801	6444.964	11209.352	722.249	2106.520	37556.143

據此，吾人可知，除了柳杉造林木之生產以外，第1林班曾於各年度拿出的檜木材如下，以立木材積為準，單位為立方公尺。

1968年紅檜 25.029；1969年扁柏 2.882；紅檜 3.972；1970年扁柏 0.549；紅檜 2.563；1971年紅檜 3.361；1972年紅檜 41.018；1973年扁柏 2.163；紅檜 21.965；1974年扁柏 0.160；紅檜 0.368；1980年扁柏 27.608；紅檜 23.157；1981年扁柏 0.264；紅檜 1.139；1985年扁柏 38.309；45.177；1986年扁柏 2.194；紅檜 17.883。是以自國府治台以降，由此數據可推測第1林班並無全面伐除檜木造林木的跡象，但詳細記載資訊見三-2節。

以上資訊之建立，吾人可搜尋每一林班歷來處分（1950年代以降），此外，關於造林的資料亦必須建立。

### 三-1-3、歷來阿里山區造林資料

茲將阿里山區所有造林檔案，配合林班及小班圖面，整理為圖表並列，由第1至第60林班皆完整整理出，但本報告僅臚列第1~3林班為例，如圖5。

林班	林小班	編號	造林年代	造林面積 (公頃)	造林	樹種	備註
1	1	經5	1915.07	1.84	扁柏、柳杉		
	2	經7	1917.06	8.15	扁柏、柳杉		
	3	經8	1920.03	39.68	扁柏		
	4	經9	1920.03	3.93	扁柏		
	5	天61-1	1930.03	1.87	紅檜		
2	1	天61-1	1930.03	1.77	紅檜		
	2	經156	1947.07	20.64	柳杉		
	3	經229	1955.05	4.79	柳杉		
	4	經229	1955.05	0.50	柳杉		
	1	經6	1916.05	11.62	柳杉、扁柏		
3	2	經9	1920.03	4.38	柳杉、紅檜	扁柏	
	3	經9	1920.03	3.43	柳杉、紅檜	扁柏	
	4	經9	1920.03	1.30	紅檜、扁柏		
	5	經9	1920.03	0.86	紅檜、扁柏		
	6	經9	1920.03	5.88	紅檜、扁柏		
	8	經9	1920.03	3.29	柳杉、紅檜	扁柏	
	9	經24	1924.03	2.40	柳杉、紅檜	扁柏	
	10	經24	1924.03	0.27	柳杉、紅檜	扁柏	
	11	經24	1924.03	0.11	柳杉、紅檜	扁柏	
	12	經24	1924.03	0.37	柳杉、紅檜	扁柏	
	13	經29	1925.03	0.72	柳杉、紅檜	扁柏	
	14	天61-1	1930.03	0.35	紅檜		
	15	天61-1	1930.03	0.64	紅檜		
	16	經156	1947.07	2.23	柳杉、紅檜		
	17	經156	1947.07	4.74	柳杉		
	18	經156	1947.07	5.77	柳杉		
19	經204	1954.06	2.60	柳杉			
20	經271	1951.05	6.61	柳杉			
21	經403	1968.03	9.40	台灣杉、柳杉			

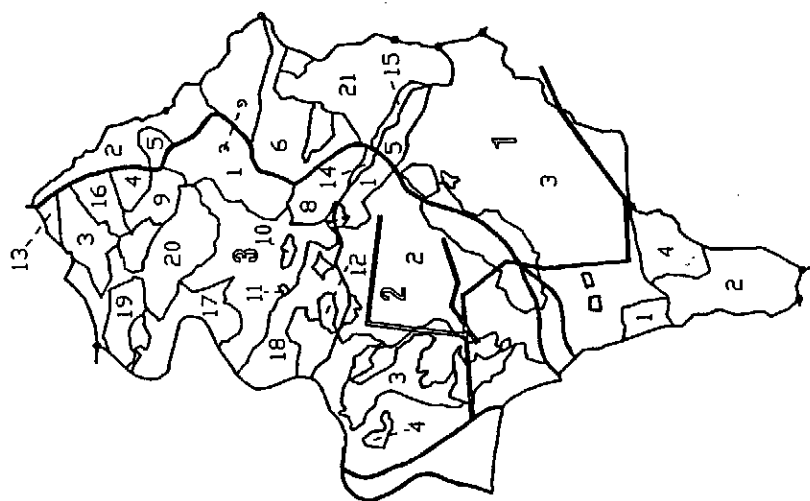


圖5、阿里山區第1~第3林班造林資訊

凡此，構成檢討阿里山檜木造林的資訊背景。

### 三-2、檜木造林木生長取樣調查

#### 三-2-1、前人關於檜木生長的資料

關於檜木林的經營管理方面，由於筆者係由生態學的研究角度去理解，在此不擬由傳統森林木材生產面向思考，更不同意以林分總年度生產量去估算伐木水準，筆者認為那是理想式的模擬推演，或不切實際的虛擬實境，尤有甚者，林地之能否永續生產，必須以台灣林地之能否保全為第一優先之考量，其次，再依據林木本身的生長速率去估算。

首先，先檢視紅檜與扁柏個體的生長速率，僅以胸高直徑為例，由歷來研究的結果可知，檜木植株的生長，呈現甚大的變異，各地區、不同植株的生長速率歧異非常，幾乎沒有通則可準確預知，林渭訪、薛承健（1950）由日治時代累積的數據，僅只指出阿里山產 79 年生的材積為 0.24 立方公尺，每 1 英吋（2.539998 公分）的年輪數約 35~40 年，因而估算欲得直徑 20 英吋（50.8 公分）的木材，須經 350~400 年，每 1 立方公尺材積須耗 320 年的生長，雖然這些數據曾多次被後人所引用，事實上樹木生長並非與時間呈一次線性關係，嚴格言之，上述數字皆非精確甚或錯誤的計算；又，以該數據為例，阿里山 79 年生的單株胸徑為 19.65 公分，但巒大山生產的 80 年生，胸徑為 9.5445 公分，不及其一半，另有一株 80 年生的為 14.241 公分，木瓜山區的一株 80 年生為 12.32 公分，其變異難以迴歸且放諸全台各地皆為準。

茲以若干先前調查數據，說明檜木胸徑生長之變異。

表 26 為紅檜胸徑生長之評比；表 27 為扁柏之數據。最奇特的是劉慎孝（1952）的扁柏生長，20 年生達 13.75 公分胸徑，是木瓜林區之例的 20 倍以上，也是其他例子的 9~20 倍左右，難怪其下結論說是扁柏生長較紅檜、台灣杉「迅速」！當然，人工造林木、天然被壓木、不同年生、立地環境的差異、個體遺傳變異...，在在形成生長速率的左右因素。

表 26、紅檜胸徑生長舉例

胸高 直徑(cm) 年 生	巒大山	阿里山	阿里山	木瓜林區	溪頭	太平山
10	3.94	1.60	1.93	1.40		
20	11.67	6.00	4.23	7.05		
30	19.94	7.70	5.50	12.85		
40	22.88	9.70	8.03	17.27		
50	26.51	14.30	11.90	21.55		
60	29.85	20.05	16.84	26.12		
70	31.21	26.85	21.58	29.70		
80	33.78	35.25				
90	36.81	43.15				
100	40.45					
110	43.48					
120	47.57					
130	53.63					
140	54.39					
150	59.84					
160	63.33					
170	66.08					
180	69.54					
190	73.33					
200	76.66					
210	79.84					
220	81.91					
230	84.06					
240	85.90					
244	86.66					
其他					15 年生， 海拔 1,000m15.54cm 1,200m16.30cm 1,400m19.03cm 1,600m20.82cm	450 年生 140cm
出處	林渭訪、 薛承健 (1950)	林渭訪、 薛承健 (1950)	劉慎孝 (1952)	洪良斌 (1971)	陳振東 (1975)	松浦作治 郎 (1942)



表 27、扁柏胸徑生長舉例

胸高 直徑(cm) 產地 年生	阿里山	巒大山	巒大山	阿里山	木瓜林區	太平山
10		0.3030		4.90		
20	1.30	1.3635	1.5150	13.75	0.68	
30	2.18	2.5755	4.5450		1.52	
40	3.25	5.6055	6.9690		2.87	
50	5.00	6.9690	9.9990		4.23	
60	9.83	7.5750	12.2200		6.20	
70	14.93	7.6355	13.6350		8.82	
80	≒19.65	9.5445	14.2410		12.32	
90		10.1505	14.8470		15.75	
100		10.9080	15.1500		19.15	
110		11.6655	15.4530		22.17	
120		12.7260	15.9075		24.85	
130		14.0875	16.0590		27.08	
140		14.9985	16.3620		28.95	
150		16.5135	16.9680		30.47	
160		18.0285	18.0285			
170		19.0890	20.7555			
180		20.6040	22.5735			
190		21.8160	27.4215			
200		22.7250	31.8150			
210		24.0885	35.2995			
220			38.7840			
230			43.3290			
240			46.9650			
250			51.2070			
260			55.4490			
270			59.8425			
280			63.9330			
290			65.9330			
300			68.4780			
310			69.8415			
320			70.9020			
330			72.7200			
340			74.3865			
350			76.3560			90
360			78.7800			
370			80.5980			
380			82.4160			
出處	林渭訪、 薛承健 (1950)	林渭訪、 薛承健 (1950)	林渭訪、 薛承健 (1950)	劉慎孝 (1952)	洪良斌 (1971)	松浦作治 郎 (1942)

因此，面對先前僅此零星單木生長數據，無法用以評估造林木生長速率，故而進行阿里山之取樣調查。

### 三-2-2、調查樣區位置之確認

為能將樣區調查之資料配合比較造林台帳之記錄，於調查前曾向嘉義林管處及阿里山工作站詢問阿里山事業區林班、林小班詳細區分的位置及地標，並蒐集各種圖資，結果發現五千分一林型分布圖、一萬分一航測圖、二萬五千分一地形圖上所標示的林班界均與台帳六千分一的膠片圖有所出入，五千分一的航測林型分布圖雖有詳細標示林小班範圍及主要造林樹種，但其標示的小班界又不同於造林台帳的圖面資料。詢問嘉義林管處及阿里山工作站相關的工作人員，究竟該以何種圖面為參照依據，林班、林小班該如何區分，均無法獲得肯定的答覆。目前阿里山工作站巡山員標定巡察位置的方式，乃採用衛星定位接收儀在一地點接收一段衛星訊號後，回到工作站以電腦軟體進行差分定位後處理的程序，計算接收點較為精確的座標位置，再將此座標標示於地形圖上，以確認接收點的所在位置，但此舉似乎並未解決原有的問題，因地形圖所標示的邊界與台帳圖面不符，無法確認接收點所屬之林班、林小班是否正確。

本次調查仍依據造林台帳圖面，配合地形圖及現地地形、地勢的研判，選定6個樣區進行調查，其中樣區1、4、5屬於第1林班第1小班，樣區2、3屬於第1林班第3小班，樣區6所屬地區似乎台帳圖面並無標示林小班，由周遭地形及造林地狀況推測可能介於第3林班第17、18小班之間，位於17小班邊緣（圖1），樣區6周邊有兩株樹幹（柳杉）上以紅漆標示2-27-20、2-27-21之編號，此為阿里山工作站管理違規濫墾山葵園之界木編號，2-27表示第2林班27號山葵園。調查後向阿里山工作站求證，並與巡山員重赴現場定位，但因天候、時段不佳，無法接收衛星訊號，待返回工作站與相關工作人員討論，工作站人員亦質疑管理濫墾山葵園圖面及巡視林班界之正確性，並認為登錄濫墾山葵園圖面之測繪存有諸多問題。

造林林班地邊界混淆不清，對於歷來林班地造林撫育各項施業成效的評估、檢討，自是不易釐清。由此間調查發現阿里山事業區林班地劃分的圖面資料存有許多問題未解，在年老的林業人員紛紛退休，過往的經驗記憶也雖之失傳，新進人員對林班現地的瞭解也只能依賴錯誤的圖面和文字資訊，對林班地現況及歷史的掌握更是難題重重，遑論檢討過往造林施業的成效。

### 三-2-3、每木調查

在6個選定樣區中進行每木調查，每株立木均予以編號、鑑定物種、量取胸周，（詳細資料參見附錄3）。

樣區1主要立木組成為：紅檜38株、胸徑平均36.9公分、最小14.0公分、最大70.7公分，扁柏4株、胸徑平均27.9公分、最小22.8公分、最大33.1公分；樣區4：紅檜28株、胸徑平均45.9公分、最小25.1公分、最大85.9公分，扁柏6株、胸徑平均40.4公分、最小35.7公分、最大47.1公分；樣區5：紅檜61株、胸徑平均38.3公分、最小17.8公分、最大73.2公分，扁柏15株、胸徑平均27.9公分、最小14.6公分、最大43.0公分（表28）；樣區1、4、5屬第1林班1小班，合計立木186株，其中紅檜127株（68%）、扁柏25株（13%）。對照台帳資料，第1林班1小班台帳編號經5，同一台帳編號的林班有第5林班3小班，

造林年代為 1915 年 7 月，造林樹種為扁柏、柳杉各 0.82 公頃，合計 1.64 公頃，每公頃栽植 1,531 株，1916 年 4 月、1925 年 3 月各補植 1 次（表 22），台帳資料並無詳載補植地點、樹種、株數、存活率等資料；歷次造林被害面積變動及現存成績調查記錄僅簡略記錄 2 筆資料：其一、民國 58 年 3 月，處理障礙木 39 株，被害價格 26.47，樹種扁柏，樹高 13，胸徑 32，每公頃株數 400，奉准文號 58.9.3 林造 33984；其二、79 年度造林地清查，樹種扁柏、紅檜、柳杉，樹高 17.8，胸徑 32.9，每公頃株數 590。

表28、阿里山檜木造林地樣區立木調查資料

樹種	株數	生長輪		胸徑 (cm)		
		取樣株數	平均值	最小值	最大值	標準偏差
第1林班1小班						
樣區 1						
紅檜	38	16	36.9	14.0	70.7	14.5
扁柏	4	2	27.9	22.8	33.1	5.2
華山松	1	0	25.0	25.0	25.0	0.0
枯幹	9	0	17.4	10.2	22.6	3.9
小計	52	18	32.6	10.2	70.7	14.6
樣區 4						
紅檜	28	24	45.9	25.1	85.9	14.3
扁柏	6	6	40.4	35.7	47.1	4.7
枯幹	3	0	12.6	10.5	14.3	1.9
小計	37	30	42.3	10.5	85.9	15.5
樣區 5						
紅檜	61	44	38.3	17.8	73.2	14.3
扁柏	15	10	27.9	14.6	43.0	7.0
柳杉	5	1	15.3	12.1	19.7	3.8
高山新木薑子	1	0	8.9	8.9	8.9	0.0
台灣江某	1	0	25.8	25.8	25.8	0.0
枯幹	14	1	18.5	7.6	27.7	6.3
小計	97	56	32.2	7.6	73.2	14.7
第1林班3小班						
樣區 2						
紅檜	30	12	35.6	8.6	67.5	14.8
扁柏	3	3	33.5	21.0	41.4	11.0
柳杉	79	7	15.3	5.4	33.4	6.0
台灣紅榨槿	1	1	68.4	68.4	68.4	0.0
枯幹	2	0	10.3	6.7	14.0	5.2
小計	115	23	21.4	5.4	68.4	13.7
樣區 3						
紅檜	14	8	55.1	22.0	76.4	13.6
扁柏	6	6	34.5	26.7	48.7	7.6
柳杉	9	0	73.0	56.0	85.3	9.8
枯幹	8	0	23.3	13.7	34.4	6.1
小計	37	14	49.3	13.7	85.3	21.1
第3林班17、18小班之間						
樣區 6						
紅檜	3	3	65.6	55.4	84.0	16.0
扁柏	34	24	34.1	15.1	53.5	8.5
枯幹	2	2	19.2	18.5	19.9	1.0
小計	39	29	35.8	15.1	84.0	12.8

樣區 2 主要立木組成：紅檜 30 株、胸徑平均 35.6 公分、最小 8.6 公分、最大 67.5 公分，扁柏 3 株、胸徑平均 33.5 公分、最小 21.0 公分、最大 41.4 公分，柳杉 79 株，胸徑平均 15.3 公分、最小 5.4 公分、最大 33.4 公分；樣區 3 立木組成：紅檜 14 株、胸徑平均 55.1 公分、最小 22.0 公分、最大 76.4 公分，扁柏 6 株、胸徑平均 34.5 公分、最小 26.7 公分、最大 48.7 公分，柳杉 9 株，胸徑平均 73.0 公分、56.0 公分、最大 85.3 公分。樣區 2、3 屬第 1 林班 3 小班，合計立木 152 株，其中紅檜 44 株 (29%)、扁柏 9 株 (6%)，柳杉 88 株 (58%)。台帳圖面資料記載第 1 林班 3 小班編號經 9，同一台帳編號的林班有第 1 林班 4 小班、第 3 林班 2-6,8 小班、第 5 林班 4,6 小班，造林年代 1920 年 3 月，造林樹種扁柏、柳杉各 19.84 公頃，合計 39.68 公頃，每公頃栽植 169 株，1921~1940 年間共補植 6 次，1940~1955 年間伐 4 次、除伐 1 次 (表 1)，如同前述狀況，資料未記載補植、伐除之樹種、地點；歷次造林被害面積變動及現存成績調查記錄部分記載稍詳細；採伐收益記載：民國 44 年 4 月間伐，材積 2,718.80 立方公尺，民國 57 年 7 月皆伐處分，材積 1,219.42 立方公尺，均未註明採伐地點、樹種。

樣區 6 立木組成以扁柏為主：紅檜 3 株、胸徑平均 65.6 公分、最小 55.4 公分、最大 84.0 公分，扁柏 34 株、胸徑平均 34.1 公分、最小 15.1 公分、最大 53.5 公分，枯幹 (伐除餘留之扁柏基部) 2 株。由於該樣區位置，台帳圖面並未標示小班範圍，無任何相關的林地歷史資料可供比對。

經由前項描述、比對樣區 1-5 的現況和造林地歷史資料，結果竟顯示紅檜數量遠多於扁柏。造林當初栽植的是扁柏，為何現今竟以紅檜為多，依據老一輩林業人員的解釋，有幾項因素可能造成現今林班地生長的樹木並非當時造林所栽植的樹種，其一、當時保留未遭砍伐的幼樹繼續成長至今，二、因原本造林的樹種 (如扁柏) 生長不佳，日後陸續補植其他樹種 (如紅檜)，三、天然更新的結果，自然生長的樹木比人工栽植者生存狀況為佳，而形成優勢木，日後進行林地疏伐時，將成長不佳的造林木伐除，四、造林或補植時將紅檜幼苗誤認為扁柏幼苗，以致現今林地存活的樹木截然不同於當初造林所計畫種植者，但是，這些情形在造林台帳中均未詳實記載。由此可知，欲分析、評估阿里山事業區歷來各項檜木造林施業之成效，因造林台帳內容存有諸多疑點，且林班界劃分不清，幾乎難以進行。近年，林務局本身雖有發展造林地資訊系統，將造林台帳之資料電腦化以利查詢，但現今台帳資料的疏漏、誤謬並無法彌補，此舉仍無助於釐清造林地現況與過往歷史間的疑義。

### 三-2-4、樣區立木分布概況

將各樣區調查所登錄每株編號立木之相對位置及其胸徑大小，依相同比例繪製成各樣區之立木分布圖，由圖 6-1~6-6 可清楚瞭解調查樣區中各立木之種類、相對大小及相對分布之情形。

