

I、前言

森林生態系中的自然資源相當繁多，是一個極為複雜之生物社會，若我們不瞭解資源，也就無法去保護資源及善用資源，更遑論去做合理的經濟決策。所以森林資源調查 (forest inventory) 更顯得重要。而 Husch 等 (1982) 對森林資源調查的定義是：獲取森林資源中物質與數量的資訊及林地生態性質的一個過程。在特定的區域，利用連續的資源調查建立一個森林監測基線 (baseline)，以檢視其資源生態性質的長期動態變化，更而瞭解或預測未來資源的發展趨勢或改變，以做為經營決策者之適應經營 (adaptive management) 之參考。

熱帶山區雲霧林為陸地生態系中相當特殊的林型，檜木林的生育環境是位於盛行雲霧帶 (又稱霧林帶)，在台灣地區的山地森林植群中扮演一明顯之分界線 (Su, 1985, 1994)，此線以上代表寒冷氣候的針葉樹林，以下則代表溫溼氣候的常綠闊葉林；由於盛行雲霧帶之恆定性，故保留了許多地質時代以來的子遺古老物種 (Peng *et al.*, 1994)，而為研究生物多樣性最重要的地區之一。

紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*) 屬柏科 (Cupressaceae)，為臺灣特有種，與台灣扁柏 (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)，同屬柏科之扁柏屬 (劉業經等, 1994)；一般稱為檜木林型的森林即指台灣扁柏及紅檜林型，檜木平均生長在一千八百至兩千公尺的中高海拔雲霧帶，由南到北山區都有大量分布。由於氣溫與條件不同，生長地區的海拔比北部還高。北部生長帶 900-2500 公尺間；南部生長帶 2200-2500 公尺間；常形成大面積的分布，是霧林帶中相當重要的林型。

本研究計畫之目的乃在觀測阿里山事業區內紅檜林之演替，生理生態特性，調查紅檜林內之土壤特性、菌根菌種類、植群分布、昆蟲相等；進行紅檜種子之發芽促進試驗及育苗試驗，以研發可行之育林技術，期能達到保育紅檜的效益，供未來經營檜木林之參考。本計畫之研究成果可供紅檜之演替模式、育林作業、保育、及解說教育之參考依據。

II、材料與方法

(I) 樣區設定

本研究樣區之紅檜林，屬嘉義林區管理處阿里山事業區第 1、第 2、第 5 林班及大埔事業區 212 林班 (表 1)，分布於祝山步道 (試驗區 A)、巨木步道 (試驗區 B)、姊妹潭 (試驗區 C) 及小笠原山 (試驗區 CK) 附近，其中試驗區 A 為林下相對光度 46 % 之紅檜造林地，試驗區 B 為林下相對光度 24 % 之紅檜造林地，試驗區 C 為林下相對光度 70 % 天然之紅檜林，CK 為無紅檜且上方透空之對照組 (圖 1)，於各試驗區中逢機設置 4 個 10 m×10m 之樣區，每個樣區間隔 1 m 以上，並於各樣區林下測其光譜波長，了解紅檜樣區內之光曲線分佈。

根據中央氣象局資料提供，阿里山地區年平均氣溫為 10.6 °C，夏季平均 14.3 °C，最高 24.1 °C；冬季平均氣溫 6.4 °C，最低為零下 1.8 °C，四季涼爽。2008 年 1 月到 11 月，平均雨量為 532.88 mm，最大雨量為 9 月 2525.8 mm，其雨天多達 209 天。

表 1 阿里山事業區紅檜林演替及生物多樣性試驗區資料表

樣區編號	X 座標	Y 座標	海拔高 (m)	設置日期	樣區大小
試驗區 A	229901	2600958	2388	97.03.17	10 m x 10 m
試驗區 B	230542	2601786	2375	97.04.31	10 m x 10 m
試驗區 C	231111	2601680	2277	97.10.04	10 m x 10 m
CK	231986	2600339	2486	97.04.21	10 m x 10 m



圖 1 阿里山事業區紅檜林演替及生物多樣性試驗區

(II) 紅檜生育地之土壤性質

一、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) 測定其酸鹼值 (Mclean, 1982)。

二、土壤中氮濃度測定

將土壤烘乾並過篩後，取出 1 g 樣本加入 15 ml 濃硫酸隔夜 (24 hr)，再放入消化裝置 (2020 Digestor) 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 Auto 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)。

三、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) 震盪 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)。

四、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 風乾過篩土壤置於 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 NH₄OAc 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、鎂濃度。

(III) 紅檜林下植群調查及資料之統計分析

將劃定之各樣區內皆進行植群調查分析，了解林內之植物相以及植被覆蓋。

接著，計算各樣區之植物社會介量並以重要指數數值 (Important value index, I.V.I) 表示。將植物社會分成上下兩層 (喬木層和地被層)，分別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，上層植物社會重要值即三者相對值之總和，下層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：

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

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

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

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

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

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

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

喬木層 I. V. I. = 相對密度 + 相對頻度 + 相對優勢度 = 300

地被層 I. V. I. = 相對頻度 + 相對優勢度 = 200

(IV) 觀察紅檜菌根構造

一、菌根型態之觀察

選取根部周圍懸掛細微泥土顆粒之根段以清水小心清洗 (翁建堯、胡弘道, 1981), 置於立體顯微鏡下觀察其菌根表面構造、菌根之排列形狀、根形變化、菌根顏色變化等特徵, 並拍照紀錄。

再利用根部透明染色法, 將經過染色處理後之根段置光學顯微鏡下, 觀察感染部位之共生形態 (吳繼光、林素禎, 1998)。首先將植物根部先以清水洗淨切成大小約為 5 mm 並置於試管內, 加入 10% KOH, 然後置於高溫滅菌釜內以 121 °C, 15 psi 蒸煮 25 min, 冷卻後將 KOH 吸出, 並以蒸餾水清洗根部數次以去除 KOH。再加入 3% 之 H₂O₂ 於試管內, 漂白根部至透明後, 水洗之。再以 1% HCl 酸化 5 min, 加入錐蟲藍-乳酸酚 (trypan blue-lactophenol), 然後再置於高溫滅菌釜內以 121 °C, 15 psi 蒸煮 25 min, 冷卻後去除染色劑並去染, 將染色後之根段置於顯微鏡下觀察拍照。

二、掃描式電子顯微鏡之觀察

將紅檜根段切成長約 1 mm 大小之根段，放置於 2.5 % 戊二醛 (glutaraldehyde, GA) 固定液中 3 hr，並以添加蔗糖之 0.1 M 磷酸緩衝溶液清洗，再以 1 % 四氧化鐵 (OsO₄) 固定 1 hr，以 0.1 M 磷酸緩衝溶液清洗。經 10 %、20 %、30 %、50 %、70 %、80 %、90 %、95 %、100 % 酒精及 100 % 丙酮脫水後，接著進行臨界點乾燥 (HITACHI HCP-2 Critical Point Dryer) 和真空鍍金機鍍金後 (PELCO SC-6 Sputter Coater)，便可進行掃描式電子顯微鏡 (HITACHI S-3500N Scanning Electron Microscope) 觀察其細微構造，並照相紀錄之。

(V) 接種源的分離與繁殖

自阿里山事業區挖取土壤，攜帶回實驗室，以不同網目 (分別為 mesh no. 60, 270, 400) 組成篩網組，進行濕篩傾倒法 (wet sieving and decanting method) 及糖液梯度法 (sucrose gradient method) (Daniels and Skipper, 1982) 分離叢枝菌根菌孢子。由水與蔗糖之密度差異可以將孢子和土壤及雜質分離，分離懸浮液經稀釋後，放置於解剖顯微鏡下將孢子逐一挑出，並依孢子形態、顏色及菌絲附著形式來鑑定孢子之種類。

以玉米為宿主將此叢枝菌根菌孢子以盆鉢培養法 (pot culture) 進行孢子大量繁殖，經 2 個月後自玉米根部回收孢子，供接種用。

(VI) 紅檜合成試驗

苗木於 2008 年 7 月 28 日移植至紅色塑膠盆繼續培養，每盆中種植 1 株苗木，且同時進行接種處理，接種時，先以經高溫高壓滅菌之介質 (蛭石：珍珠石：泥炭土=1：1：1) 填充紅色塑膠盆，於苗根下部放置一摺成漏斗狀濾紙袋，每一接種處理加入 10 g 孢子砂接種原 (約含 40~50 個厚膜孢子)，對照組則加孢子砂濾液 (將 10 g 孢子砂置於 400 μm 篩網中以 100 ml 純水過濾)。

本試驗為單因子試驗，即菌根菌單一變因處理。採接種菌根菌 (M1) 及未接

種菌根菌 (M0) 二種處理。在接種 3 週後，進行苗高淨生長及根基直徑淨生長觀察，並將接種及未接種之根段進行微細構造觀察。

(VII) 種子發芽促進及育苗試驗

一、不同光質與光度處理對種子發芽之影響試驗

(一) 種子處理

將採集之種子去除雜質等處理後，以 5 % 次氯酸鈉 (NaOCl) 予以表面殺菌 1 min，並以純水洗去多餘的氯水，再進行種子發芽試驗。

(二) 試驗方法

將殺菌後的種子，每 100 粒為一重複，共作 4 重複，將每一重複之種子放入鋪有濾紙之 9 mm 培養皿中均勻分開，再將培養皿分別置入生長控制箱 (恆溫 25 °C、濕度 80 %、光源為日光燈，設定上午六時至下午六時照射) 及溫室中 (溫度範圍為 26 ± 4 °C，晴天正午之網室內光量子密度約為 $1000 \pm 200 \mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$)，試驗期間 30 天，計算發芽率。

(三) 試驗設計

1. 光質

本試驗採完全逢機設計，以市售不同顏色之玻璃紙，紅、黃、紅+黃 (橙色)、綠、藍、紫、紅色+藍色 (靛色) 玻璃紙、黑色塑膠袋及對照組等共 9 種處理，每處理 4 重複。

2. 光度

採用黑色塑膠針織遮陰網實施人工遮陰，依不同遮陰網密度 20 %、50 %、80 % 及不遮陰 (CK) 4 種光度處理，每處理 4 重複。

(四) 光質測定

光質光譜測定係以輻射光譜儀 (LI-Cor Model LI-1800) 在生長箱內及溫室中測定光譜波長。

(五) R/FR 值測定

不同玻璃紙、黑色塑膠袋及對照組均以 LI-1800 輻射光譜儀在生長箱內及溫室中測定 R/FR (660/730 nm) 值，每處理測定 6 次。

(六) 光度測定

以光度計 (TES 1332A) 在正午時刻來測定生長箱內及溫室中之實際光量，再經轉換成相對光度。

二、林下發芽率試驗

於每個試驗區中所設置的樣區旁各設置一個 1 m × 1 m 之小樣區，每個小樣區各播種 100 粒紅檜種子，觀察不同樣區紅檜種子於林下發芽率及生長情形。

(VIII) 調查林內之昆蟲相

一、昆蟲相調查樣區

本研究調查試區位於林務局嘉義森林管理處阿里山事業區內，在不同施業法之林地中設置四座永久試區，分別為試驗區A (林下相對光度46%)、試驗區B (林下相對光度24%)、試驗區C (林下相對光度70%)、試驗區CK (林下相對光度100%)。以瞭解不同林業施業法對紅檜林內的昆蟲相組成之影響。

二、調查日期

自 2008 年 5 月至迄今。於 2008 年 3 至 4 月完成所有試區的規劃及陷阱設置，第一次誘集蟲源攜回室內鏡檢蟲數為 5 月 26 日，往後每個月收集陷阱上誘集瓶一次。

