

研究報告

## 竹頭角木薑子植群監測

林弘基<sup>1</sup> 蔡尚蕙<sup>2</sup> 黃健能<sup>3</sup> 林志銓<sup>4</sup> 黃立彥<sup>4</sup> 呂金誠<sup>5</sup> 歐辰雄<sup>5</sup>

【摘要】本研究調查竹頭角木薑子主要分布之美濃、甲仙與六龜等地區，除了解其族群結構，並探究其伴生植物及其生育地因子，冀能提供此一特有物種未來在保育研究與經營管理上之參考。本研究於植群調查時，設置 10×25 m<sup>2</sup>、20×25 m<sup>2</sup> 之長方形樣區，以監測其植群組成與分布之變遷，於 2000-2001 年設置 9 個樣區，包含美濃地區及甲仙地區；而 2005 年計有 18 個樣區，包含美濃、甲仙及六龜地區，共計調查紀錄維管束植物 97 科 251 屬 369 種植物，其中喬木 107 種，灌木 59 種，藤本 85 種，草本 116 種。又 2000-2001 年以及 2005 年植群調查中，多數樣區皆處於演替中後期階段。而 2000-2001 年美濃和甲仙二地區，以及 2005 年美濃、甲仙與六龜三地區植群之種豐富度指數多無顯著差異；另於植群變遷之比較結果發現，2000-2001 年乃至 2005 年間植群歧異度亦無明顯變化，故可視為穩定之植物社會。

【關鍵詞】竹頭角木薑子、監測、變遷、演替、種豐富度

Research paperVegetation Monitoring of *Litsea akoensis* Hayata var. *chitouchiaoensis* LiaoHong-Ji Lin<sup>1</sup> Shang-Te Tsai<sup>2</sup> Chien-Neng Huang<sup>3</sup> Chih-Chuan Lin<sup>4</sup>  
Li-Yen Huang<sup>4</sup> King-Cherng Lu<sup>5</sup> Chern-Hsiung Ou<sup>5</sup>

【Abstract】The population structure, accomplished plants and environmental factors of endemic *Litsea akoensis* Hay. var. *chitouchiaoensis* Liao, which growth in Meinong, Kasien and Leugue were investigated in this study. The main goal of this study is to provide the useful and valuable references for management *L. akoensis* var. *chitouchiaoensis* in the future. To explore the change of composition and distribution for vegetation, the quadrats with 10×25 m<sup>2</sup> and 20×25 m<sup>2</sup> were set up. We totally established

---

1.屏東林區管理處旗山工作站技正

Engineer, Cishan Work Station, Pingtung Forest District Office.

2.環球技術學院環境資源管理系助理教授，通訊作者

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

3.國立中興大學森林學系博士後研究助理

Post-doctor assistant., Department of Forestry, National Chung Hsing University.

4.國立中興大學森林學系博士班研究生

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

5.國立中興大學森林學系教授

Professor, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

9 plots in Meinong and Kasien areas during 2000-2001. Besides, 18 plots were set up in Meinong, Kasien and Leugue in 2005. Based on the results of our investigation, 369 vascular plants belonging to 97 families and 251 genera were recorded, in which there are 107 species of tree, 59 shrubs, 85 lianas, and 116 herbs. According to results obtained in this study of 2 periods, including 2000-2001 as well as 2005, the flora of most experimental plots were in the middle or later succession stages. There is no significant difference between the abundant species indices, which distributed in Meinong and Kasien areas in 2000-2001, and in Meinong, Kasien, and Leugue areas in 2005. Comparing the change of vegetation, diversity was also similar at these plots during 2000-2001 and 2005, so those should be stable community.

**【Key words】** *Litsea akoensis* Hayata var. *chitouchiaoensis* Liao, monitoring, change, succession, species abundance.

## 一、前言

臺灣地處亞熱帶，氣候溼潤多雨，地形複雜，而由於此氣候與地理環境的影響，使植物型態產生複雜變異，孕育多樣化之植物種類，故不乏為臺灣的特有種 (endemic species)，樟科 (Lauraceae) 木薑子屬 (*Litsea* Lamk.) 之竹頭角木薑子 (*Litsea akoensis* Hay. var. *chitouchiaoensis* Liao) 即為其中一例。竹頭角木薑子最早出現於廖日京 (1982) 所著之「臺灣樟科植物學名之訂正」(其稱為「倒卵葉木薑子」)。又廖日京 (1986) 於「臺灣樟科植物學名之綜談」中，將其歸為屏東木薑子 (*Litsea akoensis* Hay.) 之一變種。又臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1996) 將 *L. akoensis* var. *chitouchiaoensis* 命名為「竹頭角木薑子」，其主要分布於臺灣西南部之嘉義關子嶺至六龜扇平、美濃竹頭角一帶，為臺灣南部低海拔闊葉林中之特有變種。由於竹頭角木薑子與屏東木薑子 (*L. akoensis* Hay. var. *akoensis*) 具有種間重疊的現象而不易區分，因此，朱麗萍 (1995) 將之視為複合種 (*L. akoensis* complex)。惟竹頭角木薑子之分布地理具有地域性，且在形態變化上仍具有可區分之特徵。

植物除生育地因子，其植物地理學上之特殊分布亦為不可忽視之因素，一地區之特有種及受威脅物種 (threatened species) 具有較高之保護需求，是故更應進一步就其生態與分布特性加以評估 (Su, 1994)，以瞭解威脅因素，進

而擬定保護策略。特有種植物一旦在當地絕滅，即表示該物種在地球上消失，因此，欲保護生物多樣性之時，則特有種之確認與分布類型則為重要的研究工作 (曾彥學, 2003)。本研究即針對竹頭角木薑子之生育地進行植群監測調查，以了解其族群結構和更新狀況，並探究其伴生植物及生育地各項因子，冀能提供此一特有變種保育研究與經營管理之參考。

## 二、材料與方法

### (一) 研究地區與樣區設置

研究地區主要在屏東林區管理處旗山事業區，其位於高雄縣美濃鎮、六龜鄉、桃源鄉、杉林鄉、甲仙鄉、三民鄉，屬夏雨型氣候。藉由造林台帳、水系、山脈、國有林檢訂數化圖以及其它試驗研究之空間和屬性資料，利用地理資訊系統 (geographic information system, GIS) 之查詢、疊圖等分析功能，多方評估後以竹頭角木薑子族群分佈最多之旗山事業區為主，進行樣區之設置，並藉由全球衛星定位系統 (global positioning system, GPS) 將樣區加以定位。本研究之植群監測調查樣區位置如圖 1 所示；分別於 2000 年 4 月至 2001 年 8 月 (MA-MI 等 9 個樣區)，以及 2005 年 3-4 月 (M1-L18 等 18 個樣區) 完成二次植群調查，然由於 2005 年進行監測調查時，部分原樣區已遭砍伐破壞，故於原樣區附近選擇同林分之設置樣區進行重複調查。