# 樣區 1

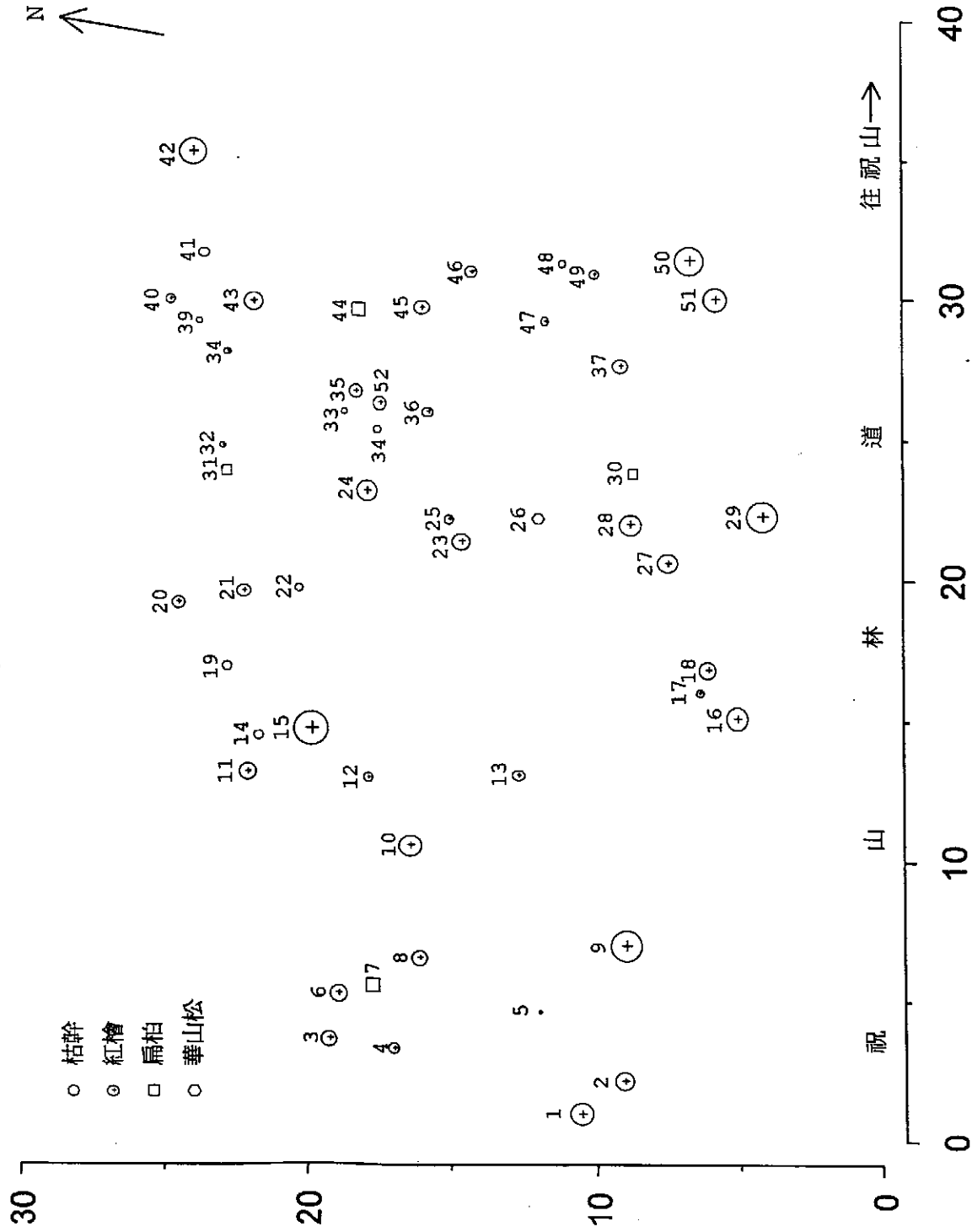


圖6-1、樣區立木分佈圖。X、Y軸單位-公尺，比例尺約1/222，圓形直徑表示量測立木相對之胸徑大小，比例相對於X、Y軸誇張10倍。

# 樣區 4

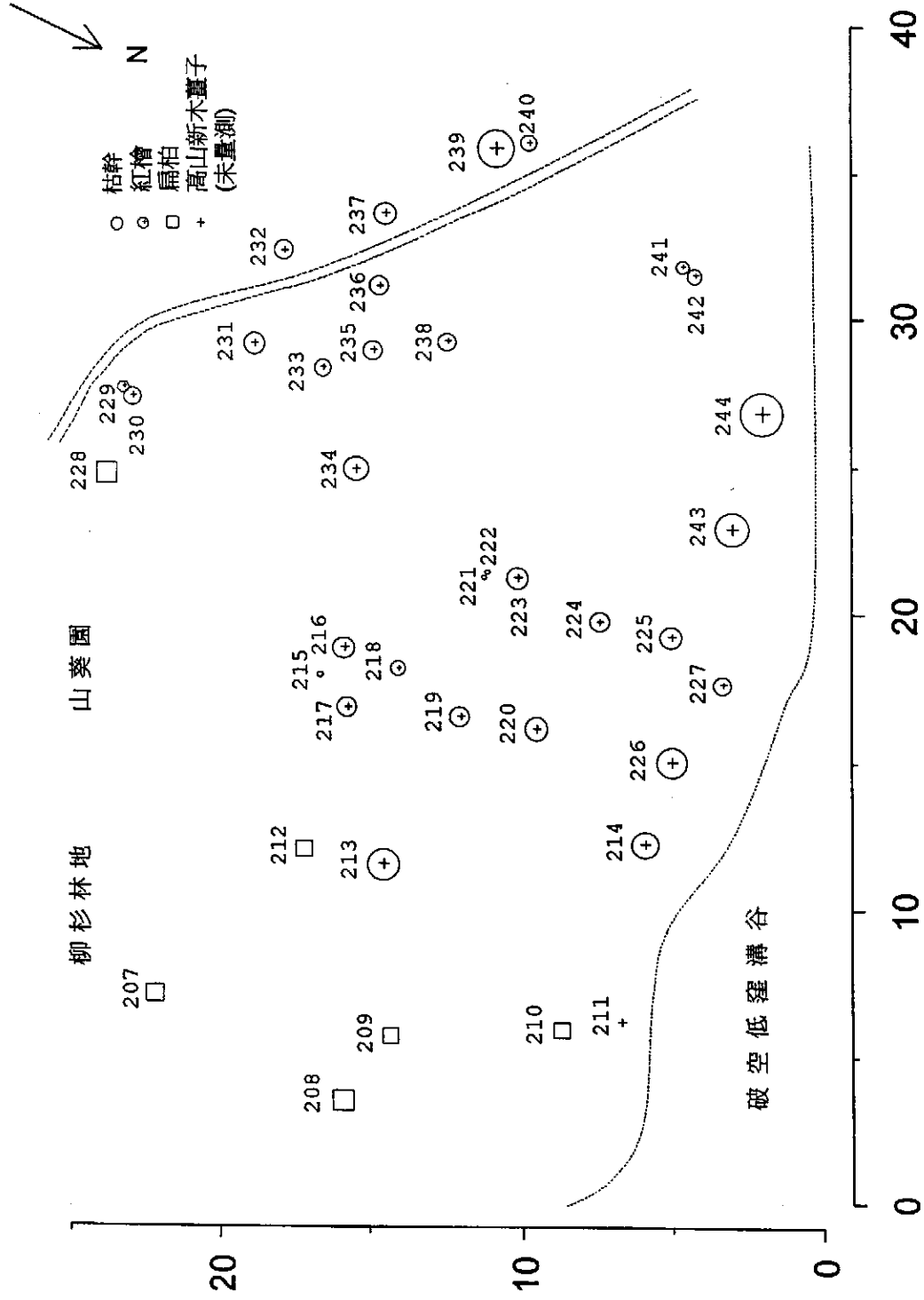


圖6-2、樣區立木分佈圖，說明參見圖6-1。

# 樣區 5

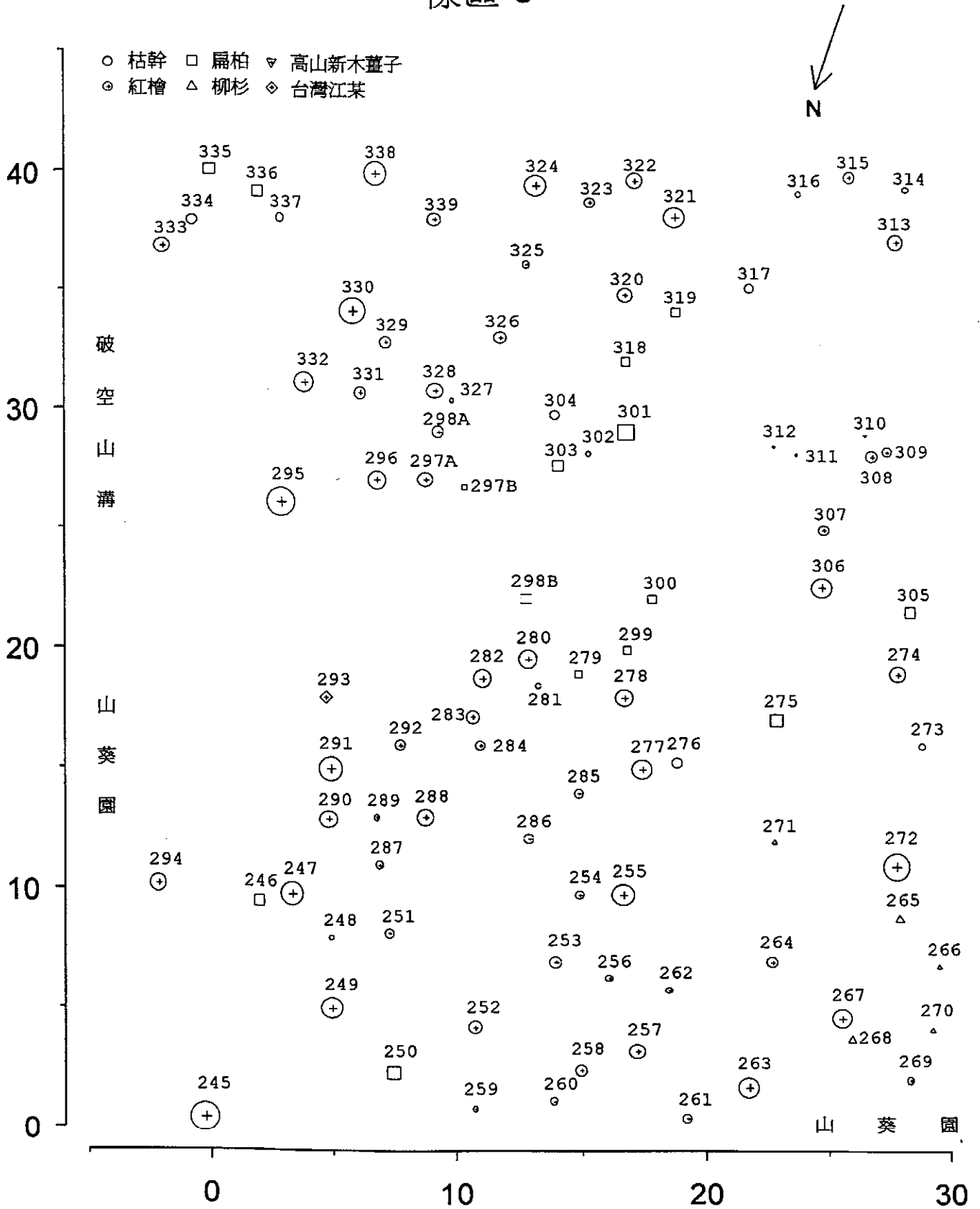


圖6-3、樣區立木分佈圖，說明參見圖6-1。



# 樣區 2

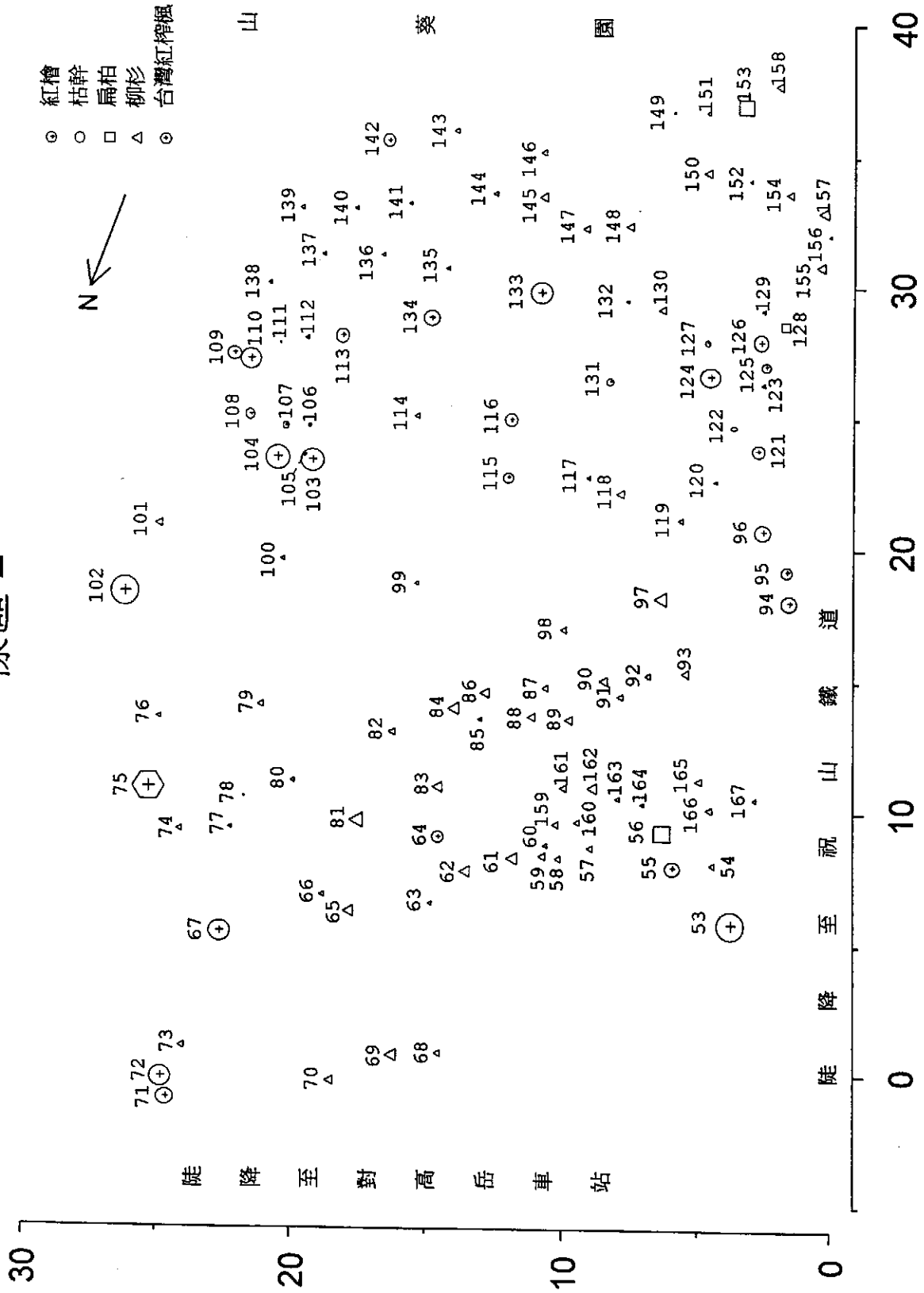


圖6-4、樣區立木分佈圖，說明參見圖6-1。

# 樣區 3

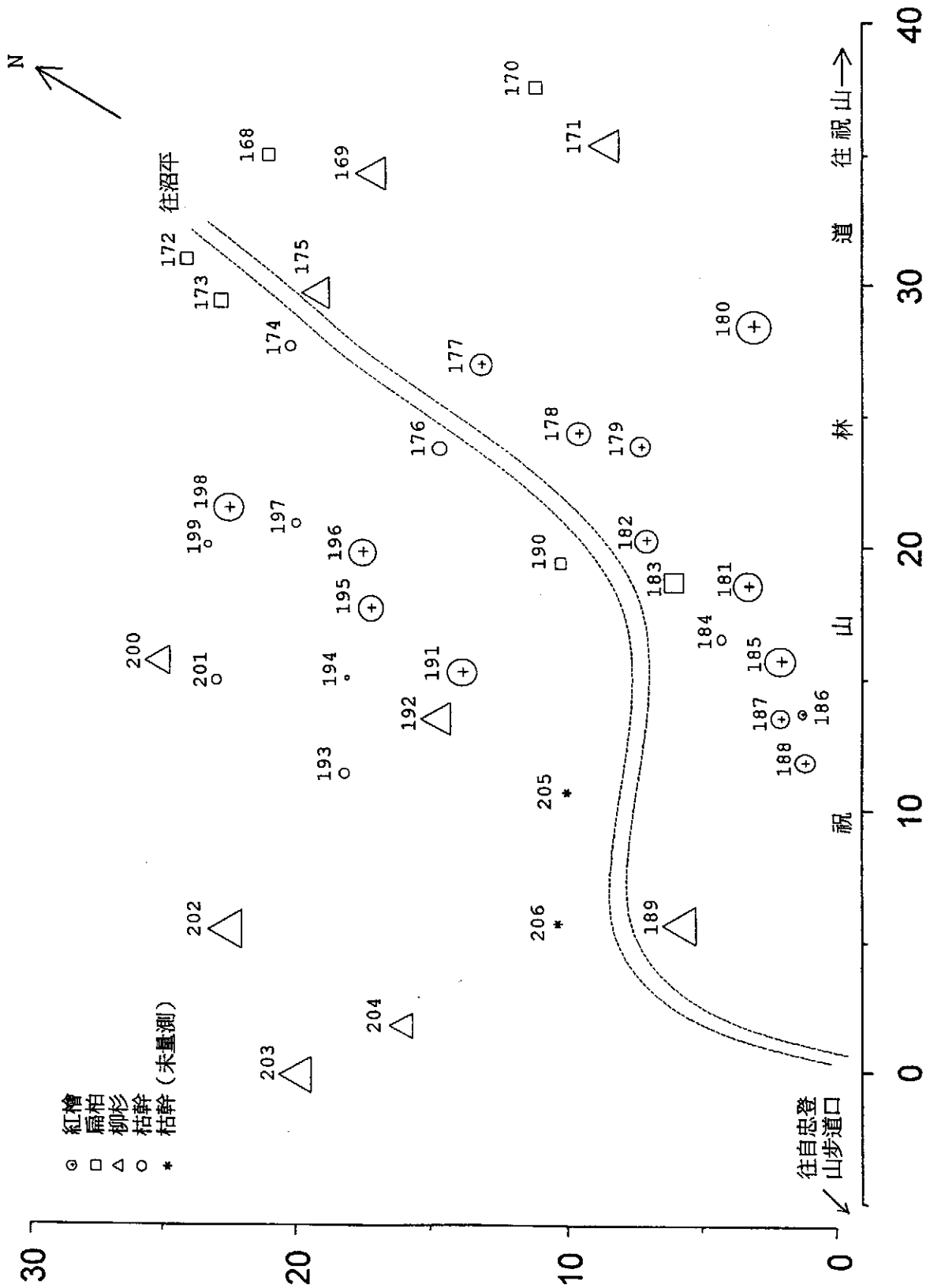


圖6-5、樣區立木分佈圖，說明參見圖6-1。

# 樣區 6

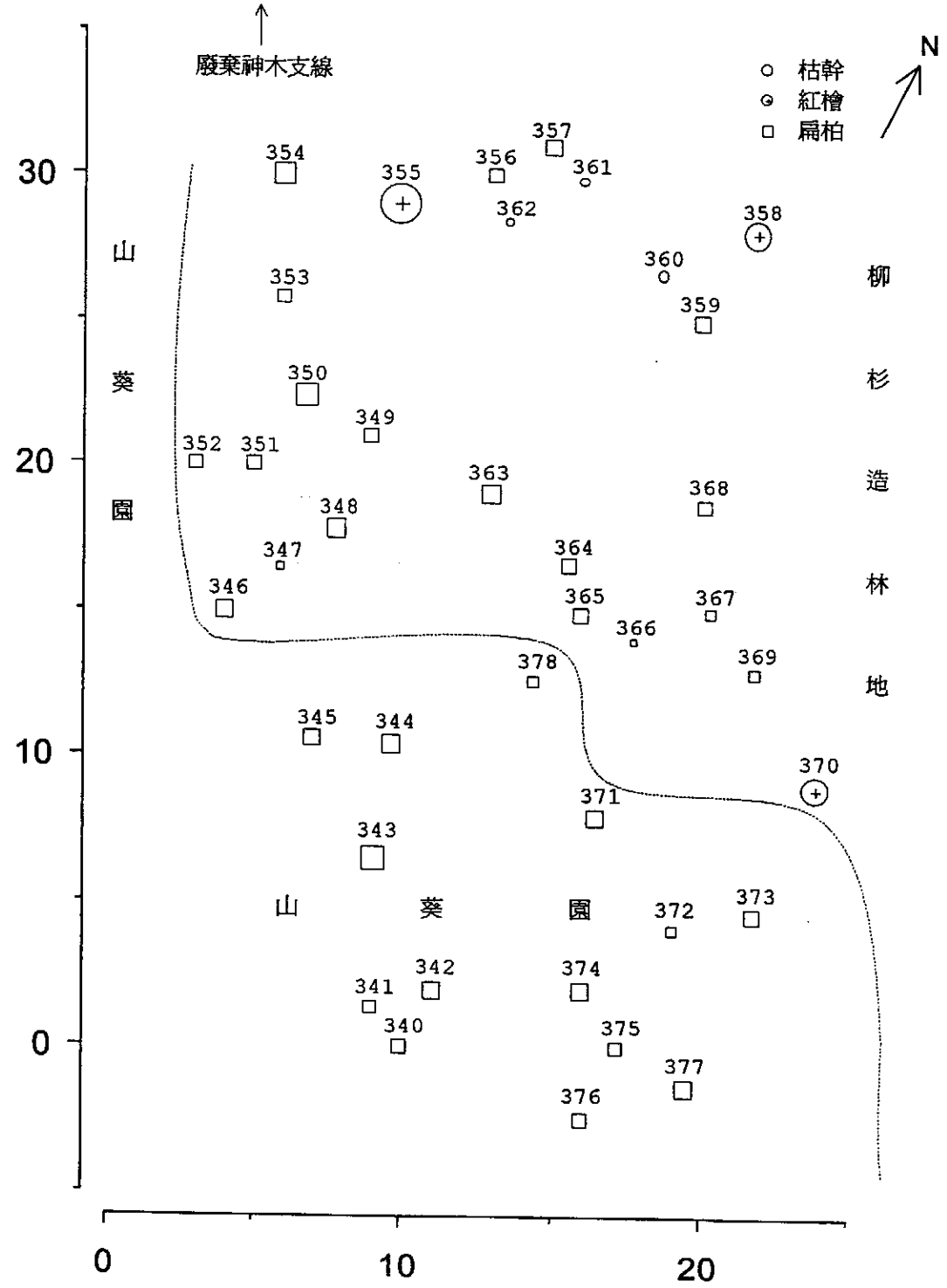


圖6-6、樣區立木分佈圖，說明參見圖6-1。

檢視各樣區林木之分布狀況，假設樣區中檜木樹齡的差距不甚大（一造林地最初經十餘年的撫育後，即任其自然生長，多數林木應屬同齡），可歸納幾點觀察結果：

1. 胸徑較大的檜木大抵分布於林緣或周遭較為開闊處，林內或立木密度較高處，檜木胸徑普遍較小，此現象除了微棲地、個體變異的差異外，可能係因林木生長競爭產生之自我疏伐（self thinning）效應，被排擠的同齡級立木形成胸徑較小的被壓木，因此，一林分的胸徑結構可能並不適宜解讀為相對的樹齡結構。
2. 檢視樣區的林木分布，排除林緣效應的影響，推測調查區每 10 × 10 平方公尺的範圍內僅 1~2 株胸徑較大的紅檜可以存活。
3. 紅檜胸徑大小變異程度大，相對的，扁柏變異程度較小，此係因紅檜的耐蔭性較扁柏差，生於遮蔭處的紅檜，相對生於林緣或第一層的優勢木，其生長速率即顯得極為緩慢。
4. 紅檜的生長速率似乎大於扁柏，二者混植的情況下，扁柏往往成為生長遲緩的被壓木。
5. 柳杉的生長速率遠大於檜木，樣區 2 有許多小徑級（DBH < 30 公分）的柳杉，可能係最近 20、30 年造林所栽植，但因密度甚高且受檜木遮蔭，普遍生長狀況不佳。

以上的初步觀察推論，在進一步經由年輪計數、分析，自然可獲得較為明確的解答。

### 三-2-5、樣區檜木胸徑結構

樣區 1、4、5 同屬第 1 林班 1 小班，大部分立木組成以紅檜為主（68%，127 株），扁柏次之（13%，25 株），其中，多數紅檜胸徑小於 50 公分（80%，101/127 株），約 30%（39/127 株）胸徑小於 30 公分，扁柏胸徑全都低於 50 公分，60%（15/25）胸徑集中於 20~35 公分（圖 7）。

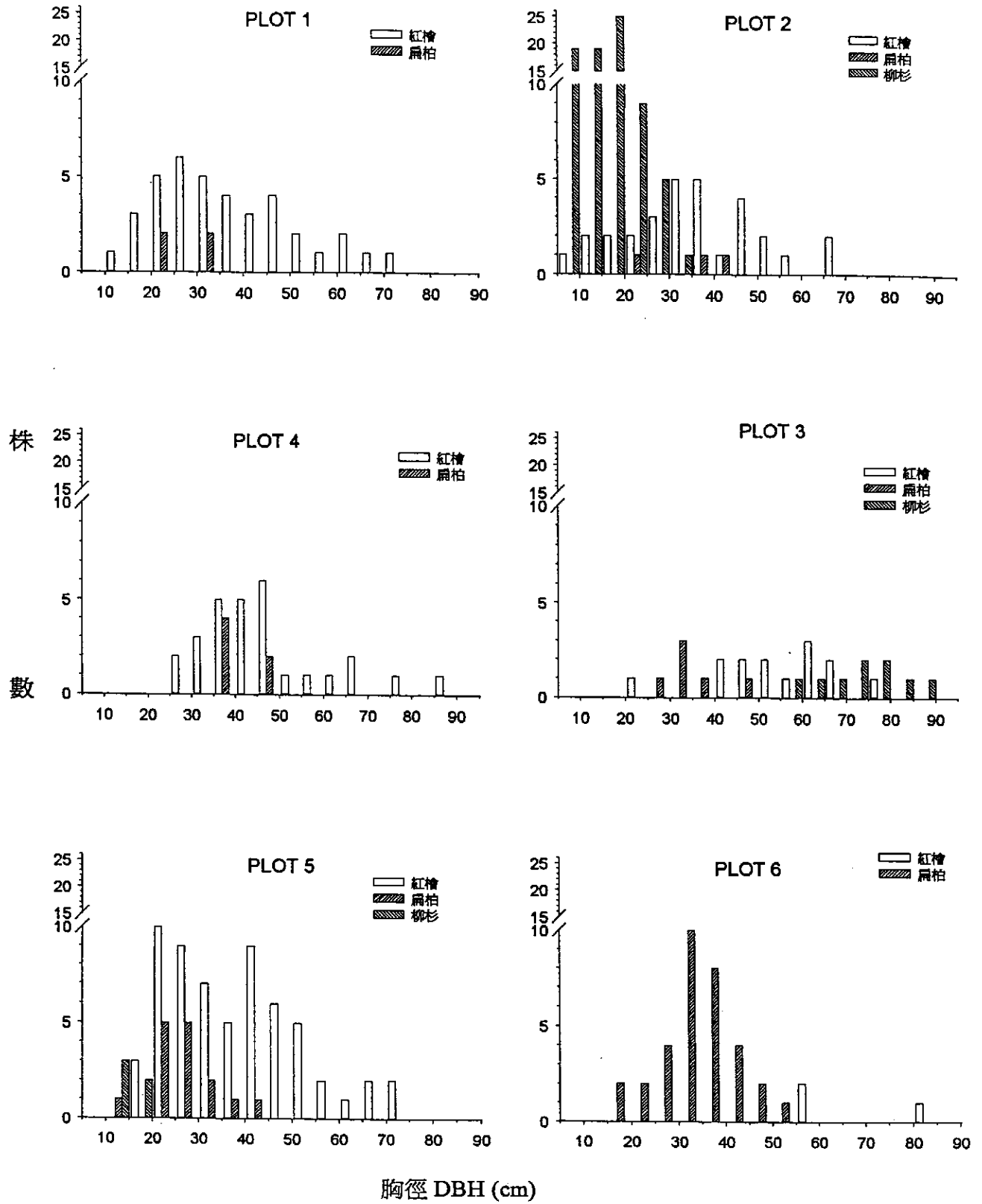


圖7、各樣區主要樹種之胸徑結構

樣區 2、3 同屬第 1 林班 3 小班，檜木組成仍以紅檜為主 (44 株)，扁柏僅 9 株，紅檜胸徑小於 50 公分者佔 68% (30/44)，小於 30 公分者佔 25% (11/44)，扁柏胸徑全小於 50 公分，小於 30 公分者 2 株；樣區 2 中柳杉，幾乎全為小徑木 (<30 公分)，係最近造林所栽植者，樣區 3 的柳杉全為大徑木 (>60 公分)，應為早期之造林木 (圖 7)。

樣區 6 的組成極為特別，幾乎全為扁柏，平均胸徑 34.1 公分，70% 以上的扁柏胸徑 >30 公分 (圖 7)。該區林木的分布較為疏散 (圖 6-6)，扁柏的生長受其他林木生長競爭的影響可能較輕微，立木的胸徑結構似可反應相對的年齡結構。

### 三-2-6、生長輪計數及分析

#### 三-2-6-1、各樣區樹齡結構

仔細挑選經表面處理的生長輪樣品，若最外層生長輪不完整 (可由韌皮部或樹皮存留與否為判定依據)、有雙髓 (取樣位置正好穿過以往側枝下方形成的維管束分支)、生長輪中間斷落銜接不完整或未取得接近心髓 (pith) 位置的樣品，一律剔除不予計數生長輪，生長輪計數的詳細資料，請參見附錄 4。

樣區 1 計數紅檜 6 株，平均樹齡 69 年、最小樹齡 56 年、最大 77 年，扁柏 2 株，各為 62、69 年；樣區 4 計數紅檜 15 株，平均樹齡 70 年、最小 58 年、最大 75 年，扁柏 6 株，平均樹齡 69 年、最小 48 年、最大 77 年；樣區 5 計數紅檜 30 株，平均樹齡 70 年、最小 34 年、最大 80 年，扁柏 9 株，平均樹齡 65 年、最小 56 年、最大 80 年 (表 29)。第 1 林班 1 小班共計數紅檜 51 株，90% 以上的樹齡超過 60 年 (圖 8)，最大樹齡為 80 年，大於 70 年者佔 63% (32/51)，60~70 年者約 27% (14/51)；扁柏計數 17 株，76% 以上的樹齡超過 60 年 (圖 8)，最大樹齡為 80 年，大於 70 年者佔 41% (7/17)，60~70 年者約 35% (6/17)。由此推估第 1 林班 1 小班調查區中大部分現存之檜木應為 60~80 年前人工栽植或自然生長者，對照台帳記錄，造林新植、補植時間為 1915 年 7 月~1925 年 3 月 (表 1)，即部分樹齡 70~80 年的檜木可能為當時的造林木。

