

## 研究報告

# 惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林植群監測

蔡尚息<sup>1</sup> 黃立彥<sup>2</sup> 林志銓<sup>2</sup> 歐辰雄<sup>3</sup> 許博行<sup>3</sup> 呂金誠<sup>3</sup>

【摘要】本研究於 1998-1999 年監測惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林，以瞭解經營施業前後對物種組成與結構的影響。發現各樣區紅檜之之分叉株數所占比率極高（概為 50% 以上），而隨分叉數愈多，其單株平均胸徑、樹高與材積愈低，又已有如香桂等闊葉樹種入侵，故以胸高斷面積為介量，實施 30、50 與 60% 三種疏伐度之疏伐試驗，又由於疏伐後有較大之孔隙產生，並於孔隙下混植牛樟、香楠與烏心石等樹種。另各樣區紅檜之直徑級皆在 40 cm 以內，又以胸徑 10-25 cm 者居多；疏伐前 242 號造林地之紅檜總株數，以及每公頃材積高於 248 號造林地，又 248 號造林地中各樣區的闊葉樹材積較 242 號造林地高，尤以 A2、B2 和 C2 樣區為然，且高於此等樣區內紅檜之材積，然疏伐後以 A1 樣區之紅檜的總株數和每公頃材積高於其他疏伐樣區，而疏伐前後皆以 B2 樣區中紅檜之總株數和每公頃材積最低。建議未來除定期調查紅檜、木荷和臺灣杉等目的樹種，另香桂、薯豆、變葉新木薑子等 23 種優勢植物，以及疏伐後出現之火炭母草、昭和草、蔓芒其等 13 種潛在優勢植物，可為監測之候選指標種。

【關鍵詞】紅檜人工林、闊葉樹次生林、監測、分叉、疏伐

## Research paper

# Monitoring Taiwan Red Cypress Plantation and Secondary Broadleaf Forest at Huisun Forest Station

Shang-Te Tsai<sup>1</sup> Li-Yen Huang<sup>2</sup> Chih-Chuan Lin<sup>2</sup> Chern-Hsiung Ou<sup>3</sup> Bor-Hung Sheu<sup>3</sup> King-Cherng Lu<sup>3</sup>

【Abstract】The purpose of this study was to reveal the change of composition and structure of species after thinning. The monitoring was conducted by vegetation inventory in the Taiwan red cypress plantation and a secondary broadleaf forest at Hue-Sun Forest Station from 1998 to 1999. The rate of forking of Taiwan red cypress was more than 50%, and the higher the number of forking, the lower the average diameter, height and volume per tree. Some broadleaf trees, e.g. *Cinnamomum randaiense*, have been observed to invade into the Taiwan red cypress plantation. Therefore, we performed the thinning

---

1. 環球技術學院環境資源管理系助理教授，通訊作者

Assistant Professor, Department of Environmental Resources Management, Transworld Institute of Technology; Corresponding author.

2. 國立中興大學森林學系博士班研究生

Graduate student of Ph.D., Department of Forestry, National Chung Hsing University.

3. 國立中興大學森林學系教授

Professor, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

treatment of 30, 50 and 60% thinning degree based on the parameter of basal area, and mix-plantation with *Cinnamomum kanahirai*, *Machilus zuihoensis* and *Michelia compressa* under the larger gaps. The diameter class of Taiwan red cypress was less than 40 cm, and most of them were 10 to 25 cm in the plantation. Both of the sum of individuals, and per hectare volume for Taiwan red cypress in plantation No. 242 were larger than those in plantation No. 248 before thinning. The volume of broadleaf trees in plantation No. 248 was higher than that in plantation No. 242, especially the plot A2, B2 and C2 (the volume of broadleaf trees was higher than the volume of Taiwan red cypress in these three plots). The sum of individuals and per hectare volume for Taiwan red cypress of plot A1 was the highest among the other thinning plots, and the sum of individuals and per hectare volume for Taiwan red cypress of plot B2 was the lowest before and after thinning. In conclusion, we suggest the periodical monitor of target species, such as Taiwan red cypress, *Schima superba* and *Taiwania cryptomerioides*. 23 dominants, e.g. *Cinnamomum randaiense*, *Elaeocarpus japonicus*, *Neolitsea variabilissima*, and 13 potential dominants, e.g. *Polygonum chinense*, *Crassocephalum rabens*, *Dicranopteris linearis* var. *tetraphylla*, were also selected for the candidate indicators for monitoring.

**【Key words】** Taiwan red cypress plantation, secondary broadleaf forest, monitoring, forking, thinning.

## 一、前言

監測系統 (monitoring system) 乃指經過一段時間週期，經由觀察與測量，而發現變化情形及預測發展趨勢之系統 (IUFRO, 1992)。Noss (1999) 特別強調建構森林資源監測計畫時，最重要的即是目標確立，如此，方能蒐集合適的資料，並藉由生態指標，以檢討過去森林的狀況，掌握現況，瞭解資源的改變，以及預測未來的發展；而雖然已有許多相關森林生態學中的生態指標研究，然仍須持續監測調查，以確定此等指標是否真實反應目前所知的功能性。其中之調查工作必須透過永久樣區 (permanent plot) 之設立來達成，以確保不同時期調查區域之一致性；如歐辰雄等 (1999, 2000) 針對插天山自然保留區臺灣山毛櫸天然更新情形所設置之樣區，呂福原等 (2001, 2002) 以及賴聰明 (2004) 對於丹大地區不同時期相同永久樣區之監測研究。本研究針對中興大學惠蓀林場關刀溪集水區內，第四、五林班之 242、248 號紅檜造林地的森林生態系經營試區，藉由植群監測調查以瞭解其物種組成、結構於經營施業前後之變化。

