

臺灣南部地區平地造林林分密度與植物組成多樣性調查研究計畫

I. 前言

京都議定書的正式生效，對於世界各國的 CO₂ 的排放有嚴格的規範，雖然臺灣並非京都議定書締約國，但對於溫室氣體排放的管制仍是刻不容緩，加上目前台糖對於糖業的經營，由於進口原料成本低，所以大多以進口取代國產，導致大面積蔗作地荒廢，將荒廢之蔗作地轉行為平地造林之造林地，不僅可以淨化空氣、增加碳吸存，甚至未來可作為碳稅的交易額度。

臺灣南部地區之嘉南與高屏地區平地造林面積廣大，由於平地造林分布範圍廣泛，建造及撫育極為不易，為瞭解平地造林在森林建造復育中所扮演的角色，其關係到植物社會組成並影響演替的方向與整個森林效益。儘管平地造林植群動態發育影響甚鉅，造林標的樹種能否保持穩定優勢，與物種多樣性是否逐漸恢復，以及平地造林目的是否能予達成，均是應予深入探討之主題。

目標於針對臺灣南部嘉南與高屏地區之平地造林人工林，進行林分密度及植物組成多樣性調查研究，探討其林分密度、生長狀況及族群動態，並針對樣區內造之林木生長量、植物種類多樣性、昆蟲群聚組成及鳥類調查等生物多樣性現況監測，並配合土壤分析取樣進行更深入的探討，以對南部地區平地造林林分經營，樹木適應與更新，提供台糖公司對於平地造林及綠美化重要參考資料及經營管理依據。

II. 計畫目標

(I) 全程目標

於臺灣南部嘉南與高屏地區之平地造林人工林，進行林分密度及植物組成多樣性調查研究，探討其林分密度、生長狀況及族群動態，以對平地造林林分經營管理之參考。

(II) 本年度目標

採用標準地樣區調查法，針對樣區內造林木之生長量及適應性進行調查，同時評估林木之健康性與生物多樣性現況監測，主要工作目標則完成樣區規劃設置、定期調查監測、分析評估與撰寫報告。

III. 重要工作項目

(I) 資料蒐集與整理

基本資料蒐集、環境概況、造林地施業狀況，並選取較具代表性樣區。

(II) 樣區設置

採用多樣區法之集落樣區設置法，樣區之設置，主要以歷年來自林台帳及台糖所提供造林地相關資料為基本資料，並考量環境因素後，盡量達到取樣之環境均質性。所設置永久樣區大小為20m×10m，由8個5m×5m之小區組成。

(III) 生物多樣性調查

評估造林樹種在平地造林地區對原生植物復育及演替之影響，包括樣區植群頻度、密度及優勢度及分群，植物種類多樣性計算、族群結構分析等對生物多樣性之影響。

IV. 工作進度

(I) 資料蒐集與整理

依據 92 年後平地造林案之基本資料，於嘉義、臺南、高雄及屏東地區之台糖公司轄區造林地，選定造林樹種：茄苳(*Bischofia javanica*)、光蠟樹(*Fraxinus formosana*)、臺灣欒(*Zelkova serrata*)及桃花心木(*Swietenia macrophylla*)進行樣區設置，共計 32 處。

(II) 生物多樣性調查與相關分析

完成樣區林木生長量和林下地被植物調查與鑑定及各項數據統計與分析、昆蟲相及鳥況之調查並製作名錄、土壤採樣及分析等。

V. 預期效益

改善南部地區平地造林樹木適應與更新，並且針對造林地內的植物種類多樣性及組成加以探討評估，探討其造林成林的可能性及未來林下植物演替之趨勢方向，提供台糖公司對於平地造林區造林及綠美化重要參考資料及經營管理依據。

VI. 研究成果報告

(I) 試驗地概況

1. 研究區域範圍

嘉義、臺南、高雄及屏東地區台糖公司 92 年已以後所進行平地造林之林地。

2. 造林臺帳統計

依據臺糖公司 96 年平地造林撫育執行成果季報表，將嘉南及高屏地區之平地造林的栽植情形加以統計分類，內容為 92 年以後各地區樹種之造林面積與情形(表 1)。共計四地區有 4,834 公頃之造林地，屏東地區之平地造林達 2,165 公頃為最多，其中又以桃花心木之造林面積為最多。

表 1 嘉義、臺南、高雄及屏東地區 92 年以後執行平地造林之樹種栽植面積(公頃)統計表

樹種	嘉義地區	臺南地區	高雄地區	屏東地區	合計
桃花心木	57.98	149.58	154.08	491.52	853.16
印度紫檀	9.27	144.69	117.48	246.70	518.14
光蠟樹	57.68	180.60	19.92	211.96	470.16
白千層	314.61	43.10	12.80	34.51	405.02
臺灣檫	12.63	36.45	41.35	307.33	397.76
茄苳	108.18	91.51	35.49	126.70	361.88
水黃皮	99.54	108.17	8.93	79.27	295.91
無患子	4.43	66.28	0.00	178.60	249.31
苦楝	27.61	50.98	21.03	66.42	166.04
臺灣欒樹	12.93	11.78	30.59	72.58	127.88
小葉欖仁	27.62	33.95	15.17	37.90	114.64
樟樹	6.99	19.35	12.86	63.25	102.45
大葉欖仁	41.28	10.29	3.76	44.34	99.67
木麻黃	65.55	32.98	0.00	0.04	98.57
烏柏	44.65	17.98	0.00	7.08	69.71
阿勃勒	0.00	27.43	1.00	40.51	68.94
楓香	13.98	14.78	26.55	12.13	67.44
毛柿	0.50	23.36	4.12	27.45	55.43
青剛櫟	0.00	0.00	0.00	48.66	48.66
桉樹	47.39	0.00	0.00	0.00	47.39

瓊崖海棠	24.71	8.82	0.00	13.55	47.08
福木	1.22	12.80	7.14	11.60	32.76
欖李	28.93	0.52	0.00	0.00	29.45
海茄苳	20.53	0.00	0.00	0.00	20.53
肉桂類	0.00	7.33	0.00	5.48	12.81
杜英	2.90	0.00	0.00	6.28	9.18
鐵刀木	4.56	0.00	3.05	0.71	8.32
烏心石	0.00	0.00	5.84	1.50	7.34
大葉山欖	0.20	0.45	0.00	6.65	7.30
相思樹	2.56	0.00	3.79	0.63	6.98
南洋杉	0.03	0.00	4.84	1.12	5.99
黃蓮木	0.00	0.00	0.00	5.72	5.72
木聖柳	0.30	0.00	0.00	4.00	4.30
榕樹	0.00	0.00	0.00	4.02	4.02
春不老	0.00	0.00	0.00	3.18	3.18
大葉楠	0.00	0.00	0.00	2.90	2.90
印度紫彈	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00
羅漢松	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00
黃槿	0.86	0.00	0.00	0.00	0.86
銀葉樹	0.85	0.00	0.00	0.00	0.85
九芎	0.79	0.00	0.00	0.00	0.79
象牙樹	0.30	0.00	0.00	0.40	0.70
火焰木	0.00	0.00	0.00	0.63	0.63
七里香	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60
香楠	0.32	0.00	0.00	0.00	0.32
合計	1043.88	1095.18	529.79	2165.92	4834.77

(II) 樹種選定與研究樣區勘查

依據陳明義等(2004)對於平地造林樹種的研究，推薦之平地造林樹種作為參考，並選取造林面積較大者，以茄苳(*Bischofia javanica*)、光蠟樹(*Fraxinus formosana*)、臺灣欒(*Zelkova serrata*)及桃花心木(*Swietenia macrophylla*)等 92 年以後進行造林地區之造林木作為本研究之樹種；試驗地勘查由台糖公司於各地區農場之農場課造林承辦人員協同前往造林地，進行現場踏勘，了解區內環境概略以決定地點及樣區(圖 1)。

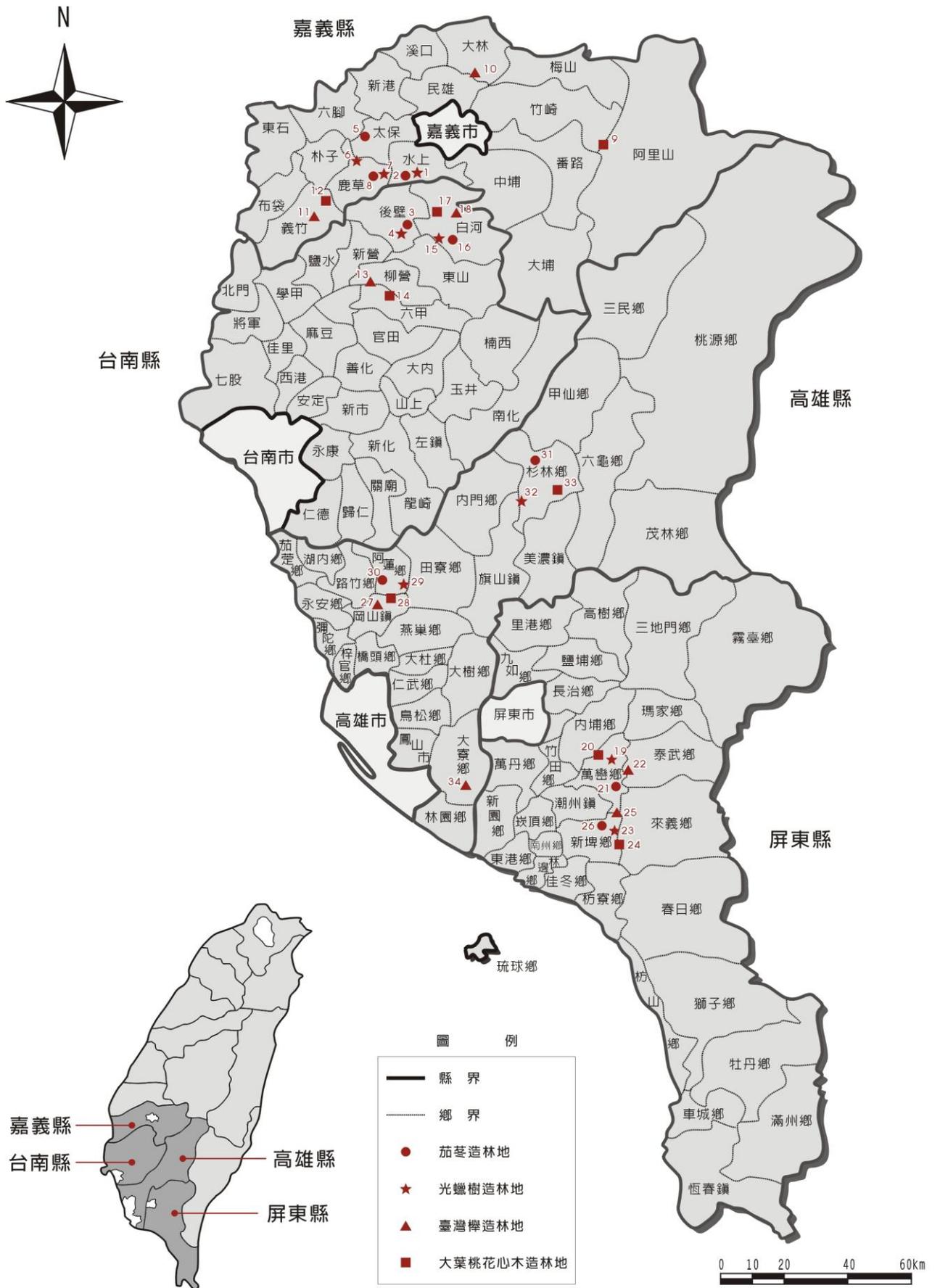


圖 1 研究樣區位置圖

(III) 試驗地基本資料

1. 樣區位置：樣區選定後，使用 GPS 定位樣區之 TM 二度分帶座標點。

表 2 試驗地樣區位置與基本資料

樣區編號	地區	農場別	樹種	造林年份	GPS 座標		海拔
					X	Y	
1	嘉義	南靖	光蠟樹	92	186559	2590024	36
2	嘉義	南靖	茄苳	92	186620	2590055	35
3	臺南	樹安	茄苳	92	187235	2582182	32
4	臺南	樹安	光蠟樹	92	187218	2582100	35
7	嘉義	下半天	光蠟樹	92	184272	2591092	24
8	嘉義	下半天	茄苳	92	185251	2592079	29
9	嘉義	大埔美	桃花心木	92	217375	2594740	143
10	嘉義	大埔美	臺灣檫	92	197114	2607591	79
11	嘉義	港墘	臺灣檫	92	173321	2585036	13
12	嘉義	港墘	桃花心木	92	173114	2585371	12
13	臺南	柳營	臺灣檫	92	181716	2573306	14
14	臺南	柳營	桃花心木	92	181795	2573286	18
15	臺南	白河	光蠟樹	92	192244	2580341	46
16	臺南	白河	茄苳	92	192466	2580775	52
17	臺南	白河	桃花心木	92	191600	2580905	49
18	臺南	白河	臺灣檫	92	191351	2581140	41
19	屏東	新赤	光臘樹	94	210218	2500553	43
20	屏東	新赤	桃花心木	92	210223	2500600	43
21	屏東	新赤	茄苳	92	211030	2496527	37
22	屏東	新赤	臺灣檫	92	210987	2496530	38
23	屏東	萬隆	光臘樹	94	217715	2491588	91
24	屏東	萬隆	桃花心木	92	211721	2491693	94
25	屏東	萬隆	臺灣檫	94	211311	2491096	96
26	屏東	萬隆	茄苳	94	210601	2491121	81
27	高雄	九關	光臘樹	92	180176	2525460	17
28	高雄	九關	桃花心木	92	181664	2525548	43
29	高雄	九關	臺灣檫	92	181381	2527764	30
30	高雄	九關	茄苳	92	180338	2528240	17
31	高雄	月眉	茄苳	92	203923	2543417	137
32	高雄	月眉	光臘樹	92	203788	2541816	146
33	高雄	月眉	桃花心木	92	203506	2541563	144
34	高雄	大寮	臺灣檫	92	190792	2496263	17

2. 氣象資料：針對調查樣區附近之測候站氣象資料進行分析，以作為解釋植物與環境關係之參考(表 3~表 6)。

表 3 嘉義地區測候站紀錄整理(資料來源：中央氣象局，統計期間 1971-2000 年)

月	份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
氣溫	(°C)	16.1	16.8	19.4	22.9	25.5	27.6	28.4	27.8	26.7	24.3	20.9	17.4	22.8
相對濕度	(%)	82	83	84	84	85	82	80	84	85	84	81	80	82
降雨量	(mm)	27.6	57.7	62.2	107.6	189.2	350.7	304.3	422.1	148.9	22.7	12.2	20.9	1726.1

表 4 臺南地區測候站紀錄整理(資料來源：中央氣象局，統計期間 1971-1998 年)

月	份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
氣溫	(°C)	17.3	18.2	21	24.5	27.1	28.4	29	28.4	28	25.8	22.3	18.7	24.1
相對濕度	(%)	78	79	77	77	78	80	79	82	79	77	77	77	78
降雨量	(mm)	19.9	28.8	35.4	84.9	175.5	370.6	345.9	417.4	138.4	29.6	14.7	11.3	1672.4

表 5 高雄地區測候站紀錄整理(資料來源：中央氣象局，統計期間 1971-2000 年)

月	份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
氣溫	(°C)	18.8	19.7	22.3	25.2	27.2	28.4	28.9	28.3	27.9	26.4	23.4	20.2	24.7
相對濕度	(%)	75	75	75	77	79	81	80	82	80	78	75	75	77
降雨量	(mm)	20.0	23.6	39.2	72.8	177.3	397.0	370.6	426.3	186.6	45.7	13.4	11.5	1784.9

表 6 屏東地區測候站紀錄整理(資料來源：中央氣象局，統計期間 1971-1998 年)

月	份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
氣溫	(°C)	20.1	20.6	22.6	24.7	26.5	28.0	28.6	28.1	27.2	26.0	23.7	21.3	24.8
相對濕度	(%)	72	74	75	76	79	79	78	80	79	74	72	71	75
降雨量	(mm)	54.9	54.0	48.9	82.3	198.2	367.4	366.5	428.3	338.1	223.7	80.8	46.1	2289.2

VII. 研究方法與步驟

(I) 資料蒐集與整理

蒐集試驗地之基本環境資料，包含地圖、氣候、造林台帳等相關資料，進而了解試驗地之環境概況，進而在各地區能夠選取均質的樣區進行設置和調查，對前人研究和文獻加以彙整並參考。

(II) 造林地樣區設置與調查方法

1. 植物種類與昆蟲多樣性調查

(1) 植物及昆蟲調查記錄與重要值指數

樣區的選擇考慮以成林、環境均質之茄苳、光蠟樹、臺灣檉及桃花心木之造林地，共計 32 個樣區，大小為 20m×10m，由 8 個 5m×5m 連結之小區組成。植群資料登錄造林木種類、株數、基徑及胸高直徑(diameter at breast height, DBH)、樹高、樹冠幅。凡樣區內之樹木，胸徑大於 1 公分，均列為喬木層，逐株予以量計胸高直徑；其他胸徑小於 1 公分之樹種及草本、蕨類等，則列為地被層，記錄其全部種類及其覆蓋面積。