表29、阿里山檜木造林地樣區立木生長輪計數資料

樹種	生長輪			樹齡			胸徑 (cm)			平均生長速率 (cm/yr)		
	計算株數	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	標準偏差	平均值	最小值	最大值	標準偏差
第1林班1小班												
樣區 1												
紅檜	6	69	56	77	41.1	28.6	63.7	13.2	0.59	0.46	0.88	0.15
扁柏	2	66	62	69	32.3	31.5	33.1	1.1	0.49	0.48	0.51	0.02
樣區 4												
紅檜	15	70	58	75	47.3	30.9	85.9	13.8	0.68	0.41	1.25	0.21
扁柏	6	69	48	77	40.4	35.7	47.1	4.7	0.60	0.48	0.74	0.11
樣區 5												
紅檜	30	70	34	80	40.0	18.5	73.2	15.9	0.57	0.28	1.02	0.20
扁柏	9	65	56	80	27.1	14.6	43.0	8.5	0.41	0.26	0.58	0.10
第1林班3小班												
樣區 2												
紅檜	7	66	58	73	37.7	19.4	56.1	14.2	0.57	0.29	0.77	0.19
扁柏	3	70	68	72	33.5	21.0	41.4	11.0	0.48	0.31	0.59	0.15
柳杉	4	39	25	74	24.0	18.5	33.4	6.7	0.79	0.27	1.34	0.45
樣區 3												
紅檜	5	69	66	74	50.0	21.3	68.1	18.5	0.72	0.32	1.02	0.26
扁柏	3	71	67	77	33.5	31.5	36.3	2.5	0.47	0.47	0.48	0.00
第3林班17、18小班之間												
樣區 6												
紅檜	3	65	59	71	65.6	55.4	84.0	16.0	1.01	0.87	1.18	0.16
扁柏	17	64	34	74	35.2	15.1	53.5	9.0	0.55	0.44	0.78	0.10

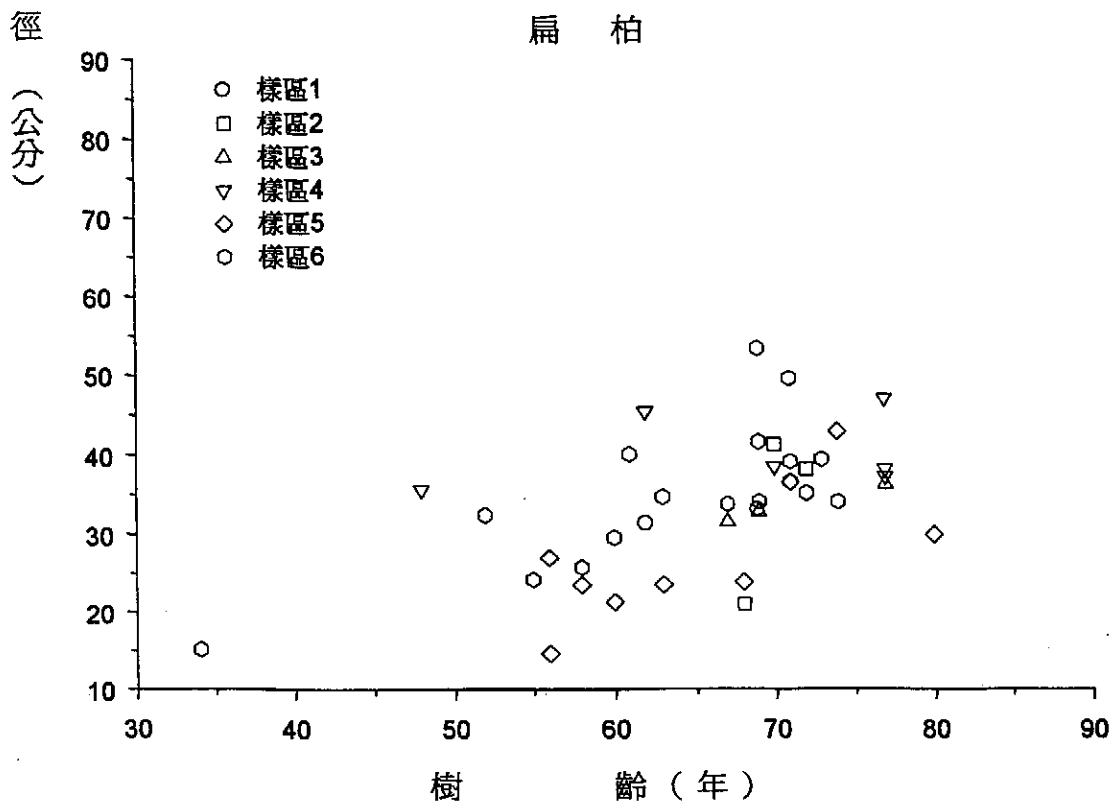
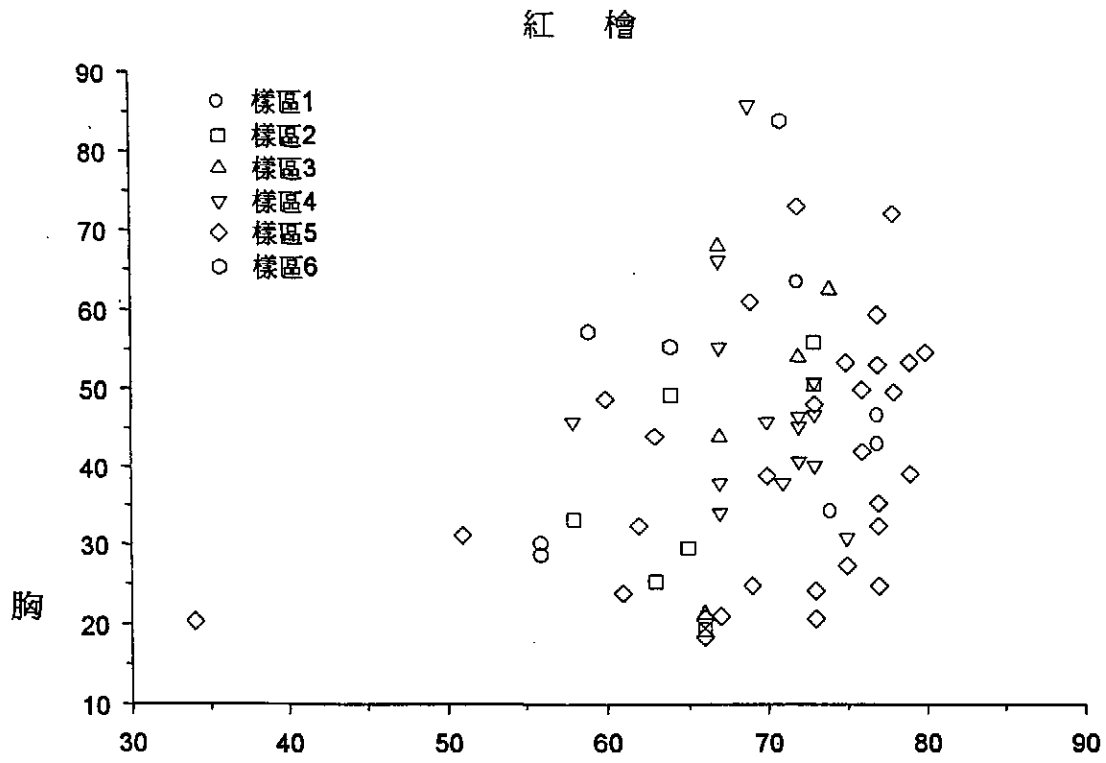


圖8、紅檜、扁柏樹齡—胸徑散佈圖。



樣區 2 計數紅檜 7 株，平均樹齡 66 年、最小 58 年、最大 73 年，扁柏 3 株，平均樹齡 70 年、最小 68 年、最大 72 年；樣區 3 紅檜 5 株，平均樹齡 69 年、最小 66 年、最大 74 年，扁柏 3 株，平均樹齡 71 年、最小 67 年、最大 77 年（表 29）。第 1 林班 3 小班共計數紅檜 12 株，90% 以上的樹齡超過 60 年（圖 8），最大樹齡為 74 年，大於 70 年者佔 33% (4/12)，60~70 年者約 58% (7/12)；扁柏計數 6 株，全部樹齡超過 60 年（圖 8），最大樹齡為 77 年，大於 70 年者 2 株，65~70 年者 4 株。

樣區 6 有紅檜 3 株，平均樹齡 65 年、最小 59 年、最大 71 年，扁柏 17 株，平均樹齡 64 年、最小 34 年、最大 74 年（表 29），大於 70 年者 6 株 (35%)，60~70 年者 7 株 (41%)（圖 8）。

### 三-2-6-2、檜木樹齡—胸徑之關係

樹木生長輪的增長是一複雜的生理現象，除物種本身的特性、個體變異因素外，氣候變化、棲地、微棲地中物、化因子的差異、種內、種間的競爭... 諸多內、外因素交互作用而反映出一個體年度的生長量，復加種種因素的時空變動，現今的個體是累積經年變異的綜合體。因此，若同過往的研究一般，由樹徑結構推測樹齡結構或由樹齡預估樹木之生長，而未先釐清、掌握影響樹木生長的主要因素，所得結果與事實可能會有極大的差距。

綜合 6 個樣區檜木樹齡—胸徑資料繪製散佈圖，可知紅檜的生長變異大，樹齡與胸徑的相關性較低 ( $\text{Gamma} = 0.20, p = 0.02$ )，扁柏生長變異較小，樹齡與胸徑的正相關性較高 ( $\text{Gamma} = 0.40, p < 0.001$ )（圖 8、9）。紅檜生長變異較大的原因，可能係因紅檜不耐蔭，林緣或林內優勢個體的生長快速，受遮蔭者或生長密度較擁擠則生長遲緩，亦即在林緣效應和林木自我疏伐的效應影響下，造成同齡級的生長差異顯著，相對的，扁柏較為耐蔭，某一程度的遮蔭效應不至於造成過於顯著的生長差異。再進一步調查、分析個體生育環境的差異，此一推論應可獲得較清楚的解釋。

### 三-2-6-3、檜木平均生長速率

以目前調查資料的處理程度，對於檜木生長速率的推估，僅能以取樣個體的胸徑除以樹齡計算，進行初步的探討。

樣區 1、4、5 紅檜的總平均生長率各為 0.59、0.68、0.57 公分/年，扁柏為 0.49、0.60、0.41 公分/年，樣區 2、3 紅檜的總平均生長率各為 0.57、0.72 公分/年，扁柏為 0.48、0.47 公分/年，樣區 6 紅檜、扁柏的總平均生長率各為 1.01、0.55 公分/年（表 29）。以變方分析檢驗紅檜、扁柏在不同樣區間生長速率差異，結果確實反映出不同生育地對生長速率的影響（紅檜： $p = 0.01$ ，扁柏： $p = 0.01$ ）。

檢視紅檜與扁柏生長速率的變異程度（圖 10），整體而言，紅檜的總平均生長速率（0.63 公分/年， $\text{std.dev.} = 0.22$  公分/年）略大於扁柏（0.51 公分/年， $\text{std.dev.} = 0.11$  公分/年， $t = 3.099, df = 104, p = 0.002$ ），實際上，紅檜的生長速率應更大於扁柏，因為此一平均估計包含了許多變異（圖 9、10）。

不同齡級的生長速率應有所差異（圖 10），林木在不同生長階段需面對種

內、種間競爭及外界環境的變動，生長速率必然隨之改變，此部分的探討，必須量測個體的生長曲線，透過個體成長的歷史瞭解一林分組成彼此間的互動關係，再進一步估算不同齡級的生長速率。

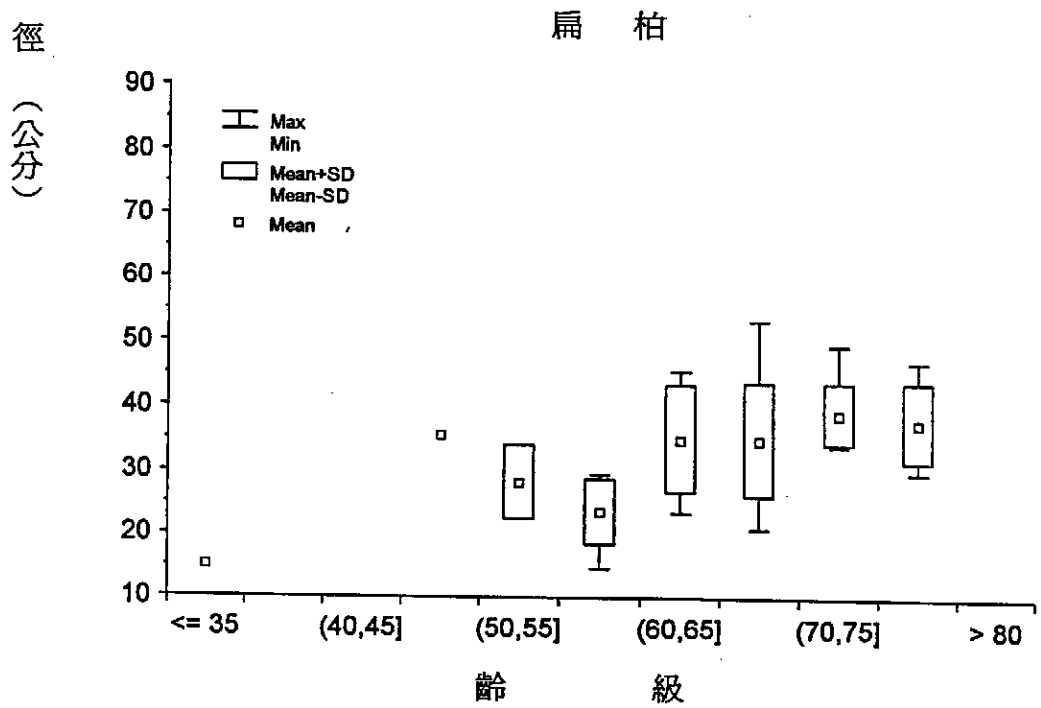
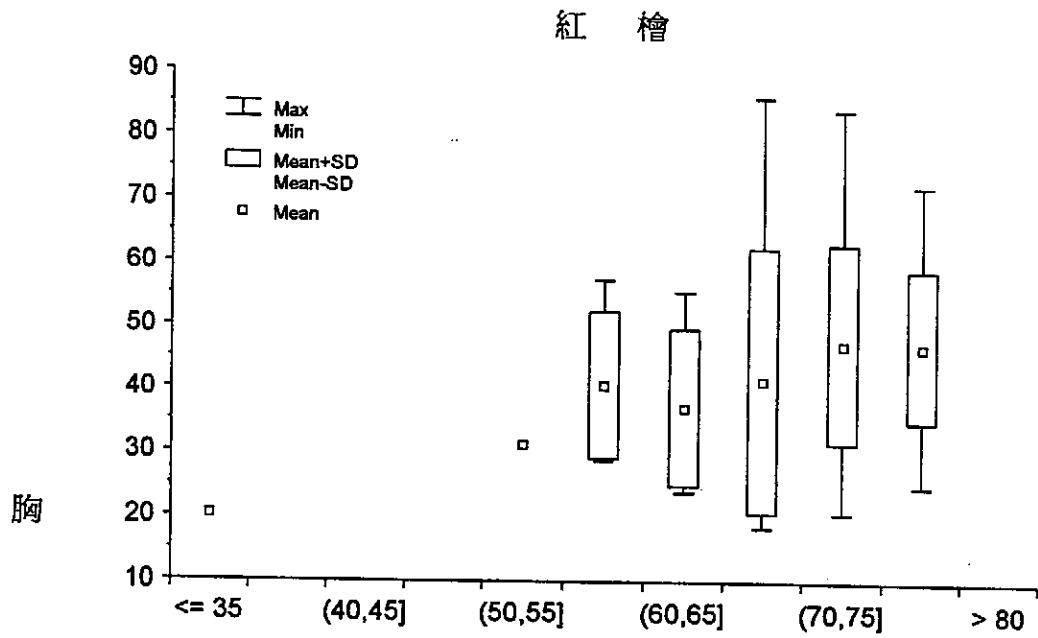


圖9、紅檜、扁柏各齡級胸徑之平均、標準偏差、極值。採用6個樣區中計數生長輪個體之胸徑資料，紅檜66株，扁柏40株。

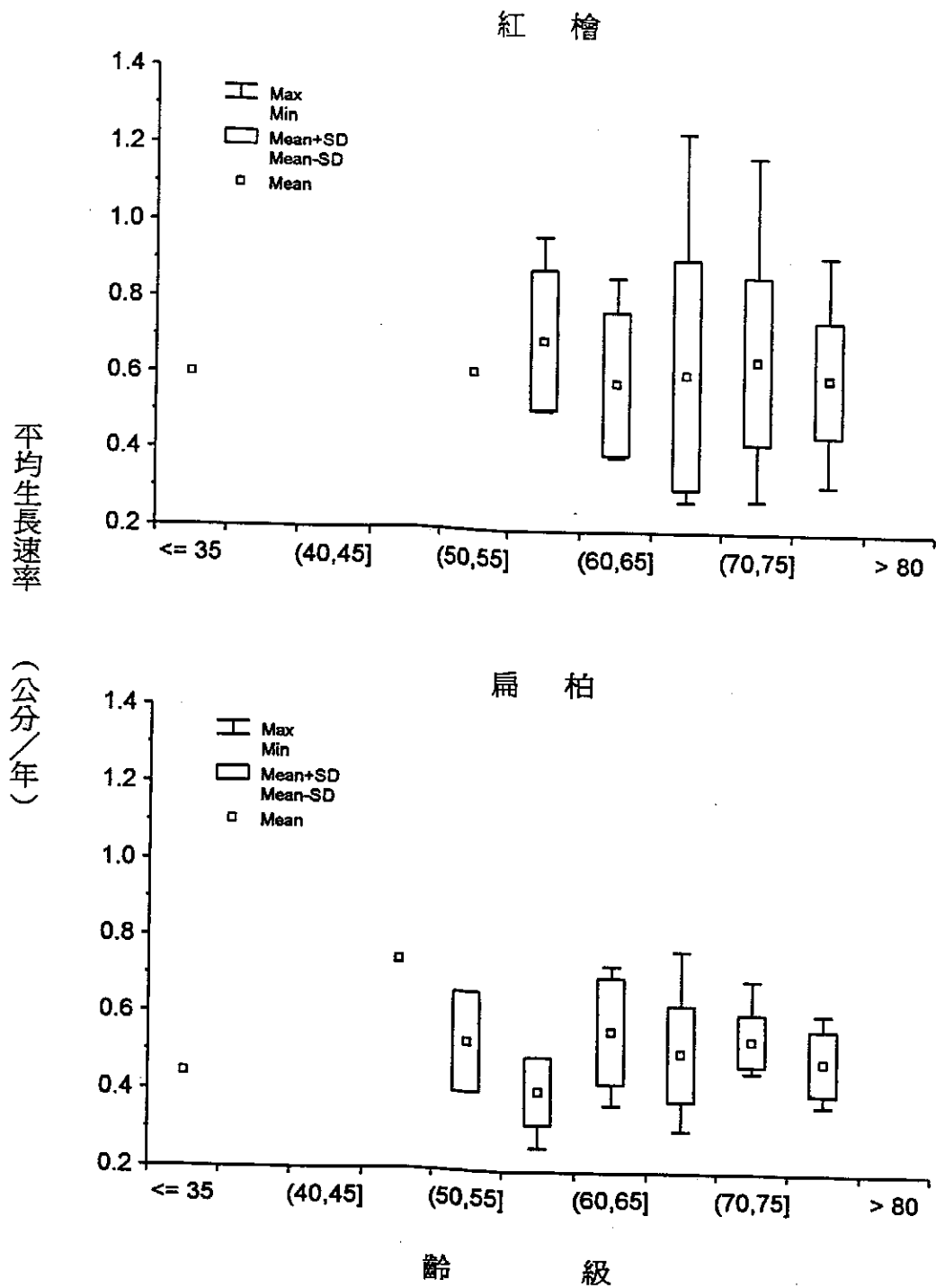


圖10、紅檜、扁柏各齡級平均生長速率之平均、標準偏差、極值。採用6個樣區中計數生長輪個體之胸徑資料，紅檜66株，扁柏40株。

### 三-3、檜木林經營管理訪談摘錄

永續營林的理想與現實存有諸多落差，必須在林地總分類、合理分類，確保全國維生生態系正常運作的條件下，才考慮經濟林的生產；推動檜木林的人為干擾式經營管理，指的是經濟林地的人為措施，否則，放任天然也是廣義的經營管理。

由於 20 世紀台灣，先是受到日本軍國主義「農業台灣、工業日本，以台灣為南進基地」，以及國府治台「以農林培養工商，以台灣為反攻跳板」等政治政策之最高原則影響下，百年來土地利用受制於島國經貿及人治政策之左右，國土計畫自難有永續思惟，林業自不例外（陳玉峰，2000）。

近 20 年來，天災地變及本土反思，責成政策不斷檢討與變遷，關於百年來林業的重點對象檜木林，其檢討殆屬亡羊補牢的思惟。而先前雖因政策使然，但台灣山林從業人員以其對土地、生界的第一手經驗，累聚諸多真正在地智慧，此所以筆者長年進行口述史調查的理由，關於檜木林經營管理的議題，本計畫亦延請資深林業前輩，依檜木造林生長速率角度，請教其見解。

採訪十餘位實際參與檜木林作業的前輩後，僅以條列式，摘要若干看法如下。

1、紅檜與扁柏的生長速率，過往欠缺足夠的實證數據，日治時代以降雖零星存有單株生長調查，造林木並無可資全面參考的研究。

2、檜木輪伐期當然與生長速率相關，任何林木生長的曲線，大抵遵循生物由慢至快轉慢的反曲曲線，但檜木生長各單株的歧異度甚高，與立地、植物社會狀況、遺傳因子、造林過程等等，存有複雜交互作用。

3、先前研訂檜木輪伐期大抵存有數類型，其一，延襲日本經驗或習慣；其二，依據各種紙上作業計算與理論上推估；其三，依特定目的作決策。

4、檜木或任何木材的製材率若要求愈高，原木當然愈大愈好；依據特定目的的需求，則直徑若干而合用，必然存有大變距，一般而言，50 公分胸徑已可使用，若要做角材或板材，各國原木的要求亦不一；另有主張原始巨木林才適合伐採者，而先前所謂 80 年輪伐期產生的小徑木，戲稱為「Hinoki 筍」；有主張胸徑 150 公分為合理的用材。

5、檜木造林僅限於國有林地，私有林殆無檜木林，因而檜木林經營，完全取決於林業機關，而目前林業政策已擺脫伐木營林。

6、全台各地檜木的生長速率不一，輪伐期應予討論（政策面）。

7、合理、符合各地條件不一的輪伐期，歷來似乎欠缺研究（研究面）。

8、為何原先輪伐期訂為 80~120 年，林業單位固緣於政治政策面，而難以提出質疑或討論，然而，為何林學界亦沈默？此面向，林業從業者提出的解釋包括：欠缺深入思考；習慣成自然；早年欠缺研究經費；政府高官不容許研訂太長輪伐期等「政治效應」等。

9、經由伐採跡地數十年的造林經驗，立地條件在伐木後已受到嚴重的改變，並非原檜木林地即可再造為檜木造林地，是以，數度造林、撫育、補植後，仍歸失敗的地區，應予放棄人造林的試圖，令其循天然演替而不必干預，且現行造林方式，以及其計畫應予檢討。

10、針對林道問題，多數受訪者認為，以台灣高度不穩定的天候及地體條件，

若無遊樂區或特定符合經濟或其他要件者，毋寧任其荒廢。至於火災等問題，畢竟絕大多數台灣森林火災起因於人為不慎，故而林道不通反而降低火災頻度，故而以救火因素要求林道修護並不切實際。又，正在造林撫育期的地區，林道可以保持短期暢通。

11、目前國有林地無成林地區，不盡然要全數造林，令其自然次生演替即可，政府高層人員宜有自然知識，不要亂下不切實際的強勢造林，畢竟造林需整地，整地乃不等程度再干擾，利弊難論斷，且造林不一定成功，換句話說，應建立造林標準的評估法則。

12、台灣林地管理不應長期多頭馬車，應予一元化，如今，國家公園、林務局、退輔會及實驗林等，甚至地方政府，今後應予整合而單一化管理。

13、長期以來國有林地與山坡地被混為一談，而現今土石流、崩塌地，多發生在高度利用或生產的山坡地，不幸的是，山坡地管理呈現更嚴重的多頭馬車現象，且造林不當或非地目使用之際，社會輒誤解為林務局轄區。

14、山林實務人事制度等存有斷代現象，經驗不克傳承，此為未來經營管理必須正視者。

## 肆、檜木林經營管理總建議

1950年代，台灣在國府治台之初，以農林培養工商的政策尚未成形的百廢待舉時期，中國來台的林學、植物學者或官僚系統，不乏具備真知灼見、格局決決之士，且掌握經建神經中樞之一的台灣銀行，更進行對日治時代全面相關資訊彙編、研究的工作，一系列由台灣銀行經濟研究室出版的「台灣研究叢刊」、「台灣特產叢刊」，以及諸多專門論述，夥同早期的「台灣林業」期刊等等，揭櫫山林為台灣命脈根本的言說，可謂汗牛充棟，更不乏力主確保針葉林帶免於斤斧的立論，其中，1951年于景讓教授編著之「台灣之土地」，關於「今後台灣應予重視的林帶」一節，開宗明義的一段論述，以千禧年底之世紀反省觀之，依然擲地有聲，特輯引如下。

「一般的森林學者，在造林上重視的地帶，是溫帶和寒帶。凡建築用材及今後衣服和紙張原料的木漿，皆以針葉樹最為適合，針葉樹，在原則上是溫帶和寒帶的產物。事實上，過去日本人在台灣所經營的林業，其大部分精力是灌注在針葉樹方面。但台灣的溫帶和寒帶的面積，合計起來，祇有全面積中的13%。這13%的地面，其高度至少是在5,000尺（註，約1,500公尺）以上。在5,000尺以上的高地上造林固有許多困難，就是在成林以後，木材的搬出，亦非容易。像上阿里山的森林鐵道，如不是有極豐富的天然蓄積，在經營上，決不是很容易建設的。同時，試把台灣的寒帶和溫帶放在全中國的面積中論，則此494,471甲確地，真可說是滄海一粟。在經營上有利，自不妨用力，在經營上有困難，則只要不加破壞，又何妨任其自然。在全中國的立場，作區域計畫時，對於台灣的溫帶和寒帶，決不會有何要求。