## 二、材料與方法

### (一) 樣區設置

本研究區係為惠蓀林場關刀溪集水區內第四、五林班之 242、248 號紅檜造林地，其中 242 號造林地面積為 5.61 ha，而 248 號造林地 (關刀山入口旁) 面積為 6.91 ha，合計 12.52 ha；又此二造林地之紅檜多為分叉 (forking) 叢生，且多入侵的闊葉樹幼木，為落實生態系經營理念於人工林的經營管理，冀透過疏伐處理營造複層林，以提高其生產力與歧異度。是故於此二紅檜人工林設置 8 個 40 m × 100 m 之施業樣區 (即疏伐處理之範圍)，再分別於其中設置 20 m × 50 m 之調查樣區 (即植群監測調查之範圍)，調查樣區由 40 個 5 m × 5 m 之連結或鄰近小區組成；另於 248 號造林地附近的闊葉樹次生林，設置 2 個 20 m × 25 m 之調查樣區，作為試驗研究的對照組，並於其間劃分 20 個 5 m × 5 m 之小區，各樣區之屬性資料列於表 1。此外，所有調查樣區外圍設至少 20 m 以上的緩衝帶。

表 1. 惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林樣區屬性表

Table 1. Attributes of plots in Taiwan red cypress plantation and secondary broadleaf forest at Hue-Sun Forest Station.

屬性資料	紅 檜 人 工 林 樣 區								闊葉樹次生林樣區	
	242 號造林地				248 號 造 林 地				H1	H2
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1		
坡度 (°)	30	30	35	40	37	40	34	30	40	45
坡向 (°)	65	65	85	85	85	83	83	83	195	140
調查長邊 (m)	55	55	60	60	60	60	60	55	25	26
調查短邊 (m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
施業長邊 (m)	70	70	100	100	100	100	100	100	-	-
施業短邊 (m)	33	33	40	40	40	40	40	40	-	-
疏伐處理類別	對照組	50%	30%	60%	對照組	60%	對照組	30%	對照組	對照組

(二) 植群調查與分析

調查時將植物分為喬木層 (overstory) 與地被層 (understory)。於疏伐前 1998 年 4 月與 1999 年 1 月完成二次之喬木層植群調查；疏伐前 1998 年 4 月 (春季)、7 月 (夏季)、10 月 (秋季) 和 1999 年 1 月 (冬季)，以及疏伐後 1999 年 4 月 (春季) 和 7 月 (夏季) 完成六次地被層植群調查。

1. 植物之重要值求算

原始調查資料之植物種類編碼建檔後，使用以 CLIPPER 程式語言所自行撰寫之程式 (COMB.PRG、CLUSTER.EXE)，求得相對密度 (relative density)、相對頻度 (relative frequency) 與相對優勢度 (relative dominance)，三者加總而得之重要值指數 (importance value index, IVI)，以瞭解各種植物於樣區中所占之重要性；又地被層植物之重要值指數，係為相對頻度和相對覆蓋度 (relative coverage) 的總和。

2. 種間相關分析

採用定性的 2x2 關聯表 (contingency table) 進行種間相關性分析，而所求解之關聯係數 (coefficient of contingency, r) 介於-1 至+1，當 r

值愈趨近於 0 時，表示二物種之出現愈不相關；否則即是具某一程度上的正相關或負相關。此計算係利用 GWBASIC 程式語言所自行撰寫的程式 (2X2SORT.BAS、2X2CONTL.BAS) 運算之。

3. 分叉情形探討

將 1998 與 1999 年疏伐前後的紅檜人工林調查資料，依紅檜的分叉情形 (不分叉、二分叉、三分叉以及四分叉以上等四類)，分別求算其分叉率，以及單株的平均胸徑、平均樹高和平均材積，以比較不同分叉情形的生長差異。

4. 林分蓄積

使用以 GWBASIC 程式語言所自行撰寫之程式 (CF-DBH.BAS)，計算各樣區紅檜之直徑分布；並以陳朝圳 (1985) 調查大雪山地區紅檜人工幼齡林，所推導之樹高曲線式 (式 1, R=0.9018) 與材積式 (式 2, R=0.9605)，計算各樣區紅檜之每公頃材積。此外，闊葉樹材積以劉業經等 (1986) 調查惠蓀林場小出山之 104 株林木之樹高與胸徑，所推導之迴歸式 (式 3, R=0.6928, 形數=0.45)，採用 GWBASIC 程式語言，自行撰寫的程式

(DBH\_DIS.BAS) 計算各樣區之每公頃材積。

$$H_{CF}=1.3+0.417962 \cdot D^{1.102522} \quad (1)$$

式中  $H_{CF}$ =紅檜樹高 (m)

$D$ =胸高直徑 (cm)

$$V_{CF}=0.00010092 \cdot D^{0.541061} \cdot H_{CF}^{1.15514} \quad (2)$$

式中  $V_{CF}$ =紅檜材積 ( $m^3$ )

$$\log H_{BL}=0.689+0.327 \log D \quad (3)$$

式中  $H_{BL}$ =闊葉樹樹高 (m)

### 三、結果

#### (一) 優勢植物之重要值

植物種類的鑑定係依劉業經等 (1994) 、

臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1994, 1996, 1993, 1998) 、臺灣植物誌編輯委員會 (1978, 1979) 、郭城孟 (1997) 以及楊遠波等 (1997) 相關文獻, 共計有 98 科 305 種。將各樣區喬木層植物中之重要值較高者列出, 如表 2-4 所示, 紅檜人工林各樣區喬木層之紅檜、木荷 (係補植樹種)、香桂等重要值均頗高, 又 A1 樣區多有臺灣杉 (原栽植樹種); 而闊葉樹次生林之 H1 與 H2 樣區則以薯豆、香桂、變葉新木薑子、小葉赤楠、反刺櫛與南投石櫟為主要優勢樹種。