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、測定其高生長及主林木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(important value index, IVI)表示。計算各種植物在各樣區中之密度、頻度及優勢度，再轉換成相對值，植物社會重要值即相對頻度和相對優勢度之總和，其意義代表某植物在林分樣區中所佔有之重要性。有關各計算公式如下：

$$\text{密度(density)} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所調查調查之總樣}}$$

$$\text{頻度(frequency)} = \frac{\text{某種植物出現之總樣區數}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{喬木層優勢度(dominance)} = \frac{\text{某種植物胸高斷面積之總和}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{地被層優勢度(dominance)} = \frac{\text{某種植物覆蓋面積總和}}{\text{所調查樣區面積總和}}$$

$$\text{相對密度(relative density)\%} = \frac{\text{某種植物之密度}}{\text{所有植物密度之總和}} \times 100\%$$

$$\text{相對頻度(relative frequency)\%} = \frac{\text{某種植物之頻度}}{\text{所有植物頻度之總和}} \times 100\%$$

$$\text{相對優勢度(relative dominance)\%} = \frac{\text{某種植物之優勢度}}{\text{所有植物優勢度之總和}} \times 100\%$$

$$\text{地被層 IVI} = \text{相對頻度} + \text{相對優勢度} = 200$$

昆蟲資源調查的部份於 2008 年 9 月 12 日完成所有樣區規劃及陷阱設置，調查 2008 年 9 月 13 日至 28 日的昆蟲群聚組成，作為昆蟲多樣性監測之對象。

(2) 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：

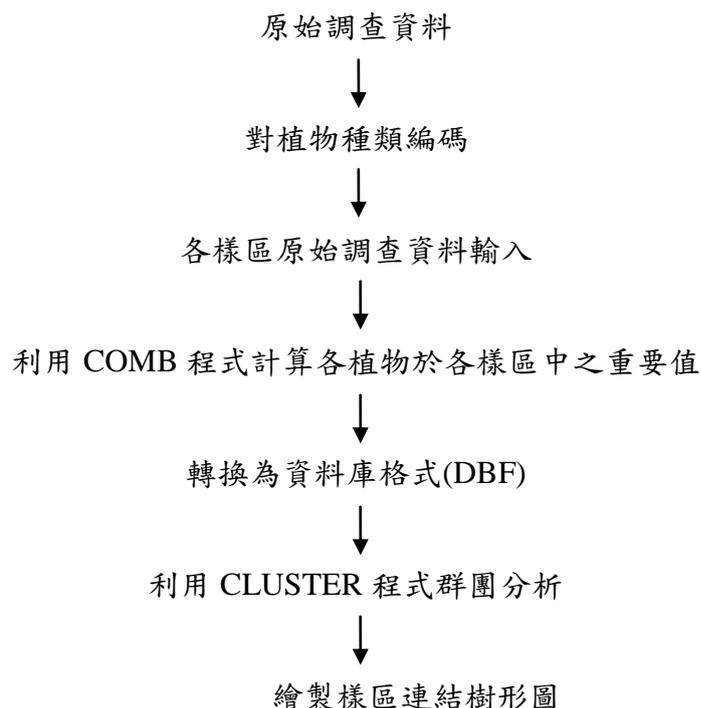
$$IS\% = \frac{2M_w}{M_a + M_b} \times 100\%$$

式中 M_a 為 a 樣區中所有植物介量之總和

M_b 為 b 樣區中所有植物介量之總和

M_w 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)，其流程如下：



(3) 種豐富度指數分析

在一般自然生態系中，常具有許多歧異之物種；而物種之歧異現象，稱為生物群落之物種歧異性(species diversity)。Whittaker(1977)依資源調查歧異性(inventory diversity)，將歧異性分成四種尺度，依序為：

a. 點歧異性(point diversity)

用於描述微生育地(micro-habitat)，或自均質生育地所量測之樣本歧異性。

b. α 歧異性

指描述一生育地(within-habitat)內的物種歧異性。例如種類豐富度、Simpson 氏歧異度指數及 Shannon 氏歧異度指數等。

c. γ 歧異性(gamma diversity)

描述如一島(island)或地景(landscape)等許多不同生育地的歧異性，可說是歧異性的集合($\Sigma\alpha$ diversity)。

d. ϵ 歧異性(epsilon diversity)

又稱為區域歧異性(regional diversity)，即應用於較大尺度之生物地理區(biogeographic area)，可說是 γ 歧異性的集合($\Sigma\gamma$ diversity)。

另外，Whittaker 又提出與點歧異性、 α 歧異性以及 γ 歧異性相對應的型態歧異性(pattern diversity)、 β 歧異性和 δ 歧異性(delta diversity)；其中的 β 歧異性是比較幾個以同一種植物為單位的生育地，例如 Jaccard 氏之相似性指數與 Motyka 氏之相似性係數；另 δ 歧異性應可視與 ϵ 歧異性同級，用來比較其各 γ 歧異性之種類組成及豐富度的差異。

而 Spellerberg 則認為所謂 α 歧異性：指在一定生育地(habitat)或群落之物種歧異性； β 歧異性即量測不同梯度變化之各生育地

間的種類變化程度和速率，凡此皆屬於生育地歧異性(habitat diversity)；然所謂 γ 歧異性，泛指一般生態地位的資源歧異性，受歧異性與歧異性之變化所影響，即用於了解地理區內之歧異性。

蘇鴻傑(1994)曾研究臺灣森林植物群落的歧異性，其以類似於 Spellerberg 的三種尺度，以不同的林型，分別探討其 α 歧異性；依同林型之不同海拔梯度的生育地，探討其間 β 歧異性的變化；再以全島之六大氣候區的尺度，分述其 γ 歧異性的差異。因此簡言之，各種分類之方法，只適用於分析不同層次之生態範圍的歧異性。

基於 Spellerberg 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：

a. 訊息統計指數(information statistic index)

Shannon and Weaver 以 Wiener 所發展之二進位(binary digit) 電訊傳遞理論(communication theory of electrical information)，利用 Stirling 近似法(Stirling approximation)推導提出訊息統計指數(以下稱 Shannon 訊息統計指數， H_{SW} ，式 1)。此以電訊傳遞理論量測所得之數碼(code)的熵值，可為不確定性或選擇自由(choice of free)的度量指標，即當訊息之傳遞來源具高組織化且逢機度低時，表示不確定性小，而其值較低；反之，訊息在傳遞的過程中，因雜訊的干擾和傳遞的誤差，只減不增，而使熵值提高。

$$H_{SW} = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N} \right) = - \sum_{i=1}^S (p_i \cdot \ln p_i) \quad (1)$$

式中 S =種數

n_i =第 i 物種所含之個體數

N =總個體數

p_i =第 i 種物種之個體數占總個體數之比例，即各物種可能率

MacArthur(1955)首度將 Shannon 訊息統計指數應用於生態領域的歧異度量測。Pielou(1985)指出此指數適用於無限群落(infinite community)，且為大樣本之歧異度的測量；若為有限群落(finite community)之小樣本，則使用 Brillouin(1962)基於完全取樣(complete sampling)的原則，所提出之 Brillouin 訊息統計指數(H_B ，式 2)

$$H_B = \frac{1}{N} \cdot \log \frac{N!}{n_1! \cdot n_2! \cdots n_i!} \quad (2)$$

式中 n_1 =第一物種所含之個體數 n_2 =第二物種所含之個體數

當生物群落僅有一種組成時，則 Shannon 訊息統計指數之值為 0，即無歧異度可言；此指數之最大值並不固定，種數越多，個體分布越平均，則此指數越高。而 Peet(1974)認為 Shannon 訊

息統計指數對稀有種(rare species)之變化敏感。Margalef(1972)認為此值多介於 1.5 至 3.5，甚少超過 4.5。

在一生物群落中，生物個體在不同種間之分布均勻程度，稱為該群落之均勻度，或稱為均等度(equitability)；即歧異度中所探討之相對豐富度(relative abundance)(Pielou, 1966)。

Pielou(1985)以 Shannon 訊息統計指數(H_{SW})為骨幹，設一群落有 S 個物種存在，則其可能之 Shannon 訊息統計指數的最大值為 $\ln S$ ，將此值除以 H_{SW} ，即得均勻度指數(以下稱 Shannon 均勻度指數， E_{SW} ，式 3)；Hurlbert(1971)指出其變域(range)介於 0 與 1 之間。

$$E_{SW} = \frac{H_{SW}}{\ln S} \quad (3)$$

Beisel and Moreteau(1997)以一簡單的算式求解 Shannon 訊息統計指數的低限值(H_{min} ，式 4)；此可為一歧異度指數，抑或應用於 Hurlbert(1971)的均勻度指數(E_{hb} ，式 5)之求算。

$$H_{min} = \ln(N) - \frac{[(N-S+1) \cdot \ln(N-S+1)]}{N} \quad (4)$$

$$E_{hb} = \frac{H_{SW} - H_{min}}{\ln S - H_{min}} \quad (5)$$

Basharin(1959)認為 Shannon 訊息統計指數係為大樣本的估測值，故以最大概似法(maximum likelihood method)推導此指數之期望值(式 6)和變異數(式 7)。

$$E(H_{SW}) = - \left(\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i \right) - \frac{S-1}{2N} \quad (6)$$

式中 $E(H_{SW})$ = Shannon 訊息統計指數之期望值

$$\text{Var}H_{SW} = \frac{\sum_{i=1}^S p_i \cdot (\ln p_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i \right)^2}{N} \quad (7)$$

式中 $\text{Var}H_{SW}$ = Shannon 訊息統計指數之變異數

Bowman et al.(1969)亦提出 Shannon 訊息統計指數之期望值

(式 8)與變異數(式 9)。Hutcheson(1970)以 t 測驗檢定此指數之方法如式 10、11。又 Peet(1974)以實證的資料檢測 Shannon 訊息統計指數，斯認為其偏誤極不顯著。故一般多僅保留式 8、9 的前兩項，職是之故，Magurran(1988)亦分別以式(6)、(12)求算 Shannon 訊息統計指數之期望值與變異數，使用 t 測驗檢定兩群落之 Shannon 訊息統計指數的差異性。

$$E(H_{sw}) = -\sum_{n=1}^s p_i \cdot \ln p_i - \frac{S-1}{2N} + \frac{1 - \sum_{i=1}^s p_i^{-1}}{12N^2} + \frac{\sum_{i=1}^s (p_i^{-1} - p_i^{-2})}{12N^3} + \dots \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{Var}H_{sw} = & \frac{\sum_{i=1}^s p_i \cdot (\ln p_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i\right)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2} \\ & + \frac{\left(-1 + \sum_{i=1}^s p_i^{-1} - \sum_{i=1}^s p_i^{-1} \cdot \ln p_i + \sum_{i=1}^s p_i^{-1} \cdot \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i\right)}{6N^3} + \dots \end{aligned} \quad (9)$$

$$t = \frac{(H_{sw1} - H_{sw2})}{\sqrt{(\text{Var}H_{sw1} + \text{Var}H_{sw2})}} \quad (10)$$

$$df = \frac{(\text{Var}H_{sw1} + \text{Var}H_{sw2})^2}{\frac{\text{Var}H_{sw1}^2}{N_1} + \frac{\text{Var}H_{sw2}^2}{N_2}} \quad (11)$$

df=自由度

$$\text{Var}H_{sw} = \frac{\sum_{i=1}^s p_i \cdot (\ln p_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i\right)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2} \quad (12)$$

呂金誠以國立中興大學惠蓀林場北東眼山之實際植群資料進行模擬分析，認為 Shannon 訊息統計與其均勻度指數深受取樣面積大小所影響。基於此點問題，運用碎形理論(fractal theory)，以 Shannon 訊息統計指數之 $1/\ln L$ 倍求極限的碎形維度(fractal dimension，式 13)，推導真實的歧異度與均勻度指數(式 14、15)。

$$H_{SWL} = \lim_{L_w \rightarrow \infty} \frac{- \sum_{i=1}^{N(L_w)} p_i \cdot \ln p_i}{\ln L_w} \quad (13)$$

$$H_{SWF} = \frac{\sum_{w=1}^p \left(- \sum_{i=1}^{N(L_w)} p_i \cdot \ln p_i \right)_w \cdot \ln L_w}{\sum_{w=1}^p (\ln L_w)^2} \quad (14)$$

$$E_{SWF} = \frac{\sum_{w=1}^p \left(- \sum_{i=1}^{N(L_w)} p_i \cdot \ln p_i \right)_w \cdot \ln L_w}{\sum_{w=1}^p \ln N(L_w) \cdot \ln L_w} \quad (15)$$

式中 $N(L_w)$ =碎形維度之總個體數

L_w =樣區面積

b. 優勢度量測(dominance measure)

(a) Berger and Parker(1970)提出一簡單易於運算的豐富度指數(以下稱 Berger 豐富度指數, D_{BP} , 式 16), 以強調最豐富種類所占的比例。Magurran(1988)認為其應用於大樣本時, 所產生的變異較小。

$$D_{BP} = \frac{N_{\max}}{N} \quad (16)$$

式中 N_{\max} =最豐富種所含之個體數

McIntosh(1967)認為將各物種所含之個體數, 進行歐幾里德距離(Euclidean distance)轉換, 可用為估測群落之均質性與群落間相似性, 在歧異度的應用上較具生態的意義, 故以此構想創一種豐富度指數(以下稱 McIntosh 豐富度指數, DM , 式 17)。
Peet(1974)認為 McIntosh 豐富度指數, 對優勢種的反應敏感。另 Pielou(1985)亦依 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, EM , 式 18)。Hurlbert(1971)指出此值介於 0 與 1。

$$D_M = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}} \quad (17)$$

式中 $U = \sqrt{\sum n_i^2}$ = 各物種所含個體數之歐幾里德距離轉換的總和

$$E_M = \frac{N - U}{N - \frac{N}{\sqrt{S}}} \quad (18)$$

Simpson(1949)對無限群落所抽取出的逢機樣本，計算其種豐富度指數，此又稱 Simpson-Yule 統計值，其求算方法如式(19)所示；若為有限群落，則 Pielou(1985)建議改為式(20)，然 Krebs(1989)認為若以大樣本而言，此二式之差異極小。式(19)係將生物種數之可能率自乘，而稀有種之可能率平方後，其值更小，各生物之可能率自乘值相加後，優勢種在總和中占較大之比例，稀有種則反之；因給予優勢種較多之權重，故又稱為優勢度指數(dominance index)或集中度指數(concentration index)，所求得之值介於 0 與 1 之間，其值愈接近於 1，表所有物種集中於單一物種，則歧異度愈低。然 Williams(1964)將式(19)改為式(21)，Peet(1974)認為此式仍對優勢種之變化敏感。另 Greenberg(1956)將式(19)修改為式(22)，而 Berger and Parker(1970)指出此式與 Shannon 訊息統計指數有正相關，且與 Berger 豐富度指數具負相關。Hurlbert(1971)與 Krebs(1989)認為多數生態學者使用式(22)，因其即表自群落中所取出不同物種之機率，可較合理瞭解一群落內之物種的異質性(heterogeneity)，故此生物歧異度分析系統(BioDiversity)中之「歧異度指數」分析，係以式(22)求解之(以下稱 Simpson 豐富度指數，DSM)。

$$D_s = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 = \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (19)$$

$$D_{SF} = \sum_{i=1}^s \left[\frac{n_i \cdot (n_i - 1)}{N \cdot (N - 1)} \right] \quad (20)$$

$$D_{SR} = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2} \quad (21)$$

$$D_{SM} = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (22)$$

c. Q 統計值(Q statistic value)

Kempton and Taylor(1976, 1978)與 Kempton and Wedderburn(1978)以累積種豐富度曲線之四分位差斜率(inter-quartile slope)，發展 Q 統計值(QK，式 23)；此種豐富度指數無需符合任何種豐富度分布模式(species abundance distribution model)之前提假設，且未對優勢種或稀有種加以任何權重，而是針對生物群落中較穩定之中等豐富度的物種(more stable species with median abundance)，故較 Shannon 訊息統計指數和 Simpson 豐富度指數之區別能力強；然需樣本所含種數大於群落所含種數之 50 % 時，Q 統計值方無偏估。

$$Q_K = \frac{\frac{1}{2}n_{R1} + \sum n_r + \frac{1}{2}n_{R2}}{\ln\left(\frac{R2}{R1}\right)} \quad (23)$$

式中 n_{R1} =25 % 之四分位數(即第一個四分位數)所落於組中的種數

n_{R2} =75 % 四分位數(即第三個四分位數)所落於組中的種數

n_r =25 % 與 75 % 四分位數之間的種數

$R1$ =種豐富度階之 25 % 的四分位數

$R2$ =種豐富度階之 75 % 的四分位數

2. 昆蟲聚落組成

(1) 採集方法

本研究以馬氏網集蟲法為主，馬氏網適合於全天候或隨機採集移動中的昆蟲，以研究昆蟲的遷徙和族群動態。由於昆蟲會停落在馬氏網下半部的深色攔截網布後，以其趨光性及往上爬行的特性，會驅使它們爬向白色網布之上面，最後掉入頂端的收集瓶中，瓶中盛有裝 70% 酒精 300 ml，以便收集及保持蟲體的完整性，方便日後之鑑定工作。

(2) 標本鑑定

將採集所得的昆蟲樣本，攜回室內分門別類製做成乾燥或浸漬標本，昆蟲鑑定主要參考（未具名，1994；貢穀紳，1979；劉校生，1986；蔡經甫、楊曼妙，2005；Borror *et al.*, 1989；CSIRO, 1970）之各類檢索表鑑定至科（family），無法確知之科名以「unkown」標示，待專家鑑定後在進行分類，之後將所有標本暫存於嘉義大學森林暨自然資源系實驗室內。