台灣的暖帶地是佔台灣全面積中的31%，熱帶地是佔56%，這兩個部份，纔是台灣的主體，我們應當重視的，當然是這兩個部分。這兩個部分的實在面積是3,214,459甲，但其中要除去約1,000,000甲的農耕地（這全部是在熱帶），餘下的林地和原野約有2,200,000甲（包括各試驗機構的林地在內）。故問題是在經營此2,200,000甲林地和原野，重點應當放在何處？」

這段話點出如今山坡地的龐雜困境，以及過往檜木林帶伐採的問題，于氏在書前序特別強調「文化」產自森林，但緣自森林的文化，卻「倒過來將森林完全摧毀」，「其結果是本枯源竭，文化亦漸歸於漸滅」；「台灣地方太小，地形太奇，對於森林的措施，稍一失當，其害立見，不用等到我們的子孫，故不能不三致意焉」。

筆者長年從事植物生態野調及口述史採訪，對20世紀台灣山林土地的累聚經驗，對照今之地體潰決、土石橫流，尤感懷歷來諤諤之論，更為諸多前輩之一語成讖而扼腕，所謂「政策」的決策思惟之良窳，取決於決策者的價值觀、知識偏見等，並非工技匠的零碎知識論。關於今後台灣檜木林的「經營管理」，本質上，是價值哲學的抉擇問題，以及肯不肯面對台灣環境的事實。

1991年，在今之林務局黃局長擔任農委會林業處處長之際，下達天然林禁伐令，且推動系列政策改革以降，目前正規劃林地分類，規劃後的經濟林或當在1成國有林地以下，最大比例的面積理當置放於國土保安及自然保育的終極目的，且對於21世紀林業，可預見絕非以林產為要求。然而，由於台灣屬島國，

雖則百年來木材使用一向以進口為大宗，如戰備或遭封鎖，仍必須有所預備，也就是「安全」用材之思考，可朝規劃中的經濟林地籌謀。

另一方面，傳統木材生產經營觀並未隨時代潮流而蛻變，反之，堅持天然林一定要人為經營的主張，依然甚囂塵上，除了因觀念無法轉化之外，生態系摧毀後，之與天災地變及社會成本的科學實證研究之欠缺，是為原因之一。

921 大震之後，坊間甚至傳出「森林有什麼用，地震還不是震成童山濯濯」，的誤導說法，事實上，檜木林帶位居台灣最大降雨帶，擔負全台水土保護中樞，論及檜木林的經營管理，仍然必須訴諸國土保安原理與終極目的，是以本章依然不厭其煩，由常識、政策及現實角度切入敘述。

地震國的台灣由於板塊擠壓而隆昇，地形、地勢、地貌，隨時、隨地、隨外界環境因子作改變，台灣植被由是而保持相對年輕與反覆演替。就長時間自然地體及森林生態系而言，維持一相對穩定的平衡，展現出鬱鬱蒼蒼的高度比例密閉，但永遠存在零散崩塌的局部「整體更新」現象，此所以台灣存有相當比例次生物種的成因，總體而言，絕非今之土石橫流、水滂交煎。自然崩山地滑恆常有其天然穩定角，地震所引發的大規模地層走動，仍有其限度，至少其頻度不高、範圍或大或小，較為劇烈的地變大致以河流切割順向坡基腳，導致有如九份二山、草嶺 9·21 的範例為主，更常見的較小型崩塌則係向源侵蝕、V 或 U 型谷之不定時事件，然而，台灣島浮出海面二百五十萬年以降，不僅沒有全面毀滅性地變發生，相反的，上述天然崩塌，立即有植群作補天補地工作，由是而形成福爾摩莎的綠色海洋。

1980 年代以後，天然崩塌與植群補地的平衡大體已瓦解，此乃肇因於百年開拓史，而清朝時代伐樟取腦畢竟是零星或點線面小規模溯山，破壞力小於天然復建力，殆自日治之後，始有計畫性山地開發，可以說，20 世紀才是瓦解台灣島維生生態系的大軍壓境年代。林業、礦業、農業上山、遊憩及多元資源濫用，則全面興起於 1950 年以降。1950—1990 年間的林業，以及系列橫貫公路穿腸破肚山林中樞之後，農業上山等盤佔全台中、低海拔山地，大約以 30—40 年時程，摧毀植群，將天然補地機制大致消滅，超越復原臨界點，如同人體皮膚燒傷面積達若干程度之後無法存活，海拔 2,500 公尺以下的台灣島，在 1990 年前後，由東台銅門事件、紅葉災變而開啟潰觴不歸路的里程碑，20 世紀最後十年，賀伯、瑞伯、921 大震等劫變趨勢，強度不斷增加，頻度則看天，而土地自我復建的能力近乎蕩然不存。

換句話說，20 世紀後半葉，從自然災變、「天人合一型」災變、以迄今之人禍主體，台灣土地的潰爛一瀉千里，先前筆者多次撰文敘述：「生態災難蘊釀期漫長，一旦啟動病變，則復原期更長」，不幸的是，政府歷年來的水土保持等，本質上是「人定勝天的工技主義」，一方面砍伐天然林、放縱山區墾植，墾植區小型崩塌施以攔砂壩、駁坎、溝渠等硬體圍堵，短期間、小局部定住土地流動，蓄積砂石土方於人造水泥建物，一遇大颱風、豪雨、地動，則爆發連鎖潰決，終至不可收拾的所謂土石流，過往筆者稱之為「零存整付、外加複利」型災變（陳玉峰，1996）。

而地震與山林的研究，台灣史上似乎欠缺深入研究，但倉田武比古（1942；



轉引陳玉峰，2000) 在 58 年前即已分析出，森林具有保衛山地，免於地震時的崩塌，其說明草生地崩塌了 22 處，其中坡度 40~50 度者有 14 處，50~60 度者有 4 處，60~70 度有 2 處，70 度以上有 2 處；開墾的山坡地崩了 9 處，其中坡度 30~40 度者有 7 處，40~50 度者有 2 處，但請不要誤解坡度愈小、愈易崩塌，那是因為坡度愈陡的土地愈少，且陡坡根本無法開發。

當年土木工學計算出穩定角（昔稱安息角），乾砂是 20~35 度；濕砂為 20~40 度；乾燥後的一般土壤為 20~45 度；潮溼的一般土壤為 25~30 度；砂礫為 30~48 度。而 1923 年關東大震引發的山崩處，坡度小於 35 度以下的微乎其微，絕大部分崩塌處的坡度介於 35~45 度之間，45 度以上的坡地本來面積就很少，因而亦少崩塌處。

影響山崩的因素至少得討論山的坡度、地層地質或岩基的結構、岩層的物理狀態、地表的植被或覆蓋、地震強度、豪雨、暴風、有何人為工程之破壞等等。原始森林當然是保護山地的最佳庇護，其經歷長期環境壓力的試鍊，透過有機及無機因子的總平衡，是國土保安的頂級指標，台灣百年來森林伐採、開礦、築路、農業上山、大興土木等等，對地震之際的山崩現象，當然存有不等程度的影響。

森林之所以能夠防止山崩，可由欠缺森林的坡地現象推演，例如非森林的坡地，雨水易侵蝕、滲透，導致地層的不穩定，逕流下侵後當然迫令地層鬆弛；欠缺森林覆蓋將使地下水位上升，形成表層地層易於移位；林木根系相當於密密麻麻的定樁，且隨時可更新、生長與延竄，填補空隙（當然也會蝕解岩層），正負面相權衡，仍然是無比的安定作用，對山地而言，沒有任何人造工程具備森林的活體工程效能，更且，森林的保護層包括林冠、第二喬木層、灌木層、草本層、落葉苔蘚腐植質層，以及多層根系，地震誠然可以鬆動原先穩定，未嘗不是刺激根系新生的板機，鬆動、刺激、生長、回填而再度穩定與平衡。

而天然林永遠是台灣環境的終極保障，由於筆者並非傳統林學背景，竊以為林務局在世紀末，將檜木林研究及其經營管理之檢討，委託筆者進行，設非異於歷來伐木營林立論，則意義又何在？

因此，總結本系列 3 個年度的檜木林研究，關於經營管理面向的總建議，將依政策以迄技術層面援提之，而總原則如下。

~規劃不是伸張人的意志，規劃不是一味的強調我們能做什麼、想做什麼；好的規劃必須妥善思考我們該做什麼、不該做什麼，好的規劃不僅要照顧人類的善，更要照顧所有生命的善；經營管理山林土地不是設計一大堆方法、技巧或制度去巧取豪奪自然資源，而是體會自然之道，如何好好管理人在土地、人在自然界中的行為；環境教育的本質，乃在發現潛存我們內心深處，整個地球演化血脈之中，我們與所有生命共存共榮的關係，且進一步闡述我們與大地原本擁有共同的記憶、和諧、美感，以及維護美麗世界的大愛~

## 一、檜木林在國家林業政策或國土規劃層次的定位

本系列 3 個年度全國檜木林的生態調查研究，針對本世紀台灣林業經營主體對象的檜木林，提出總建言，由上位以迄檜木林實務，條例建議之。

1、肯定國家林業政策自 1991 年以降的天然林禁伐令，林業機關及全國國有

林地不再以木材生產為目的，新世紀山林政策更應積極負起全球自然保育、國家維生生態系之保全、復育已被破壞的各類生態系、從事自然知識及環境教育的天然園區，並協助、指導全國山坡地、都會、海岸等等非國有林區的任何植栽、森林事務。

2、政府應確立確保天然林及自然生態系，為國家國力及文明擔負新指標，讓 20 世紀林業、林地經營之後，有一段長時期的復原階段，尤其海拔 1,500 公尺以上地域，應考量至少 30 年期以上的天然復育時段，讓福爾摩莎的生機再現，此系列保育最高措施，當然包括所有檜木林。

3、確定台灣檜木林為全球冰河子遺的珍異林型，積極爭取列入世界自然遺產公約下的保護行列。

4、就植物地理學、森林生態學學術研究的角度，檜木林為台灣足以向世界提供的最佳題材，且檜木林之以先鋒物種特色，卻得以超越百萬年以上地質史而悠遠續存，實與台灣島地震、侵蝕等崩塌，風害、豪雨、雲霧海等環境獨特因素，共同演化而出，檜木林生態意義的揭櫫，等同於台灣島生態特徵之詮釋，檜木學即台灣生態學的根本與基盤，政府研究單位應確立今後檜木學的研究及其學術地位。

5、價值及意義確立後，應轉化為政策、政令的執行，包括今後任何干預天然檜木林的措施，林務局應會同環保署等單位，列入環評要項。

6、目前正規劃中的全國林地分類，現存檜木天然林建請完全排除於經濟林項目，僅以檜木林先前砍伐跡地，列為經濟林地的可能性範圍。

7、今後天然檜木林殘存區，應依各林管處所轄，擇訂若干永久樣區，進行研究過往伐木營林時代完全忽略的生態資訊，提供伐採跡地經營管理參考。

8、全國經濟林地應以海拔 1,500 公尺以下為主範圍，20 世紀中海拔的原檜木林伐採跡地，在林地分類後，始得進行經營管理措施。

9、以國土保安、台灣維生生態系保育中樞的國家總體成本觀點，建請政府今後應增加或提升林務署歲出預算 2 倍以上為宜（以工商回饋農林原則）。

10、林務局升格之後，建請政府考慮在各林管處增列研究發展單位，作結構或體質的改良計畫。

## 二、檜木林伐採跡地經營管理總建議

檜木天然林全數列入保育、復育基因庫之外，針對全國各林區、林管處國有林班地之檜木林伐採跡地，得進行經營管理。

1、檜木林先前伐採跡地應進行林地分類，確訂為經濟林地範圍，應進行永續營林之規劃與設計。

2、非經濟林地的檜木林伐採跡地，以先前造林、撫育之後，夥同造林失敗地區，既以國土保安、水土保持、自然保育為終極目標，則放任其進行天然次生演替，不必強調所謂多元用途，扭轉過往觀念，讓台灣先天自然原則進行自我復育。

3、相關林道之是否保持暢通，端視是否為經濟林地，若非是，同理，任其荒廢。

4、育苗首重種源多樣性，採種前必先鑑定母樹樹形條件，儘可能以更高代價，要求採種工人採擷不同優良母樹，避免單株採種。

5、各林管處所轄地域，原則上皆應自設苗圃育苗，也就是就地育苗、在地造林。

6、苗床可試驗半遮蔭，以在地全光量的 60~70% 為標準，提高苗木之高生長，且降低側枝繁生。

7、苗圃地可嘗試生物工法，也就是育苗區間植山胡椒、台灣 樹、台灣紅榨楓、台灣赤楊... 等，舉凡中海拔次生落葉性灌木、喬木皆可進行試驗。

8、在地苗圃不宜集中，應依各種坡向設置苗圃系統，尤其至少應設置東北及西南坡向，但最好東、西、南、北皆設有苗圃區；成苗移種造林地之際，必須依原坡向方位種植。

9、除了傳統育苗技術之外，建議對苗床基質考慮增加  $K_2O$  的試驗。

10、造林計畫應先預估各類坡向之欲造林地面積、苗木數量等，再於同方位苗圃育苗。

11、每公頃苗木數量先前之 2,000 株等要求，有些林地為求高成活率，甚至種達 3,000~4,000 株的做法，似為浪費，建議 1,000 株為原則。

12、補植以 2~3 次為限，於第 2~3 年、第 5 年或第 10 年為之，若不成功，則放棄，任其次生演替，或改植其他造林木。

13、天然發生的更新苗最佳，宜妥善撫育，其生長及未來發展，預估將比人造苗木為佳。

14、林地若有機會施肥，建議可採增加  $K_2O$ ，以及以檜木的枯枝落葉所熬製的有機腐植質為佳，若量不足時，可考慮其他檜木林地的腐植質為之，苗圃亦然。

15、檜木伐採跡地應考慮輪作造林，而非連作檜林；同理，今之廣大柳杉林，應規劃帶狀伐除，進行檜木造林。

16、今後檜木造林不應只考慮紅檜生長較迅速，而忽略扁柏造林；原則上台灣東北半壁，仍應以扁柏造林為主，西南及東部，則以紅檜為主。換句話說，應以成林後的生長為考量，不應以苗木表象為判斷。

17、本研究確定，檜木在不同生育地、微環境的單株生長速率變異極大，整體而言，檜木屬性偏陽，一旦蔽蔭則生長勢大受影響，因而一般胸周取樣調查，無法反映樹齡，此現象紅檜特別嚴重，歷來各種單株生長之取樣，對造林生長預測殆不管用。

18、檜木造林成林之後，務必訂立因應特定用材所需的胸徑級，由單位面積密度控制之，也就是說，歷來研究似乎尚未考慮成林後疏伐與用材面向的討論，本研究特別指出，若欲以大徑木為未來用材目的，則每公頃應以 100 株以下為限，否則必將影響生長速率或木材品質等。

以阿里山區約 80 年生造林地為例，先前原始林之最高產量，每公頃材積曾有高達 3,000 立方公尺的記錄，但畢竟屬於極少數地區（例如萬歲山）；本研究估算每公頃 100 株而言，假設可長成 40 公尺高、胸徑 1 公尺，則 1 公頃材積依傳統形數計算， $(1 \text{ 公尺})^2 \times 0.7854 \times 40 \text{ 公尺} \times 0.45 \times 100 \text{ 株} \approx 1,414 \text{ 立方公尺}$ ，已屬巨木林大材積，筆者對此預估持保留看法，故主張每公頃 100 株以下。

因此，本報告建議，全國檜木造林凡達 40~80 年生者，應分年、分批進行疏伐或間伐，保留優良立木在每公頃 100 株以下，伐除下來的小徑木，應進行製材各種試驗，提供造林計畫參考。

另一方面，現今高密度幼苗造林，對未來成林後毫無意義，終將進行自我疏伐 (self-thinning) 現象，因而初造林之際，根本不須浪費型的密植。

上述每公頃百株的推論，係奠基於阿里山 80 年左右造林木的實證，然而，無法分辨其究竟是人工苗木、天然下種，或伐木時當年保留者。

19、以阿里山造林地的檜木生長，依記錄，最早造林距今約 85 年，對檜木生長而言，尚屬反曲點前的快速生長期，依調查得到胸徑年生長，平均紅檜為 0.63 公分、扁柏為 0.51 公分，相較於前人數據，可謂甚為迅速，因此，樂觀估計，假設以胸徑 50 公分而可伐採，則先前之輪伐期紅檜訂為 80 年、扁柏訂在 100 年等，為可接受的樂觀值；若以大徑木，或 100 公分胸徑以上的巨木伐採，則紅檜輪伐期應訂為 250 年，扁柏則訂為 300~350 年。

然而，此等數據嚴謹而言，僅適用 85 年生以前，超過百年的生長速率，目前沒有人造木的任何實證，是以，本報告建議，如阿里山之檜木造林木，可進行伐採，以及造材等試驗，試驗後結果，作為今後輪伐期與市場對檜木材使用之評估，再予全盤規劃。

20、關於現有檜木造林地，建請各管理處列牌說明種苗來源及苗圃資訊，俾利今後造林成長檢驗之參考，且列管長期觀測。

## 伍、結論

本計畫經3年度連續對全台檜木林的樣區調查研究，確定檜木林的天然更新足以維繫檜木林的長存，且台灣檜木林之所以長期適存，實乃以其單株超過千年壽命、種苗拓殖偏向不耐蔭的遺傳特性，配合台灣地體不定時變動與脆弱性，以及豪雨沖蝕等因素，造成累聚性大小崩塌，而不斷作拓殖性更新，或異地成林。成林之後的在地更新方式，紅檜與扁柏族群有所不同，扁柏在地更新良好，惟其齡級結構不盡然為反J型，基本更新方式為孔隙(gap phase)或「遇缺則補」方式；紅檜族群集中於山坡中、下段及溪澗，藉基質之高度變動而拓殖更新，易在河川向源侵蝕兩側來回成林。成林之後的在地更新需較大孔隙或蝕溝而發生，但常形成二代木、三代木的原地置換，如果基質長期穩定，紅檜族群有式微傾向，但台灣地體恆處易動，因而確保紅檜於不墜，總結紅檜的更新，可以「女媧補地」作比喻，此外，紅檜與扁柏皆可因火災而再度更新(第二年度結論)，本年度對東台的觀察與調查，亦確定如此模式，而東台檜木林海拔分布較低，地域植群的分化，展現在種組成，即伴生物種的變異，可謂地理分布的議題。

本年度的重點擺在檜木林伐木跡地的經營管理總建議，且依據台灣最早伐木與造林的區域阿里山，進行檢驗探討造林木生長速率，以及相關討論，結果顯示，阿里山混合造林成效值得肯定，且85年來生長迅速，每年胸徑生長，平均紅檜達0.63公分、扁柏為0.51公分，若以尋常角材需求，似已可資伐採，而若以大徑木之期待未來伐採，每公頃以保留100株為宜，理想化推估，約250~300年生將可產生每公頃約1,400立方公尺材積。

準此，包括由採種、育苗、造林、撫育、打枝、疏伐等口述歷史採訪，總成本報告之總建議，從而研提關於全國檜木林關於政策面向的10項建言，以及伐採跡地的經營管理20項建議，構成本系列研究之結論。

## 陸、參考文獻

1. 林渭訪、薛承健，1950。台灣之木材，台灣特產叢刊第7種，台銀金融研究室印行，共186頁。
2. 柳楷，1975。台灣檜木之生態，台灣林業，1(13):24-27。
3. 徐國士、林則桐、陳玉峰、呂勝由，1983。太魯閣國家公園預定區植物生態調查報告，內政部營建署。
4. 陳玉峰，1995。台灣自然史(1)台灣植被誌(第一卷):總論及植被帶概論，玉山社出版，台北市，共303頁。
5. 陳玉峰，1996。生態台灣，晨星出版社，共267頁。
6. 陳玉峰，1998a。台灣檜木林之生態研究及經營管理建議(高屏地區)，台灣省林務局保育研究系列86-04號。
7. 陳玉峰，1998b。全國搶救棲蘭檜木林文輯，台灣生態研究中心印行。
8. 陳玉峰，1999a。全國搶救棲蘭檜木林運動誌(上)，高雄市愛智圖書公司出版，共206頁。
9. 陳玉峰，1999b。台灣檜木林天然更新議題之回溯檢討，中師數理學報，2(2):47-68。
10. 陳玉峰，2000。土地倫理與921大震，前衛出版社，共204頁。
11. 陳玉峰、楊國禎、林笈克、梁美慧，1999。台灣檜木林之生態研究及經營管理建議(中部及北部地區)，灣省林務局保育研究系列87-04號。
12. 楚貝爾(D. B Zobel)、柳楷，1985。環境苗林與種源對三種檜木及鐵杉葉部阻力之影響，現代育林，1(1):5-17。
13. 楊寶霖，1976。紅檜台灣扁柏林型之林份材積混淆樹種更新與林分分布之統計研究，台灣林業，2(7):6-18。
14. 劉慎孝，1952。阿里山重要針葉樹之生長研究，臺灣省林試所報告第34號，共42頁。
15. Stokes, MA, TL Smiley. 1968. An Introduction to Tree-ring Dating. University of Arizona Press, USA.

## 柒、附表

表 2、白珠樹—台灣懸鈎子優勢社會

Plot No. 1 Date Jan. 26. 2000 Place 往小鬼湖崩塌地前停車處  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、牟善傑、林笈克  
 T-1 m 0 %  
 T-2 m 0 %  
 S m 0 %  
 H 1 m 30 %  
 M %  
 Exp. & Slope 75°  
 Altitude 1,750 m (23° 43' 9.7"; 120° 52' 53.1")  
 5×5 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil 岩壁、碎石

H											
+	1	昆欄樹		+	高山新木薑子		+	台灣瘤足蕨	+	1	落新婦
	2	白珠樹	1	2	台東千里光		+	頂牙狗脊蕨		+	毛果柃木
	+	八角金盤		+	普拉特草		+	栗蕨	+	1	西施花
+	1	地刷子		+	肉穗野牡丹	1	2	台灣莓		+	大葉溲疏
+	2	石松		+	天胡荽	1	2	台灣澤蘭		+	粗毛柃木
1	2	芒草		+	擬笈瓦葦		+	大頭茶		+	刺萼懸鈎子
1	3	台灣懸鈎子		+	大枝掛繡球		+	白花香青			

表 3、昆欄樹—森氏櫟優勢社會

Plot No. 2 Date Jan. 26. 2000 Place 小鬼湖旁的森林  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、牟善傑、林笈克  
 T-1 7 m 85 %  
 T-2 3 m 40 %  
 S 1 m 100 %  
 H 0.3 m 30 %  
 M %  
 Exp. & Slope 0°  
 Altitude 2,050 m (22° 44' 11.4"; 120° 53' 38.4")  
 10×10 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil 壤土、腐植質

T1		T2		S		H					
3	2	昆欄樹	2	3	薄葉柃木	+	雙葉新木薑子	1	2	三裂葉赤車使者	
3	1	森氏櫟	1	1	老葉兒樹	+	莎草 <i>sp.</i>	+	1	華中瘤足蕨	
1	1	毛柱紅淡		+	珍珠花	5	5	玉山箭竹	1	2	台灣鱗毛蕨
1	1	玉山假沙梨		+	台灣鵝掌藤		+	呂宋肺形草		+	瘤足蕨
1	+	三斗石櫟		+	阿里山舌蕨		+	貢禹糧	2	3	玉山箭竹
				+	1	膜蕨 <i>sp.</i>		+	台灣英迷		
				+	2	姬書帶蕨					

表 4、鐵杉—森氏櫟優勢社會

Plot No. 3 Date Jan. 27. 2000 Place 知本主山小稜脊  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、牟善傑、林茂克  
 T-1 20 m 60 %  
 T-2 15 m 60 %  
 S 5 m 40 %  
 H 1 m 100 %  
 M %  
 Exp. & Slope 5° W328° N  
 Altitude 2,160 m (22° 43' 40.4" ; 120° 52' 47.3")  
 20×20 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil 壤土、腐植質 (樹上苔蘚少；著生植物少)

T1			S			H				
4	3	台灣鐵杉	+	1	玉山假沙梨	+	擬笈瓦葎	5	5	玉山箭竹
2	1	森氏櫟	1	2	森氏櫟	+	小膜蓋蕨		+	硃砂根
1	+	昆欄樹	1	1	大頭茶	+	玉山蕨		+	森氏櫟
			1	2	高山新木薑子	+	日本賽衛矛	1	2	台灣瘤足蕨
			1	1	白花八角	+	薄葉柃木		+	假長葉楠
3	2	森氏櫟	+	1	貢禹檜	+	台灣杜鵑	1	2	菝契
3	2	高山新木薑子	+	1	凹葉越橘	+	馬鞭蘭		+	阿里山楠
1	+	台灣樹茶	+	1	森氏櫟				+	薄葉柃木
+	1	西施花	1	2	菝契					
	+	珍珠花	1	2	毛柱紅淡					
1	1	大頭茶	1	2	阿里山楠					
1	+	昆欄樹	+	1	昆欄樹					



表 5、假長葉楠—薯豆優勢社會

Plot No. 4 Date Jan. 28, 2000 Place 往蓬萊山入口處的稜脊旁  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、牟善傑、林笈克  
 T-1 25 m 90 %  
 T-2 15 m 30 %  
 T-3 5 m 30 %  
 S 2-1 m 100 %  
 H 1 m 40 %  
 M %  
 Exp. & Slope 30° W310° N  
 Altitude 1,700 m (22° 42' 33.1"; 120° 52' 25.2")  
 30×30 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil 壤土、腐植質 (樹上苔蘚少; 著生植物少)

