

## 研究報告

## 斗六丘陵植群生態之研究

楊迪嵐<sup>1</sup> 曾喜育<sup>2</sup> 蘇冠宇<sup>3</sup> 朱恩良<sup>4</sup> 賴國祥<sup>5</sup> 曾彥學<sup>2,6</sup>

【摘要】斗六丘陵位於雲林縣、南投縣交界處，研究區總面積約 139 km<sup>2</sup>，海拔範圍 100-1,305 m 之間，主要為低海拔之丘陵地區，屬於熱帶濕潤氣候。本報告針對斗六丘陵植群組成及其環境因子，研究分析各主要優勢樹種之族群結構，以探討植群之演替情形。總計調查 74 個樣區，於研究區範圍內維管束植物種類共記錄 122 科 358 屬 525 種，包括 55 種臺灣特有種。經矩陣群團分析結果，共分出龍眼型、香楠型、千年桐型、相思樹型、豬母乳型、麻竹型、血桐-構樹型、山黃麻型、檳榔型、孟宗竹型、桂竹型等 11 個植群型，並依優勢種命名，其中千年桐型、相思樹型為人工林，龍眼型、麻竹型、檳榔型具不同程度之廢耕情形。族群結構分析方面，香楠型、豬母乳型之優勢樹種均呈現反 J 型分布，表示具有自行更新能力，如不再受干擾，未來可能發展成為榕楠植群。依降趨對應分析之結果，植群分布序列與環境因子之相關性，以地形位置與全天光空域呈現顯著相關，坡度、坡向、水分指數等則無相關性。

【關鍵詞】斗六丘陵、植群、次級演替、植物生態

## Research paper

## Study on the Vegetation of Touliu Submontane Area

Di-Lan Yang<sup>1</sup> Hsy-Yu Tzeng<sup>2</sup> Kuan-Yu Su<sup>3</sup> N-Lian Zu<sup>4</sup> Kwo-Shang Lai<sup>5</sup> Yen-Hsueh Tseng<sup>2,6</sup>

【Abstract】Touliu submontane area is located between Yunlin County and Nantou County, and the total area is ca. 139 km<sup>2</sup>. The altitudes of the area range from 100 to 1,305 m above sea level. These low-altitude hills are with tropical humid climate. In order to investigate the composition and environmental factors of vegetation in this Area, 74 plots were set up. Moreover, we analyzed the population structures of dominant tree species and hypothesize the possible succession sequence. Totally 122 families, 358 genera, 525 taxa were recorded, including 55 endemic species. Based on Matrix Cluster Analysis (MCA), the plots were classified into 11 types: 1. *Dimocarpus longan* type; 2. *Machilus zuihoensis* type; 3. *Aleurites montana* type; 4. *Acacia confusa* type; 5. *Ficus benguetensis* type; 6. *Dendrocalamus latiflorus* type; 7. *Macaranga*

1,3 國立中興大學森林學系碩士、研究生

Master and Graduate Student, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

2,6 國立中興大學森林學系助理教授，通訊作者。40227 台中市國光路 250 號

Assistant Professor, Department of Forestry, National Chung Hsing University. 250 Kuokwang Rd., Taichung 40227, Taiwan. Corresponding author, e-mail: tseng2005@nchu.edu.tw.

4,5 行政院農業委員會特有生物保育中心植物組研究助理、研究員兼組長。552 南投縣集集鎮民生東路 1 號

Research Assistant, Research Fellow and Chief; Department of Botany, Taiwan Endemic Species Research Institute, 1, Mingshen East Rd., Chichi Township, Nantou County, Taiwan, 552.

*tanarius-Broussonetia papyrifera* type; 8. *Trema orientalis* type; 9. *Areca catechu* type; 10. *Phyllostachys pubescens* type; 11. *Phyllostachys makinoi* type. Population structure analysis revealed that the most dominant species in *Machilus zuihoensis* type and *Ficus benguetensis* type were with inversely J-shaped pattern, which implies that the forests have the ability to self-regenerated. If there was no disturbances, the forest would possibly succeed toward the *Ficus-Machilus* vegetation. Based on detrended correspondence analysis (DCA), in terms of the environmental factors, the relationships between distribution of vegetation types with topographic position and whole light sky space (WLS) were significant.

【Key words】Touliu Area, vegetation, secondary succession, plant ecology

## 一、前言

斗六丘陵位於雲林縣與南投縣交界，為一背斜山嶺，河谷為順向谷，西坡屬北港溪流域上游地區，向西流入嘉南平原；東坡向東流入清水溪（林朝榮，1957），縱跨斗六鎮、林內鄉、古坑鄉與竹山鎮，主要為海拔 1,000 m 以下之丘陵地帶。依 Su (1984) 對臺灣中部山地植群帶劃分，本研究區大部分屬海拔 500 m 以下之榕楠林帶 (*Ficus-Machilus zone*)，相當於熱帶氣候森林，以楠木類 (*Machilus*) 及榕屬 (*Ficus*) 植物為主 (邱清安等，2008)。

研究區內多已開發為茶園、桂竹林、孟宗竹林、檳榔園、果園等，殆無原始林；本研究針對斗六丘陵現生植群進行調查及分析，藉以了解研究區內次生林或廢耕地之植物種類清單與植群結構，以提供爾後復舊生態與棲地保育之基礎資料。

## 二、材料與方法

### (一) 研究區環境概況

本研究區範圍北起濁水溪南方林內山 (233 m)，西以台 3 線為界與國道 3 號交於斗六交流道，再沿著國道 3 號直至古坑鄉崁腳附近，南至雲林縣與嘉義縣之縣界，東以清水溪以及大尖山至樟湖山稜線為界 (圖 1)；全區面積約為 13,898 ha，海拔從 100 m 至南界大尖山 (1,305 m)，整體呈現北低南高地形。行政區分屬雲林縣林內鄉、斗六市、古坑鄉。研究區西坡屬於北港溪上流，東坡屬於濁水溪上流之清水溪流

域。地質以頭嵙山層為主，可分成彼此間漸變的兩個岩相，火炎山相 (礫岩) 和香山相 (砂岩和頁岩)，礫岩層分布於斗六丘陵的北部及東部，呈現標準的惡地地形，常形成峻峭懸崖和鋸齒狀山嶺 (林朝榮，1957；何春蓀，2003)。依 1998-2008 年之平均年降雨量 1,776 mm (斗六雨量站)，1971-2000 年平均溫為 22.8°C (嘉義氣象站)，依桑士偉氏之氣候分類屬於熱帶濕潤氣候，全年不缺水或僅少量缺水 (陳正祥，1957)。

### (二) 取樣調查

本研究採多樣區法 (multiple plot method) 之集落樣區設置法 (contagious quadrat method)，於環境及林相均勻地點取樣。樣區大小為 10×25 m<sup>2</sup>，由 10 個 5×5 m<sup>2</sup> 之小區組成，調查時將植物區分為樹冠層 (overstory) 及地被層 (understory)。凡胸徑 (diameter at breast height, DBH) 大於 1 cm 者，列入樹冠層，記錄植物種類、胸徑；胸徑小於 1 cm 之樹種、草本及蕨類，記錄植物種類及覆蓋度。植物名錄之學名以 *Flora of Taiwan 2nd ed. Vol. 6* (Huang *et al.*, 2003) 為依據。植物社會調查同時，並針對海拔高度 (altitude, Alt)、坡向 (aspect, Asp)、坡度 (slope, Slo)、地形位置 (丁憲中，2004)、水分梯度級 (moisture gradient class, Moi) (Day and Monk, 1974)，以及全天光空域 (whole light sky, Wls, 夏禹九、王文賢，1985) 等 6 項環境因子進行直接觀測或間接方式評估 (蘇鴻傑，1987)。

