

研究報告

台中大坑地區植群調查研究¹

王俊閔² 邱清安³ 曾彥學⁴ 曾喜育^{4,6} 呂金誠⁵

【摘要】臺灣低海拔地區開發較早，原始植群遭受較嚴重破壞，台中大坑地區是少數臺灣西部低海拔保有較自然森林的地區。研究區總面積約 4,020 ha，海拔高介於 137-859 m 之間，主要為低海拔之丘陵地區，屬於熱帶濕潤氣候。研究區範圍內共紀錄 125 科 331 屬 501 種維管束植物，包括 61 種臺灣特有種，32 種稀有植物，歸化種比例超過 10 %。共計調查 97 個樣區 (25 m × 10 m)，經群團分析結果 (依優勢種命名)，區分為石櫟—柏拉木型、桂竹—麻竹型、小西氏石櫟—山紅柿型、臺灣欒—月橘型、楓香—燈稱花型、大葉桃花心木—柑橘型、山黃麻—長梗紫芋麻型、血桐—構樹型與相思樹—龍眼型等 9 個森林植群型及五節芒型之草本植群型；並針對各植群型之主要組成樹種進行族群結構之分析。

【關鍵字】大坑、植相、植群、群團分析、族群結構

Research paper

Vegetation Ecology at Dakeng Area, Taichung¹

Chun-Min Wang² Ching-An Chiu³ Yen-Hsueh Tzeng⁴ Tzeng Hsy-Yu^{4,6} King-Cherng Lu⁵

【Abstract】Dakeng area preserves more natural forest in low-land of Taiwan, although, original vegetation of low-altitude areas are almost destroyed. The study area is about 4,020 ha at 139-859 m elevation. In order to investigate the compositions of plants and vegetations, 97 sampling plots (25 m × 10 m) had been set up. Total of 501 species belonging to 331 genera and 125 families were recorded, with 61 endemic species, 32 rare species and more than 10 % of naturalized plants. According the result of cluster analysis, the plant communities could be classified into 10 vegetation types with the name of their dominate species respectively as following: *Pasania glabra*-*Blastus cochinchinensis* type; *Phyllostachys makinoi*-*Dendrocalamus latiflorus* type; *Pasania konishii*-*Diospyros morrisiana*

1. 本文為作者碩士論文之一部份

This paper was a part of the Master Thesis of the first author.

2. 國立中興大學森林學系碩士

Master, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

3. 國立中興大學實驗林管理處助理研究員

Assistant Research Fellow, Experimental Forest, National Chung-Hsing University.

4. 國立中興大學森林學系助理教授

Assistant Professor, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

5. 國立中興大學森林學系兼任教授

Adjunct Professor, Department of Forestry, National Chung-Hsing University.

6. 通訊作者，40227 台中市國光路 250 號；E-mail: erecta@nchu.edu.tw

Corresponding Author. 250 Kuokwang Rd., Taichung 40227, Taiwan.

type; *Zelkova serrata*-*Murraya paniculata* type; *Liquidambar formosana*-*Ilex asprell* type; *Swietenia macrophylla*-*Citrus ponki* type; *Trema orientalis*-*Oreocnide pedunculata* type; *Macaranga tanarius*-*Broussonetia papyrifera* type; *Acacia confusa*-*Euphoria longana* type and *Miscanthus floridulus* type. Population structure analysis of dominate tree for each vegetation type was also carried out.

Key words: Dakeng, flora, vegetation, Cluster Analysis, population structure

一、前言

近年來恢復生態學 (restoration ecology) 藉由保育生物學之理論基礎，從傳統上注重的基因、族群多樣性層級，提升至群落、生態系及景觀多樣性層級。恢復生態學之發展，將著重於植群及生態系之恢復，並針對現今保育問題提供有用的資訊 (Toung, 2000)。因大面積的天然林轉為人工造林地，造成物種的銳減以及生態系功能衰退。為維持森林公益功能，須將造林地加以恢復，以增加物種多樣性並維持其生態系功能 (Ulrich, 1997; 彭少麟, 1996)。國內對於復舊造林的研究尚在起步階段，林地經營決策者對於林地恢復為天然林所需要的時間、恢復過程中物種組成變化與物種多樣性之發展，有其瞭解的必要性 (陳益明, 2004)。

臺灣西部地勢較平坦，為開發較早區域，隨人口增加與農工業的發展，原生植群受到嚴重破壞，且逐漸拓展至低中海拔丘陵與山麓地帶。台中地區開發亦早，大多已開發為農田、住宅或工業用地，僅大坑地區仍保有部分之殘留森林或次生林。早期雖有造林、耕種與登山步道興建，但因其地質地形特性，仍保有較豐富的物種與生態資源。臺灣植物調查多著重於自然度較高之區域，西部低海拔地區之研究報告亦較缺乏 (Su, 1984; 劉靜榆, 2003)。本研究針對台中大坑地區之現生植群調查與分析，以瞭解其植相與植群組成及結構，紀錄並評估稀有植物之分布，以探討人為干擾對植群所造成之影響，提供為復舊造林與棲地保育之基礎資料。

二、材料與方法

(一) 研究區環境概況

本研究區範圍北起大里溪北方之大湖山，西迄車籠埔斷層 921 斷裂地表破裂帶，南至台中市與太平市交界處，東以台中縣市界自寮山水山與中 93、中 99 縣道為分界，海拔介於 137-859 m，為低海拔丘陵，面積約 4,020 ha (圖 1)。地質為頭嵙山層，在地形上常發育成鋸齒狀的山峰和較高之台地，土壤為礫岩、砂岩和頁岩互層，經風化和侵蝕作用所形成之礫石壤質沙土或砂質壤土 (何春蓀, 2006)。因地形陡峭且易崩塌，易受降雨造成水土流失，故土壤淺薄，腐植層堆積僅見於少數緩坡。土壤 pH 介於 3.1-5.5 (本研究未發表)，屬酸性土壤；年平均降雨量 1,847 mm，平均溫度 21.5°C，平均相對濕度 75%，依桑士偉氏之氣候分類屬亞熱帶濕潤氣候，全年不缺水或少量缺水 (陳正祥, 1957; 蘇鴻傑, 1992; 邱清安等, 2008)，由生態氣候圖 (圖 2) 可得知，本區降雨主要集中在 5-9 月，為梅雨季與夏季颱風所帶來的雨水，10-12 月為明顯之乾季。

(二) 取樣調查

本研究採用多樣區法 (multiple plot method) 之集落樣區設置法 (contagious quadrant method)，樣區大小為 25 × 10 m²，由 10 個 5 × 5 m² 之小區組成。植物名錄所使用之學名主要依據 *Flora of Taiwan* 2nd ed. Vol. 6 (Bufford *et al.*, 2003)。

(三) 資料統計與分析

1. 植物名錄清單

調查期間除路線勘查及植物社會調查中所紀錄之植物種類外，並彙整前人研究 (廖秋成等, 1987; 陳玉峰, 2001) 以建構本區完整之維管束植物清單，建置本區植物生活型譜 (life-form spectrum)，提供瞭解區內植物資源組成特性及其與氣候對應關係。

2. 植群資料分析

首先對野外調查之原始資料植物種類進行編碼，於文書處理軟體中輸入樣區、植物種類代碼、各株之胸徑或覆蓋度後，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，使用呂金誠和歐辰雄 (1996) 以 BASIC 及 CLIPPER 語言所設計之 COMB 及 CLUSTER 程式運算；並以 vegTrans 程式進行轉檔 (邱清安等，2005)，再使用 PC-ORD 5.32 軟體 (McCune and Mefford, 1999) 以 IVI 值進行分析，相似度測量方法為 Sørensen 距離，樣區間的聯結方法採 UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic average) (Sneath and Sokal, 1973) 進行，繪製樹形圖 (dendrogram) 顯示分析結果。

3. 族群結構分析

根據植群型分類之結果，將各植物社會中佔優勢的樹種挑選出來，分析各樹種之徑級結構；依樹種之胸徑 3 或 5 cm 為一徑階，橫座標表示徑級，縱座標表示株數，計算每徑階之株數，依結果描繪徑級分布圖，以瞭解優勢樹種在不同植物社會之組成結構，推斷各植群演替的階段及趨勢。