T1			T2			T3			S		
1	+	大頭茶	1	2	雙葉新木薑子		+	威氏鐵角蕨	+	1	巒大紫珠
3	1	薯豆	1	4	小膜蓋蕨	1	2	假長葉楠	5	5	曲莖蘭炭馬蘭
3	1	假長葉楠	+	1	廬山石筆		+	大枝樹繡球	+	1	假長葉楠
2	1	大葉柯	+	2	凹葉越橘	+	2	伏石蕨	1	2	三腳紫草
3	1	台灣赤楊	+	1	台灣水龍骨	1	1	長梗紫麻	+	1	長葉木薑子
1	2	愛玉子	+	1	愛玉子		+	台灣崖爬藤		+	擬水龍骨
1	2	台灣長春藤	1	4	海州骨碎補		+	風藤		+	大葉柯
			+	1	鱗瓦筆		+	三角紫草		+	山枇杷
				+	豆蘭sp		+	奧瓦筆		+	百兩金
				+	火炭母草	+	1	台灣水龍骨		+	冷清草
				+	石吊蘭		+	柳葉劍蕨			
				+	威氏鐵角蕨		+	密毛灰木			
				+	椒草		+	密葉卷柏			
				+	賽山椒						
				+	石松sp.						
				+	石筆						
			1	+	長尾柯						
			1	+	長葉木薑子						
				+	薄單葉鐵線蓮						
			2	3	刺果衛矛						
		H									
		+									
		+									
2	3	斜方複葉耳蕨	+	2	奄美雙蓋蕨		+	舞子草			
		+					+	有刺鳳尾蕨			
		+					+	高山蹄蓋蕨			
		+					+	紅子英迷			
		+					+	長葉木薑子			
		+					+	伏牛花			
1	2	擬德氏雙蓋蕨	+	2	台灣崖爬藤		+	卜萊氏月桃			
		+					+	廣葉鋸齒雙蓋蕨			
		+					+	史氏鱗毛蕨			
		+					+	全緣卷柏			
+	1	肉穗野牡丹	1	2	短角冷水麻		+	畢綠山鼠李			
		+									
		+									
		+									

表 6、鐵杉優勢社會

Plot No. 5 Date Jan. 29, 2000 Place 霧頭山稜脊  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、林笈克  
 T - 1 35 m 60 %  
 T - 2 15 m 95 %  
 S 4 m 40 %  
 H 0.7 m 95 %  
 M %  
 Exp. & Slope 0° N55° E  
 Altitude 2,330 m (22° 42' 33.1"; 120° 52' 25.2")  
 25×25 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil 壤土、腐植質

T1		T2		S		H					
1	+	紅檜	4	3	白花八角	+	台灣鵝掌藤	5	5	台灣瘤足蕨	
4	2	台灣鐵杉	4	2	高山新木薑子	1	2	白花八角		+	森氏杜鵑
			1	1	平遮那灰木	1	2	玉山灰木		+	森氏櫟
			1	1	台灣鵝掌藤	2	3	高山新木薑子	+	1	山桔梗
						2	3	深山野牡丹		+	呂宋肺形草
							+	薄葉柃木		+	菝契 <i>sp.</i>
							+	台灣八角金盤		+	白花八角
							+	菝契 <i>sp.</i>		+	台灣鱗毛蕨
							+	台灣英迷		+	薄葉柃木
							+	大頭茶		+	台灣鐵杉
							+	書帶蕨	2	4	細葉蕨蕨
							+	擬笈瓦葎		+	台灣深柱夢草
							+	阿里山舌蕨	+	1	深山野牡丹
						1	2	虎刺		+	台灣鵝掌柴
										+	肉穗野牡丹
										+	玉山鬼督郵
										+	高山新木薑子

表 7、鐵杉更新小林分

Plot No. 6 Date Jan. 29. 2000 Place 霧頭山台灣鐵杉倒下根拔處  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、林笈克  
 H 0.7 m 30 %  
 M %  
 Exp. & Slope 30° 90° E  
 Altitude 2,370 m (22° 41' 45"; 120° 47' 36.3")  
 10×10 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil 壤土、腐植質

H											
2	3	台灣鐵杉	1	2	森氏杜鵑		+	石松	+	1	厚葉柃木
+	1	裏白		+	高山新木薑子		+	銳葉忍冬	+	1	白珠樹
1	2	西施花		+	阿里山灰木		+	深山野牡丹	+	1	台灣懸鈎子
+	1	台灣瘤足蕨		+	高山白珠樹		+	厚葉柃木	+	2	火炭母草
+	2	紅檜		+	芒草		+	南燭	+	2	黑果深柱麥草
+	1	台灣馬醉木		+	台灣鱗毛蕨			昆欄樹		+	台灣莢迷
1	3	栗蕨	1	2	苦懸鈎子		+	莎草 <i>sp.</i>		+	台灣鵝掌柴

發現九堆山羊的糞便，其中七堆為新鮮還帶有水分，一堆微乾，一堆完全乾掉。  
 記錄山羊主要吃的有紅檜、森氏杜鵑、白珠樹、苦懸鈎子，裏白、台灣懸鈎子，高山新木薑子有被吃，但是量少，27株紅檜小苗有22株被啃食，4株小苗位置在栗蕨下面，以及1株在苦懸鈎子下面沒有被啃食。被啃食的小苗，最粗者實際直徑已達一公分。

表 8、鐵杉優勢社會

Plot No. 8 Date Jan. 29. 2000 Place 霧頭山山頂旁  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、林笈克  
 T-1 25 m 0 %  
 T-2 13 m 90 %  
 T-3 7 m 60 %  
 S 4 m 10 %  
 H 0.6 m 20 %  
 M %  
 Exp. & Slope 0° N55° E  
 Altitude 2,710 m (22° 41' 34"; 120° 47' 15.9")  
 15×15 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil

T1											
台灣鐵杉 (已經死亡)											
T2		T3		S		H					
4	4	台灣鐵杉	4	4	白花八角	+	刺格	2	2	台灣瘤足蕨	
1	+	厚葉柃木		+	刺格	2	2	白花八角	+	1	森氏杜鵑
1	+	森氏杜鵑		+	玉山假沙梨		+	玉山灰木	+	1	白花八角
2	+	小葉雲南冬青		+	小葉雲南冬青		+	厚葉柃木		+	台灣馬醉木
										+	刺格
										+	阿里山灰木

表 9、森氏杜鵑—鐵杉 (灌叢) 優勢社會

Plot No. 7 Date Jan. 29, 2000 Place 霧頭山山頂  
 Investigator(s) 楊國禎、邱少婷、林笈克  
 S 2 m 50 %  
 H 1 m 70 %  
 M %  
 Exp. & Slope 0° N55° E  
 Altitude 2,735 m (22° 42' 33.1"; 120° 52' 25.2")  
 5×5 m<sup>2</sup>  
 Microrelief & Soil 壤土、腐植質

S			H		
2	3	森氏杜鵑	3	4	高山越橘
1	2	厚葉柃木	2	3	台灣瘤足蕨
2	1	小葉雲南冬青		+	森氏杜鵑
2	1	紅毛杜鵑		+	厚葉柃木
1	+	玉山假沙梨	2	3	高山白珠樹
1	+	白花八角		+	巒大花秋
1	+	刺楸		+	刺楸
1	+	尖葉楓	1	1	頂囊肋毛蕨
2	1	台灣鐵杉		+	阿里山忍冬
	+	台灣馬醉木		+	台灣馬醉木
2	1	巒大花秋	1	1	紅毛杜鵑

表 10、紅檜—鐵杉優勢社會

Plot No. 9 Date Apr. 5, 2000 Place 瑞穗 31、32 林班分界稜線平台  
 Investigator(s) 楊國禎、牟善傑、蔡志忠、陳欣一  
 T-1 35 m 60 %  
 T-2 20 m 40 %  
 T-3 10 m 70 %  
 S 3 m 60 %  
 H 1 m 100 %  
 M %  
 Exp. & Slope  
 Altitude 2,200 m 30×30 m<sub>2</sub>  
 Microrelief & Soil 腐植土、苔蘚厚；樹上掛滿苔蘚

T1		T2		T3		S					
2	1	台灣鐵杉	+	早田氏冬青	3	3	森氏杜鵑	1	2	高山新木薑子	
1	+	森氏櫟	1	2	薄葉虎皮楠	1	1	台灣鵝掌柴	+	1	白珠樹
3	2	紅檜	3	3	森氏櫟	1	1	阿里山灰木	1	2	尾葉越橘
1	+	台灣華山松	1	1	昆欄樹		+	紅檜	1	2	森氏櫟
			1	+	台灣華山松		+	薄葉柃木		+	狹瓣八仙
			2	2	紅檜		+	青棉花		+	著生珊瑚樹
			1	2	大枝掛繡球		+	厚葉柃木	+	1	柳氏懸鈎子
				+	尾葉越橘		+	大枝掛繡球		+	老葉兒樹
			1	1	江菜	2	2	玉山灰木	+	1	薄葉虎皮楠
							+	阿里山忍冬	+	1	細葉落蕨
						1	2	南嶺灰木		+	密葉卷柏
							+	太平山櫻花		+	台灣擬水龍骨
							+	披針葉木樨		+	福建賽衛矛
						1	+	玉山假沙梨		+	日本賽衛矛
						1	1	高山新木薑子		+	大葉海桐
						1	+	昆欄樹		+	清水女貞
						2	3	森氏櫟		+	台灣鵝掌柴
						1	1	薄葉虎皮楠		+	台灣英迷
						+	1	胡氏肉桂		+	阿里山灰木
									+	1	高山越橘
H										+	威氏鐵角蕨
3	5	玉山箭竹		+	柄囊蕨				+	1	青棉花
5	5	台灣瘤足蕨	+	1	大枝掛繡球				+	1	玉山鬼督郵
+	1	台灣江菜	+	1	福建賽衛矛					+	昆欄樹
+	1	三裂葉赤車使者		+	書帶蕨					+	十大功勞
	+	厚葉鱗毛蕨		+	森氏杜鵑					+	台灣長春藤
	+	披針葉木樨		+	阿里山舌蕨					+	小膜蓋蕨
	+	台灣英迷		+	韓氏鱗毛蕨					+	直角英迷
	+	三斗石櫟		+	台灣鱗毛蕨					+	肢節蕨
	+	青棉花		+	奧瓦葦				2	4	玉山箭竹
	+	森氏櫟		+	姬蹄蓋蕨					+	高山石吊蘭
	+	阿里山菝契							3	4	薄葉柃木
	+	玉山灰木							1	2	玉山灰木
	+	呂宋肺形草							1	2	森氏杜鵑
+	1	高山新木薑子									
	+	紅檜(小苗)									
	+	長柄箭蕨									
+	2	細葉落蕨									

表 11、紅檜優勢社會

Plot No. 13 Date Apr. 8, 2000 Place 稜線上的小溪谷旁  
 Investigator(s) 楊國禎、牟善傑、蔡志忠、陳欣一  
 T-1 40 m %  
 T-2 15 m %  
 T-3 5 m %  
 S 1 m %  
 H 0.3 m %  
 Exp. & Slope 30° W310° N  
 Altitude 2,210 m 40×40 m<sup>2</sup> 坡度：35°，坡向：340°  
 Microrelief & Soil

T1			T2			T3						
3	2	紅檜	3	2	森氏櫟	2	3	狹瓣八仙	2	3	假杉木	
			1	1	昆欄樹	1	2	胡氏肉桂		+	玉山灰木	
			1	1	胡氏肉桂	1	2	阿里山灰木	1	3	紅檜	
			3	2	霧社木薑子		+	石吊蘭		+	薄葉虎皮楠	
			1	1	三斗柯		+	圓葉鑽地風		+	阿里山菝契	
			1	2	銳葉木犀	+	2	大枝掛繡球		+	頂囊肋毛蕨	
			1	1	著生珊瑚樹	+	2	奧瓦菁		+	四葉越橘	
				+	刺果衛茅	+	1	密葉卷柏		+	高山新木薑子	
			1	1	薄葉虎皮楠		+	波氏星蕨		+	森氏杜鵑	
			1	1	阿里山灰木	+	1	威氏鐵角蕨	1	2	玉山木薑子	
				+	尖葉楓		+	瓦氏鱗毛蕨	1	2	霧社木薑子	
			1	1	高山新木薑子	1	2	長葉小葉		+	阿里山水龍骨	
							+	2	苦懸鈎子		+	刺果衛茅
							+	1	紫花野木瓜	+	2	細葉蕨
							+	1	梨葉懸鈎子		+	南燭
							+	1	肢節蕨		+	北五味子
							+	1	鱗瓦菁		+	小實女貞
							+	1	清水女貞	+	1	台灣鶴掌柴
							+	1	直角英迷		+	台灣英迷
							+	1	鄧氏胡頹子		+	著生杜鵑
S			H									
+	1	韓氏鱗毛蕨	1	3	三裂葉赤車使者		+	華東膜蕨	+	1	奧瓦菁	
3	4	台灣瘤足蕨	2	3	蛇根草		+	尾葉蕨		+	藤漆	
3	4	稀子蕨	3	4	蘭炭馬蘭		+	頂芽狗脊蕨	1	2	台灣瘤足蕨	
+	1	狹瓣八仙	2	3	短角冷水麻		+	對生耳蕨		+	一種根節蘭	
	+	阿里山忍冬	1	2	稀子蕨	+	1	冷飯藤		+	刺萼懸鈎子	
+	1	著生珊瑚樹	1	2	尖葉耳蕨	1	2	山桔梗		+	大葉貫眾蕨	
+	1	薄葉檜木	1	2	長苞鱗毛蕨		+	絞股藍		+	耳羽鈎毛蕨	
+	2	密葉卷柏		+	川上氏肋毛蕨		+	噴吶草		+	巒大紫珠	
	+	奄美雙蓋蕨	+	1	斜方複葉耳蕨		+	華鳳丫蕨		+	蓬萊蹄蓋蕨	
	+	長葉小葉		+	絲柄鐵角蕨		+	一種樓梯草				
+	1	直角英迷		+	日本冷蕨	+	1	大枝掛繡球				
+	1	柄囊蕨		+	魚鱗蕨		+	頂囊肋毛蕨				
+	1	日本灰木		+	狹葉貫眾蕨		+	圓葉鑽地風				
	+	阿里山瑞香	+	1	長柄箭蕨		+	擬德氏雙蓋蕨				
	+	森氏櫟		+	鋸葉耳蕨		+	直角英迷				
	+	高山新木薑子		+	大葉貞蕨	+	2	肉穗野牡丹				
+	1	魚鱗蕨		+	阿里山水龍骨	+	2	細葉蕨				
	+	台灣懸鈎子		+	桫欏鱗毛蕨		+	三斗柯				
1	2	斜方複葉耳蕨		+	韓氏耳蕨		+	台灣長春藤				

表 12、紅檜—台灣雲杉優勢社會

Plot No. 10      Date Apr. 6, 2000      Place 過彈藥庫的溪谷  
 Investigator(s) 楊國禎、牟善傑、蔡志忠、陳欣一

T-1 40 m 60 %  
 T-2 20 m 50 %  
 T-3 6 m 50 %  
 S 2.5 m 80 %  
 H 1 m 70 %  
 M %

Exp. & Slope  
 Altitude 2,500 m  
 50×50 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T1		T2		T3		S						
3	2	雲杉		紅檜	1	1	玉山假沙梨	+	1	阿里山清風藤		
3	2	紅檜		台灣鐵杉	1	2	玉山木薑子	1	3	刺花懸鉤子		
	+	台灣二葉松		雲杉	1	2	厚葉柃木	1	2	台灣懸鉤子		
1	+	冷杉		薄葉虎皮楠	2	3	高山新木薑子		+	小葉冬青		
1	+	華山松			1	1	台灣江菜	+	1	虎杖		
2	+	台灣鐵杉			+	1	紅檜		+	華山松		
					+	1	雲杉	2	3	白背芒		
						+	褐毛柳	5	5	玉山箭竹		
						+	華山松		+	台灣小蘗		
					1	2	大枝掛繡球	1	2	阿里山忍冬		
					1	+	昆欄樹		+	小實女貞		
					+	1	刺果衛茅	1	3	薄葉柃木		
					1	2	台灣長春藤	+	1	通條木		
					1	2	大葉溲疏	1	3	高山新木薑子		
					+	1	阿里山灰木	1	3	厚葉柃木		
						+	台灣馬醉木		+	擬荻瓦葦		
									+	廬山石葦		
									+	OB瓦葦		
									1	2	台灣長春藤	
									1	2	玉山灰木	
									+		阿里山水龍骨	
									+		薄草葉鐵線蓮	
H												
2	4	海螺菊	1	2	厚葉柃木		+	五葉山芹菜		+	呂宋肺形草	
1	3	能高紫雲英		+	台灣澤蘭		+	逆鱗鱗毛蕨		+	玉山胡頹子	
	+	2	油點草	1	2	瓦氏鱗毛蕨		+	苗粟冬青		+	軟骨耳蕨
	+	2	玉山卷柏		+	白絨懸鉤子		+	阿里山鱗毛蕨	+	2	蘭嵌馬藍
		+	紫花鳳仙花	1	4	阿里山天胡荽		+	毛囊紫柄蕨		+	鱗葉耳蕨
1	2	黑鱗耳蕨	1	3	喜岩莖菜		+	頂囊肋毛蕨		+	粗柄毛冷蕨	
2	4	高山金粉蕨	1	3	頂芽狗脊蕨		+	尖葉耳蕨		+	稀子蕨	
1	2	對生蹄蓋蕨		+	落新婦	+	2	黑果深柱茅		+	阿里山七葉一枝花	
2	4	柄囊蕨	1	3	薄葉柃木	+	1	刺果豬殃殃		+	黃金珠	
		+	狹基鉤毛蕨		+	噴吶草	+	1	台灣長春藤			
		+	掌鳳尾蕨		+	褐毛柳	2	4	台灣瘤足蕨			
	+	1	大葉貫眾蕨		+	火炭母草	+	1	大枝掛繡球			
		+	尾葉蕨	+	2	矮菊	+	1	玉山木薑子			
1	2	黃苑	+	1	玉山鬼督郵	+	1	森氏豬殃殃				

表 13、紅檜優勢社會更新樣區

Plot No. 11 Date Apr. 7. 2000 Place 往溪谷的山腰旁倒木  
 Investigator(s) 楊國禎、牟善傑、蔡志忠、陳欣一  
 T-1 20 m 80~90 %  
 T-2 12 m 70~80 %  
 S 5 m 30 %  
 H 1 m 70 %  
 M %  
 Exp. & Slope  
 Altitude 2,050 m  
 30×30 m 坡度：15°  
 Microrelief & Soil

T1		T2		S		H						
3	4		+	楊桐	1	2	薄葉桫欏	4	4	台灣瘤足蕨		
3	3	2	3	南湖杜鵑	2	3	西施花	2	4	細葉落蕨		
1	+	1	2	森氏杜鵑		+	直角莢迷		+	直角莢迷		
		2	3	西施花	+	1	高山新木薑子	1	2	台灣鱗毛蕨		
		1	2	紅檜	+	1	圓葉鑽地風		+	柄囊蕨		
		1	1	阿里山灰木	+	1	大枝掛鱗球		+	虎刺		
		1	2	尾葉灰木	+	2	圓葉冬青		+	細葉虎刺		
		2	2	昆欄樹	+	2	玉山灰木	+	1	阿里山菝契		
		1	2	厚葉桫欏	1	2	細枝桫欏	1	2	西施花		
		3	3	玉山灰木		+	昆欄樹	+	1	鱗瓦葦		
		1	2	高山新木薑子		+	似老葉兒樹		+	雪山冬青		
		1	1	山羊耳	+	2	厚葉桫欏	+	1	大枝掛鱗球		
		1	2	薄葉虎皮楠		+	阿里山水龍骨	+	2	假桫欏		
		1	2	圓葉冬青		+	台灣鵝掌柴		+	石月		
			+	肢節蕨	+	1	玉山箭竹		+	薄葉虎皮楠		
			+	小膜蓋蕨		+	擬瓦葦		+	馬醉木		
			+	阿里山忍冬		+	日本賽衛茅		+	奧瓦葦		
			+	二條線蕨		+	廬山石葦		+	日本灰木		
			+	厚皮香		+	楊桐		+	清水山小蕨		
						+	1	石月		+	阿里山忍冬	
						+	1	小膜蓋蕨	+	1	魚鱗蕨	
							+	森氏櫟		+	圓葉鑽地風	
							+	書帶蕨	1	3	肉穗野牡丹	
							+	台灣長春藤		+	?水晶蘭	
							+	1	南湖杜鵑		+	密葉卷柏
							+	台灣莢迷		+	昆欄樹	
							+	日本灰木		+	高山新木薑子	
							1	2	森氏杜鵑		+	玉山灰木
							+	雪山冬青		+	厚葉鱗毛蕨	
							+	石吊蘭		+	台灣鵝掌柴	
							+	山羊耳		+	斑葉蘭	
							+	2	長柄劍蕨		+	烏嘴蓮



表 14、假長葉楠優勢社會

Plot No. 12 Date Ari. 7. 2000 Place 溪畔谷地  
 Investigator(s) 楊國禎、牟善傑、蔡志忠、陳欣一  
 T-1 25 m %  
 T-2 12 m %  
 S 5 m %  
 H 0.5 m %  
 Exp. & Slope  
 Altitude 1,900 m  
 30×30 m<sup>2</sup> 坡度: 0° ~10°  
 Microrelief & Soil

T1			T2			S			H		
2	1	布氏桐李	1	2	八角金盤	2	3	著生珊瑚樹	1	3	假長葉楠
4	2	假長葉楠	2	3	著生珊瑚樹	1	2	懣大紫珠	3	4	蛇根草
1	+	台灣紅椴	1	2	波氏星蕨	1	2	假長葉楠	3	4	蘭荻馬藍
1	1	銳葉木樨		+	阿里山灰木	3	4	台東莢迷	2	3	短角冷水麻
1	+	三斗石櫟	+	2	鱗瓦葎		+	尖葉楓	1	2	著生珊瑚樹
2	1	森氏櫟	1	2	假長葉楠		+	大枝樹繡球	+	1	玉山木薑子
1	+	薄葉虎皮楠		+	薄葉虎皮楠	1	2	玉山木薑子	1	2	一種樓梯草
	+	圓葉鑽地風		+	台灣長春藤	1	3	台灣瘤足蕨	+	2	頂芽狗脊蕨
	+	大葉海桐	+	2	書帶蕨	+	1	台灣兩面覆葉耳蕨	1	2	柄囊擬肋毛蕨
1	+	尖葉楓	+	1	廬山石葎	1	2	稀子蕨	+	2	大葉貞蕨
1	1	小實女貞	1	2	大葉海桐	1	3	書帶蕨	+	1	刺果豬殃殃
1	+	紅檜		+	阿里山舌蕨	2	4	細葉落蕨	1	2	華鳳丫蕨
	+	台灣羊桃	+	1	圓葉鑽地風	1	3	小實女貞	1	2	尖葉耳蕨
				+	小實女貞	+	1	威氏鐵角蕨	1	2	大葉實耳蕨
				+	黃花著生杜鵑		+	台灣天南星	+	1	黑柄貞蕨
1	3	小實女貞		+	刺果衛茅	+	2	波氏星蕨	+	1	抄羅鱗毛蕨
+	1	矮菊		+	杜鵑桑寄生	1	3	長柄箭蕨		+	姬蹄蓋蕨
+	2	紫花鳳仙花		+	蕩社木薑子	+	2	蛛柄鐵角蕨	+	1	韓氏鱗毛蕨
	2	蜂草				1	3	玉山卷柏		+	假毛蕨
1	3	台灣長春藤	S				+	梨葉懸鈎子	1	3	高山金粉蕨
+	2	台灣山菊		+	廣葉書帶蕨		+	石吊蘭	+	1	耳羽鈎毛蕨
	+	黃金珠		+	刺果衛茅	+	2	鱗瓦葎	+	1	奄美雙蓋蕨
	+	葉掌花	1	3	長柄箭蕨	+	2	台灣江菜	+	1	八角金盤
+	2	三裂葉赤車使者		+	鄧氏胡頹子	+	1	瓦氏鱗毛蕨	1	2	台東耳蕨
+	1	一種根節蘭	1	2	小實女貞	+	2	肢節蕨	1	2	狹葉實耳蕨
+	1	擬瓦葎		+	小膜蓋蕨		+	紅檜	+	1	高山七葉一枝花
1	3	台灣瘤足蕨		+	尾葉越橘		+	阿里山舌蕨		+	狹瓣八仙
	+	有刺鳳尾蕨		+	實葉瓶蕨		+	溪鳳尾蕨	+	2	長柄箭蕨
	+	阿里山水龍骨	+	1	威氏鐵角蕨		+	大葉海桐	1	2	斜方覆葉耳蕨
+	1	絞股藍		+	刺萼寒梅		+	火炭母草		+	大葉鳳尾蕨
	+	似老葉兒樹	+	2	海螺菊		+	台灣土肉桂	+	1	一種冷水麻
	+	阿里山鱗毛蕨		+	庫氏珊瑚		+	葉掌花	+	1	繡邊根節蘭
	+	台灣崖爬藤		+	長葉鱗毛蕨		+	圓葉鑽地風	1	3	赤車使者
	+	十大功勞					+	阿里山忍冬		+	假菝葜
	+	喜岩莖菜	H			1	2	阿里山瑞香		+	苦懸鈎子
	+	雀梅藤	+	2	台灣三白蘭		+	一種莎草		+	萬年青
+	1	箭葉鐵角蕨		+	黃花三七草	+	2	廬山石葎		+	藤漆
	+	縮羽金星蕨		+	一種斑葉蘭		+	韓氏耳蕨	+	1	短瓣球蕨隔七葉一枝花
	+	瓦氏鱗毛蕨		+	北五味子		+	魚鱗蕨		+	咬人貓
	+	台灣鹿藥		+	山桔梗		+	刺花懸鈎子		+	馬鞭蘭
	+	山靛		+	噴吶草		+	凝德氏雙蓋蕨	+	1	鋸葉耳蕨
	+	落新婦		+	疏葉卷柏		+	台灣粗榧	+	1	尾葉伏蕨
	+	直角莢迷		+	油點草		+	阿里山灰木		+	實葉瓶蕨
	+	三斗石櫟		+	清水小葉		+	銳葉木樨		+	車前蕨
	+	福玉草		+	黑鱗耳蕨	1	3	頂芽狗脊蕨		+	大葉蕨蕨
	+	短柄寶島天南星		+	柳葉箭蕨	+	1	薄葉虎皮楠	+	1	柄囊蕨
+	2	白花鼠尾草		+	阿里山天胡荽					+	蕩社木薑子