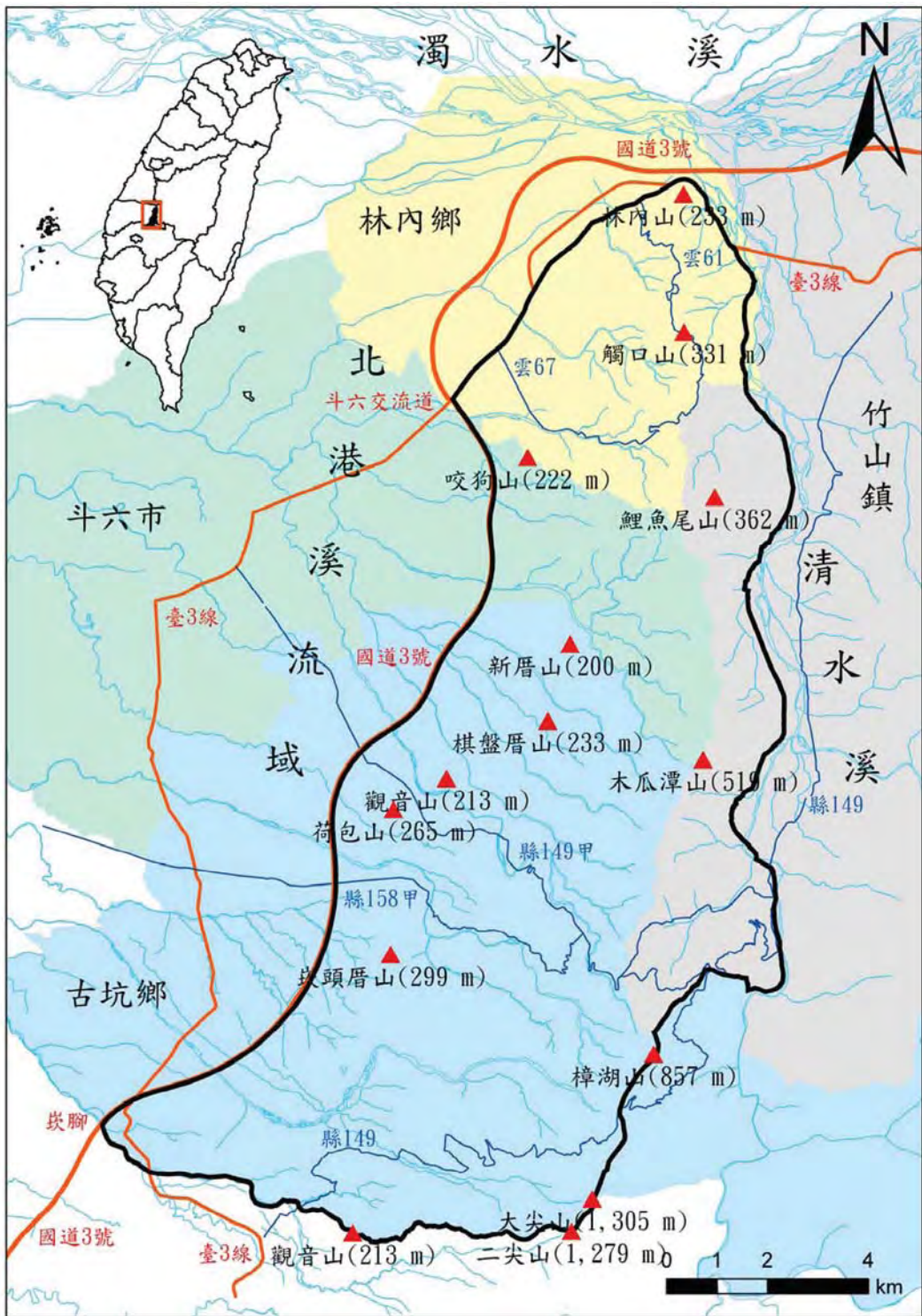


圖 1. 斗六丘陵行政轄區與山脈水系圖，黑粗線為本研究範圍區域

Fig. 1. Locations of Touliu submontane area mauntain and water system. The regita of this study is in the thick black line.

### (三) 資料統計與分析

#### 1. 植物名錄清單

於調查樣區及路線記錄到的植物種類，整理植物名錄清單，名錄供作內文物種描述之學名引證，並用以建構物種基本資料庫，以瞭解區內植物資源組成特性。

#### 2. 植群資料分析

首先對野外調查原始資料之植物種類進行編碼，於文書處理軟體中輸入樣區、植物種類代碼、各株胸徑或覆蓋度後，再轉換成資料庫格式。樣區之植物社會介量以重要值指數值 (importance value index, IVI) 表示。將植物社會分成上下兩層 (樹冠層和地被層)，計算各種植物在各樣區之密度、頻度及優勢度，再轉換成相對值，上層植物社會重要值即三者相對值總和，下層植物社會重要值即相對頻度和相對優勢度總和。使用呂金誠氏以 BASIC 及 CLIPPER 語言所設計之 COMB 程式計算各植物於各樣區中之 IVI 值，再將所得之 IVI 值輸入 PC-ORD 5.0 軟體進行群團分析 (cluster analysis)，相似度計算採用 Sørensen 距離係數，最後繪製樣區連結樹形圖以進行植群分類，並以優勢種 (dominant species) 為植群命名。

#### 3. 族群結構分析

本研究依據植群分類結果，於各植群型挑選優勢度較高及具有潛力的族群，分析各族群的齡級結構，繪製各優勢樹種之徑級分布圖，以了解植群組成結構，推測植群演替之階段與趨勢。

#### 4. 降趨對應分析

植群與環境因子相關性分析以喬木層各樣區物種之 IVI 值為基礎，使用 PC-ORD 5.0 軟體進行降趨對應分析 (detrended correspondence analysis, DCA)，並以 SPSS 13.0 進行 Pearson 相關性分析，以獲得植群分布與環境因子之相關性，以及環境因子彼此間之相關性。

## 三、結果與討論

### (一) 植物組成

本研究共設置 70 個  $10 \times 25 \text{ m}^2$  臨時樣區和 4 個  $10 \times 10 \text{ m}^2$  的散生竹類樣區 (圖 2)；樣區內及調查沿線共記錄維管束植物 122 科 358 屬 525 種 (含種以下分類群)，包括蕨類植物 22 科 37 屬 70 分類群、裸子植物 2 科 3 屬 3 分類群、雙子葉植物 84 科 256 屬 368 分類群及單子葉植物 14 科 62 屬 84 分類群。本研究區所紀錄之 3 種裸子植物皆為人為栽植。525 個分類群中，原植物 420 種 (80.0%)，其中特有植物 55 種 (曾彥學, 2003)；外來種 105 種 (20.0%)，已歸化種類達 68 種 (許再文等, 2003；陳運造, 2006；Wu *et al.*, 2004)。種類最多的前三科是禾本科 (Gramineae)、豆科 (Leguminosae) 和菊科 (Asteraceae)，分別為 33 種 (6.30%)、26 種 (4.95%) 和 25 種 (4.76%)，均是臺灣外來種比例較高的科 (張芷熒等, 2008)。研究區的植物生長型 (growth-form) 以草本植物種類較多，尤其禾本科與菊科因適應力強耐受性高，種子結實量多，為孔隙中常見風力傳播或授粉之先驅植物種類，有較佳之散布能力 (江政人, 2004)；本研究區之歸化種比例達 13%，亦反映出本區人為干擾較為嚴重。

一地區出現的植物種類，可視為植物與環境長期綜合作用下的結果；因此，一地區出現的植物常可反應各種氣候所具有之特殊習性，即生活型 (life-form)。生活型主要根據植物對不良環境之抵抗力與適應力來分類，以生存芽受保護的程度來決定對不良環境之適應性。雖然 Raunkiaer 氏之生活型分類過分強調生活型與氣候之關係，忽略土壤與歷史 (冰河期) 之影響，但目前仍常應用於一般之生態調查統計，以顯示當地之氣候環境，或印證植物與氣候之相關性 (劉棠瑞、蘇鴻傑, 1983)。本研究仿應用 Raunkiaer 生活型分類系統進行分類，依斗六地區所調查原生種子植物 (spermatophyte) 分別歸入其所屬之生活型，統計各型所佔種類百分率並製成生活型譜 (life-form spectrum) (表 1)。分析結果顯示，生活型以地上植物 (66.18%) 種類最多，其中藤本植物 (23.12%)

