

研究報告

惠蓀林場日本扁柏林下樹種之組成及其多樣性之研究

王志強¹ 歐辰雄² 呂金誠²

【摘要】 本研究擬以生態方法探究中興大學惠蓀林場第三林班日本扁柏林在生長衰退、樹冠鬱閉破裂後林下所形成之次生林植群結構及樹種多樣性，以供次生林經營管理之基本參考資料。結果顯示：侵入林冠上層之植物共計 100 種，地被層植物 263 種，已入侵之優勢木種類為山紅柿、茜草樹、南投黃肉楠、薯豆、臺灣黃杞、五蕊虎皮楠、鴨腳木、香桂等樹種，地被植相則以鬼桫欏佔優勢。根據各樹種之胸高直徑分布結果，推測日本扁柏逐漸被闊葉樹種類所取代。

【關鍵字】 日本扁柏、多樣性、演替、次生林

Research paper

Species Composition and Diversity of Understory Woody Plants in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* Plantation of Hui-Sun Forest Station

Chih-Chiang Wang¹ Chern-Hsiung Ou² King-Cherng Lu²

【Abstract】 In order to find out the structure, succession and tree diversity of *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation, an ecological inventory was conducted at the third compartment, Hui-Sun Forest Station, National Chung-Hsing University. Totally 100 broad-leaved tree species in overstory and 263 understory plant species were recorded. The dominant invaded tree species include *Disopyros morrisiana*, *Randia cochinchinensis*, *Litsea acuminata*, *Elaeocarpus japonicus*, *Engelhardtia roxburghiana*, *Daphniphyllum pentandrum* var. *pentandrum*, *Schefflera actinophylla*, and *Cinnamomum subavenium*. *Alsophila podophylla* is the dominant species in understory. Based on the DBH distribution of broad-leaved trees, it was found that the *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation will success to a broad-leaved forest.

【Key words】 *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa*, Diversity, Succession, Secondary forest.

1. 國立中興大學農業暨自然資源學院實驗林管理處技佐，通訊作者
Junior Specialist, The Experimental Forest, College of Agriculture and Natural Resource, NCHU. Corresponding author.
2. 國立中興大學森林學系教授
Professor, Department of Forestry, NCHU.

一、前言

森林植物社會會隨著時間而改變其構造與功能，其中的植物種類消長及取代的現象，即謂森林植物社會的演替。演替的發生可視為森林生態系為使環境資源達到最佳的利用狀態，所產生的一連串調整過程。

若一森林植物社會之環境資源到達最佳利用狀態時，稱為極相社會 (climax)，多屬於森林演替後期階段，若未再發生重大災害干擾造成各項環境因子的大幅度變動，則會維持為一個成熟穩定且能自行維持和更新的極相社會。而生育其中的樹種，多為在相對應的環境下適應力強且支配環境資源之種類。在臺灣海拔 500~2,100 m 之間的亞熱帶與暖溫帶雨林群系 (sub-tropic and warm-temperature rain forest formation) 極相群落的主要組成分子為殼斗科 (Fagaceae) 及樟科 (Lauraceae) 之植物種類，通常稱其為樟櫟群叢 (Lauro-Fagaceae association)，其他次要伴生樹種則有烏心石、木荷、大頭茶、鴨腳木、薯豆等 (劉業經等, 1986)。此等呈極相之森林植群，若遭天然或人為破壞，即再進行二次演替 (secondary succession) 而發育形成次生林 (secondary forest)。

原始森林經伐採、栽植造林亦屬人為之破壞，對森林植物社會的形相影響頗大，尤以樹種之組成及種類歧異度皆有顯著的改變。惟早期之造林地，或因立地環境因子惡劣，或因樹種選擇不當，甚或造林撫育作業的缺失，致使此等造林目的樹種生長不佳的地區，陸續由原生育於此種環境之植物種類入侵定殖，並可望經由演替的過程而成為優勢種類。對此等經演替形成之次生林，若能加以了解其機制及演替過程的植物種類、組成及變遷，則可依生態原則，施以適當之經營措施，不僅可提高原有林分之品質，確保森林經濟效益，亦可兼顧生物保育、水土保持等功能。本研究以中興大學惠蓀林場第三林班之日本扁柏造林地為研究對

象，期了解造林地下層的植物入侵定殖現象與其種類、數量、演替趨勢及種類組成歧異度的狀況。

二、研究地區概況

調查地區位於國立中興大學農業暨自然資源學院實驗林管理處惠蓀林場第三林班內，於 1934 年栽植日本扁柏，林內之上層仍以日本扁柏為主要構成樹種，惟已見生長衰退及死亡現象，林下多出現大量之其餘樹種稚樹，少數生長快速種甚已超越日本扁柏之冠層。調查之樣區皆位於日本扁柏林之範圍內，海拔高度為 1,000~1,300 m 之間，依 Thornthwite 的氣候分類法，此區屬溫暖重濕氣候；由蘇鴻傑 (1992) 對臺灣山地植群帶與地理氣候區的研究結果區分，本區為夏雨型氣候之中西部內陸區，鄰近日本扁柏林之關刀溪 LTER 試區之年平均氣溫約 $15.3^{\circ}\text{C} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ ，年平均雨量為 $2,570 \pm 94.5 \text{ mm}$ (國立中興大學實驗林管理處, 2001)。林地呈黃色砂質壤土，土層均甚深厚，坡度約為 22° 。在此區次生林之原本組成為臺灣典型之樟櫟群叢，重要之組成樹種有香桂、豬腳楠、南投黃肉楠、錐果櫟、反刺櫟、川上氏櫟、南投石櫟、臺灣黃杞、木荷等；次要樹種則有臺灣杜鵑、臺灣赤楠、裡白鵝頭果、白葉仔、翼子赤楊葉、漸尖葉新木薑子、臺灣樹參、山豬肉、小葉赤楠等 (劉業經等, 1988; 呂金誠等, 1994)。

三、調查方法與步驟

(一) 永久樣區設立與植相調查

為長期觀察與監測植群動態的變化，本研究於日本扁柏林內設置 9 個永久樣區，樣區大小為 $20 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ ，由 20 個 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 之連結或鄰近小區組成，調查時將植物分為上木層及地被層。凡樣區內之樹木胸徑大於 1 cm 者，列入上木層，逐株予以量計胸高直徑、記錄種類，並予以編號掛牌；其他胸高直徑小於 1 cm

之樹種及草本、蕨類等則列為地被層，並記錄其種類及其覆蓋面積。

(二) 環境因子之觀測與評估

於各永久樣區內，針對下列環境因子加以觀測與評估：海拔高度 (altitude, Alt.)、坡度 (slope, Slo.)、全天光空域 (whole light sky, WLS)、直射光空域 (direct light sky, DLS)、土壤 pH 值、方位 (aspect, Asp.)，其中並將方位轉換為水分指數 (moisture index, Mos.)。

四、資料統計與分析

(一) 植群矩陣群團分析

矩陣群團分析法 (matrix cluster analysis, MCA) 係以各植物於各樣區中之重要值指數 (importance value index, IVI) 為計算基礎，首先計算兩兩樣區間之相似性指數 (index of similarity, IS)，將相似性最高之兩樣區合併為一合成樣區，再計算合併後之合成樣區與其他樣區間之相似性指數，如此依次合併，直到所有樣區合併至一合成樣區為止。相似性指數之計算係採用 Motyka *et al.*(1950)之公式：

$$IS\% = \frac{2Mw}{Ma+Mb} \times 100$$

式中Ma 為 a 樣區中所有植物介量之總和

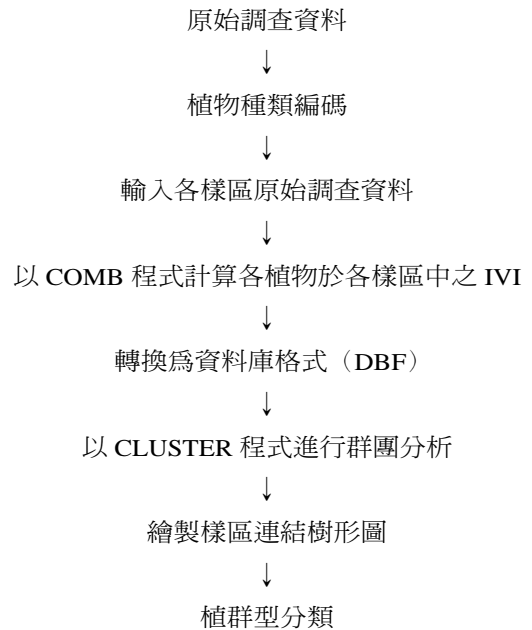
Mb 為 b 樣區中所有植物介量之總和

Mw 為兩樣區中共同出現植物之較小介量的總和

以上計算使用呂金誠氏以 BASIC 及 CLIPPER 語言所設計之 COMB 及 CLUSTER 程式 (未發表) 運算，最後再利用計算所得之樣區連結相似性百分率繪製樹形圖 (dendrogram)，對植物社會進行分類，其流程如下：