表 2. 1998 年各樣區喬木層優勢植物之重要值

Table 2. Important value index of dominant species of overstory at each plot in 1998.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
木荷	5.7	12.2	58.7	71.1	47.4	60.8	54.0	43.8	1.0	12.2
紅花八角	0.0	0.0	5.7	13.6	14.4	10.4	19.0	6.7	9.3	4.0
香桂	14.7	19.1	27.5	38.5	21.4	13.8	13.3	7.7	32.0	25.0
竹葉楠	2.6	2.3	17.1	13.2	9.5	16.4	9.0	4.3	1.4	1.0
變葉新木薑子	5.7	8.7	2.5	4.1	9.0	2.7	6.4	9.4	16.8	21.7
綠樟	5.4	3.0	7.0	14.5	10.0	3.9	3.0	5.1	2.0	4.4
狗骨仔	3.0	3.2	14.4	8.7	7.9	2.3	5.5	4.7	0.0	1.4
來特氏越橘	3.7	2.1	3.5	1.3	4.2	0.0	1.4	2.8	15.2	14.5
薯豆	4.8	2.8	4.9	6.7	7.4	4.8	2.4	2.9	35.4	76.9
紅檜	183.1	166.1	66.9	24.9	47.5	124.8	103.4	144.3	0.0	2.8
漸尖葉新木薑子	2.0	1.7	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	2.0	12.1	3.8
反刺櫛	3.8	2.5	9.3	8.2	29.3	1.5	3.9	4.4	12.9	27.2
豬腳楠	4.4	8.3	8.8	14.7	10.9	4.7	8.3	15.9	13.0	14.7
臺灣黃杞	2.2	0.0	5.5	1.8	1.0	13.2	6.0	0.0	2.5	13.0
小葉赤楠	7.0	8.0	2.2	2.6	9.0	0.0	7.7	3.0	28.6	11.6
南投石櫟	3.1	3.0	0.4	1.1	2.0	0.0	1.4	0.0	40.6	2.9
臺灣杉	3.9	4.1	0.0	1.3	5.1	3.7	10.0	15.6	0.0	0.0

表 3. 1999 年疏伐前各樣區喬木層優勢植物之重要值

Table 3. Important value index of dominante species of overstory at each plot before thinning in 1999.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
木荷	6.1	12.4	54.9	67.1	42.3	49.7	41.8	41.6	1.0	10.4
紅花八角	0.0	0.0	6.6	17.1	17.9	12.2	18.5	9.3	5.0	8.3
香桂	18.4	18.3	28.5	38.8	21.0	17.3	14.3	8.2	33.4	22.2
竹葉楠	0.0	4.2	21.4	13.3	9.8	14.9	6.6	6.1	0.8	1.0
變葉新木薑子	7.5	9.9	4.4	4.0	8.6	3.1	7.9	8.7	22.8	31.4
綠樟	5.4	2.1	11.6	14.2	10.5	5.3	5.0	5.6	2.0	5.2
狗骨仔	2.6	3.7	19.6	12.1	10.8	9.6	6.2	5.6	0.8	3.5
來特氏越橘	6.5	7.1	2.6	1.3	3.8	0.8	3.6	4.2	13.9	14.6
薯豆	5.1	2.3	2.6	7.3	9.9	5.3	10.3	2.9	37.9	82.7
紅檜	196.4	160.2	61.4	24.8	47.5	103.7	88.5	127.7	0.0	3.1
漸尖葉新木薑子	2.1	1.4	1.4	0.4	0.0	0.0	1.1	2.4	10.2	2.2
反刺楮	5.3	1.4	9.8	8.3	33.3	0.8	2.9	4.5	13.8	17.4
豬腳楠	4.1	10.4	11.3	11.3	9.0	9.2	14.2	14.0	7.7	17.2
臺灣黃杞	1.3	0.7	6.1	1.3	0.3	8.2	7.1	1.6	2.6	10.3
小葉赤楠	3.6	9.1	2.3	2.0	8.2	0.0	9.0	6.1	29.3	13.5
南投石櫟	3.1	2.8	0.4	1.5	3.3	0.0	0.9	0.0	37.0	3.9
臺灣杉	3.2	2.7	0.0	1.2	5.1	2.9	8.7	13.3	0.0	0.0

表 4. 1999 年紅檜人工林疏伐樣區喬木層優勢植物之重要值

Table 4. Important value index of dominant species of overstory at each plot after thinning in 1999.

植物種類	樣區編號				
	T	A2	B2	B1	A1
木荷	19.9	66.0	83.1	28.0	25.6
紅花八角	0.0	7.4	10.3	15.1	10.6
紫珠葉泡花樹	3.4	5.3	1.4	12.4	0.9
香桂	23.6	28.4	39.4	15.4	8.5
竹葉楠	4.3	20.6	13.6	15.4	7.0
變葉新木薑子	10.1	3.9	3.9	3.0	7.6
綠樟	1.7	10.2	11.8	5.8	6.3
狗骨仔	4.6	17.3	13.8	12.0	6.4
紅檜	134.1	72.8	18.6	111.1	132.1
豬腳楠	12.8	10.1	14.1	12.2	16.2
小葉赤楠	12.1	3.3	1.9	0.0	6.1
臺灣杉	3.7	0.0	0.0	3.4	14.0

將各樣區地被層植物中之重要值較高者列出如表 5-10，顯示倒葉瘤足蕨、生根卷柏與芒萁普遍出現於各樣區；而廣葉鋸齒雙蓋蕨、五節芒多僅出現於紅檜人工林；除紅檜人工林之 C3 和 T 樣區，以及闊葉樹次生林樣區，其他樣區之裏白的重要值頗高。另紅檜人工林之 B1