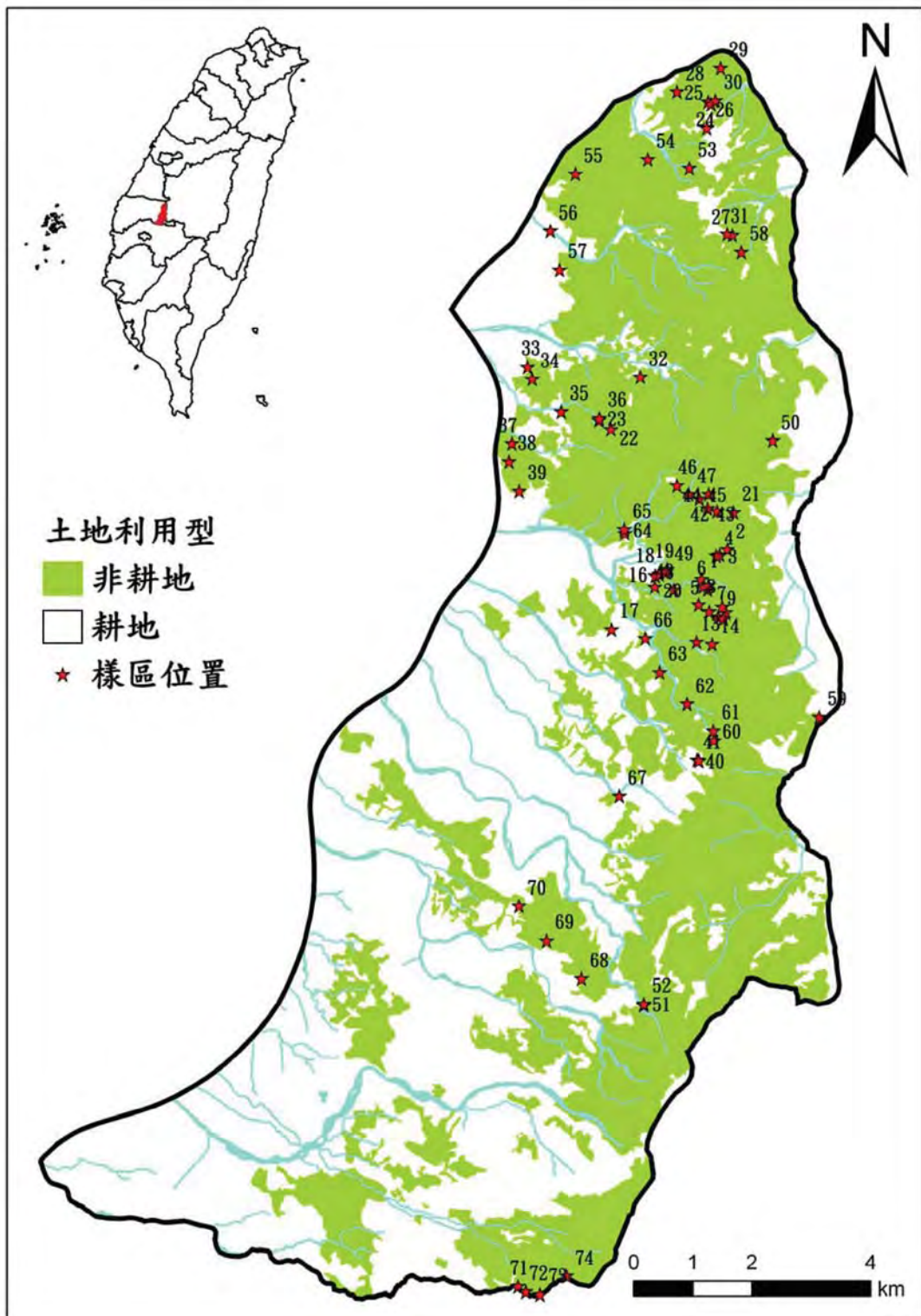


圖 2. 斗六丘陵 74 個樣區分布位置圖

Fig. 2. The distribution of seventy-four plots in Touliau submontane area.

表 1. 斗六丘陵原生種子植物生活型譜

Table 1. The life-form spectrum of native spermatophyte in Touliu submontane area

| 生活型     | MM    | M     | N     | E    | V     | Ph    | Ch    | H    | C    | Th   | Total |
|---------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 種數      | 44    | 53    | 50    | 2    | 80    | 229   | 42    | 30   | 23   | 22   | 346   |
| 百分比 (%) | 12.72 | 15.32 | 14.45 | 0.58 | 23.12 | 66.18 | 12.14 | 8.67 | 6.65 | 6.36 |       |

各生活型符號說明：

MM：大至中喬木 (Mega- and Mesophanerophytes, MM)，高度超過 8 m 之樹木

M：小喬木植物 (Microphanerophytes)：高度介於 2-8 m 之樹木

N：灌木植物 (Nanophanerophytes)：高度介於 0.25-2m 之本木植物

E：著生植物 (Epiphytes)：生存芽位於離地表之樹木或兒石等著生基質上

V：藤本植物 (Vine)：生存芽位於攀援狀之莖的先端，木質藤本屬之

Ph：地上植物 (Phanerophytes)

Ch：地表植物 (Chamaephytes)，生存芽位於離地面甚近之枝上，通常其高度不超過 25 cm

H：半地中植物 (Hemicryptophytes)，生存芽恰位於土表，可受枯枝落葉與土壤保護

C：地中植物 (Cryptophytes)，生存芽完全受到土壤保護

Th：一年生植物 (Therophytes)，無生存芽，以種子休眠的形態渡過不良季節

比例最高。研究指出，經砍伐或其它開墾方式干擾後之熱帶森林、破碎森林的林緣，以及演替早期的森林常有較多的木質藤本種類 (Laurance *et al.*, 2001; Capers *et al.*, 2005; Monteiro *et al.*, 2004; 伍淑惠等, 2007)；加上研究區內的草本植物 (含蓋地表植物、半地中植物、地中植物、一年生植物) 的比例超過原生種子植物種數的 1/3，可能反映本區人為開發的對此環境造成的影響。

本研究區之蕨類商數為 3.85，和臺灣全島的蕨類商數 (3.97) 相近 (曾彥學, 2003)。由於蕨類生活史中需要以水作為受精作用媒介，故絕大部分的蕨類植物喜歡生長於溫暖多濕的環境，因此雨量稀少地區的蕨類商數較小，而在濕熱環境的蕨類商數高。與濁水溪為界的八卦山臺地 (3.51) 相比 (陳鳳華, 2007)，斗六丘陵的蕨類商數較高，反映出斗六丘陵環境較八卦山臺地為潮濕，但比鄰近的樟湖地區 (4.51) 低 (高芳聖, 2004)。

## (二) 植群分類

依群團分析結果繪製成樹型圖 (圖 3)，於訊息維持度 (information remaining) 32% 為臨界水準，以優勢樹種命名，可區分出龍眼型

(*Dimocarpus longan* Type)、香楠型 (*Machilus zuihoensis* Type)、千年桐型 (*Aleurites montana* Type)、相思樹型 (*Acacia confusa* Type)、豬母乳型 (*Ficus benguetensis* Type)、麻竹型 (*Dendrocalamus latiflorus* Type)、血桐-構樹型 (*Macaranga tanarius*-*Broussonetia papyrifera* Type)、山黃麻型 (*Trema orientalis* Type)、檳榔型 (*Areca catechu* Type)、孟宗竹型 (*Phyllostachys pubescens* Type)、桂竹型 (*Phyllostachys makinoi* Type) 等 11 個優勢型，描述如下：

### 1. 龍眼型 (*Dimocarpus longan* Type)

龍眼型位於海拔 170-300 m，主要於中坡至小稜脊陽光充足處，坡度 12.5-34°之間，全天天空域 56-70%，水分梯度 2-10，坡向 160-300°之間，偏西南向。主要組成樹種有龍眼 (*Dimocarpus longan*)、香楠 (*Machilus zuihoensis*)、山黃麻 (*Trema orientalis*)、血桐 (*Macaranga tanarius*)、稜果榕 (*Ficus septica*) 等，其中龍眼於樹冠層最優勢；地被層以龍眼小苗數量最豐，橢圓腺蕨 (*Colysis pothifolia*)、風藤 (*Piper kadsura*)、姑婆芋 (*Alocasia odora*) 及山棕 (*Arenga tremula*) 等亦常見於樣區內。