(二) 種間相關性

本研究採用定性的 2×2 關連表進行種間相關性之分析。其主要用於測驗二向表中各



行和各列所形成的各事件是否為獨立性，乃係二獨立事件一起發生的機率等於該二事件各自發生機率之乘積，即期望值 (expected, E) 等於機率乘上所觀測之總樣品數；若此二事件非為獨立事件，則其實際觀測值 (observed, O) 必大於或小於期望值；而實際觀測值與期望值之偏差，可用卡方測驗 (chi-square test) 檢定其顯著水準。上述所謂的事件即是生態調查上的樹種之出現情形，有關之計算如下：

| | | | | |
|---|---|-----|-----|-----------|
| | | 種 | A | |
| | | + | - | |
| 種 | + | a | b | a+b |
| | - | c | d | c+d |
| | | a+c | b+d | n=a+b+c+d |

$$\chi^2 \text{ (with Yate's correction)} = \frac{(|ad-bc| - n/2)^2 \times n}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

式中 a 為 A、B 兩種植物均出現之樣區數

b 為僅 B 種植物出現之樣區數

c 為僅 A 種植物出現之樣區數

d 為 A、B 兩種植物均未出現之樣區數

在 2×2 關連表中，種間之相關係數則以下式計算：

$$C = \frac{ad-bc}{[(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)]^{1/2}}$$

C 值大小介於 -1 至 +1 之間，當 C 越趨近於 0 時，表示種 A 與種 B 之出現越不相關，否則即是有某一程度上的正相關或負相關。

以上計算係利用呂金誠氏所設計之 2×2 程式（未發表）。

(三) 物種歧異度

基於 Spellerberg (1991) 中之 α 歧異性的層級，對各樣區之喬木層及地被層植物群落，以下列四種歧異度指數加以分析：

1. 種豐富度指數 (species richness index, R)

$$R = S/N$$

式中 S 為在所調查的植物社會中，總共出現的植物種數

N 為在所調查的植物社會中，總共出現的個體數 (總株數)

種豐富度指數之最小值趨近於 0，即當種數 $S=1$ ，個體數 N 趨近於無限大時；而其最大值為 1，即當種數 S 等於個體數 N 時。種豐富度指數的優點在於計算方便，其最大缺點則在於未考慮個體的分配情形。

2. 辛浦森歧異度指數 (Simpson's index of diversity, Dsi, 1949, Cited by Magurran, A. E. 1988)

$$Dsi = 1 - \sum (ni/N)^2 = 1 - \sum (Pi)^2$$

式中 ni 為第 i 種植物的個體數

$Pi = ni/N$ 表第 i 種植物出現之機率

辛浦森歧異度指數為隨機選取的兩個個體屬於不同種之概率，其最大值趨近於 1，即所有的 ni 均等於 1，而 N 趨近於無限大時；而其最小值為 0，即種數 S 為 1， ni 等於 N 時。

3. 夏農歧異度指數 (Shannon's index of

diversity, H, 1949)

$$H = - \sum (ni/N) \times \log(ni/N) = - \sum Pi \times \log Pi$$

夏農歧異度指數為 Pi 乘上本身之自然對數，再轉化為正值，其最小值為 0，即當種數 S 為 1， ni 等於 N 時，而最大值為 $\ln S$ ，即當所有之 ni 均等於 1 時，此時 N 即等於 S。

4. 均勻度指數 (evenness index, E)

$$E = H' / \ln S$$

均勻度指數以夏農歧異度指數為基礎，並將之除以最大可能值 $\ln S$ ，使其值限定於 0 至 1 範圍之間。

以上之計算係使用呂金誠氏所設計之 DIVER-UN 程式（未發表）。

(四) 各樹種之族群結構及其演替推論

統計主要入侵之優勢樹種在各直徑階之分布，並以直方圖表示，推估其族群動態及未來發展的趨勢。

(五) 環境因子間的相關分析

以 SPSS PC 統計套裝軟體，對所觀測評估的環境因子間進行相關性分析。

五、結果與討論

(一) 植物社會介量分析

樣區內調查所得植物種類之密度及覆蓋度、頻度等資料換算成相對覆蓋度，相對頻度、相對密度，再以三者之和為重要值，結果見表 1。

1. 就上木層之種類而言，9 個樣區內共出現 100 種植物，其屬於樟科者有 14 種，殼斗科有 7 種，山茶科有 9 種，茜草科有 10 種，松科則有臺灣二葉松及臺灣五葉松。而若以其重要值而言，在平均數值以上者，計有鴨腳木(8.67)、柏拉木(17.22)、南投黃肉楠(10.34)、琉球雞屎樹(10.30)、香楠(9.69)、裏白鰻頭果(4.99)、山紅柿(28.64)、川上氏櫛(5.07)、臺灣黃杞(10.25)、九節木(6.11)、茜草樹(11.81)、香桂(6.42)、薯豆

續表 1. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物之重要值 (%)

Table 1. Importance value index of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusata* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| 植物種類/樣區序號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 鴨腳木 | 1.9 | 13.7 | 13.8 | 10.6 | 13.5 | 0.9 | 4.3 | 7.1 | 12.4 |
| 杉木 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.7 | 1.2 | 0.0 |
| 柏拉木 | 36.3 | 11.4 | 1.9 | 4.0 | 5.2 | 0.9 | 15.3 | 72.3 | 7.6 |
| 厚殼桂 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.9 | 1.5 | 0.0 | 0.8 | 2.3 | 0.0 |
| 白葉子 | 1.1 | 1.2 | 6.5 | 0.0 | 0.7 | 1.8 | 15.0 | 0.0 | 1.0 |
| 南投黃肉楠 | 3.6 | 10.6 | 14.6 | 1.9 | 7.9 | 23.7 | 12.6 | 7.5 | 10.5 |
| 臺灣灰木 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| 樹杞 | 1.3 | 0.0 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 琉球雞屎樹 | 4.7 | 7.9 | 7.4 | 22.0 | 23.1 | 0.0 | 3.8 | 9.1 | 14.7 |
| 香楠 | 4.6 | 12.3 | 22.1 | 3.2 | 4.8 | 7.4 | 10.2 | 4.4 | 18.3 |
| 裏白饅頭果 | 5.5 | 4.9 | 8.5 | 3.0 | 14.6 | 0.9 | 4.3 | 0.0 | 3.3 |
| 黃藤 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 山龍眼 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.4 | 0.0 | 0.0 |
| 山紅柿 | 42.0 | 28.7 | 24.7 | 34.5 | 24.0 | 8.8 | 24.4 | 22.1 | 48.6 |
| 糊櫟 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 川上氏櫛 | 0.0 | 0.8 | 0.9 | 0.0 | 2.1 | 17.1 | 24.8 | 0.0 | 0.0 |
| 狗骨仔 | 1.7 | 2.4 | 0.0 | 4.1 | 0.0 | 0.9 | 2.6 | 1.0 | 4.1 |
| 臺灣黃杞 | 16.2 | 10.0 | 0.0 | 19.1 | 14.5 | 10.5 | 3.7 | 12.4 | 5.9 |
| 九節木 | 5.8 | 14.9 | 8.9 | 4.2 | 1.3 | 0.0 | 3.4 | 5.6 | 11.0 |
| 茜草樹 | 23.0 | 11.1 | 26.0 | 7.9 | 16.1 | 2.7 | 3.9 | 3.3 | 12.5 |
| 香桂 | 0.9 | 5.3 | 1.9 | 11.7 | 9.4 | 19.0 | 6.0 | 2.1 | 1.6 |
| 豬腳楠 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 大青 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 野桐 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.4 | 0.0 | 0.0 |
| 薯豆 | 21.1 | 22.0 | 18.9 | 13.4 | 14.4 | 2.1 | 1.8 | 10.9 | 17.1 |
| 山黃梔 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 2.7 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 大丁黃 | 5.5 | 2.7 | 4.5 | 6.5 | 10.2 | 1.2 | 0.0 | 2.3 | 3.4 |
| 紫珠葉泡花樹 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 苦扁桃葉石櫟 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 接骨木 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| 臺灣紅豆樹 | 0.0 | 0.8 | 1.2 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 小葉赤楠 | 2.7 | 1.6 | 0.9 | 2.9 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 2.3 | 2.3 |
| 銳葉柃木 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 2.6 | 0.0 | 1.8 | 1.3 | 0.8 |
| 烏心石 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| 綠樟 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 大葉木犀 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| 雙葉新木薑子 | 0.0 | 0.8 | 0.9 | 11.7 | 14.2 | 0.0 | 2.1 | 1.0 | 0.0 |
| 玉山灰木 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 倒卵葉山龍眼 | 7.9 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 16.3 | 1.1 | 2.3 | 3.6 |
| 山茶葉灰木 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| 木荷 | 14.0 | 0.8 | 1.2 | 9.6 | 7.3 | 72.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| 臺灣楊桐 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 2.6 | 0.0 | 0.8 |
| 臺灣樹參 | 2.0 | 0.8 | 2.2 | 2.6 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 五指山冬青 | 0.8 | 0.0 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 厚皮香 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 來特氏越橘 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.7 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 短尾葉石櫟 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 墨點櫻桃 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 卡氏櫛 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 小葉樹杞 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 1.6 |
| 紅淡比 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |

(13.53)、大丁黃(4.02)、變葉新木薑子(3.41)、木荷(11.82)、五蕊虎皮楠(10.88)、日本扁柏(59.32)、天臺烏藥(3.89)、小西氏石櫟(2.99)、三叉虎(3.13)、臺灣五葉松(5.19)、臺灣二葉松(8.65)，其中柏拉木、琉球雞屎樹、九節木、大丁黃等之習性為灌木，可成為灌木層的優勢樹種，其餘喬木則可望構成往後闊葉樹林之林冠層種類。

2.就地被層之植物種類而言，樣區內共記錄有 263 種，其中蕨類植物共計有 13 種，佔 4.94 %，樟科植物 14 種，殼斗科 10 種，山茶科 9 種，茜草科 13 種。若以重要值而言，在平均值以上者共計有 46 種，其為鬼紗羅(26.44)、琉球雞屎樹(6.16)、生芽鐵角蕨(8.43)、紅果金粟蘭(7.45)、倒葉瘤足蕨(4.03)、淡竹葉(6.62)、光滑菝葜(4.29)、臺灣大蕊野牡丹(4.73)、雨傘仔(5.12)、九節木(4.51)、茜草樹(4.18)、野山椒(2.12)、南投黃肉楠(5.16)、裏白(4.02)、天台烏藥(4.21)、柏拉木(4.19)、山紅柿(2.60)、來特氏越橘(3.78)、臺灣黃杞(2.62)、廣葉鋸齒雙蓋蕨(2.44)、狗骨仔(3.07)、五蕊虎皮楠

(3.49)、圓葉雞屎樹(2.11)、鴨腳木(2.33)、瓢箪藤(1.69)、臺灣楊桐(2.31)、薯豆(1.41)、裏白饅頭果(1.07)、川上氏櫟(2.73)、傘花藤(0.98)、香桂(2.07)、大丁黃(2.01)、小葉赤楠(1.55)、銳葉柃木(1.35)、變葉新木薑子(1.13)、芒萁(7.60)、六葉野木瓜(1.43)、倒卵葉山龍眼(1.33)、木荷(1.58)、老荊藤(1.27)、風不動(2.36)、五節芒(1.43)、小西氏石櫟(1.66)、三叉虎(1.52)、臺灣菝葜(2.39)、賽山椒(1.39)。上述種類習性為喬木者，將是未來林冠上層的重要組成分子，其餘則為中、下層植被的主要優勢種類。

就重要值而言，在平均值以上之樹種，此等優勢樹種支配大部分之環境資源，其他植物種類則扮演增加植物社會多樣性的角色，惟此等造林地下之下層植物處於演替之階段，具競爭潛力之林下稚樹，將會逐漸取代衰退之上木，取得優勢地位而支配環境資源。

3.經由植物群團分析運算所得之各樣區相似性指數矩陣及樹形圖，如表 2 及圖 1 所示。圖

表 2. 根據 MOTYKA 公式所計算惠孫林場日本扁柏林各樣區上層植物之相似性指數矩陣

Table 2. Index of similarity among each plots of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| | | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 樣區1 | 100.0 | | | | | | | | |
| 樣區2 | 57.2 | 100.0 | | | | | | | |
| 樣區3 | 56.4 | 62.2 | 100.0 | | | | | | |
| 樣區4 | 68.4 | 57.8 | 50.6 | 100.0 | | | | | |
| 樣區5 | 64.7 | 54.3 | 55.1 | 79.9 | 100.0 | | | | |
| 樣區6 | 26.9 | 36.0 | 25.5 | 28.5 | 24.0 | 100.0 | | | |
| 樣區7 | 33.7 | 43.1 | 38.8 | 33.7 | 33.1 | 41.8 | 100.0 | | |
| 樣區8 | 66.5 | 56.9 | 45.1 | 63.2 | 60.5 | 29.5 | 37.1 | 100.0 | |
| 樣區9 | 69.3 | 69.5 | 62.9 | 71.4 | 65.9 | 27.2 | 39.3 | 64.7 | 100.0 |
| | 樣區1 | 樣區2 | 樣區3 | 樣區4 | 樣區5 | 樣區6 | 樣區7 | 樣區8 | 樣區9 |

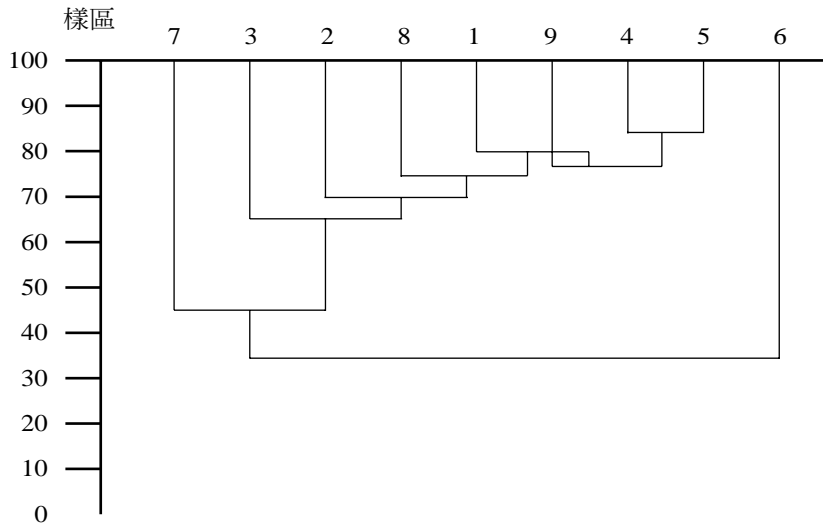


圖 1. 調查樣區之矩陣群團歸群分析樹形圖

Fig 1. Matrix cluster analysis dendrogram of sample plots.