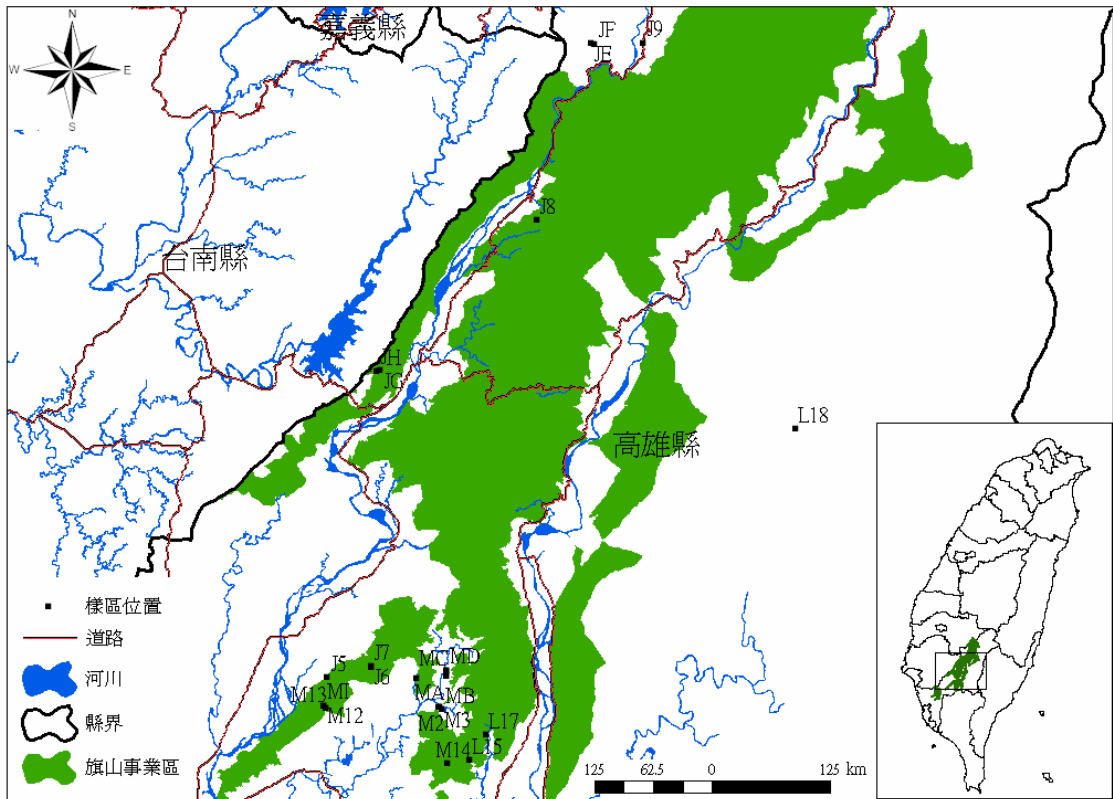


圖 1. 竹頭角木薑子植群監測調查樣區位置圖

Fig. 1. Locations of plots for vegetation monitoring of *Litsea akoensis* var. *chitouchiaoensis*.

(二) 環境因子與土壤性質調查

為瞭解環境因子與植群分布的關係，乃針對海拔高 (altitude, Alt)、坡度 (slope, Slo)、坡向 (aspect, Asp)、水分梯度 (moisture gradient, Mos)、全天光空域 (whole light sky, WLS)、直射光空域 (direct light sky, DLS) 等 6 項環境因子加以直接觀測或以間接方式評估。此外，土壤為植物發育的基質，土壤水分、pH 值以及養分等對於植物的生長發育，乃至於決定植物是否能生存具有重要的決定影響，本研究之土壤採集方法係於樣區內隨機選取數點 (2-4 個)，先局部清除土壤上層之枯枝落葉層，採取表土約 10 cm 深度之樣本，混合後攜回研究室，置於常溫下風乾，再以 2 mm 篩子過篩；研究中共分析土壤含水率、有機質、pH 值、含氮量以及有效磷等 5 項。

(三) 植群調查與分析

1. 植群調查

調查時將植物分為喬木層 (overstory, OS) 與地被層 (understory, US)。凡樣區內之樹木胸徑大於 1 cm 者，列入喬木層，逐株予以記錄種類並量測胸高直徑；其他胸高直徑小於 1 cm 之樹種、藤本、蕨類及草本等則列為地被層，記錄其種類和覆蓋面積。

2. 植群分析

(1) 植物之重要值求算

原始調查資料之植物種類編碼建檔後，使用以程式語言所撰寫之程式 (comb.prg、cluster.exe)，將各樣區原始調查資料轉換為資料庫格式，求得各種植物於各樣區之密度 (density)、頻度 (frequency) 和優勢度 (dominance)，再轉換為相對密度 (relative

density)、相對頻度 (relative frequency) 與相對優勢度 (relative dominance)，三者加總而得之重要值指數 (importance value index, IVI)，以瞭解各種植物於樣區中所占之重要性。而地被層植物之重要值指數係為相對頻度和相對覆蓋度 (relative coverage) 的總和。

#### (2) 種間相關分析

採用定性的 2x2 關聯表 (contingency table) 進行種間相關性之分析，使用  $\chi^2$  測驗檢定其顯著水準，並求算其關聯係數 (coefficient of contingency,  $V_{ca}$ )。

#### (3) 徑級分析

使用以 gwbasic 程式語言所自行撰寫之程式 (dbh\_dis.bas)，計算各樣區竹頭角木薑子之胸高直徑分級，以瞭解其族群結構。

#### (4) 種豐富度模式分析

種數與個體數所描述之種豐富度模式 (species abundance model) 中；即將各物種之相對重要性對其等級作圖，可用於判釋群落的結構，研究中採用對數序列 (logarithmic series, logarithmic series distribution, log series distribution) 與截斷對數常態分布 (truncated log normal distribution) 等二種分布模式，以瞭解植群之結構；又此二類的種豐富度模式之求解，係以蔡尚蕙與呂金誠 (2004) 採用 Visual Basic 程式語言，所撰寫開發之「生物歧異度分析系統」的套裝軟體運算之。

#### (5) 種豐富度指數分析

本研究以 Shannon and Weaver (1949) 之訊息統計指數 (information statistic index, 以下稱「Shannon 訊息統計指數」,  $H_{sw}$ )、Pielou (1966 a, 1985) 以 Shannon 訊息統計指數 ( $H_{sw}$ ) 為骨幹，提出均勻度指數 (以下稱「Shannon 均勻度指數」,  $E_{sw}$ )、Berger and Parker (1970) 所提出之簡易運算的豐富度指數 (以下稱「Berger 豐富度指數」,  $D_{BP}$ )、McIntosh (1967) 將各物種所含之個體數進行歐幾里德距離 (Euclidean distance) 轉換，創一種豐富度指數 (以下稱「McIntosh 豐富度指數」,  $D_M$ )、

Pielou (1985) 依 McIntosh 豐富度指數為骨幹，推導其均勻度指數 (以下稱「McIntosh 均勻度指數」,  $E_M$ )、Simpson (1949) 對無限群落所抽取出的逢機樣本，所求算之種豐富度指數 (以下稱「Simpson 豐富度指數」,  $D_{SM}$ ) 以及 Kempton and Taylor (1976) 以累積種豐富度曲線之四分位差斜率 (inter-quartile slope) 所發展之 Q 統計值 (Q statistic value,  $Q_K$ ) 等 7 種的種豐富度指數進行分析，而此等指數之求解，係以蔡尚蕙與呂金誠 (2004) 採用 Visual Basic 程式語言，所撰寫開發之「生物歧異度分析系統」的套裝軟體運算之。

#### (四) 植群與環境因子之相關分析

使用 SPSS for Windows (Advanced Statistics 11.5.0) 統計軟體 (SPSS Inc, 2002)，針對喬木層與地被層植物之種豐富度指數，以及海拔高、坡度、坡向、水分梯度、全天光空域、直射光空域等 6 項環境因子，進行 Spearman 等級相關分析 (Spearman rank correlation analysis) (張紹勳, 1994；張紹勳與林秀娟, 1995)，以進一步瞭解植群與環境生物因子之關聯性。

### 三、結果與討論

#### (一) 樣區之環境因子與土壤性質

2000-2001 年設置 9 個樣區，包含美濃地區 (即美濃鎮之 MA-MD、MI 等 5 個樣區) 以及甲仙地區 (含甲仙、三民鄉之 JE-JH 等 4 個樣區)，由各樣區之環境因子與土壤性質調查結果得知 (表 1)，海拔高度為 200-780 m，主要分布於東北向及西向坡，坡度則隨取樣地區不同有明顯差異 (概為 5-24°)；另土壤含水率為 1.92-5.34%，表土有機質含量平均約為 5.5%，土壤 pH 值為 4.38-5.17，屬於弱酸性土壤，全氮含量為 0.91-1.54%，有效磷含量則小於 4 ppm，而全天光空域則顯示各竹頭角木薑子生長環境中所接受之輻射量為 39-67%。此外，2005 年中設置 18 個樣區，包含美濃地區 (即美濃鎮之 M1-M4、M10-M14、M16 等 10 個樣區)、甲仙地區 (含甲仙、杉林、三民鄉

之 J5-J9 等 5 個樣區) 以及六龜地區 (含六龜、桃源鄉之 L15、L17、L18 等 3 個樣區), 由各樣區之環境因子與土壤性質調查結果得知 (表 2), 樣區海拔高度除樣區 L18 (1,140 m), 餘則分布於 100-600 m, 各樣區多位於東北向坡及西至西北向坡, 坡度概為 8-42°, 顯示出微生育地的變化; 又表土有機質含量除 L18 樣區高達 19.23% 外, 餘則為 2-8%, 此概因 L18 樣區之土壤除有枯枝、落葉、腐根、動物遺體、

排泄物、食物殘餘物外, 尚具枯倒木、廢材等, 且本區位於高濕多雨地帶, 有機質多積聚於地表面, 經常處於飽水狀態, 多行厭氧分解, 故其分解速度緩慢, 分解之殘餘或未分解物質多大量積聚, 另土壤 pH 值為 4.26-6.54%, 屬於弱酸性土壤, 全氮含量甚低, 多小於 0.1%, 有效磷含量皆小於 10 ppm, 而全天光空域則顯示各竹頭角木薑子生長環境中所接受之輻射量為 31-79%。

表 1. 2000-2001 年植群監測調查樣區屬性及其環境因子與土壤性質

Table 1. Attributes, environmental factors, and soil properties of each plot in 2000-2001.