樣區因較潮濕，而多有冷清草出現，闊葉樹次生林樣區則多有裂緣花出現，又特產臺灣中部地區的蓮花池柃木亦常可於各樣區中發現。此外，經疏伐處理之紅檜人工林樣區，於 1999 年 4 月和 7 月的調查則有火炭母草的出現。

表 5. 1998 年 4 月各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 5. Important value index of dominant species of understory at each plot in Apr., 1998.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
倒葉瘤足蕨	23.5	21.9	10.4	9.8	15.1	6.5	13.3	15.8	24.6	25.5
生根卷柏	26.5	37.7	12.3	2.5	0.9	18.8	1.6	8.2	18.6	22.0
狗骨仔	3.3	2.6	10.6	6.9	9.0	5.1	5.9	2.6	2.4	4.9
廣葉鋸齒雙蓋蕨	4.0	5.9	3.8	6.9	4.1	12.3	6.9	1.7	0.0	0.0
蓮花池柃木	1.4	1.2	10.4	5.9	6.6	5.3	4.6	2.9	0.0	0.0
裏白	0.6	0.0	7.4	9.4	26.0	8.9	16.5	12.9	3.5	13.4
芒萁	38.3	32.1	13.1	18.0	15.0	3.0	18.6	36.7	25.1	6.8
臺灣拔契	4.1	4.9	3.5	30.1	2.7	2.9	4.0	4.3	9.2	7.7
五節芒	0.5	0.0	3.5	18.5	1.2	1.7	5.0	5.2	0.0	0.0
柔葉金星蕨	4.6	4.7	0.0	0.0	0.0	0.5	2.2	11.1	0.0	0.0
裂緣花	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	8.0
冷清草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.9	0.1	0.0	0.0	0.0

表 6. 1998 年 7 月各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 6. Important value index of dominant species of understory at each plot in Jul., 1998.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
倒葉瘤足蕨	27.5	23.6	10.2	9.4	12.7	6.6	12.1	14.5	27.7	96.7
生根卷柏	18.7	30.1	12.2	1.6	0.4	12.6	1.5	8.5	17.2	6.6
廣葉鋸齒雙蓋蕨	6.5	6.6	4.9	8.0	4.1	19.1	8.4	5.4	0.0	0.0
裏白	0.0	0.0	12.5	10.8	20.0	2.6	15.9	5.7	1.9	2.2
芒萁	26.2	30.8	16.0	25.5	23.8	3.4	18.4	32.9	38.6	2.0
五節芒	0.6	0.0	3.5	20.4	1.2	1.4	3.0	2.1	0.0	0.0
柔葉金星蕨	6.3	5.5	0.2	0.5	0.1	0.2	1.2	17.4	0.3	3.2
裂緣花	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	4.6
冷清草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	0.3	0.0	0.0	0.0

表 7. 1998 年 10 月各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 7. Important value index of dominant species of understory at each plot in Oct., 1998.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
倒葉瘤足蕨	24.8	18.8	7.7	11.1	10.5	5.0	10.1	13.8	17.6	16.0
生根卷柏	22.8	38.8	18.2	2.4	0.3	9.7	1.4	5.8	15.3	16.4
竹葉楠	1.9	1.2	4.7	2.5	10.2	4.8	4.5	4.3	1.6	2.8
廣葉鋸齒雙蓋蕨	4.1	6.3	4.3	7.8	3.7	13.9	7.5	1.6	0.0	0.4
裏白	0.6	0.0	15.8	10.7	30.7	3.4	10.3	9.9	4.3	5.5
生芽鐵角蕨	7.3	4.8	5.0	2.9	10.7	2.5	3.7	3.3	2.8	4.6
芒萁	21.0	25.6	15.6	17.9	11.8	3.1	18.5	40.8	30.4	5.2
五節芒	0.5	0.0	3.3	32.5	0.3	1.4	4.0	4.3	0.0	0.0
裂緣花	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.0
冷清草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	0.3	0.0	0.0	0.0

表 8. 1999 年 1 月各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 8. Important value index of dominant species of understory at each plot in Jan., 1999.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
倒葉瘤足蕨	31.0	25.2	6.5	13.4	21.1	6.3	16.1	21.0	37.1	17.3
生根卷柏	10.9	35.7	15.4	3.4	1.1	14.1	1.6	7.9	12.3	24.4
廣葉鋸齒雙蓋蕨	4.6	7.4	5.2	9.3	5.0	17.9	8.9	2.1	0.0	0.0
蓮花池柃木	2.6	2.1	11.7	7.6	6.0	6.2	4.6	3.8	0.0	1.3
裏白	0.4	0.0	8.5	12.6	11.7	2.9	9.4	9.8	1.8	10.4
芒萁	32.2	24.0	12.7	18.4	16.3	2.8	14.2	31.4	20.9	6.3
臺灣拔契	5.4	5.2	1.1	4.0	5.0	3.3	4.6	6.2	22.0	7.4
五節芒	0.7	0.0	3.3	17.6	0.7	1.2	3.0	3.0	0.0	0.0
裂緣花	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	8.8
冷清草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.7	0.3	0.0	0.0	0.0

表 9. 1999 年 4 月各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 9. Important value index of dominant species of understory at each plot in Apr., 1999.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
倒葉瘤足蕨	25.8	31.8	6.9	7.7	13.3	5.4	11.1	18.3	17.1	23.5
生根卷柏	15.9	16.9	10.2	1.0	1.0	6.0	1.5	14.5	28.7	4.9
廣葉鋸齒雙蓋蕨	4.7	9.3	4.0	9.0	4.7	21.4	7.4	0.6	0.3	2.4
裏白	0.4	0.0	7.3	10.3	22.3	2.6	11.0	2.4	8.0	7.5
芒萁	28.2	14.2	7.1	15.0	24.4	2.3	17.7	31.9	4.8	20.0
火炭母草	0.0	0.0	0.4	2.1	0.0	12.3	0.0	0.0	0.2	0.5
五節芒	0.7	0.0	2.3	14.0	0.4	0.6	3.5	0.0	0.0	3.0
柔葉金星蕨	0.0	5.8	0.0	0.3	0.0	0.3	0.5	0.9	0.0	16.4
裂緣花	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	7.3	0.0
冷清草	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	13.5	0.3	0.0	0.0	0.0

表 10. 1999 年 7 月各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 10. Important value index of dominant species of understory at each plot in Jul., 1999.