三、結果與討論

(一) 植物組成

本研究共取 97 個 $25 \times 10 \text{ m}^2$ 樣區進行調查 (圖 1)，結合路線勘查紀錄之植物種類，並彙整本區前人調查之植物種類清單 (廖秋成等，1987；陳玉峰，2001)，共紀錄原生、馴化與栽培之維管束植物種類清單計有 125 科 331 屬 501 種 (含種以下分類群) (表 1)；其中蕨類植

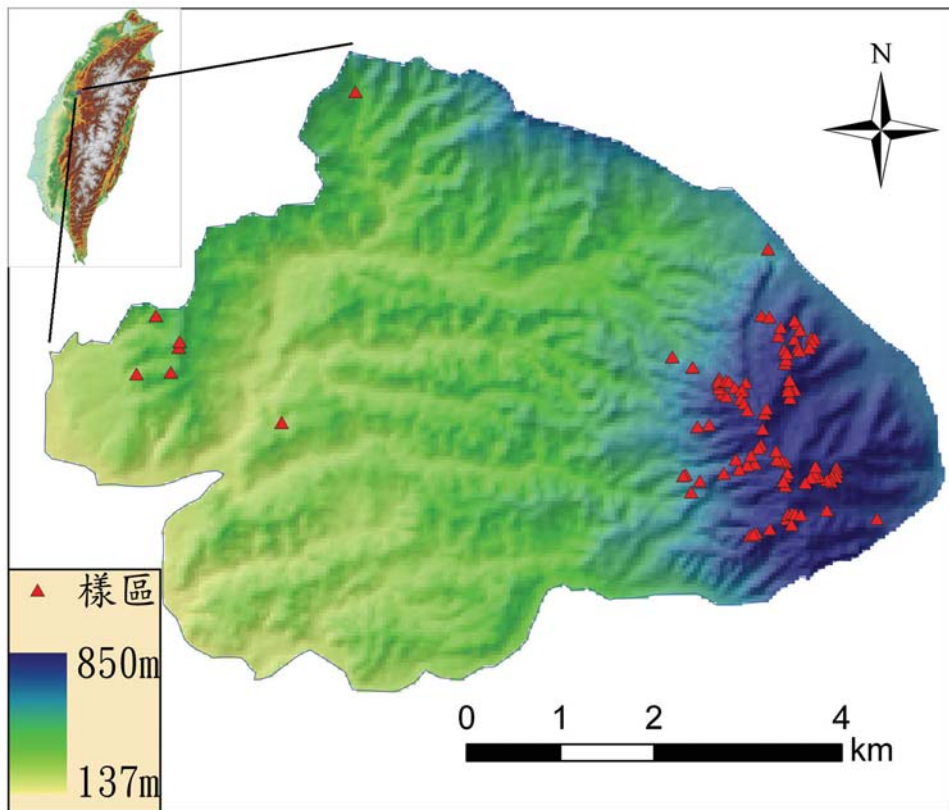


圖 1. 本研究區於臺灣全島之地理位置與樣區位置圖

Fig 1. The location and sampling plots of Dakeng area

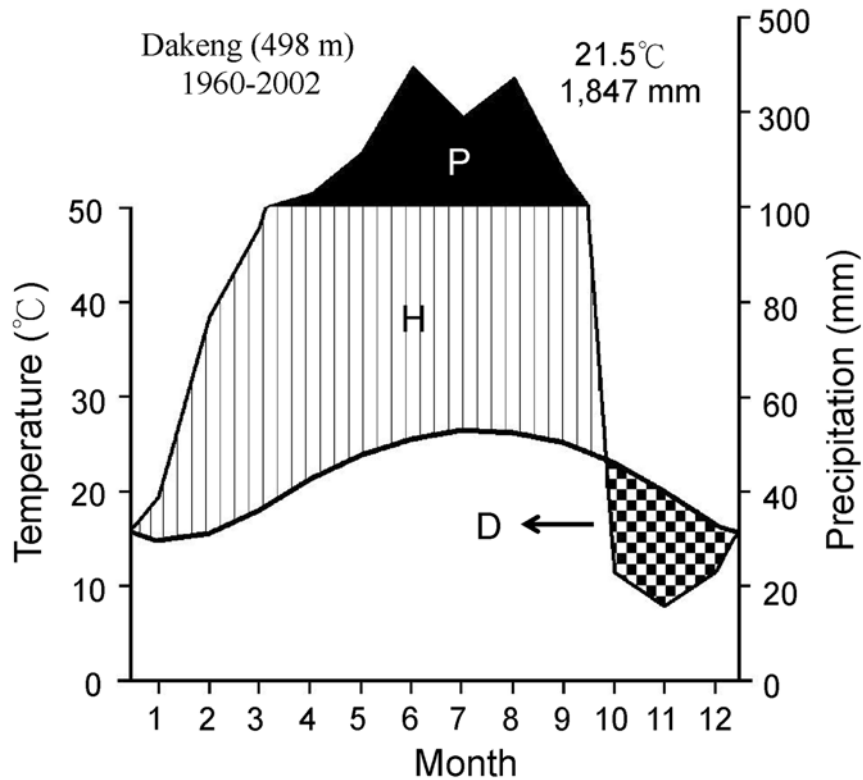


圖 2. 大坑地區生態氣候圖。P：重濕期；H：相對潮濕期；D：相對乾燥期。資料來源邱清安(2006)，觀察期間：1960-2002；平均氣溫 21.5°C，年降雨量 1,847 mm

Fig 2. The ecological climated diagram of Dakeng area; P: represents perhumid, H: represents relative humid, D: represents relative drought

表 1. 大坑地區維管束植物各分類群統計表

Table 1. The vascular taxa of Dakeng area

		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
原生種	科	22	3	78	11	114
	屬	36	4	189	45	274
	種	65	5	285	62	417
馴化種	科	0	0	19	1	21
	屬	0	0	37	5	43
	種	0	0	46	6	53
栽培種	科	0	1	18	7	25
	屬	0	1	22	7	39
	種	0	1	24	7	32
總計	科	22	4	85	14	125
	屬	36	5	237	53	331
	種	65	6	355	75	501

物有 22 科 36 屬 65 種，裸子植物計有 4 科 5 屬 6 種，雙子葉植物有 85 科 237 屬 355 種，單子葉植物有 14 科 53 屬 75 種。501 個分類群中，原生植物 416 種 (83.4%)，其中臺灣特有植物 61 種(曾彥學, 2003)，而外來種 84 種 (16.8%)，已馴化種類達 52 種 (許再文等, 2003; 陳運造, 2006)。本區種類最多的前 2 科 (含馴化) (圖 2) 禾本科 (Gramineae) (全部/馴化, 29/6 種)、菊科 (Compositae) (全部/馴化, 23/12 種)，推測此類植物種數較多之原因為其適應力強、耐受性高且種實結實量多，為孔隙中常見風力傳播之先驅植物種類，有較佳之散布能力 (江政人, 2004)，為臺灣馴化植物中比例較高者 (張芷熒等, 2008)，且由於外來種比例超過 10% 以上，且出現在研究樣區頻度 89.7%，顯示本研究區已有許多外來物種入侵；其中又以小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) 影響最劇，須對入侵物種進行監測與調查，以避免威脅當地原生物種之生存與繁衍，維持當地原有之多樣性與生態結構。

不同生活型比例常可代表著不同的大氣候狀態 (Daubenmire, 1959; Smith, 1992; 蘇鴻傑, 1987)，依所調查原生種子植物 (spermatophyte) 分別歸入其所屬之生活型分析結果發現 (表 2)，以地上植物 (75.57%) 種類最多。比較原生植物 (含地表植物、半地中植物、地中植物與一年生植物) 的比例發現，木本植物種類占原生植物 70% 以上，顯示木本植物為本研究區物種主要組成，其中又以喬木所占比例 (38.35%) 為最高，藤本植物所占比例 (18.47%) 次高，反映其熱帶區濕潤氣候環境。砍伐或其他開墾方式干擾後破碎森林之林緣及演替早期的森林常有較多的木質藤本種類 (Laurance *et al.*, 2001; Monteiro *et al.*, 2004; Capers *et al.*, 2005; 伍淑惠等, 2007)。研究區內原生植物生活型除肉質莖植物與水中植物沒有外，其餘生活型均含蓋 (表 2)；本區植物組成多為熱帶及亞熱帶之種類 (如桑科 (Moraceae)、茜草科 (Rubiaceae)、大戟科 (Euphorbiaceae) 與樟科 (Lauraceae) 植