(3) 昆蟲群聚組成分析

將各地區不同樹種所採集的昆蟲樣本之數據加以彙整，將資料輸入至 Excel 中建立成資料庫，並製成圖、表。將各試區所採集的昆蟲樣本加以鑑定，比較試區出現的昆蟲種類、數量及其群落消長，作相對之昆蟲相組成分析，並依其生態角色及食性功能組成，將昆蟲分為 6 大類，包括植食者、捕食者、寄生者、植物性分解者、動物性分解者、雜食者。從紀錄之昆蟲個體數及科數的比例，以探討不同造林樹種與昆蟲群聚組成之關係。

(4) 昆蟲多樣性分析

比較四種造林樹種各別的 α 多樣性，其多樣性指數計算如下

(Ludwig and Reynolds, 1988; Krebs, 1999) :

a. 科豐富度指數 (Family richness index)

$$d = (F-1) / \ln N$$

b. 辛普森多樣性指數 (Simpson's index)

$$D = 1 - \sum [n_i(n_i-1) / N(N-1)]$$

c. 夏農-威納多樣性指數 (Shannon-Wiener's diversity index)

$$H' = -\sum (P_i) \times (\ln P_i)$$

d. 均勻度指數 (Palou's evenness index)

$$e = [-\sum (P_i) \times (\ln P_i)] / \ln F$$

e. F = 種數 (本研究以科數代替)

N = 總個體數, $P_i = n_i/N$, n_i = 第 i 科個體數

3. 鳥類調查

採用穿越線調查法，調查時以目視法輔助以聲音進行判別，並配合文獻蒐集、圖鑑鑑定及訪談錄鳥種。

4. 土壤取樣分析

(1) 土壤 pH 值測定

取土壤與蒸餾水 1:2 (w/v) 比例混合均勻，攪拌後靜置過夜，以酸鹼測定儀 (Laboratory pH meter pH M61) 測定之 (Mclean, 1982)。

(2) 土壤中氮濃度測定

將土壤過篩並烘乾後，取出 1 g 樣本加入 15 ml 濃硫酸過夜 (24 hr)，再放入消化裝置 (2020 Digester) 緩慢加熱到 375 °C，維持 3 hr，加入 15 ml H₂O₂，至樣本呈透明澄清液後過濾之並以蒸餾水定積至 100 ml，取 40 ml 置凱氏氮蒸餾裝置 (2200 Kjeltac Auuto Distillation) 內蒸餾，加入適量的 40 % NaOH 溶液，以 30 ml 4 % 硼酸為接收劑，再以 0.1 N H₂SO₄ 溶液滴定之，同時並進行空白試驗，計算出含氮量 (MacDonald, 1977)。

(3) 有效磷含量測定

以鉬藍法測之，取 1 g 樣本置於 50 ml 角錐瓶中，加入 7 ml 萃取液 (0.5 N HCl-0.03 N NH₄F) 搖盪 1 min，以 Advantec No.5 濾紙過濾。取 2 ml 樣液加入 5 ml H₂O 及 2 ml (NH₄)₆Mo₇O₂₄ 溶液，混合均勻後加入 1 ml SnCl₂ 稀釋液呈色後，以分光光度計 (Spectrometer, Hitachi U-2000) 於波長 660 nm 下測定吸光值，比對磷標準曲線得出樣液之磷濃度 (Olson and Sommer, 1982)。

(4) 可置換性陽離子濃度之測定

以醋酸銨 (NH₄OAc) 法測定之 (Rhoades, 1982)，取 5 g 過篩風乾土壤置於 250 ml 三角瓶中，加入 40 ml 1N NH₄OAc

(pH7.0) ，震盪 10 min 靜置過夜。抽氣過濾之，以 NH_4OAc 定積至 100 ml，取澄清濾液利用感應耦合電漿原子發射光譜儀 (HITACHI P-4010 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission, ICP) 測定可置換性陽離子鉀、鈣、鎂和鈉濃度。

VIII. 結果與討論

(I) 造林木生長情形與植群相關分析

1. 樣區造林木生長情形

依據茄苳、光蠟樹、臺灣檫及桃花心木於各地區樣區之調查數據資料統計其內容包含胸徑、基徑、樹高及冠幅(表 7)。

表 7 92 年度造林各樹種於之生長量

樹種	平均胸徑(cm)	平均基徑(cm)	平均樹高(m)	平均冠幅(m)
茄苳	9.00	16.60	4.38	2.40
光蠟樹	4.51	9.67	4.26	1.91
臺灣檫	5.75	9.35	4.52	2.51
桃花心木	6.14	9.96	5.16	2.40

註：各樹種為 92 年度造林之林木，其中光蠟樹有 2 樣區，台灣檫及茄苳個有 1 樣區為 94 年度造林。

茄苳在 6 年生之造林木時，冠層已可達鬱閉狀態，林下地被植物稀少。平均胸徑 9.00cm，其胸徑在調查樹種中為最高、平均樹高 4.38m，冠幅達 2.40m。陳明義等(2004)於研究報告中指出光蠟樹生長迅速，於優良生育地者，20~25 年生胸徑可達 60~70cm，於 2 年生人工林，胸徑可達 1.6cm，樹高可達 2.2m，造林樣區中 6 年生之光蠟樹在平均胸徑上達 4.51cm，平均樹高 4.26m，其中以嘉義南靖農場 1 號樣區之光蠟樹生長情形最佳，平均胸徑達 6.63cm、平均樹高達 5.64m；

臺灣檫之生長速度因生育地之好壞有關，於蕙孫林場(海拔約 650m)，4 年生樹高約 3.6m，平均胸徑約 4.3cm。嘉義大學蘭潭校區(海拔約 30m)，30 年生，樹高達 15m 上，胸徑 25~35cm，調查樣區為臺灣南部之平地地區，所測得之平均胸徑為 5.75cm、平均樹高為 4.52m，平均冠幅為 2.51m，為四種調查樹種中之最高者，與其生長特性，冠幅寬，易大量分枝有關；桃花心木於適宜生育地者，2 年生者胸徑可達 3cm、樹高達 1.8m，在臺灣南部地區之良好生育地者，30~40 年生者，胸徑可達 90cm 以上，在調查樣區

中 6 年生之桃花心木平均胸徑達 6.14cm、樹高達 5.16m，高雄九鬮農場之樣區，平均胸徑測得 8.56cm、平均樹高 6.81m，生長情形良好。

由各樹種於不同樣區之間比較(表 8、9)：茄冬的平均胸徑達 9.00cm、平均樹高 4.38m、冠幅 2.40m，多數 6 年生之造林木已鬱閉，林下地被層植物較少；除了樣區 8 及樣區 26 為 4 年生之造林木，大部份樣區之各項調查數據均在平均值之上，樣區 31 為高雄月眉農場之茄冬造林地，當地環境較為乾旱，且受到蟲害，部分葉片卷曲，林木生長較為緩慢。光蠟樹樣區中，19 及 23 樣區為 4 年生之造林木，以嘉義南靖農場 1 號樣區所測得之調查數據為最高，冠幅較大，孔隙較小，地被層植物也較其他光蠟樹樣區為少。

臺灣檫以臺南白河農場 18 樣區之生長情形最佳，樣區位置接近道路，並有排水溝經過，水源供應充足，平均胸徑 9.22m、平均樹高 12.25m、平均冠幅達 2.88m，冠層接近鬱閉。桃花心木樣區全為 92 年度造林之 6 年生造林木，高雄九鬮農場 28 樣區之各項調查數據為所有桃花心木中最佳，有農作灌溉水到經過，水源充分供給，土壤肥沃，平均胸徑 8.56cm、平均樹高 6.81m、平均冠幅 1.98m。

表 8 各樣區樹種生長資料紀錄

地區	農場別	樹種	樣區編號	造林年度	胸徑(cm)	基徑(cm)	樹高(m)	冠幅(m)
嘉義	南靖	茄冬	2	92	10.34	22.26	5.16	3.18
嘉義	下半年	茄冬	8	94	4.23	9.35	2.25	1.54
臺南	樹安	茄冬	3	92	10.26	21.12	5.74	2.34
臺南	白河	茄冬	16	92	10.39	16.1	4.35	2.11
高雄	九鬮	茄冬	30	92	11.24	18.76	5.15	2.44
高雄	月眉	茄冬	31	92	7.24	14.99	3.59	2.55
屏東	新赤	茄冬	21	92	11.85	20.34	5.17	3
屏東	萬隆	茄冬	26	94	6.42	9.87	3.66	2.05
嘉義	南靖	光蠟樹	1	92	6.63	14.58	5.64	2.48
嘉義	下半年	光蠟樹	7	92	4.67	12.23	4.85	1.91
臺南	樹安	光蠟樹	4	92	3.74	11.52	4.32	1.65
臺南	白河	光蠟樹	15	92	6.32	12.75	4.93	1.86
高雄	九鬮	光臘樹	29	92	5.04	7.5	4.4	1.78
高雄	月眉	光臘樹	32	92	4.83	9.66	4.48	2.75
屏東	新赤	光臘樹	19	94	2.91	5.71	3.36	1.75
屏東	萬隆	光臘樹	23	94	1.90	3.38	2.06	1.1
嘉義	大埔美	臺灣檫	10	94	3.45	5.92	3.16	1.92
嘉義	港墘	臺灣檫	11	92	6.78	13.57	6.05	2.99
臺南	柳營	臺灣檫	13	92	4.58	8.46	4.07	1.8
臺南	白河	臺灣檫	18	92	9.22	12.25	5.06	2.88
高雄	九鬮	臺灣檫	27	92	6.25	10.35	5.11	2.96
高雄	大寮	臺灣檫	34	92	6.74	10.2	4.88	2.86
屏東	新赤	臺灣檫	22	92	5.67	9.03	4.77	2.5
屏東	萬隆	臺灣檫	25	94	3.32	4.98	3.07	2.19
嘉義	港墘	桃花心木	12	92	6.13	9.62	5.25	1.01
臺南	白河	桃花心木	17	92	8.19	14.18	5.36	1.48
臺南	柳營	桃花心木	14	92	4.55	7.66	4.19	0.95
高雄	九鬮	桃花心木	28	92	8.56	12.81	6.81	1.98
高雄	月眉	桃花心木	33	92	4.57	7.47	4.21	1.27
屏東	新赤	桃花心木	20	92	5.58	9.42	5.47	1.39
屏東	萬隆	桃花心木	24	92	6.04	9.13	5.51	1.75

造林木的直徑級結構(表 9)呈現常態分布(圖 2~圖 6)；茄苳、臺灣檫之葉部有些許蟲害發生。

表 9 林木直徑級統計

樹種	≤1cm 稚樹	直徑級(cm)						總計
		5	10	15	20	25	30	
茄苳	2	63	132	78	10	1	1	287
光蠟樹	30	164	109	3	1	0	0	307
臺灣檫	9	118	138	12	1	3	1	282
桃花心木	8	106	141	5	2	0	0	262

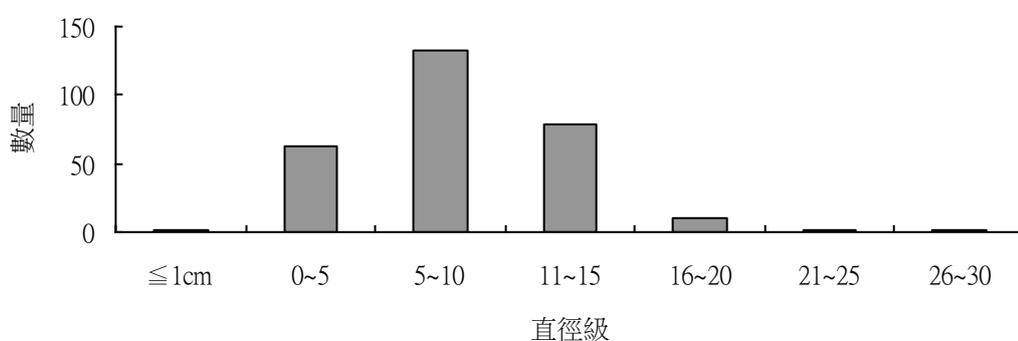


圖 2 茄苳直徑及分布曲線圖

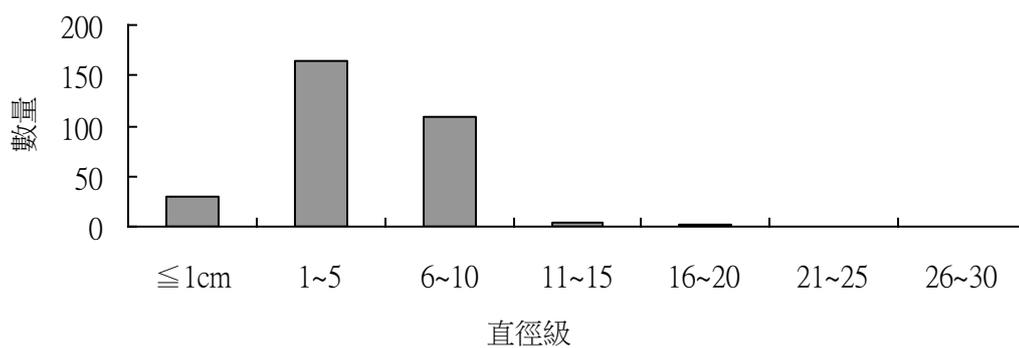


圖 3 光蠟樹直徑及分布曲線圖

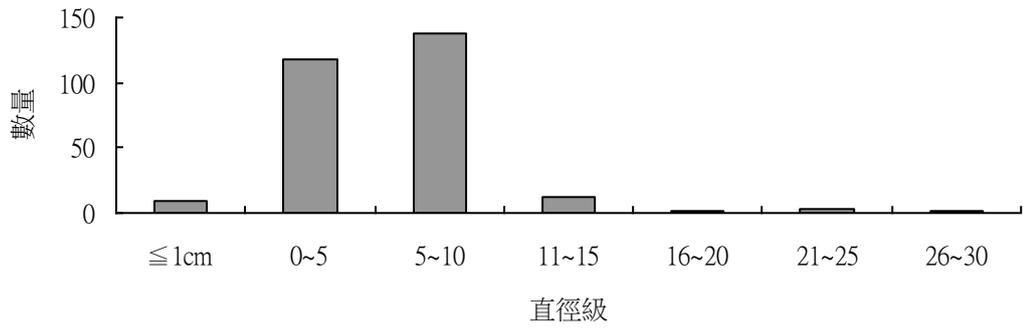


圖 4 臺灣檫直徑及分布曲線圖

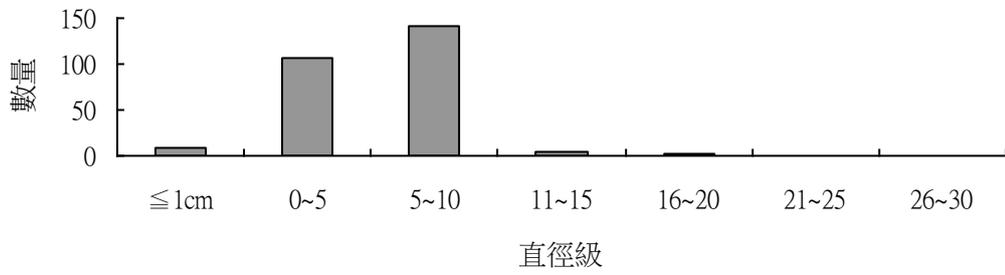


圖 5 桃花心木直徑及分布曲線圖

2. 林下植物種類與覆蓋

於 32 個樣區調查中，計有 43 科 101 屬 126 種植物(表 9)，植物名錄詳見附錄 I。林下植物覆蓋度調查，因試驗地須配合台糖公司每季造林地之經營管理與撫育，除草、施肥等情形頻繁，干擾地被植物之自然演替，因此樣區內物種之覆蓋度有較大差異性。

表 10 研究區內林下植物數量統計

類別	科數	屬數	種數
蕨類植物	3	3	3
雙子葉植物	36	74	85
單子葉植物	4	24	38
總計	43	101	123

經營管理上的除草及各項撫育，使樹種生長情況良好。某些地區於進行栽植時地表蓋上黑布，抑制雜草生長速率，使得造林木在幼齡期生長壓力減小。

茄苳之生長速率快，林分密度高，冠層鬱閉孔隙小，陽光所能穿透面積有限，再加上種植林木時，地表覆蓋黑色塑膠布，避免雜草叢生，造成林下植被覆蓋面積小，成林後並不需要太多的管理，林下有更新小苗的出現，有些許樟樹及水黃皮等耐陰性小苗出現，推測由風力及鳥類所傳播。若受到天災或是外力等影響而形成造林木的危害時，林下的小苗具有取代原本造林木之潛力，目前發現葉部受到些許的蟲害。光蠟樹冠層鬱閉需要經過較長的時間，地表受光度大，許多草生及地被植物覆蓋較大，生物多樣性高，如：大花咸豐草、阿穆爾莎草、鋪地黍、野桐、蟲屎、葉下珠等都有較大之覆蓋度和株數及自然演替下之更新苗等；大葉花心木、臺灣檫之情況和光蠟樹類似，林下陽光充足、富有較多的生物資源，若是在高林分密度之下，則地被植物較少出現，並可發現自生更新苗。樣區中所採得土壤進行化學性質分析，結果顯示養份供給充足，並無顯著差異，足以支持林木生長之所需。