植物種類	樣區編號									
	C3	T	A2	B2	C2	B1	C1	A1	H1	H2
倒葉瘤足蕨	34.3	30.6	6.7	7.2	11.5	5.0	10.1	23.3	21.8	17.7
生根卷柏	14.4	16.3	9.9	1.0	0.6	5.5	1.5	4.8	15.3	20.0
廣葉鋸齒雙蓋蕨	4.4	8.9	3.9	8.3	4.5	19.8	8.0	2.3	0.0	0.0
裏白	0.0	0.0	7.1	9.4	13.0	2.4	11.7	7.4	2.1	13.5
芒萁	23.5	13.6	6.9	13.8	27.7	2.1	11.2	19.8	20.6	2.9
火炭母草	0.0	0.0	0.4	1.9	0.0	11.4	0.1	0.5	0.0	0.0
五節芒	0.2	0.0	2.3	12.8	0.5	0.5	2.7	3.0	0.0	0.0
裂緣花	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	7.6
柔葉金星蕨	4.5	5.5	0.0	0.3	0.1	0.2	1.3	16.2	1.1	4.5
冷清草	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	12.5	0.2	0.0	0.0	0.0

## (二) 種間相關分析

分別選取 1998、1999 年植群調查中，喬木層植物種間頻度介於 31-69% 的 11 和 14 種樹種進行種間相關性分析。結果發現僅紫珠葉泡花樹和叢花百日青具負相關 ( $r=-0.25$ ,  $*P<0.05$ )，而臭辣樹與山漆 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ )，山紅柿與糊櫟 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ ) 分別呈現正相關。此外，分別選取 1998 年 4、7 和 10 月，以及 1999 年 1、4 和 7 月植群調查中地被層植物種間頻度介於 45-55% 的植物進行種間相關性分析。由結果得知 1998 年 4 月調查中所選取的 13 種植物，以及 1999 年 1 月調查中之 12 種植物皆無顯著相關性；而 1998 年 7 月調查中所選取的 13 種植物中，山胡椒與山紅柿具負相關 ( $r=-1.00$ ,  $*P<0.05$ )，百香果和早田氏柃木呈現正相關 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ )；又 1998 年 10 月調查中之 10 種植物中，臺灣灰木與百香果具正相關 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ )；另 1999 年 4 月調查所選取的 16 種植物中，光滑菝葜和燈稱花具負相關 ( $r=-1.00$ ,  $*P<0.05$ )，野桐與求米草 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ )、闊葉獼猴桃 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ ) 以及小泉氏灰木 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ )，求米草與闊葉獼猴桃 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ )、小泉氏灰木 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ )，闊葉獼猴桃與小泉氏灰木 ( $r=1.00$ ,  $*P<0.05$ ) 分別具正相關；1999 年 7 月調查所選

取的 18 種植物中，腎蕨與穗花蛇菰呈現正相關。

## (三) 分叉情形分析

羅卓振南等 (1995, 1997) 指出紅檜人工林於幼齡時生長快速，惟常有分叉和側枝徒長之缺點，若未施行修枝撫育，於林冠鬱蔽後，冠層下方之部分側枝即相繼乾枯，然較大枯枝常殘存於主幹達 56 年之久，仍未能自行脫落者，以致形成死節，而繼續徒長之側枝和分叉幹 (forked stem) 則形成異常之粗大枝幹，嚴重影響主幹生長。另詹明勳等 (1998) 分別調查臺灣北、中、南和東部之六處不同生育地的紅檜人工林，以瞭解生育地因子對紅檜造林木側枝形成分叉幹之影響性，其結果發現側枝形成分叉幹之比例達 30%，且跡地造林地之分叉率顯著高於林下栽植地，而中海拔地區 (1,500-2,000 m) 之分叉率最低，又以西南向之分叉率最高，顯示紅檜造林木側枝形成分叉幹與局部環境因子關係密切。由表 11-13 可概略得知；隨分叉數愈多，其單株平均胸徑、樹高與材積愈低，另除 C2 樣區以及 1999 年疏伐後 T 與 B2 樣區外，其餘樣區之紅檜不分叉比例皆在 50% 以下，顯示試區中紅檜之分叉者極多，此外，因其分叉之直徑多為 7 cm 以上，故並不加以修枝處理。



表 11. 1998 年紅檜人工林各樣區紅檜之分叉情形

Table 11. Forking of Taiwan red cypress at each plot of Taiwan red cypress plantation in 1998.