三、調查方法

為建立阿里山事業區內紅檜林昆蟲相的資料庫，於四個永久試區設置馬氏網集蟲陷阱進行昆蟲相調查，每月一次。馬氏網 (圖2) 架設於昆蟲飛行的通道上，即於林間棲地，全天候隨機採集移動中的昆蟲，昆蟲會停落在馬氏網下半部的深色攔截網布後，利用其趨光及往上爬行的特性，驅使它們爬向上面的白色網布，最後掉入頂端的收集瓶中，瓶中存在有 70% 酒精 300 ml，以便保持蟲體的完整且方便日後之鑑定工作。



圖 2 阿里山林間設置馬氏網情形

四、昆蟲鑑定

由每月收集之各試區誘得蟲瓶，記錄昆蟲的種類與發生密度。將誘集所得的昆蟲樣本，攜回室內鏡檢，並製做成乾燥或浸漬標本。鑑定昆蟲主要參考各類書籍或文獻之圖鑑與檢索表鑑定至科 (family)，(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) 無法確知之科名以「unkown」標示，待專家鑑定後再進行分類，之後將所有標本暫存於嘉義大學森林暨自然資源系與生物資源系實驗室內。

五、昆蟲資源分析

(一) 昆蟲群聚組成分析

本研究在各試區所誘集的昆蟲樣本，按各月所調查的數據加以彙整後，輸入至 Excel 中建立成資料庫，並製成圖、表。所收集的昆蟲樣本加以鑑定，比較各試區出現的昆蟲種類、數量及其群落消長，並依其生態角色及食性功能組成，將昆蟲區分為六大類，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，作相對之昆蟲相組成分析。

(二) 昆蟲多樣性分析

從紀錄之昆蟲個體數及科數的比例比較四個試區各別的 α 多樣性，其多樣性指數計算如下 (Ludwig and Reynolds, 1988; Krebs, 1999)：

科豐富度指數 (Family richness index)

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

辛普森多樣性指數 (Simpson's index)

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

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

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

均勻度指數 (Palou's evenness index)

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

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

(IX) 調查林內之鳥況及野生動物

一、鳥類

鳥類採定點調查法, 在樣區內沿既有道路, 以固定樣站的方式記錄所出現的鳥種, 相似種則輔以雙筒望遠鏡 (Swarovski 10×25) 進行辨識, 密林草叢間活動鳥種則配合鳴叫聲進行種類辨識。

二、哺乳類

哺乳類主要調查方式為穿越線調查法 (Road sampling)。穿越線調查是配合鳥類調查時段, 以望遠鏡和目視搜尋記錄。

三、兩生爬蟲類

兩生爬蟲類調查則利用目視或聲音記錄穿越線物種且徒手隨機翻找環境中可能提供躲藏隱蔽之掩蓋場所 (石塊或倒木)。

III、結果及討論

(I) 各樣區下之光譜波長

由表 2 可以看出, R/FR 值於 CK 最高為 1.3060, 而在樣區 A 最低為 0.7478。在紅檜林下所測得之光譜無論在任何波長皆相當低, 與全光照無遮蔭之 CK 對照組相較之下其曲線則有明顯差異 (圖 3)。

表 2 阿里山事業區內之各樣區 R/FR 值

樣區	試驗區 A	試驗區 B	試驗區 C	對照組(CK)
R/FR	0.7478	0.8475	0.8570	1.3060
光量子通量 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	2378000	641400	1203000	154500000

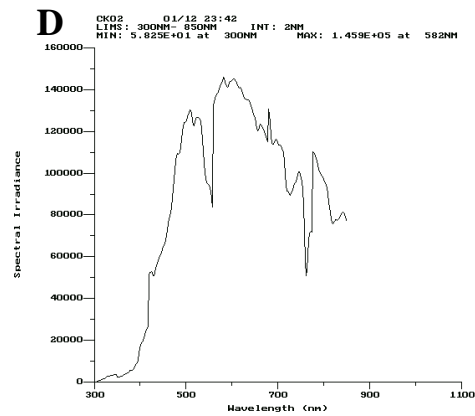
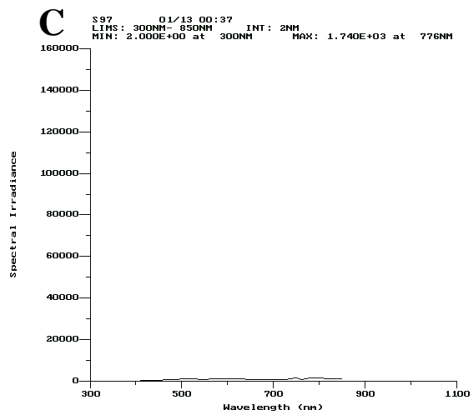
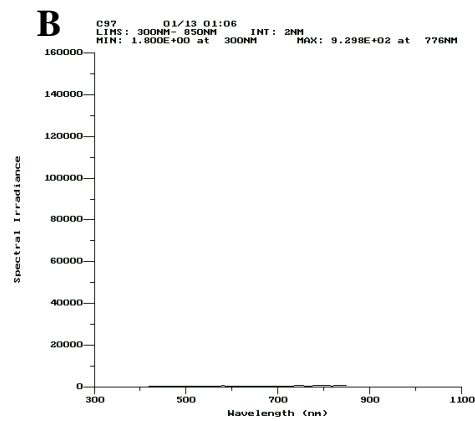
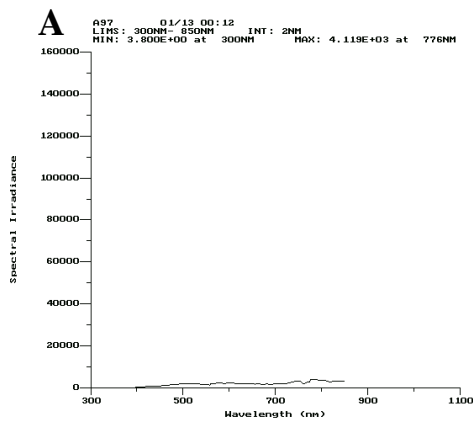


圖 3 紅檜林下各樣區位置之光譜波長

- A：樣區 A，相對光度為 46 %
- B：樣區 B，相對光度為 24 %
- C：樣區 C，相對光度為 70 %
- D：對照組 (CK)，相對光度為 100 %

(II) 阿里山事業區紅檜樣區之土壤化學性質

由表 2 之分析結果可知 pH 值以 CK 的 6.64 ± 0.01 為最高；全氮量以試驗區 A 的 $1.44 \pm 0.14\%$ 為最高，試驗區 C 的 $0.42 \pm 0.02\%$ 為最低；有效磷以試驗區 A 的 $16.29 \pm 1.59 \mu\text{g/g}$ 為最高，CK 的 $0.19 \pm 0.00 \mu\text{g/g}$ 為最低；可置換性鈣濃度以試驗區 C 的 $8.60 \pm 0.25 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ 為最高，以 CK 的 $0.79 \pm 0.08 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ 為最低；可置換性鉀濃度以 CK 的 $0.41 \pm 0.03 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ 為最高，試驗區 A 的 $0.10 \pm 0.01 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ 為最低；可置換性鎂濃度以試驗區 C 的 $0.70 \pm 0.00 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ 為最高，試驗區 C 的 $0.04 \pm 0.00 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ 為最低。

表 3 阿里山事業區之紅檜土壤化學性質

	試驗區 A	試驗區 B	試驗區 C	CK
pH	3.66 ± 0.02^b	3.71 ± 0.06^b	6.54 ± 0.04^a	6.64 ± 0.01^a
全氮量 (%)	1.44 ± 0.14^a	1.27 ± 0.04^a	0.42 ± 0.02^c	0.72 ± 0.13^b
有效磷含量 ($\mu\text{g/g}$)	16.29 ± 1.59^a	4.99 ± 0.31^c	12.24 ± 1.28^b	0.19 ± 0.00^d
Ca^{2+} (cmol (+) kg^{-1})	0.79 ± 0.08^d	1.86 ± 0.13^c	8.60 ± 0.25^a	4.72 ± 0.39^b
K^+ (cmol (+) kg^{-1})	0.10 ± 0.01^b	0.33 ± 0.06^a	0.32 ± 0.04^a	0.41 ± 0.03^a
Mg^{2+} (cmol (+) kg^{-1})	0.15 ± 0.03^b	0.07 ± 0.02^c	0.70 ± 0.00^a	0.04 ± 0.00^c

*：同行數值之後字母不同，表示差異顯著 ($p < 0.05$)

在 pH 值結果而言，由樣區內植群調查中發現試驗區 A、B 皆以玉山箭竹為優勢植被，此土壤環境 pH 值偏低 (金恒鏞, 1993)，與試驗區 A、B 結果相符。Hsu *et al.* (2007) 實驗中發現 pH 值為 4.0-9.0 之間其種子發芽並不會受到抑制，由我們所得的結果顯示天然更新林 (試驗區 C) 林下土壤之 pH 值為 6.5，可推測紅檜種子發芽及更新與 pH 值有關。土壤試驗中觀察到有效磷的變異程度較大，紅檜林下之有效磷數值都略為偏高。根據阿里山工作站指出，紅檜林下先前大多種植山葵，但已於多年前遷離步道附近，故推測有效磷數值略高可能與種植山葵有關。而 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等可置換性陽離子的觀察可見試驗區 C 的含量較高出其於試驗區。

(III) 阿里山事業區紅檜林下植群調查結果

根據調查結果，春季阿里山事業區維管束植物共記錄 62 科 94 屬 122 種，其中蕨類植物 13 科 22 屬 26 種，裸子植物 2 科 2 屬 2 種，被子植物 47 科 6170 屬 94 種 (表 4)，詳見附錄一。使用學名主要依據維管束植物簡誌 (楊遠波等，2002)。各樣區內之植群調查結果詳見附錄二、附錄三、附錄四及附錄五。

表 4 春季阿里山事業區各植物統計表

	科	屬	種
蕨類	13	22	26
裸子植物	2	2	2
被子植物			
雙子葉植物	42	61	82
單子葉植物	5	9	12
合計	62	94	122

(IV) 野外採集菌根結合形態

(1) 紅檜菌根之形態觀察

觀察結果顯示，紅檜根系結合體外觀與未感染之根系型態上沒有差異，僅可見些許腫大。若根部受到感染在根周圍會懸掛著微細之顆粒，是由於被感染的根段其菌絲延伸出根的表面所形成 (Gerdemann, 1968) (圖 4)。

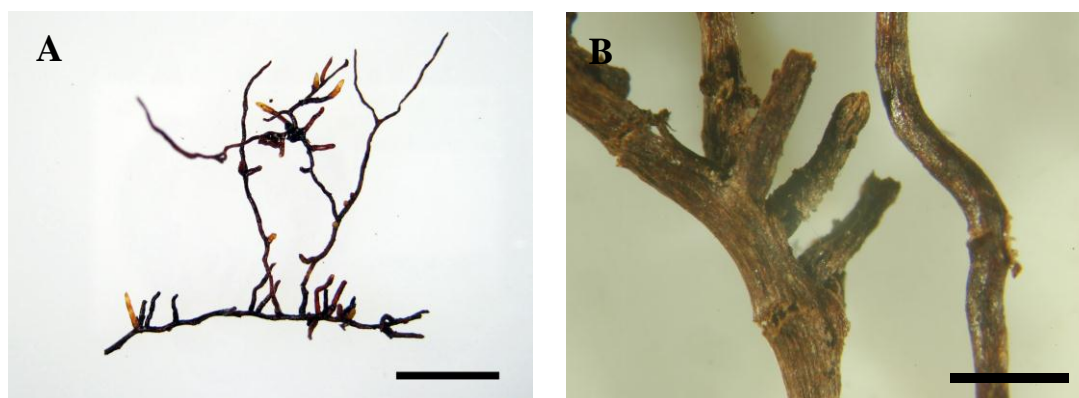


圖 4 紅檜根系於光學顯微鏡下觀察之菌根形態

A: 被感染之根段 1 (橫線=1 cm)