3. 植群矩陣群團分析

本研究以各種類植物於各樣區之重要值指數(important value index, IVI)為基礎(附錄 4)，計算各樣區間之相似性指數，繪成相似性矩陣，並依據結果連結各樣區製成樹形圖(圖 6)。樣區林木為人工栽植之單一樹種，因此上層林木不作為歸群分析探討，關注於林下地被植物，利用林下植物種類及覆蓋度為歸群分析之結果。由樹形圖結果顯示，樣區 10 及 24 最為相似，其次為樣區 19 及 27、樣區 8 及 13，此 6 個樣區之相似之處為：重要值在平均值以上之植物種類為大花咸豐草(*Bidens pilosa*)、紫花藿香薊(*Ageratum conyzoides*)，無論是在鬱閉林下或是孔隙度較大之林下皆有其蹤跡。在林下植被覆蓋多、植物種類多樣性高樣區內可和其他植被競爭成為優勢種，生長情形良好；除草之後也能迅速更新演替，生長出新的植株。此外樣區 12、25 及 26 於調查前進行除草，樣區之物種總數、總株數最小，歸群分析結果上成為一群。樣區在受到強度人為干擾情況之下，無論地區性或是樹種，皆無顯著相似性，林下植物組成及相似度多有迥異。

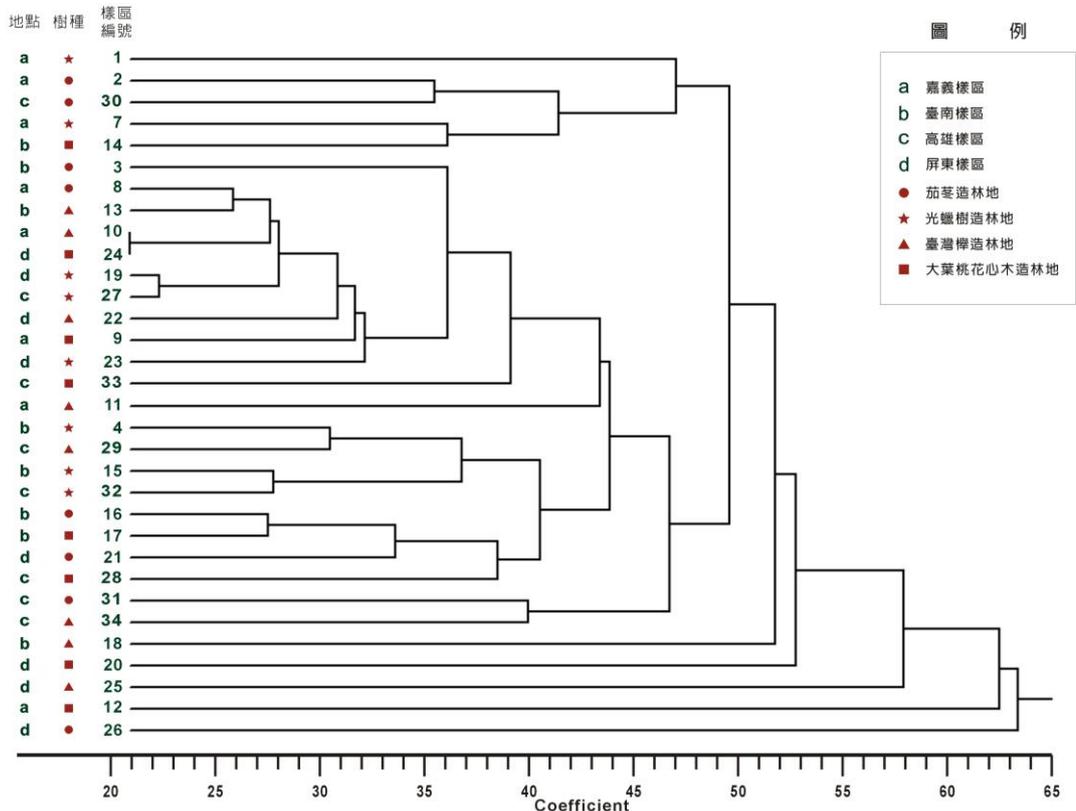


圖 6 嘉南、高屏地區 32 個樣區矩陣群團分析連結樹形圖

4. 種豐富度指數分析

根據 7 種方法所求算之各樣區物種歧異度(表 10)。一般而言，一個群落如果具有很多物種，其均勻程度高，歧異度大；反之，歧異度小，則均勻程度小。

由表中得知樣區 12 之 Shannon 訊息統計指數、McIntosh 豐富度指數、Simpson 種豐富度指數、Shannon 均勻度指數、McIntosh 均勻度指數等皆於所有樣區呈現最小，就結果來看，係因樣區 12 之總種數僅為 8，導致歧異度小，此樣區調查期間正逢台糖公司除草，樣區受到強度人為干擾有關；樣區 4 之總種數為 29，為所有樣區中之最大者，另外樣區 16 總種數為 24、樣區 17 總種數為 27，三樣區之總種數及其各項豐富度指數皆為前幾名。由此推測物種多且均勻度高，將反映於奇異度上。

由優勢度所求算之 Berger 種豐富度指數，強調最豐富種類所佔比例，與其他指數不同，呈現出相反的結果；Q 統計值(豐富度指數)係針對生物群落中較穩定之中等豐富度物種所發展出，對其他指數具有較高之區別能力。如樣區 16 於 Q 統計值、Shannon 訊息統計指數、McIntosh 豐富度指數、Simpson 種豐富度指數、Shannon 均勻度指數、McIntosh 均勻度指數皆為所有樣區之最大者，其 Berger 種豐富度指數為最小。樣區 16 為臺南白河農場之茄萼造林地，造林年度為 92 年迄今，植株生長情形良好，林下覆蓋植物種類多，並有天然更新之小苗出現。

表 11 樣區林下植物之總數、總株數與豐富度指數

樣區	總種數	總株數	Shannon	Berger	McIntosh	Simpson	Kempton	Shan-even	McIn-even
1	10	33	2.026	0.242	0.725	0.839	3.967	0.88	0.876
2	13	48	2.201	0.292	0.718	0.852	5.049	0.858	0.851
3	9	35	2.019	0.2	0.741	0.852	3.641	0.919	0.923
4	29	116	3.038	0.103	0.838	0.942	7.935	0.902	0.933
7	10	43	2.08	0.186	0.735	0.858	3.967	0.904	0.911
8	21	72	2.885	0.111	0.848	0.937	11.542	0.948	0.957
9	13	42	2.281	0.19	0.767	0.876	4.328	0.889	0.897
10	28	78	3.022	0.103	0.85	0.939	8.632	0.907	0.929
11	18	57	2.67	0.14	0.825	0.919	6.548	0.924	0.936
12	8	17	1.692	0.471	0.639	0.734	無法計算	0.813	0.748
13	13	40	2.328	0.2	0.783	0.884	5.771	0.908	0.912
14	13	45	2.241	0.178	0.75	0.869	2.395	0.874	0.883
15	23	88	2.88	0.091	0.834	0.935	7.184	0.919	0.941
16	24	56	3.032	0.089	0.886	0.946	13.565	0.954	0.964
17	27	80	3.019	0.1	0.853	0.941	8.731	0.916	0.938
18	16	51	2.502	0.157	0.799	0.902	4.911	0.902	0.916
19	17	57	2.569	0.14	0.803	0.908	6.002	0.907	0.92
20	12	39	2.122	0.205	0.731	0.851	2.885	0.854	0.863
21	19	61	2.767	0.115	0.842	0.929	7.213	0.94	0.953
22	16	50	2.43	0.16	0.783	0.893	8.963	0.877	0.897
23	18	64	2.675	0.125	0.821	0.921	7.094	0.926	0.94
24	23	65	2.848	0.123	0.834	0.927	7.935	0.908	0.923
25	12	43	2.241	0.186	0.763	0.875	3.641	0.902	0.909
26	9	36	1.903	0.222	0.703	0.829	3.574	0.866	0.879
27	19	58	2.58	0.138	0.799	0.907	3.186	0.876	0.901
28	16	52	2.529	0.135	0.808	0.908	4.911	0.912	0.928
29	26	77	2.995	0.104	0.85	0.939	9.378	0.919	0.937
30	19	54	2.7	0.13	0.83	0.92	5.771	0.917	0.93
31	18	52	2.619	0.154	0.818	0.913	4.911	0.906	0.922
32	20	63	2.688	0.127	0.816	0.918	4.365	0.897	0.918
33	20	70	2.771	0.114	0.828	0.927	9.378	0.925	0.939
34	25	75	3.015	0.093	0.86	0.943	10.099	0.937	0.951

(II) 昆蟲聚落組成與數據分析

1. 昆蟲資源組成

本調查於 2008 年 9 月 13 日至 28 日止，所誘得昆蟲量共計 14 目 117 科 6,884 隻 (表 12)，就科數而言以雙翅目 36 科最多、其次分別為膜翅目 21 科、鞘翅目 21 科及鱗翅目 13 科，就個體數來看以長角跳蟲科 3,446 隻最多，夜蛾科 569 隻次之。下列為各樹種試區誘得的昆蟲相組成：

茄苳：本樹種誘得昆蟲共計 9 目 44 科 1,848 隻，就科數而言以雙翅目 19 科最多、鞘翅目 6 科次之，就個體數而言以長角跳蟲科 1,273 隻最多，其次為蟻科 192 隻。

光蠟樹：本樹種誘得昆蟲共計 11 目 61 科 2,632 隻，就科數而言以雙翅目 20 科最多、鞘翅目 13 科次之，就個體數而言以長角跳蟲科 1,328 隻最多，其次為蟻科 235 隻。

臺灣欒：本樹種誘得昆蟲共計 11 目 56 科 1,420 隻，就科數而言以雙翅目 17 科最多、鞘翅目 11 科次之，就個體數而言以長角跳蟲科 419 隻最多，其次為夜蛾科 199 隻。

桃花心木：本樹種誘得昆蟲共計 10 目 52 科 1,030 隻，就科數而言以雙翅目 14 科最多、膜翅目 13 科次之，就個體數而言以長角跳蟲科 426 隻最多，其次為夜蛾科 111 隻。

表 12 各樹種樣區誘得之昆蟲資源組成

樹種	目	科	個體數
茄苳	9	44	1,848
光蠟樹	11	61	2,632
臺灣欒	11	56	1,420
桃花心木	10	52	1,030
合計	14	117	6,884

林木和昆蟲的研究中，本研究以馬氏網集蟲法為主，馬氏網集蟲法乃運用昆蟲的趨光性及向上爬的特性，在昆蟲移動的過程中，昆蟲將沿布幕向上移動誘引至酒精瓶中，此方法適於全天候或隨機採集

移動中的昆蟲，並可同時監測昆蟲的遷徙和族群動態，種類與數量以彈尾目佔 50% 為最多，雙翅目佔 18% 次之；光蠟樹誘得昆蟲科及個體數為四樹種中最高，計有 11 目 61 科 2,632 隻，誘得科數為總科數的 52%，推測與本樹種接近成林和較多支地表職務覆蓋為良好蔽護有關。

2. 昆蟲食性分析

各樹種中以臺灣檫試區昆蟲各目出現率最平均，而同翅目佔 16% 為四樹種最高。至於茄苳、光蠟樹及桃花心木均以彈尾目昆蟲出現率最高，分別為 67、48 及 42%(圖 7)。

從圖8結果顯示各農場試區所誘得的昆蟲科食性百分比組成大致相同，植食性佔29~41%為最高，捕食性佔5~13%、寄生性佔8~15%、植物性分解者佔23~37%、動物性分解者佔8~13%及雜食性佔2~5%；就誘得昆蟲個體食性百分比組成，以臺灣檫所誘得的植食性昆蟲佔34%，相較其他樹種高出約18%，為四樹種之最高者，而各樹種誘得的昆蟲皆以植物性分解者佔56~78%為最高(圖9)。

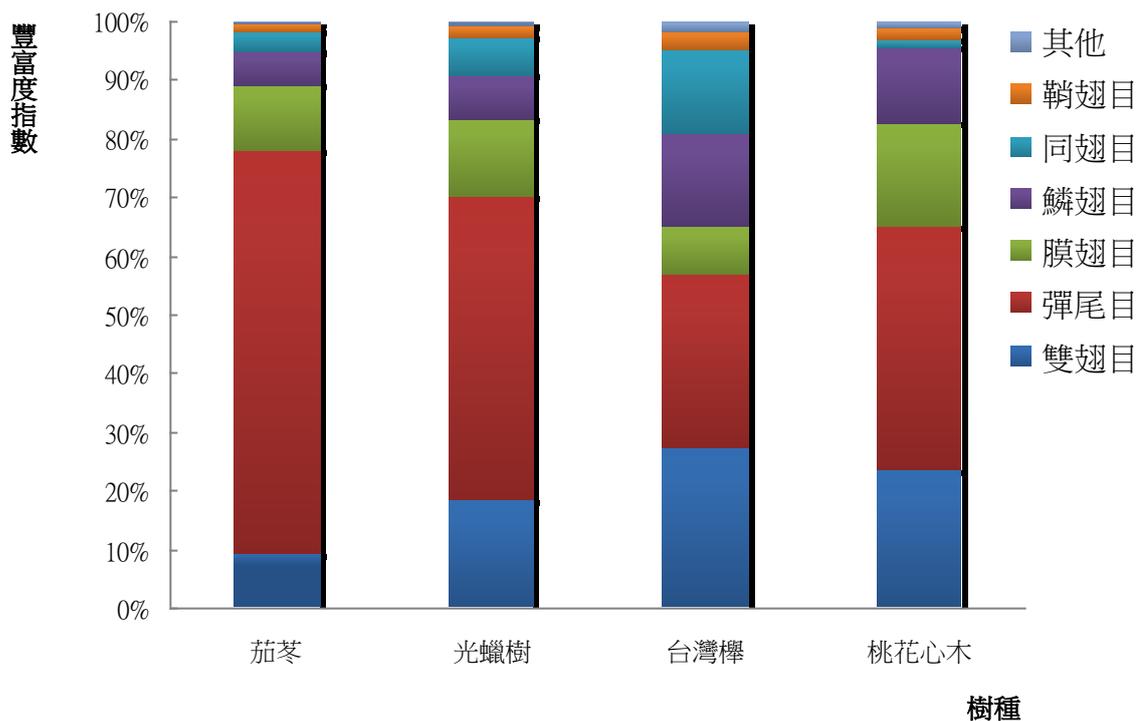


圖7 不同樹種內昆蟲各目相對組成百分比

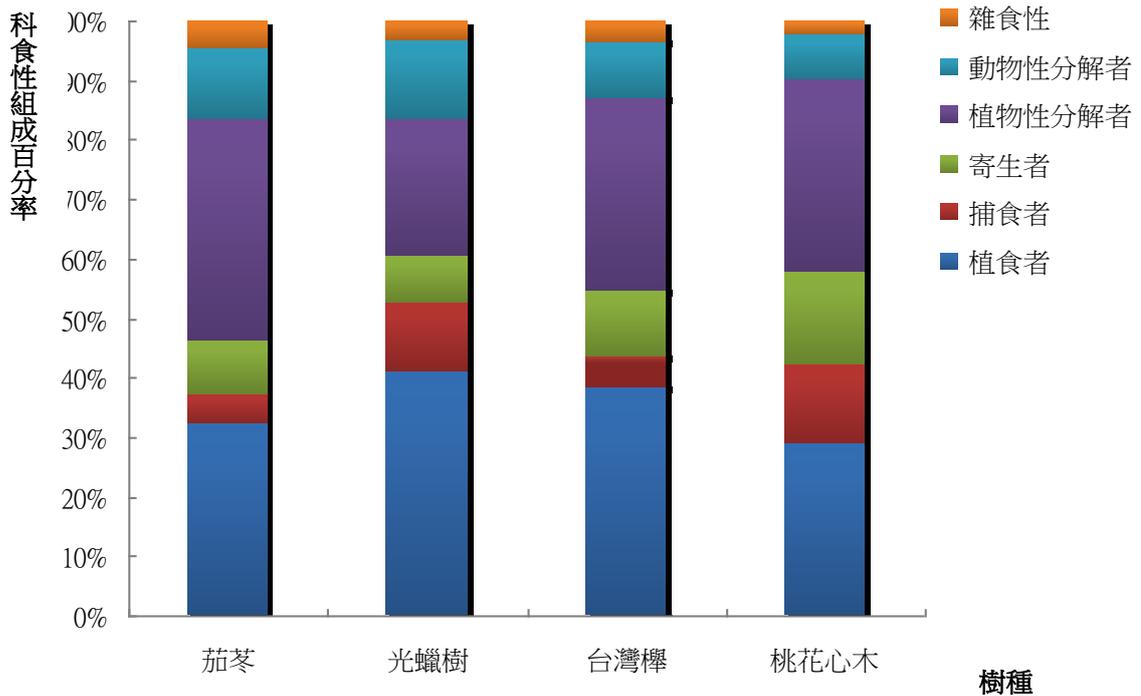


圖8 不同樹種所誘得昆蟲之科食性組成

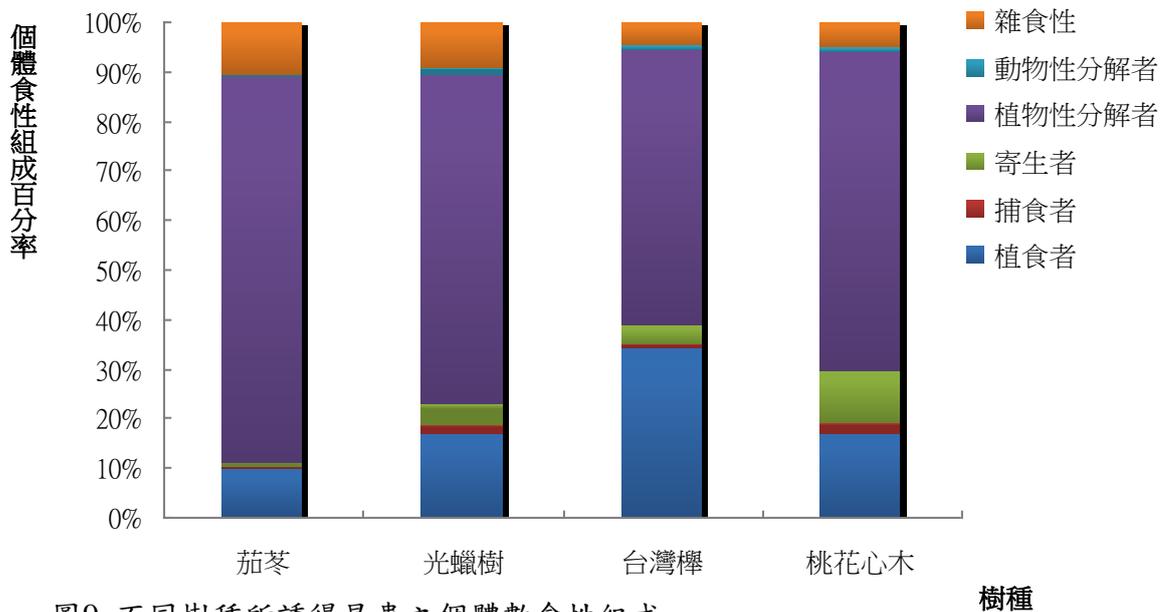


圖9 不同樹種所誘得昆蟲之個體數食性組成

造林樹種的差異，對於昆蟲種類與數量具有極高的變異，地域的環境和植被的變化，也將影響昆蟲相食性的組成，茄苳林分多鬱閉，林地有機質堆積豐厚，彈尾目等植物性分解性昆蟲出現最多；劉仝(2008)指出植食行為是森林生態系中能量及物質循環流動的重要環節。植食性昆蟲為森林中植食行為主要的生物，調查中主要的植食者