樣區編號	分叉情形	株 數	百分比 (%)	平均胸徑 (cm)	平均樹高 (m)	平均材積 (m <sup>3</sup> )
C3	不分叉	62	40.79	14.6	9.4	0.104
	二分叉	46	30.26	11.7	7.6	0.065
	三分叉	31	20.39	10.8	7.1	0.056
	四分叉以上	13	8.55	9.2	6.1	0.031
T	不分叉	53	37.59	14.2	9.1	0.096
	二分叉	42	29.79	11.1	7.3	0.056
	三分叉	30	21.28	10.3	6.8	0.045
	四分叉以上	16	11.35	9.6	6.4	0.037
A2	不分叉	19	42.22	12.0	7.9	0.111
	二分叉	16	35.56	14.7	9.4	0.116
	三分叉	3	6.67	9.9	6.6	0.047
	四分叉以上	7	15.56	7.2	5.1	0.045
B2	不分叉	2	20.00	18.1	11.5	0.157
	二分叉	2	20.00	17.3	11.0	0.146
	三分叉	3	30.00	13.7	8.8	0.080
	四分叉以上	3	30.00	12.4	8.1	0.078
C2	不分叉	35	70.00	17.1	10.9	0.175
	二分叉	10	20.00	14.2	9.1	0.093
	三分叉	4	8.00	11.9	7.8	0.084
	四分叉以上	1	2.00	9.9	6.7	0.091
B1	不分叉	17	31.48	15.5	10.0	0.148
	二分叉	19	35.19	13.2	8.5	0.086
	三分叉	6	11.11	13.9	9.0	0.108
	四分叉以上	12	22.22	13.4	8.7	0.095
C1	不分叉	23	33.82	17.5	11.1	0.160
	二分叉	20	29.41	14.4	9.3	0.102
	三分叉	15	22.06	11.4	7.4	0.059
	四分叉以上	10	14.71	10.9	7.1	0.057
A1	不分叉	25	35.21	16.3	10.4	0.153
	二分叉	15	21.13	14.4	9.3	0.098
	三分叉	18	25.35	10.8	7.1	0.055
	四分叉以上	13	18.31	9.7	6.5	0.041

表 12. 1999 年紅檜人工林疏伐前各樣區紅檜之分叉情形

Table 12. Forking of Taiwan red cypress at each plot of Taiwan red cypress plantation before thinning in 1999.

樣區編號	分叉情形	株數	百分比 (%)	平均胸徑 (cm)	平均樹高 (m)	平均材積 (m <sup>3</sup> )
C3	不分叉	68	44.74	14.0	9.0	0.093
	二分叉	41	26.97	12.0	7.8	0.066
	三分叉	30	19.74	10.8	7.1	0.056
	四分叉以上	13	8.55	10.0	6.6	0.041
T	不分叉	52	38.52	14.4	9.2	0.096
	二分叉	39	28.89	11.7	7.6	0.060
	三分叉	28	20.74	10.6	7.0	0.046
	四分叉以上	16	11.85	10.3	6.8	0.040
A2	不分叉	17	45.95	16.8	10.8	0.172
	二分叉	13	35.14	16.5	10.6	0.149
	三分叉	2	5.41	13.5	8.7	0.082
	四分叉以上	5	13.51	10.3	6.9	0.073
B2	不分叉	2	22.22	19.7	12.4	0.195
	二分叉	2	22.22	17.0	10.8	0.139
	三分叉	2	22.22	14.9	9.5	0.090
	四分叉以上	3	33.33	13.4	8.7	0.095
C2	不分叉	29	61.70	17.8	11.4	0.191
	二分叉	13	27.66	13.9	8.9	0.092
	三分叉	4	8.51	13.3	8.7	0.116
	四分叉以上	1	2.13	13.3	8.6	0.080
B1	不分叉	15	30.61	17.0	10.8	0.169
	二分叉	20	40.82	12.6	8.1	0.065
	三分叉	5	10.20	14.7	9.4	0.127
	四分叉以上	9	18.37	15.7	10.1	0.137
C1	不分叉	23	35.38	17.6	11.2	0.166
	二分叉	18	27.69	15.1	9.7	0.113
	三分叉	14	21.54	12.2	7.9	0.068
	四分叉以上	10	15.38	11.7	7.6	0.066
A1	不分叉	21	32.31	18.0	11.5	0.162
	二分叉	16	24.62	14.7	9.4	0.101
	三分叉	16	24.62	12.3	8.0	0.077
	四分叉以上	12	18.46	10.6	7.0	0.044

表 13. 1999 年紅檜人工林疏伐後各樣區紅檜之分叉情形

Table 13. Forking of Taiwan red cypress at each plot of Taiwan red cypress plantation after thinning in 1999.

樣區編號	分叉情形	株數	百分比 (%)	平均胸徑 (cm)	平均樹高 (m)	平均材積 (m <sup>3</sup> )
T	不分叉	40	54.05	15.2	9.7	0.108
	二分叉	20	27.03	12.0	7.8	0.064
	三分叉	10	13.51	12.1	7.8	0.062
	四分叉以上	4	5.41	10.1	6.6	0.037
A2	不分叉	14	46.67	19.4	12.3	0.218
	二分叉	11	36.67	15.8	10.1	0.124
	三分叉	2	6.67	13.5	8.7	0.082
	四分叉以上	3	10.00	11.7	7.7	0.098
B2	不分叉	2	66.67	19.7	12.4	0.195
	二分叉	1	33.33	14.3	9.2	0.089
	三分叉	0	0.00	0.0	0.0	0.000
	四分叉以上	0	0.00	0.0	0.0	0.000
B1	不分叉	11	34.38	17.8	11.4	0.192
	二分叉	14	43.75	13.4	8.6	0.069
	三分叉	2	6.25	16.7	10.7	0.188
	四分叉以上	5	15.63	16.5	10.5	0.148
A1	不分叉	17	34.00	18.6	11.8	0.171
	二分叉	13	26.00	14.7	9.4	0.104
	三分叉	11	22.00	13.3	8.6	0.095
	四分叉以上	9	18.00	11.1	7.3	0.051