B: 被感染之根段 2 (橫線=1 mm)

(2) 染根之形態觀察

利用根部透明染色法，將處理後之根段置光學顯微鏡，觀察根段部位之共生形態 (圖 5)。

囊叢枝內生菌根 (vesicular-arbuscular mycorrhiza, 簡稱 VAM)，係指植物根部受囊叢枝內生菌根菌感染後，菌絲在根部皮層細胞內形成細小雙叉分支的叢枝體 (arbuscule)，以及在菌絲末端或中段膨大形成菌絲囊 (vesicle) 而得名。

近年來對囊叢枝菌根菌 (Arbuscular mycorrhiza fungi) 之研究日益增多，證實其廣泛分佈於陸地土壤中，能與自然界 80 % 以上的陸生植物根系形成菌根 (mycorrhizae) (Bonfante and Perotto, 1995)。



圖 5 紅檜菌根染根之後於光學顯微鏡下之共生形態 (橫線= 50 μm)

(3) 紅檜菌根在掃描式電子顯微鏡下之形態觀察

在野外採集之紅檜根部以掃描式電子顯微鏡觀察，發現根段內有叢枝狀構造 (arbuscules) 及囊泡 (vesicles) 等囊叢枝菌根之特徵，證實野外紅檜根部會與囊叢枝菌根菌共生 (圖 6)。

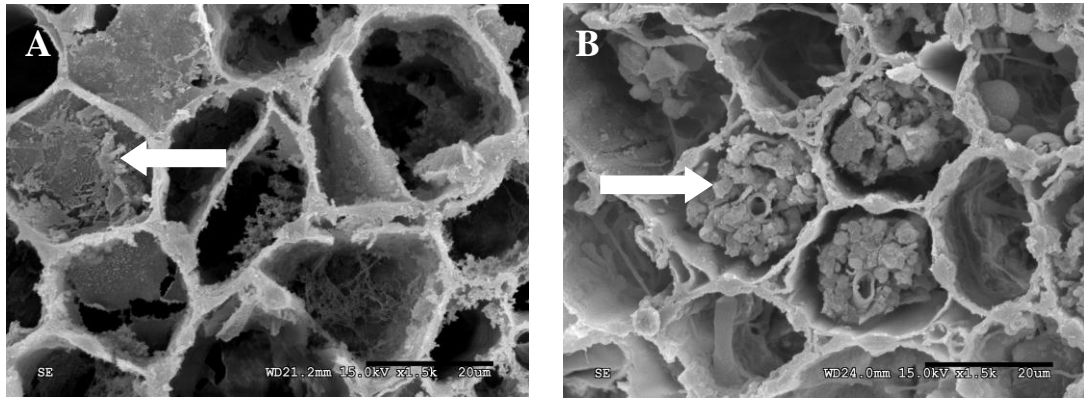


圖 6 紅檜根系於掃描式電子顯微鏡下觀察之顯微構造 (橫線= 20 μm)

A: 叢枝狀構造 (arbuscules)

B: 囊泡構造 (vesicles)

(四) 叢枝菌根菌種篩選

濕篩傾倒法未目前最普遍使用於分離內生菌根菌孢子之分離法，雖然較費時，但能確實將土壤中孢子分離 (顏江河、林哲毅，2002)。本研究針對野外樣區調查，發現自阿里山事業區紅檜林下之土壤分離出 *Sclerocystis sp.* 及 *Glomus sp.* 2 種孢子 (圖 7)，此 2 種孢子以盆鉢培養法 (pot culture) 進行孢子大量繁殖以作為接種之用。

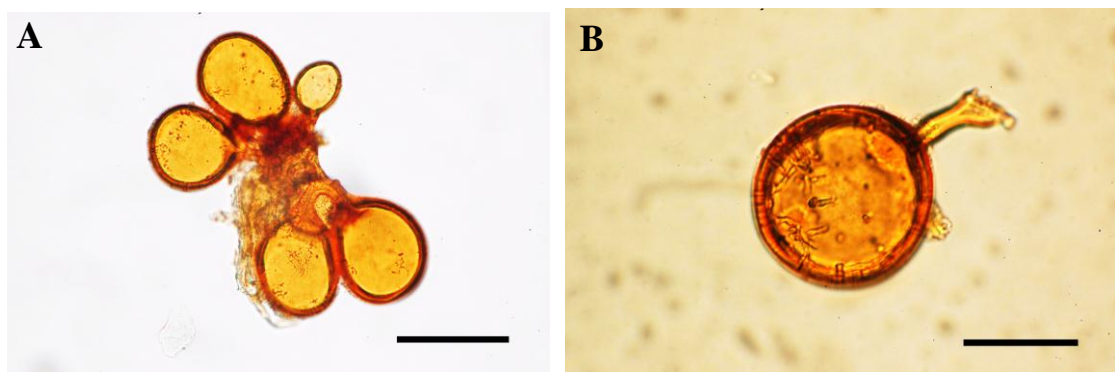


圖 7 阿里山事業區紅檜林土壤分離出之菌根菌孢子

A: *Sclerocystis sp.* (橫線= 100 μm)

B: *Glomus sp.* (橫線= 50 μm)

(V) 紅檜合成試驗

一、根段微細構造觀察

將苗木根段進行微構造觀察以了解，紅檜苗木與 *Sclerocystis sp.* 及 *Glomus sp.* 形成菌根之情形。

(一) 染根

於合成試驗中發現未接種根段中並無共生情形，但在接種 3 個月後的根段中發現根段內有囊泡構造，證實紅檜會與囊叢枝菌根菌共生 (圖 8)。

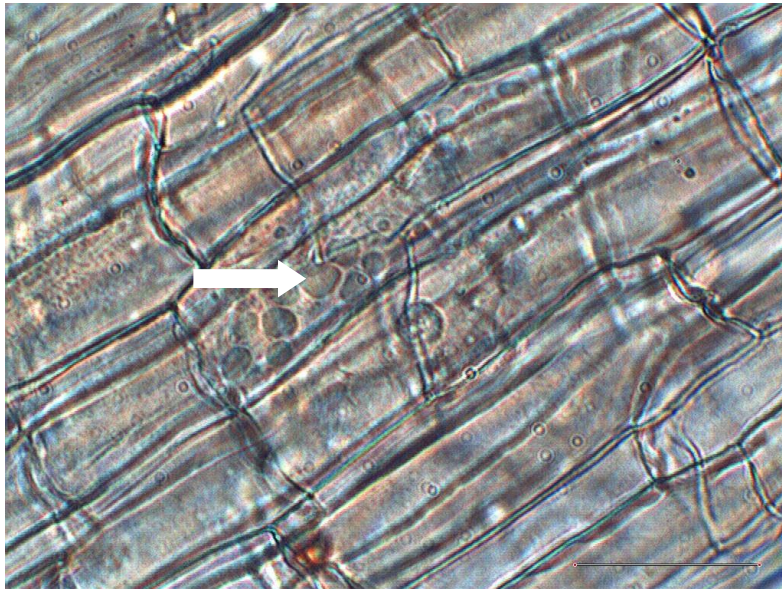


圖 8 紅檜合成試驗於光學顯微鏡下觀察 (橫線= 50 μm)

(二) 掃描式電子顯微鏡觀察

在 CK 對照組的紅檜根段中沒有發現任何菌絲構造，但在掃描式電子顯微鏡中發現到根段細胞內有囊狀構造 (圖 9)，亦發現到菌絲穿透入細胞內，證實二者可共生。

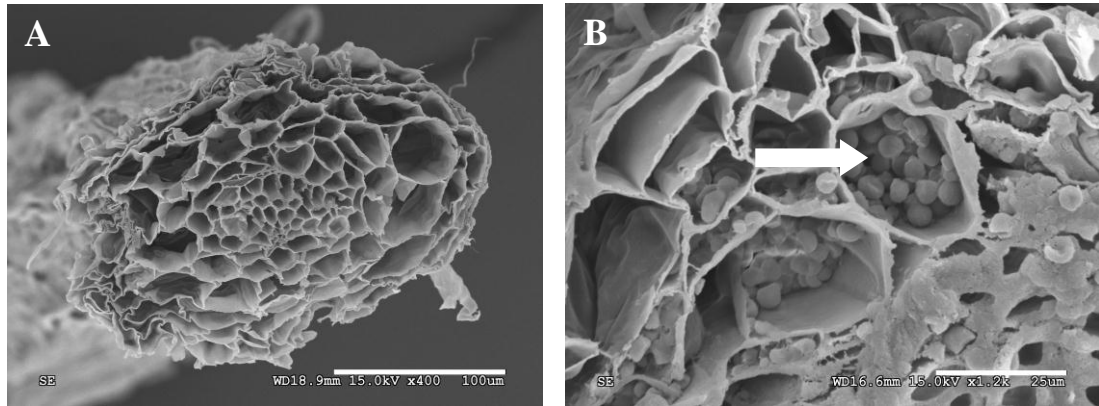


圖 9 紅檜合成試驗於電子顯微鏡下觀察

A：對照組 CK（橫線= 100 μm ）

B：接種 3 個月後之囊泡構造 (vesicles) (橫線= 25 μm)

二、高生長及根頸直徑生長

由表 5 分析結果可知，接種菌根菌 (*Glomus fasciculatus*) 之紅檜小苗 (M1)，其苗高及根頸直徑淨生長均高於未接種菌根菌 (M0) (圖 10)。接種菌根菌之苗木 (M1) 的苗高淨生長量平均為 0.45 ± 0.08 cm 高於未接種菌根菌 (M0) 者之 0.30 ± 0.05 cm。而根頸直徑淨生長量仍以接種菌根菌的苗木 (M1)，數值為 0.33 ± 0.04 cm 高於未接種菌根菌 (M0)，其數值為 0.14 ± 0.03 。

表 5 紅檜半合成苗木菌根合成試驗的淨生長量之 Tukey 分析

處理	淨高生長(cm)	淨根頸直徑生長(cm)
M1	0.45 ± 0.08^a	0.33 ± 0.04^a
M0	0.30 ± 0.05^a	0.14 ± 0.03^b

*：同行數值後之字母不同，表示差異顯著 ($p < 0.05$)

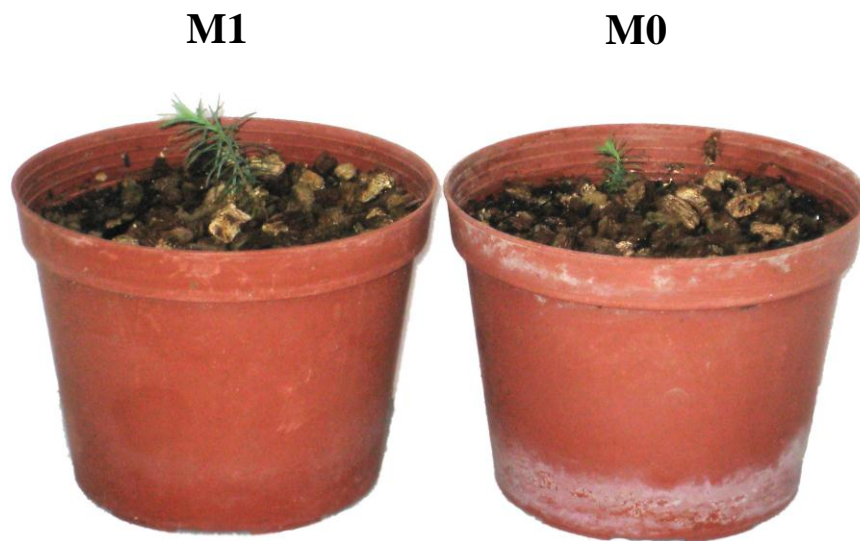


圖 10 半合成接種 3 個月後生長差異

M1：接種菌根菌

M0：未接種菌根菌

當菌根菌感染寄主後，則會產生根外菌絲 (exteranal mycelium)，可深入土壤團粒中吸收界面，以增加根系對養分及水分吸收能力，改善土壤結構 (呂斯文、張喜寧，1998)。菌根可促進生長，幫助植物體吸收營養養元素，伴隨養分的吸收，可以促進植物生長，尤其在貧瘠之土壤內。在合成試驗中發現接種菌根菌有助於紅檜小苗的苗高淨生長及根頸直徑淨生長。