樣區代號	樣區位置	樣區之 67 座標		海拔高(m)	坡度 ( ° )	土壤理化性質					坡向 ( ° )	水分梯度	全天光空域(%)	直射光空域(%)
		X	Y			含水率(%)	有機質(%)	pH	全氮量 (mg/g)	有效磷含量(ppm)				
MA	美濃鎮 (第 51 林班)	207881.943	2536863.395	200	22	1.92	2.99	4.92	3.36	3.36	35	15	51	62
MB	美濃鎮 (第 51 林班)	208042.655	2536710.189	205	15	1.92	2.84	4.91	1.27	1.27	69	13	55	63
MC	美濃鎮 (第 50 林班)	208248.537	2538539.498	200	24	2.50	8.14	4.38	2.74	2.74	255	4	63	64
MD	美濃鎮 (第 50 林班)	208247.988	2538617.418	205	24	3.57	3.86	4.38	2.49	2.49	273	6	64	63
JE*	三民鄉 (保留地)	215269.732	2569151.991	695	14	4.59	8.05	4.57	1.44	1.44	259	6	67	71
JF	三民鄉 (保留地)	215471.036	2569137.738	780	5	5.34	7.20	5.17	1.56	1.56	58	13	67	71
JG*	甲仙鄉 (第 3 林班)	205028.000	2553225.000	745	14	-	-	-	-	-	350	14	58	68
JH*	甲仙鄉 (第 3 林班)	204858.000	2553216.000	735	8	-	-	-	-	-	287	8	48	61
MI*	美濃鎮 (第 45 林班)	202281.852	2536910.951	590	13	-	-	-	-	-	60	13	39	56

註：\* 係指樣區大小為 10 m × 25m, 餘則為 20 m × 25 m

- 係因土樣遺失而無分析資料

表 2. 2005 年植群監測調查樣區屬性及其環境因子與土壤性質

Table 2. Attributes, environmental factors, and soil properties of each plot in 2005.

樣區代號	樣區位置	樣區之 67 座標		海拔高(m)	坡度 (°)	土壤理化性質					坡向 (°)	水分梯度	全天空域(%)	直射天空域(%)
		X	Y			含水率(%)	有機質(%)	pH	全氮量(mg/g)	有效磷含量(ppm)				
M1	美濃鎮 (第 51 林班)	207855.873	2536827.589	176	41	1.87	6.54	5.58	0.21	4.03	64	13	54	60
M2	美濃鎮 (第 51 林班)	207934.162	2536809.349	137	42	2.02	4.78	6.24	0.11	4.06	47	15	50	59
M3	美濃鎮 (第 51 林班)	208013.582	2536737.191	144	17	2.19	8.23	6.47	0.08	5.39	64	13	57	62
M4*	美濃鎮 (第 50 林班)	208213.877	2538352.623	153	28	2.20	5.77	5.68	0.07	4.80	290	8	61	62
J5*	杉林鄉 (第 40 林班)	202451.669	2538285.323	279	25	2.12	5.49	5.92	0.04	4.48	313	10	70	70
J6*	杉林鄉 (第 40 林班)	204571.991	2538764.704	235	26	2.30	4.87	5.39	0.04	4.48	335	12	65	65
J7*	杉林鄉 (第 40 林班)	204577.869	2538814.013	235	28	2.28	5.46	6.01	0.04	4.59	289	8	63	65
J8	甲仙鄉 (第 23 林班)	212639.063	2560559.324	640	18	3.52	6.66	4.89	0.04	4.73	303	8	79	80
J9*	三民鄉 (保留地)	217837.506	2569186.824	588	33	3.89	7.87	5.83	0.06	5.64	296	8	59	63
M10*	美濃鎮 (第 50 林班)	208219.348	2538325.773	134	23	1.92	5.44	5.25	0.07	4.87	286	8	56	67
M11	美濃鎮 (第 50 林班)	208251.727	2538616.776	155	18	3.02	5.28	6.54	0.06	4.06	257	4	57	60
M12	美濃鎮 (第 45 林班)	202281.852	2536910.951	459	24	1.44	3.04	6.52	0.00	3.29	193	1	60	72
M13	美濃鎮 (第 45 林班)	202349.545	2536770.832	380	19	1.40	3.49	6.25	0.01	3.85	272	6	31	36
M14*	美濃鎮 (第 54 林班)	208306.991	2534073.016	353	30	2.10	6.67	4.26	0.04	3.54	150	5	50	61
L15*	六龜鄉 (第 54 林班)	209349.613	2534231.760	182	12	2.92	3.86	5.82	0.04	4.62	186	3	40	50
M16	美濃鎮 (第 46 林班)	206779.583	2538234.598	165	34	1.42	2.77	5.75	0.01	3.64	310	10	50	53
L17	六龜鄉 (第 54 林班)	210164.441	2535489.697	185	8	1.59	3.17	5.91	0.00	9.63	50	15	44	49
L18	桃源鄉	225220.000	2550366.000	1,140	35	5.02	19.23	6.20	0.18	5.64	123	9	48	61

註：\* 係指樣區大小為 10 m × 25m，餘則為 20 m × 25 m

(二) 植群調查與分析

以塔山自然實驗室 (2005) 之植物資料庫建立所調查植物種類的名錄，共調查記錄維管束植物 97 科 251 屬 369 種植物；其中喬木 107 種，灌木 59 種，藤本 85 種，草本 116 種。

1. 優勢植物之重要值

將各樣區喬木層植物中之重要值大於 20 者列出 (表 3、4)；2000-2001 年中計有竹頭角木薑子等 21 種植物，特別是位於美濃地區

之 MI 樣區喬木層中，竹頭角木薑子的重要值高達 132.7%，其次為位於甲仙地區之 JH 樣區 (110.2%)，再者是同樣位於甲仙地區之 JG 樣區 (80.0%)；此外，2005 年中計有竹頭角木薑子等 31 種植物，其中以位於甲仙地區之 J9 樣區喬木層中的竹頭角木薑子之重要值最高 (122.3%)，其次為位於美濃地區之 M12 樣區 (118.7%)，再者是同樣位於美濃地區之 M13 樣區 (99.5%)。

表 3. 2000-2001 年各樣區喬木層優勢植物之重要值

Table 3. Importance value index of dominant species of overstory at each plot in 2000-2001.

植 物 種 類	樣 區 編 號								
	MA	MB	MC	MD	JE	JF	JG	JH	MI
竹頭角木薑子	9.1	4.2	55.1	48.5	45.5	33.5	80.0	110.2	132.7
九丁榕	31.5	0.0	10.3	4.2	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0
千年桐	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.7	0.0	0.0	0.0
大葉楠	0.0	7.8	8.1	4.9	6.5	39.1	14.6	20.1	14.7
山黃麻	4.9	0.0	0.0	1.5	0.0	5.8	0.0	0.0	43.3
火筒樹	2.9	0.0	0.0	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣二葉松	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
江某	52.1	72.1	0.0	0.0	6.5	10.2	0.0	0.0	0.0
血桐	11.0	8.0	15.7	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1
赤血仔	0.0	0.0	28.4	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
咬人狗	29.4	9.5	4.1	0.0	0.0	2.3	0.0	25.5	39.7
柚木	0.0	0.0	0.0	78.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
香楠	0.0	0.0	1.6	1.6	0.0	21.6	17.9	0.0	0.0
細葉饅頭果	0.0	0.0	5.2	1.5	0.0	0.0	22.0	18.5	0.0
麻竹	0.0	3.0	0.0	0.0	161.6	4.6	0.0	0.0	0.0
裡白饅頭果	3.7	2.1	8.1	20.2	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0
錫蘭饅頭果	15.9	21.2	19.2	2.1	5.6	11.7	0.0	0.0	0.0
龍眼	4.2	2.1	0.0	0.0	0.0	1.1	19.9	0.0	0.0
鐵刀木	0.0	58.8	65.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
相思樹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123.0	49.9	0.0
厚殼桂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0

表 4. 2005 年各樣區喬木層優勢植物之重要值

Table 4. Importance value index of dominant species of overstory at each plot in 2005.