#### (四) 林分蓄積

以胸徑 5 cm 為分級單位，將各樣區所調查之紅檜進行直徑分級，由表 14-16 得知；此二造林地之紅檜直徑級概為 40 cm 以內，又以 10 cm ≤ 胸徑 < 15 cm、15 cm ≤ 胸徑 < 20 cm 以及 20 cm ≤ 胸徑 < 25 cm 等三級者居多（除 1998 年調查中 248 號造林地之 A1 樣區以 5 cm ≤ 胸徑 < 10 cm 者最多）。疏伐前 242 號造林地之紅檜總株數，以及每公頃材積高於 248

號造林地，然疏伐後以 248 號造林地中 A1 樣區之紅檜的總株數和每公頃材積高於其他疏伐樣區，而疏伐前後皆以 B2 樣區中紅檜之總株數和每公頃材積最低。此外，由於試區中有諸多闊葉樹入侵，故另求算各樣區闊葉樹之材積（表 17），結果顯示 248 號造林地中各樣區的闊葉樹材積較 242 號造林地高，尤以 A2、B2 和 C2 樣區為然，且高於此等樣區內紅檜之材積。

表 14. 1998 年紅檜人工林各樣區紅檜之直徑分布與材積

Table 14. Diameter distribution, sum of individuals, and volume of Taiwan red cypress at each plot of Taiwan red cypress plantation in 1998.

樣區編號	直徑級 (cm)								總株數	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
	5	10	15	20	25	30	35	40		
C3	10	135	92	52	14	3	0	0	306	194.502
T	14	132	101	40	14	0	0	0	301	165.474
A2	44	24	14	26	5	6	0	0	119	87.439
B2	0	8	9	9	5	0	0	0	31	28.717
C2	4	15	18	19	9	5	1	0	71	92.567
B1	7	28	46	25	14	3	2	0	125	126.689
C1	5	49	38	44	12	0	0	0	148	123.316
A1	19	49	63	35	6	4	1	0	177	126.507

表 15. 1999 年紅檜人工林疏伐前各樣區紅檜之直徑分布與材積

Table 15. Diameter distribution, sum of individuals, and volume of Taiwan red cypress at each plot of Taiwan red cypress plantation before thinning in 1999.

樣區編號	直徑級 (cm)								總株數	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
	5	10	15	20	25	30	35	40		
C3	11	133	96	53	13	3	0	0	309	192.656
T	11	127	106	41	13	0	0	0	298	167.996
A2	7	22	14	22	8	6	1	0	80	98.399
B2	0	7	7	11	6	0	0	0	31	36.001
C2	2	16	19	20	11	6	0	1	75	98.880
B1	1	25	40	29	14	3	3	0	115	140.353
C1	2	46	38	41	14	1	1	0	143	133.015
A1	2	47	60	36	12	2	1	0	160	131.167

表 16. 1999 年紅檜人工林疏伐後各樣區紅檜之直徑分布與材積

Table 16. Diameter distribution, sum of individuals, and volume of Taiwan red cypress at each plot of Taiwan red cypress plantation after thinning in 1999.

樣區編號	直徑級 (cm)								總株數	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
	5	10	15	20	25	30	35	40		
T	1	35	52	25	12	0	0	0	125	98.119
A2	0	15	12	19	8	5	0	0	59	81.156
B2	0	0	3	4	3	0	0	0	10	14.392
B1	1	14	21	17	9	3	2	0	67	91.506
A1	2	28	44	31	11	2	1	0	119	110.532

表 17. 疏伐前後各樣區闊葉樹之總株數與材積

Table 17. Sum of individuals, and volume of broadleaf at each plot before and after thinning.

樣區編號	1998年		1999年疏伐前		1999年疏伐後	
	總株數	材積 (m <sup>3</sup> /ha)	總株數	材積 (m <sup>3</sup> /ha)	總株數	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
C3	149	20.502	105	21.173	105	21.173
T	212	30.777	253	32.134	218	30.825
A2	628	108.745	646	117.624	294	94.248
B2	690	128.928	810	145.644	308	96.510
C2	856	172.114	926	189.890	926	189.890
B1	148	85.162	290	85.422	211	34.594
C1	298	97.825	519	100.312	519	100.312
A1	151	47.019	223	51.211	195	23.899
H1	284	407.820	296	408.248	296	408.248
H2	297	192.046	253	178.728	253	178.728

#### 四、討論

##### (一) 監測候選種

列出各樣區喬木層植物中之重要值較高者(表 2-4)，紅檜人工林各樣區木荷、香桂、竹葉楠、豬腳楠、反刺楸、綠樟、狗骨仔等之幼木，此等闊葉樹種亦多為闊葉樹次生林之優勢樹種，顯示紅檜人工林中已有許多闊葉樹入侵，且其天然更新之能力高，推測將逐漸成為優勢種或次優勢種。另將各樣區地被層植物中之重要值較高者列出(表 5-10)；紅檜人工林疏伐後之樣區，其地被層之陽性植物種類與數量增加，原有之野桐、百香果和山胡椒之數量提高，又有昭和草、蔓芒萁、菁芳草、酢醬草、倒地蜈蚣、紅面番、紫花霍香薊、野苘蒿、飛機草、黃鵪菜、薄瓣懸鉤子以及臺灣檫木等植物之出現。此外，種間相關性分析中得知；不論是喬木層或地被層植物之種間相關性皆低。綜上所述，除定期調查紅檜、木荷和臺灣杉等目的樹種，另香桂、薯豆、變葉新木薑子、小葉赤楠、反刺楸、南投石櫟、竹葉楠、豬腳楠、反刺楸、綠樟、狗骨仔、野桐、百香果、山胡椒、倒葉瘤足蕨、生根卷柏、芒萁、廣葉鋸齒雙蓋蕨、五節芒、裏白、冷清草、裂緣