物)，生活型以地上植物占優勢，且著生植物 (1.15%) 甚少，大致反映本區具明顯之乾溼季。大坑地區之蕨類商數為 3.88，略低於臺灣島平均值 4.01 (曾彥學, 2003)，與鄰近地區如斗六丘陵為 3.85 (楊迪嵐等, 2009) 與八卦山台地為 3.51 (陳鳳華, 2007) 相近。

周富三 (2004) 認為臺灣西南部低海拔之山地丘陵應有落葉季風林之存在，其特徵為乾季會全部落葉或至少部份落葉，具明顯之季節變化；吳樂天 (2005) 曾於本研究區內之 2 號步道進行落葉型態研究，認為落葉性樹種之存在受到礫石層、地震、崩塌及季節性乾旱所影響，並發現落葉性樹種的分布受到海拔、坡度與地表含石率所影響。本研究調查區內落葉性樹種占有所有喬木種類之 14.3%，例如臺灣欒 (*Zelkova serrata*)、川上氏鵝耳櫪 (*Carpinus kawakamii*) 等，且多分布於稜脊，顯示該落葉性樹種適應較陡峭且破碎之地區，所構成之植物社會應可能為周富三 (2004) 所提出之落葉季風林。

本研究對於稀有植物之評估主要採用國際自然保育聯盟 IUCN 的分級方式與評估標準，依據 IUCN (2001) 所公布的物種保育評估等級，並比對國內現有的稀有植物研究文獻 (Buford *et al.*, 2003; 呂勝由等, 1996-2001)，列出可能面臨危機之物種。其中最珍稀者為臺灣野梨 (*Pyrus taiwanensis*)，僅發現於頭嵙山三角點旁，極具保育價值；臺灣天南星 (*Arisaema formosanum*)、硬齒彌猴桃 (*Actinidia callosa* var. *callosa*)、穗花蛇菰 (*Balanophora laxiflora*) 等為近危級以上之物種，其族群數量稀少、面積分布狹隘、或面積廣但實際佔有面積卻不大、面臨干擾壓力，需要特別予以關注。埔里杜鵑 (*Rhododendron breviperulatum*)、天料木 (*Homalium cochinchinensis*)、土肉桂 (*Cinnamomum osmophloeum*) 等為目前安全，但因本身可能易受干擾程度及環境的變化之影響，進而威脅其生存，故仍需特別注意。

(三) 植群分類

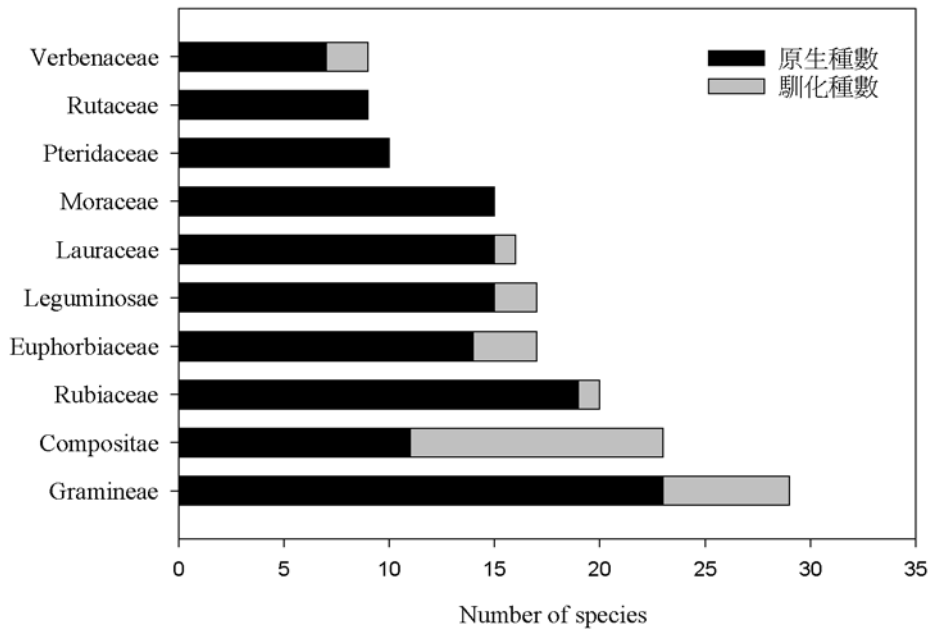


圖 3. 大坑地區植物種類最多之前 10 科

Fig 3. Families with the most species in Dakeng area

表 2. 大坑地區種子植物生活型譜

Table 2. The life-form spectrum of native spermatophyte in Dakeng area

生活型	MM	M	N	V	E	Ph	Ch	H	C	Th
種 數	79	56	64	65	2	266	11	32	2	38
百分比	22.44	15.91	18.18	18.47	0.57	75.57	3.13	9.09	0.57	10.80

各生活型符號說明：

Ph：地上植物 (phanerophytes)

MM：大、中喬木植物 (mega-and mesophanerophytes)

M：小喬木植物 (microphanerophytes)

N：灌木植物 (nanophanerophytes)

V：藤本植物 (vine)

E：著生植物 (epiphytes)

Ch：地表植物 (chamaephytes)

H：半地中植物 (hemicryptophytes)

C：地中植物 (cryptophytes)

Th：一年生植物 (therophytes)

依據外觀形相 (physiognomy) 將 97 個樣區劃分成森林植物社會與灌叢草本植物社會，並分別進行群團歸群分析。依據群團分析之結果製成樹形圖 (圖 4)；Mueller-Dombois and Ellenberg (1974) 曾建議，可採用訊息維持度 (im-

formation remaining) 25-50% 作為劃分植群位階的臨界值標準，可依研究區之情況而調整之；因本研究區海拔差異較小，將分析結果與現場環境、物種組成與結構相對照，故選定訊息維持度 19% 為植群型劃分標準，將森林植物

社會劃分成 9 個型，於訊息維持度 32% 為植群亞型劃分標準，而灌叢草本社會為五節芒型。本研究對植群型命名之原則以優勢種與次優勢種二者聯合命名，主要著眼於此二種優勢種佔