為同翅目中的葉蟬科、小頭飛蝨科及鱗翅目之夜蛾科為主，在臺灣檫林中所誘得的植食性昆蟲為最多，與昆蟲的取食偏好性有明顯相關；臺灣檫樹葉上有嚴重的煤煙病發生，和馬氏網陷阱中誘得大量的同翅目小頭飛蝨科個體數達191隻有明顯得相關，因此類昆蟲亦為傳染菌質病之媒介害蟲。

3. 昆蟲多樣性指數分析

表13結果得知，四樹種之科豐富度指數以光蠟樹7.619為最高，茄苳5.717為最低；辛普森多樣性指數以臺灣櫟0.861為最高，茄苳0.511為最低；夏農-威納多樣性指數以桃花心木2.142為最高，茄苳1.411為最低；均勻度指數以桃花心木0.542為最高，茄苳0.373為最低。

表13 平地造林各樹種四種多樣性指數

多樣性指數	茄苳	光蠟樹	臺灣櫟	桃花心木
Family richness	5.717	6.619	7.577	7.351
Simpson	0.511	0.714	0.861	0.802
Shannon-Winerr	1.411	1.901	1.691	2.142
Palou-eyen	0.373	0.462	0.421	0.542

多樣性指數分析中，臺灣櫟所誘得昆蟲的科豐富度為最高，與林下植被豐富有明顯相關，Hoback *et al.*(1999)認為昆蟲多樣性及聚結，受植物遮蔽有無影響結果相似。Simpson和Shannon多樣性指數中，臺灣櫟群落之優勢度指數較高，桃花心木則是在群聚中擁有稀有種數較多。

4. 土壤化學性質

由表14~17之土壤分析結果顯示，各地區於台糖公司經營管理下，定期的施肥及撫育，各地區土壤養分並無顯著差異。

表14 茄苳於不同地區之土壤化學性質

處裡	地區	屏東	高雄	臺南	嘉義
pH		6.14±0.26 ^a	5.96±1.29 ^a	6.58±1.39 ^a	7.29±0.66 ^a
全氮量(%)		0.17±0.04 ^a	0.14±0.03 ^a	0.14±0.04 ^a	0.19±0.02 ^a
有效磷含量(μg/g)		0.26±0.12 ^a	0.1±0 ^a	0.08±0.05 ^a	0.32±0.27 ^a
可置換性鈣濃度(cmol(+) kg^{-1})		1.9±0.29 ^b	3.44±1.87 ^{ab}	3.22±2.02 ^{ab}	6.11±4.52 ^a
可置換性鉀濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.12±0.07 ^b	0.09±0.06 ^b	0.15±0.08 ^b	0.29±0.13 ^a
可置換性鎂濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.1±0.02 ^b	0.42±0.32 ^{ab}	0.45±0.05 ^{ab}	0.6±0.5 ^a
可置換性鈉濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.01±0 ^b	0.02±0.01 ^{ab}	0.06±0.06 ^{ab}	0.05±0.04 ^a

表15 光蠟樹於不同地區之土壤化學性質

處裡	地區	屏東	高雄	臺南	嘉義
pH		6.22±1.63 ^a	5.88±2.01 ^a	6.33±1.06 ^a	6.64±0.14 ^a
全氮量(%)		0.22±0.02 ^a	0.17±0.01 ^{ab}	0.13±0.07 ^b	0.19±0.02 ^a
有效磷含量(μg/g)		0.27±0.24 ^a	0.07±0.01 ^a	0.08±0.02 ^a	0.58±0.6 ^a
可置換性鈣濃度(cmol(+) kg^{-1})		4.85±6.35 ^a	3.23±2.62 ^a	3.35±1.9 ^a	3.9±2.57 ^a
可置換性鉀濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.21±0.1 ^b	0.12±0.04 ^b	0.23±0.04 ^b	0.42±0.14 ^a
可置換性鎂濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.2±0.05 ^b	0.32±0.15 ^b	0.49±0.1 ^a	0.6±0.19 ^a
可置換性鈉濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.18±0.27 ^a	0.01±0.01 ^a	0.05±0.02 ^a	0.02±0.03 ^a

表16 臺灣檫於不同地區之土壤化學性質

處裡	地區	屏東	高雄	臺南	嘉義
pH		5.95±0.46 ^a	5.57±1.38 ^a	6.03±1.03 ^a	6.56±1.55 ^a
全氮量(%)		0.23±0.02 ^a	0.14±0.03 ^b	0.08±0.03 ^c	0.11±0.02 ^{bc}
有效磷含量(μg/g)		0.27±0.1 ^a	0.08±0.01 ^a	0.2±0.16 ^a	0.15±0.04 ^a
可置換性鈣濃度(cmol(+) kg^{-1})		1.97±0.28 ^a	3.42±2.62 ^a	1.45±0.7 ^a	2.96±3.94 ^a
可置換性鉀濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.11±0.04 ^a	0.15±0.07 ^a	0.35±0.44 ^a	0.13±0.07 ^a
可置換性鎂濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.21±0.1 ^a	0.29±0.22 ^a	0.42±0.47 ^a	0.47±0.25 ^a
可置換性鈉濃度(cmol(+) kg^{-1})		0.01±0 ^a	0.1±0.15 ^a	0.11±0.09 ^a	0.02±0.02 ^a

表17 桃花心木於不同地區之土壤化學性質

處裡	地區	屏東	高雄	臺南	嘉義
pH		7.24±0.7 ^a	7.33±0.18 ^a	6.4±0.18 ^a	6.5±1.64 ^a
全氮量(%)		0.19±0.02 ^a	0.15±0.03 ^a	0.08±0.03 ^b	0.1±0.32 ^b
有效磷含量(μg/g)		0.13±0.1 ^a	0.06±0.03 ^a	0.19±0.13 ^a	0.18±0.01 ^a
可置換性鈣濃度(cmol(+)kg ⁻¹)		5.08±5.7 ^a	2.32±2.16 ^a	2.48±0.32 ^a	4.31±4.22 ^a
可置換性鉀濃度(cmol(+)kg ⁻¹)		0.19±0.08 ^{ab}	0.1±0.03 ^b	0.28±0.09 ^a	0.15±0.07 ^b
可置換性鎂濃度(cmol(+)kg ⁻¹)		0.21±0.09 ^a	0.22±0.17 ^a	0.45±0.17 ^a	0.37±0.33 ^a
可置換性鈉濃度(cmol(+)kg ⁻¹)		0.01±0.01 ^b	0.01±0 ^b	0.05±0.04 ^a	0.05±0.02 ^a

IX. 結論

由本研究由林分密度及植物組成多樣性和環境因子相互的探討後，做出以下結論。

- (I) 各地區之土壤成份無顯著差異 (表 14)，雨量充足 (表 3~6)，足以支持林木之生長，其林木生長情形因各地區環境影響而有不同。92 年進行造林之林木茄苳冠幅於現場觀察，已達鬱閉狀態，光蠟樹、臺灣檫及桃花心木因其樹形及生長特性而有所差別，若維持其生長趨勢，日後也可達林相鬱閉(表 7)。
- (II) 地被植物受到冠層鬱閉度及光度的影響，覆蓋率有多寡之差別，部分造林地進行栽植林木時，地表蓋上黑色塑膠布，防止雜草滋生，地被植物覆蓋亦少。如茄苳冠層鬱閉，林下所能接受到陽光照射有限，加上落葉層、腐植質等，使地被層植物出現較少；光蠟樹冠層較小，陽光可直射於地表面，地被植物覆蓋面積大。部份樣區因逢台糖公司除草之際，受到干擾則不予已考慮。
- (III) 植食性昆蟲為森林中植食行為主要的生物，所選樣區中主要的植食者為同翅目中的葉蟬科、小頭飛蝨科及鱗翅目之夜蛾科為主，與昆蟲的取食偏好性有明顯相關；臺灣檫發生的煤煙病，同翅目小頭飛蝨科亦為傳染菌質病之媒介害蟲。管理經營之時可針對危害林木之昆蟲進行防治。
- (IV) 平地造林除了可使廢耕的農地或是廢地，使其恢復利用價值，林木的生長能夠增加碳吸存量，又能夠增添綠地的面積與美觀；昆蟲、鳥類的生存環境與棲息地得以擴大，達到保育及高生物多樣性之雙重效果，實為一舉數得。

X. 參考文獻

- 未具名 (1994) 昆蟲綱科以上學名中名對照表。中華 (臺灣) 昆蟲學會編印，40頁。
- 何藝玲、傅慰毅 (2002) 人工林林下植被的研究現況。林業科學研究 15(6):727-733
- 周會萍、劉興祥、蔡祖國 (2007) 林下植被恢復的限制因子及防治措施。安徽林業科學 35(20):6117-6118。
- 林國慶 (2003) 平地造林政策之分析。農業經濟叢刊 8(2): 111-140。
- 貢毅紳 (1979) 昆蟲學(中冊)。國立中興大學農學院出版委員會，763頁。
- 郭仕強、陳明義、楊正澤 (2005) 東臺灣水璉海岸林生態系節肢動物群聚之探討。植物保護學會會刊 47:319-335。
- 陳明義、呂福原、洪富文、張彬、陳秀雄、陳阿興、陳啟峰、羅紹麟 (1994) 平地造林樹種之研究。中正基金會專題研究報告 8，78頁。
- 游漢明 (2001) 人工林下的樹種多樣性及育林啟示。林業研究專訊 8(1):4-6。
- 葉耕帆、范義彬、楊平世 (2007) 太麻里試驗林異翅類 (半翅目：異翅亞目) 昆蟲多樣性調查。臺灣昆蟲。27：303-316。
- 劉佺、鹿兒陽 (2008) 六種原生闊葉樹植食程度及動態之研究。中華林學會97年度學術論文發表會論文集，155-163頁。國立嘉義大學森林暨自然資源學系，嘉義。
- 劉校生 (1986) 昆蟲分類學實習。國立中興大學教務處，352頁。
- 劉堂瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館發行，462頁。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄 (1994) 臺灣樹木誌。國立中興大學農學院出版委員會，925頁。

- 蔡尚惠 (2000) 森林生態系經營模式之建構-以惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生人林為例。國立中興大學森林學系博士論文，250頁。
- 蔡經甫、楊曼妙 (2005) 植食性椿象與捕食性椿象之鑑定要領。農業委員會動植物防檢局、國立中興大學昆蟲學系，81-111頁。
- Basharin, G. P. (1995) On a statical estimate for the entropy of sequence of independent random variables. *Theory Probab. Appl.* 4:333. Cited by Pielou, E. C. 1966.
- Beisel, J.N. and J. C. Moreteau (1997) A simple formula for calculation the lower limit of Shannon's diversity index. *Ecol. Model.* 99:289-292.
- Berger, W. H. and F. L. Parker (1970) Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments. *Science* 168:1345-1347.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson . (1989). An introduction to the study of insects (6thed.). Saunders College Publishing, San Francisco. 875pp.
- Brillouin, L. (1962) *Science and Information Theory*, 2nd ed. Academic Press, New York.
- CSIOR. (1970). *The insects of Australia*. Melbourne University Press, Canberra. 1029 pp.
- Feng, F. L., J. T. Yang, and S. D. Tsai. (1998) Vegetation and insect survey of the Northeast Coast National Scenic Area illustrating integrated forest resource inventory and monitoring system. *J. Agric. For.* 47: 67-87. (in Chinese)
- Hoback, W. W., T. M. Svatos, S. M. Spomer, and L. G. Higley. (1999) Trap color and placement affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Entomol. Exp. Appl.* 91: 393-402.

- Huang, T.C. (ed. In chief) (1999-2003) Flora of Taiwan 2nd ed. Vol. 1-6. Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Second Edition. Taipei, Taiwan
- Hurlbert, S. H. (1971) The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-586.
- Hutcheson, K. (1970) A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theor. Biol.* 29:151-154.
- Kempton, R. A. and L. R. Taylor (1976) Models and statistics for species diversity. *Nature* 262:818-820.
- Kempton, R. A. and R. W. M. Wedderburn (1978) A comparison of three measures of species diversity. *Biometrics* 34:25-37.
- Kerbs, C. J. (1989) *Ecological Methodology*, 1st ed. Harper Collins Publishers, New York. Lord, L. A. and T. D. Lee (2001) Interactions of local and regional processes: species richness in tussock sedge communities.
- Kerbs, C. J. (1999) *Ecological methodology*. 2nd ed. Addison-Welsey Educational Publishers, Menlo Park, CA. 620 pp.
- Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. Wiley, New York. 337 pp.
- MacArthur, R. H. (1955) Fluctuations of animal population, and a measure of community stability. *Ecology* 36(3):533-536.
- MacDonald, D. C. (1977) Methods of soil and tissue analysis used in the analytical laboratory. Canadian Forestry Service Information Report. MM-X-78.
- Magurran, A. E. (1988) *Ecological diversity and its measurement*, 1st ed. Princeton University Press, Princeton.

- Margalef R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts. Sci.* 44: 211-235.
- Mclean, E. O. (1982) Soil pH and lime requirement. *In* A. L. page *et al.* (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part2.* 2nd ed., *Agronomy* 9:199-223 Academic Press, N. Y.
- Olson, S. R. and L. E. Sommers (1982) Phosphorus. *In* A. L. Page *et al.* (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part2.* 2nded. *Agronomy* 9:403-427. Academic Press, N.Y.
- Peet. R. K. (1974) The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5:285-307.
- Pielou, E. C. (1966) Species-diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Thero. Biol.* 10:370-383.
- Pielou, E. C. (1985) *Mathematical ecology*, 2st ed. John Wiley and Sons, Inc., New York. Shannon, C. E. and W. Weaver (1949) *The mathematical theory of communication*, 1st ed. Univerity of Illinois Press, Urbana.
- Rhoades, J. D. (1982) Cation exchange capacity. *In* A. L. page *et al.* (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part2.* 2nd ed., *Agronomy* 9:149-157 Academic Press, N. Y.
- Simpson, E. H. (1949) Measurement of eiversity. *Nature* 163:688. Cited by Magurran, A. E. 1988.
- Williams, C. B. (1964) *Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative ecology.* Academic Press, London and New York. Cited by Southwood, T. R. E. 1978.
- Yang, J. T. (1995) Studying the insect resources of the third compartment of

Hue-Sun experimental forest station using yellow sticky papers. Bull.
Exp. For. Nat. Chung Hsing Univ. 17: 77- 91. (in Chinese)