花、蓮花池柃木，以及疏伐後出現的火炭母草、昭和草、蔓芒萁、菁芳草、酢醬草、倒地蜈蚣、紅面番、紫花霍香薊、野苘蒿、飛機草、黃鵪菜、薄瓣懸鉤子、臺灣檫木等植物，因為優勢植物或具局部分布性等生態意涵，可視為監測候選種，並持續定期調查以瞭解此等植物之演替變化。

##### (二) 經營施業探討

羅卓振南等(1995, 1997)認為紅檜之修枝撫育，應於幼齡時期枝條直徑尚為細小時施行切除為宜，逾 7 cm 以上者，則切口除難以愈合，且亦產生腐朽缺陷，即使對切口施以油漆或柏油等防腐處理，腐朽依舊發生；並建議進行紅檜之修枝作業，3-5 年生時即切除分叉幹，9 年生時修除側枝，然分叉直徑若已逾 7 cm 以上者，原則上不應再予以修除。242、248 號造林地原為針闊葉天然混交林經皆伐後之伐木跡地，而於栽植後僅施行割草作業(242 號造林地實施至 1978 年，248 號造林地實施至 1981 年)，從未施行疏伐、修枝等撫育作業；試區中紅檜之分叉株數所占比率極高(概為 50% 以上)，且已有部分香桂等闊葉樹種入侵

(亦多倒葉瘤足蕨、深根卷柏等地被層植物)，故實施疏伐作業，將分叉多的植株伐除，而如分叉情形有明顯主枝者，則保留主枝，其餘分叉伐除，以促進直徑生長；另並保留具經營價值之入侵闊葉樹種。此外，由於疏伐後有較大之孔隙產生，故以 1 m × 1 m 之株距，適度混植香楠 (122 株)、牛樟 (118 株)、烏心石 (88 株) 等原生闊葉樹種之苗木於較大孔隙下，後於 1999 年 7 月調查時，其枯死株數分別為 7、7 和 10 株，此肇因於昆蟲 (特別是鱗翅目幼蟲) 的啃食嫩芽與葉部，故所餘苗木株數共計 304 株。另由於 921 震災後造成嚴重的土層滑落和土石流，使惠蓀林場的連外道路受阻，而林場內四、五林班之生態系經營試區亦因天災所致，林道嚴重毀損，故僅於震災前完成預定之夏季 (7 月) 監測調查後，而震災後迄今仍無法至試區進行後續調查研究，因此，待日後林道修復暢通後，可再定期調查所混植苗木的生長狀況。

## 五、參考文獻

- 呂福原、歐辰雄、呂金誠、傅國銘 (2002) 丹大地區植群生態調查 (第二年)。行政院農委會林務局保育研究系列 90-03 號。
- 呂福原、歐辰雄、呂金誠、傅國銘 (2001) 丹大地區植群生態調查 (第一年)。行政院農業委員會林務局保育研究系列 89-03 號。
- 郭城孟 (1997) 臺灣維管束植物簡誌，Vol. 1 蕨類植物門，第一版。行政院農業委員會。臺北市。
- 陳朝圳 (1985) 大雪山地區紅檜人工幼齡林生長模式之研究。國立中興大學森林學研究所碩士論文。臺中市。
- 楊遠波、劉和義、呂勝由 (1997) 臺灣維管束植物簡誌，Vol. 2 種子植物門，第一版。行政院農業委員會。臺北市。
- 詹明勳、王亞男、姜家華、林志謀 (1998) 重要生育地因子影響紅檜造林木側枝形成成分又幹之研究。中華林學季刊 31(3): 239-250。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1993) 臺灣植物誌，Vol. 3 被子植物雙子葉類，第二版。中華民國國家科學委員會。臺北市。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1994) 臺灣植物誌，Vol. 1 蕨類植物、裸子植物，第二版。中華民國國家科學委員會。臺北市。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1996) 臺灣植物誌，Vol. 2 被子植物，第二版。中華民國國家科學委員會。臺北市。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1998) 臺灣植物誌，Vol. 4 被子植物雙子葉類，第二版。中華民國國家科學委員會。臺北市。
- 臺灣植物誌編輯委員會 (1978) 臺灣植物誌，Vol. 5 被子植物群，第一版。現代關係出版社。臺北市。
- 臺灣植物誌編輯委員會 (1979) 臺灣植物誌，Vol. 6 總目錄，第一版。現代關係出版社。臺北市。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄 (1994) 臺灣樹木誌，第二版。國立中興大學農學院出版委員會。臺中市。
- 劉業經、林文鎮、歐辰雄、呂金誠 (1986) 惠蓀林場闊葉樹次生林林相改良報告 (I) 一伐採三十年後之植生組成及初步處理。中華林學季刊 19(3): 1-11。
- 歐辰雄、呂金誠、黃立彥 (1999) 插天山自然保留區臺灣山毛櫸天然更新與繁殖之可行性研究。農委會林務局新竹林區管理處。新竹市。
- 歐辰雄、呂金誠、黃立彥 (2000) 插天山自然保留區臺灣山毛櫸天然更新與繁殖可行性研究 (II)。農委會林務局新竹林區管理處。新竹市。
- 賴聰明 (2004) 丹大地區永久樣區植群之監測。國立中興大學森林學系碩士論文。臺中市。
- 羅卓振南、鍾旭和、邱志明 (1995) 修枝對紅

- 檜幼林生長及節癒合之研究。林業試驗所  
研究報告季刊 10(1): 41-50。
- 羅卓振南、鍾旭和、邱志明 (1997) 疏伐與修  
枝對紅檜人工林之效應。臺灣林業科學  
12(2): 145-153。
- IUFRO (1992) IUFRO International Guidelines for  
World Forest Monitoring. IUFRO.
- Noss, R. F. (1999) Assessing and monitoring forest  
biodiversity: a suggested framework and  
indicators. For. Ecol. Manage. 115: 135-146.