一中若以相似性指數 60 % 為臨界值，則可將樣區 6 與 7 劃歸為另兩群，對照表 1，知其日本扁柏所佔重要值遠低於 3、2、8、1、9、4、5 等樣區，概植相逐漸為木荷、南投黃肉楠、川上氏櫛、倒卵葉山龍眼等闊葉樹種所取代。

(二) 林分結構及演替推論

1. 根據林分結構分析結果（表 3）得知，樣區內之胸徑 1 cm 以上之植物株數共有 3718 株，其中林木胸徑在 10 cm 以下者共計 3248 株，胸徑在 10 cm 以上者達 470 株。根據樹高迴歸式 $\log H = 0.689 + 0.327 \log D$ ($r = 0.6928$; 胸高形數為 0.45) (劉業經等, 1988)，換算成每公頃蓄積量為 53.5151 m^3 。就日本扁柏而言，其株數為 363 株，材積則為 $32.0816 \text{ m}^3/\text{ha}$ 。

就入侵樹種之林木株數而言，柏拉木 1044 株/ha 最高，次為山紅柿 993 株/ha，其餘依序為琉球雞屎樹 536 株/ha、茜草樹 511 株/ha、南投黃肉楠 378 株/ha、薯豆 331 株/ha、臺灣黃杞 324 株/ha、五蕊虎皮楠 298 株/ha、鴨腳

木 244 株/ha、九節木 220 株/ha、香桂 191 株/ha。樟科植物 13 種共計 951 株/ha，佔 11.51 %、殼斗科植物 7 種共計 244 株/ha，佔 6.56 %。

就材積而言，日本扁柏之 $32.0816 \text{ m}^3/\text{ha}$ 居首，其次為山紅柿之 $4.7959 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，薯豆之 $2.5098 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，香楠之 $2.4608 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，臺灣黃杞之 $1.8526 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，木臘樹之 $1.6431 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，鴨腳木之 $1.2596 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，木荷之 $1.2496 \text{ m}^3/\text{ha}$ 。其中樟科材積為 $4.0704 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，佔總材積之 7.61%，殼斗科植物為 $0.4273 \text{ m}^3/\text{ha}$ ，佔 0.80 %。

2. 就樹種之胸高直徑分布言之，大部分種類皆以胸徑於 5 cm 以下之小徑木居多，日本扁柏之胸徑分布則介於 10~20 cm 間。山紅柿、茜草樹、南投黃肉楠、薯豆、臺灣黃杞、五蕊虎皮楠、鴨腳木、香桂等樹種之直徑階的分布呈反 J 形（如圖 2 所示），此等闊葉樹種類更新狀況良好，生長快速，在往後的演替序列中，將會取代目前正衰退的日本扁柏而為優

表 3. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物胸高直徑在1公分以上各樹種直徑級與材積統計表

Table 3. The DBH distribution and volume of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusata* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| 植物種類 | 直徑分級 (cm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 材積小計 | | |
|---------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-----|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 小計 | (m ³) |
| 柏拉木 | 264 | 172 | 31 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 470 | 0.2359 |
| 山蘇柿 | 74 | 102 | 58 | 44 | 38 | 28 | 15 | 26 | 15 | 11 | 11 | 7 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 447 | 4.7959 |
| 日本扁柏 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 7 | 4 | 7 | 19 | 29 | 32 | 46 | 36 | 40 | 33 | 35 | 29 | 15 | 14 | 6 | 4 | 3 | 363 | 32.0816 |
| 琉球雞屎樹 | 147 | 93 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 241 | 0.0640 |
| 茜草樹 | 111 | 102 | 7 | 5 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 230 | 0.1497 |
| 南投黃肉楠 | 110 | 31 | 4 | 6 | 7 | 5 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 170 | 0.5221 |
| 薯豆 | 23 | 20 | 13 | 3 | 7 | 16 | 19 | 10 | 3 | 14 | 6 | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 149 | 2.5098 |
| 臺灣黃杞 | 52 | 25 | 6 | 9 | 13 | 7 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 146 | 1.8526 |
| 五蕊虎皮楠 | 51 | 15 | 10 | 16 | 10 | 15 | 9 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 134 | 0.8538 |
| 鴨腳木 | 23 | 10 | 13 | 12 | 11 | 15 | 4 | 7 | 3 | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 110 | 1.2596 |
| 九節木 | 62 | 36 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 | 0.0310 |
| 香桂 | 38 | 19 | 4 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 0.4967 |
| 香楠 | 17 | 12 | 2 | 3 | 3 | 7 | 7 | 4 | 4 | 1 | 5 | 2 | 3 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 84 | 2.4608 |
| 天臺烏藥 | 52 | 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 66 | 0.0188 |
| 倒卵葉山龍眼 | 39 | 13 | 5 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 | 0.0618 |
| 大丁黃 | 41 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59 | 0.0209 |
| 三叉虎 | 34 | 15 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54 | 0.0388 |
| 雙葉新木薑子 | 18 | 11 | 3 | 1 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 | 0.3793 |
| 白葉子 | 22 | 10 | 9 | 7 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 0.1328 |
| 小西氏石櫟 | 33 | 14 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 0.1445 |
| 裹白饅頭果 | 10 | 7 | 4 | 8 | 3 | 2 | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0.4543 |
| 雨傘仔 | 38 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0.0086 |
| 木荷 | 10 | 9 | 4 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 43 | 1.2496 |
| 川上氏櫟 | 23 | 9 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 0.2717 |
| 山龍眼 | 23 | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0.1120 |
| 水錦樹 | 18 | 4 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0.0310 |
| 臺灣樹參 | 11 | 8 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 0.0930 |
| 臺灣大蕊野牡丹 | 19 | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 0.0101 |
| 狗骨仔 | 13 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0.0340 |
| 小葉赤楠 | 18 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0.0046 |
| 銳葉柃木 | 9 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0.0073 |
| 紅皮 | 9 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0.0068 |
| 木臘樹 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 11 | 1.6431 |
| 山胡椒 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0.0036 |
| 厚殼桂 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0.0193 |
| 圓葉雞屎樹 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0.0016 |
| 烏心石 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0.0410 |
| 臺灣楊桐 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0.0015 |
| 山黃梔 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.0020 |
| 樹杞 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.0038 |
| 短尾葉石櫟 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.0010 |
| 小葉樹杞 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.0009 |
| 野桐 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.1908 |
| 中國柃木 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.0009 |
| 臺灣杉 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.0036 |
| 豬腳楠 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.0270 |
| 來特氏越橘 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.0009 |
| 大青 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.0035 |
| 栲樹 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.0077 |
| 阿里山楊桐 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.0007 |
| 黃藤 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0.2309 |
| 玉山灰木 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.0019 |
| 接骨木 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.0199 |
| 臺灣紅豆樹 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.0018 |
| 五指山冬青 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.0007 |
| 大葉楠 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.1551 |
| 小梗木薑子 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0005 |
| 三斗石櫟 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0019 |
| 杜英 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0033 |
| 水金京 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0094 |
| 山茶葉灰木 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0006 |

續表 3. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物胸高直徑在1公分以上各樹種直徑級與材積統計表

Table 3. The DBH distribution and volume of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusata* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| 植物種類 | 直徑分級 (cm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 小計 | 材積小計 (m³) |
|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | | |
| 紅柿 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0111 |
| 糊樗 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0161 |
| 呂宋莢蒾 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0163 |
| 紫珠葉泡花樹 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.0151 |
| 臺灣赤楠 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0003 |
| 樟樹 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0045 |
| 烏皮九芎 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0010 |
| 毛萼懸鉤子 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0003 |
| 臺灣菝葜 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0010 |
| 大頭茶 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.2456 |
| 卡氏槲 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0003 |
| 田代氏石斑木 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0003 |
| 燈檉花 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0003 |
| 青紫花 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0013 |
| 小花鼠刺 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0017 |
| 酸藤 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0011 |
| 威氏冬青 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 土肉桂 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0009 |
| 額穗豆 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 臺灣灰木 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 紅淡比 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 杉木 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0165 |
| 大葉木犀 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 細葉饅頭果 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 楊梅 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.1633 |
| 五掌楠 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 大葉冬青 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.1032 |
| 蓮華池杉木 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0009 |
| 柯氏雞屎樹 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 墨點櫻桃 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0010 |
| 厚皮香 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 綠樟 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 苦扁桃葉石櫟 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 臺灣五葉松 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 毛瓣石楠 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0003 |
| 紅毛杜鵑 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0002 |
| 細葉虎刺 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0026 |
| 臺灣二葉松 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.1349 |
| 山肉桂 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0004 |
| 總計 | 1529 | 847 | 218 | 149 | 111 | 120 | 91 | 71 | 50 | 62 | 65 | 57 | 61 | 51 | 50 | 42 | 42 | 35 | 22 | 19 | 11 | 10 | 5 | 3718 | 53.5151 |

| 植物種類 | 直徑分級 (cm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 30 | 32 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 42 | 43 | 44 | 48 | 50 | 70 | 76 | 79 | 80 | 89 |
| 薯豆 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 日本扁柏 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 木荷 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 鴨腳木 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 臺灣二葉松 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 臺灣五葉松 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 裏白饅頭果 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 木臘樹 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 大葉冬青 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 山紅柿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 川上氏槲 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 五蕊虎皮楠 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 杉木 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 樟樹 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 香楠 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 香桂 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 總計 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |

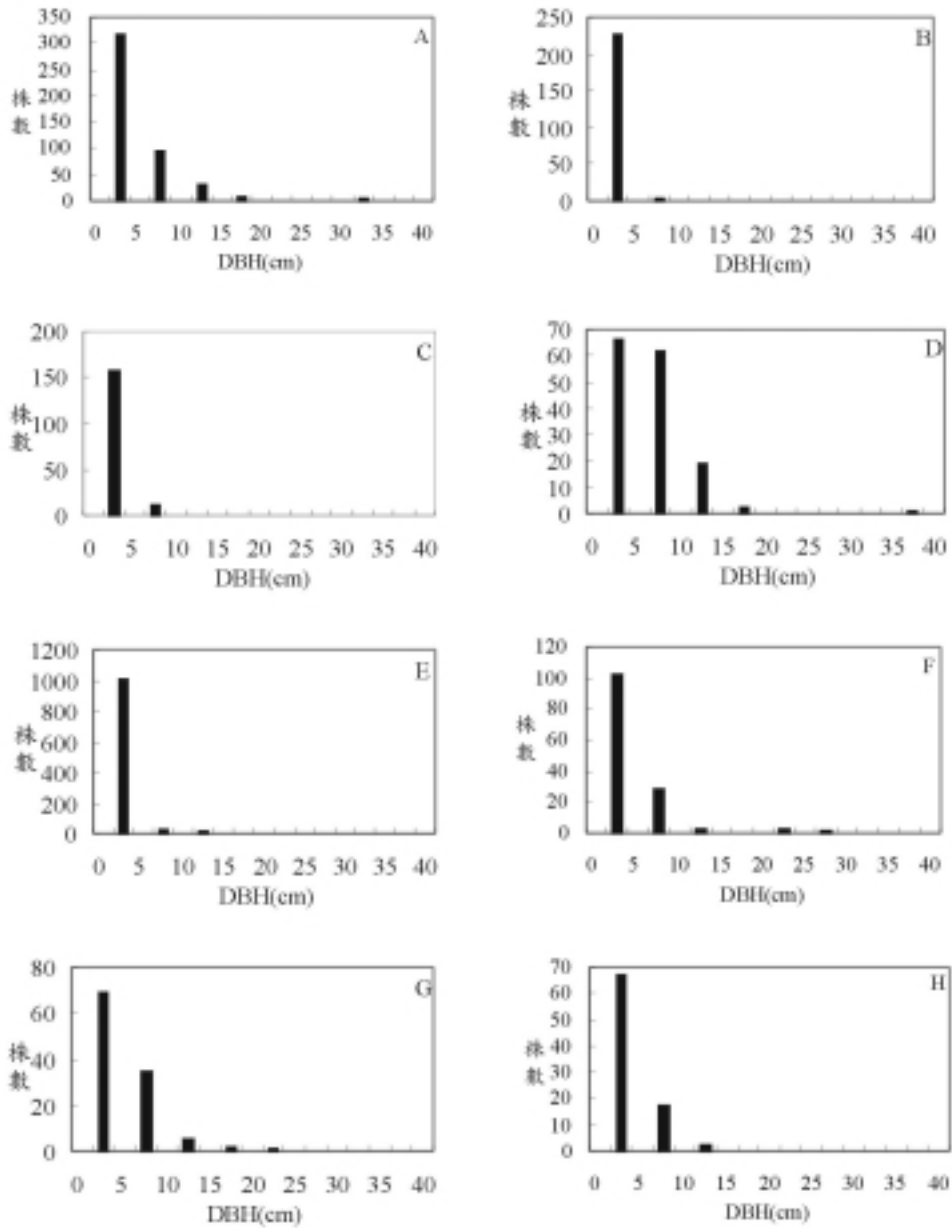


圖 2. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物胸高直徑分布直方圖

A.山紅柿 B.茜草樹 C.南投黃肉楠 D.薯豆 E.臺灣黃杞 F.五蕊虎皮楠 G.鴨腳木 H.香桂

Fig 2. The DBH distribution of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation of Hui-Sun Forest Station.

A. *Diospyros morrisiana* Hance; B. *Randia cochinchinensis* (Lour.)Merr. ; C. *Litsea acuminata*(Bi.)Kurata ; D. *Elaeocarpus japonicus* Sieb. et Zucc. ; E. *Engelhardtia roxburghiana* Wall. ; F. *Daphniphyllum pentandrum* Hay. var. *pentandrum* ; G. *Schefflera octophylla*(Lour.)Harms ; H. *Cinnamomum subavenium* Miq.

勢種類。洪富文（1996）指出，在過去四十年來的颱風干擾強度及頻度下，會造成長期曝光度高的環境，在這種環境下，闊葉樹林的更新，將以由下層苗木生長取代上層林木枯死的空間為主，而不是由空隙的產生來進行更新，馬復京及張乃航（1996）亦獲致相同的結論，並說明葉部及小枝的脫落，將有利於幼苗的生長。就日本扁柏林的觀察所見，其更新情形傾向於林下幼木取代上木優勢的方式。劉棠瑞及蘇鴻傑（1978）指出在臺灣中部地區，海拔 1,300~2,000 公尺之植被，其演替極盛相應為闊葉樹林，相對於此地原生植群為樟櫟群叢（劉業經等，1988），上述的闊葉樹應會成為此地區植物社會的主要組成樹種。

另胸徑大於 40 cm 以上者，共計有 13 株，其種類為木荷、臺灣二葉松、臺灣五葉松、裏白鰻頭果，推測上述 13 株大徑木應是屬較早期入侵定殖於日本扁林下者；樟科植物中的香楠、香桂的直徑分布則呈間斷的分布，株數分別為 191 株/ha 及 187 株/ha，在往後亦為林冠上層的重要組成分子之一；殼斗科各種類株數並不多見，推測此分類群的入侵及佔據

此地而成的優勢種類的時間應須一段時間以後。

（三）物種歧異度

根據四種方法計算出來之各樣區歧異度指數，如表 4 所示。由於樣區為日本扁柏造林地受日本扁柏株數較多影響，故種豐富度指數明顯偏低；除樣區 1 與 8 以外，其餘樣區之新浦森指數概在 0.9 以上，夏農指數則多在 1.2 以上，均勻度指數為 0.8 左右。

就生態系之觀點而言，生物社會之歧異度，可顯示反饋系統（feedback system）之作用程度（Margalef, 1972）。歧異度高，表示食物鏈較長；食物網較綿密，生物容易發生交互作用之現象，負反饋作用也較顯著，因而增加社會之安定性（劉棠瑞與蘇鴻傑，1983）。在穩定生態系中，歧異度大，反之，發育中之生態系則歧異度較小。而原來為純林的日本扁柏人工林，因為闊葉樹的入侵，增加其歧異度，洪富文（1996）認為人工純林的建造方式常難達成適地適木外，亦嚴重降低森林動植物組成與結構的多樣性，且不利森林長期生產力的維持，以及減少森林生態系對環境逆壓的抗力，

表 4. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物社會歧異度指數摘要表

Table 4. Four species diversity indices of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| 樣區序號 | 總種數 | 總株數 | 種豐富度指數 | 新浦森指數 | 夏農指數 | 均勻度指數 |
|------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 32 | 468 | 0.0684 | 0.8493 | 1.0316 | 0.6854 |
| 2 | 36 | 367 | 0.0981 | 0.9362 | 1.3038 | 0.8377 |
| 3 | 41 | 310 | 0.1323 | 0.9248 | 1.2998 | 0.8060 |
| 4 | 38 | 476 | 0.0798 | 0.9139 | 1.2586 | 0.7967 |
| 5 | 38 | 535 | 0.0710 | 0.9135 | 1.2204 | 0.7725 |
| 6 | 41 | 379 | 0.1082 | 0.9337 | 1.3177 | 0.8170 |
| 7 | 47 | 428 | 0.1098 | 0.9442 | 1.4007 | 0.8377 |
| 8 | 29 | 433 | 0.0670 | 0.6601 | 0.7902 | 0.5404 |
| 9 | 36 | 365 | 0.0986 | 0.9335 | 1.2896 | 0.8287 |