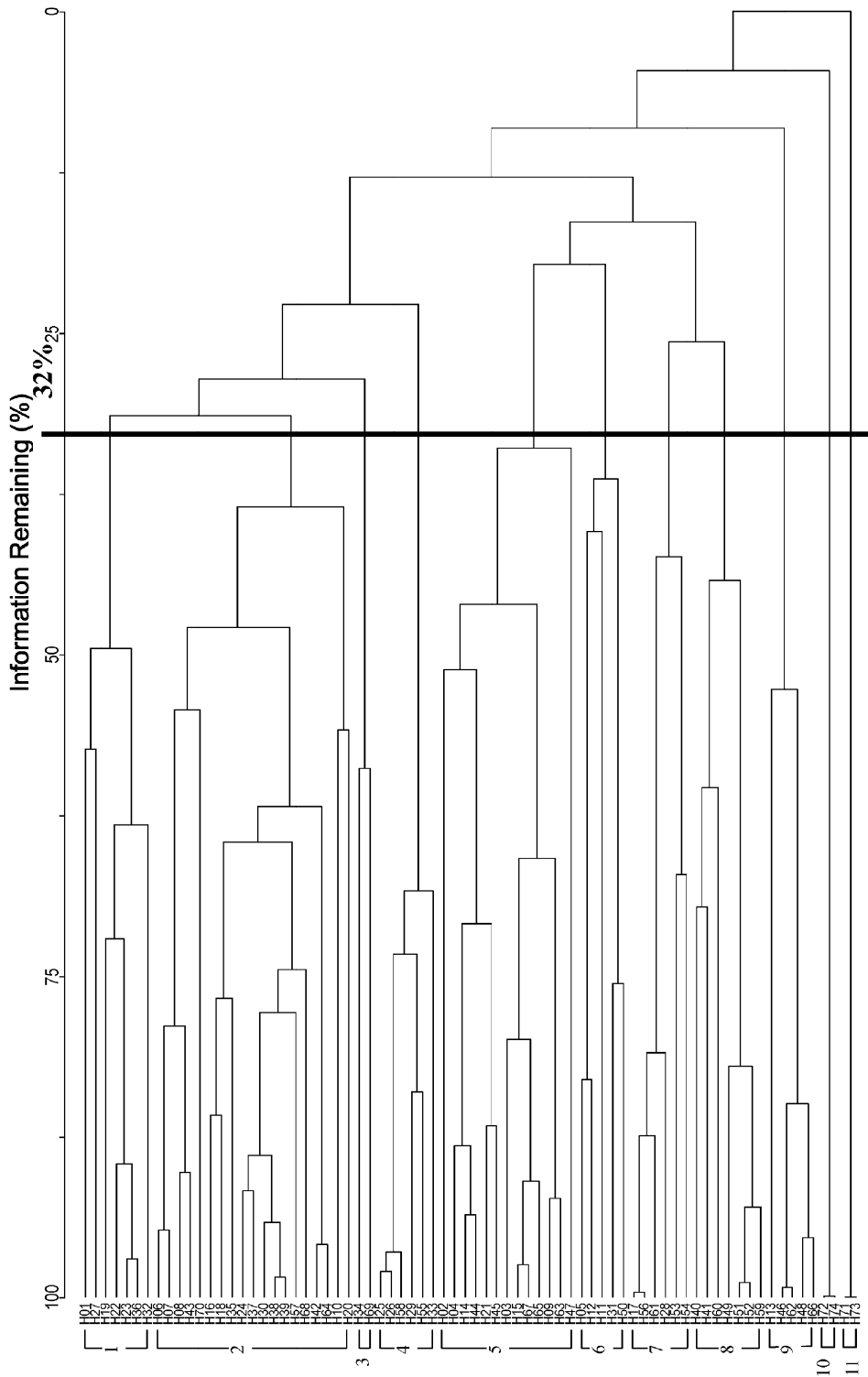


圖 3. 斗六丘陵 74 個樣區之連結樹形圖 (1. 龍眼型 ; 2. 香楠型 ; 3. 千年桐型 ; 4. 相思樹型 ; 5. 豬母乳型 ; 6. 麻竹型 ; 7. 血桐—構樹型 ; 8. 山黃麻型 ; 9. 檳榔型 ; 10. 孟宗竹型 ; 11. 桂竹型)

Fig. 3. The tree diagram of seventy-four plots in Touliu submontane area. (1. *Dimocarpus longan* type; 2. *Machilus zuihoensis* type; 3. *Aleurites montana* type; 4. *Acacia confusa* type; 5. *Ficus benguetensis* type; 6. *Dendrocalamus latiflorus* type; 7. *Macaranga tanarius-Broussonetia papyrifera* type; 8. *Trema orientalis* type; 9. *Areca catechu* type; 10. *Phyllostachys pubescens* type; 11. *Phyllostachys makinoi* type)

本林型較優勢樹種如龍眼、香楠、稜果榕、樹杞 (*Ardisia sieboldii*) 等先驅樹種徑級呈反 J 形 (圖 4a, 4b and 4e)，曲線斜率越大，表示更新持續力越強；樹杞、小梗木薑子 (*Litsea hypophaea*)、山柚 (*Champereia manillana*) 等小喬木於林下數量頗豐。山黃麻、血桐、稜果榕等樹種之徑級呈不連續分布 (圖 4c and 4d)，可能顯示此森林早期或是演替過程曾遭干擾或破壞，目前所見為殘存植株，尤其山黃麻已無稚樹存在。雖本型所處植被帶為 Su (1984) 所謂的榕楠林帶，香楠、稜果榕等亦在本型保有一定數量，但在喬木層與幼苗庫中以龍眼最為優勢，此與蘇陸智 (2005) 在大崗山植群研究中有相同情形。依現生樹種組成與族群結構推估，龍眼林型之先驅樹種在未來將逐漸被取代，樹冠層最終為演替中後期樹種如龍眼、香楠、樹杞、稜果榕等所組成。

## 2. 香楠型 (*Machilus zuihoensis* Type)

香楠型多位於海拔 120-300 m，主要於中坡至小稜脊陽光充足處，部分難以到達之稜頂亦可發現，坡度 0-36° 之間，全天光空域 31-83%，坡向 15-332° 之間，水分梯度 1-16；因分布坡向不固定，推測此林型可能較不受水分梯度影響。香楠林型分布零散，多無連續大面積分布，多為竹林間孔隙演替所形成的次生林，但部分平坦且無人為管理的小稜脊亦有發育較好之香楠林型。主要組成樹種有香楠、白匏子 (*Mallotus paniculatus*)、刺杜密 (*Bridelia balansae*)、龍眼、血桐等，其中香楠為樹冠層主要優勢樹種；林下除了樹冠優勢樹種之稚樹外，另有江某 (*Schefflera octophylla*)、白柏 (*Sapium discolor*)、杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*)、小梗木薑子等，以及九節木 (*Psychotria rubra*)、中國柃木 (*Eurya chinensis*) 等灌木組成；地被層主要有香楠與刺杜密小苗，以及海金沙 (*Lygodium japonicum*)、風藤 (*Piper kadsura*)、芒萁 (*Dicranopteris linearis*)、絡石 (*Trachelospermum jasminoides*)、小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) 等。

香楠為此林型主要優勢樹種，徑級分布呈反 J 型 (圖 4f)，更新良好而反映出耐陰樹種特性；龍眼在香楠型亦多為稚樹，未來亦將佔有一定比例 (圖 4g)。雖然白匏子、血桐等陽性樹種為反 J 型齡級結構 (圖 4h and 4i)，但其稚樹數量上低於香楠，加上其他耐陰性樹種如刺杜密、江某、小梗木薑子等演替中後期之樹種逐漸定殖於生育地內，這一類先驅樹種將慢慢被耐陰性樹種競爭取代。

## 3. 千年桐型 (*Aleurites montana* Type)

千年桐型位於海拔 100-200 m，屬於人為所栽植之林分，目前有疏於管理之情形；坡度 26-37° 之間，全天光空域 31-83%，坡向 141°、248°，水分梯度 4-7，顯示環境較為乾燥。樹冠層僅以千年桐為主，次優勢層為龍眼與香楠組成，灌木層出現大量香楠稚樹與野牡丹 (*Melastoma candidum*)，其次為九節木與頷垂豆 (*Archidendron lucidum*)，白匏子則主要出現於較大之孔隙；地被層有小花蔓澤蘭入侵，另外有九節木、香楠小苗，以及柳葉箬 (*Isachne globosa*)、姑婆芋、海金沙等。

千年桐徑級呈波動反 J 型分布 (圖 4j)，林下尚有更新稚樹；香楠、龍眼、白匏子等樹種目前少有大徑木 (圖 4k)，應屬近期定殖於生育地。次優勢層中，香楠稚樹數量多於千年桐可能反映千年桐陽性植物的特性，其小苗更新需要較大光度所致 (黃信源, 2007)，顯示香楠具有將千年桐取代之潛力。因白匏子需光量可能較大，多僅出現於較大的孔隙內，但依目前生育地環境與樹種組成顯示，香楠、野牡丹、九節木等與爬藤植物於林下生長茂盛，恐不利白匏子後續生存。

## 4. 相思樹型 (*Acacia confusa* Type)

相思樹型位於海拔 100-250 m，部分為人工林，坡度 2-29° 之間，全天光空域 68-95%，為開闊地陽光充足之處，坡向 132-311°，水分梯度 2-15。樹冠層最優勢樹種為相思樹，香楠混生其中；次優勢層有香楠、血桐、白匏子、山黃麻、龍眼等；灌木層以相思樹 (*Acacia*



*confuse*)、香楠、血桐等稚樹爲主，並伴生大青 (*Clerodendrum cyrtophyllum*)、野桐 (*Mallotus japonicus*)、小梗木薑子、土密樹 (*Bridelia tomentosa*) 等；地被層常見蔓性植物有小花蔓

澤蘭、酸藤 (*Ecdysanthera rosea*)、三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*)、絡石、海金沙，草本植物以五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 最優勢。