據植物社會之主要資源 (劉棠瑞和蘇鴻傑，1983)；若該植群型具有多種優勢程度相近之種，則以最具優勢之前三者聯合命名之。本研究區之植群型描述如下：

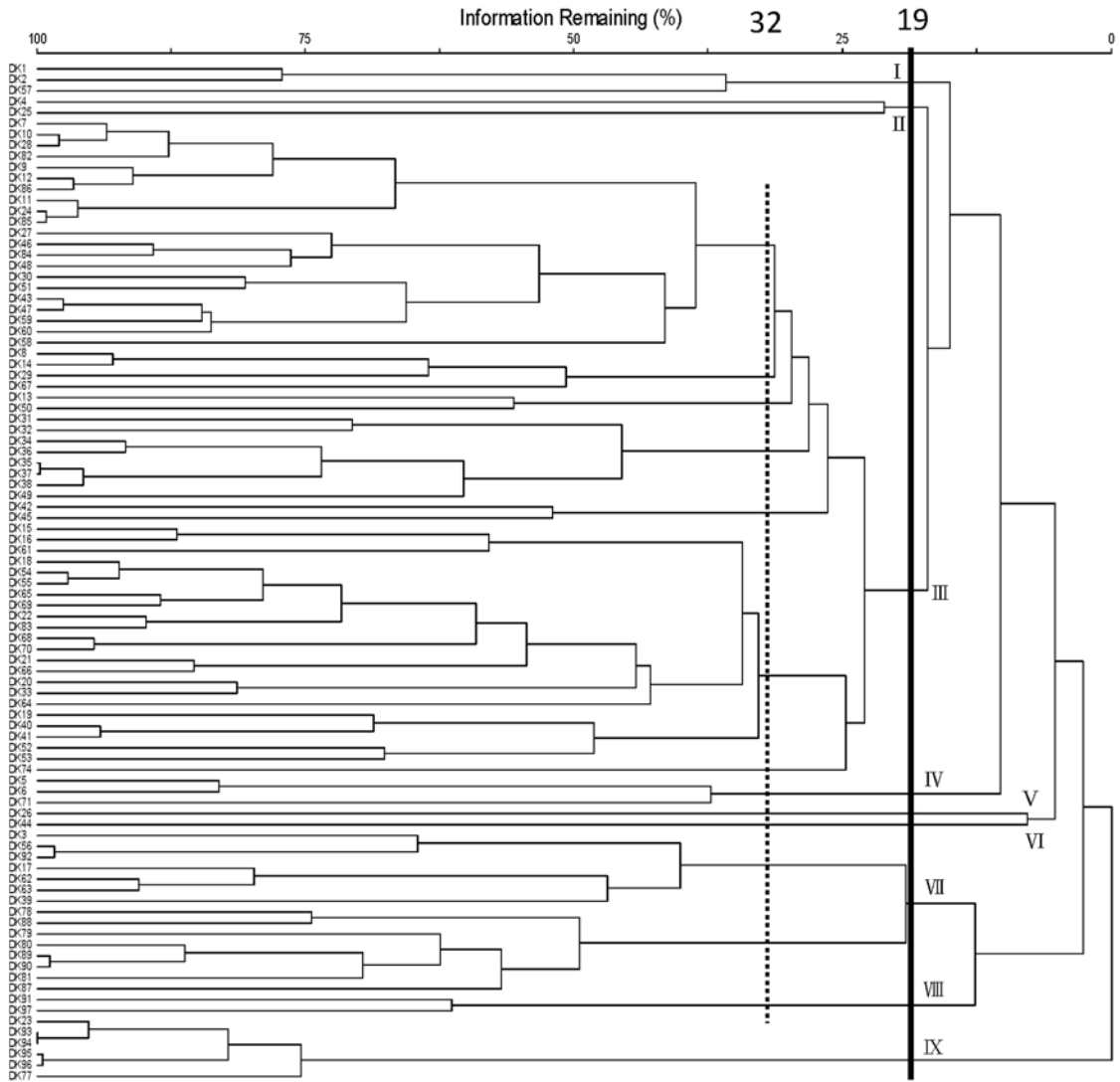


圖 4. 大坑地區 93 個森林植群樣區之相似性樹形圖。圖中 I -IX 為大坑地區森林植物社會各植群型代碼。

Fig. 4. The vegetation analysis tree diagram of Dakeng area

I. 石櫟—柏拉木型 (*Pasania glabra*-*Blastus cochinchinensis* type)
 分布海拔 789-852 m。林冠層以石櫟 (*Pas-*

ania glabra) 與臺灣黃杞 (*Engelhardtia roxburghiana*) 為主要組成，香楠 (*Machilus zuihoensis*)、山紅柿 (*Diospyros morrisiana*) 次之，青剛櫟

(*Cyclobalanopsis glauca*)、臺灣栲 (*Fraxinus insularis*) 等伴生其中；灌木層則以柏拉木 (*Blas-tus cochinchinensis*) 與九節木 (*Psychotria rubra*) 為多；地被層之木本小苗則以頷垂豆 (*Archidendron lucidum*)、中國柃木 (*Eurya chinensis*) 所組成，藤本以臺灣菝葜 (*Smilax lanceifolia*)、菝葜 (*Sm. china*) 與光葉魚藤 (*Callerya nitida*) 為主，草本以五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 為多，蕨類則以芒萁 (*Dicranopteris linearis*) 最為優勢。本型應為廖秋成等人 (1987) 所提之石櫟中途群叢 (*Pasania glabra* Consocias)。石櫟在本植物社會最優勢，徑級分布呈反 J 型 (圖 5a)，顯示其更新良好；由於易行萌蘖，故該族群仍可持續其優勢；臺灣黃杞與香楠徑級分布雖呈反 J 型 (圖 5b)，但其數量與斜率不如石櫟，故其族群未能佔有優勢；山紅柿徑級分布呈反 J 型 (圖 5b)，然樣區中多為小徑木。

II. 桂竹—麻竹型 (*Phyllostachys makinoi*-*Dendrocalamus latiflorus* type)

分布海拔為 535-688 m 之間。林冠層以桂竹 (*Phyllostachys makinoi*) 與麻竹 (*Dendrocalamus latiflorus*) 為優勢，大頭茶 (*Gordonia axillaris*)、香楠、山紅柿次之，伴生著三叉虎 (*Melicope pteleifolia*)、木臘樹 (*Rhus succedanea*) 等樹種；灌木層以呂宋莢蒾 (*Viburnum luzonicum*) 為主；伴生有華八仙 (*Hydrangea chinensis*) 與九節木，地被尚有少數大頭茶、三叉虎與白匏仔 (*Mallotus paniculatus*) 等小苗，藤本以光葉魚藤與臺灣菝葜為主要組成，草本以五節芒為多，蕨類則分布有芒萁與細葉複葉耳蕨 (*Arachniodes aristata*) 等。本型應為陳玉峰 (2001) 提及之人工植群—桂竹林與麻竹林；由於竹類根系常形成緻密根網，其他樹種難以進入該生育地，僅於林緣或破空處有大頭茶、香楠與山紅柿等樹種分布，且幼苗稀少。楊迪嵐等 (2009) 於斗六丘陵植群生態之研究中提出，孟宗竹 (*Phyl. pubescens*)、桂竹等散生竹類因地下莖蔓延，常形成大面積單一優勢種之植物群落，此與本研究之結果相同，故該型將維持以桂竹

與麻竹為主要組成之植物社會型態。

III. 小西氏石櫟—山紅柿型 (*Pasania konishii*-*Diospyros morrisiana* type)

共計有 60 個樣區屬於本植群型，為大坑地區最廣布的森林植物社會。因次優勢種組成差異可再細分為 7 個亞型。

(III₁) 山紅柿—小西氏石櫟—香楠亞型 (*Diospyros morrisiana*-*Pasania konishii*-*Machilus zuihoensis* subtype)

分布海拔 615-831 m 之間。林冠層以山紅柿、小西氏石櫟 (*Pasa. konishii*) 與香楠較優勢，部份樣區有千年桐 (*Aleurites montana*) 及杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 等造林樹種；地被層之木本小苗以墨點櫻桃 (*Prunus phaeosticta*) 與小西氏石櫟為多，藤本以臺灣菝葜、光葉魚藤與毛瓜馥木 (*Fissistigma oldhamii*) 較多，草本以五節芒與竹葉草 (*Oplismenus compositus*) 數量較豐，蕨類則分布有芒萁、廣葉鋸齒雙蓋蕨 (*Diplazium dilatatum*) 與邊緣鱗蓋蕨 (*Microlepia marginata*) 等。山紅柿為林冠層最優勢樹種，其徑級分布呈反 J 型 (圖 5c)，部分植物利用萌蘖方式 (如小西氏石櫟) 或有為數不少之幼木 (如香楠、墨點櫻桃與江某等) 補充持續其族群，使此類樹種之徑級分布呈反 J 型 (圖 5c, 5f, 5g, 5h)。杉木與千年桐等造林樹種之徑級分布呈鐘型 (圖 5d, 5e)，其中杉木之小徑木多萌蘖個體，而千年桐在本植物社會中稚樹甚少。黃信源 (2007) 認為千年桐為陽性植物，其小苗更新需要一定之光度，此可能為千年桐之稚樹數量稀少之因，與斗六丘陵之千年桐林研究相同 (楊迪嵐等，2009)。部分生育地有杉木與千年桐之造林，因缺乏經營管理，或因對此環境不適等因素，生長逐漸衰退，山紅柿、小西氏石櫟、香楠與墨點櫻桃等原生樹種將陸續進入，最終將取代原造林樹種。由於此類樹種多為演替中後期樹種，顯示本亞型之林冠已漸呈鬱閉並朝演替後期進行。

(III₂) 江某一山紅柿—香楠亞型 (*Schefflera octophylla*-*Diospyros morrisiana*-*Machilus*

zuihoensis subtype)

分布海拔介於 604-710 m，林冠層以江某 (*Schefflera octophylla*)、山紅柿及香楠較優勢，千年桐亦為部分生育地主要組成之一；地被層之木本小苗以山紅柿、三叉虎及墨點櫻桃較多，藤本以糙莖菝葜 (*Sm. bracteata* var. *verruculosa*)、光葉魚藤與臺灣菝葜等為主，草本以竹葉草與火炭母草 (*Polygonum chinense*) 較豐，蕨類則有分布有腎蕨 (*Nephrolepis cordifolia*)、橢圓線蕨 (*Colysis pothifolia*) 與廣葉鋸齒雙蓋蕨等。本亞型應為廖秋成等人 (1987) 所提之江某一軟毛柿—樹杞—山紅柿群叢 (*Schefflera octophylla-Diospyros eriantha-Ardisia sieboldii-Diospyros morrisiana* Association)；由於江某與山紅柿之徑級分布為反 J 型 (圖 5i)，顯示有為數不少幼木補充以維持其族群。亦有部份千年桐之造林，其徑級波動且呈鐘型分布 (圖 5j)，反映可能有干擾發生，目前所見可能為殘存之植株；其伴生樹種香楠之徑級分布圖呈反 J 型 (圖 5k)，故江某、山紅柿與香楠等原生樹種，將有機會取代千年桐。