(VI) 種子發芽促進及育苗試驗

種子發芽一般是藉由光來改變其內的光敏素 (phytochome) 組成比例，然而光量子密度、光譜組成、光照時間長短等會影響光敏素；另外種子需光程度會受到種子在苗床內存在的位置、林冠層密度、種殼厚度等影響 (張乃航，1996)。對生物量影響最大的因子則是陽光，光線對植物發芽的影響可分成三個部分，一為紅、橙、

黃、綠、藍、靛、紫不同光譜之光質，二為不同光子數量之光度，三為不同光照時間之光週期 (高清，1984；王子定，1993)。

1.不同光質處理對紅檜發芽之影響

對苗木生長而言，林木對於不同波長的光會形成不同的生長發育情形，且苗木處於完全光譜下才能正常的生長，葉綠素會吸收的光譜位置在橙紅光及藍紫光來進行光合作用 (表 6) (李志珉、李明仁，2003；Lee, 1996)。

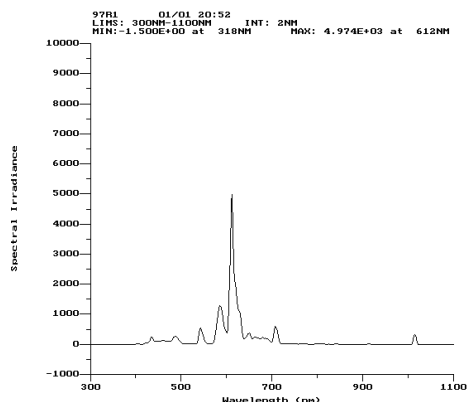
表 6 各光譜波長對植物生理影響

光 譜 範 圍	對 植 物 生 理 的 影 響
280 ~ 315 nm	對形態與生理過程的影響極小
315 ~ 400 nm	葉綠素吸收少，影響光周期效應，阻止莖伸長
400 ~ 520 nm(藍)	葉綠素與類胡蘿蔔素吸收比例最大，對光合作用影響最大
520 ~ 610 nm	色素的吸收率不高
610 ~ 720 nm(紅)	葉綠素吸收率低，對光合作用與光周期效應有顯著影響
720 ~ 1000 nm	吸收率低，刺激細胞延長，影響開花與種子發芽
> 1000 nm	轉換成為熱量

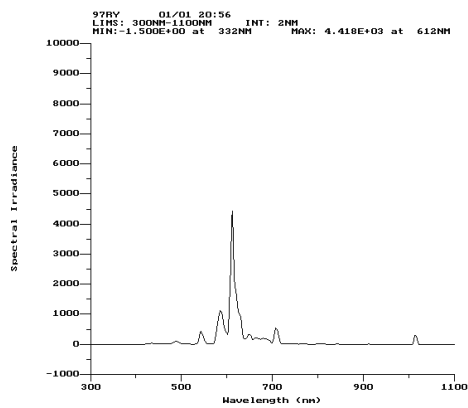
(1) 生長箱

在生長箱中不同玻璃紙、黑色塑膠袋及對照組全光照射，以 LI-1800 輻射光譜儀測定光波波長，由光譜圖 (圖 12) 顯示，紅、紅+黃色玻璃紙透光之光譜高峰相似，位於橙光區 (590-640 nm) 及紅光區 (640-700 nm) 附近；黃色玻璃紙透光之光譜高峰，位於黃光區 (550-590 nm) 及橙光區 (590-640 nm)；藍色玻璃紙透光之光譜高峰，位於藍光區 (430-490 nm) 及黃光區 (550-590 nm) 附近；綠色玻璃紙透光之光譜高峰，位於綠光區 (490-550 nm) 附近；紫色玻璃紙則有二個透光之光譜高峰，分別位於藍光區 (430-490 nm) 及橙紅光區 (590-700 nm) 附近；紅+藍玻璃紙則有三個透光之光譜高峰，分別位於橙紅光區 (590-700 nm)、遠紅光區 (700-740 nm) 及紅外光區 (700-1050 nm)；對照組因

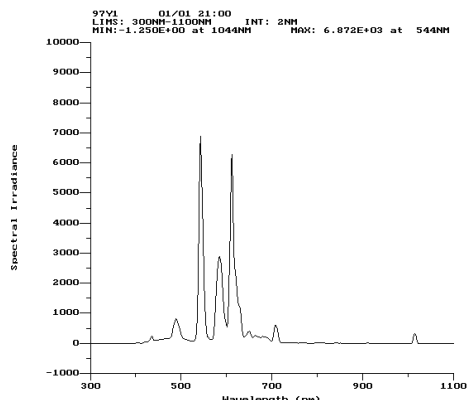
無任何覆蓋處理，透光區域位於可見光範圍 (400-730 nm)；而黑色塑膠袋並無明顯之透光光譜高峰。



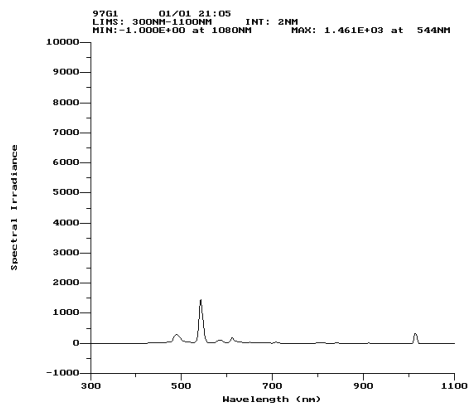
紅色玻璃紙 (Red glass paper)



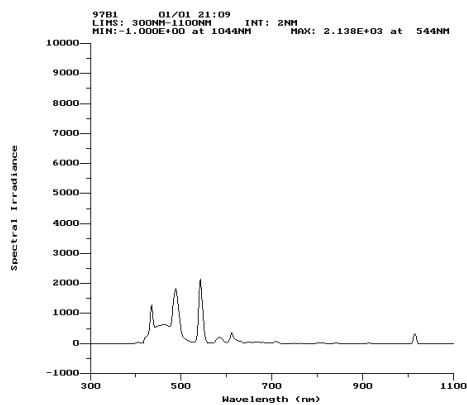
紅 + 黃色玻璃紙 (Red + yellow glass paper)



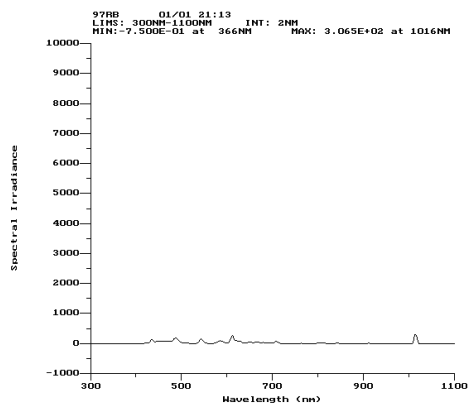
黃色玻璃紙 (Yellow glass paper)



綠色玻璃紙 (Green glass paper)

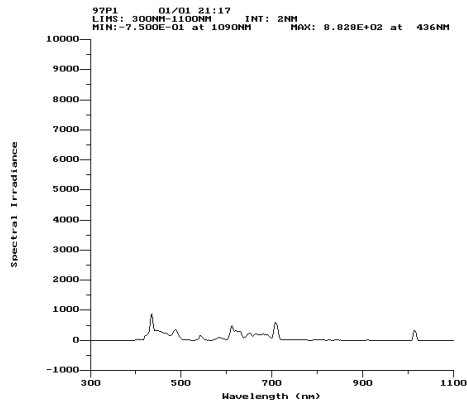


藍色玻璃紙 (Blue glass paper)

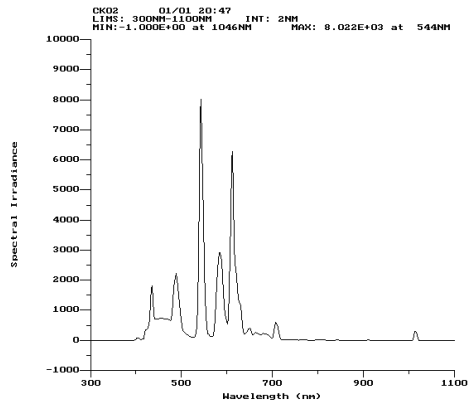


紅 + 藍色玻璃紙 (Red + blue glass paper)

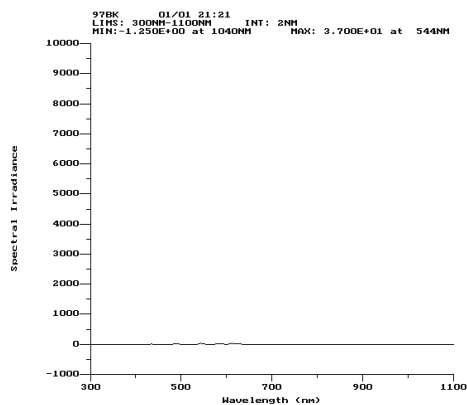
圖 11 生長箱中不同玻璃紙、黑色塑膠袋及全光對照組織光譜圖



紫色玻璃紙 (Purple glass paper)



對照組 (Full light)



黑色塑膠袋 (Black bag)

圖 11 生長箱中不同玻璃紙、黑色塑膠袋及全光對照組織光譜圖 (續)

而實驗結果顯示生長箱中光質對紅檜種子發芽率具顯著之差異，以黃色玻璃紙包覆者之平均發芽率 21.33 ± 2.52 (23.28 ± 2.92) % 最高，而以黑色塑膠袋包覆者之 10.50 ± 1.29 (19.88 ± 3.20) % 最低 (表 7)；另外在實驗中發現到紅檜種子位於無任何光照環境下 (黑色塑膠袋) 亦能發芽。而試驗所得到的結果與李志珉、李明仁 (2003) 及莊獻寶 (2004) 所得到之結果相同，其結果顯示種子發芽率處理上以橙紅光發芽率最佳且各處理間有顯著差異，而紅色及黃色玻璃紙處理的發芽率最好。

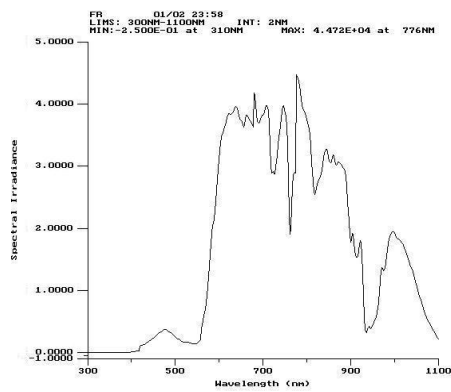
表 7 不同光質處理下在生長箱中之平均發芽率及 R/FR 值之變方分析結果

處理	R/FR (生長箱)	發芽率 (%)
紅色透明玻璃紙	11.68	17.00±3.16 (19.39±3.56) ^{ab}
紅+黃(橙)色透明玻璃紙	11.74	16.00±3.16 (19.72±3.19) ^{abc}
黃色透明玻璃紙	12.96	21.33±2.52 (23.28±2.92) ^a
綠色透明玻璃紙	9.29	18.00±2.58 (21.08±2.42) ^{ab}
藍色透明玻璃紙	12.10	14.75±2.75 (19.51±2.32) ^{bc}
紅+藍(靛)色透明玻璃紙	11.55	16.75±3.40 (20.00±1.74) ^{ab}
紫色透明玻璃紙	9.79	13.75±1.50 (21.69±2.29) ^{bc}
對照組	12.54	13.75±2.63 (21.00±3.59) ^{bc}
黑色塑膠袋	1.97	10.50±1.29 (19.88±3.20) ^c