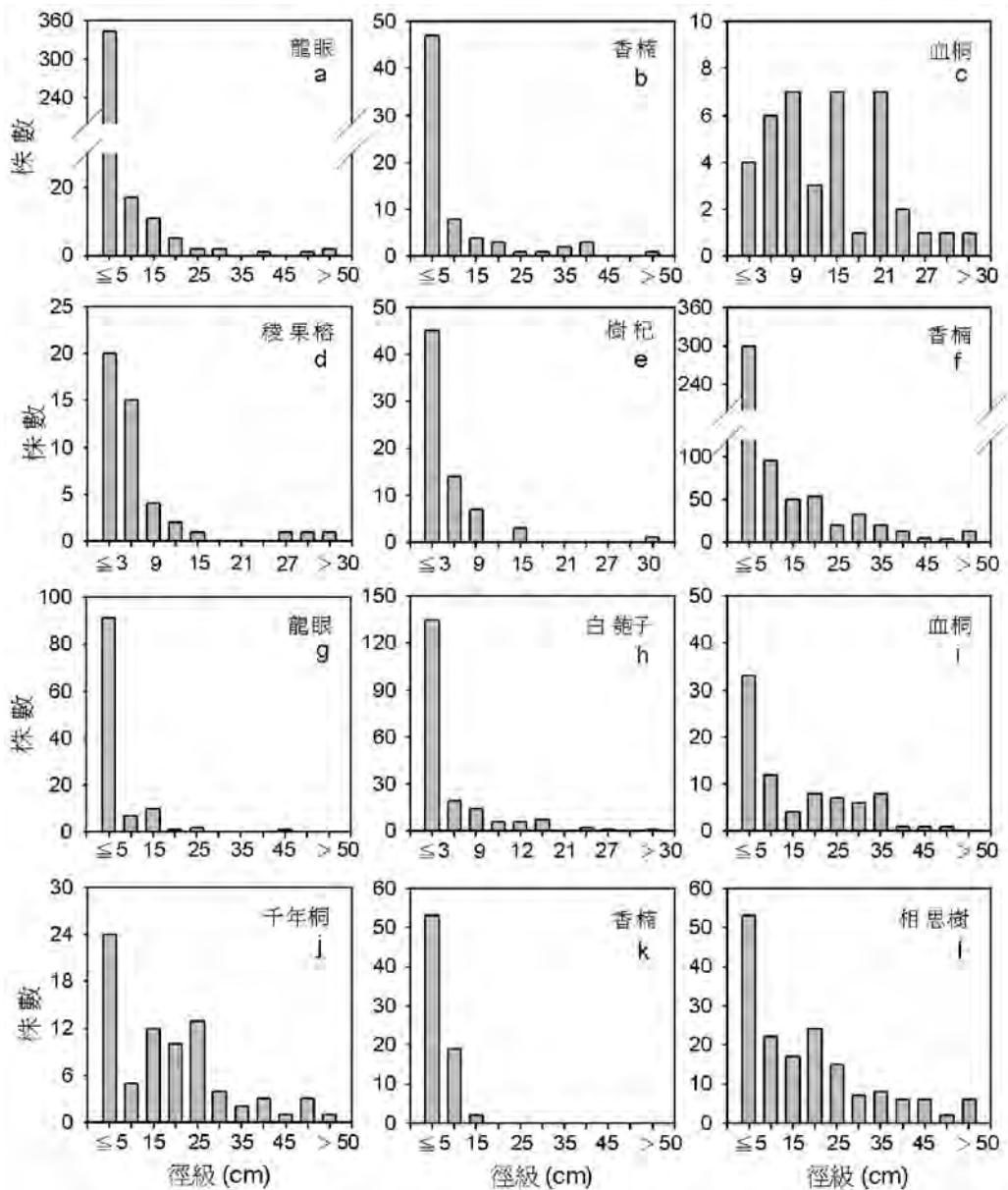


圖 4. 斗六丘陵各植群型之優勢樹種直徑級分布圖。a-e：龍眼型；f-i：香楠型；j-k：千年桐型；l：相思樹型

Fig. 4. The diameter class distribution of dominant species each type in Touliu submontane area. a-e : *Dimocarpus longan* type ; f-i : *Machilus zuihoensis* type ; j-k : *Aleurites montana* type ; l : *Acacia confusa* type

相思樹、香楠、龍眼等徑級分布呈反 J 型 (圖 4l, 5a and 5b), 均有自我更新能力; 部份樣區之山黃麻、血桐、構樹 (*Broussonetia papyrifera*) 等有殘存大徑木 (圖 5c), 且徑級分布不連續, 顯示可能受到干擾所致; 山黃麻幾無稚樹, 反映其更新困難。相思樹為陽性樹種, 稚樹數量豐富, 可能顯示林冠空間尚未飽和; 另一方面, 由於香楠、龍眼等耐陰性樹種於樹冠層不夠優勢, 致使白匏子與血桐, 尚可在相思樹林中更新 (圖 5d)。葉慶龍等 (2004) 指出, 在相思樹人工林演替早期, 除先驅樹種外, 演替中後期之物種亦可同時出現, 其具較高之耐陰性, 可持續生長至後期, 未來可演替恢復至天然林階段; 丁憲中 (2004) 所調查之相思樹殘存人工林亦有演替為天然植群之趨勢。

#### 5. 豬母乳型 (*Ficus benguetensis* Type)

豬母乳型位於研究區海拔 166-286 m, 坡度 11-55° 之間, 全天光空域 23-57%, 除東向坡之外, 各坡向均有分布, 水分梯度 2-16, 樣區分布以近溪谷為主, 大多屬於不易耕作區域, 地形較為陡峭且多岩壁及大石塊, 全天光域顯示生育地的遮蔽率高, 為陰暗潮濕環境。樹冠層主要優勢樹種為豬母乳 (*F. benguetensis*), 另外血桐、金氏榕 (*F. ampelas*)、麻竹 (*Dendrocalamus latiflorus*)、大葉楠 (*M. japonica*)、咬人狗 (*Dendrocnide meyeniana*) 等樹種數量亦豐富, 為典型溪谷型植物社會。灌木層有豬母乳、金氏榕、大葉楠等稚樹, 另外筆筒樹 (*Cyathea lepifera*) 等樹蕨亦佔優勢; 地被層有觀音座蓮 (*Angiopteris lygodiiifolia*)、碗仔花 (*Ipomoea hederacea*)、姑婆芋、風藤、臺灣圓腺蕨 (*Cyclosorus taiwanensis*) 等物種組成。

本林型多分布於麻竹林靠近溪谷區邊緣, 常與麻竹混生, 少數為溪谷邊果園廢棄後形成。豬母乳、金氏榕、稜果榕的徑級呈反 J 型曲線 (圖 5f, 5g and 5j), 顯示生長更新良好。大葉楠與咬人狗的徑呈現不連續 (5e and 5h), 有少數殘存之大徑木, 可能為天然林受到人為

干擾所遺留下, 且稚樹數量頗豐, 顯示其適合此環境生長, 並將有機會成為演替後期組成樹種。血桐之徑級呈現不規則 (圖 5i), 顯示可能有受到干擾影響, 因稚樹數量較少, 有漸被取代之趨勢。

#### 6. 麻竹型 (*Dendrocalamus latiflorus* Type)

麻竹型位於海拔 198-313 m, 屬於人為栽植, 分布範圍極廣, 溪谷至稜線均有分布, 坡度 27-40° 之間, 全天光空域 32-62%, 坡向 95-325°, 水分梯度 4-11。本型主要優勢樹種為麻竹、荊竹 (*Bambusa stenostachya*)、綠竹 (*B. oldhamii*) 等合軸叢生竹類, 因生育地較為陡峭, 且耕作方式較粗放, 有些區域已呈現荒廢狀態。經過較長時間之演替, 植物散殖體入侵竹林間孔隙, 拓殖種類以稜果榕較優勢, 山香圓 (*Turpinia formosana*) 次之, 近溪谷區則常出現豬母乳、大葉楠等樹種, 伴生刺杜密、小梗木薑子、九節木等樹種; 地被層主要以柚葉藤 (*Pothos chinensis*)、姑婆芋、觀音座蓮、密毛小毛蕨 (*Cyclosorus parasiticus*) 等組成, 林下環境較陰濕。

稜果榕與山香圓之徑級分布為反 J 型, 顯示更新狀態良好 (圖 5k and 5l); 龍眼、豬母乳在本型均有殘留零星之較大徑木, 顯示可能為不同樣區不同程度之干擾所致; 江某、大葉楠等耐陰性樹種尚屬拓殖階段, 胸徑均不大。白匏子、血桐、山黃麻等先驅樹種僅偶見於次優勢層, 且稚樹不多; 此可能為麻竹等經濟竹類生長與作業方式, 致使生育地能釋出之孔隙空間有限, 各樹種均可能進入拓殖, 但數量與徑級通常不大所致, 此現象與黃芳溢 (1982) 於烏山頭水庫集水區的研究相似。本研究調查發現, 此類型生育地環境對於先驅樹種之拓殖並非有利, 反而中性或耐陰性樹種小苗能存活於林下, 有利競爭生長空間與資源。