(III₃) 桂竹—相思樹—山紅柿亞型 (*Phyllostachys makinoi-Acacia confusa-Diospyros morrisiana* subtype)

分布海拔介於 682-776 m。林冠層以桂竹、相思樹 (*Acacia confusa*) 與山紅柿較為優勢，並有荔枝 (*Litchi chinensis*) 之殘存，伴生有木荷 (*Schima superba*)、紅葉樹 (*Helicia cochinchinensis*) 等樹種；灌木層以燈稱花 (*Ilex asprella*)、九節木與玉山紫金牛 (*Ardisia cornudentata* subsp. *morrisonensis*) 等組成；地被層之木本小苗以墨點櫻桃、山紅柿與頷垂豆為多；藤本以臺灣菝葜、廣東山葡萄 (*Ampelopsis cantoniensis*) 與光葉魚藤為主；草本以五節芒與竹葉草較豐富；蕨類則分布有臺灣金狗毛蕨 (*Cibotium taiwanianum*)、芒萁與半邊羽裂鳳尾蕨 (*Pteris semipinnata*) 等。本亞型以桂竹與相思樹最為優勢，且有荔枝零星分布於其中，應為陳玉峰 (2001) 所提及人工植群中之相思

樹、桂竹與果園。本次調查發現已有山紅柿、木荷與紅葉樹等樹種進入，且有部份桂竹入侵於相思樹與果園之中，雖有部份演替中後期之樹種進入，但因桂竹之根網，入侵之原生樹種可能難以取代其優勢地位。

(III₄) 三斗石櫟—江某一千年桐亞型 (*Pasania hancei* var. *ternaticupula-Schefflera octophylla-Aleurites montana* subtype)

分布海拔介於 609-762 m 之間，所處環境較為潮濕或鄰近山溝處。林冠層以三斗石櫟 (*Pasa. hancei* var. *ternaticupula*) 與江某為優勢，大部份樣區調查有造林樹種千年桐、香楠、山龍眼 (*He. formosana*)、刺杜密 (*Bridelia balansae*) 與土肉桂等次之；灌木層有九節木與玉山紫金牛；地被層之木本小苗以三斗石櫟、三叉虎、香楠與山龍眼較多；藤本以毛瓜馥木、糙莖菝葜與假黃藤 (*Calamus quiquesetinerivius*) 為多；草本以冷清草 (*Elatostema lineolatum* var. *majus*) 較優勢；蕨類則分布有細葉複葉耳蕨、廣葉鋸齒雙蓋蕨、橢圓線蕨與海金沙 (*Lygodium japonicum*) 等。三斗石櫟為最優勢之物種，徑級呈反 J 型，且斜率大 (圖 5l)，除林下稚樹與小苗量多，並兼行萌蘖，顯示該樹種更新持續力強。亦有千年桐之造林，徑級分布呈鐘型 (圖 5m)；江某、香楠與山龍眼等耐陰性伴生樹種雖呈反 J 型 (圖 5n, 5o)，但徑級分布不連續，顯示此森林可能受干擾或散植體建立不連續等因素，由於此類樹種小徑木多且更新良好，故能持續留存。

(III₅) 柑橘—臺灣黃杞—木荷亞型 (*Citrus ponki-Engelhardtia roxburghiana-Schima superba* subtype)

分布海拔為 609-762 m。林冠層以臺灣黃杞、木荷、小花鼠刺 (*Itea parviflora*) 與江某等較優勢，而柑橘 (*Citrus ponki*) 與墨點櫻桃、小西氏石櫟、香楠等樹種次之；灌木層以九節木與紅果金粟蘭 (*Sarcandra glabra*) 為多；地被層之木本小苗以墨點櫻桃、小西氏石櫟、臺灣黃杞與江某所組成；藤本有臺灣菝葜、廣東

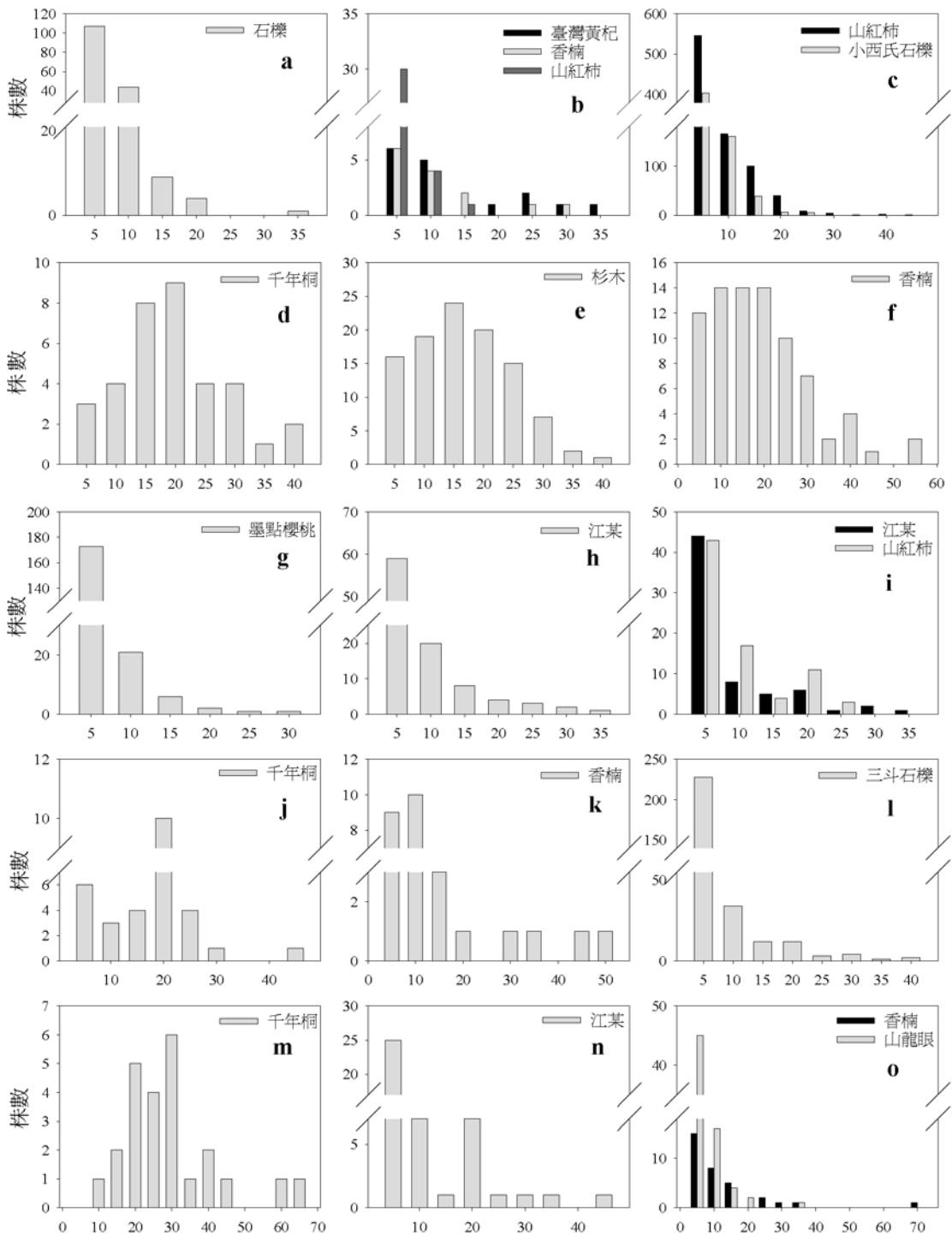


圖 5. 大坑地區各植群型之優勢樹種徑級分布圖。a-b：石櫟—柏拉木型；c-h：山紅柿—小西氏石櫟—香楠亞型；i-k：江某—山紅柿—香楠亞型；l-o：三斗石櫟—江某—千年桐亞型。

Fig. 5. The diameter class distribution of dominant species of each type in Dakeng area