表 15、紅檜優勢社會

Plot No. 14 Date Apr. 9. 2000 Place 溪谷懸崖旁  
 Investigator(s) 楊國禎、牟善傑、蔡志忠、陳欣一  
 T-1 40 m 30%  
 T-2 25 m 60%  
 T-3 15 m 80%  
 S 5 m 80%  
 H 1 m 80%  
 Altitude 1,850 m 40×40 m 坡度： 坡向：  
 Microrelief & Soil

T1			T3			S					
2	1	紅檜	2	3	玉山灰木	2	3	狹瓣八仙	1	2	森氏櫟
1	+	台灣鐵杉	1	2	圓葉冬青	+	1	老葉兒樹	+	2	鱗瓦葎
1	+	白背櫟	1	2	西施花		+	小花鼠刺	+	1	著生珊瑚樹
			+	1	高山新木薑子	1	2	台灣莢述	+	1	葉長花
				+	小花鼠刺		+	厚皮香	+	1	絞股藍
1	+	狹葉櫟	1	2	黑星櫻	+	1	高山新木薑子		+	高粱泡
2	+	昆欄樹	+	1	尖葉楓	1	3	書帶蕨	+	1	台灣長春藤
1	+	尖葉楓	2	3	霧社木薑子		+	台灣天南星		+	凹葉越橘
	+	圓葉冬青	1	2	森氏櫟	3	4	假長葉楠	+	1	威氏鐵角蕨
1	+	台灣鐵杉	1	1	白背櫟	1	2	霧社木薑子		+	箭葉鐵角蕨
+	1	奧瓦葎	1	2	阿里山灰木	+	2	波氏星蕨	+	1	圓葉鑽地風
	+	肢節蕨		+	厚皮香	1	2	細枝柃木		+	伏牛花
	+	珍珠花	+	1	大葉海桐		+	台灣灰木	+	1	靛葉木樨
	+	凹葉越橘	+	2	書帶蕨	+	1	紫花野木瓜	+	1	肢節蕨
	+	大葉槿寄生	1	1	著生珊瑚樹	+	1	雙葉懸鈎子	+	1	小膜蓋蕨
	+	稠櫟柃寄生	1	1	大葉柯	+	2	台灣瘤足蕨		+	楊桐
+	1	大枝樹蟪球		+	台灣莢述	+	1	魚鱗蕨		+	阿里山菝契
1	+	台灣紅榨楓	1	2	薄葉虎皮楠		+	石吊蘭		+	西施花
1	+	霧社木薑子	2	3	假長葉楠	1	2	薄葉柃木	+	2	瓶蕨
2	1	假長葉楠	1	2	狹葉櫟		+	細梗絡石	1	1	八角金盤
2	1	布氏稠李		+	太平山櫻花		+	阿里山水龍骨		+	台灣崖爬藤
2	1	森氏櫟		+	山肉桂	+	1	青棉花		+	崖石榴
1	2	薄葉虎皮楠	1	2	台東莢述	+	1	梨葉懸鈎子		+	廬山石葎
						+	1	台東莢述		+	日本灰木
							+	阿里山舌蕨			
H											
	+	史氏鱗毛蕨		+	東亞假鱗毛蕨	H					
4	5	台灣瘤足蕨	1	1	頂囊肋毛蕨	1	3	蘭炭馬藍		+	扇蕨
	+	薯豆	+	2	長柄劍蕨	2	4	斜方複葉耳蕨		+	台灣寶輝花
	+	藤漆	+	1	柄囊蕨	+	1	尖葉耳蕨		+	方桿蕨
1	2	三裂葉赤車使者		+	瓦氏鱗毛蕨	+	1	長苞鱗毛蕨		+	鋸葉雙蓋蕨
1	3	細葉蕨		+	大葉柯	+	1	狹葉貫眾蕨		+	金劍草
	+	反播根節蘭		+	台灣灰木	+	1	大葉貞蕨		+	假菝契
	+	一種斑葉蘭		+	威氏鐵角蕨	+	1	川上氏雙蓋蕨		+	山桔梗
+	2	波氏星蕨		+	火炭母草	+	1	有刺鳳尾蕨	+	1	扮擺鱗毛蕨
+	1	圓葉鑽地風	+	1	絞股藍	+	1	書帶蕨		+	刺萼寒梅
	+	玉山木薑子	+	1	長葉木薑子		+	高粱泡		+	絲柄鐵角蕨
+	1	玉山灰木		+	蕨蕨	+	1	伏牛花		+	華鳳丫蕨
+	2	肉穗野牡丹	+	1	薄葉虎皮楠		+	耳形瘤足蕨		+	韓氏鱗毛蕨
+	1	鱗瓦葎	+	1	台灣長春藤	+	1	紅苞蹄蓋蕨		+	Iscanum蹄蓋蕨
	+	西施花	+	1	尖葉凸軸蕨		+	川上氏葎菜		+	假毛蕨
+	1	奧瓦葎		+	華東瘤足蕨		+	一種羊耳蘭		+	狹基溝毛蕨
+	1	大枝樹蟪球	1	2	赤車使者		+	奄美雙蓋蕨		+	阿里山蹄蓋蕨
1	1	台灣鱗毛蕨	+	1	密葉卷柏		+	山欒		+	生芽鐵角蕨
+	1	狹葉櫟		+	八角金盤		+	全緣卷柏		+	Latens鐵角蕨
	+	刺果衛茅	+	2	稀子蕨	1	3	中華冷水麻		+	華東瓶蕨
2	3	蛇根草	1	3	短角冷水麻		+	阿里山七葉一枝花		+	本州鐵角蕨
1	1	魚鱗蕨	+	1	著生珊瑚樹		+	角筒草		+	生芽蹄蓋蕨

表 16、紅檜優勢社會

Plot No. 1 Date May 6, 2000 Place 和平林道 37k 處；母樹林  
Investigator(s) 楊國禎；邱少婷；牟善傑

T - 1 35 m 60 %

T - 2 15 m 70 %

S 4 m 70 %

H 1 m 90 %

Exp. & Slope

Altitude 1,980 m

40 x 40 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T1		S		H			
3 2	紅檜	2 3	假長葉楠	+ 1	高山鳳丫蕨	+ 1	噴吶草
1 1	昆欄樹	+	慈恩胡頹子	1 2	台灣山菊	+ 1	白花八角
2 1	假長葉楠	1 1	佩羅特木	1 2	台灣兩耳複葉蕨	1 2	細葉蕨
1 1	霧社木薑子	+	台灣牛蒡菜	1 2	川上氏雙蓋蕨	+ 1	伏牛花
2 1	森氏櫟	+ 1	狹瓣八仙	1 2	斜方複葉耳蕨	+ 1	刺果豬殃殃
		1 1	阿里山灰木	+ 1	柄囊蕨	+	雙葉蘭 sp
		1 1	直角英迷	+ 1	稀子蕨	+ 1	台灣薑菜
T2		1 1	通條木	1 2	阿里山赤車使者	+	金劍草
	+ 假水龍骨	+ 1	北五味子	1 2	戟葉蓼	+ 1	耳形瘤足蕨
	+ 長柄劍蕨	+	裏白蔥木	+	黃金珠	+	無刺伏牛花
1 3	小膜蓋蕨	1 1	水麻	+ 1	黃芩	+	反播根節蘭
	+ 大葉玉山蕨	1 1	紅榨楓	1 3	縮羽金星蕨	+	韓氏鱗毛蕨
+ 2	書帶蕨	+ 1	書帶蕨	+ 1	狹瓣八仙	+	細葉貫眾蕨
	+ 鱗瓦葦	1 2	高山新木薑子	1 3	玉山卷柏	+ 2	三裂葉赤車使者
	+ 擬烏蘇里瓦葦	1 2	台灣水絲梨	+ 1	假長葉楠	+	梨葉懸鈎子
	+ 圓葉冬青	+ 1	雙葉懸鈎子	1 2	蛇根草	+	台灣長春藤
	+ 長葉木薑子	1 2	Rubus (spl)	1 2	短角冷水麻	+	大枝掛繡球
	+ 荖葉兒樹	1 2	大枝掛繡球	+ 2	風輪菜	+	Rubus (sp2)
1 2	蘆草	1 2	台灣長春藤	1 2	蕁麻科 ←	+	海螺菊
1 2	大枝掛繡球	+ 1	霧社木薑子	1 2	蕁麻科 ↑	1 2	山桔梗
+ 2	台灣長春藤	1 1	圓葉冬青	+	早熟禾	+	小膜蓋蕨
1 2	台灣水絲梨	1 1	細枝柃木	+ 1	冷飯藤	+	內穗野牡丹
2 3	高山新木薑子	+ 1	紫花野木瓜	3 4	台灣瘤足蕨	+	著生杜鵑
1 3	白花八角	1 2	楊桐	+	毛囊紫柄蕨	+	大葉貞蕨
	+ 海州常山	+ 1	厚葉柃木	+ 1	頂芽狗脊蕨	+	假毛蕨
1 2	楊桐	+ 1	長葉木薑子	+	長葉鱗毛蕨	+	寬葉瓶蕨
	+ 刺蔥	+	威氏鐵角蕨	1 2	尖葉耳蕨	+	玉山鬼督郵
2 2	昆欄樹	+	高山藤繡球	+	落新婦	+	蘭坎馬藍
1 2	台灣紅榨楓	+	小葉桑	+	川上氏蕨	+	奄美雙蓋蕨
2 2	森氏櫟	+	波氏星蕨	+	蜂草	+	紅苞蹄蓋蕨
1 2	霧社木薑子	+	長柄劍蕨	+ 1	阿里山忍冬	+ 1	台灣貓兒眼睛草
2 2	假長葉楠		白花八角	+	蘆草	+	山欖
1 1	阿里山灰木	+ 1	森氏櫟	+	灰背芒	+	latuns鐵角蕨
		1 2	裏白 (枯死)	+	黃芩	+	瓶蕨
		+ 1	鱗瓦葦	+ 1	阿里山菝葜	+ 1	韓氏耳蕨
		+	台灣英迷	+ 1	高山酢醬草	+	刺果衛矛
				+ 1	圓葉鑽地風	+	尾葉蕨
				+	Carex sp.	+	華東瓶蕨
				+	禾本科 ←	+	三葉山芹菜
				+	莎草科 ←		

表 17、紅檜優勢社會

Plot No. 2 Date May 7, 2000 Place 和平林道 40k , 水泥工寮前方 100M , 小山溝

Investigator(s) 楊國禎 ; 邱少婷 ; 牟善傑

T - 1 40 m 40 %

T - 2 25 m 15 %

T - 3 15 m 90 %

S 5 m 60 %

H 1 m 50 %

Exp. & Slope

Altitude 1,950 m

40 x 40 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T1		S		H			
3	1 紅檜	1	2 細葉蕨	+	擬德氏雙蓋蕨	+	大枝掛繡球
1	+ 台灣杉	+ 1	厚皮香	1	2 樓梯草 ←	+ 1	肉穗野牡丹
2	+ 台灣鐵杉	2	2 假長葉楠	1	2 三葉山芹菜	+	噴吶草
T2		+	小膜蓋蕨	+ 1	蛇根草	+	圓葉鑽地風
1	+ 森氏櫟	+ 1	狹瓣八仙	+ 1	短角冷水麻	+	刺果衛矛
1	+ 昆欄樹	+	圓葉冬青	1	2 韓氏鱗毛蕨	+ 1	大武貓兒眼睛草
T3		+	台灣山肉桂	1	2 台灣兩面複葉耳蕨	+	全緣卷柏
4	2 假長葉楠	+	佩羅特木	1	2 latuns 鐵角蕨	+	寶島天南星
	+ 台灣粗榧	+	阿里山千金榆	2	2 斜方複葉耳蕨	+	樓梯草 ↑
1	+ 台灣紅檜	+ 1	台灣灰木	+ 1	韓氏耳蕨	+	阿里山忍冬
	+ 台灣杉	+	直角莢迷	+ 1	尖葉耳蕨	+	霧社木薑子
2	2 昆欄樹	1	2 森氏櫟	+ 1	東瀛珊瑚	+	通條木
2	2 森氏櫟	1	2 細枝柃木	+ 1	蔓茄	+	奄美雙蓋蕨
1	1 蘭卽千金榆	1	2 楊桐	1	3 密葉卷柏	+	金劍草
1	1 長葉木薑子	+	銳葉木犀	+ 1	高山酢醬草	1	2 玉山捲柏
1	1 薄葉虎皮楠	+ 1	白花八角	+ 1	阿里山赤車使者	+	紫花野木瓜
	+ 圓葉鑽地風	+	藤漆	1	1 八角蓮	+ 1	耳形瘤足蕨
	+ 玉山大葉蕨	+	玉山木薑子	+ 1	狹葉貫眾蕨	+ 1	假長葉楠
	+ 紅檜	+	台灣木通	1	2 伏牛花	+ 1	台灣排香
	+ 蓮草	+	長葉繡球	+	薄葉柃木	+	銳葉木犀
1	+ 白花八角	1	2 昆欄樹	+	密大紫珠	+	沿階草
	+ 西施花	+	三斗石櫟	1	2 台灣瘤足蕨	+	三斗石櫟
+ 1	小膜蓋蕨	+	八角金盤	+	魚鱗蕨	+	白花八角
1	2 楊桐	+	薄葉柃木	1	2 川上氏雙蓋蕨	+ 1	蘭嵌馬藍
	+ 廬山石叢	+	高山新木薑子	+ 1	頂芽狗脊蕨	+	厚皮香
	+ 華東膜蕨	1	1 薄葉虎皮楠	+ 1	五葉山芹菜	+	台灣萱菜
		+	鱗瓦葎	+ 1	疏葉卷柏	+	通草
		+	波氏星蕨	+	月桂葉灰木	+	山桔梗
		+ 1	阿里山灰木	+	老葉兒樹	+	台灣長春藤
		+	厚葉柃木	+	千層塔	+	Rubus ←
		+	烏心石	+	狹瓣八仙	+	Rubus ↑
		+	阿里山山茶	+	日本灰木	+	華鳳丫蕨
S		+	月桂葉灰木	+	玉山灰木	1	2 耳羽溝毛蕨
	+ 老葉兒樹	1	1 通條木	+	落新婦	2	3 假蹄蓋蕨
	+ 慈恩胡頹子	+	廬山石叢	+	Clematis ←	+	三裂葉赤車使者
	+ 威氏鐵角蕨	+	石吊蘭	+	阿里山繁縷	+	玉山鬼督郵
1	1 東瀛珊瑚	+	梨葉慈鈎子	1	2 石菖蒲	+	台灣劍蕨

表 18、紅檜優勢社會

Plot No. 7 Date May 8, 2000 Place 和平林道 36.3k 步道前行約 100m 左側, 較緩坡

Investigator(s) 楊國禎; 邱少婷; 牟善傑

T-1 40 m 50%

T-2 25 m 50%

T-3 10 m 80%

S 4 m 70%

H 1 m 80%

Exp. & Slope

Altitude m

30 × 30 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T1			S			H					
3	1	紅檜(七株)	2	2	森氏櫟	+	1	奄美雙蓋蕨	3	4	台灣瘤足蕨
1	+	白背櫟		+	琉球女貞	+	1	刺果衛矛	2	3	尖葉耳蕨
			3	3	假長葉楠	1	2	台灣鱗毛蕨	3	3	斜方複葉耳蕨
T2			1	2	梨葉懸鈎子		+	台灣天南星	+	1	白花八角
1	+	薄葉虎皮楠		+	漢氏山葡萄		+	台灣莖菜	+	1	擬德氏雙蓋蕨
2	2	白花八角	2	3	土肉桂	1	2	華中瘤足蕨	1	2	伏牛花
2	1	假長葉楠		+	南五味子		+	威氏鐵角蕨		+	Rubus←
1	+	台灣赤楊	1	2	薄葉虎皮楠		+	頂芽狗脊蕨	1	2	蛇根草
	+	小膜蓋蕨	1	2	霧社木薑子	1	2	韓氏耳蕨	+	1	短角冷水麻
	+	大枝掛繡球		+	銳葉木犀	+	1	蘭嵌馬藍	+	1	樓梯草(葉小, 嫩)
	+	細梗絡石	2	2	阿里山山茶	+	1	刺萼寒莓	+	1	假長葉楠
	+	書帶蕨	1	2	薄葉柃木		+	青貓兒眼睛草		+	阿里山瑞香
2	1	昆欄樹	2	2	白花八角	+	1	阿里山赤車使者		+	崖石榴
1	+	紅檜	+	1	蘆山石筆	+	1	細梗絡石		+	Rubus↑
1	+	霧社木薑子	1	2	高山新木薑子		+	葉長花		+	三葉山芹菜
1	+	土肉桂	1	2	玉山木薑子	+	1	耳形瘤足蕨	1	3	台灣劍蕨
	+	圓葉鑽地風		+	土伏苓		+	對生耳蕨		+	山桔梗
			1	1	台灣山肉桂	+	1	耳羽溝毛蕨	+	1	阿里山繁縷
T3				+	大枝掛繡球		+	黑柄貞蕨		+	台灣排香
1	1	北五味子		+	紫花野木瓜		+	華鳳丫蕨	+	1	細葉貫眾蕨
1	1	阿里山灰木		+	圓葉冬青		+	薄單葉鐵線蕨		+	噴吶草
2	2	薄葉虎皮楠		+	東瀛珊瑚		+	台灣粗榧	+	1	玉山卷柏
2	3	台灣灰木	1	2	細枝柃木		+	高山七葉一枝花		+	大武貓兒眼睛草
2	3	假長葉楠		+	狹葉櫟		+	山麻薯		+	煙火苔
	+	厚皮香		+	霧山冬青		+	生芽鐵角蕨	+	1	高山酢醬草
2	1	楊桐		+	圓葉鑽地風		+	Salvia←	+	1	海螺菊
+	1	崖石榴		+	畢祿山鼠李		+	川上氏雙蓋蕨		+	高氏馬兜鈴
	+	掌葉楓		+	台灣常春藤		+	刺果豬殃殃		+	三斗石櫟
	+	錐果櫟		+	通條木	+	2	長柄劍蕨		+	大葉貫眾蕨
1	+	台灣水絲梨		+	台灣懸鈎子					+	尾葉蕨
2	1	森氏櫟							+	2	密葉卷柏
2	2	白花八角							+	1	台東耳蕨

表 19、紅檜更新區

Plot No. 5 Date May 8, 2000 Place 39.6k 看守工寮, 土質崩坡破空, 小山溝旁

Investigator(s) 楊國禎; 邱少婷; 牟善傑

T 5 m 90%

H 1 m 60%

Exp. & Slope

Altitude m

10 × 10 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T			H								
1	1	紅檜(7株)	3	3	台灣瘤足蕨						
1	1	白花八角	+	1	紫花野木瓜						
3	1	墨點櫻桃		+	Asarum sp.						
1	+	霧社木薑子	2	3	裏白(枯)						
3	1	台灣紅樟楓		+	日本灰木						
1	+	假長葉楠		+	森氏櫟						
3	4	裏白(枯死)		+	變葉懸鈎子						
2	2	昆欄樹		+	長柄千層塔						
1	1	八角金盤		+	紅苞蹄蓋蕨						
1	+	厚葉柃木		+	台灣英迷						
1	1	台灣英迷	1	+	八角金盤						
2	3	白背芒(一半枯)									
1	1	台灣江菜									
1	+	太平山櫻									
	+	紫花野木瓜									
1	+	山櫻花									
1	+	阿里山灰木									
1	+	台灣杜鵑									
1	+	楊桐									

表 20、鐵杉—紅檜優勢社會

Plot No. 6 Date May 8, 2000 Place 和平林道 39.6k 看守水泥旁小支稜，  
(樣區的支稜邊緣有紅檜壯年木，樣區中最大超過 2m，台灣鐵杉不到 1m，第一、  
二層交錯)

Investigator(s) 楊國禎；邱少婷；牟善傑

T-1 40 m 50%

T-2 25 m 40%

T-3 12 m 60%

S 4 m 70%

H 1 m 100%

Exp. & Slope

Altitude 1,870 m

30 × 40 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T1		S	H
3 2	台灣鐵杉	+ 變葉懸鉤子	+ 尖葉楓
2 1	紅檜	2 3 白花八角	5 5 台灣瘤足蕨
		+ 台灣紅榨楓	+ 變葉懸鉤子
		+ 阿里山水龍骨	+ 寶島天南星
		+ 阿里山灰木	+ 呂宋英迷
T2		2 3 楊桐	+ 台灣一葉蘭
3 1	森氏櫟	1 2 台灣江菜	+ 擬水龍骨
2 1	昆欄樹	+ 1 台灣英迷	+ 1 紫花野木瓜
+ 2	大葉玉山蕨	+ 土伏苓	+ 藤漆
1 1	紅檜	1 2 台灣杜鵑	+ 台灣懸鉤子
+ 1	著生杜鵑	2 3 高山新木薑子	+ 阿里山山茶
	+ 大枝掛牆球	2 2 森氏櫟	+ 1 三裂葉赤車使者
+ 1	尾葉越橘	1 2 玉山灰木	+ 裂緣花(圓葉)
+ 1	台灣英迷	+ 著生杜鵑	+ 1 玉山鬼督郵
+ 2	四葉越橘	+ 紅檜	+ Liparis←
1 +	尖葉楓	+ 厚葉柃木	+ 青棉花
1 +	白花八角	1 2 直角英迷	+ 阿里山忍冬
1 +	台灣水絲梨	+ 小膜蓋蕨	+ 小膜蓋蕨
		+ 鈍齒鼠李	+ 高山新木薑子
		+ 台灣鐵杉	1 3 細葉蕨
T3		+ 1 台灣鐵杉	+ Calanthe←
1 1	薄葉虎皮楠	+ 大葉海桐	+ Liparis↑
2 1	高山新木薑子	+ Perperonia 葉四	+ 1 山桔梗
2 2	白花八角	+ 黃芩	+ 1 圓葉鑽地風
2 2	楊桐	+ 威氏鐵角蕨	+ 1 肉穗野牡丹
	+ 阿里山山茶	+ 2 細葉蕨	+ 擬笈瓦蕨
	+ 小膜蓋蕨	+ 波氏星蕨	+ 華東膜蕨
	+ 書帶蕨	1 2 日本灰木	
	+ 大葉玉山蕨	+ 1 圓葉冬青	
	+ 四葉越橘	1 + 假長葉楠	
1 1	玉山灰木	+ 石吊蘭	
	+ 鈍齒鼠李	+ 肢節蕨	
1 +	台灣紅榨楓	+ 柳氏懸鉤子	
2 2	森氏櫟	+ 三斗石櫟	
		1 1 黑星櫻	

表 21、鐵杉—紅檜—扁柏優勢社會

Plot No. 3 Date May 7, 2000 Place 和平林道過約 41k 處崩塌半公里，  
平緩小支稜，可能曾經擇伐，只有小徑木（有樹頭）

Investigator(s) 楊國禎；邱少婷；牟善傑

T - 1 20 m 50 %

T - 2 12 m 40 %

S 4 m 100 %

H 1 m 50 %

Exp. & Slope

Altitude 2,000 m

25 x 25 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T1		S		H					
2	1 台灣鐵杉	1	1 南湖杜鵑	+	對生耳蕨	+	莎攞鱗毛蕨		
2	1 紅檜	2	3 玉山木薑子	1	1 尖葉耳蕨	+	擬笄瓦葎		
1	+	1	2 森氏櫟	+	1 波氏耳蕨	1	+	密葉卷柏	
1	1 扁柏	2	3 台灣山肉桂	+	+	+	+	肢節蕨	
		2	2 葉長花	+	1 銳葉木犀	+	+	紅子佛甲草	
T2		2	3 高山英迷	1	2 厚葉鱗毛蕨	+	+	絞股藍	
1	+	2	3 台灣五葉松	2	3 森氏杜鵑	1	2 清水小葉	+	通條木
1	2 森氏杜鵑	1	+	1 太平山櫻	2	3 台灣瘤足蕨			
1	1 蘭邯千金榆	2	2 白花八角	+	1 藤漆				
1	1 紅檜	2	2 司氏懸鈎子	+	2 蘭炭馬藍				
1	1 森氏櫟	1	1 太平山冬青	+	1 高山酢醬草				
1	+	1	+	1 銳葉木犀	+	1 毛蕊木	+	1 山桔梗	
		+	1	+	1 直角英迷	+	1	小實女貞	
		1	1	+	1 紅檜	+	1	三裂葉赤車使者	
		+	1	+	1 大葉玉山蕨	1	2	台灣鱗毛蕨	
		+	1	+	1 藤漆	+	+	恩氏蕨	
		2	2	+	2 銳葉木犀	+	+	假毛蕨	
		+	1	+	1 阿里山菝契	+	1	刺果衛茅	
		+	1	+	1 山麻薯	+	1	玉山鬼督郵	
		1	1	+	1 薄葉虎皮楠	1	2	細葉蕨	
		+	1	+	1 琉球女貞	+	+	阿里山鱗毛蕨	
		1	1	+	1 深紅苗芋	+	+	書帶蕨	
		1	1	+	1 塔塔加高山櫟	+	1	蛇根草	
		1	1	+	1 霧社木薑子	+	+	石葎	
		+	1	+	1 台灣英迷	+	+	姬蹄蓋蕨	
		+	1	+	1 苗栗冬青	+	+	長葉鱗毛蕨	
		1	1	+	1 高山新木薑子	+	+	縮羽金星蕨	
		+	1	+	1 巒大紫珠	+	+	阿里山水龍骨	
		+	1	+	1 小實女貞	1	2	長柄劍蕨	
S		+	1	+	1 掌葉楓	+	+	威氏鐵角蕨	
+	1 南嶺	1	1	+	1 台灣紅榨楓	+	+	白花八角	
+	1 八角金盤	+	1	+	1 水麻	+	1	黃苑	
+	1 五葉松(台灣)	1	1	+	1 阿里山忍冬	+	1	沿階草	
+	1 平柄菝契	+	1	+	1 槲葉蕨	+	+	廬山石葎	
+	1 毛瓣石楠	1	2	+	1 北五味子	+	+	柄囊蕨	
+	1 珍珠花	1	1	+	1 狹葉櫟	1	1	紅檜	
+	1 粗榧	+	1	+	1 鱗瓦葎	+	1	密葉卷柏	