#### 7. 血桐-構樹型 (*Macaranga tanarius* - *Broussonetia papyrifera* Type)

血桐-構樹型位於海拔 120-330 m, 多分布果園邊緣、道路旁小面積開闢地或平坦溪流

兩岸河床；坡度 10-44°之間，全天光空域 44-87%，坡向 72-352°，水分梯度 1-14。本型主要為血桐、構樹、稜果榕、山黃麻等陽性樹

種組成之植物社會，地被層則有姑婆芋、小花蔓澤蘭、五節芒、大黍 (*Panicum maximum*) 等。

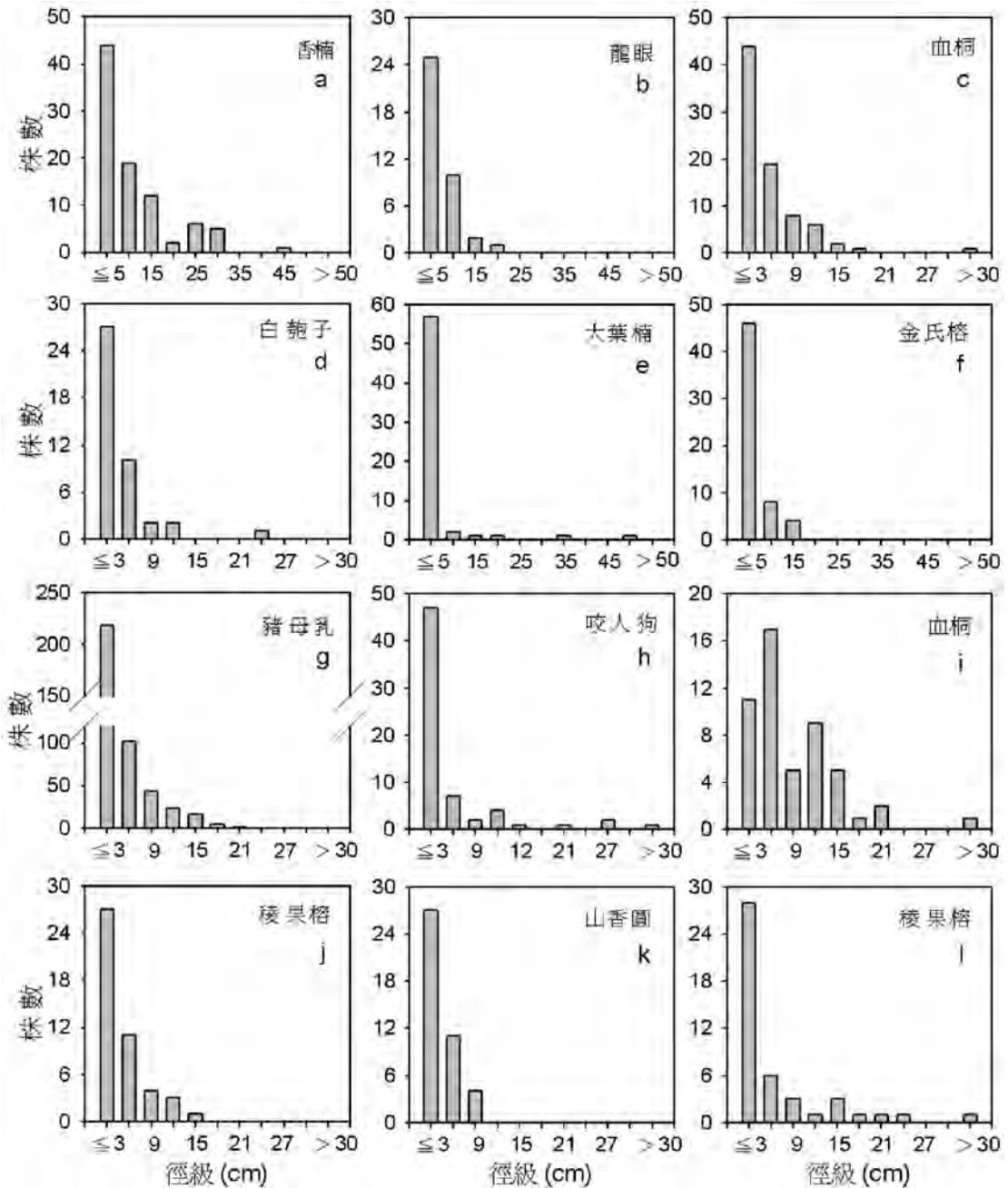


圖 5. 斗六丘陵各植群型之優勢樹種直徑級分布圖。a-d：相思樹型；e-j：豬母乳型；k-l：麻竹型

Fig. 5. The diameter class distributions of dominant species each type in Touliu submontane area.

a-d : *Acacia confusa* type ; e-j : *Ficus benguetensis* type ; k-l : *Dendrocalamus latiflorus* type

本型主要為果園或耕田廢耕或干擾致使開闊地出現，開始進入林分起始期，進行次級演替；五節芒、大黍等藉傳播及數量之優勢最早進入生育地，血桐、構樹和稜果榕等樹種先後拓殖，徑級結構呈現近反 J 型(圖 6a - 6c)，林下稚樹佔有優勢且持續拓展，顯示更新良好，顯示林型屬於演替初期；樣區常出現山黃麻、苦楝等零星大徑木，推測為不同時期殘留之植株，或因特定需求如遮蔭等目的留存所致。香楠、龍眼等耐陰樹種出現數量低，然具入侵性之外來種如小花蔓澤蘭等，則常大面積覆蓋樹冠層，可能顯示此型植物社會結構易為外來種入侵。

#### 8. 山黃麻型 (*Trema orientalis* Type)

山黃麻型位於海拔 170-430 m，主要為人為開墾後殘存之開闊地，坡度 5-55°之間，以小稜脊分布最多，全天光空域 42-72%，坡向 72-352°之間，水分梯度 1-14。本型為演替早期之植物社會，主要樹冠層優勢樹種為山黃麻，愈平坦大面積開闊地出現山黃麻之徑級就愈大，但常與耕地相鄰，仍有受到干擾的情形。次優勢層有山黃麻、血桐、白匏子、稜果榕；香楠稚樹佔有一定數量；地被層主要有火炭母草 (*Polygonum chinense*)、小花蔓澤蘭、姑婆芋、五節芒等。山黃麻之徑級分布呈現反 J 型(圖 6d)，惟在 5 cm 以下之稚樹數量有減少現象，顯示其生育地空間漸趨飽和致使更新開始衰退；山黃麻林下有血桐與白匏子混生其中(圖 6f and 6g)，與山黃麻稚樹相互競爭。非先驅樹種中，稜果榕之徑級分布呈反 J 型(圖 6h)，而香楠也有一定量之稚樹生長(圖 6e)；接近溪谷之樣區則出現少數豬母乳、咬人狗、大葉楠等樹種拓殖。

#### 9. 檳榔型 (*Areca catechu* Type)

本型為人為栽植之經濟作物，位海拔 170-300 m，坡度 5-25°之間，分布於中坡至溪谷，全天光空域 58-65%，水分梯度 4-11，坡向 3-322°。樹冠層組成以檳榔 (*Areca catechu*) 為主，本型為廢耕之檳榔園，主要為血桐、構

樹等陽性樹種入侵，中下層出現較耐陰樹種如咬人狗、豬母乳等；地被層有小花蔓澤蘭、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*) 等外來種入侵，並有檳榔天然下種的小苗，環境較乾燥之生育地以象草 (*Pennisetum purpureum*) 佔絕對優勢。

檳榔園廢耕初期樹種以血桐較早入侵拓殖，歷經一段時間，血桐稚樹與小苗更新狀況有減緩趨勢(圖 6i)，可能與檳榔或其他先趨樹種競爭逐漸飽和的生育地有關；其他先驅樹種有構樹及山黃麻(圖 6k)，以構樹之定殖情形較好，但徑級曲線仍呈現不規則波動，顯示其拓殖過程中可能有受到阻礙。非先驅樹種以稜果榕入侵拓殖數量最多，徑級分布呈反 J 型(圖 6j)；豬母乳與香楠也呈現反 J 型分布(圖 6l)，但徑級與數量上顯示其較晚入侵拓殖。

#### 10. 孟宗竹型 (*Phyllostachys pubescens* Type)

孟宗竹型分布於海拔較高的二尖山、大尖山地區，海拔介於 800-1,140 m，目前仍有經營作業，坡度 23-25°之間，分布於中坡至稜頂，全天光空域 71-73%，水分梯度 14。孟宗竹 (*Phyllostachys pubescens*) 為最優勢樹冠層，因地下莖生長方式及林分鬱閉較高致使形成純林，僅林緣及破空處有其他植物生長，胸徑大於 1 cm 木本植物僅記錄非常少量的白匏子。出現草本植物有拾樹藤 (*Epipremnum pinnatum*)、柚葉藤、馬藍 (*Strobilanthes cusia*)、火炭母草等；木本植物僅江某、小梗木薑子、華八仙 (*Hydrangea chinensis*)、臺灣榕 (*F. formosana*) 等耐陰性植物或其小苗出現。孟宗竹、桂竹 (*P. makinoi*) 等散生型竹類因地下莖蔓延，常形成大面積單一優勢種之植物群落，垂直結構僅以竹子組成之喬木層，以及地被植物層，林下灌木極少(柳楮，1986)。

#### 11. 桂竹型 (*Phyllostachys makinoi* Type)

桂竹型介於海拔 750-900 m，分布情形與孟宗竹相似，且常與孟宗竹形成鑲嵌狀，坡度 19-22°之間，分布於中坡至稜頂，全天光空域

74-76 %，水分梯度 2-12。桂竹為最優勢樹冠層，物種組成與孟宗竹林相似，兩者差異在於桂竹桿徑較小，但植株間距更為緊密，除桂竹外幾無胸徑大於 1 cm 之樹種。地被植物僅分布於林緣或破空處，以草本較優勢，例如馬

藍、廣葉鋸齒雙蓋蕨 (*Diplazium dilatatum*)、三奈 (*Zingiber kawagooi*) 等，華八仙、臺灣榕、玉山紫金牛 (*Ardisia cornudentata* subsp. *morrisonensis*) 等木本植物小苗數量非常少。