山葡萄與薄葉風藤 (*Piper sintenense*) 等；草本以五節芒、弓果黍 (*Cyrtococcum patens*) 與竹葉草等數量較豐；蕨類有臺灣金狗毛蕨、廣葉鋸齒雙蓋蕨、熱帶鱗蓋蕨 (*Mic. speluncae*) 與細葉複葉耳蕨等。本亞型為荒廢之柑橘園，組成尚以柑橘最為優勢，但生育地中已有臺灣黃杞、小花鼠刺、江某與香楠等樹種入侵，將逐漸取代柑橘成為林冠之優勢樹種。

(III₆) 小西氏石櫟—圓果青剛櫟—九節木亞型
(*Pasania konishii-Cyclobalanopsis globosa-Psychotria rubra* subtype)

分布海拔 621-839 m 之間。林冠層以小西氏石櫟與圓果青剛櫟 (*Cyclob. globosa*) 較為優勢，以茜草樹 (*Randia cochinchinensis*)、墨點櫻桃與土肉桂等樹種次之，伴生小梗木薑子 (*Litsea hypophaea*)、白匏仔、山紅柿、香楠、相思樹與紅皮 (*Styrax suberifolia*) 等樹種；灌木層以九節木與玉山紫金牛為主；地被層之木本小苗以小西氏石櫟、墨點櫻桃與頷垂豆等較多；藤本則以光葉魚藤、血藤 (*Mucuna macrocarpa*) 與猿尾藤 (*Hiptage benghalensis*) 等優勢；草本以五節芒、淡竹葉 (*Lophatherum gracile*)、竹葉草為主要組成；蕨類以細葉複葉耳蕨、海金沙與腎蕨等數量較多。本亞型近似於廖秋成等人 (1987) 所述九芎—無患子/圓果青剛櫟中途群叢 (*Lagerstroemia subcostata-Sapindus mukorossi-Cyclobalanopsis globosa* Consociates) 與小西氏石櫟—馬禮氏杜鵑群叢 (*Pasania konishii-Rhododendron mariesii* Association)，由於樣區的取樣方式不同，故在植群型之歸類、分型與命名上有所差異。小西氏石櫟與次優勢樹種圓果青剛櫟徑級分布圖呈反 J 型 (圖 5p, 5q)，其小徑木多為萌蘖；小梗木薑子與茜草樹呈反 J 型 (圖 5r, 5s)，顯示其仍可持續維持族群優勢。本亞型大多分布於稜線兩旁或較乾旱處，間雜白匏仔與相思樹等演替初期之陽性樹種，江某與香楠等演替中後期之耐陰性樹種較少，期可能因地形、土壤等條件限制所致。

(III₇) 白柏—江某一小西氏石櫟亞型 (*Sapium discolor-Schefflera octophylla-Pasania konishii* subtype)

分布於 4 步道東側，海拔為 719 m。林冠層以白柏 (*Sapium discolor*)、江某與小西氏石櫟較為優勢，土肉桂、野桐 (*Mal. japonicus*) 與臭辣樹 (*Tetradium glabrifolium*) 次之，並伴生鹿皮斑木薑子 (*Lits. coreana*) 與米飯花 (*Vaccinium bracteatum*) 等樹種；灌木層以華八仙與九節木為優勢；地被層之木本小苗以細葉鰻頭果 (*Glochidion rubrum*) 與小梗木薑子為主；藤本以光葉魚藤與光果南蛇藤 (*Celastrus punctatus*) 為多；草本以五節芒與月桃 (*Alpinia zerumbet*) 為主要組成；蕨類則有臺灣金狗毛蕨、海金沙與細葉複葉耳蕨等分布其中。

IV. 臺灣櫟—月橘型 (*Zelkova serrata-Murraya paniculata* type)

分布海拔為 566-638 m 之間。林冠層以臺灣櫟為優勢，青剛櫟與山豆葉月橘 (*Murraya euchrestifolia*) 等樹種次之，月橘 (*Mur. paniculata*)、軟毛柿 (*Dio. eriantha*)、山黃梔 (*Gardenia jasminoides*)、小梗木薑子與土肉桂等樹種伴生；灌木層以九節木與玉山紫金牛為主要組成；地被層之木本以小梗木薑子之小苗及臺灣蘆竹 (*Arundo formosana*) 與山棕 (*Arenga tremula*) 為主；藤本則以猿尾藤、光葉魚藤、菊花木 (*Bauhinia championii*) 與三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*) 較多；草本以五節芒、細葉麥門冬 (*Liriope minor* var. *angustissima*) 與月桃數量較豐；蕨類以海金沙、橢圓線蕨與細葉複葉耳蕨等較常見。本型應為廖秋成等人 (1987) 所述之臺灣櫟中途群叢 (*Zelkova serrata* Consociates)，因地形為稜線兩旁且坡度陡峭，調查發現林下小苗甚少，推測可能受限於地形與地質環境，致使其種實結實後難以留存於該區域，或因小苗生長受限難以存活，本型雖伴生有月橘、軟毛柿、青剛櫟與山豆葉月橘等樹種，但因環境限制，仍以落葉性樹種臺灣櫟為主要組成。

V. 楓香—燈稱花型 (*Liquidambar formosana-Ilex asprell* type)

為楓香 (*Liquidambar formosana*) 造林地，樣區海拔為 630 m。林冠層以楓香為優勢，伴生香楠、相思樹與白匏仔等樹種，並存有柑橘之殘株 (有人為強度修枝與矮化作業)；灌木層以燈稱花與九節木為優勢；地被層之木本以香楠小苗為主；藤本以烏斂莓 (*Cayratia japonica*)、雞屎藤 (*Paederia foetida*) 與西番蓮 (*Pass. edulis*) 等為主；草本則以火炭母草與淡竹葉等數量較多；蕨類以分布有腎蕨與熱帶鱗蓋蕨。

VI. 大葉桃花心木—柑橘型 (*Swietenia macrophylla-Citrus ponki* type)

為大葉桃花心木 (*Swietenia macrophylla*) 造林地，海拔為 736 m。林冠層以大葉桃花心木為優勢，伴生有香楠；灌木層以臺灣山桂花 (*Maesa perlaria* var. *formosana*) 為主，且存有柑橘之殘株；地被層之木本小苗以香楠與白匏仔為多；藤本以山葛 (*Pueraria montana*)、三角葉西番蓮與黑果馬廐兒 (*Zehneria mucronata*) 為主；草本以姑婆芋 (*Alocasia odora*)、月桃、火炭母草與紫花藿香薊 (*Ageratum houstonianum*) 為優勢；蕨類則以弧脈鳳尾蕨 (*Pt. biaurita*)、熱帶鱗蓋蕨及粗毛鱗蓋蕨 (*Mic. strigosa*) 等較多。本型應為陳玉峰 (2001) 所提及之人工植群中之果園，已轉作為大葉桃花心木造林地，且伴生樹種甚少，僅調查到零星之香楠、白匏仔與樟葉槭 (*Acer albopurpurascens*) 等樹種，且徑級皆甚小，推測應有人為進行伐木與刈草等作業，故其組成以大葉桃花心木最為優勢。

VII. 山黃麻—長梗紫芋麻型 (*Trema orientalis-Oreocnide pedunculata* type)

本型以山黃麻與長梗紫芋麻為構成林冠的主要優勢種，共計有 15 個樣區屬於本植群型，因次優勢種之組成差異再細分成 2 個亞型。

(VII)₁ 山黃麻—血桐亞型 (*Trema orientalis-Macra-*

ranga tanarius Subtype)

所處海拔 268-796 m 之間。林冠層以山黃

麻 (*Trema orientalis*) 為最優勢樹種，血桐 (*Macra-ranga tanarius*) 與白匏仔等樹種次之，樹杞 (*Ard. sieboldii*) 與小梗木薑子等樹種伴生期間；灌木層以臺灣山桂花與黑星紫金牛 (*Ard. virens*) 為主要組成；地被層之木本以小梗木薑子、香楠與江某之小苗所組成；藤本以小花蔓澤蘭、山葛、風藤 (*Pip. kadsura*) 與糙莖菝葜等為多；草本以姑婆芋、冷青草、五節芒與大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*) 等數量較多；蕨類則分布有細葉複葉耳蕨、密毛小毛蕨 (*Cycloso-rus parasiticus*) 與橢圓線蕨等。本亞型為演替早期之植物社會，分布大多位於向陽坡面，優勢樹種山黃麻之徑級為鐘型 (圖 5t)，小苗甚少，而白匏仔與血桐之徑級分布呈不連續反 J 型 (圖 5u)，推測此森林早期或演替過程中，曾受干擾或破壞發生或種子散播與幼苗建立不連續所致。應為陳玉峰 (2001) 提出之山黃麻優勢社會，零星鑲嵌於其他植物社會之中。