表 22、台灣赤楊優勢社會

Plot No. 4 Date May 7, 2000 Place 和平林道 44k, 有崩塌  
Investigator(s) 楊國禎; 邱少婷; 牟善傑

T - 1 40 m 20 %

T - 2 25 m 60 %

T - 3 13 m 90 %

S 4 m 70 %

H 1 m 70 %

Exp. & Slope 45°

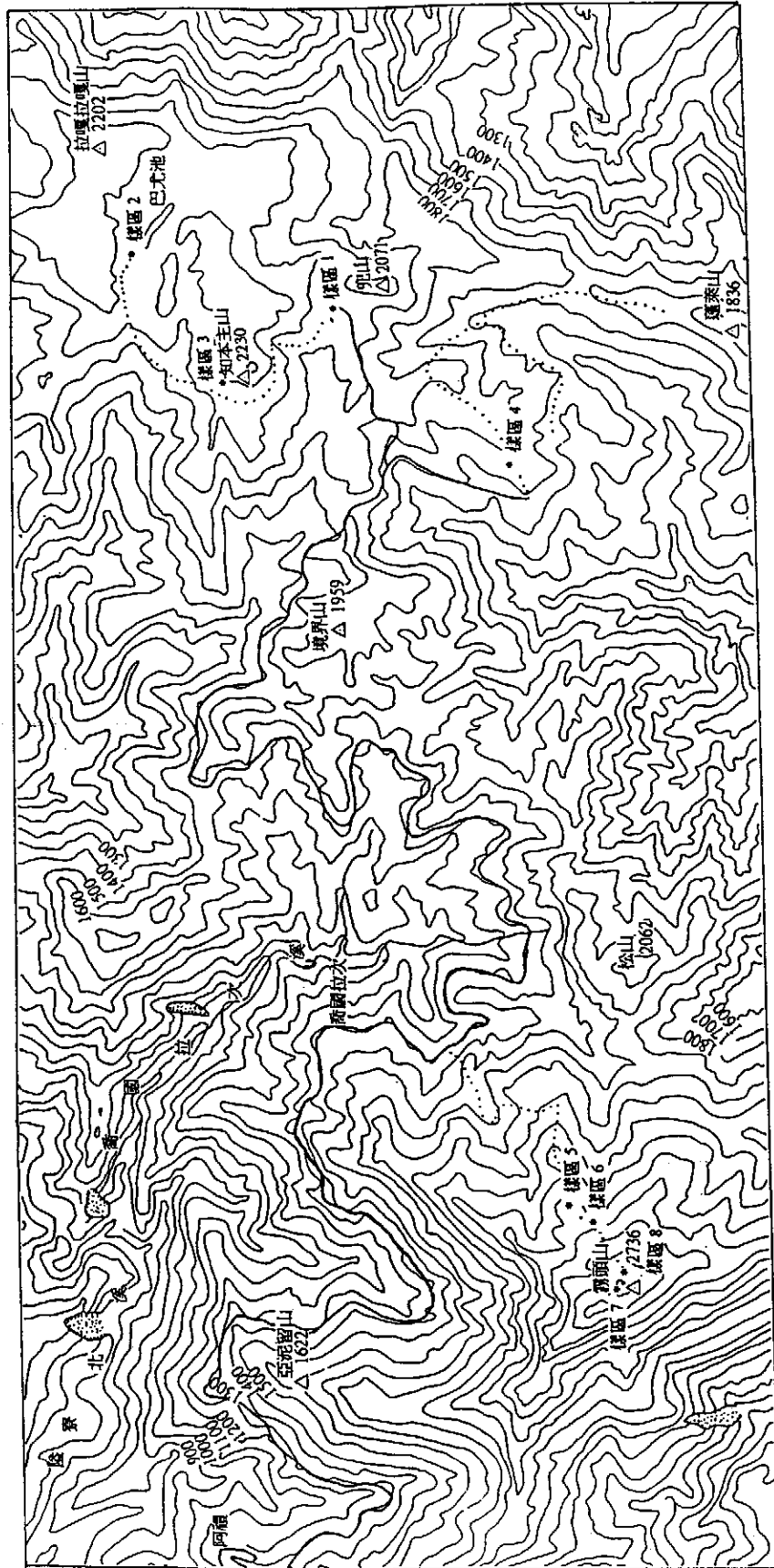
Altitude 2,060 m

40 x 40 m<sup>2</sup>

Microrelief & Soil

T1		S		H	
2	1 紅檜 (3棵)	+	2 鱗瓦葎	+	大葉貫眾蕨
		+	1 廬山石葎	+	長羽細齒貫眾蕨
				+	蹄蓋蕨 <i>iseanum</i>
				+	楔冠草
T2		3	3 假長葉楠	+	台東耳蕨
1	2 大枝掛繡球	2	3 霧社木薑子	1	2 奄美雙蓋蕨
4	2 赤楊	+	1 石吊蘭	1	2 台灣瘤足蕨
		1	2 白花八角	+	華鳳丫蕨
				+	寬葉瓶蕨
T3		+	1 巒大紫珠	1	2 狹葉貫眾蕨
3	2 假長葉楠	+	1 紫花野木瓜	1	2 尖葉耳蕨
3	2 昆欄樹	1	2 森氏櫟	1	2 台灣兩面複葉耳蕨
2	3 白花八角	1	2 狹瓣八仙	3	3 斜方複葉耳蕨
3	2 霧社木薑子	+	1 威氏鐵角蕨	1	2 擬德氏雙蓋蕨
1	3 小膜蓋蕨	+	肢節蕨	+	1 假毛蕨
+	1 阿里山水龍骨	+	錐果櫟	+	1 對生耳蕨
+	1 書帶蕨	+	1 細葉蕨	+	1 圓葉鑽地風
+	擬水龍骨	+	1 阿里山灰木	+	Carex ←
1	2 森氏櫟	+	阿里山清風藤	+	Rubus ←
		+	長柄劍蕨	+	1 阿里山灰木
		1	2 薄葉柃木	1	2 密葉卷柏
		1	1 吳茱萸	2	3 川上氏雙蓋蕨
		+	烏皮九芎	1	1 狹瓣八仙
		+	梨葉懸鈎子	+	華東瓶蕨
		+	大葉漚疏	+	肢節蕨
		+	北五味子	2	3 稀子蕨
		+	直角莢迷	+	阿里山水龍骨
		+	波氏星蕨	+	絲柄鐵角蕨
				+	疏葉卷柏
				1	2 長葉鱗毛蕨
				+	Rubus ↑
				+	韓氏鱗毛蕨
				+	1 噴吶草
				+	瓦氏鳳尾蕨
				1	2 赤車使者
				+	1 耳羽鈎毛蕨
				+	大葉貞蕨
				1	3 戟葉葎
				+	日本毛冷蕨
				+	冷飯藤

附錄 1、植群調查樣區圖輯



小鬼湖地區調查路線及樣區分布圖



瑞穗林道地區調查路線及樣區分布圖



和平林道地區調查路線及樣區分布圖

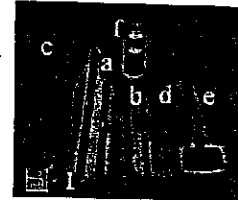
## 附錄 2、生長輪取樣及分析方法

以下所述生長輪取樣之技術係參考 Stokes and Smiley (1968)、研究樹木年輪學(dendrology)相關網站之資訊及初步調查、取樣之經驗整理彙編而成。

### 一、野外取樣

#### 一-1、取樣工具

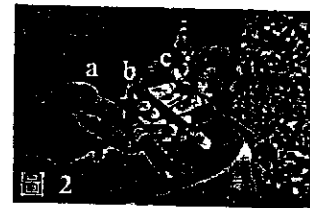
生長輪取樣工具包括：生長錐<sup>a</sup>(increment core)、蜂蠟塊、吸管<sup>b</sup>、標籤紙、調查記錄簿、圖筒<sup>c</sup>、細金屬(木)棒<sup>d</sup>、香檳槌<sup>e</sup>、去漬油<sup>f</sup>、防鏽潤滑劑(WD-40)、細布條(圖 1)。



#### 一-2、生長錐之選擇與使用方法

##### 一-2.1、生長錐之組成與規格

生長錐包含 3 個部分(圖 2)：握柄(handel)<sup>a</sup>、錐管(borer bit)<sup>b</sup>、取樣器(extractor)<sup>c</sup>，不使用時，錐管、取樣器均收藏在握柄中，便於攜帶。

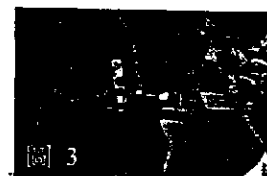


生長錐的規格依錐管內徑、長度、螺線數目區分。內徑有 4.3 mm、5 mm、12 mm 三種，生長輪分析選用前 2 者即可；長度係指錐管尖端(有螺線一端)至錐管末端圓形部分的長度，即錐管能鑽入最深的深度，內徑 5 mm 的錐管有 6、8、10、12、14、16 英寸 6 種規格，視取樣的需求而選擇不同的長度；螺紋線有 2 或 3 條兩種，3 螺紋線的錐管較容易鑽入樹幹中，但是，握柄每轉 360°，2 螺紋線錐管鑽入樹幹的深度大於 3 螺紋線的錐管，亦即握柄旋轉同樣的圈數，2 螺紋線鑽入的深度較大但費力，3 螺紋線鑽入深度小卻較省力，此視個人使用習慣而有不同的選擇。

##### 一-2.2、生長錐之使用方法

生長錐使用方法正確與否，事關取樣品質之優劣與生長錐之使用壽命，茲分項敘述使用步驟如下：

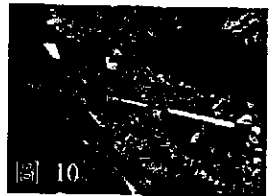
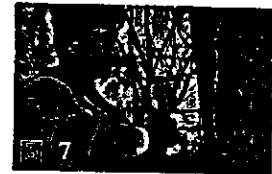
1. 自握柄內取出錐管、取樣器(圖 2)，先將取樣器放置於安全處(避免受損或傷及工作人員)。
2. 依序組裝生長錐：a) 推開握柄中央的鎖片(圖 3)，b) 將錐管末端方形部分插入握柄中央的方形孔(圖 4)，c) 將鎖片推回使之完全扣住錐管末端的環形凹槽(圖 5)。
3. 取樣前慎選樹木，避免鑽取彎曲的位置，因錐管可能會因樹幹內部壓力而卡住，或取得生長輪樣品因過度扭曲變形而較不具代表性，若情況允許則另覓他樹。
4. 確認鑽取位置，將錐管指向樹幹的心髓(心髓可能偏向一側，需視現地生長環境，預估心髓的位置)，錐管、握柄保持與樹幹垂直的位置，若錐管與樹幹之間為斜角，則取得的生長輪樣品對後續生長速率的分析測量會造成偏差。
5. 確認鑽取位置後，以一手握住錐管螺紋線上部(圖 6)，選擇樹皮較薄處(如





樹皮裂縫)，用力抵住樹幹，另一手握住握柄同時向前施壓並順時針方向旋轉握柄，直到錐管已穩固的鑽入樹幹中。

6. 開始以兩手旋轉握柄兩端（圖 7），直至錐管已達取樣的深度（圖 8，可將取樣器平行於錐管，置於樹幹邊緣量取錐管尖端大約的位置）。
7. 將取樣器凹面向下”∩”（圖 9）整個插入錐管內，再逆時針方向旋轉握柄半圈，以使樣品與樹幹斷離，此時取樣器之凹面向上”∪”。
8. 將取樣器自錐管內取出，生長輪樣品會卡在取樣器的凹槽內（圖 10），此時，先別急著處理樣品，應先將錐管退出樹幹，避免生長錐卡在樹幹內。
9. 在鑽取過程中，若遇到堅硬部分（大量硬化的樹脂使生長錐極難轉動），或心材腐爛（生長錐轉動突然變得極為輕鬆），此兩種情況應立即退出生長錐，否則取得的樣品可能嚴重扭曲、斷裂，或生長錐無法退出樹幹（因螺紋線只能順時針方向鑽入，順著螺紋逆時針退出，無法反向切入心材）。



### 一-3、生長錐之維護與保養

生長錐極為脆弱，必須正確的使用與保養，才能延長生長錐的使用壽命及確保鑽取樣品的品質。下列幾點是取樣時或使用後須進行的維護、保養工作：

1. 鑽取每個樣品之前，以蜂蠟塊（購買生長錐時所附之蜂蠟塊）塗佈錐管表面及螺紋線，減少鑽取時錐管在樹幹內行進的摩擦力。
2. 錐管內阻塞時，將細金屬（木）棒由錐管先端插入，以香檳槌輕敲金屬棒，使阻塞物排出。
3. 若欲取樣之樹種屬富含樹脂之種類，為避免樹脂沾黏碎屑，阻礙樣品在錐管內的滑動，或造成阻塞，鑽取數個樣品後，應以細布條沾去瀆油，擦拭清理錐管和取樣器內、外。
4. 每日野外工作完後，即應擦拭清理生長錐，錐管、取樣器清理後，最好再以防鏽潤滑液(WD-40)噴灑擦拭。
5. 錐管尖端和螺紋線邊緣應保持鋒利，若已磨鈍即應以磨刀石磨尖；生長錐專用之磨刀石，可向販賣生長錐的公司洽詢、購買。
6. 若錐管尖端或螺紋線受損而有嚴重缺刻，即應請專門磨製金屬工具的師傅代為處理或交由販賣生長錐的公司修復，若缺刻太深，無法修復，則必須更換新的錐管（價錢將近可買另一个新的生長錐了！）。

### 一-4、鑽取生長輪之適當位置

鑽取生長輪樹種、地點之選擇視實驗取樣的目的而定，在取樣時，有幾項原則需注意：

1. 若樹木生長於斜坡上，應避免鑽取向坡面或背坡面位置的生長輪，盡可能從橫截坡向兩側位置鑽取。因生長於斜坡上，向坡面一側的生長速率較快，生長輪寬度較大，反之，背坡面一側的生長輪寬度較小，且心髓(pith)會較偏背坡面一側。這順坡向兩側的生長輪較容易扭曲變形，往往會產生較多不正常的生長輪，且生長狀況一側過於誇大、另一側則過度壓縮，對於生長速率的估計會造成極端的影響，橫截斜坡兩側生長速率應較為平均，但心髓偏向背坡面，鑽取前應先估計好心髓位置，再進行取樣，偏離心髓太遠的生長輪樣品，較無法精確的估算樹齡。
2. 避免從接近枝幹分支的下方鑽取樣品，盡可能選擇低於第 1 個枝幹分支的位置取樣，因接近枝幹分枝的生長輪往往扭曲變形，甚至會取得雙髓（另一分枝幹的心髓），而影響生長輪的量測或計數。
3. 同一樹幹，宜自相近高度不同位置重複鑽取 2-3 個以上的樣品，以交互檢驗生長輪變化的差異及平均估算生長速率。

#### 一-5、樣品保存

自生長錐取出之樣品極易斷裂，任何斷落的片段必須依照銜接的順序，依序置入吸管中保存，最外層銜接韌皮部、樹皮部分的生長輪，必須完整保留，若吸管長度不足，則以黏膠帶黏接吸管至足夠的長度，每一封裝樣品之吸管皆須標示編號、採集日期、地點、樹種...等相關資料，另有野外調查記錄簿可詳細記載每一樣品的完整資料，如採樣座標位置、海拔高度、坡向、個體之胸周（胸徑）、樹高、生長環境、伴生樹種...等詳細資訊，樣品置入吸管後，以膠帶（或任何替代品）封住兩端開口在放入圖筒中攜帶、保存。。

### 二、實驗室樣品處理

#### 二-1、樣品乾燥

野外取回的樣品含許多水分，必須儘速移出吸管，置於通風乾燥處陰乾，避免發霉；樣品不可高溫烘烤或陽光曝曬，以免木材纖維過度彎曲，影響後續處理及分析、量測。樣品移出吸管時和乾燥過程中，應特別注意樣品的編號、標示及安置，避免樣品混淆不清。

#### 二-2、樣品固定

生長輪樣品細長而脆弱，不易處理，乾燥後，應儘速將每一樣品分別固定於中央為半圓形凹槽的木製長形載台上。若使用錐管內徑 5 mm 之生長錐，則載台中央半圓凹槽的直徑約 6 mm，載台寬、高各約 15 mm，長度則視樣品的長短裁截，載台可委請木工師傅代為製作。

每一乾燥後的樣品將其最外層的一端朝向右邊，心髓一端向左，各別以黏著

劑固定於上述規格之載台(生長輪木條之木材纖維束必須垂直於下方載台的黏合面，以利於觀察木材纖維細胞之截面及年輪之確認)，再以棉繩緊緊纏繞載台，防止生長輪木條彎曲變形，待黏著劑乾燥、樣品穩固之後，才解開棉繩。

固定樣品時，亦需特別注意各樣品之編號、標示，各樣品之編號、採集日期、地點、樹種...等相關資料可以奇異筆書或鉛筆直接書寫在載台上。

### 二-3、樣品表面處理

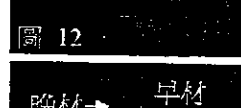
因鑽取之生長輪樣品表面過於粗糙，需先將固定樣品的表面以刀片削除，或依序以#100、#200、#300、#400、#600...#1200 系列不同號數的砂紙打磨處理，打磨光滑後的木條，再以刷子或布塊清理表面粉屑。紅檜、扁柏的纖維材質較為柔軟，有時經刀片削過的表面，部分纖維殘屑會覆蓋較為細窄的晚材(late wood)細胞，而不利於生長輪界線的判別，建議以粗細漸進的砂紙打磨處理樣品，可獲得較為平整的表面，便於後續年輪的觀察、量測等工作。

## 三、生長輪之觀察、定年與量測

### 三-1、生長輪之觀察--假年輪、異常年輪之判別

樹木形成層細胞於生長季分裂生長快速，形成的細胞較大之，於生長季結束，形成層的活動驟然降低，生長變緩甚而停止，形成的細胞小、細胞壁厚，細胞間隙排列緊密，至新年度生長季開始，形成層的活動再度復甦，細胞迅速分裂生長，因此，一年週期中，有顯著季節生長差異的地區，通常樹木的年度生長可以生長輪作為觀測依據(圖 11、12)。生長季形成的木材纖維細胞較大，此部分稱為早材(early wood)，生長季末的細胞小、壁厚、排列緊密而顏色較深，此部分稱為晚材(late wood)，如圖 13 之扁柏，樹齡約 70 年，拍攝部分為 1940-1941 年的生長輪，放大倍率約 40 倍，中央部分清楚可見年度間細胞生長的截然分界。但在生長輪觀察中，有些生長輪細胞生長變化的分界往往不易區分，這些乍看類似年輪的線條，仔細檢查後，許多都是假年輪(false rings)，如圖 14 此樹齡約 62 年之扁柏，以放大倍率 20 倍，拍攝 1988-2000 年之間的生長輪(黑點表示 1990 年)，1991、1995 年的生長輪內有許多細窄的線條，將倍率放大約 80 倍(圖 15)則可辨別年輪之真偽；另如圖 16、17 紅檜之真假年輪，以低倍率解剖顯微鏡觀察，則極易區別。

真假年輪的初步判別方法為：真年輪的晚材與隔年早材細胞大小的轉變帶截然分明，假年輪細胞大小轉變帶的變化不一致，有大小間雜的情形。有些生長輪很難以此原則確認，或者還有其他異常年輪無法從生長輪樣品中觀察得知，而造成計數生長輪並無法





確認樹齡及每一年輪定年之結果，最佳的方法可能還是繪製各樣品生長輪寬窄變化的長條圖(skeleton plot)，以此交互比對同一個體或相近地點樣品間生長輪寬窄變化的趨勢、類型，確認定年結果是否有所疏失；精確定年後之樣品，才能再進一步測量、分析年輪變化趨勢及樹木之生長速率。

### 三-2、生長輪定年

固定生長輪樣品時，樹皮一端向右，心髓一端向左（圖 11），時間軸是由左向右遞增。利用方格紙繪製長條圖(skeleton plot)簡化年輪寬窄變化的趨勢時，以 X 軸為時間軸，採西元記年，標示 10 週年，每 1 小格表示 1 年，Y 軸粗線的長度表示年輪相對的寬窄（圖 18）。

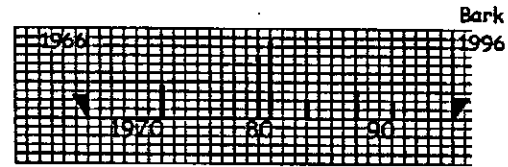


圖 18-引自 <http://www.plantbio.ohiou.edu/epb/instruct/ecology/dendro.htm>

以 Y 軸長度比較年輪寬窄的方法如下：

1. Y 軸以 10 小格為最大刻度範圍，年輪愈窄，標示直線長度愈長，年輪愈寬，長度愈短。
2. 依時間序列比較一樣品年輪寬窄的變化，若任一年輪的寬度小於其左右兩側（約  $\pm 3$  個連續的生長輪），則於該年的 Y 軸標示直線，若此年輪寬度極小，則 Y 軸長度可達 10 小格，若比之前窄小年輪寬度稍大，則標示直線短一些，若比之前窄小年輪寬一半，則標示直線 5 小格，若年輪寬度很大（大於一般的寬度）則以字母“b”標示，若年輪寬度相近於一般的寬度，則不做任何標示。

以此方法分別繪製各樣品的年輪長條圖，交互比對來自於同一個體或相近地點樣品間生長輪寬窄變化的類型，經由比較各樣品圖形分佈吻合與不吻合之處，可進一步檢驗是否存有異常年輪或假年輪之誤判，比對確認後，每一生長輪即可正確的定年。

### 三-3、生長輪量測

量測每一生長輪的實際寬度必須依賴顯微鏡和精密的量測儀器，或採用電腦影像分析處理。以精密的線性測量載台(linear measuring system)量測生長輪寬度似為目前國外較普遍採用的工具，相關的儀器資訊可參考 <http://web.utk.edu/~grissino/supplies.htm>。

生長輪量測之結果可應用於分析樹木的生長速率、成長曲線及其成長歷史中與周遭環境（生物與非生物）變動之關係，關於研究生長輪與氣候關係的方法，可參考 Fritts (1978)及相關網站資訊。

### 四、參考文獻及相關網站資訊

- Fritts, HC. 1978. *Tree Rings and Climate*, 2nd printing. Academic Press, New York.
- Stokes, MA, TL Smiley. 1968. *An Introduction to Tree-ring Dating*. University of Arizona Press, USA.