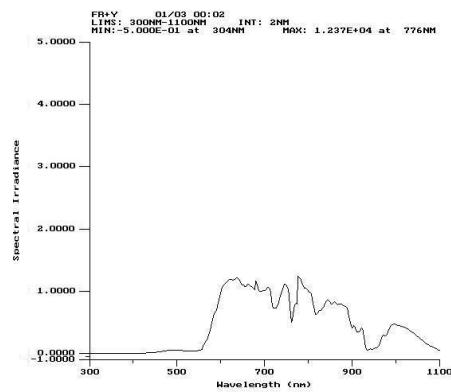
*：同行數值後之字母不同，表示差異顯著 (p<0.05)，括弧內之數字為百分率之角度轉換值

(2) 溫室中

在溫室中所測得之光譜圖如圖 12 所示，溫室內之光譜圖與生長箱內之光譜圖相較之下，發現雖然溫室光照強度高出許多，但在不同玻璃紙下所呈現的光譜高峰位置與生長箱內波長相近。

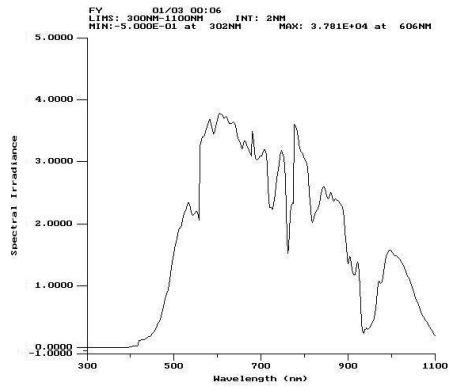


紅色玻璃紙 (Red glass paper)

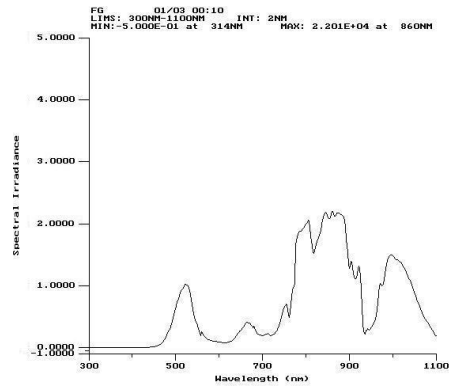


紅+黃色玻璃紙 (Red+yellow glass paper)

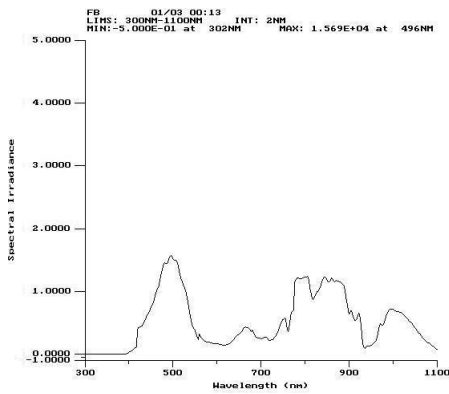
圖 12 溫室中不同玻璃紙、黑色塑膠袋及全光對照組織光譜圖



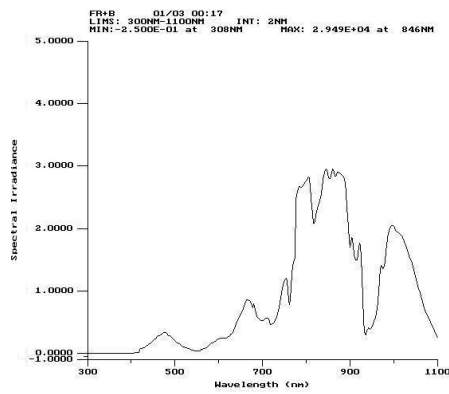
黃色玻璃紙 (Yellow glass paper)



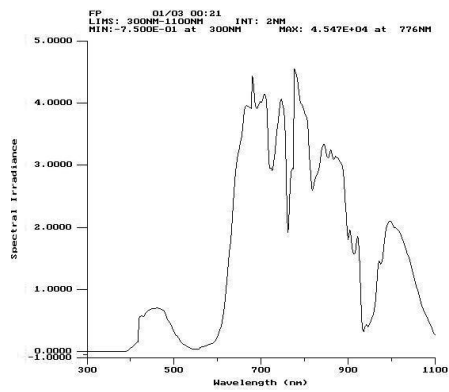
綠色玻璃紙 (Green glass paper)



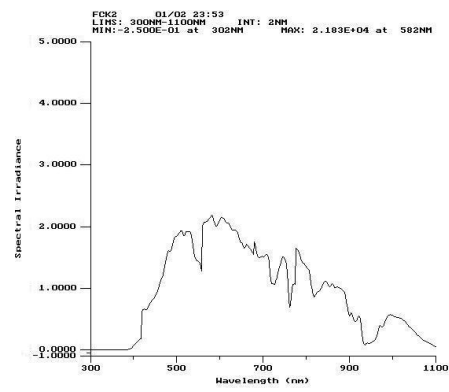
藍色玻璃紙 (Blue glass paper)



紅 + 藍色玻璃紙 (Red + blue glass paper)

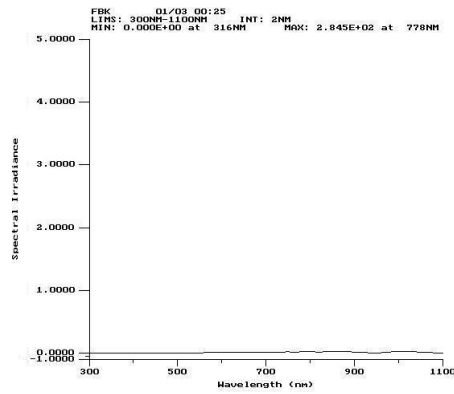


紫色玻璃紙 (Purple glass paper)



對照組 (Full light)

圖 12 溫室中不同玻璃紙、黑色塑膠袋及全光對照組織光譜圖 (續)



黑色塑膠袋 (Black bag)

圖 12 溫室中不同玻璃紙、黑色塑膠袋及全光對照組光譜圖 (續)

結果顯示溫室中光質對紅檜種子發芽率無顯著之差異，以對照組之平均發芽率 16.75 ± 4.57 (24.01 ± 3.59) % 最高，以紅色透明玻璃包覆者之 11.25 ± 3.95 (19.39 ± 3.56) % 最低 (表 8)。

表 8 不同光質處理下溫室中之平均發芽率及 R/FR 值之變方分析結果

處理	R/FR (溫室)	發芽率 (%)
紅色透明玻璃紙	1.20	11.25 ± 3.95 (19.39 ± 3.56) ^a
紅+黃(橙)色透明玻璃紙	1.33	11.5 ± 3.54 (19.72 ± 3.19) ^a
黃色透明玻璃紙	1.32	15.75 ± 3.77 (23.28 ± 2.92) ^a
綠色透明玻璃紙	1.42	13.25 ± 5.44 (21.08 ± 4.42) ^a
藍色透明玻璃紙	1.49	11.25 ± 2.5 (19.51 ± 2.32) ^a
紅+藍(靛)色透明玻璃紙	1.41	11.75 ± 1.89 (20 ± 1.74) ^a
紫色透明玻璃紙	1.24	13.75 ± 2.75 (21.69 ± 2.29) ^a
對照組	1.40	16.75 ± 4.57 (24.01 ± 3.59) ^a
黑色塑膠袋	1.32	11.7 ± 3.4 (19.88 ± 3.2) ^a

*：同行數值後之字母不同，表示差異顯著 ($p < 0.05$)，括弧內之數字為百分率之角度轉換值

綜合溫室中及生長箱內不同光度處理後之結果，發現各種光質對紅檜種子發芽上並沒有非常顯著差異，尤其是在光度較強的溫室內；在光度較弱的生長箱中則可發現到種子吸收紅光區之光譜時有較佳之發芽率。

2.不同光度處理對紅檜發芽之影響

森林為一多層構造所組成之植群社會，陽光照射入林內，上層植物會擷取部分光線，因此林分地面的光量很低，通常是以相對光度 (relative illuminance) 來表示 (劉崇瑞、蘇鴻傑，1983)。光的強弱不但會影響林木生長，而且經長期照射還會使林木之生理型態造成改變 (廖天賜等，2002)。

(1)生長箱

實驗結果顯示生長箱中光度對紅檜種子發芽率具顯著之差異，以不遮陰全光照者 (對照組) 之平均發芽率 28.75 ± 6.95 (32.32 ± 4.29) % 最高，以遮陰網密度 80 % 者之 15.75 ± 2.75 (23.32 ± 2.16) % 最低 (表 9)。

表 9 不同光度處理下在生長箱中之平均發芽率之變方分析結果

處理	發芽率 (%)
不遮陰全光照 (對照組)	28.75 ± 6.95 (32.32 ± 4.29) ^a
遮陰網密度 20 %	19.75 ± 4.79 (26.27 ± 3.40) ^{ab}
遮陰網密度 50 %	18.25 ± 3.86 (25.19 ± 2.95) ^b
遮陰網密度 80 %	15.75 ± 2.75 (23.32 ± 2.16) ^b

*：同行數值後之字母不同，表示差異顯著 ($p < 0.05$)，括弧內之數字為百分率之角度轉換值

(2) 溫室

實驗結果顯示溫室中光度對紅檜種子發芽率具顯著之差異，以不遮陰全光照者 (CK) 之平均發芽率 30.75 ± 7.18 (33.56 ± 4.52) % 最高，以遮陰網密度 80 % 者之 15.00 ± 3.56 (22.67 ± 2.98) % 最低 (表 10)。

表 10 不同光度處理下在溫室中之平均發芽率之變方分析結果

處理	發芽率 (%)
不遮陰全光照 (對照組)	30.75 ± 7.18 (33.56 ± 4.52) ^a
遮陰網密度 20 %	24.25 ± 7.27 (29.32 ± 4.82) ^{ab}
遮陰網密度 50 %	24.25 ± 5.31 (29.40 ± 3.56) ^b
遮陰網密度 80 %	15.00 ± 3.56 (22.67 ± 2.98) ^b

*：同行數值後之字母不同，表示差異顯著 ($p < 0.05$)，括弧內之數字為百分率之角度轉換值

綜合溫室中及生長箱內不同光度處理後之結果，發現紅檜種子無論在光度強的溫室或是光度弱的生長箱中，其發芽率皆為不遮光的對照組較佳。而溫室中的發芽率又較生長箱內佳，因此推測紅檜種子發芽需要高光量。

3. 林下發芽率試驗

實驗結果顯示，紅檜種子於林下之發芽率以 CK 的 $19.25 \pm 1.26\%$ 為最高，試驗區 B 的 $3.25 \pm 0.50\%$ 為最低 (表 11)，其在樣區內生長情形佳，約在 3 個禮拜時便有幾顆小苗已發芽 (圖 13)。

表 11 紅檜種子林下發芽率

試驗區	試驗區 A	試驗區 B	CK
平均光度(lux)	401.00 ± 66.69	385.25 ± 49.21	4490.75 ± 515.49
林下發芽率(%)	5.00 ± 0.82^b	3.25 ± 0.50^c	19.25 ± 1.26^a

*：同行數值後之字母不同，表示差異顯著 ($p < 0.05$)