(VII)₂ 長梗紫芋麻—山黃麻亞型 (*Oreocnide ped-*

unculata-Trema orientalis subtype)

分布海拔 450-723 m 之間。第 1 林冠層以山黃麻所構成，第 2 林冠層以白匏仔與血桐所組成，第 3 林冠層組成為長梗紫芋麻 (*Oreocnide pedunculata*)，伴生土肉桂、小葉桑 (*Morus australis*)、菲律賓榕 (*Ficus ampelas*) 與咬人狗 (*Dendrocnide meyeniana*) 等樹種；灌木層則以水麻 (*Debregeasia orientalis*) 與臺灣山桂花數量較多；地被層之木本以長梗紫芋麻之小苗或萌蘖為多，並與臺灣蘆竹為其主要組成；藤本以小花蔓澤蘭、風藤與山葛等數量較多；草本以五節芒、冷青草與姑婆芋等為優勢；蕨類則分布有筆筒樹 (*Cyathea lepifera*)、密毛小毛蕨與臺灣金狗毛蕨等。其樣區皆位於河道旁，所屬環境較陰濕；長梗紫芋麻之徑級分布曲線呈現反 J 型 (圖 5v)，此樹種小徑木常為萌蘖者，且於此環境適應良好，故於此植物社會中較優勢。山黃麻徑級呈現不連續之鐘型分布 (圖 5w) 稚樹甚少，而其伴生樹種為白匏仔與血桐，徑級分布為反 J 型 (圖 5x, 5y)，顯示演替

初期之樹種皆能拓殖於本地。由於環境相對較潮濕，大葉楠 (*Mac. japonica* var. *kusanoi*)、五掌楠 (*Neolitsea konishii*) 與江某等演替中後期樹種之稚樹相繼進入，若於重大干擾發生後，該植物社會將往演替中後期發展。

VIII. 血桐一構樹型 (*Macaranga tanarius-Broussonetia papyrifera* type)

分布海拔 227-358 m 之間。林冠層以血桐與構樹 (*Broussonetia papyrifera*) 為優勢樹種，稜果榕 (*Fic. septica*)、龍眼 (*Euphoria longana*)、小葉桑、臺灣山香圓 (*Turpinia formosana*) 與菲律賓榕等伴生其中；灌木層以臺灣山桂花、青芋麻 (*Boehmeria nivea* var. *tenacissima*) 與山棕數量為多；地被層之木本小苗以構樹、龍眼為多；藤本以小花蔓澤蘭、拾樹藤 (*Epipremnum pinnatum*) 與山葛為主要組成；草本以五節芒、大花咸豐草、臺灣鱗球花 (*Lepidagathis formosensis*) 與月桃等數量較多；蕨類以密毛小毛蕨、熱帶鱗蓋蕨與小毛蕨 (*Cyclos. acuminatus*) 等較常見。本型常分布於道路旁之開闊地或荒廢地，物種組成多為演替初期之先驅樹種，因位於易受人類活動干擾之區域，故此植物社會目前多維持演替初期之狀態。

IX. 相思樹—龍眼型 (*Acacia confusa-Euphoria longana* type)

分布海拔為 357-760 m 之間。林冠層以相思樹與龍眼為優勢樹種，伴生有小梗木薑子、月橘、鳥榕 (*Fic. subpisocarpa*)、臺灣欒與血桐等樹種；灌木層以馬纓丹 (*Lantana camara*) 與黃荊 (*Vitex negundo*) 為優勢；地被層之木本以龍眼、月橘之小苗與山棕、臺灣蘆竹所組成；藤本以三角葉西番蓮、扛香藤 (*Mal. repandus*) 與風藤為主；草本以五節芒、竹葉草與大花咸豐草等數量較多；蕨類則有海金沙、箭葉鳳尾蕨 (*Pt. ensiformis*) 與日本金粉蕨 (*Onychium japonicum*) 等分布其中。本型多為相思樹之造林地 (除樣區 23 外)，部分生育地有龍眼分布其中，相思樹之徑級分布呈反 J 型 (圖 5z)，且龍眼於林下幼苗甚多，顯示此 2 樹種更新良好

(圖 5aa)。樣區 95 有天料木伴生其中，其徑級分布呈反 J 型 (圖 5z)，經現場觀察發現，多數小苗屬於根系萌蘖，反映其可透過無性繁殖擴展其族群。其他樹種於本型中多呈零星分布，且數量甚少，故本型將保持以相思樹與龍眼為主要組成之植物社會，為陳玉峰 (2001) 所提人工植群之相思樹造林地。由於稚樹庫以龍眼最優勢，顯示該優勢型持續演替後，龍眼可能將逐漸成為最優勢之樹種，此與蘇陸智 (2005) 大岡山植群研究及楊迪嵐等 (2009) 斗六丘陵植群生態研究之結果相同。

X. 五節芒型 (*Miscanthus floridulus* type)

以五節芒最為優勢，分布海拔 707-816 m 之間。臺灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 與山黃麻稚樹零星散生於五節芒中；無患子 (*Sapindus mukorossi*) 與白柏等小苗零星分布；灌木層則以細葉鰻頭果、大青 (*Clerodendrum cyrtophyllum*) 與田代氏石斑木 (*Rhaphiolepis indica* var. *tashiroi*) 所組成；地被層之木本小苗以羅氏鹽膚木 (*Rhus. javanica* var. *roxburghiana*) 與野桐為多；藤本以光葉魚藤與山葛為主；地被層以五節芒最為優勢，伴生大花咸豐草、桔梗蘭 (*Dianella ensifolia*) 與紅毛草 (*Rhynchelytrum repens*) 等物種。本型多位於步道旁支嶺，為衝風地帶，故木本多以灌叢形式存在，偶於背風處有臺灣二葉松或山黃麻稚樹零星散生其中。臺灣二葉松稚樹於部分區域疑似栽植。雖以五節芒為地表覆蓋最優勢者，但已有細葉鰻頭果、田代氏石斑木、羅氏鹽膚木與野桐等先驅耐旱性樹種小苗或稚樹入侵；由於受限於該生育地環境 (乾燥、衝風地帶、土壤淺薄、地形陡峭等)，導致木本植物生長困難，可能維持五節芒與灌叢共存。

除上述所描述的植群型外，在地形陡峭的絕壁上，另存有一草本社會「臺灣蘆竹型 (*Arundo formosana* type)」，如同廖秋成等 (1987) 與陳玉峰 (2001) 等研究所述，於 1 至 4 號步道沿線，均可看到此型之分布，因分布於陡峭的峭壁之中，難以進行取樣與調查。臺灣蘆竹為