另 Elton (1958) 指出, 物種豐富的生態系之緩衝力較物種稀少的緩衝力為高, Parrotta (1999) 提出混交林較純林具有較高的林分生產力以及對促進養分循環有正面影響。游漢明 (1996) 指出生長速率及耐蔭程度之不同樹種, 可使林分自動形成許多冠層, 且較純林對災害具有較大抗性及保持高生產力。而維持林分層次的多樣性會伴隨生產性的提高 (Moore & Allen 1999)。李國忠及李建霖 (1994) 亦指出較高的林木結構歧異度, 即複雜的垂直與水平植群可提供鳥類多變化棲息地的資源。因此目前之日本扁柏林與闊葉樹混生的情形對於環境逆壓的抗力應較人工純林具有穩定的狀態並提供其他生物較多樣化的資源。

(四) 種間相關性

本調查選取種間頻度介於 30~80% 的 27 種樹種進行種間相關性分析, 其結果列於表

5。由於樣區數目僅為 9 個, 加以樣區環境因子的差異不大, 植物種類之分布與生長情況類似, 在種間相關性之分析上並未見有明顯正相關或負相關之情形發現。

(五) 環境因子相關性分析

環境因子相關性分析如表 6 所示; 調查所設立之 9 個永久樣區, 皆位於惠蓀林場第三林班之日本扁柏造林地內, 各樣區環境因子頗為類似, 故於環境因子之相關分析上, 僅海拔高度與全天光空域具顯著負相關, 而全天光空域與直射光空域為顯著正相關。

六、結論

1. 惠蓀林場第三林班之日本扁柏生長呈衰退枯死現象, 部分闊葉樹種類入侵, 此造林地在演替序列進行上將會朝著對應於本區環境之極盛相植物社會演替。

表 5. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層 27 種植物間之相關情形一覽表

Table 5. The correlation coefficients among 27 species of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusata* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| 代號及種名 | 卡方值 | 類度 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A* | |
|----------|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|----|--|
| A臺灣樹參 | 24.0 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B五指山冬青 | 23.3 | 4 | 0.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C臺灣大蕊野牡丹 | 21.0 | 5 | 0.79 | 0.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D烏心石 | 19.4 | 3 | 0.50 | 0.32 | 0.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E山黃梔 | 19.1 | 4 | 0.63 | 0.55 | 0.35 | 0.79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F雨傘仔 | 18.3 | 5 | -0.16 | -0.10 | 0.10 | -0.79 | -0.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G大葉楠 | 18.0 | 3 | 0.50 | 0.79 | 0.63 | 0.00 | 0.32 | 0.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H倒卵葉山龍眼 | 17.0 | 5 | -0.63 | -0.10 | -0.35 | -0.79 | -0.55 | 0.55 | 0.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I紅皮 | 16.3 | 4 | -0.32 | -0.80 | -0.55 | -0.16 | -0.35 | 0.35 | -0.63 | -0.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J臺灣二葉松 | 16.3 | 4 | -0.32 | -0.80 | -0.55 | -0.16 | -0.35 | -0.10 | -0.63 | -0.10 | 0.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K銳葉柃木 | 15.9 | 6 | 0.00 | 0.16 | -0.16 | 0.50 | 0.16 | -0.63 | 0.00 | -0.16 | -0.32 | -0.32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L三叉虎 | 15.5 | 5 | -0.63 | -0.55 | -0.80 | -0.32 | -0.10 | 0.10 | -0.32 | 0.55 | 0.35 | 0.35 | -0.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M臺灣紅豆樹 | 14.0 | 4 | 0.63 | 0.10 | 0.35 | 0.32 | 0.55 | -0.10 | 0.32 | -0.55 | 0.10 | 0.10 | -0.32 | -0.10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N樟樹 | 14.0 | 4 | 0.63 | 0.10 | 0.35 | -0.16 | 0.10 | 0.35 | 0.32 | -0.10 | 0.10 | 0.10 | -0.32 | -0.10 | 0.55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| O白葉子 | 14.0 | 6 | 0.00 | 0.16 | 0.32 | -0.50 | -0.32 | 0.79 | 0.00 | 0.32 | 0.16 | -0.32 | -0.50 | -0.16 | -0.32 | 0.16 | | | | | | | | | | | | | | |
| P狗骨仔 | 14.0 | 6 | -0.50 | -0.32 | -0.16 | -0.50 | -0.79 | 0.32 | 0.00 | 0.32 | 0.16 | 0.16 | 0.00 | -0.16 | -0.32 | -0.32 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Q圓葉雞屎樹 | 13.3 | 2 | 0.38 | 0.06 | 0.48 | -0.38 | 0.06 | 0.48 | 0.19 | -0.06 | 0.06 | 0.06 | -0.76 | -0.06 | 0.60 | 0.60 | 0.38 | -0.19 | | | | | | | | | | | | |
| R水金京 | 12.7 | 2 | -0.76 | -0.48 | -0.60 | -0.38 | -0.48 | -0.06 | -0.38 | 0.48 | 0.06 | 0.06 | 0.38 | 0.48 | -0.48 | -0.48 | -0.19 | 0.38 | -0.29 | | | | | | | | | | | |
| S來特氏越橘 | 12.6 | 3 | 0.00 | 0.32 | 0.16 | 0.50 | 0.32 | -0.32 | 0.00 | -0.32 | -0.16 | -0.16 | 0.00 | -0.32 | -0.16 | -0.63 | 0.00 | 0.00 | -0.38 | -0.38 | | | | | | | | | | |
| T川氏氏櫛 | 12.6 | 6 | 0.00 | -0.32 | -0.16 | 0.00 | 0.16 | 0.32 | -0.50 | -0.16 | 0.63 | 0.16 | -0.50 | 0.32 | 0.16 | 0.16 | 0.50 | -0.50 | 0.38 | -0.19 | 0.00 | | | | | | | | | |
| U臺灣楊桐 | 12.6 | 3 | 0.00 | 0.32 | 0.16 | 0.00 | 0.32 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | -0.16 | -0.63 | 0.00 | 0.16 | -0.16 | -0.16 | 0.50 | -0.50 | 0.19 | 0.19 | 0.00 | 0.50 | | | | | | | | |
| V接骨木 | 11.9 | 2 | 0.38 | 0.06 | 0.48 | 0.19 | 0.06 | -0.06 | 0.19 | -0.60 | 0.06 | 0.06 | -0.19 | -0.60 | 0.60 | 0.06 | -0.19 | 0.38 | 0.36 | -0.29 | 0.19 | -0.19 | -0.38 | | | | | | | |
| W小西氏石櫟 | 11.3 | 5 | -0.16 | -0.10 | 0.10 | -0.32 | -0.10 | 0.55 | 0.16 | 0.10 | 0.35 | -0.10 | -0.63 | 0.10 | 0.35 | -0.10 | 0.32 | 0.32 | 0.48 | -0.06 | 0.16 | 0.32 | 0.16 | 0.48 | | | | | | |
| X小葉赤楠 | 11.3 | 6 | 0.00 | 0.16 | 0.32 | -0.50 | -0.32 | 0.32 | 0.50 | 0.32 | -0.32 | 0.16 | -0.50 | -0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.00 | 0.50 | 0.38 | -0.19 | 0.00 | -0.50 | -0.50 | 0.38 | 0.32 | | | | | |
| Y雙葉新木薑子 | 10.8 | 7 | 0.19 | -0.06 | 0.06 | 0.38 | 0.48 | -0.48 | -0.19 | -0.48 | 0.06 | -0.06 | 0.19 | 0.06 | 0.48 | -0.06 | -0.38 | -0.38 | 0.29 | 0.29 | -0.19 | 0.19 | 0.38 | 0.29 | 0.06 | -0.38 | | | | |
| Z厚殼桂 | 10.5 | 5 | -0.16 | -0.10 | 0.10 | 0.16 | -0.10 | -0.35 | -0.32 | -0.35 | -0.10 | -0.10 | 0.32 | -0.35 | -0.10 | -0.55 | -0.16 | 0.32 | -0.06 | 0.48 | 0.16 | -0.16 | 0.16 | 0.48 | 0.10 | -0.16 | 0.60 | | | |
| A木荷 | 5.3 | 8 | 0.50 | 0.32 | 0.40 | 0.25 | 0.32 | 0.40 | 0.25 | -0.32 | 0.32 | 0.40 | -0.25 | -0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.50 | -0.25 | 0.19 | -0.66 | 0.25 | 0.50 | 0.25 | 0.19 | 0.40 | -0.25 | -0.19 | -0.32 | | |

(左下為相關係數, 右上部為顯著水準)