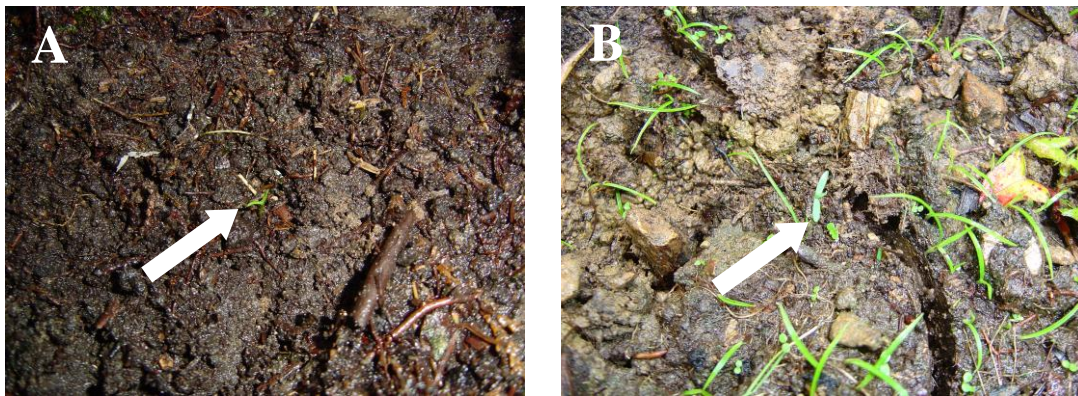


圖 13 樣區林下發芽試驗之情形

A：紅檜林下發芽情形

B：對照組發芽情形

本試驗於8月進行，但於9月時遭受颱風影響，所進行之發芽試驗之小苗些受逕流流失，於10月時有至樣區再次進行此部分試驗，至目前為止仍未觀察到發芽。

在樣區內紅檜林下種子之發芽率低於對照組，又以光度60%之發芽率低於光度85%，結果可發現其具顯著差異；另外，在前述之光度試驗中可以看出在光度較強的環境下其種子之發芽率較高，因此建議紅檜林分內進行疏伐作業以助於小苗之天然更新。

(VII) 昆蟲群聚組成分析

本研究調查資料自2008年5月起至迄今為止，於四試驗區所誘得昆蟲數量共計19目275科49,178隻(表12)；就科數而言以雙翅目64科最多、鞘翅目53科次之、膜翅目40科再次之。就個體數而言以彈尾目長角跳蟲科15,529隻最多，其次為雙翅目毛蚋科3,043隻(附錄六)。下列為各試區誘得的昆蟲相組成：

試驗區A(林下相對光度46%)：本永久試區設置於阿里山遊樂區第二管制哨至祝山火車站途中，此紅檜造林地樹齡約60年，有定期進行人為的疏伐作業，林地上有許多撫育後所留下的廢材，本試區附近有一條人工的小山溝其水流量不穩定。目前已調查的昆蟲種類及數量達17目147科22,978隻。就科數而言以雙翅目35科最多、鞘翅目29科次之、膜翅目24科再次之，就個體數來看以彈尾目長角跳蟲科9,603隻及雙翅目毛蚋科2,706隻為最高。

試驗區B(林下相對光度24%)：本永久試區設置於阿里山鄉香林國小後之巨木林步道中，此紅檜造林地保持紅檜的自然生長，無進行人工疏伐作業，樹齡約2700年至60年之間。目前調查的昆蟲種類及數量達14目133科10,779隻。就科數而言以雙翅目35科最多、鞘翅目26科次之、膜翅目21科再次之，就個體數來看以彈尾目之長角跳蟲科之3,778隻及等節跳蟲科2,542隻為最高。

試驗區C(林下相對光度70%)：本永久試區設置於姊妹潭湖泊之環潭步道旁，為2008年7月增設之試區。此處的地被植物覆蓋度為四試區中最高者。目前調查的昆蟲種類及數量達16目107科4,491隻。就科數而言以雙翅目35科最多、鞘翅目26科次之、膜翅目21科再次之，就個體數來看以長角跳蟲科之1,213隻最多，

其次為毛蚋科之306隻。

試驗區CK (林下相對光度100%)：本永久試區設置於小笠原山的觀日平台附近，此處的植物相組成較為複雜，其中以台灣紅榨槭、台灣雲杉、華山松為主，在試區鄰近還有人工栽植的山葵田和梨園。目前調查的昆蟲種類及數量達14目175科10,930隻。就科及數而言以雙翅目42科最多、鞘翅目35科次之、膜翅目26科再次之，就個體數來看以雙翅目之蛾蚋科1,665隻及黑翅蕈蚋科之1,038隻為最高，可能與管理作物施灑有機肥料有關。

表 12 阿里山事業區紅檜林各試區誘得昆蟲資源組成

試區	目	科	個體數
試驗區 A	17	147	22,978
試驗區 B	14	133	10,779
試驗區 C	16	107	4,491
試驗區 CK	14	175	10,930
累計	19	275	49,178

從圖 14 結果表示為四個試區所誘得昆蟲棲群的季節變動情形，除了試驗區 C 天然母樹下種林，在 6 月後才設置馬氏網外，在 6 月均有一高峰期，其中以試驗區 A 之蟲口棲群密度最高為 9317 隻，爾後於 8 月後陸續有辛樂克 (SINLAKU) 及蕃蜜 (JANGMI) 颱風入侵台灣，挾帶豪雨及強風的侵襲下，使得各試區誘得的蟲口密度有明顯的下降，並間接影響昆蟲取食的植物品質和棲地遮蔽度，此與 Hoback *et al.*(1999) 認為昆蟲群聚組成，受植物遮蔽有無影響結果相似。

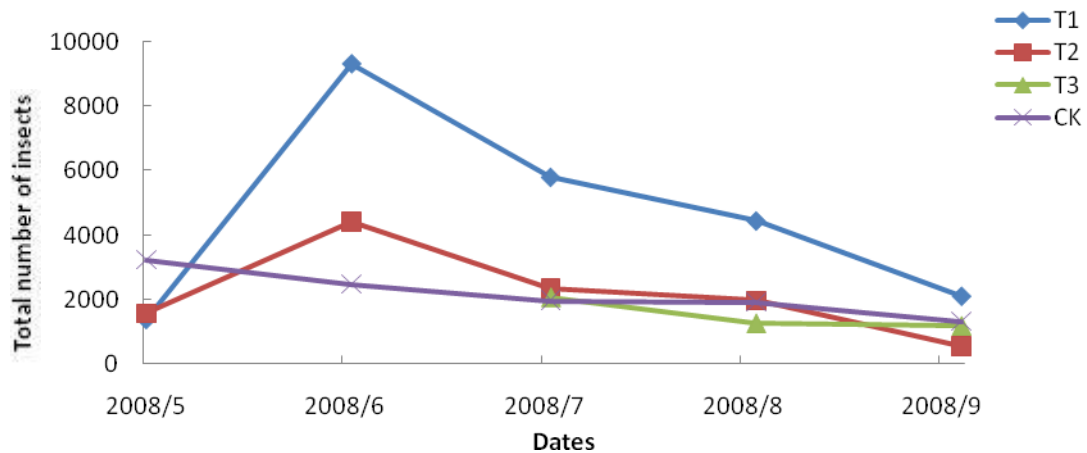


圖 14 阿里山事業區紅檜林各試區誘得之昆蟲棲群變動

阿里山事業區海拔在2000左右，雲霧瀰漫帶來了豐富的濕氣，從四試區昆蟲相組成結果表示，以彈尾目佔45%最高，比較四個試區彈尾目的個體數量，以試驗區B > 試驗區A > 試驗區C > 對照組。由試驗區B生態環境，得知，林分鬱閉度高及林下幽暗（相對光度24%），土壤中且蘊含豐富的有機物，為彈尾目跳蟲科喜愛的棲息環境，個體數佔該試區的41%；但在非紅檜造林地中，可能與林下光度為100%、又林分密度較低，彈尾目昆蟲數量反而較少，僅佔該試區的12%（圖15）。再者，試驗區A的紅檜林下，堆積許多廢材及枯枝落葉，因此提供了許多食料和植物性分解者昆蟲的食物來源及棲所，例如擬叩頭蟲科、郭公蟲科、姬扁甲蟲科等；在試驗區C天然母樹下種林中，由於林下光度70%、地被植群豐富，就出現較多同翅目菱飛蟲科和鱗翅目小翅蛾科的植食性昆蟲，因此在該試區中所誘得的植食性昆蟲佔38%；在非紅檜造林地（CK）試區中，因本試區周圍種植山葵及梨樹，使得植食性害蟲如葉蟬科、蚜蟲科及粉蝨科昆蟲發生機會增加，加上本試區可能使用有機肥，致使雙翅目蛾蚋、黑翅蕈蚋及家蠅科之累計個體數分別為1,665、1,038及301隻，此試區雖然出現植食性害蟲的科級數較多，但其個體數量並不是所有試區中最多者，可能與該區擁有許多寄生及捕食性天敵之姬蜂科、小蘭蜂科、食蟲虻科、食蚜虻科及瓢蟲科昆蟲調節抑制害蟲密度有關（表13、14）。

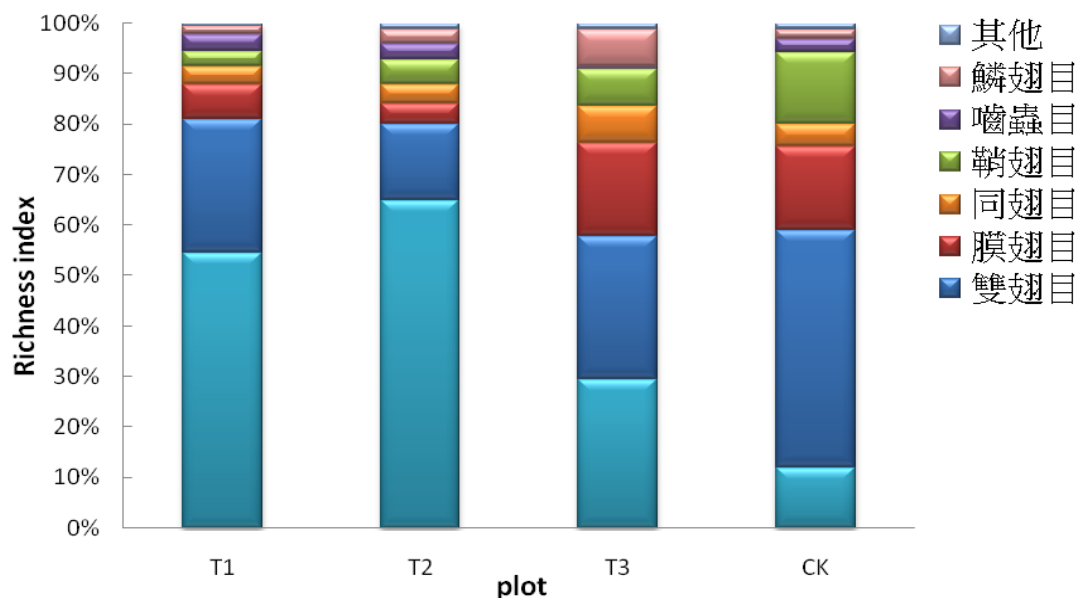


圖15 阿里山事業區紅檜林各試區誘得昆蟲各目相對組成百分比

表 13. 阿里山事業區紅檜林各試區之害蟲種類

目	科	試區位置 ¹⁾
Thysanoptera 纓翅目	Phlceothripidae 管蓟馬科	CK
Homoptera 同翅目	Aleyrodidae 粉虱科	T2、CK
	Cicadellidae 葉蟬科	T2、T3、CK
Lepidoptera 鱗翅目	Noctuidae 夜蛾科	T1、T2、T3、CK
	Lyonetiidae 潛葉蛾科	T1、CK
	Arctiidae 燈蛾科	T2、T3、CK