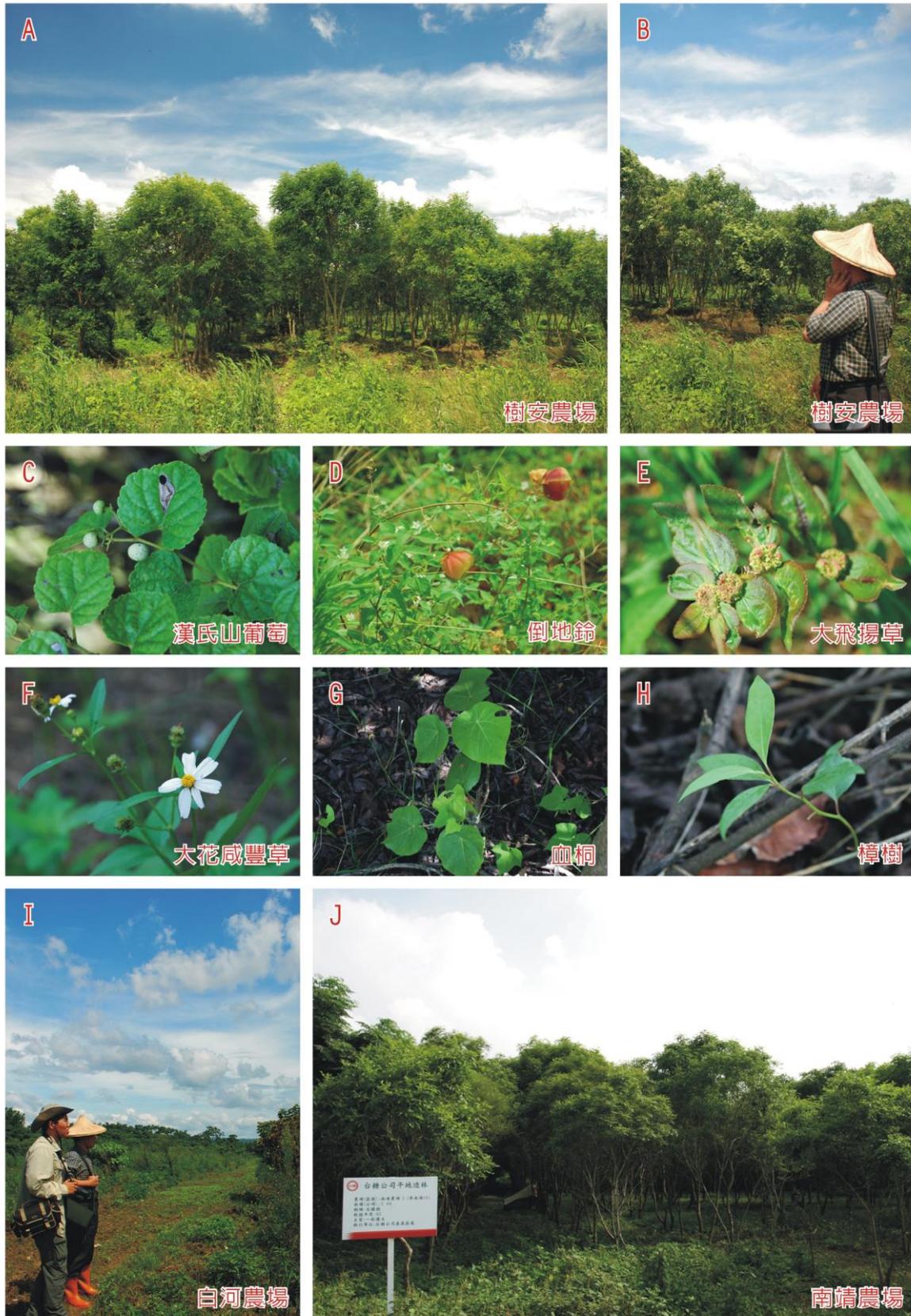
XI.97 年度委託研究 (辦理) 計畫審查意見辦理情形表

審查委員意見	辦理情形
<p>郭委員幸榮：</p> <p>Q₁：引用資料登錄。</p> <p>Q₂：調查時所發現之幼苗，其株數及繼續生長的比例為何？枯死的原因為何？</p>	<p>回應委員建議：</p> <p>A：研究報告書內之引用資料已登錄完全。</p> <p>A：林木所下種之幼苗，受到定期除草的影響，數量相當稀少；而樣區內除了目標樹種之外，其他均予伐除。</p>
<p>廖委員天賜：</p> <p>Q₁：林下植被分析與上木之相關性為何？</p>	<p>回應委員建議：</p> <p>A：茄苳之生長速率快，林分密度高，冠層鬱閉孔隙小，陽光所能穿透面積有限，而其林下所堆積之枯落物層較厚，造成林下植被覆蓋面積小。光蠟樹冠層鬱閉需要經過較長的時間，地表受光度大，許多草生及地被植物覆蓋較大，生物多樣性高，如：大花咸豐草、阿穆爾莎草、鋪地黍、野桐、蟲屎、葉下珠等都有較大之覆蓋度和株數及自然演替下之更新苗等。大葉花心木、臺灣檫之林下植被情況和光蠟樹類</p>

Q₂: 昆蟲相與林分及植被之季節相
關係分析?

似，擁有較多的植物覆蓋。

A: 樹種的差異，於昆蟲相有極高的變異。地域環境、季節之變換及植被的變化等，也將影響昆蟲相組成，需待長時間之監測與調查，方可進一步探討。



圖版 1 現場探勘調查 A、B、I、J 造林地現況；C-H 地被層植物



圖版 2 光蠟樹造林地

A、E 樣區狀況；B 台灣雄蟬；C 光蠟樹苗；D 馬氏網誘集昆蟲；F 猩猩草；
G 象鼻蟲；H 土壤取樣；I 樣區告示牌



圖版 3 茄苳造林地

A 林冠未鬱閉之樣區；B 刺蛾幼蟲；C 金龜；D、E 毛西番蓮；F 茄苳葉部；
G 紫花藿香薊；H 血桐幼苗；I 林冠鬱閉之樣區



圖版 4 臺灣檉造林地

A 林冠鬱閉之樣區；B 樣區調查情形



圖版 5 桃花心木造林地
A 林下大面積植物覆蓋；B 林冠鬱閉之樣區

附錄1 研究樣區內植物名錄

Pteridophytes 蕨類植物				
P6	Ophioglossaceae 瓶爾小草科			
	<i>Ophioglossum vulgatum</i> 瓶爾小草			4
P9	Schizaeaceae 海金沙科			
	<i>Lygodium jaopnicum</i> (Thunb.)Sw. 海金沙	2		4
P16	Lindsaeaceae 陵齒蕨科			
	<i>Sphenomeris chusana</i> (L.)Copel. 烏蕨			3
Dicotyledons 雙子葉植物				
A.15	Lauraceae 樟科			
	<i>Cinamomum camphora</i> (L.) Nees et Eberm. 樟樹	1	3	4
A.27	Caesalpinaceae 蘇木科			
	<i>Cassia tora</i> L. 決明	1		4
A.28	Mimosaceae 含羞草科			
	<i>Acacia confusa</i> Merr. 相思樹			3
	<i>Mimosa pudica</i> L. 含羞草	1	2	3
A.29	Fabaceae 蝶形花科			
	<i>Alysicapus vaginalis</i> (L.) DC 鏈莢豆			3
	<i>Crotalaria juncea</i> L. 太陽麻			3
	<i>Desmodium heterophyllum</i> (Willd.) DC. 變葉山蚂蝗	2		
	<i>Hedysarum gyrans</i> L. f. 舞草			3
	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill. 野木藍	2		4
	<i>Macroptilium atropurpureus</i> (DC.) Urban 賽蜀豆	2		
	<i>Mimosa diplotricha</i> C. Wright ex Sauvalle 美洲含羞草	1	2	3 4
	<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre ex Merr. 水黃皮			3 4
	<i>Sesbania cannabiana</i> Poir 田青			4
A.68	Ulmaceae 榆科			
	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino 檉			3
A.70	Moraceae 桑科			
	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Herit. et Vent. 構樹	1	2	3 4
	<i>Ficus ampelas</i> Burm. 金氏榕		2	3 4
	<i>Maclura cochinchinensis</i> (Lour.) Corner 四頭畏芝			4
	<i>Morus alba</i> L. 桑	1		4
	<i>M. australis</i> Poir. 小葉桑		2	3 4
A.93	Capparaceae 白花菜科(山柑科)			
	<i>Cleome rutidosperma</i> DC. 平伏莖白花菜	1	2	3 4
A.107	Passifloraceae 西番蓮科			
	<i>Passiflora foetida</i> L. var. <i>hispida</i> (DC. ex Triana & Planch.) Killip 毛西番蓮	1	2	3 4

	<i>P. suberosa</i> L. 三角葉西番蓮	1	2	3	4
A.109	Cucurbitaceae 瓜科				
	<i>Momordica charantia</i> L. 苦瓜	1	2	3	
A.116	Tiliaceae 田麻科				
	<i>Corchorus aestuans</i> L. 繩黃麻	1	2		
A.120	Malvaceae 錦葵科				
	<i>Urena lobata</i> L. 野棉花	1			
A.133	Euphorbiaceae 大戟科				
	<i>Bischofia javanica</i> Blume 茄苳			3	4
	<i>Breynia officinalis</i> Hemsl. 山漆莖				4
	<i>Bridelia tomentosa</i> Blume 土密樹	1		3	4
	<i>Chamaesyce hsinchuensis</i> Lin & Chaw 大飛揚草		2	3	4
*	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray 猩猩草		2	3	
	<i>Flueggea virosa</i> (Roxb. ex Willd.) Voigt 白飯樹	1	2	3	4
	<i>Macaranga tanarius</i> (L.) Muell.-Arg. 血桐	1	2	3	4
	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell. -Arg. 野桐		2	3	4
	<i>Melanolepis moluccanum</i> (L.) Pax et Hoffm 蟲屎	1	2	3	4
	<i>Phyllanthus urinaria</i> L. 葉下珠	1	2	3	4
	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb. 烏白				4
A.162	Myrtaceae 桃金娘科				
	<i>Psidium guajava</i> L. 番石榴	1		3	4
A.168	Melastomataceae 野牡丹科				
	<i>Melastoma candidum</i> D. Don 野牡丹			3	4
A.202	Vitaceae 葡萄科				
	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.)Trautv. var.				4
	<i>hancei</i> (Planch.)Rehder 漢氏山葡萄、大本山葡萄				
A.203	Myrsinaceae 紫金牛科				
	<i>Ardisia squamulosa</i> Prsel. 春不老				4
A.206	Ebenaceae 柿樹科				
	<i>Diospyros ferrea</i> (Willd.) Bakhuizen 象牙木	1	2	3	
A.209	Rutaceae 芸香科				
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack. 月橘		2	3	4
A.213	Meliaceae 楝科				
	<i>Melia azedarach</i> L. 苦楝		2		
	<i>Swietenia macrophylla</i> King 桃花心木				
A.215	Sapindaceae 無患子科				
*	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L. 倒地鈴	1	2	3	4
	<i>Koelreuteria formosana</i> Hay. 臺灣樂樹	1			
A.231	Oleaceae 木犀科				
	<i>Fraxinus formosana</i> Hayata 臺灣白蠟樹、光蠟樹、白雞油	1	2		

A.237 Rubiaceae 茜草科				
	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam. 繖花龍吐珠	1	2	3 4
	<i>H. hedyotidea</i> (DC.) Merr. 南投涼喉茶			3
	<i>Paederia scandens</i> (Lour.)Merr. 雞屎藤	1	2	3 4
	<i>Richardia scabra</i> L. 擬鴨舌癩	1	2	3
A.239 Bignoniaceae 紫薇科				
	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv. 火焰木			3
A.242 Ehretiaceae 厚殼樹科				
	<i>Cordia dichotoma</i> G. Forst. 破布子	1		
A.243 Verbenaceae 馬鞭草科				
	<i>Lantana camara</i> L. 馬櫻丹			3
A.269 Cruciferae 十字花科				3
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic. 薺			3
A.276 Polygonaceae 蓼科				
	<i>Polygonum chinensis</i> L. 火炭母草	1		
	<i>P. perfoliatum</i> L. 扛板歸	1	2	3
A.284 Amaranthaceae 莧科				
	<i>Alternanthera bettzickiana</i> (Regel) Nichol森 毛蓮子草			2
	<i>A. sessilis</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schultes 蓮子草	1	2	3
	<i>Amaranthus viridis</i> L. 野莧菜		2	3
A.288 Onagraceae 柳葉菜科				
	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell 細葉水丁香	1	2	
	<i>L. octovalvis</i> (Jacq.) Raven 水丁香	1	2	
A.296 Plumbaginaceae 磯松科				
	<i>Plumbago zeylanica</i> L. 白花藤	1		
A.320 Asteraceae 菊科				
	<i>Aster subulatus</i> Michaux 掃帚菊	1	2	3 4
	<i>Ageratum conyzoides</i> L. 藿香薊	1	2	3 4
	* <i>A. houstonianum</i> Mill. 紫花藿香薊	1	2	3 4
	* <i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> Sch. Bip. 大花咸豐草	1	2	3 4
	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob. 香澤蘭	1		3 4
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. 加拿大蓬	1	2	4
	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore 昭和草	1		
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L. 鱧腸			2
	* <i>Mikania micrantha</i> H. B. K. 小花蔓澤蘭	1	2	3 4
	<i>Sonchus arvensis</i> L. 苦苣菜		2	3 4
	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less. 一枝香	1		
A.321 Solanaceae 茄科				
	* <i>Solanum diphyllum</i> L. 瑪瑙珠			3 4
	<i>S. nigrum</i> L. 龍葵		2	3

A.322	Convolvulaceae	旋花科				
	<i>Ipomoea biflora</i> (L.) Persoon	白花牽牛	1	2	3	4
	<i>I. obscura</i> (L.) Ker-Gawl.	野牽牛	1	2	3	4
	<i>I. pes-tigridis</i> L.	九爪藤		2	3	
	<i>I. triloba</i> L.	紅花野牽牛		2		
A.324	Scrophulariaceae	玄參科				
	* <i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell.	藍豬耳	1	2	3	
A.332	Oxalidaceae	酢醬草科				
	<i>Oxalis corniculata</i> L.	酢醬草	1		3	4
	<i>Alpinia zerumbet</i> (Persoon) B. L. Burtt & R. M. Smith	月桃			3	4
A.381	Araceae	天南星科				
	<i>Typhonium blumei</i> Nicolson & Sivadasan	土半夏				4

Monocotyledons 單子葉植物

A.372	Liliaceae	百合科				
	<i>Asparagus cochinchinensis</i> Merr.	天門冬				4
	<i>A. densiflorus</i> (Kunth) Jessop	武竹	1			
A.393	Palmae	棕櫚科				
	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> (Bory.) H. A. Wendl.	黃椰子			3	
	<i>Phoenix canariensis</i> Hort. ex Chabaud.	海棗	1			4
A.410	Cyperaceae	莎草科				
	<i>Cyperus amuricus</i> Maximowicz	阿穆爾莎草	1		3	4
	<i>C. compressus</i> L.	扁穗莎草	1		3	
	<i>C. rotundus</i> L.	香附子		2		4
	<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaud	日照飄拂草		2		
	<i>F. umbellaris</i> (Lam.) Vahl	繖形飄拂草			3	
A.411	Poaceae	禾本科				
	<i>Brachiaria subquadripara</i> (Trin.) Hitchc.	四生臂形草		2		
	<i>B. villosa</i> (Lam.) A. Camus	毛臂形草	1	2	3	4
	<i>Chloris barbata</i> Sw.	孟仁草	1	2	3	
	<i>C. formosana</i> (Honda) Keng	臺灣虎尾草			3	
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	狗牙根				4
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv.	龍爪茅		2	3	4
	<i>Digitaria henryi</i> Rendle	亨利氏升馬唐	1	2	3	4
	<i>D. heterantha</i> (Hook. f.) Merr.	粗穗馬唐	1			
	<i>D. radicata</i> (J. Presl) Miq.	小馬唐	1		3	
	<i>Echinochloa brumentatacea</i> (Roxb.) 參子		1		3	
	<i>E. colona</i> (L.) Link	芒稷	1	2		
	<i>E. crusgalli</i> (L.) P. Beauv.	稗	1	2		
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	牛筋草	1	2	3	4
	<i>Eragrostis amabilis</i> (L.) Wight & Arn. ex Nees	鯽魚草			3	

<i>Eriochloa procera</i> (Retz.) C. E. Hubb. 高野黍	1			
<i>E. villosa</i> (Thunb.) Kunth 野黍				4
<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb. var. <i>segetum</i> (Trin.) Hack. 田間鴨嘴草	2			4
<i>Miscanthus floridulus</i> (Labil) Warb. ex Schum. & Laut. 五節芒			3	
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx. 洋野黍				
<i>P. repens</i> L. 舖地黍	1			4
<i>P. maximum</i> Jacq. 大黍	1	2	3	4
<i>P. conjugatum</i> Bergius 兩耳草	1			4
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng. 狼尾草		2		
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubbard 紅毛草	1	2	3	
<i>Rottboellia exaltata</i> L. f. 羅氏草	1	2		
<i>Saccharum siensis</i> Roxb. 甘蔗	1			4
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv. 狗尾草	1	2		
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. 詹森草	1	2		4
<i>Sporobolus hancei</i> Rendle 韓氏鼠尾粟		2		

符號說明：

⊙臺灣特有種 E 瀕臨絕滅 V 漸危 R 稀少 I 未確定 K 未詳

*引進栽培種

1. 桃花心木造林地 2. 光蠟樹造林地 3. 臺灣欒造林地 4. 茄苳造林地

附錄 2 研究樣區鳥類資源

特有性	保育等級	目	科	中名	學名					
		鶴形目	鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>				3	
				小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	1	2		3	
				黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	1	2		3	
				栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>			2		
				黑冠麻鷺	<i>Gorsachius melanolophus</i>	1	2			
				黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>			2		
				夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	2	3	4	
	☆☆	鷹形目	鷹科	燕鴿	<i>Glareola maldivarum</i>	1	2	3		
	☆☆			赤腹鷹	<i>Accipiter soloensis</i>				3	
○	☆☆			鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>				3	4
	☆☆			灰面鵟鷹	<i>Butastur indicus</i>					4
	☆☆			蜂鷹	<i>Pernis ptilorhynchus</i>					4
○				大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>	1	2			4
○		雞形目	雉科	竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>	1		3	4	
				鸕鶿	<i>Coturnix coturnix</i>	1				
○	☆☆			環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>			2		
		隼形目	隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>			2	3	4
○		鳩形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	1	2	3	4	
				紅鳩	<i>Streptopelia Tranquebarica</i>	1	2	3	4	
		鶴形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>			2	3	
				紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>					
○				三趾鶉科	棕三趾鶉	<i>Turnix suscitator</i>				2
		佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	1	2	3		
○		鷺形目	鬚鷺科	五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>	1	2	3	4	
				啄木鳥科	小啄木	<i>Picooides canicapillus</i>	1	2	3	
		雨燕目	雨燕科	小雨燕	<i>Apus affinis</i>	1	2	3	4	
				叉尾雨燕	<i>Apus pacificus</i>					4
		雀形目	燕科	赤腰燕	<i>Hirundo daurica</i>	1	2	3	4	
				家燕	<i>Hirundo rustica</i>	1	2	3	4	
				洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	1	2	3	4	
				棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>	1	2	3	4	
			百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	1	2	3		
			伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	1			3	
			棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	1	2				
○		卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	1	2	3	4		
		椋鳥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	1					
			白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	1	2	3	4		