(+++及--- : 表示在 0.1 % 下顯著; ++及-- : 表在 1 % 下顯著; +- : 表在 5 % 下顯著)

表 6. 惠蓀林場日本扁柏林樣區環境因子相關分析表

Table 6. The correlation coefficients among environmental factors in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| | Alt | Mos | Slo | pH | WLS | DLS |
|-----|-----------|---------|---------|---------|-----------|---------|
| Alt | 1.0000 | -0.2744 | 0.7305 | 0.5001 | -0.8979** | -0.6945 |
| Mos | -0.2744 | 1.0000 | -0.1806 | -0.1832 | 0.3780 | 0.7334 |
| Slo | 0.7305 | -0.1806 | 1.0000 | 0.4003 | -0.6301 | -0.4757 |
| PH | 0.5001 | -0.1832 | 0.4003 | 1.0000 | -0.6332 | -0.6531 |
| WLS | -0.8979** | 0.3780 | -0.6301 | -0.6332 | 1.0000 | 0.8654* |
| DLS | -0.6945 | 0.7334 | -0.4757 | -0.6531 | 0.8654* | 1.0000 |

N of cases : 9 1-tailed Signif : *-.01 **-.001

- 就調查所得樣區上層之植物種類共計有100種，地被植物更高達 263 種，植物種類組成衆多而複雜。
- 植物社會歧異度之分析中，新浦森指數概在 0.9 以上，夏農指數則多在 1.2 以上，均勻度指數為 0.8 左右，顯示種類組成衆多，社會穩定性亦逐漸加強。
- 多數闊葉樹種之直徑階分布呈反 J 型分布，且胸徑小於 5cm 之稚木為數衆多，顯示此區演替更新進行中，且此具喬木習性之樹種將成為往後冠層的優勢樹種。
- 屬樟櫟群叢主要組成分子之殼斗科植物，並未大量出現於樣區，推測其入侵、定殖的時段較一般先驅樹種遲緩。
- 由於樣區數目不多及環境因子變異不大，僅海拔高度與全天光空域具即顯著負相關，而全天光空域與直射光空域為顯著正相關。
- 日本扁柏林下之樹種入侵定殖概多藉由種子之侵入，而非萌蘖之現象。就地被層植物而言，現佔有最大重要值為鬼桫欏等蕨類，將可在未來之地被植物中持續佔有其優勢。
- 造林樹種若未達預期生長，或呈衰退現象，則其林下則有本區原有的樹種入侵，在經營上，可利用林相改良的方式，依據生態的原

則，兼顧生物保育、水土保持、經濟利益的目標之達成。

七、誌謝

本文研究期間，感謝本校森林學系森林植物分類及生態研究室同學協助調查，實驗林管理處及惠蓀林場人員在調查期間給予協助，在此一併致謝。

八、參考文獻

- 呂金誠、李明益、歐辰雄（1994）惠蓀實驗林場楠櫟帶次生林植群生態之研究。中興大學實驗林研究報告 16(1):1-28。
- 李國忠、陳建霖（1994）生態歧異度與林分結構之研究。中華林學季刊 27(3):59-89。
- 洪富文（1996）台灣中低海拔闊葉林的更新理論與試驗。台灣省林業試驗所簡訊 3(5):1-2。
- 馬復京、張乃航（1996）福山天然闊葉林的更新。台灣省林業試驗所簡訊 3(5):3-6。
- 游漢明（1996）闊葉樹人工混合林的建造—造林。台灣省林業試驗所簡訊 3(5):7-8。
- 國立中興大學實驗林管理處（2001）關刀溪森林生態系。國立中興大學實驗林管理處。

- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1978) 大甲溪上游臺灣二葉松天然林之群落組成及相關環境因子之研究。臺大實驗林研究報告 121:207-239。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學，第一版。台灣商務印書館，臺北市。
- 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)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。
- 劉業經、歐辰雄、呂金誠 (1988) 臺灣中部地區闊葉樹林人為干擾後之植群演替。中華林學季刊 21(1):11-28。
- 蘇鴻傑 (1992) 臺灣之植群：山地植群帶與地理氣候區。臺灣生物資源調查及資訊管理研習會論文集。中央研究院植物研究所專刊第十一號 39-53。
- Elton, C. S. (1958) *The ecology of invasion by animals and plants*, 1st ed. Chapman and Hall, London.
- Magurran, A. E. (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Margalef, R. (1972) Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts. Sci.* 44:211-235.
- Moore, S. E., and E. L. Allen, (1999) Maintaining biodiversity in forest ecosystems. 400 -401. Cambridge University Press.
- Motyka, J., B. Dobrzanski, and S. Zawadski. (1950) *Wstępne badania nad lakami, południowowschodney. Lubelszczyzny.* (Preliminary studies on meadows in the southeast of the province Lublin. Summary in English), *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Sec. E.* 5:367-447. 引自劉棠瑞與蘇鴻傑，1983。
- Parrotta, J. A. (1999) Productivity, nutrient cycling, and succession in Single- and mix-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. *For. Ecol. Manage.* 124:45-77.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. (1963) *The mathematical theory of communication*, pp.117. University of Illinois Press, Urbana. 引自劉棠瑞與蘇鴻傑，1983。
- Simpson, E. H. (1949) Measurement of diversity. *Nature* 163:688. Cited by Magurran, A. E. 1988.
- Spellerberg, L. F. (1991) *Monitoring ecological change*. University Press, Cambridge.

表 7. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物名錄

Table 7. The tree species of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| | |
|--------|---|
| 松科 | Pinaceae |
| 臺灣五葉松 | <i>Pinus morrisonicola</i> Hay. |
| 臺灣二葉松 | <i>Pinus taiwaniana</i> Hay. |
| 杉科 | Taxodiaceae |
| 杉木 | <i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook. var. <i>lanceolata</i> form. <i>lanceolata</i> |
| 臺灣杉 | <i>Taiwania cryptomerioides</i> Hay. |
| 柏木科 | Cupressaceae |
| 日本扁柏 | <i>Chamaecyparis obtuse</i> Endl. var. <i>obtusa</i> |
| 木蘭科 | Magnoliaceae |
| 烏心石 | <i>Michelia compressa</i> (Maxim.) Sargent |
| 樟科 | Lauraceae |
| 樟樹 | <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl. |
| 山肉桂 | <i>Cinnamomum insularimontanum</i> Hay. |
| 土肉桂 | <i>Cinnamomum osmophloeum</i> Kanehira |
| 香桂 | <i>Cinnamomum subavenium</i> Miq. |
| 厚殼桂 | <i>Cryptocarya chinensis</i> (Hance) Hemsl. |
| 天臺烏藥 | <i>Lindera aggregate</i> (Sims.) Kosterm. |
| 南投黃肉楠 | <i>Litsea acuminata</i> (Bl.) Kurata |
| 山胡椒 | <i>Litsea cubeba</i> (Lour.) Persoon |
| 小梗木薑子 | <i>Litsea kostermansii</i> Chang |
| 大葉楠 | <i>Machilus kusanoi</i> Hay. |
| 豬腳楠 | <i>Machilus thunbergii</i> Sieb. et Zucc. |
| 香楠 | <i>Machilus zuihoensis</i> Hay. var. <i>zuihoensis</i> |
| 五掌楠 | <i>Neolitsea konishii</i> (Hay.) Kaneh. et Sasaki |
| 變葉新木薑子 | <i>Neolitsea variabilissima</i> (Hay.) Kaneh. et Sasaki |
| 薔薇科 | Rosaceae |
| 毛瓣石楠 | <i>Photinia lasiopetala</i> Hay |
| 墨點櫻桃 | <i>Prunus phaeosticta</i> (Hance) Maxim. var. <i>phaeosticta</i> |
| 田代氏石斑木 | <i>Raphiolepis umbellate</i> var. <i>integerrima</i> (Hook. et Arn.) Masamune |
| 毛萼懸鉤子 | <i>Rubus shinkoensis</i> Hay. |
| 含羞草科 | Mimosaceae |
| 領總豆 | <i>Pithecellobum lucidum</i> Benth. |
| 蝶形花科 | Fabaceae |
| 臺灣紅豆 | <i>Ormosia formosana</i> Kaneh. |
| 鼠刺科 | Escalloniaceae |
| 小花鼠刺 | <i>Itea parviflora</i> Hemsl. var. <i>parviflora</i> |
| 安息香科 | Styracaceae |
| 烏皮九芎 | <i>Styrax formosana</i> Matsum. var. <i>formosana</i> |
| 紅皮 | <i>Styrax suberifolia</i> Hook. et Arn. |
| 灰木科 | Symplocaceae |
| 山茶葉灰木 | <i>Symplocos adinandrifolia</i> Hay. var. <i>theifolia</i> |
| 臺灣灰木 | <i>Symplocos formosana</i> Brand var. <i>formosana</i> |
| 玉山灰木 | <i>Symplocos morrisonicola</i> Hay. |
| 五加科 | Araliaceae |
| 臺灣樹參 | <i>Dendropanax dentigerus</i> (Harms.) Merr. |
| 鴨腳木 | <i>Schefflera octophylla</i> (Lour.) Harms |
| 忍冬科 | Caprifoliaceae |
| 呂宋莢蒾 | <i>Viburnum luzonicum</i> Rolfe |