植物種類	樣區編號																	
	M1	M2	M3	M4	J5	J6	J7	J8	J9	M10	M11	M12	M13	M14	L15	M16	L17	L18
竹頭角木薑子	20.6	21.3	16.9	2.7	23.4	19.4	6.3	44.6	122.3	11.8	57.9	118.7	99.5	43.4	63.4	26.5	16.3	36.3
澀葉榕	5.9	4.9	0.0	11.2	0.0	9.4	14.7	11.3	48.6	0.0	8.0	6.0	16.9	0.0	0.0	7.3	3.9	0.0
蟲屎	4.6	3.6	15.4	0.0	14.0	19.7	3.1	0.0	0.0	0.0	6.5	17.6	24.7	0.0	35.3	40.4	14.2	0.0
菲律賓饅頭果	12.6	23.8	9.4	8.5	0.0	31.0	18.8	2.1	8.6	9.1	33.9	20.9	21.2	11.9	40.1	24.5	71.4	0.0
山黃麻	3.4	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.2	25.8	0.0	35.1	0.0	0.0	0.0
血桐	1.7	6.9	27.1	0.0	20.1	0.0	0.0	5.6	9.7	0.0	18.8	13.0	13.9	0.0	12.2	64.6	21.1	0.0
水錦樹	58.5	4.1	1.9	28.1	18.5	53.0	5.1	0.0	0.0	29.5	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	14.5	7.4	0.0
咬人狗	10.0	23.8	20.2	28.1	5.2	6.3	0.0	0.0	8.6	3.2	2.9	6.0	0.0	0.0	14.1	7.3	0.0	0.0
山柚	0.0	0.0	0.0	28.5	0.0	0.0	0.0	10.1	0.0	24.8	18.0	2.4	0.0	9.7	18.1	3.4	5.9	2.8
九節木	11.8	19.5	5.1	47.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	44.6	4.1	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	2.0	0.0
柚木	68.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
香楠	0.0	0.0	8.7	11.0	17.0	0.0	3.1	22.0	20.4	9.9	1.2	0.0	0.0	50.6	0.0	12.2	2.0	0.0
大葉楠	0.0	2.4	14.2	13.8	0.0	5.1	3.2	8.1	20.1	0.0	4.0	7.6	2.5	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0
九丁榕	7.6	68.8	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
江某	20.2	51.9	50.5	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
白匏子	6.3	0.0	7.7	0.0	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	9.7	5.3	0.0	9.0	14.3
稜果榕	1.5	2.5	4.7	0.0	0.0	13.1	30.0	29.1	0.0	15.8	10.5	5.0	14.0	0.0	33.3	9.3	39.8	0.0
鐵刀木	0.0	14.7	15.8	45.5	64.4	0.0	0.0	0.0	0.0	70.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
錫蘭饅頭果	0.0	4.9	5.9	20.9	0.0	0.0	10.3	19.0	0.0	33.7	19.6	5.6	0.0	9.8	0.0	0.0	26.8	0.0
龍眼	0.0	0.0	2.0	0.0	25.9	42.6	67.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	13.8	8.8	17.4	2.5	0.0	0.0
印度紫檀	0.0	0.0	45.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小梗木薑子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	3.9	15.2	24.5	0.0	2.4	6.4	0.0	11.9	5.1	0.0	14.6	0.0
內冬子	0.0	0.0	0.0	7.4	36.7	8.2	0.0	0.0	0.0	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.0	0.0
椴果	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6	0.0	0.0	10.7	0.0
麻六甲合歡	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.2	27.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
樹杞	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
臺灣檮	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4
臺灣山香圓	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.9
臺灣雅楠	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.2
相思樹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	97.5	0.0	0.0	0.0	0.0



將各樣區地被層植物中之重要值大於 10 者列出 (表 5、6) ; 2000-2001 年中計有竹頭角木薑子等 19 種植物, 特別是位於甲仙地區之 JG 樣區的地被層中, 竹頭角木薑子的重要值高達 44.9%, 其次為同樣位於甲仙地區之 JH 樣區 (20.6%), 再者是位於美濃地區之 MI 樣

區 (12.0%) ; 此外, 2005 年中計有竹頭角木薑子等 28 種植物, 其中以位於美濃地區之 M13 樣區地被層中之竹頭角木薑子的重要值最高 (16.4%), 其次為同樣位於美濃地區之 M12 樣區 (10.1%), 而位於六龜地區之 L18 樣區的地被層中, 並無發現竹頭角木薑子之小苗。

表 5. 2000-2001 年各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 5. Importance value index of dominant species of understory at each plot in 2000-2001.

植 物 種 類	樣 區 編 號								
	MA	MB	MC	MD	JE	JF	JG	JH	MI
竹頭角木薑子	1.7	2.7	9.5	6.8	10.6	4.2	44.9	20.6	12.0
九節木	3.5	5.8	8.1	0.0	0.0	0.0	11.8	1.6	0.0
三奈	74.9	0.3	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
大葉楠	0.3	0.3	1.6	1.0	0.6	94.0	2.3	2.5	1.0
小梗木薑子	0.0	0.6	2.1	0.4	1.4	2.6	28.3	2.5	0.0
中國穿鞘花	11.2	11.2	0.7	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
毛蕨	1.8	3.2	2.2	1.7	12.9	5.0	0.0	0.0	0.0
臺灣鱗球花	5.3	13.1	5.2	0.4	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
地毯草	0.0	28.0	3.4	4.1	8.8	1.0	0.0	0.0	0.0
姑婆芋	3.8	1.6	6.1	11.3	0.0	2.3	11.7	27.9	45.8
柚葉藤	8.6	16.9	20.9	2.4	0.4	4.8	0.0	0.0	0.0
風藤	3.6	2.2	9.6	26.4	2.6	2.4	0.0	0.6	3.6
鐵雨傘	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	15.5	4.5	1.3
龍船花	5.0	9.6	7.1	18.5	0.0	0.2	0.0	0.0	3.2
糙莖菝葜	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	5.3	0.0	1.8	0.0
玉山紫金牛	3.5	12.9	16.2	9.3	9.9	5.4	5.7	7.4	2.0
黑星紫金牛	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	5.0	16.8
淡竹葉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	13.0	0.8
密毛毛蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	18.2

表 6. 2005 年各樣區地被層優勢植物之重要值

Table 6. Importance value index of dominant species of understory at each plot in 2005.

植物種類	樣區編號																	
	M1	M2	M3	M4	J5	J6	J7	J8	J9	M10	M11	M12	M13	M14	L15	M16	L17	L18
竹頭角木薑子	4.5	1.9	2.7	3.7	2.0	2.1	2.2	9.4	3.6	1.3	9.3	10.1	16.4	8.8	8.4	4.6	4.9	0.0
小杜若	56.3	6.3	8.2	0.5	1.1	0.0	0.0	1.3	1.2	0.0	6.1	0.5	0.3	0.0	8.4	0.0	5.8	1.3
柚葉藤	13.8	14.2	11.2	57.7	0.0	18.5	21.8	0.0	1.0	56.1	4.1	0.0	4.4	0.0	1.3	7.0	3.6	0.0
臺灣鱗球花	3.9	8.4	11.7	3.2	5.4	8.7	8.8	0.0	0.0	4.6	1.9	0.7	3.1	0.0	1.8	9.3	4.2	1.9
玉山紫金牛	6.6	2.5	19.8	12.6	21.6	19.8	10.0	5.5	3.3	7.4	16.0	3.1	0.0	8.3	10.9	13.9	19.8	0.4
海金沙	3.5	0.0	0.3	5.5	9.0	5.0	3.4	6.7	1.9	4.7	3.7	2.2	3.2	15.7	2.3	4.2	0.3	0.0
求米草	1.6	0.6	6.6	0.0	12.0	1.9	0.0	3.3	10.8	0.0	15.6	3.9	3.1	1.8	6.3	8.2	10.1	1.8
菲律賓饅頭果	2.2	28.5	1.0	1.5	0.0	3.0	1.6	0.3	0.6	0.8	2.6	3.5	5.8	0.8	4.1	3.5	3.7	0.4
龍船花	2.7	8.3	5.0	2.4	6.0	0.7	3.1	0.0	0.0	5.7	7.0	2.1	2.3	0.0	4.3	10.7	1.0	0.0
三叉蕨	8.8	10.3	0.0	3.9	0.5	5.4	2.0	0.3	0.0	1.0	0.0	2.8	0.6	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0
山棕	2.3	1.9	0.3	3.6	12.8	10.2	15.8	7.6	4.3	12.6	11.9	2.4	18.4	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
黃藤	15.3	4.6	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
九節木	3.8	3.0	3.4	10.7	0.6	4.9	3.5	2.6	0.0	8.9	1.7	0.0	0.0	2.3	4.0	0.7	3.0	0.0
麥門冬	6.0	3.7	4.3	2.4	0.5	20.5	16.2	6.1	0.0	9.0	0.6	2.3	3.8	0.0	37.0	0.0	0.4	0.0
三奈	1.1	11.1	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
密毛小毛蕨	1.1	1.3	7.7	0.5	10.6	5.3	3.3	15.8	6.9	1.0	1.8	5.7	3.1	0.0	3.8	16.7	4.3	0.0
中國穿鞘花	0.7	10.6	9.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	1.3
鐵雨傘	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.4	0.3	15.4	14.5	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
風藤	1.7	3.2	3.7	6.2	0.0	6.8	7.0	9.3	3.7	4.4	13.1	28.2	14.7	0.0	0.0	0.0	13.8	6.1
姑婆芋	1.0	3.0	2.5	1.3	7.0	16.8	24.5	3.7	4.9	1.1	14.1	37.8	10.3	2.6	9.7	20.2	1.8	0.0
冷清草	0.0	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6
三葉五加	0.0	0.0	0.7	0.0	13.4	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.4	0.5	1.3	0.0	0.0	0.3	0.3	5.9
麻竹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	34.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	21.1	0.0
粗毛鱗蓋蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	3.9
刺竹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	7.0	0.0	1.6	0.0	0.3	0.0
血藤	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.7	2.4	0.0	0.0	4.3
咬人貓	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3
菊花木	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.1