		灰背椋鳥	<i>Sturnus sinensis</i>	1		3		
		絲光椋鳥	<i>Sturnus sericeus</i>	1				
○	鴉科	樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>	1	2	3	4	
		喜鵲	<i>Pica pica</i>	1	2			
○	畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	1		3		
○		山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	1		3		
○	鶇科	紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	1	2	3	4	
○		白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	1	2	3	4	
○		白環鸚嘴鶇	<i>Spizixos semitorques</i>	1		3		
	鶇科	藍磯鶇	<i>Monticola solitarius</i>			3		
		野鴿	<i>Erithacus calliope</i>	1				
		黃尾鴿	<i>Phoenicurus auroreus</i>	1	2	3		
		黑喉鴿	<i>Saxicola torquata</i>	1				
	鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	1	2	3		
		極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>					4
		灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	1	2	3	4	
○		褐頭鷓鶯	<i>Prinia subflava</i>	1	2	3		
○	鶉科	黑枕藍鶉	<i>Hypothymis azurea</i>	1	2	3	4	
	鶉科	白鶉	<i>Motacilla alba</i>	1	2	3	4	
		灰鶉	<i>Motacilla cinerea</i>					4
		黃鶉	<i>Motacilla grandis</i>	1	2	3		
	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonica</i>	1	2	3	4	
	文鳥科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	1	2	3	4	
	梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	1	2	3	4	
		白腰文鳥	<i>Lonchura striata</i>			3	4	
		白臉文鳥	<i>Lonchura maja</i>		2			
☆	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius eristatus</i>	1		3	4	
○		棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	1				
	鶉科	黑臉鶉	<i>Emberiza spodocephala</i>	1	2			
○	鸚嘴科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>					4
	鵲形目	杜鵑科	番鵲	1	2	3	4	
			中杜鵑	1		3	4	
	夜鷹目	夜鷹科	臺灣夜鷹		2	3	4	

符號說明：

- 特有亞種 ☆ 應予保育之野生動物 ☆☆ 珍貴稀有保育類
 1 嘉義地區 2 臺南地區 3 高雄地區 4 屏東地區

附錄 3 研究樣區昆蟲資源

目	科	茄苳	光蠟樹	臺灣樺	桃花心木	總計	
直翅目	蝗科	1	0	0	3	4	
	地蟋科	0	1	0	0	1	
	蟋蟀科	3	3	4	2	12	
	蝨螿科	0	1	2	0	3	
	菱蝗科	0	0	1	0	1	
半翅目	椿科	0	0	1	2	3	
	長椿科	0	2	0	0	2	
	椿科	0	1	0	0	1	
彈尾目	長角跳蟲科	1273	1328	419	426	3446	
同翅目	小頭飛蝨科	33	4	191	6	234	
	沫蟬科	5	3	2	7	17	
	葉蟬科	0	157	0	0	157	
	菱飛蝨科	3	0	0	0	3	
	Deltocephalinae	16	0	0	0	16	
	cixiidae	6	0	0	0	6	
	軍配飛蝨科	0	0	7	0	7	
	飛蝨科	0	0	3	0	3	
	蚜科	0	0	0	1	1	
	蜚蠊目	姬蠊科	0	1	5	0	6
		蜚蠊科	2	0	0	0	2
膜翅目	Gasteruptidae	0	0	0	1	1	
	小蘭蜂科	0	0	0	21	21	
	Bethylidae	4	0	0	0	4	
	小蜂科	0	5	6	0	11	
	泥胡蜂科	0	1	0	0	1	
	長尾小蜂科	0	4	1	0	5	
	姬蜂科	6	86	36	22	150	
	無花果小蜂科	0	4	0	4	8	
	蜜蜂科	0	2	1	0	3	
	瘦蜂科	0	6	0	0	6	
	蟻科	192	235	59	52	538	
	纓小蜂科	3	0	0	1	4	
	分盾細蜂科	0	0	6	3	9	
	細腰蜂科	0	0	1	0	1	
	鳥卵蜂科	0	0	1	0	1	
	寶小蜂科	0	0	4	5	9	
	松葉蜂科	0	0	0	2	2	

	蚜卵蜂科	0	0	0	54	54
	舉尾蜂科	0	0	0	3	3
	蟻形蜂科	0	0	0	11	11
	蟻蜂科	0	0	0	3	3
脈翅目	草蛉科	0	3	0	0	3
蜻蛉目	細蟪科	0	2	0	0	2
雙翅目	Heleomyzidae	1	0	9	0	10
	perissomatidae	1	0	0	0	1
	Ephydriidae	0	11	0	0	11
	大蚊科	1	3	1	0	5
	大頭蠅科	2	0	0	0	2
	水虻科	0	34	0	0	34
	毛蚋科	0	68	0	67	135
	牛蠅科	1	2	4	0	7
	矛翅蠅科	0	1	0	0	1
	肉蠅科	0	2	0	1	3
	折翅蠅科	0	7	0	0	7
	果實蠅科	5	24	18	2	49
	果蠅科	3	54	42	15	114
	長足虻科	5	12	2	4	23
	蚜小蠅科	1	0	0	0	1
	美翅蠅科	0	2	0	0	2
	虻科	0	3	0	0	3
	家蠅科	0	9	0	0	9
	蚋科	75	129	113	56	373
	蚤蠅科	0	35	0	0	35
	寄生蠅	0	3	0	0	3
	搖蚊科	5	28	4	13	50
	潛蠅科	0	11	18	4	33
	蕁蚋科	9	41	32	20	102
	蚊科	3	0	72	7	82
	偽毛蚋科	10	0	30	39	79
	黑豔蠅科	3	0		1	4
	蛾蚋科	18	0	34	0	52
	酪蠅科	1	0	0	0	1
	癭蚋科	25	0	0	0	25
	箭虻科	0	0	1	0	1
	濱蠅科	0	0	2	0	2
	豔細蠅科	0	0	5	0	5
	斑腹蠅科	0	0	0	5	5

	蜂虻科	0	0	0	1	1
	蠅蚋科	0	0	0	8	8
鱗翅目	小灰蝶科	0	1	1	0	2
	天蛾科	0	2	0	0	2
	尺蛾科	0	1	0	0	1
	夜蛾科	80	179	199	111	569
	粉蝶科	0	1	0	1	2
	蛇目蝶科	1	3	7	0	11
	麥蛾科	9	12	16	7	44
	螟蛾科	0	1	0	0	1
	細蛾科	10	0	5	14	29
	鈎翅蛾科	6	0	0	0	6
	Pseudocaeciliidae	2	0	0	0	2
	弄蝶科	0	0	1	0	1
	鳥羽蛾科	0	0	1	0	1
鞘翅目	小蠹蟲科	0	1	0	0	1
	天牛科	5	2	7	2	16
	豆象科	0	1	0	0	1
	花蚤科	3	15	7	6	31
	長角象鼻科	0	2	6	1	9
	金花蟲科	0	10	4	0	14
	金龜子科	0	2	0	0	2
	偽金花蟲科	0	14	0	0	14
	象鼻蟲科	0	3	1	0	4
	蜥蜴蟲科	0	1	0	0	1
	瓢蟲科	10	3	7	6	26
	龍蝨科	0	1	0	0	1
	蠹蟲科	4	3	6	1	14
	紅螢科	1	0	0	0	1
	隱翅蟲科	1	0	1	1	3
	出尾蟲科	0	0	3	1	4
	步行蟲科	0	0	1	0	1
	泥甲蟲科	0	0	1	0	1
	小樹蕈甲科	0	0	0	1	1
	螢科	0	0	0	1	1
	龍蝨科	0	0	0	1	1
纓翅目	下曲尾螞蟥科	0	0	8	0	8
嚙目	鱗嚙科	0	0	1	1	2
	圓翅嚙科	0	0	0	2	2
螳螂目	螳螂科	0	0	0	1	1

總計					
目	9	11	11	10	14
科	44	61	56	52	117
個體數	1848	2586	1420	1030	6884

附錄 4 樣區內物種之重要值指數

樣區	植物種類	相對優勢	相對頻度	重要值	植物種類	相對優勢	相對頻度	重要值
1	野牽牛	48.27	24.24	72.51	龍葵	1.55	6.06	7.61
	猩猩草	40.94	24.24	65.18	山苦瓜	0.67	6.06	6.73
	香附子	2.31	12.12	14.43	野萵	0.43	3.03	3.46
	大花咸豐草	2.29	12.12	14.41	光蠟樹	0.4	3.03	3.43
	構樹	3.03	6.06	9.09	紫花霍香薊	0.11	3.03	3.14
2	雞屎藤	45.06	15	60.06	春不老	1.61	5	6.61
	野牽牛	34.32	20	54.32	大花咸豐草	1.36	5	6.36
	香附子	1.36	12.5	13.86	土密樹	1.27	2.5	3.77
	月橘	3.56	10	13.56	小花蔓澤蘭	0.59	2.5	3.09
	血桐	4.75	7.5	12.25	漢氏山葡萄	0.51	2.5	3.01
	小葉桑	2.21	10	12.21	樟樹	0.34	2.5	2.84
	蟲屎	3.05	5	8.05				
3	大花咸豐草	28.15	18.18	46.33	漢氏山葡萄	2.52	12.12	14.64
	倒地鈴	22.69	15.15	37.84	田間鴨嘴草	4.2	3.03	7.23
	雞屎藤	18.32	12.12	30.44	茄苳	0.42	6.06	6.48
	野牽牛	8.82	21.21	30.04	樟樹	1.34	3.03	4.37
	香附子	13.53	9.09	22.62				
4	加拿大蓬	15.51	7.62	23.13	光蠟樹	0.49	2.86	3.35
	大花咸豐草	15.4	7.62	23.02	紅毛草	1.18	1.9	3.09
	白花霍香薊	12.21	7.62	19.83	小葉桑	0.46	1.9	2.36
	掃帚菊	7.8	7.62	15.42	龍爪茅	0.91	0.95	1.86
	小花蔓澤蘭	7.8	6.67	14.47	龍葵	0.55	0.95	1.5
	臂形草	7.26	6.67	13.93	狼尾草	0.46	0.95	1.41
	亨利氏升馬唐	5.95	7.62	13.57	血桐	0.36	0.95	1.32
	野牽牛	5.34	7.62	12.96	葉下珠	0.27	0.95	1.23
	平伏莖白花菜	2.56	5.71	8.28	苦苣菜	0.27	0.95	1.23
	雞屎藤	3.35	4.76	8.12	野木藍	0.24	0.95	1.19
	詹森草	4.56	2.86	7.41	牛筋草	0.21	0.95	1.16
	毛西番蓮	2.51	4.76	7.27	四生臂形草	0.17	0.95	1.13
	大飛揚草	1.21	3.81	5.02	海金砂	0.14	0.95	1.09
	倒地鈴	2.73	1.9	4.64	漢氏山葡萄	0.08	0.95	1.03
	7	野牽牛	45.17	18.6	63.78	雞屎藤	3.13	6.98
大花咸豐草		28.23	18.6	46.84	小葉桑	1.92	4.65	6.57
倒地鈴		6.35	18.6	24.96	光蠟樹	1.11	4.65	5.76

	稗	7.16	13.95	21.11	田間鴨嘴草	1.01	2.33	3.33
	苦楝	5.85	9.3	15.15	野桐	0.07	2.33	2.4
8	大花咸豐草	31.45	11.11	42.56	葉下珠	4.91	1.39	6.3
	鋪地黍	13.76	5.56	19.31	天門冬	1.63	4.17	5.8
	田青	5.8	9.72	15.52	小葉桑	1.14	4.17	5.31
	野牽牛	7.08	8.33	15.41	雞屎藤	2.06	2.78	4.84
	甘蔗	6.39	8.33	14.72	野木藍	1.67	2.78	4.45
	番石榴	5.56	6.94	12.51	血桐	1.26	2.78	4.04
	毛西番蓮	2.95	5.56	8.5	掃帚菊	0.79	2.78	3.56
	野黍	4.23	4.17	8.39	瑪瑙珠	0.59	2.78	3.37
	漢氏山葡萄	2.36	5.56	7.91	加拿大蓬	0.39	1.39	1.78
	苦苣菜	1.97	5.56	7.52	大飛揚草	0.1	1.39	1.49
	狗牙根	3.93	2.78	6.71				
9	大花咸豐草	42.83	19.05	61.88	野牽牛	3.23	7.14	10.38
	擬鴨舌癩	20.72	16.67	37.38	山苦瓜	1.49	4.76	6.25
	紅毛草	9.88	19.05	28.93	扛板歸	0.87	2.38	3.26
	小花蔓澤蘭	7.78	9.52	17.3	亨利氏升馬唐	0.44	2.38	2.82
	火炭母草	9	4.76	13.77	血桐	0.26	2.38	2.64
	掃帚菊	3.39	9.52	12.92	白花霍香薷	0.1	2.38	2.49
10	大花咸豐草	27.76	10.26	38.01	葉下珠	1.27	1.28	2.55
	亨利氏升馬唐	19.21	12.82	32.03	毛西番蓮	0.58	1.28	1.86
	野牽牛	11.62	10.26	21.88	相思樹	0.58	1.28	1.86
	阿穆爾莎草	7.01	8.97	15.99	臺灣檫	0.58	1.28	1.86
	藍豬耳	7.97	7.69	15.66	小葉桑	0.42	1.28	1.7
	擬鴨舌癩	6.05	6.41	12.46	薺	0.38	1.28	1.67
	龍爪茅	4.25	5.13	9.37	山苦瓜	0.29	1.28	1.57
	小花蔓澤蘭	3	3.85	6.84	三角葉西番蓮	0.29	1.28	1.57
	雞屎藤	1.54	3.85	5.38	野桐	0.29	1.28	1.57
	月桃	1.06	3.85	4.9	扛板歸	0.19	1.28	1.47
	牛筋草	0.63	3.85	4.48	醉醬草	0.19	1.28	1.47
	五節芒	2.88	1.28	4.16	白飯樹	0.13	1.28	1.42
	小馬唐	0.96	2.56	3.52	樟樹	0.12	1.28	1.4
	掃帚菊	0.77	2.56	3.33				
11	茄苳	29.56	14.04	43.59	臺灣檫	2.29	3.51	5.8
	大花咸豐草	12.97	8.77	21.74	龍葵	3.81	1.75	5.57
	蟲屎	7.59	10.53	18.12	雞屎藤	3.13	1.75	4.88
	擬鴨舌癩	10.68	7.02	17.7	小葉桑	1.37	3.51	4.88

	樟樹	4.81	10.53	15.33	三角葉西番蓮	1.37	3.51	4.88
	野牽牛	3.74	10.53	14.26	掃帚菊	2.52	1.75	4.27
	亨利氏升馬唐	8.77	3.51	12.28	月橘	0.76	3.51	4.27
	繖形飄拂草	3.59	7.02	10.6	血桐	1.14	1.75	2.9
	白飯樹	0.92	5.26	6.18	火焰木	0.99	1.75	2.75
12	大花咸豐草	87.27	47.06	134.33	茄苳	0.79	5.88	6.67
	倒地鈴	2.85	11.76	14.62	野牽牛	0.48	5.88	6.36
	亨利氏升馬唐	7.13	5.88	13.01	掃帚菊	0.48	5.88	6.36
	毛西番蓮	0.86	11.76	12.62	小馬唐	0.16	5.88	6.04
13	大花咸豐草	44.96	20	64.96	小花蔓澤蘭	6.58	2.5	9.08
	野牽牛	14.8	15	29.8	苦苣菜	1.46	5	6.46
	臂形草	12.24	15	27.24	水黃皮	1.02	5	6.02
	毛西番蓮	6.03	10	16.03	茄苳	0.37	2.5	2.87
	雞屎藤	6.03	5	11.03	葉下珠	0.37	2.5	2.87
	臺灣檫	3.18	7.5	10.68	藍豬耳	0.22	2.5	2.72
	參子	2.74	7.5	10.24				
14	大花咸豐草	27.06	17.78	44.84	臂形草	1.82	4.44	6.26
	毛西番蓮	22.21	17.78	39.99	小馬唐	0.81	4.44	5.25
	參子	18.88	17.78	36.66	光蠟樹	0.77	4.44	5.21
	野牽牛	19.67	15.56	35.22	芒稷	0.71	2.22	2.93
	決明	5.65	4.44	10.1	番石榴	0.61	2.22	2.83
	亨利氏升馬唐	1.51	6.67	8.18	藍豬耳	0.3	2.22	2.53
15	繖花龍吐珠	17.66	7.95	25.62	掃帚菊	1.15	3.41	4.56
	日照飄拂草	12.57	9.09	21.66	亨利氏升馬唐	1.54	2.27	3.81
	白花霍香薊	10.24	9.09	19.33	臂形草	1.47	2.27	3.74
	野牽牛	9.84	9.09	18.94	牛筋草	1.05	2.27	3.32
	藍豬耳	9.22	9.09	18.31	孟仁草	0.98	2.27	3.25
	大飛揚草	5.73	7.95	13.68	平伏莖白花菜	0.77	2.27	3.04
	大花咸豐草	6.35	6.82	13.17	阿穆爾莎草	0.91	1.14	2.04
	葉下珠	7.21	5.68	12.89	山苦瓜	0.49	1.14	1.63
	水丁香	6.28	5.68	11.97	龍葵	0.42	1.14	1.56
	芒稷	3.98	4.55	8.53	血桐	0.28	1.14	1.42
	毛西番蓮	1.75	4.55	6.29	扛板歸	0.14	1.14	1.28
16	葉下珠	18.44	8.93	27.37	臂形草	4.32	1.79	6.11
	紫花霍香薊	19.99	7.14	27.13	毛西番蓮	1.8	3.57	5.37
	三角葉西番蓮	9.04	8.93	17.97	血桐	1.69	3.57	5.26