續表 7. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物名錄

Table 7. The tree species of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| | |
|---------|--|
| 虎皮楠科 蕨 | Daphniphyllaceae |
| 五蕊虎皮楠 | <i>Daphniphyllum pentandrum</i> Hay. var. <i>pentandrum</i> |
| 楊梅科 | Myricaceae |
| 楊梅 | <i>Myrica rubra</i> Sieb. et Zucc. |
| 殼斗科 | Fagaceae |
| 卡氏櫛 | <i>Castanopsis carlesii</i> (Hemsl.) Hay. |
| 栲樹 | <i>Castanopsis fargesii</i> Franchet |
| 川上氏櫛 | <i>Castanopsis kawakamii</i> Hay. |
| 苦扁桃葉石櫟 | <i>Lithocarpus amygdalifolius</i> (Skan) Hay. |
| 三斗石櫟 | <i>Pasania hancei</i> (Benth.) Schottky |
| 短尾葉石櫟 | <i>Pasania harlandii</i> (Hance) Oerst. |
| 小西氏石櫟 | <i>Pasania konishii</i> (Hay.) Schottky |
| 胡桃科 | Juglandaceae |
| 臺灣黃杞 | <i>Enghardtia roxburghiana</i> Wall |
| 山龍眼科 | Proteaceae |
| 山龍眼 | <i>Helicia formosana</i> Hemsl. |
| 倒卵葉山龍眼 | <i>Helicia renetiensis</i> Masamune |
| 椴樹科 | Tiliaceae |
| 杜英 | <i>Elaeocarpus decipiens</i> Hemsl. |
| 薯豆 | <i>Elaeocarpus japonicus</i> Sieb. et Zucc. |
| 大戟科 | Euphorbiaceae |
| 裏白鱧頭果 | <i>Glochidion acuminatum</i> Muell. -Arg. |
| 細葉鱧頭果 | <i>Glochidion rubrum</i> Blume |
| 野桐 | <i>Mallotus japonicus</i> Muell. -Arg. |
| 白葉子 | <i>Mallotus paniculatus</i> (Lamk.) Muell. -Arg. |
| 山茶科 | Theaceae |
| 阿里山楊桐 | <i>Adinandra lasiostyla</i> Hay. |
| 臺灣楊桐 | <i>Adinandra millettii</i> Benth. et. Hook. f. ex Hance var. <i>formosana</i> (Hay.) Kobuski |
| 紅淡比 | <i>Cleyera japonica</i> Thunb. var. <i>japonica</i> |
| 銳葉柃木 | <i>Eurya acuminata</i> DC. var. <i>acuminata</i> |
| 中國柃木 | <i>Eurya japonica</i> Thunb. var. <i>parvifolia</i> (Gardn.) Thwartes |
| 蓮華池柃木 | <i>Eurya renginechiensis</i> Yam. |
| 大頭茶 | <i>Gordonia axillaries</i> (Roxb. ex Ker.) Dietr. |
| 木荷 | <i>Schima superba</i> Gard. et Champ. var. <i>superba</i> |
| 厚皮香 | <i>Ternstroemia gymnanthera</i> (Wright et Arn.) Bedd. |
| 杜鵑科 | Eriaceae |
| 青紫花 | <i>Rhododendron ellipticum</i> Maxim. |
| 紅毛杜鵑 | <i>Rhododendron rubropilosum</i> Hay. |
| 越橘科 | Vacciniaceae |
| 來特氏越橘 | <i>Vaccinium wrightii</i> Gray var. <i>wrightii</i> |
| 桃金娘科 | Myrtaceae |
| 小葉赤楠 | <i>Syzygium buxifolium</i> Hook. et Arn. |
| 臺灣赤楠 | <i>Syzygium formosanum</i> (Hay.) Mori |
| 野牡丹科 | Melastomataceae |
| 柏拉木 | <i>Blastus cochinchinensis</i> Lour. |
| 臺灣大蕊野牡丹 | <i>Pachycentria formosana</i> Hay. |

續表 7. 惠蓀林場日本扁柏林樣區上層植物名錄

Table 7. The tree species of overstory in *Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa* plantation of Hui-Sun Forest Station.

| | |
|--------|--|
| 冬青科 | Aquifoliaceae |
| 燈檉花 | <i>Ilex asprella</i> (Hook. et Arn.) |
| 糊櫛 | <i>Ilex formosana</i> Maxim. |
| 五指山冬青 | <i>Ilex goshiensis</i> Hay. |
| 大葉冬青 | <i>Ilex goshiensis</i> Hay. |
| 威氏冬青 | <i>Ilex wilsonii</i> Lopes. |
| 衛矛科 | Celastraceae |
| 大丁黃 | <i>Euonymus laxiflorus</i> Champ. Ex Benth. |
| 紫金牛科 | Myrsinaceae |
| 雨傘仔 | <i>Ardisia cornudentata</i> Mez |
| 小葉樹杞 | <i>Ardisia quinquegona</i> Blume |
| 樹杞 | <i>Ardisia sieboldii</i> Miquel |
| 柿樹科 | Ebenaceae |
| 山紅柿 | <i>Diospyros morrisiana</i> Hance |
| 紅柿 | <i>Diospyros oldhamii</i> Max. |
| 芸香科 | Rutaceae |
| 三叉虎 | <i>Evodia lepta</i> (Spreng.) Merr. |
| 清風藤科 | Sabiaceae |
| 紫珠葉泡花樹 | <i>Meliosma callicarpaefolia</i> Hay. |
| 綠樟 | <i>Meliosma squamulata</i> Hance |
| 漆樹科 | Anacardiaceae |
| 木臘樹 | <i>Rhus succedanea</i> L. var. <i>succedanea</i> |
| 木犀科 | Oleaceae |
| 大葉木犀 | <i>Osmanthus matsumuranus</i> Hay. |
| 夾竹桃科 | Apocynaceae |
| 酸藤 | <i>Ecdysanthera rosea</i> Hook. et Arn. |
| 茜草科 | Rubiaceae |
| 細葉虎刺 | <i>Dammacanthus angustifolius</i> Hay. var. <i>angustifolius</i> |
| 山黃梔 | <i>Gardenia jasminoides</i> Ellis var. <i>jasminoides</i> |
| 柯氏雞屎樹 | <i>Lasianthus curtisii</i> King et Gemble |
| 琉球雞屎樹 | <i>Lasianthus fordii</i> Hance |
| 圓葉雞屎樹 | <i>Lasianthus wallichii</i> Wight |
| 九節木 | <i>Psychotria rubra</i> (Lour.) Poir |
| 茜草樹 | <i>Randia cochinchinensis</i> (Lour.) Merr. |
| 狗骨仔 | <i>Tricalysia dubia</i> (Lindl.) Ohwi |
| 水金京 | <i>Wendiandia formosana</i> Cowan |
| 水錦樹 | <i>Wendiandia uvariifolia</i> Hance |
| 馬鞭草科 | Verbenaceae |
| 大青 | <i>Clerodendrum cyrtophyllum</i> Turcz. |
| 金粟蘭科 | Chloranthaceae |
| 接骨木 | <i>Sarcandra glabra</i> (Yhumb.) Nakai |
| 菝葜科 | Smilacaceae |
| 臺灣菝葜 | <i>Smilax lanceifolia</i> Roxburgh |
| 棕櫚科 | Palmae |
| 黃藤 | <i>Daemonorops margaritae</i> (Hance) Becc |