## 2. 種間相關分析

分別選取 2000-2001 年與 2005 年植群調查中，喬木層植物種間頻度為 35-65% 的 15 和 14 種樹種進行種間相關性分析；其中 2000-2001 年血桐分別和山刈葉 ( $V_{ca}=1.0$ ,  $P<0.05$ )、稜果榕 ( $V_{ca}=1.0$ ,  $P<0.05$ )、蟲屎 ( $V_{ca}=1.0$ ,  $P<0.05$ ) 具正相關，而山刈葉分別與稜果榕 ( $V_{ca}=1.0$ ,  $P<0.05$ )、蟲屎 ( $V_{ca}=1.0$ ,

$P<0.05$ ) 具正相關，又稜果榕和蟲屎 ( $V_{ca}=1.0$ ,  $P<0.05$ ) 呈現正相關；另 2005 年僅對面花與小梗木薑子 ( $V_{ca}=-0.7$ ,  $P<0.05$ ) 具負相關。此外，分別選取 2000-2001 年與 2005 年植群調查中，地被層植物種間頻度為 40-60% 的 32 和 20 種樹種進行種間相關性分析；其中 2000-2001 年中國穿鞘花分別和假菝葜 ( $V_{ca}=1.0$ ,  $P<0.05$ ) 具正相關，而與鐵雨傘

( $V_{ca}=-1.0, P<0.05$ ) 呈現負相關，又假菝葜亦與鐵雨傘 ( $V_{ca}=-1.0, P<0.05$ ) 具負相關，臺灣鱗球花和山柚 ( $V_{ca}=1.0, P<0.05$ )、三葉崖爬藤和黃藤 ( $V_{ca}=1.0, P<0.05$ )、紅花野牽牛和阿里山月桃 ( $V_{ca}=1.0$ )、地毯草和紅果薑 ( $V_{ca}=1.0, P<0.05$ ) 呈現正相關，而臺灣菝葜與血桐 ( $V_{ca}=-1.0, P<0.05$ ) 則具負相關；另 2005 年僅水錦樹與耳葉菝葜 ( $V_{ca}=0.3, P<0.01$ )，以及內冬子和千金藤 ( $V_{ca}=-0.1, P<0.05$ ) 呈現負相關。

3. 竹頭角木薑子之直徑級分布

由 2000-2001 年植群調查之竹頭角木薑子的直徑級分布結果發現 (表 7)，位於美濃地區 MD、MC 樣區中之竹頭角木薑子株數最多 (分

別為 70、64 株)，其次為甲仙地區 JF 樣區 (62 株)，且徑級為 1-3 cm 者 ( $1 \leq DBH < 4$ ) 佔 50% 以上，又徑級最大者 ( $11 < DBH \leq 12$ ) 出現於甲仙地區 JG 樣區，其竹頭角木薑子之胸徑為 12 cm。此外，於表 8 之 2005 年竹頭角木薑子的直徑級分布得知，位於美濃地區 M11、M12、M13 樣區中之竹頭角木薑子株數最多 (分別為 139、104、104 株)，且徑級為 1-4 cm 者 ( $1 \text{ cm} \leq DBH < 4 \text{ cm}$ ) 佔 50% 以上，另徑級最大者 ( $14 \text{ cm} < DBH \leq 15 \text{ cm}$ ) 出現於甲仙地區 J9 樣區，其竹頭角木薑子之胸徑為 15 cm。綜上所述，所調查竹頭角木薑子以胸徑小於 4 cm 者居多。

表 7. 2000-2001 年各樣區竹頭角木薑子之直徑級分布

Table 7. Diameter distribution of *Litsea akoensis* var. *chitouchiaoensis* at each plot in 2000-2001.

樣區代號	胸高直徑分級 (cm)												小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MA	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5
MB	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
MC	26	17	13	2	2	3	1	0	0	0	0	0	64
MD	37	16	7	3	4	0	2	1	0	0	0	0	70
JE	7	8	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	24
JF	30	11	9	6	4	2	0	0	0	0	0	0	62
JG	10	10	10	5	7	4	2	2	0	2	0	1	53
JH	15	5	5	1	1	0	1	0	0	0	0	0	28
MI	5	9	13	9	6	3	2	0	0	0	0	0	47
小計	133	78	62	29	25	13	9	3	0	2	0	1	355

表 8. 2005 年各樣區竹頭角木薑子之直徑級分布

Table 8. Diameter distribution of *Litsea akoensis* var. *chitouchiaoensis* at each plot in 2005.

樣區代號	胸高直徑分級 (cm)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
M1	15	6	8	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
M2	6	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
M3	7	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
M4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J5	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
J6	4	3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10
J7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J8	22	14	4	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	46
J9	13	4	4	1	4	6	5	0	0	0	0	0	1	0	1	39
M10	8	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
M11	53	49	18	12	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	139
M12	9	22	22	12	25	5	6	1	0	0	0	2	0	0	0	104
M13	38	30	19	8	4	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	104
M14	19	7	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
L15	23	14	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
M16	12	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
L17	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
L18	12	11	1	1	5	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	35
小計	246	189	99	42	47	18	18	8	0	1	1	2	1	0	1	673

#### 4. 種豐富度指數分析

Fisher *et al.* (1943) 提出對數序列，進行小樣本之種數與個體數的關係等昆蟲學方面的研究。由表 9、10 之各樣區喬木層植物的  $\chi^2$  適合度檢定結果得知；以 0.05 之顯著水準而言，2000-2001 年以及 2005 年植群調查中，所有樣區皆符合對數序列。此外，對數常態分布適用於描述較大、成熟、異質性高，或為演替後期時達穩定、平衡的生物群落 (May, 1975; Preston, 1980; Sugihara, 1980; Ugland and Gray,

1982; Gray, 1987; Magurran, 1988)。然因對數常態分布的曲線左邊常為截斷的情況，多數的生物群落可同時符合截斷對數常態分布與對數序列，使模式的選擇發生困難 (Hughes, 1986; Magurran, 1988)。由表 9、10 之各樣區喬木層植物的  $\chi^2$  適合度檢定結果得知；以 0.05 之顯著水準而言，2000-2001 年以及 2005 年植群調查中，所有樣區皆符合截斷對數常態分布，顯示此等植群多處於演替中後期階段。

表 9. 2000-2001 年各樣區喬木層植物之二種豐富度模式的  $\chi^2$  適合度檢定Table 9.  $\chi^2$  goodness of fit test of two kinds of species abundance models for overstory at each plot in 2000-2001.

樣區代號	對數序列之檢定	截斷對數常態分布之檢定
MA	0.289	0.228
MB	0.621	0.416
MC	0.925	0.877
MD	0.053	0.069
JE	0.096	0.297
JF	0.890	0.775
JG	0.191	0.246
JH	0.534	0.280
MI	0.110	0.312

註：表中數值為  $\chi^2$  適合度檢定之 P 值表 10. 2005 年各樣區喬木層植物之二種豐富度模式的  $\chi^2$  適合度檢定Table 10.  $\chi^2$  goodness of fit test of two kinds of species abundance models for overstory at each plot in 2005.