	阿穆爾莎草	9.36	5.36	14.72	小花蔓澤蘭	1.08	3.57	4.65
	大花咸豐草	8.46	5.36	13.82	繖花龍吐珠	0.97	3.57	4.54
	野牡丹	4.47	7.14	11.61	加拿大蓬	2.27	1.79	4.05
	白花霍香薷	5.22	3.57	8.79	番石榴	0.9	1.79	2.69
	野牽牛	1.08	7.14	8.22	山漆莖	0.9	1.79	2.69
	海金砂	1.62	5.36	6.98	牛筋草	0.72	1.79	2.51
	漢氏山葡萄	2.88	3.57	6.45	香澤蘭	0.54	1.79	2.33
	白飯樹	0.94	5.36	6.29	雞屎藤	0.5	1.79	2.29
	瑪瑙珠	2.63	3.57	6.2	白桑	0.18	1.79	1.97
17	紫花霍香薷	27.35	10	37.35	稗	0.8	2.5	3.3
	野牽牛	12.62	8.75	21.37	亨利氏升馬唐	0.95	1.25	2.2
	倒地鈴	12.25	8.75	21	高野黍	0.73	1.25	1.98
	掃帚菊	7.58	8.75	16.33	大黍	0.73	1.25	1.98
	雞屎藤	5.62	6.25	11.87	狗尾草	0.58	1.25	1.83
	毛西番蓮	5.32	6.25	11.57	破布子	0.51	1.25	1.76
	牛筋草	5.76	5	10.76	繩黃麻	0.44	1.25	1.69
	蓮子草	4.08	5	9.08	水丁香	0.44	1.25	1.69
	小花蔓澤蘭	2.7	6.25	8.95	三角葉西番蓮	0.36	1.25	1.61
	白花霍香薷	4.23	3.75	7.98	白桑	0.36	1.25	1.61
	加拿大蓬	1.75	5	6.75	蟲屎	0.29	1.25	1.54
	光蠟樹	1.84	3.75	5.59	醉醬草	0.22	1.25	1.47
	孟仁草	1.24	2.5	3.74	阿穆爾莎草	0.15	1.25	1.4
	兩耳草	1.09	2.5	3.59				
18	月桃	27.02	15.69	42.71	血桐	2.86	3.92	6.79
	三角葉西番蓮	18.06	15.69	33.74	臺灣虎尾草	3.11	1.96	5.07
	雞屎藤	11.21	9.8	21.01	白花藤	3.11	1.96	5.07
	小花蔓澤蘭	8.92	9.8	18.73	白花霍香薷	0.83	3.92	4.75
	掃帚菊	6.43	9.8	16.24	臺灣檉	1.66	1.96	3.62
	野牽牛	5.06	9.8	14.87	蓮子草	0.83	1.96	2.79
	大黍	7.06	3.92	10.98	醉醬草	0.62	1.96	2.58
	瑪瑙珠	2.78	5.88	8.66	牛筋草	0.42	1.96	2.38
19	大花咸豐草	51.46	14.04	65.5	大飛揚草	1.04	5.26	6.3
	白花野牽牛	10.53	12.28	22.81	葉下珠	0.86	5.26	6.13
	紫花霍香薷	8.21	14.04	22.25	狼尾草	0.69	3.51	4.19
	繩黃麻	6.88	12.28	19.16	毛西番蓮	0.88	1.75	2.64
	狗尾草	6.55	8.77	15.32	山扁豆	0.51	1.75	2.26
	亨利氏升馬唐	4.49	7.02	11.51	三角葉西番蓮	0.39	1.75	2.15

	野牽牛	4.55	3.51	8.06	繖花龍吐珠	0.27	1.75	2.03
	變葉山螞蝗	2.45	5.26	7.71	蓮子草	0.24	1.75	1.99
20	兩耳草	45.46	20.51	65.98	繩黃麻	0.76	2.56	3.32
	大花咸豐草	31.39	20.51	51.9	樟樹	0.61	2.56	3.17
	小花蔓澤蘭	11.65	20.51	32.16	白飯樹	0.52	2.56	3.08
	紫花霍香薊	5.2	7.69	12.89	牛筋草	0.37	2.56	2.93
	野牽牛	2.38	10.26	12.64	狗尾草	0.37	2.56	2.93
	白花野牽牛	0.97	5.13	6.1	蓮子草	0.32	2.56	2.89
21	水黃皮	13.84	9.84	23.68	葉下珠	1.6	6.56	8.15
	三角葉西番蓮	10.19	11.48	21.66	茄苳	3.19	3.28	6.47
	大花咸豐草	9.99	9.84	19.83	平伏莖白花菜	3.02	3.28	6.3
	野牽牛	12.78	6.56	19.33	白花野牽牛	3.02	3.28	6.3
	小花蔓澤蘭	9.23	8.2	17.42	土密樹	2.13	3.28	5.41
	紫花霍香薊	9.87	6.56	16.42	亨利氏升馬唐	1.6	1.64	3.24
	土半夏	9.87	6.56	16.42	毛西番蓮	0.89	1.64	2.53
	香澤蘭	5.22	6.56	11.77	白飯樹	0.78	1.64	2.42
	血桐	2.13	6.56	8.69	山漆莖	0.35	1.64	1.99
					蟲屎	0.32	1.64	1.96
22	大花咸豐草	28.71	16	44.71	臺灣檫	0.91	2	2.91
	紫花霍香薊	19.57	14	33.57	扁穗莎草	0.86	2	2.86
	大黍	16.57	16	32.57	野牡丹	0.77	2	2.77
	小花蔓澤蘭	11.43	10	21.43	亨利氏升馬唐	0.71	2	2.71
	野牽牛	8.71	8	16.71	三角葉西番蓮	0.54	2	2.54
	香澤蘭	4.71	10	14.71	象牙木	0.46	2	2.46
	白花野牽牛	4.43	8	12.43	血桐	0.43	2	2.43
	平伏莖白花菜	0.91	2	2.91	白飯樹	0.26	2	2.26
23	大花咸豐草	26.43	12.5	38.93	白花野牽牛	6.41	3.13	9.53
	香附子	20.48	12.5	32.98	雞屎藤	3.02	6.25	9.27
	平伏莖白花菜	7.28	9.38	16.65	野牽牛	0.92	4.69	5.6
	羅氏草	6.86	9.38	16.24	紫花霍香薊	2.29	1.56	3.85
	紅毛草	5.72	9.38	15.1	大飛揚草	1.14	1.56	2.71
	擬鴨舌癩	3.43	7.81	11.24	山扁豆	0.57	1.56	2.13
	亨利氏升馬唐	8.01	3.13	11.13	山苦瓜	0.46	1.56	2.02
	大黍	2.97	7.81	10.79	白飯樹	0.23	1.56	1.79
	賽芻豆	3.78	6.25	10.03				
24	大花咸豐草	26.37	12.31	38.68	擬鴨舌癩	1.58	3.08	4.66

	野牽牛	16.42	12.31	28.73	醉醬草	0.79	3.08	3.87
	亨利氏升馬唐	10.11	12.31	22.42	白飯樹	0.47	3.08	3.55
	平伏莖白花菜	7.45	10.77	18.22	紅毛草	1.58	1.54	3.12
	毛西番蓮	9.07	7.69	16.76	羅氏草	1.42	1.54	2.96
	構樹	5.05	6.15	11.21	臺灣欒樹	0.95	1.54	2.49
	倒地鈴	3.28	6.15	9.44	蓮子草	0.95	1.54	2.49
	扁穗莎草	3.47	3.08	6.55	兩耳草	0.79	1.54	2.33
	粗穗馬唐	4.74	1.54	6.28	蟲屎	0.63	1.54	2.17
	白花野牽牛	2.37	3.08	5.45	土密樹	0.47	1.54	2.01
	山苦瓜	1.86	3.08	4.94	白桑	0.16	1.54	1.7
25	紅毛草	49.59	18.6	68.19	美洲含羞草	2.74	6.98	9.72
	亨利氏升馬唐	16.93	16.28	33.21	土密樹	3.24	4.65	7.89
	大花咸豐草	9.6	16.28	25.87	馬纓丹	2.5	4.65	7.15
	毛西番蓮	5.16	13.95	19.11	太陽麻	0.56	2.33	2.89
	小花蔓澤蘭	3.55	6.98	10.52	平伏莖白花菜	0.4	2.33	2.73
	野牽牛	5.32	4.65	9.97	三角葉西番蓮	0.4	2.33	2.73
26	亨利氏升馬唐	62.36	22.22	84.58	野牽牛	4.96	11.11	16.07
	大花咸豐草	12.64	19.44	32.09	紫花霍香薊	1.84	2.78	4.62
	小花蔓澤蘭	9.85	22.22	32.07	構樹	0.86	2.78	3.64
	決明	6.63	13.89	20.52	毛西番蓮	0.49	2.78	3.27
					兩耳草	0.37	2.78	3.15
27	大花咸豐草	35.96	13.79	49.76	山扁豆	1.44	1.72	3.17
	亨利氏升馬唐	14.42	13.79	28.21	臂形草	1.03	1.72	2.75
	紫花霍香薊	15.61	12.07	27.68	山苦瓜	0.91	1.72	2.63
	葉下珠	5.91	10.34	16.26	苦苣菜	0.82	1.72	2.55
	阿穆爾莎草	5.56	10.34	15.91	藍豬耳	0.82	1.72	2.55
	血桐	6.59	8.62	15.21	月桃	0.7	1.72	2.42
	野牽牛	4.45	8.62	13.07	大飛揚草	0.51	1.72	2.24
	番石榴	0.8	3.45	4.25	倒地鈴	0.41	1.72	2.14
	野桐	2.06	1.72	3.78	雞屎藤	0.12	1.72	1.85
	平伏莖白花菜	1.85	1.72	3.58				
28	鋪地黍	25.23	11.54	36.76	大花咸豐草	1.54	3.85	5.39
	葉下珠	15.7	13.46	29.16	蟲屎	1.51	3.85	5.35
	海棗	16.57	11.54	28.1	臂形草	1.96	1.92	3.88
	阿穆爾莎草	7.53	13.46	20.99	白花藤	1.88	1.92	3.81
	紫花霍香薊	11.3	7.69	18.99	美洲含羞草	0.6	1.92	2.53
	野牽牛	7.34	9.62	16.96	掃帚菊	0.38	1.92	2.3

	一枝香	4.22	7.69	11.91	武竹	0.38	1.92	2.3
	血桐	3.69	5.77	9.46	象牙木	0.19	1.92	2.11
29	臂形草	17.72	9.09	26.81	鱧腸	3.46	2.6	6.06
	大花咸豐草	12.32	7.79	20.11	紅花野牽牛	2.08	2.6	4.67
	掃帚菊	11.49	6.49	17.98	韓氏鼠尾粟	1.52	2.6	4.12
	葉下珠	5.04	10.39	15.43	大飛揚草	1.09	2.6	3.69
	光蠟樹	4.71	10.39	15.1	白花霍香薊	0.97	1.3	2.27
	山扁豆	9.41	5.19	14.61	藍豬耳	0.5	1.3	1.8
	野牽牛	4.84	7.79	12.64	山苦瓜	0.42	1.3	1.71
	孟仁草	7.61	2.6	10.21	詹森草	0.42	1.3	1.71
	紫花霍香薊	3.32	5.19	8.52	月橘	0.28	1.3	1.58
	白花野牽牛	3.04	3.9	6.94	血桐	0.22	1.3	1.52
	鏈莢豆	2.3	3.9	6.19	野桐	0.14	1.3	1.44
	繖花龍吐珠	3.46	2.6	6.06	象牙木	0.14	1.3	1.44
	毛蓮子草	3.46	2.6	6.06	金氏榕	0.06	1.3	1.35
30	烏白	18.3	12.96	31.26	野桐	2.49	3.7	6.2
	野牽牛	19.85	7.41	27.26	茄苳	2.39	3.7	6.09
	月桃	11.12	11.11	22.23	葉下珠	2.6	1.85	4.45
	香附子	9.04	12.96	22.01	小葉桑	1.56	1.85	3.41
	月橘	7.28	9.26	16.54	漢氏山葡萄	1.04	1.85	2.89
	雞屎藤	4.89	7.41	12.29	土密樹	1.04	1.85	2.89
	血桐	4.05	7.41	11.46	瓶爾小草	0.83	1.85	2.68
	大花咸豐草	5.93	3.7	9.63	三角葉西番蓮	0.62	1.85	2.48
	海棗	3.53	3.7	7.24	凹頭畏芝	0.52	1.85	2.37
	金氏榕	2.91	3.7	6.61				
31	平伏莖白花菜	30.61	17.31	47.92	漢氏山葡萄	2.06	1.92	3.98
	詹森草	23.88	15.38	39.26	小花蔓澤蘭	1.44	1.92	3.36
	臂形草	17	11.54	28.54	白花霍香薊	1.24	1.92	3.16
	大花咸豐草	9.47	9.62	19.08	亨利氏升馬唐	1.03	1.92	2.95
	野牽牛	3.11	9.62	12.72	龍爪茅	0.62	1.92	2.54
	葉下珠	2.96	9.62	12.58	月桃	0.41	1.92	2.33
	紫花霍香薊	3.75	3.85	7.59	茄苳	0.33	1.92	2.25
	美洲含羞草	1.24	3.85	5.08	三角葉西番蓮	0.12	1.92	2.05
	山扁豆	0.74	3.85	4.59				
32	藍豬耳	19.03	11.11	30.14	平伏莖白花菜	2.55	3.17	5.73
	細葉水丁香	18.04	9.52	27.56	美洲含羞草	0.94	3.17	4.11
	葉下珠	12.7	12.7	25.4	月橘	1.47	1.59	3.05

	白花霍香薷	12.32	12.7	25.02	臂形草	0.59	1.59	2.17
	繖花龍吐珠	10.12	11.11	21.23	山苦瓜	0.44	1.59	2.03
	大花咸豐草	10.85	9.52	20.37	蟲屎	0.44	1.59	2.03
	野牽牛	3.96	6.35	10.31	光蠟樹	0.29	1.59	1.88
	白花野牽牛	2.58	6.35	8.93	大飛揚草	0.15	1.59	1.73
	九爪藤	3.4	3.17	6.58	山扁豆	0.15	1.59	1.73
33	大花咸豐草	21.89	11.43	33.32	葉下珠	0.83	4.29	5.11
	藍豬耳	21.23	10	31.23	小花蔓澤蘭	1.84	2.86	4.7
	細葉水丁香	19.31	11.43	30.74	擬鴨舌癩	1.7	2.86	4.55
	詹森草	11.72	11.43	23.15	野棉花	0.96	2.86	3.82
	紫花霍香薷	4.5	5.71	10.21	繖花龍吐珠	0.74	2.86	3.59
	水丁香	4.5	5.71	10.21	甘蔗	0.59	1.43	2.02
	香澤蘭	2.67	5.71	8.38	平伏莖白花菜	0.56	1.43	1.99
	一枝香	2.21	5.71	7.93	山扁豆	0.37	1.43	1.8
	昭合草	2.05	5.71	7.76	加拿大蓬	0.29	1.43	1.72
	白花霍香薷	1.84	4.29	6.13	毛西番蓮	0.22	1.43	1.65
34	鯽魚草	17.58	9.33	26.91	九爪藤	1.7	2.67	4.36
	平伏莖白花菜	17.1	8	25.1	舞草	1.27	2.67	3.94
	醉醬草	10.74	9.33	20.07	大飛揚草	1.19	2.67	3.85
	葉下珠	8.34	9.33	17.67	黃椰子	0.51	2.67	3.18
	金氏榕	6.47	9.33	15.8	構樹	0.59	1.33	1.93
	野菟	5.37	6.67	12.04	紫花霍香薷	0.57	1.33	1.9
	龍葵	6.19	5.33	11.52	龍爪茅	0.42	1.33	1.76
	猩猩草	5.88	5.33	11.21	藍豬耳	0.42	1.33	1.76
	繖花龍吐珠	5.65	5.33	10.98	南投涼喉茶	0.37	1.33	1.7
	大花咸豐草	4.72	5.33	10.05	血桐	0.34	1.33	1.67
	野牽牛	2.15	4	6.15	烏蕨	0.28	1.33	1.62
	孟仁草	2.18	2.67	4.84				