¹⁾T1. 試驗區 A、T2. 試驗區 B、T3. 試驗區 C、試驗區 CK

表 14 阿里山事業區紅檜林各試區之害蟲天敵種類

目	科	試區位置 ¹⁾
Neuroptera 脈翅目	Chrysopidae 草蛉科	CK
Coleoptera 鞘翅目	Coccinellidae 瓢蟲科	T1、T2、T3、CK
Hymenoptera 膜翅目	Ichneumonidae 姬蜂科	T1、T2、T3、CK
	Braconidae 小蘗蜂科	T1、T2、T3、CK
	Diapriidae 錘角細蜂科	T1、T2、T3、CK
Diptera 雙翅目	Asilidae 食蟲虻科	T2、T3
	Syrphidae 食蚜虻科	T1、T2、T3、CK
	Tachinidae 寄生蠅科	T1、T2、T3、CK

¹⁾T1. 試驗區 A、T2. 試驗區 B、T3. 試驗區 B、試驗區 CK

(II) 多樣性指數分析

圖16 為四個試區各月份之四種多樣性指數，其數值均落在可接受之範圍，所呈現的趨勢大致相同。就科豐富度指數而言，四試區數值均落在8.04至13.85之間，另外試驗區 A 於5月出現最高值為10.81，試驗區 B 於7月出現最高值為11.09，而試驗區 C 則於8月出現最高值為10.72，試驗區 CK 於2008年7月出現最高值為13.85。由此看出試驗區 CK 和試驗區 C 的科豐富度指數，較試驗區 A 及試驗區 B 為高，尤其試驗區 CK 設置於森林邊緣林下光度充足為100%，且林相組成較複雜出現昆蟲多樣化有關；而其他之試驗區 A、B 皆設置於鬱閉之檜木林下，濕度高且林下光度低，因此昆蟲科豐富度指數稍低。另在四個試區之辛普森多樣性指數數值落在0.66至0.94之間；夏農-威納多樣性指數數值落在1.89至3.46之間；均勻度指數數值落在0.43至0.76之間。就三種多樣性指數分析結果，均以試驗區 CK 為較高，此結果與 Margalef (1972) 認為辛普森多樣性指數，可視為群落之優勢度指數或稱集中性指數，所求值介於0與1之間，其值越大則歧異度越高；至於夏農-威納多樣性指數其值介於0到4.5之間，表示在對群聚中擁有稀有種之組成變化具較高敏感性有關。

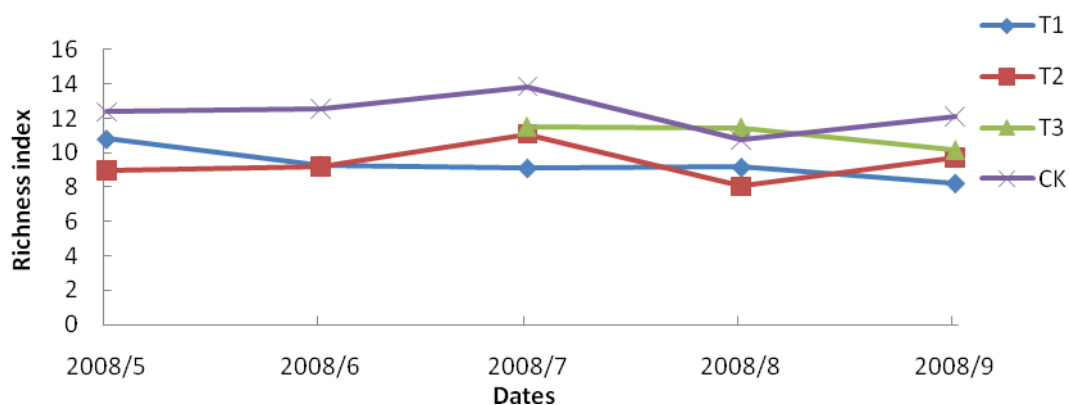


圖16 阿里山事業區紅檜林各試區之四種多樣性指數分析

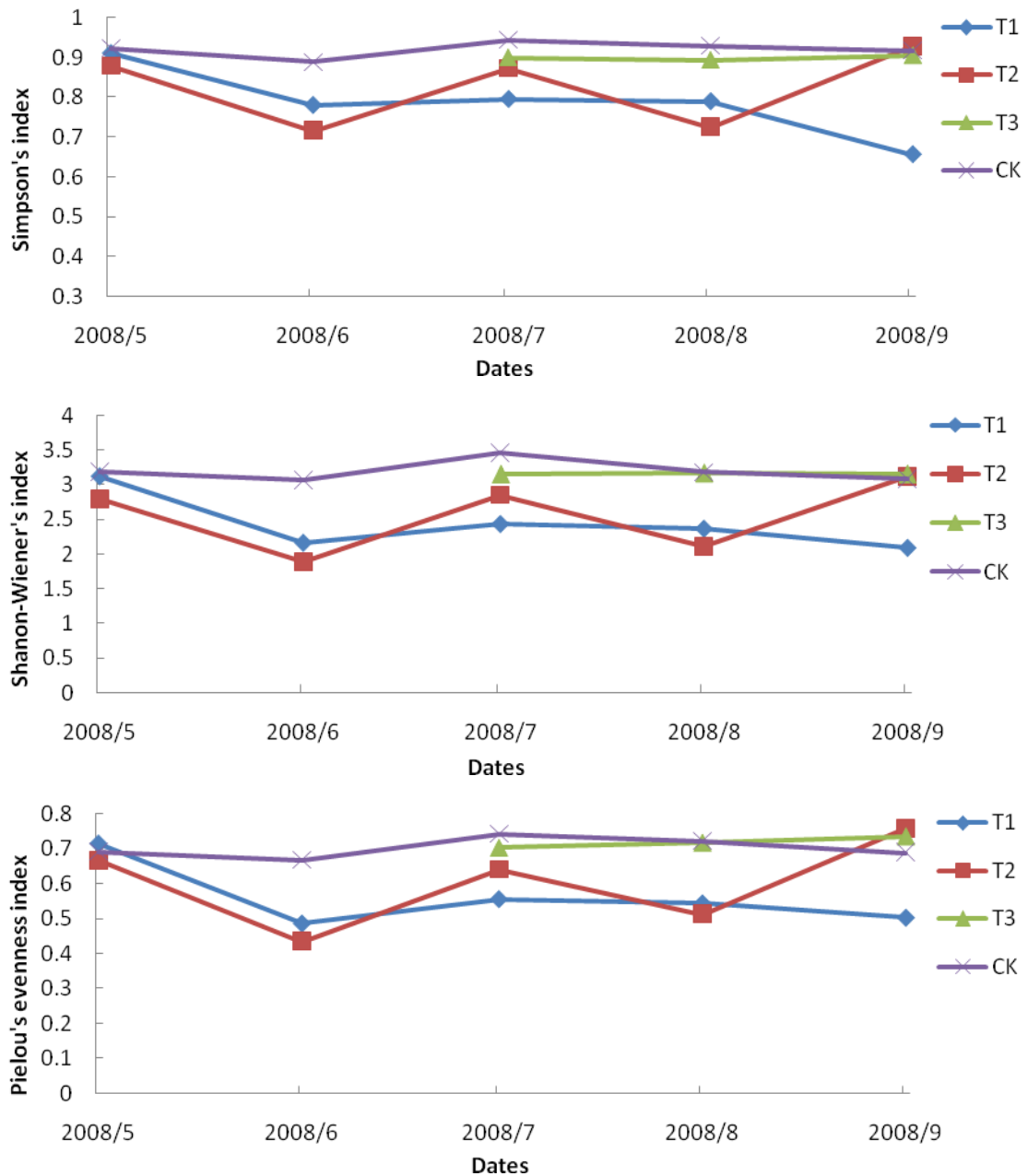


圖16 阿里山事業區紅檜林各試區之四種多樣性指數分析 (續)

(VIII) 林內鳥類及野生動物之調查

根據調查結果，秋季阿里山事業區所調查到的鳥類共記錄 15 科 28 屬 31 種 (表 15)。各樣區內所發現的鳥類種類並不相同，紋翼畫眉、冠羽畫眉、巨嘴鴉、褐鶯此四種鳥類在所有樣區皆有發現 (圖 17)，另外在樣區內也有發現到莫氏樹蛙、梭德氏赤蛙、盤古蟾蜍、長吻松鼠、條紋松鼠、台灣蜓蜥等動物 (圖 18)。而由調查結果可見，CK 樣區及樣區 B 所調查之種類較多，而樣區及樣區 C 所發現種類較少。

表 15 阿里山事業區紅檜林各樣區之鳥類種類

科名	中文名	學名	樣區 A	樣區 B	樣區 C	CK	
鷹科	松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>				◎	
雉科	深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>		◎			
鳩鴿科	灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>				◎	
燕科	毛腳燕	<i>Delichon urbica</i>	◎	◎		◎	
鷓鴣科	鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes</i>	◎	◎			
鶇科	小翼鶇	<i>Brachypteryx montana</i>	◎	◎	◎		
	小剪尾	<i>Enicurus scouleri</i>			◎		
	鉛色水鶇	<i>Phoenicurus fuliginosus</i>		◎	◎		
	白眉林鶇	<i>Tarsiger indicus</i>		◎			
	栗背林鶇	<i>Tarsiger johnstoniae</i>		◎	◎	◎	
	畫眉科	紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	◎	◎	◎	◎
		金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	◎	◎		◎
白耳畫眉		<i>Heterophasia auricularis</i>				◎	
藪鳥		<i>Liocichla steerii</i>	◎	◎	◎	◎	
小鷓鴣		<i>Pnoepyga pusilla</i>	◎		◎		
鶯科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>			◎		
	冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	◎	◎	◎	◎	
	褐色叢樹鶯	<i>Bradypterus alishanensis</i>				◎	
	火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>		◎		◎	
	鶇科	黃胸青鶇	<i>Ficedula hyperythra</i>		◎		
山雀科	煤山雀	<i>Parus ater</i>		◎			
	青背山雀	<i>Parus monticolus</i>		◎	◎	◎	
鴉科	茶腹鴉	<i>Sitta europaea</i>		◎			
鴉科	巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>	◎	◎	◎	◎	
	松鴉	<i>Garrulus glandarius</i>				◎	
	星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>				◎	
長尾山雀科	紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>			◎	◎	
雀科	灰鶯	<i>Pyrrhula erythaca</i>				◎	
	褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	◎	◎	◎	◎	
	酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	◎	◎		◎	
	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	◎			◎
總計 15 科	31 種		12 種	19 種	13 種	20 種	



圖 17 金翼白眉



圖 18 長吻松鼠

生態系中每一生物都具有自己的生態地位，植食性昆蟲為生態系中的最初級消費者，其發生密度受到寄生性昆蟲、捕食性昆蟲、兩生類、爬蟲類及鳥類等次級消費者所構築之食物網控制（圖 19）。Cohen *et al.* (2003) 指出物種之間的取食活動對整個族群結構有重大的影響。