樣區代號	對數序列之檢定	截斷對數常態分布之檢定
M1	0.431	0.582
M2	0.636	0.182
M3	0.202	0.098
M4	0.903	0.963
J5	0.371	0.124
J6	0.673	0.764
J7	0.793	0.443
J8	0.232	0.128
J9	0.088	0.075
M10	0.983	0.865
M11	0.212	0.443
M12	0.303	0.344
M13	0.284	0.246
M14	0.751	0.588
L15	0.810	0.442
M16	0.183	0.147
L17	0.339	0.348
L18	0.763	0.576

由表 11 之 2000-2001 年各樣區地被層植物的  $\chi^2$  適合度檢定結果得知；以 0.05 之顯著水準而言，美濃地區之 MB 樣區，以及甲仙地區之 JG 和 JH 樣區不符合對數序列，然若以 0.01 之顯著水準，則 JH 樣區符合對數序列，而以 0.001 之顯著水準，則 MB 樣區亦符合對數序列。此外，以 0.05 之顯著水準而言，僅甲仙地

區之 JG 樣區不符合截斷對數常態分布。職是之故，就地被層植物而言，除 JG 樣區之外，其餘樣區係屬於演替中後期階段。

由表 12 之 2005 年各樣區地被層植物的  $\chi^2$  適合度檢定結果得知；以 0.05 之顯著水準而言，美濃地區之 M3、M12、M13，以及六龜地區的 L18 樣區不符合對數序列，然若以 0.01 之

顯著水準，則 M3、L18 樣區符合對數序列，而以 0.001 之顯著水準，則 M13 樣區亦符合對數序列。又以 0.05 之顯著水準而言，僅六龜地區之 L18 樣區不符合截斷對數常態分布，然若

以 0.001 之顯著水準則符合。綜上觀之，顯示多數地被層植物屬於較穩定之演替中後期的植物社會。

表 11. 2000-2001 年各樣區地被層植物之二種豐富度模式的  $\chi^2$  適合度檢定

Table 11.  $\chi^2$  goodness of fit test of two kinds of species abundance models for understory at each plot in 2000-2001.

樣區代號	對數序列之檢定	截斷對數常態分布之檢定
MA	0.259	0.621
MB	0.007 **	0.081
MC	0.771	0.777
MD	0.818	0.976
JE	0.150	0.169
JF	0.513	0.491
JG	0.000 ***	0.000 ***
JH	0.021 *	0.309
MI	0.192	0.146

註：\*\*\* 即達 0.001 之顯著水準

\*\* 即達 0.01 之顯著水準

\* 即達 0.05 之顯著水準

表 12. 2005 年各樣區地被層植物之二種豐富度模式的  $\chi^2$  適合度檢定

Table 12.  $\chi^2$  goodness of fit test of two kinds of species abundance models for understory at each plot in 2005.

樣區代號	對數序列之檢定	截斷對數常態分布之檢定
M1	0.076	0.203
M2	0.228	0.359
M3	0.029 *	0.064
M4	0.088	0.359
J5	0.946	0.945
J6	0.598	0.754
J7	0.091	0.111
J8	0.896	0.471
J9	0.994	0.771
M10	0.576	0.599
M11	0.285	0.491
M12	0.000 ***	0.338
M13	0.002 **	0.100
M14	0.814	0.827
L15	0.792	0.953
M16	0.185	0.118
L17	0.802	0.634
L18	0.011 *	0.003 **

5.種豐富度指數分析

(1) 2000-2001 年以及 2005 年之喬木層植物比較

由表 13、14 之各樣區喬木層植物的種數、總株數與種豐富度指數結果得知，2000-2001 年各樣區的 Shannon 訊息統計指數介於 1.4-2.9，而 2005 年則為 1.5-2.9；又 2000-2001 年以及 2005 年各樣區的 Shannon 均勻度指數皆介於 0.5-0.9，且 McIntosh 豐富度指數亦介於 0.4-0.8，又 2000-2001 年各樣區的 Berger 豐富度指數介於 0.2-0.7，而 2005 年則為 0.1-0.6，此外，2000-2001 年各樣區的 McIntosh 均勻度指數介於 0.5-0.9，而 2005 年則為 0.4-0.9。

呂金誠 (1998) 認為 Simpson 豐富度指數

與樣區面積成二次曲線關係，當樣區面積達 100 m<sup>2</sup> 以上時，對全林分歧異度之估測性良好 (若樣區面積達 1,600 m<sup>2</sup>，其變異數可降低至 10%以下)。而本研究之樣區面積為 250-500 m<sup>2</sup> 已符合此標準，職是之故，將以植群之 Simpson 豐富度指數與樣區的環境因子進行相關分析，而由表 13、14 得知 2000-2001 年以及 2005 年各樣區的 Simpson 豐富度指數皆介於 0.6-0.9；此外，各樣區之 Q 統計值 (此指數係強調生物群落中較穩定之中等豐富度物種) 的差異性較高，2000-2001 年各樣區的 Q 統計值介於 5.0-14.4，而 2005 年則為 3.6-14.7。

表 13. 2000-2001 年各樣區喬木層植物之種數、總株數與種豐富度指數

Table 13. Species, sum of individuals, and species abundance indices for overstory at each plot in 2000-2001.

樣區代號	種數	總株數	H <sub>SW</sub>	D <sub>BP</sub>	D <sub>M</sub>	D <sub>SM</sub>	Q <sub>K</sub>	E <sub>SW</sub>	E <sub>M</sub>
MA	27	102	2.941	0.186	0.806	0.925	14.427	0.892	0.899
MB	27	141	2.667	0.234	0.730	0.890	8.185	0.809	0.828
MC	29	193	2.531	0.332	0.662	0.851	10.013	0.752	0.755
MD	31	227	2.534	0.308	0.674	0.863	6.131	0.738	0.768
JE	15	97	1.402	0.577	0.411	0.603	-	0.518	0.498
JF	30	305	2.582	0.203	0.700	0.884	7.145	0.759	0.807
JG	9	112	1.626	0.473	0.517	0.717	5.049	0.740	0.702
JH	13	51	1.734	0.549	0.500	0.675	-	0.676	0.595
MI	13	72	1.373	0.653	0.375	0.552	-	0.535	0.458

註： H<sub>SW</sub>為Shannon訊息統計指數 Q<sub>K</sub>為Q統計值  
 D<sub>BP</sub>為Berger種豐富度指數 E<sub>SW</sub>為Shannon均勻度指數  
 D<sub>M</sub>為McIntosh種豐富度指數 E<sub>M</sub>為McIntosh均勻度指數  
 D<sub>SM</sub>為Simpson種豐富度指數 -係因25、75%種豐富度階之四分位數相等，故無法求解

表 14. 2005 年各樣區喬木層植物之種數、總株數與種豐富度指數

Table 14. Species, sum of individuals, and species abundance indices for overstory at each plot in 2005.

樣區代號	種數	總株數	H <sub>SW</sub>	D <sub>BP</sub>	D <sub>M</sub>	D <sub>SM</sub>	Q <sub>K</sub>	E <sub>SW</sub>	E <sub>M</sub>
M1	27	296	2.453	0.378	0.621	0.828	9.488	0.744	0.724
M2	26	122	2.672	0.156	0.761	0.905	6.548	0.820	0.861
M3	29	157	2.856	0.185	0.769	0.915	14.733	0.848	0.869
M4	22	177	2.437	0.311	0.674	0.858	7.646	0.788	0.792
J5	15	76	2.337	0.211	0.741	0.882	3.607	0.863	0.885
J6	17	160	2.231	0.331	0.642	0.833	6.492	0.788	0.781
J7	20	125	2.127	0.464	0.561	0.761	6.372	0.710	0.658
J8	31	181	2.672	0.254	0.707	0.880	9.822	0.778	0.797
J9	13	65	1.590	0.600	0.438	0.621	6.166	0.620	0.531
M10	18	162	2.342	0.302	0.677	0.858	5.279	0.810	0.816
M11	29	354	2.357	0.393	0.601	0.814	6.678	0.700	0.699
M12	18	162	1.531	0.648	0.371	0.567	5.006	0.530	0.448
M13	13	175	1.571	0.594	0.420	0.626	4.233	0.613	0.538
M14	15	123	2.128	0.268	0.659	0.839	3.907	0.786	0.808
L15	17	127	2.134	0.362	0.628	0.817	3.728	0.753	0.755
M16	26	186	2.859	0.145	0.788	0.927	6.976	0.877	0.908
L17	29	145	2.788	0.248	0.747	0.901	8.647	0.828	0.841
L18	25	153	2.485	0.229	0.702	0.874	5.588	0.772	0.807