<http://tree.ltrr.arizona.edu/>

<http://web.utk.edu/~grissino/>

<http://www.forestry-suppliers.com/>

<http://www.ltrr.arizona.edu/people/Hal/hall.html>

<http://www.plantbio.ohiou.edu/epb/instruct/ecology/dendro.htm>

附錄3、阿里山事業區檜木造林地樣區每木調查資料

編 號	樹 種	胸周 (cm)	胸徑 (cm)	生長狀況 <sup>a</sup>
第1林班1小班				
樣區 1				
1 <sup>*b</sup>	紅檜	158.0	50.3	1
2 <sup>*</sup>	紅檜	135.0	43.0	1
3	紅檜	108.5	34.5	1
4	紅檜	79.0	25.1	1
5		32.0	10.2	0
6	紅檜	120.0	38.2	1
7 <sup>*</sup>	扁柏	104.0	33.1	1
8 <sup>*</sup>	紅檜	106.5	33.9	1
9 <sup>*</sup>	紅檜	207.0	65.9	1
10	紅檜	146.5	46.6	1
11	紅檜	120.0	38.2	1
12	紅檜	64.5	20.5	1
13	紅檜	84.0	26.7	1
14		62.0	19.7	0
15 <sup>+</sup>	紅檜	222.0	70.7	1
16 <sup>*</sup>	紅檜	150.0	47.7	1
17	紅檜	52.0	16.6	1
18	紅檜	119.0	37.9	1
19		70.0	22.3	0
20	紅檜	86.0	27.4	1
21 <sup>*</sup>	紅檜	90.0	28.6	1
22		52.0	16.6	0
23 <sup>*</sup>	紅檜	119.5	38.0	1
24 <sup>*</sup>	紅檜	149.0	47.4	1
25	紅檜	76.0	24.2	1
26	華山松	78.5	25.0	1
27	紅檜	130.0	41.4	1
28 <sup>*</sup>	紅檜	147.0	46.8	1
29 <sup>*</sup>	紅檜	200.0	63.7	1
30	扁柏	71.5	22.8	1
31	扁柏	76.0	24.2	1
32	紅檜	44.0	14.0	1
33		48.0	15.3	0
34		57.0	18.1	0
35	紅檜	93.0	29.6	1
36	紅檜	75.5	24.0	1
37 <sup>*</sup>	紅檜	108.0	34.4	1
38	紅檜	57.0	18.1	1
39		47.0	15.0	0
40	紅檜	74.0	23.6	1
41		71.0	22.6	0
42	紅檜	181.0	57.6	1
43	紅檜	128.0	40.7	1
44 <sup>*</sup>	扁柏	99.0	31.5	1
45 <sup>+</sup>	紅檜	104.0	33.1	1
46	紅檜	86.0	27.4	1
47	紅檜	61.5	19.6	1
48		53.5	17.0	0
49	紅檜	75.0	23.9	1
50 <sup>*</sup>	紅檜	192.0	61.1	1
51 <sup>*</sup>	紅檜	158.0	50.3	1
52 <sup>*</sup>	紅檜	94.5	30.1	1
第1林班1小班				
樣區 4				
207 <sup>*</sup>	扁柏	121.0	38.5	1
208 <sup>*</sup>	扁柏	148.0	47.1	1
209 <sup>*</sup>	扁柏	112.0	35.7	1
210 <sup>*</sup>	扁柏	117.0	37.2	1
211	高山新木薑子			1
212 <sup>*</sup>	扁柏	120.0	38.2	1
213 <sup>*</sup>	紅檜	208.0	66.2	1
214 <sup>*</sup>	紅檜	174.0	55.4	1
215		45.0	14.3	0
216 <sup>*</sup>	紅檜	146.0	46.5	1
217	紅檜	132.0	42.0	1
218 <sup>*</sup>	紅檜	97.0	30.9	1

編號	樹種	胸周 (cm)	胸徑 (cm)	生長狀況
219*	紅檜	126.0	40.1	1
220*	紅檜	147.0	46.8	1
221		41.0	13.1	0
222		33.0	10.5	0
223*	紅檜	144.0	45.8	1
224*	紅檜	128.0	40.7	1
225*	紅檜	146.0	46.5	1
226*	紅檜	196.0	62.4	1
227*	紅檜	119.0	37.9	1
228*	扁柏	143.0	45.5	1
229	紅檜	79.0	25.1	1
230*	紅檜	116.0	36.9	1
231*	紅檜	142.0	45.2	1
232*	紅檜	127.0	40.4	1
233*	紅檜	117.0	37.2	1
234*	紅檜	160.0	50.9	1
235*	紅檜	128.0	40.7	1
236*	紅檜	121.0	38.5	1
237*	紅檜	144.0	45.8	1
238*	紅檜	119.0	37.9	1
239*	紅檜	238.0	75.8	1
240	紅檜	106.0	33.7	1
241*	紅檜	86.0	27.4	1
242*	紅檜	107.0	34.1	1
243*	紅檜	213.0	67.8	1
244	紅檜	270.0	85.9	1

第1林班1小班  
樣區 5

245*	紅檜	227.0	72.3	1
246*	扁柏	92.0	29.3	1
247*	紅檜	180.0	57.3	1
248		44.5	14.2	0
249*	紅檜	168.0	53.5	1
250*	扁柏	115.0	36.6	1
251	紅檜	81.0	25.8	1
252*	紅檜	109.0	34.7	1
253*	紅檜	102.0	32.5	1
254*	紅檜	75.0	23.9	1
255*	紅檜	168.0	53.5	1
256*	紅檜	65.0	20.7	1
257*	紅檜	122.0	38.8	1
258*	紅檜	93.0	29.6	1
259*	紅檜	58.0	18.5	1
260*	紅檜	66.0	21.0	1
261*	紅檜	78.0	24.8	1
262	紅檜	56.0	17.8	1
263	紅檜	161.0	51.2	1
264*	紅檜	92.0	29.3	1
265*	柳杉	62.0	19.7	1
266	柳杉	38.0	12.1	1
267*	紅檜	153.0	48.7	1
268	柳杉	60.0	19.1	1
269*	紅檜	64.0	20.4	1
270	柳杉	42.0	13.4	1
271	柳杉	38.0	12.1	1
272*	紅檜	211.0	67.2	1
273		60.0	19.1	0
274	紅檜	126.0	40.1	1
275	扁柏	110.0	35.0	1
276*	扁柏	85.0	27.1	0
277*	紅檜	151.0	48.1	1
278*	紅檜	134.0	42.7	1
279*	扁柏	67.0	21.3	1
280*	紅檜	138.0	43.9	1
281		52.0	16.6	0
282*	紅檜	145.0	46.2	1
283	紅檜	111.0	35.3	1
284*	紅檜	78.0	24.8	1
285*	紅檜	76.0	24.2	1
286	紅檜	73.0	23.2	1

編號	樹種	胸圍 (cm)	胸徑 (cm)	生長狀況 <sup>a</sup>
287	紅檜	68.0	21.6	1
288*	紅檜	132.0	42.0	1
289	紅檜	56.0	17.8	1
290	紅檜	140.0	44.6	1
291*	紅檜	192.0	61.1	1
292	紅檜	89.0	28.3	1
293	台灣江菜	81.0	25.8	1
294	紅檜	129.0	41.1	1
295*	紅檜	230.0	73.2	1
296*	紅檜	144.0	45.8	1
297A*	紅檜	123.0	39.2	1
297B*	扁柏	46.0	14.6	1
298A*	紅檜	90.0	28.6	1
298B*	扁柏	81.0	25.8	1
299	扁柏	69.0	22.0	1
300*	扁柏	74.0	23.6	1
301*	扁柏	135.0	43.0	1
302		50.0	15.9	0
303*	扁柏	94.0	29.9	1
304		79.0	25.1	0
305	扁柏	90.0	28.6	1
306*	紅檜	156.0	49.7	1
307*	紅檜	86.0	27.4	1
308*	紅檜	98.0	31.2	1
309	紅檜	79.0	25.1	1
310	高山新木薑子	28.0	8.9	1
311		28.0	8.9	0
312		24.0	7.6	0
313	紅檜	121.0	38.5	1
314	紅檜	53.0	16.9	0
315*	紅檜	91.0	29.0	1
316		51.0	16.2	0
317	扁柏	78.0	24.8	0
318*	扁柏	74.0	23.6	1
319*	扁柏	75.0	23.9	1
320*	紅檜	115.0	36.6	1
321*	紅檜	172.0	54.7	1
322*	紅檜	128.0	40.7	1
323*	紅檜	86.0	27.4	1
324*	紅檜	167.0	53.2	1
325*	紅檜	65.0	20.7	1
326*	紅檜	102.0	32.5	1
327	扁柏	47.0	15.0	0
328	紅檜	126.0	40.1	1
329*	紅檜	97.0	30.9	1
330*	紅檜	212.0	67.5	1
331	紅檜	100.0	31.8	1
332*	紅檜	157.0	50.0	1
333	紅檜	126.0	40.1	1
334	扁柏	87.0	27.7	0
335	扁柏	100.0	31.8	1
336	扁柏	94.0	29.9	1
337	紅檜	73.0	23.2	0
338*	紅檜	187.0	59.5	1
339	紅檜	107.0	34.1	1

第1林班3小班  
樣區 2

53	紅檜	206.0	65.6	1
54	柳杉	45.0	14.3	1
55	紅檜	113.0	36.0	1
56*	扁柏	130.0	41.4	1
57	柳杉	46.0	14.6	1
58	柳杉	49.0	15.6	1
59	柳杉	56.0	17.8	1
60	柳杉	36.0	11.5	1
61	柳杉	86.0	27.4	1
62	柳杉	79.0	25.1	1
63	柳杉	30.0	9.5	1
64	紅檜	95.0	30.2	1
65	柳杉	78.5	25.0	1

編	號	樹	種	胸周 (cm)	胸徑 (cm)	生長狀況*
66		柳杉		37.0	11.8	1
67*		紅檜		155.0	49.3	1
68		柳杉		51.0	16.2	1
69		柳杉		88.0	28.0	1
70		柳杉		62.0	19.7	1
71		紅檜		127.0	40.4	1
72		紅檜		155.0	49.3	1
73		柳杉		49.0	15.6	1
74		柳杉		46.0	14.6	1
75*		台灣紅榨槲		215.0	68.4	1
76		柳杉		36.0	11.5	1
77		柳杉		30.0	9.5	1
78		柳杉		21.0	6.7	0
79		柳杉		43.0	13.7	1
80		柳杉		33.0	10.5	1
81		柳杉		105.0	33.4	1
82		柳杉		54.0	17.2	1
83*		柳杉		75.0	23.9	1
84		柳杉		85.5	27.2	1
85		柳杉		35.0	11.1	1
86		柳杉		70.0	22.3	1
87		柳杉		48.0	15.3	1
88		柳杉		60.0	19.1	1
89		柳杉		59.0	18.8	1
90		柳杉		66.0	21.0	1
91		柳杉		48.0	15.3	1
92		柳杉		44.0	14.0	1
93		柳杉		56.0	17.8	1
94		紅檜		115.0	36.6	1
95		紅檜		88.0	28.0	1
96		紅檜		119.0	37.9	1
97*		柳杉		93.0	29.6	1
98		柳杉		51.0	16.2	1
99		柳杉		32.0	10.2	1
100		柳杉		34.0	10.8	1
101		柳杉		53.0	16.9	1
102		紅檜		212.0	67.5	1
103*		紅檜		159.0	50.6	1
104*		紅檜		176.1	56.1	1
105		紅檜		37.0	11.8	1
106		紅檜		27.0	8.6	1
107		紅檜		54.0	17.2	1
108		紅檜		73.0	23.2	1
109*		紅檜		100.5	32.0	1
110*		紅檜		147.5	47.0	1
111		柳杉		17.0	5.4	1
112		柳杉		30.0	9.5	1
113*		紅檜		104.5	33.3	1
114		柳杉		40.5	12.9	1
115*		紅檜		79.5	25.3	1
116*		紅檜		103.0	32.8	1
117		柳杉		30.5	9.7	1
118		柳杉		58.5	18.6	1
119		柳杉		41.0	13.1	1
120		柳杉		27.0	8.6	1
121		紅檜		99.0	31.5	1
122		紅檜		44.0	14.0	0
123		柳杉		30.0	9.5	1
124		紅檜		142.0	45.2	1
125		紅檜		72.0	22.9	1
126		紅檜		116.0	36.9	1
127		紅檜		46.0	14.6	1
128*		扁柏		66.0	21.0	1
129		柳杉		29.0	9.2	1
130		柳杉		52.0	16.6	1
131*		紅檜		61.0	19.4	1
132		柳杉		24.5	7.8	1
133*		紅檜		160.0	50.9	1
134*		紅檜		118.0	37.6	1
135*		柳杉		32.5	10.3	1

編號	樹種	胸周 (cm)	胸徑 (cm)	生長狀況*
136	柳杉	30.0	9.5	1
137	柳杉	29.5	9.4	1
138	柳杉	28.0	8.9	1
139	柳杉	35.0	11.1	1
140	柳杉	30.0	9.5	1
141	柳杉	22.0	7.0	1
142*	紅檜	93.0	29.6	1
143	柳杉	41.0	13.1	1
144*	柳杉	38.5	12.3	1
145*	柳杉	67.0	21.3	1
146	柳杉	48.0	15.3	1
147	柳杉	52.0	16.6	1
148*	柳杉	58.0	18.5	1
149	柳杉	18.5	5.9	1
150*	柳杉	63.0	20.1	1
151	柳杉	31.0	9.9	1
152	柳杉	25.5	8.1	1
153*	扁柏	120.0	38.2	1
154	柳杉	55.0	17.5	1
155	柳杉	68.5	21.8	1
156	柳杉	20.5	6.5	1
157	柳杉	78.0	24.8	1
158	柳杉	60.0	19.1	1
159	柳杉	51.0	16.2	1
160	柳杉	48.0	15.3	1
161	柳杉	55.0	17.5	1
162	柳杉	76.0	24.2	1
163	柳杉	36.0	11.5	1
164	柳杉	29.0	9.2	1
165	柳杉	53.0	16.9	1
166	柳杉	53.0	16.9	1
167	柳杉	34.0	10.8	1

第1林班3小班

樣區 3

168*	扁柏	98.0	31.2	1
169	柳杉	234.0	74.5	1
170*	扁柏	103.0	32.8	1
171	柳杉	237.0	75.4	1
172*	扁柏	99.0	31.5	1
173*	扁柏	114.0	36.3	1
174		82.0	26.1	0
175	柳杉	216.0	68.8	1
176	紅檜	108.0	34.4	0
177	紅檜	156.0	49.7	1
178*	紅檜	170.0	54.1	1
179*	紅檜	148.0	47.1	1
180	紅檜	240.0	76.4	1
181*	紅檜	197.0	62.7	1
182	紅檜	166.0	52.8	1
183*	扁柏	153.0	48.7	1
184		74.0	23.6	0
185*	紅檜	214.0	68.1	1
186	紅檜	69.0	22.0	1
187*	紅檜	138.0	43.9	1
188*	紅檜	139.0	44.2	1
189	柳杉	264.0	84.0	1
190*	扁柏	84.0	26.7	1
191*	紅檜	199.0	63.3	1
192	柳杉	225.0	71.6	1
193	紅檜	75.0	23.9	0
194		43.0	13.7	0
195	紅檜	179.0	57.0	1
196*	紅檜	196.0	62.4	1
197*	紅檜	67.0	21.3	0
198	紅檜	213.0	67.8	1
199	紅檜	57.0	18.1	0
200	柳杉	194.0	61.8	1
201		79.0	25.1	0
202	柳杉	268.0	85.3	1
203	柳杉	251.0	79.9	1

編號	樹種	胸圍(cm)	胸徑(cm)	生長狀況
204	柳杉	176.0	56.0	1
205				0
206				0

第3林班17、18小班之間  
樣區 6

340*	扁柏	107.0	34.1	1
341	扁柏	91.0	29.0	1
342	扁柏	125.0	39.8	1
343*	扁柏	168.0	53.5	1
344*	扁柏	132.0	42.0	1
345*	扁柏	115.0	36.6	1
346*	扁柏	123.0	39.2	1
347*	扁柏	55.0	17.5	1
348	扁柏	135.0	43.0	1
349*	扁柏	107.0	34.1	1
350*	扁柏	156.0	49.7	1
351	扁柏	106.0	33.7	1
352	扁柏	100.0	31.8	1
353	扁柏	95.0	30.2	1
354*	扁柏	151.0	48.1	1
355*	紅檜	264.0	84.0	1
356	扁柏	99.0	31.5	1
357	扁柏	115.0	36.6	1
358*	紅檜	180.0	57.3	1
359	扁柏	114.0	36.3	1
360*	扁柏	69.5	22.1	1
361*	扁柏	62.5	19.9	0
362*	扁柏	58.0	18.5	0
363*	扁柏	131.0	41.7	1
364*	扁柏	106.0	33.7	1
365*	扁柏	110.5	35.2	1
366*	扁柏	47.5	15.1	1
367*	扁柏	76.0	24.2	1
368*	扁柏	102.0	32.5	1
369*	扁柏	81.0	25.8	1
370*	紅檜	174.0	55.4	1
371*	扁柏	124.0	39.5	1
372*	扁柏	72.0	22.9	1
373*	扁柏	109.0	34.7	1
374*	扁柏	124.0	39.5	1
375*	扁柏	93.0	29.6	1
376	扁柏	97.0	30.9	1
377*	扁柏	126.0	40.1	1
378*	扁柏	82.0	26.1	1

a: 0-死亡, 1-存活

b: \*-鑽取生長輪



附錄4、阿里山事業區檜木造林地樣區調查生長統計數資料

編號	樹種	胸周	胸徑	樹齡	平均生長速率 (cm/yr)
第1林班1小班					
樣區 1					
2	紅檜	135.0	43.0	77	0.56
7	扁柏	104.0	33.1	69	0.48
21	紅檜	90.0	28.6	56	0.51
28	紅檜	147.0	46.8	77	0.61
29	紅檜	200.0	63.7	72	0.88
37	紅檜	108.0	34.4	74	0.46
44	扁柏	99.0	31.5	62	0.51
52	紅檜	94.5	30.1	56	0.54
第1林班1小班					
樣區 4					
207	扁柏	121.0	38.5	70	0.55
208	扁柏	148.0	47.1	77	0.61
209	扁柏	112.0	35.7	48	0.74
210	扁柏	117.0	37.2	77	0.48
212	扁柏	120.0	38.2	77	0.50
213	紅檜	208.0	66.2	67	0.99
214	紅檜	174.0	55.4	67	0.83
218	紅檜	97.0	30.9	75	0.41
219	紅檜	126.0	40.1	73	0.55
220	紅檜	147.0	46.8	73	0.64
223	紅檜	144.0	45.8	70	0.65
225	紅檜	146.0	46.5	72	0.65
227	紅檜	119.0	37.9	67	0.57
228	扁柏	143.0	45.5	62	0.73
231	紅檜	142.0	45.2	72	0.63
234	紅檜	160.0	50.9	73	0.70
235	紅檜	128.0	40.7	72	0.57
237	紅檜	144.0	45.8	58	0.79
238	紅檜	119.0	37.9	71	0.53
242	紅檜	107.0	34.1	67	0.51
244	紅檜	270.0	85.9	69	1.25
第1林班1小班					
樣區 5					
245	紅檜	227.0	72.3	78	0.93
249	紅檜	168.0	53.5	79	0.68
250	扁柏	115.0	36.6	71	0.52
253	紅檜	102.0	32.5	77	0.42
254	紅檜	75.0	23.9	61	0.39
255	紅檜	168.0	53.5	75	0.71
256	紅檜	65.0	20.7	66	0.31
257	紅檜	122.0	38.8	70	0.55
259	紅檜	58.0	18.5	66	0.28
260	紅檜	66.0	21.0	67	0.31
261	紅檜	78.0	24.8	69	0.36
267	紅檜	153.0	48.7	60	0.81
269	紅檜	64.0	20.4	34	0.60
276	扁柏	85.0	27.1	56	0.48
277	紅檜	151.0	48.1	73	0.66

編號	樹種	胸周	胸徑	樹齡	平均生長速率 (cm/yr)
279	扁柏	67.0	21.3	60	0.36
280	紅檜	138.0	43.9	63	0.70
283	紅檜	111.0	35.3	77	0.46
284	紅檜	78.0	24.8	77	0.32
285	紅檜	76.0	24.2	73	0.33
288	紅檜	132.0	42.0	76	0.55
291	紅檜	192.0	61.1	69	0.89
295	紅檜	230.0	73.2	72	1.02
300	扁柏	74.0	23.6	58	0.41
301	扁柏	135.0	43.0	74	0.58
303	扁柏	94.0	29.9	80	0.37
306	紅檜	156.0	49.7	78	0.64
308	紅檜	98.0	31.2	51	0.61
318	扁柏	74.0	23.6	63	0.37
319	扁柏	75.0	23.9	68	0.35
321	紅檜	172.0	54.7	80	0.68
323	紅檜	86.0	27.4	75	0.36
324	紅檜	167.0	53.2	77	0.69
325	紅檜	65.0	20.7	73	0.28
326	紅檜	102.0	32.5	62	0.52
332	紅檜	157.0	50.0	76	0.66
338	紅檜	187.0	59.5	77	0.77
297A	紅檜	123.0	39.2	79	0.50
297B	扁柏	46.0	14.6	56	0.26

第1林班3小班

樣區 2

56	扁柏	130.0	41.4	70	0.59
67	紅檜	155.0	49.3	64	0.77
81	柳杉	105.0	33.4	25	1.34
83	柳杉	75.0	23.9	27	0.88
103	紅檜	159.0	50.6	73	0.69
104	紅檜	176.1	56.1	73	0.77
113	紅檜	104.5	33.3	58	0.57
115	紅檜	79.5	25.3	63	0.40
128	扁柏	66.0	21.0	68	0.31
131	紅檜	61.0	19.4	66	0.29
142	紅檜	93.0	29.6	65	0.46
148	柳杉	58.0	18.5	28	0.66
150	柳杉	63.0	20.1	74	0.27
153	扁柏	120.0	38.2	72	0.53

第1林班3小班

樣區 3

170	扁柏	103.0	32.8	69	0.48
172	扁柏	99.0	31.5	67	0.47
173	扁柏	114.0	36.3	77	0.47
178	紅檜	170.0	54.1	72	0.75
181	紅檜	197.0	62.7	74	0.85
185	紅檜	214.0	68.1	67	1.02
187	紅檜	138.0	43.9	67	0.66
197	紅檜	67.0	21.3	66	0.32

編號	樹種	胸周	胸徑	樹齡	平均生長速率 (cm/yr)
第3林班17、18小班之間					
樣區 6					
340	扁柏	107.0	34.1	69	0.49
343	扁柏	168.0	53.5	69	0.78
345	扁柏	115.0	36.6	71	0.52
346	扁柏	123.0	39.2	71	0.55
349	扁柏	107.0	34.1	74	0.46
350	扁柏	156.0	49.7	71	0.70
355	紅檜	264.0	84.0	71	1.18
358	紅檜	180.0	57.3	59	0.97
363	扁柏	131.0	41.7	69	0.60
364	扁柏	106.0	33.7	67	0.50
365	扁柏	110.5	35.2	72	0.49
366	扁柏	47.5	15.1	34	0.44
367	扁柏	76.0	24.2	55	0.44
368	扁柏	102.0	32.5	52	0.62
369	扁柏	81.0	25.8	58	0.44
370	紅檜	174.0	55.4	64	0.87
371	扁柏	124.0	39.5	73	0.54
373	扁柏	109.0	34.7	63	0.55
375	扁柏	93.0	29.6	60	0.49
377	扁柏	126.0	40.1	61	0.66

附錄 5、2000.7 月以後侵台颱風記錄（中央氣象局資料）

一、名稱 啟德 (KAI-TAK)

編號 0004

生成地點 呂宋島西北西方海面

侵(近)台日期 7月9日

發布時間 海上：7月6日11時43分，陸上：7月8日5時45分。

解除時間 陸上：7月9日23時5分，海上：7月10日3時0分。

發布報數 30

最大強度 中度

近中心最大風速(公尺/秒) 35(12級)

侵台路徑分類 4

登陸地段 台東縣成功鎮

動態 形成後在東沙島東方海面打轉，於8日下午移速加快，朝台灣東南方海面移動，再沿台灣東部近海北上，9日11時30分於成功附近登陸，隨後由基隆附近出海，向北遠離。

災害 1人受傷。

二、名稱 碧利斯 (BILIS)

編號 0010

生成地點 菲律賓東方海面

侵(近)台日期 8月22日

發布時間 海上：8月21日8時25分，陸上：8月21日14時45分。

解除時間 陸上：8月23日20時5分，海上：8月23日20時5分。

發布報數 21

最大強度 強烈

近中心最大風速(公尺/秒) 53(16級)

侵台路徑分類 3

登陸地段 台東縣成功鎮

動態 形成後以穩定速度朝西北西至西北方向直撲台灣，22日22時30分左右登陸台東縣成功鎮附近，隨後於隔日中午由金門北方近海進入大陸。

災害 11人死亡，4人失蹤，110人受傷，房屋全倒434戶，半倒1725戶。

三、名稱 巴比倫 (PRAPIROON)

編號 0012

生成地點 菲律賓東方海面

侵(近)台日期 8月30日

發布時間 海上：8月27日20時45分，陸上：8月28日14時45分。

解除時間 陸上：8月30日8時40分，海上：8月30日14時20分。

發布報數 23

最大強度 中度

近中心最大風速(公尺/秒) 33(12級)

侵台路徑分類 -

登陸地段 未登陸

動態 形成後以偏西轉西北的方向移動，在通過宮古島附近海面後，轉以偏北的方向加速離開台灣北部海面。

災害 無人傷亡。

#### 四、名稱 寶發(BOPHA)

編號 0015

生成地點 菲律賓東方海面

侵(近)台日期 9月9日

發布時間 海上：9月8日15時15分，陸上：9月8日20時40分。

解除時間 陸上：9月10日8時40分，海上：9月10日15時0分。

發布報數 17

最大強度 輕度

近中心最大風速(公尺/秒) 23(9級)

侵台路徑分類 -

登陸地段 未登陸

動態 形成後以偏西北西方向接近宮古島後，轉向偏南的方向，沿台灣東方海面由北往南移動，並在登陸宮古島後減弱為熱帶性低氣壓。

災害 無人傷亡。

#### 五、名稱 雅吉(YAGI)

編號 0019

生成地點 菲律賓東南方海面

侵(近)台日期 10月25日

發布時間 海上：10月23日20時20分，陸上：10月24日14時50分。

解除時間 陸上：10月26日3時25分，海上：10月26日8時50分。

發布報數 21

最大強度 中度

近中心最大風速(公尺/秒) 33(12級)

侵台路徑分類 -

登陸地段 未登陸

動態 形成後向西北西方向接近台灣東北部海面後，轉向東北移動並減弱為熱帶性低氣壓，隨後其低層環流又轉向西南移動，其環流並逐漸消失。

災害 無人傷亡。

六、名稱 象神 (XANGSANE)

編號 0020

生成地點 菲律賓東南方海面

侵(近)台日期 11月1日

發布時間 海上：10月30日20時15分，陸上：10月31日2時45分。

解除時間 陸上：11月1日17時45分，海上：11月1日20時5分。

發布報數 17

最大強度 中度

近中心最大風速(公尺/秒) 38(13級)

侵台路徑分類 -

登陸地段 未登陸

動態 形成後向西北西移動，通過菲律賓後緩慢向東北東移動，俟其進入巴士海峽後加速移動，沿台灣東部近海繼續向東北東移動，進入東海並減弱消失。

災害 52人死亡，10人失蹤，5人受傷。

七、名稱 貝碧佳 (BEBINCA)

編號 0021

生成地點 關島西北方海面

侵(近)台日期 11月7日

發布時間 海上：11月6日10時15分。

解除時間 海上：11月7日8時55分。

發布報數 9

最大強度 輕度

近中心最大風速(公尺/秒) 33(12級)

侵台路徑分類 -

登陸地段 未登陸

動態 形成後向西北西移動通過菲律賓，進入南海後轉向偏北方向移動，俟其接近東沙島時，轉向偏西方向移動，並減弱為熱帶性低氣壓。

災害 無人傷亡。

颱風警報發布時間統計表

颱風 \ 警報類別	海 上	陸 上
啟德 (KAI-TAK)	7月6日 11時43分	7月8日 5時45分
碧利斯 (BILIS)	8月21日 8時25分	8月21日 14時45分
巴比倫 (PRAPIROON)	8月27日 20時45分	8月28日 14時45分
寶發 (BOPHA)	9月8日 15時15分	9月8日 20時40分
雅吉 (YAGI)	10月23日 20時20分	10月24日 14時50分
象神 (XANGSANE)	10月30日 20時15分	10月31日 2時45分
貝碧佳 (BEBINCA)	11月6日 10時15分	