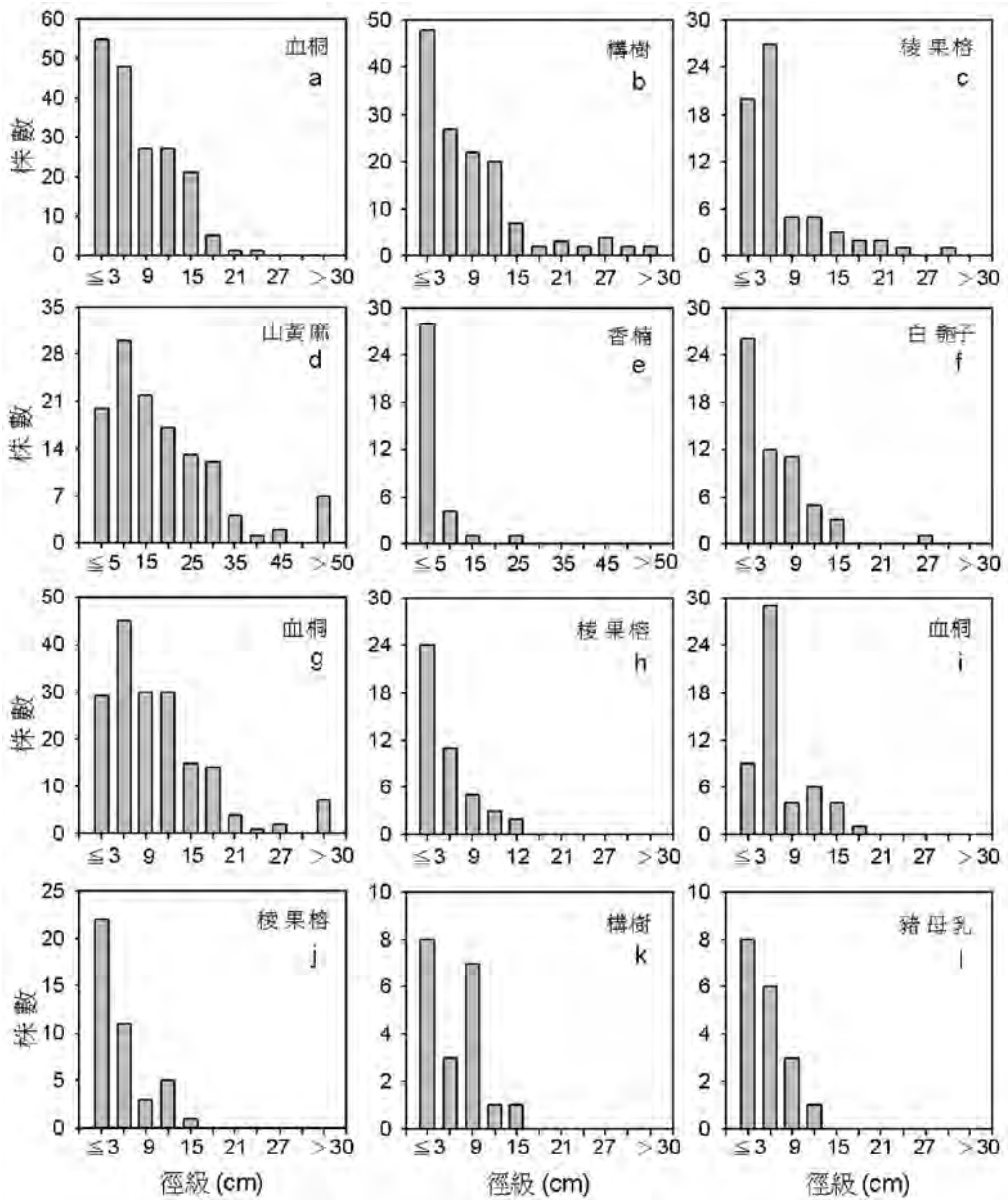


圖 6. 斗六丘陵各植群型之優勢樹種直徑級分布圖。a-c : 血桐-構樹型；d-h : 山黃麻型；i-l : 檳榔型  
 Fig. 6. The diameter class distribution of dominant species each type in Touliu submontane area.  
 a-c : *Macaranga tanarius*-*Broussonetia papyrifera* type ; d-h : *Trema orientalis* type ;  
 i-l : *Areca catechu* type

## (二) 降趨對應分析

降趨對應分析 (DCA) 屬間接梯度分析 (indirect gradient analysis) 或稱分布序列 (ordination) 的一種，其目的在於說明植物社會之變異，以客觀方式研判與此種變異有關之環境因子，首先以多變數的方法尋找其主要變異梯度，此梯度為樣區中植物數量及種類之變化方向，再將此梯度與環境梯度逐一測試其相關性 (蘇鴻傑, 1987)。由於 71-74 樣區分布海拔 700 m 以上，其物種組成與其他 70 個樣區幾乎

完全不同，因此有偏向兩端之情形，使其他 70 個樣區相對壓縮於中央，而無法清楚區別各樣區之關係。因此將剔除 71-74 之樣區，進行討論位 700 m 以下榕楠林帶各樣區之分布梯度，以及與環境因子之相關性。

DCA 之結果 (圖 7) 與群團分析之植群分類結果大致相符，三軸軸長分別為 4.910、4.069、2.635，軸的度量單位為物種之標準差單位 (standard deviation, SD)，其值可表示物種組成之變異程度；各樣區在此分布序列中之距離

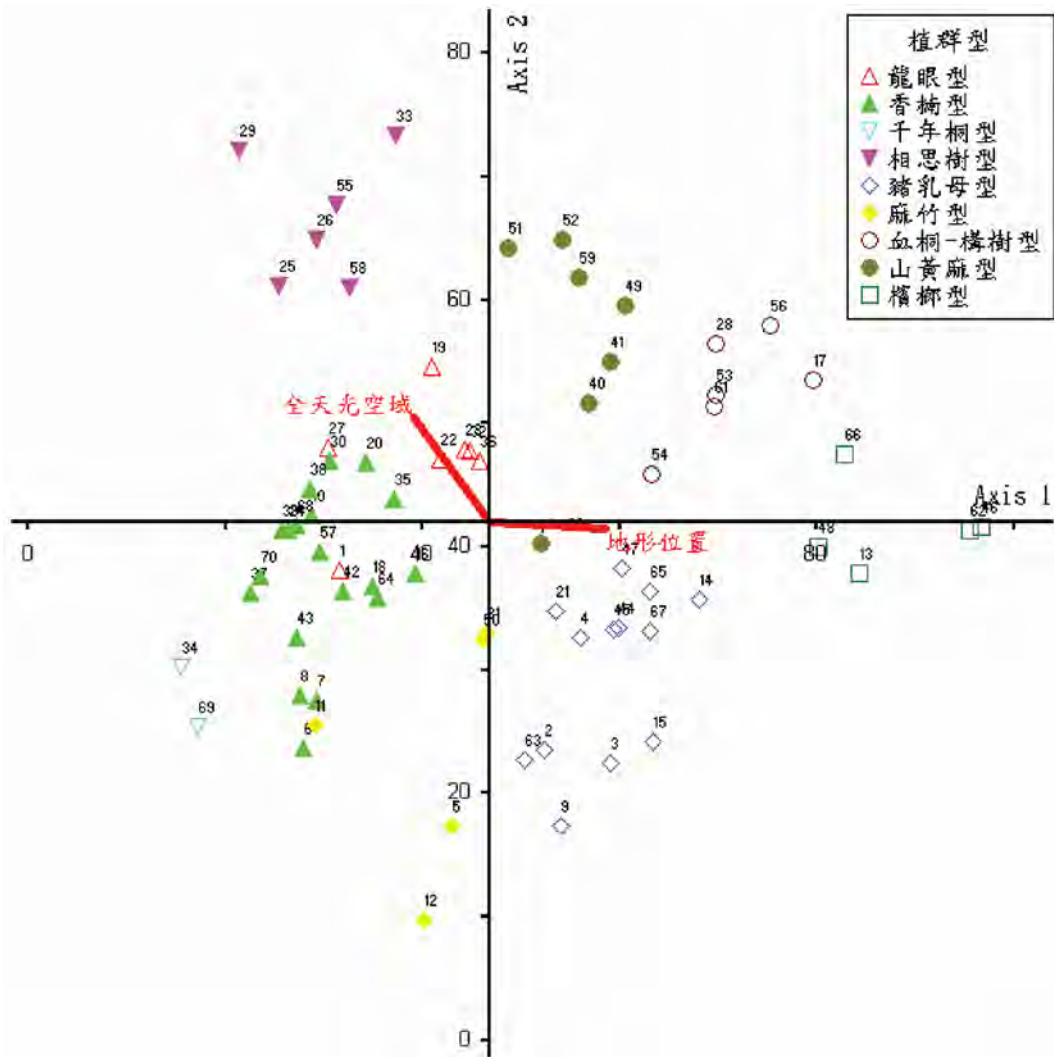


圖 7. 斗六丘陵 1-70 樣區於降趨對應分析 (DCA) 第一及第二軸之分布圖

Fig. 7. Distribution of 1-70 simple plots on the axis 1 and axis 2 of DCA.