針對 2000-2001 年美濃地區 (即美濃鎮之 MA-MD、MI 等 5 個樣區) 以及甲仙地區 (含甲仙、三民鄉之 JE-JH 等 4 個樣區) 喬木層植物之七類的種豐富度指數結果, 透過無母數檢定 (non-parametric test) -K 獨立樣本 (K independent samples) -Kruskal-Wallis H 檢定結果發現; Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.327, Berger 豐富度指數的 P 值為 0.462, McIntosh 豐富度指數的 P 值為 0.327, Simpson 豐富度指數的 P 值為 0.327, Q 統計值的 P 值為 0.165, Shannon 均勻度指數的 P 值為 0.327, McIntosh 均勻度指數的 P 值為 0.327, 此等說明美濃和甲仙二地區之喬木層植物的種豐富度指數皆無顯著差異。此外, 針對 2005 年美濃地區 (即美濃鎮之 M1-M4、M10-M14、M16 等 10 個樣區)、甲仙地區 (含甲仙、杉林、三民鄉之 J5-J9 等 5 個樣區) 以及六龜地區 (含六龜、桃源鄉之 L15、L17、L18 等 3 個樣區) 喬木層植物之七類的種豐富度指數結果, 進行單因子變異數分析 (one-way ANOVA) -

Post Hoc 多重比較 (multiple comparison) - Scheffe 檢定結果發現; Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.680, Berger 豐富度指數的 P 值為 0.734, McIntosh 豐富度指數的 P 值為 0.719, Simpson 豐富度指數的 P 值為 0.697, Q 統計值的 P 值為 0.837, Shannon 均勻度指數的 P 值為 0.871, McIntosh 均勻度指數的 P 值為 0.772, 此等說明美濃、甲仙以及六龜三地區之喬木層植物的種豐富度指數皆無顯著差異。

(2) 2000-2001 年以及 2005 年之地被層植物比較

由表 15、16 之各樣區地被層植物的種數、總株數與種豐富度指數結果得知; 2000-2001 年各樣區的 Shannon 訊息統計指數介於 1.9-3.7, 而 2005 年則為 2.6-3.9, 又 2000-2001 年與 2005 年各樣區的 Shannon 均勻度指數皆介於 0.6-0.8, 另 2000-2001 年各樣區的 Berger 豐富度指數介於 0.1-0.6, 而 2005 年則為 0.1-0.3, 且 2000-2001 年各樣區的 McIntosh 豐富度指數介於 0.4-0.8, 而 2005 年則為 0.1-0.3, 而 2000-2001 年各樣區的 McIntosh 均勻度指數介



於 0.5-0.9，而 2005 年則為 0.7-0.9，此外，2000-2001 年各樣區的 Q 統計值介於 13.6-24.9，而 2005 年則為 9.6-30.3。於 0.6-1.0，而 2005 年則為 0.8-0.9，再者，

表 15. 2000-2001 年各樣區地被層植物之種數、總株數與種豐富度指數

Table 15. Species, sum of individuals, and species abundance indices for understory at each plot in 2000-2001.

樣區代號	種數	總株數	H <sub>SW</sub>	D <sub>BP</sub>	D <sub>M</sub>	D <sub>SM</sub>	Q <sub>K</sub>	E <sub>SW</sub>	E <sub>M</sub>
MA	86	1,227	3.296	0.160	0.765	0.934	22.583	0.740	0.833
MB	82	1,183	3.380	0.130	0.780	0.941	24.932	0.767	0.851
MC	88	1,352	3.536	0.099	0.807	0.954	18.034	0.790	0.878
MD	77	902	3.417	0.174	0.780	0.940	18.771	0.787	0.851
JE	85	647	3.624	0.104	0.819	0.955	23.548	0.816	0.882
JF	94	1,076	3.723	0.092	0.829	0.962	21.208	0.820	0.897
JG	30	266	1.915	0.586	0.430	0.644	12.005	0.563	0.494
JH	57	566	3.128	0.272	0.718	0.903	17.619	0.774	0.793
MI	52	406	2.842	0.244	0.700	0.888	13.642	0.719	0.772

註：H<sub>SW</sub>為Shannon訊息統計指數  
 D<sub>BP</sub>為Berger種豐富度指數  
 D<sub>M</sub>為McIntosh種豐富度指數  
 D<sub>SM</sub>為Simpson種豐富度指數  
 Q<sub>K</sub>為Q統計值  
 E<sub>SW</sub>為Shannon均勻度指數  
 E<sub>M</sub>為McIntosh均勻度指數

表 16. 2005 年各樣區地被層植物之種數、總株數與種豐富度指數

Table 16. Species, sum of individuals, and species abundance indices for understory at each plot in 2005.

樣區代號	種數	總株數	H <sub>SW</sub>	D <sub>BP</sub>	D <sub>M</sub>	D <sub>SM</sub>	Q <sub>K</sub>	E <sub>SW</sub>	E <sub>M</sub>
M1	86	1,345	3.453	0.117	0.787	0.945	22.045	0.775	0.858
M2	68	1,328	3.029	0.135	0.746	0.924	16.776	0.718	0.825
M3	93	1,562	3.541	0.107	0.797	0.950	25.394	0.781	0.866
M4	70	714	3.200	0.203	0.741	0.918	15.844	0.753	0.810
J5	63	678	3.372	0.145	0.791	0.943	15.627	0.814	0.870
J6	45	601	2.979	0.165	0.748	0.920	11.415	0.783	0.843
J7	58	513	3.139	0.133	0.771	0.931	12.632	0.773	0.849
J8	84	1,031	3.530	0.113	0.805	0.952	15.389	0.797	0.876
J9	56	419	3.381	0.153	0.806	0.945	16.230	0.840	0.884
M10	75	782	3.354	0.141	0.780	0.939	16.425	0.777	0.851
M11	64	1,382	3.179	0.213	0.742	0.923	14.549	0.764	0.825
M12	61	828	2.660	0.329	0.631	0.847	13.297	0.647	0.699
M13	70	1,127	3.233	0.264	0.715	0.906	16.874	0.761	0.788
M14	37	309	2.925	0.159	0.765	0.922	9.640	0.810	0.863
L15	57	604	3.389	0.108	0.805	0.948	15.906	0.838	0.890
M16	77	1,454	3.428	0.100	0.797	0.950	18.925	0.789	0.876
L17	81	938	3.635	0.131	0.817	0.956	22.291	0.827	0.889
L18	105	739	3.904	0.083	0.849	0.967	30.333	0.839	0.906

針對 2000-2001 年美濃地區 (MA-MD、MI 等 5 個樣區) 以及甲仙地區 (JE-JH 等 4 個樣區) 地被層植物之 7 類的種豐富度指數結果，透過無母數檢定-K 獨立樣本-Kruskal-Wallis H 檢定結果發現；Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.806，Berger 豐富度指數的 P 值為 0.806，McIntosh 豐富度指數的 P 值為 0.806，Simpson 豐富度指數的 P 值為 0.806，Q 統計值的 P 值為 0.624，Shannon 均勻度指數的 P 值為 0.462，McIntosh 均勻度指數的 P 值為 0.462，此等說明美濃和甲仙二地區之地被層植物的種豐富度指數皆無顯著差異。此外，針對 2005 年美濃地區 (即美濃鎮之 M1-M4、M10-M14、M16 等 10 個樣區)、甲仙地區 (含甲仙、杉林、三民鄉之 J5-J9 等 5 個樣區) 以及六龜地區 (含六龜、桃源鄉之 L15、L17、L18 等 3 個樣區) 地被層植物之七類的種豐富度指數結果，進行單因子變異數分析-Post Hoc 多重比較-Scheffe 檢定結果發現；Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.057，Berger 豐富度指數的 P 值為 0.207，McIntosh 豐富度指數的 P 值為 0.043 ( $< 0.05$ )，Simpson 豐富度指數的 P 值為 0.120，Q 統計值的 P 值為 0.056，而 Shannon 均勻度指數的 P 值為 0.015 ( $< 0.05$ )，McIntosh 均勻度指數的 P 值為 0.052，此等說明美濃與六龜地區之地被層植物的種豐富度指數中除 McIntosh 豐富度指數、Shannon 均勻度指數，餘則無顯著差異。

### (3) 美濃與甲仙地區植群之變遷比較

分別針對美濃和甲仙地區於 2000-2001 年以及 2005 年之喬木層與地被層植物的種豐富度指數比較，透過無母數檢定-K 獨立樣本-Kruskal-Wallis H 檢定結果得知；美濃地區於 2000-2001 年以及 2005 年之喬木層植物的種豐富度指數比較中，Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.462，Berger 豐富度指數的 P 值為 0.806，McIntosh 豐富度指數的 P 值為 0.668，Simpson 豐富度指數的 P 值為 0.713，Q 統計值的 P 值為 0.157，Shannon 均勻度指數的 P 值為