優勢，接近坡頂上有部分五節芒，或於峭壁的凹陷處或土層較厚的地方有臺灣二葉松、臺灣欒樹 (*Koelreuteria henryi*)、臺灣欖等樹種零星

分布其中，於接近溪谷處有臺灣金狗毛蕨或小毛蕨等蕨類生長其中。

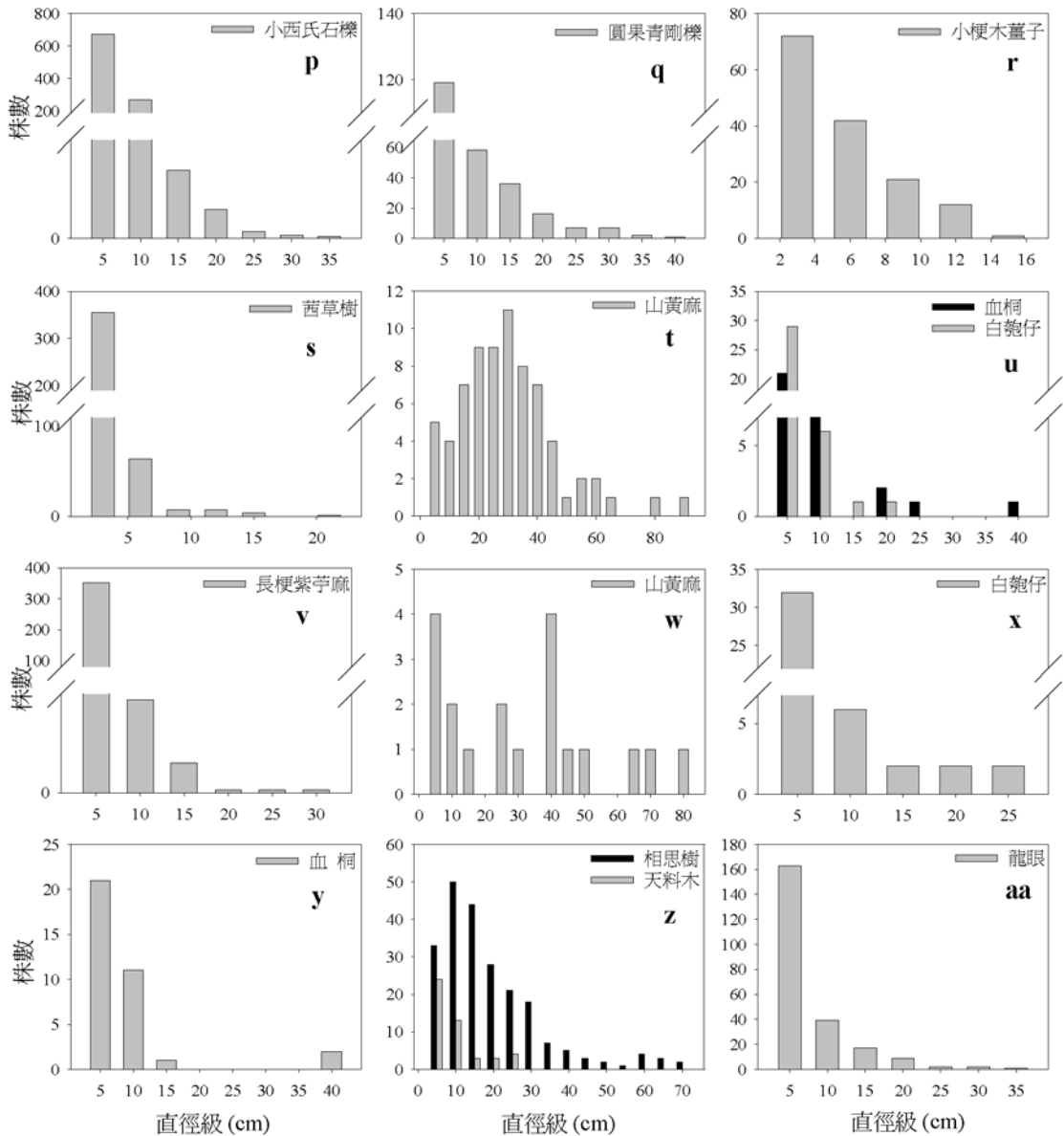


圖 5 (續).大坑地區各植群型之優勢樹種徑級分布圖。p-s：小西氏石櫟—圓果青剛櫟—九節木亞型；t-u：山黃麻—血桐亞型；v-y：長梗紫苧麻—山黃麻亞型；z-aa：相思樹—龍眼型。

Fig. 5 (continued). The diameter class distribution of dominant species of each type in Dakeng area

四、結論

大坑地區為臺灣西部低海拔中保有較豐富的生態資源區域。該區現生植群以小西氏石櫟一山紅柿型為面積最大且分布最廣的植物社會，多分布於地形較平緩之處；而於較開闊處或溪谷旁則以山黃麻一長梗紫芋麻型為主，部分陡峭地形則分布有季風林之落葉性樹種如臺灣櫟等，人工造林以相思樹林為最多。研究區主要面臨的問題為因登山健行活動之需求，所進行之步道整建與開發，及果園之擴大經營或轉作造林與外來物種之入侵。本研究分析大坑地區植相與植群組成結構，建構了大坑地區現生植群物種資料庫，本區內維管束植物各族群概況及其與生育地環境關係，可提供作為未來臺灣中部地區低海拔復舊造林或林相改良之樹種選擇與造林方式之參考。

五、引用文獻

伍淑惠、潘清連、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。

何春蓀 (2006) 臺灣地質概論臺灣地質圖說明書。經濟部中央地質調查所。

吳樂天 (2005) 大坑木本不同落葉形態的若干生態探討。靜宜大學生態學系碩士論文。

呂金誠、歐辰雄 (1996) 關刀溪長期生態研究區森林植群之初期研究 (1)。中興大學實驗林研究彙刊 18(1): 77-108。

呂勝由、林明志 (1996) 臺灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑 (I)。行政院農業委員會。

呂勝由、邱文良 (1997) 臺灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑 (II)。行政院農業委員會。

呂勝由、邱文良 (1998) 臺灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑 (III)。行政院農業委員會。

呂勝由、邱文良 (1999) 臺灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑 (IV)。行政院農業委員會。

呂勝由、邱文良 (2000) 臺灣稀有及瀕危植物之

分級彩色圖鑑 (V)。行政院農業委員會。

呂勝由、邱文良 (2001) 臺灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑 (IV)。行政院農業委員會。

周富三 (2004) 臺灣西南部荖濃溪下游次生林與人工林之植物組成於序列植被類型。臺大實驗林研究報告 18(2): 115-127。

邱清安、王志強、呂金誠、林博雄、曾喜育 (2008) 臺灣半乾燥區域與潛在疏林植群之探討。臺灣林業科學 23(Supplement): 23-36。

邱清安、呂金誠、林鴻志、曾喜育、林育生 (2005) 整合植群調查之樣區資料。林業研究季刊 27(4): 47-62。

張芷熒、曾喜育、呂金誠、曾彥學 (2008) 臺灣地區馴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。

陳玉峰 (2001) 大坑頭料山系植被生態調查報告。臺灣人文生態研究 3(1): 11-163。

陳益明 (2004) 臺灣北部楠櫟林帶柳杉人工林下層植群恢復之研究。臺大實驗林研究報告 18(3): 53-170。

陳運造 (2006) 苗栗地區重要入侵植物圖誌。行政院農業委員會苗栗區農業改良場。

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

彭少麟 (1996) 南亞熱帶森林群落動態學。科學出版社。中國北京。

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

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。

楊迪嵐、曾喜育、蘇冠宇、朱恩良、賴國祥、曾彥學 (2009) 斗六丘陵植群生態之研究。林業研究季刊 31(3): 17-34。

- 廖秋成、呂福原、歐辰雄 (1987) 頭嵙山地區植群生態與植物區系之研究。中興大學實驗林研究報告 8: 43-65。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館。臺北市。119-121 頁。
- 劉靜榆 (2003) 臺灣中西部氣候區森林植群分類系統之研究。國立臺灣大學森林學研究所博士論文。
- 蘇銘智 (2005) 高雄縣大岡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。
- 蘇鴻傑 (1987) 森林生育地因子及其定量評估。中華林學季刊 20(1): 1-14。
- 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。39-53 頁。
- Huang T. C., D. E. Boufford, C. F. Hsieh, C. S. Kuoh, H. Ohashi, I. P. Peng, J. L. Tsai and K. C. Yang (2003) Flora of Taiwan Vol. 6, 2nd ed. Department of Botany, National Taiwan University. Taipei, Taiwan, ROC.
- Capers, R. S., R. L. Chazdon, A. R. Brenes, B. V. Alvarado (2005) Successional dynamic of woody seedling communities in wet tropical secondary forests. *Journal of Ecology* 93(6): 1071-1084.
- Daubenmire, R. F. (1959) *Plants and Environment*. John Wiley and Sons, New York.
- IUCN (2001) *The IUCN Red List of Threatened Species Categories and Criteria* (v. 3.1). Blackwell Publishing.
- 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.
- McCune, B. and Mefford M. J. (1999) *PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.0.-MjM Software*, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Monterio, A. L. S., C. M. de Souza Juniou, P. G. Barreto, F. L. de S. Pantoja, J. J. Gerwing (2004) Impacts of logging on traditional tropical forest in the southeastern Brazilian Amazon. *Scientia Forestalis* 65: 11-21.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. (1974) *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Smith, R. L. (1992) *Elements of Ecology* (3rd). HarperCollins Publishers.
- Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. (1973) *Numerical Taxonomy*. Freeman Pub., San Francisco, USA.
- 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.
- Toung, T. P. (2000) Restoration ecology and conservation ecology. *Biological Conservation* 92: 73-83.
- Ulrich, O. (1997) Secondary forest regeneration beneath pine (*Pinus kesiya*) plantation in the northern Thai highland: a chronosequence study. *Forest Ecology and Management* 99: 171-183.