與歐氏距離 (euclidean distance) 求得相關性，得到其三軸之累加代表性為 0.580，而以特徵值 (eigenvalue) 之大小可得知第一、二軸為其主要之變異方向 (表 2)。將環境因子與 DCA 三軸進行 Pearson 相關性分析 (表 3)，第一軸與地形位置呈顯著正相關，與全天光空域呈顯著負相關，第二軸與全天光空域呈顯著正相關，第三軸與海拔呈負相關。將地形位置與全天光空域兩主要環境變數之線條投影呈現於 DCA 分布序列圖中 (圖 7)，地形位置線條延伸之方向，顯示愈往右邊則愈接近溪谷，環境較為潮濕，如豬母乳型、檳榔型；全天空域則愈往左上則愈大，地形開闊，陽光充足，而右下則全天光空域愈小，地形遮蔽而較陰暗，相思樹型、龍眼型、豬母乳型即呈現此梯度關係。各環境變數間之相關性分析顯示 (表 4)，地形位置與全天光空域呈顯著負相關，表示愈往溪

谷則全天光空域有愈小趨勢；地形位置亦與海拔成負相關，顯示其愈往溪谷有海拔較低的趨勢。

#### 四、結論

(一) 研究區內共紀錄維管束植物 122 科 358 屬 525 種，其中特有種 55 種，評估之稀有植物 10 種；並紀錄 105 種外來種，其中 68 種為臺灣地區歸化植物。因本區人為干擾較大，外來種對原生植物及生態環境均有影響，具侵略性者影響更甚，預防與控制顯得格外重要。

(二) 研究區原生種子植物之生活型以地上植物 (66.18%) 種類最多，其中以藤本植物 (23.12%) 比例最高，加上研究區內的草本植物比例超過原生植物種數的 1/3，反應人為開發的對此環境造成的影響。

表 2. DCA 三軸之軸長、特徵值、代表性及代表性累計表

Table 2. Length of gradient, eigenvalue, explained variances, and cumulative explained variances of the DCA three axes

| 變異軸 | 軸 長   | 特徵值   | 代表性   | 代表性累計 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 第一軸 | 4.910 | 0.695 | 0.404 | 0.404 |
| 第二軸 | 4.069 | 0.473 | 0.168 | 0.572 |
| 第三軸 | 2.635 | 0.275 | 0.008 | 0.580 |

表 3. DCA 三軸與環境因子 Pearson 相關性分析之結果

Table 3. Pearson's correlation between environment factors and the DCA three axes

|       | 第一軸      | 第二軸     | 第三軸     |
|-------|----------|---------|---------|
| 地形位置  | 0.483**  | -0.122  | 0.134   |
| 全天光空域 | -0.394** | 0.461** | -0.182  |
| 海拔    | -0.082   | 0.005   | -0.290* |
| 坡度    | -0.015   | -0.188  | 0.037   |
| 坡向    | 0.123    | 0.162   | 0.005   |
| 水分指數  | -0.039   | -0.013  | -0.056  |

\*表示顯著水準 ( $p < 0.05$ )，\*\*表示極顯著水準 ( $p < 0.01$ )

表 4. 斗六丘陵各環境因子之間 Pearson 相關性分析之結果

Table 4. Pearson's correlation between each environment factor of Touliu submontane area

|       | 地形位置     | 海 拔    | 坡 度    | 坡 向      | 水分指數  |
|-------|----------|--------|--------|----------|-------|
| 海拔    | -0.281*  |        |        |          |       |
| 坡度    | 0.146    | -0.122 |        |          |       |
| 坡向    | 0.279*   | 0.031  | -0.148 |          |       |
| 水分指數  | -0.110   | 0.142  | 0.121  | -0.410** |       |
| 全天光空域 | -0.578** | 0.028  | -0.203 | -0.145   | 0.155 |

\*表示顯著水準 ( $p < 0.05$ )，\*\*表示極顯著水準 ( $p < 0.01$ )

(三) 利用 74 個喬木層樣區資料經矩陣群團分析，訊息維持度指數 32%並以優勢種命名，分別為龍眼型、香楠型、千年桐型、相思樹型、豬母乳型、麻竹型、血桐-構樹型、山黃麻型、檳榔型、孟宗竹型、桂竹型等 11 型；植群分類結果與降趨對應分析 (DCA) 大致相符。

(四) 將樣區與環境因子與 DCA 三軸之相關性分析結果，發現第一軸與樣區之地形位置與全天光空域間呈現顯著相關，第二軸仍與全天空域呈現顯著相關。環境因子間的相關性顯示，地形位置與全天光空域和海拔為顯著負相關。

## 五、引用文獻

丁憲中 (2004) 西勢水庫集水區植群分析之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。共 102 頁。

伍淑惠、潘清蓮、古心蘭、曾喜育、王相華 (2007) 墾丁高位珊瑚礁森林木質藤本多樣性。中華林學季刊 40(1)：31-42。

江政人 (2004) 臺灣中部地區崩塌地植被恢復之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。共 61 頁。

何春蓀 (2003) 臺灣地質概論-臺灣地質圖說明書。經濟部中央地質調查所。71-177 頁。

林朝榮 (1957) 臺灣地形。臺灣省文獻委員會。270-273 頁。

邱清安、林鴻志、廖敏君、曾彥學、歐辰雄、呂金誠、曾喜育 (2008) 臺灣潛在植群相形分類方案。林業研究季刊 30(4)：89-112。

柳樞 (1986) 竹類型態與竹類群落之特性。臺灣省林業試驗所 2(1)：20-26。

夏禹九、王文賢 (1985) 坡向日輻能潛能之計算。台灣省林業試驗所試驗簡報第 001 號。1-28 頁。

高芳聖 (2004) 樟湖地區植群之研究。國立中興大學生命科學系碩士論文。共 62 頁。

張芷熒、曾喜育、呂金誠、曾彥學 (2008) 臺灣地區歸化植物侵略性評估系統之建立。林業研究季刊 30(4)：29-40。

許再文、彭仁傑、曾彥學、黃朝慶 (2003) 臺灣地區歸化植物資源之調查研究 (1/3)。特有生物保育中心。

陳正祥 (1957) 氣候之分類及分區。臺大實驗林叢刊第 7 號。

陳運造 (2006) 苗栗地區重要入侵植物圖誌。苗栗農改場。共 338 頁。

陳鳳華 (2007) 八卦山台地植群分類與製圖。中興大學生命科學系碩士論文。共 100 頁。

曾彥學 (2003) 臺灣特有植物之分布與保育。國立臺灣大學森林研究所博士論文。共 141 頁。

黃芳溢 (1982) 烏山頭水庫集水區天然次生林及人造林內植物組成之分析。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。共 108 頁。



- 黃信源 (2007) 苗栗地區油桐物候生物學之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。共 88 頁。
- 葉慶龍、陳子英、宋梧魁 (2004) 南仁山區相思樹人工林於演替序列上物種多樣性之研究。臺大實驗林研究報告 18(3): 229-246。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館。119-121 頁。
- 蘇踳智 (2005) 高雄縣大崗山次生植群生態之研究。國立屏東科技大學森林學系碩士論文。共 85 頁。
- 蘇鴻傑 (1987) 植群多樣性分析法之研究 (III) 降趨對應分析及相關分布序列法。中華林學季刊 20(3): 45-68。
- Capers, R. S., R. L. Chazdon, A. R. Brenes and B. Vilchez Alvarado (2005) Successional dynamics of woody seedling communities in wet tropical secondary forests. *Journal of Ecology* 93(6): 1071-1084.
- Day, F. P. and C.D. Monk (1974) Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55(5): 1064-1074.
- Huang T. C., D. E. Bouffoed, C. F. Hsieh, C. S. Kuoh, H. Ohashi, I P. Peng, J. L. Tsai and K.C. Yang (2003) *Flora of Taiwan Vol. 6, 2<sup>nd</sup> ed.* Department of Botany, National Taiwan University. Taipei, Taiwan, ROC. 343pp.
- Laurance, W. F., D. Perez-Salicrup, P. Delamonica, P. M. Fearnside, S. D' Angelo, A. Jerozolinski, L. Pohl and T. E. Lovejoy (2001) Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82(1): 102-116.
- Monteiro, A. L. S., C. M. de Souza Juniou, P. G. Barreto, F. L. de S. Pantoja and J. J. Gerwing (2004) Impacts of logging on fire on traditional tropical forest in the southeastern Brazilian Amazon. *Scientia Forestalis* 65: 11-21.
- Su, H. J. (1984) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (II). Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4): 57-73.
- Wu, S. H., C. F. Hsieh and M. Rejmanek. (2004) Catalogue of the naturalized flora of Taiwan. *Taiwania* 49(1): 16-31.