0.903，McIntosh 均勻度指數的 P 值為 1.000，此等說明美濃地區之喬木層植物的種豐富度指數於二時期皆無顯著差異；另其地被層植物之種豐富度指數的二時期中，Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.540，Berger 豐富度指數的 P 值為 0.806，McIntosh 豐富度指數的 P 值為 0.580，Simpson 豐富度指數的 P 值為 0.462，Q 統計值的 P 值為 0.270，Shannon 均勻度指數的 P 值為 0.903，McIntosh 均勻度指數的 P 值為 0.806，此等說明美濃地區之地被層植物的種豐富度指數於二時期亦皆無顯著差異。此外，甲仙地區於 2000-2001 年以及 2005 年之喬木層植物的種豐富度指數比較中，Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.327，Berger 豐富度指數的 P 值為 0.624，McIntosh 豐富度指數的 P 值為 0.221，Simpson 豐富度指數的 P 值為 0.462，Q 統計值的 P 值為 1.000，Shannon 均勻度指數的 P 值為 0.221，McIntosh 均勻度指數的 P 值為 0.462，此等說明甲仙地區之喬木層植物的種豐富度指數於二時期皆無顯著差異；又其地被層植物之種豐富度指數的二時期比較中，Shannon 訊息統計指數的 P 值為 0.806，Berger 豐富度指數的 P 值為 1.000，McIntosh 豐富度指數的 P 值為 1.000，Simpson 豐富度指數的 P 值為 1.000，Q 統計值的 P 值為 0.142，Shannon 均勻度指數的 P 值為 0.806，McIntosh 均勻度指數的 P 值為 0.806，此等說明甲仙地區之地被層植物的種豐富度指數於二時期亦皆無顯著差異。綜上所述，2000-2001 年乃至 2005 年間之植群歧異度並無明顯變化，可視為穩定之植物社會。

### (三) 植群與環境因子之相關分析

植物之生長常受環境因子所影響，且環境因子亦為影響植群變異之主要原因。因此，針對喬木層與地被層植物之 Simpson 種豐富度指數 ( $D_{SM}$ )，以及海拔高、坡度、坡向、水分梯度、全天光空域、直射光空域等 6 項環境因子，進行 Spearman 等級相關分析 (Spearman rank correlation analysis) 之結果顯示；2000-

2001 年之分析中海拔高和坡度 ( $r=-0.847$ ,  $P<0.01$ ) 具負相關，而全天光空域和直射光空域 ( $r=0.911$ ,  $P<0.01$ ) 具正相關。此外，2005 年之分析中喬木層與地被層植物之 Simpson 種豐富度指數 ( $r=0.553$ ,  $P<0.05$ ) 具正相關，喬木層植物之 Simpson 種豐富度指數和水分指數 ( $r=0.696$ ,  $P<0.01$ ) 具正相關，又坡向分別與全天光空域 ( $r=0.627$ ,  $P<0.01$ )、直射光空域 ( $r=0.504$ ,  $P<0.05$ ) 具正相關，而全天光空域和直射光空域 ( $r=0.870$ ,  $P<0.01$ ) 具正相關。

#### 四、結論

竹頭角木薑子之植群監測調查於 2000-2001 年設置 9 個樣區，包含美濃地區 (即美濃鎮之 MA-MD、MI 等 5 個樣區) 以及甲仙地區 (含甲仙、三民鄉之 JE-JH 等 4 個樣區)；而 2005 年中計有 18 個樣區，包含美濃 (即美濃鎮之 M1-M4、M10-M14、M16 等 10 個樣區)、甲仙 (含甲仙、杉林、三民鄉之 J5-J9 等 5 個樣區) 以及六龜地區 (含六龜、桃源鄉之 L15、L17、L18 等 3 個樣區)。調查結果共計有 97 科 251 屬 369 種植物，其中喬木 107 種、灌木 59 種、藤本 85 種、草本 116 種，此外，所調查之竹頭角木薑子以胸徑小於 4 cm 者居多。

2000-2001 以及 2005 年植群監測調查中，多數樣區皆符合對數序列與截斷對數常態分布，顯示此等植群多處於演替中後期階段；又 2000-2001 年美濃和甲仙二地區之植群種豐富度指數皆無顯著差異，而 2005 年美濃、甲仙以及六龜三地區之植群種豐富度指數多無顯著差異，另美濃與甲仙地區植群之變遷比較結果顯示，2000-2001 年乃至 2005 年間之植群歧異度亦無明顯變化；總體言之，此等竹頭角木薑子群落為演替中後期之穩定的植物社會，建議未來可每隔 5 年持續進行監測，以掌握竹頭角木薑子族群之動態，及其植群之組成與結構的變化。

#### 五、誌謝

本文係第一作者之碩士論文的部分成果，感謝國立中興大學森林學系植物分類與生態研究室朱恩良、傅國銘、蔡家銘、吳詩婷、林鴻志等同學參與野外調查，特別是曾彥學、王志強、曾喜育、宋憶青等諸位博士，以及鐘詩文學長於研究期間的鼎力協助。

#### 六、參考文獻

- 朱麗萍 (1995) 臺灣樟科木薑子屬之系統分類。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。87 頁。
- 呂金誠 (1998) 樣區面積對四種常用歧異度指數影響之探討。中興大學實驗林研究彙刊 20(2): 1-15。
- 張紹勳 (1994) SPSS For Windows 多變量統計分析。第一版。松崗電腦圖書資料股份有限公司。
- 張紹勳、林秀娟 (1995) SPSS For Windows 統計分析：初等統計與高等統計 (下冊)，第三版。松崗電腦圖書資料股份有限公司。
- 曾彥學 (2003) 台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。141 頁。
- 塔山自然實驗室 (2005) 植物名錄。6 月 6 日，<http://tnl.org.tw/>。
- 廖日京 (1982) 臺灣樟科植物學名之訂正。臺灣大學農學院研究報告 22(2): 1-20。
- 廖日京 (1986) 臺灣樟科植物學名之綜談。臺灣大學農學院研究報告 26(10): 94-123。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1996) 臺灣植物誌。Vol. 2 被子植物。第二版。中華民國國家科學委員會，臺北市，855 頁。
- 蔡尚惠、呂金誠 (2004) 生物歧異度分析系統。第一版。志祥科技股份有限公司。雲林縣。
- Berger, W. H. and F. L. Parker (1970) Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea

- sediments. *Science* 168: 1345-1347.
- Fisher, R. A., A. S. Corbet and C. B. Williams (1943) The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.* 12: 42-58.
- Gray, J. S. (1987) Species-abundance patterns. *In* Gee, J. H. R. and P. S. Giller, eds., *Organization of Communities, Past and Present*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 53-67.
- Hughes, R. G. (1986) Theories and models of species abundance. *Am. Nat.* 128: 879-899.
- Kempton, R. A. and L. R. Taylor (1976) Models and statistics for species diversity. *Nature* 262: 818-820.
- Magurran, A. E. (1988) *Ecological Diversity and Its Measurement*, 1st ed. Princeton University Press, Princeton, p.179.
- May, R. M. (1975) Patterns of species abundance and diversity. *In* Lody, M. L. and J. M. Diamond eds. *Ecology and Evolution of Communities*, 1st ed. Harvard University Press, Cambridge, pp. 81-120
- McIntosh, R. P. (1967) An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology* 48: 392-404.
- Pielou, E. C. (1966) Species-diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.* 10: 370-383.
- Pielou, E. C. (1985) *Mathematical Ecology*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Preston, F. W. (1980) Noncanonical distribution of commonness and rarity. *Ecology* 61(1): 88-97.
- Shannon, C. E. and W. Weaver (1949) *The Mathematical Theory of Communication*, 1st ed. University of Illinois Press, Urbana, pp.117.
- Simpson, E. H. (1949) Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- SPSS Inc. (2002) *SPSS for Windows, 11.5.0*. SPSS Inc., USA.
- Su, H.-J. (1994) Species diversity of forest plants in Taiwan. *In* Peng, C.-I. and C.-H. Chou eds., *Biodiversity and Terrestrial Ecosystems*. Institute of Botany, Academic Sinica Monograph Series 14, pp.87-98.
- Sugihara, G. (1980) Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. *Am. Nat.* 116: 770-787.
- Ugland, K. I. and J. S. Gray (1982) Lognormal distribution and the concept of community equilibrium. *Oikos* 39: 171-178.