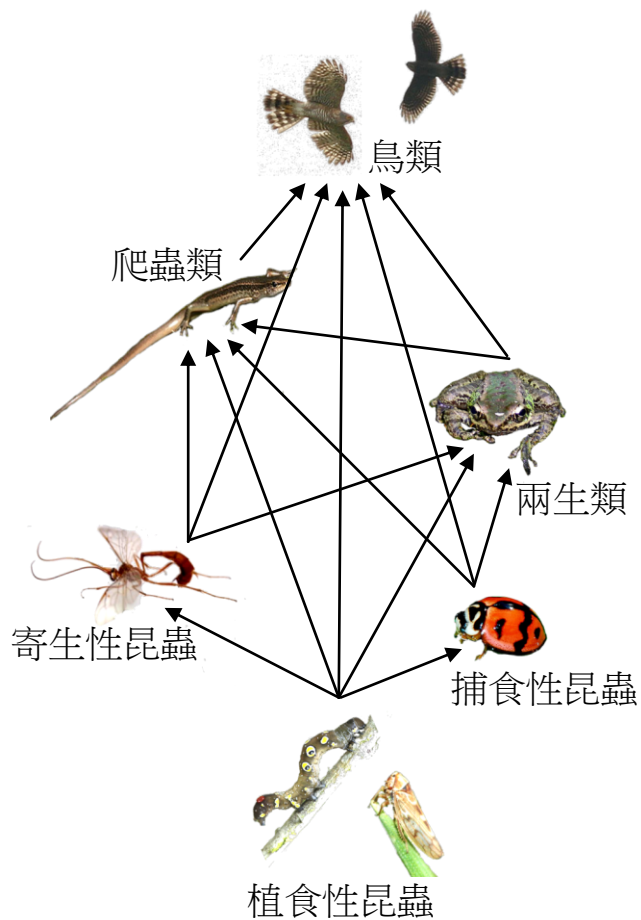


圖 19 紅檜樣區各植物關係圖

(IV)、結論

1. 阿里山事業區之土壤 pH 值為介於 3-6 之間的微酸性土壤，春季阿里山事業區維管束植物共記錄 62 科 94 屬 122 種，其中蕨類植物 13 科 22 屬 26 種，裸子植物 2 科 2 屬 2 種，被子植物 47 科 70 屬 94 種，植被以玉山箭竹最具優勢。
2. 以染根或透過掃描式電子顯微鏡觀察，發現紅檜苗木具有共生組合。
3. 自阿里山事業區紅檜林之土壤分離出 *Sclerocystis sp.* 及 *Glomus sp.* 2 屬孢子。
4. 於生長箱中之紅檜種子在不同光質下其發芽率有明顯差異，以黃色玻璃紙包覆者之平均發芽率 21.33 ± 2.52 (23.28 ± 2.92) % 最高，但於溫室中之種子於不同光質下其發芽率則無明顯差異，推測紅檜種子發芽受光度影響較大。試驗區林下相對光度越高其種子發芽率越好。
5. 阿里山地區豐富的濕氣，加上鬱閉的紅檜林以及土壤中豐富的有機物，使得昆蟲相組成以植物性分解者彈尾目之昆蟲佔個體數量最多。
6. 在非紅檜造林地試區雖然出現植食性害蟲的科級數很多，但其個體數量並不是所有試區中最多，可能與該區昆蟲有許多寄生及捕食性天敵如姬蜂科、小繭蜂科、食蟲虻科、食蚜虻科及瓢蟲科等可抑制害蟲的密度有關。
7. 非紅檜造林地試區設置於森林邊緣林下光下充足，且林相組成較為複雜之處；而其他三試區皆設置於鬱閉之林下，濕度高且林下光度低，因此，以非紅檜造林地試區之昆蟲多樣性度指數高。

(V) 參考文獻

- 王子定 (1993) 現代育林學(上冊)。國立編譯館，台北。共 567 頁。
- 未具名 (1994) 昆蟲綱科以上學名中名對照表。中華(台灣)昆蟲學會編印。台北市。40 頁。
- 林湘玲、郭幸榮 (2001) 台灣原生檜木種子發芽過程對水分供應模式之反應。國立台灣大學森林學所碩士論文。
- 邱志明、羅卓振南、鍾旭合 (1993) 棲蘭山檜木天然更新林分構造之研究。台灣省林業試驗所研究報告季刊 8(4):389-402。
- 吳繼光、林素禎 (1998) 生物性肥料技術開發與推廣-囊叢枝內生菌根菌。1998 全國農業科技展專刊 56-59。
- 呂斯文、張喜寧 (1998) 菌根菌與土壤為生物間之交互作用。科學農業 46:217-225。
- 李明仁 (2005) 林木菌根及應用技術。上課講義。
- 李志珉、李明仁 (2003) 光質對台灣檫種子發芽及苗木生長之效應。中華林學季刊 36(3):235-245。
- 胡弘道 (1990) 林木菌根。國立編譯館。
- 金恒鏞 (1993) 合歡山玉山箭竹草原土壤之發育與分類。林業試驗所研究報告季刊 8(1):21-38。
- 柳楷 (1975) 台灣紅檜扁柏群落生態之研究。中華農學會報 92: 143-178。
- 高清 (1984) 林木之構造與功能。國立編譯館，台北。共 454 頁。
- 翁建堯、胡弘道 (1981) 台灣杉、紅檜及台灣扁柏內生菌根之研究。國立台灣大學森林學所碩士論文。
- 貢穀紳 (1979) 昆蟲學 (中冊)。國立中興大學農學院出版委員會出版。台中市。763 頁。
- 莊獻寶 (2004) 光對大葉楠和香楠苗木生長及生理之效應，即叢枝菌根菌對大葉

- 楠苗木生長及生理之效應。國立嘉義大學農學院林業暨自然資源研究所碩士論文，共 109 頁。
- 張乃航 (1996) 光照效應對台灣赤楊、山黃麻及構樹種子發芽的影響。台灣林業科學 11(2):195-199。
- 張明欽、陳應龍、仲崇祿 (1997) 菌根研究及應用。中國林業出版社。
- 游啟皓、郭幸榮、梁亞忠、許世宏 (2003) 紅檜人工林冠層下光度之水平變異。台灣林業科學 18 (4) :375-86。
- 廖天賜、張安邦、翁仁憲 (2002) 遮陰對大葉楠與香楠苗木光合作用及生理之影響。林業研究季刊 24(1):1-10。
- 劉校生 (1986) 昆蟲分類學實習。國立中興大學教務處出版組印。台中市。352 頁。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。台灣商務印書館，台北。共 462 頁。
- 蔡經甫、楊曼妙 (2005) 植食性椿象與捕食性椿象之鑑定要領。行政會農業委員會動植物防檢局、國立中興大學昆蟲學系編印。81-111 頁。
- 劉業經、歐辰雄、呂福原 (1994) 台灣樹木誌。國立中興大學農學院叢書。
- Bonfante, P. and S. Perotto (1995) Strategies of arbuscular mycorrhizal fungi when infecting host plants. *New Phytol.* 130:3-21.
- 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.
- Cohen, J. E., T. Jonsson and S. R. Carpenter (2003) Ecological community description using the food web, species abundance, and body size. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100:1781-86.
- Csior, (1970) *The insects of Australia*. Melbourne University Press, Canberra. 1029 pp.
- Daniels, B. A. and H. D. Skipper (1982) Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from the soil. *In* N. C. Schenck [ed.], *Methods and*

- principles of mycorrhizal research, 29–35. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- 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.
- Hu, H. T. (1978) Effects of endomycorrhizal inoculation on the growth of Taiwan red cypress seedlings. *Natl. Sci. Counc. Month* 6:1064-1077.
- Hu, H. T. (1980) Scanning electron microscope studies of VA endomycorrhizae in *Chamaecyparis formosensis* matsum. *N.S.C.M.* 8(12):1141-1147.
- Hsu, L. M., Y. S. Tee and C. Y. Wang (2007) A comparison of seed germination ability between exotic and indigenous weeds in Taiwan. *Weed Sci. Bull.* 28(1):98-111
- Husch, B., C. L. Miller and T. W. Beer (1982) *Forest mensuration* 3rd ed. New York: Ronald Press p276-364.
- Krebs, C. J. (1999) *Ecological methodology*. 2nd ed. Addison-Welsey Educational Publishers, Menlo Park, CA. 620 pp.
- Lee, D. W. (1996) Irradiance and spectral quality affect Asian tropical rain forest tree seedling development. *Ecology* 77(2):568-580.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds (1988) *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. Wiley, New York. 337 pp.
- MacDonald, D. C. (1977) *Methods of soil and tissue analysis used in the analytical laboratory*. Canadian Forestry Service Information Report. MM-X-78.
- 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., Agromomy 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.

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.

Wong, J. Y. (1981) Studies on the endomycorrhizae of *Taiwan cryptomeriodies*,

Chamaecyparis formosensis & *Chamaecyparis obtuse* var. *formosana*. Master's

thesis, National Taiwan University.

(VI) 期中問答討論

1. 葉處長提問：植群調查中，喬木層與植被層有部分錯誤，應重新檢核。

答：感謝處長對於有誤之處的指正及建議，我們會在文中修正。

2. 葉處長提問：圖 1 的航照圖反過來放置較為立體，用來顯示位置的效果會較好。

答：感謝處長提供寶貴的意見，我們會在文中修正。

3. 葉處長提問：姐妹潭旁有一天然下種林，建議可增設樣區以比較人工林及天然林更新之差異。

答：感謝處長提供寶貴的意見，之後經增設姐妹潭附近之天然林樣區，以提供更完整的調查資料。

4. 廖技正提問：報告中選定之疏伐樣區近年應只有進行林下的枯倒木整理，而非疏伐，近年有進行紅檜疏伐者為大埔事業區 209 林班附近。

答：感謝技正對於有誤之處的指正及建議，未來將改為鬱閉度或於大埔事業區中設置樣區進行試驗。

5. 李課長提問：試驗區 C 應位於大埔事業區 212 林班附近，文中並未描述。

答：感謝處長對於有誤之處的指正及建議，我們會在文中修正。

附錄一 阿里山事業區植物名錄

Pteridophytes 蕨類植物

P3 Selaginellaceae 卷柏科

Selaginella doederleinii Hieron 生根卷柏

P7 Marattiaceae 觀音座蓮科

Angiopteris lygodifolia Rosenst. 觀音座蓮

P12 Plagiogyriaceae 瘤足蕨科

Plagiogyria euphlebia (Kunze) Mett. 華中瘤足蕨

Plagiogyria formosana Nakai 臺灣瘤足蕨

P15 Dennstaedtiaceae 碗蕨科

Histoptenis incisa (Thunb.) J.Sm. 栗蕨

Microlepia strigosa (Thunb.) Presl 粗毛蕨蓋蕨

Monachosarium hennyi Christ 稀子蕨

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. *wightianum* (Wall.) Shieh 巒大蕨

P18 Oleandraceae 蓀蕨科

Nephrolepis auriculata (L.) Trimen 腎蕨

Oleandra wallichii (Hook.) Presl 蓀蕨

P19 Pteridaceae 鳳尾蕨科

Pteris biaurita L. 弧脈鳳尾蕨

Pteris wallichiana Ag. 瓦氏鳳尾蕨

P21 Vittariaceae 書帶蕨科

Vittaria flexuosa Fee 書帶蕨

P23 Blechnaceae 烏毛蕨科

Woodwardia orientalis Sw. 東方狗脊蕨

Blechnum orientale L. 烏毛蕨

P25 Dryopteridaceae 鱗毛蕨科

Acrophorus stipellatus T. Moore 魚鱗蕨

Acrophorus rhombioides (Wall. ex Mett.) Ching 斜方複葉耳蕨

Dryopteris wallichiana (Spr.) Hylander 瓦氏鱗毛蕨

Peranema cyathoides D. Don 柄囊蕨

P27 Thelypteridaceae 金星蕨科

Pseudocyclosorus hirticachis (C. Chr.) Holtt. 毛囊紫柄蕨

P28 Athyriaceae 蹄蓋蕨科

Diplaziopsis javanica (Blume) C. Chr.

P29 Aspleniaceae 鐵角蕨科

Asplenium cheilosorum Kunze ex Mett. 邊葉鐵角蕨

Coniogramme intermedia Hieron. 華鳳丫蕨

P32 Polypodiaceae 水龍骨科

Lepisorus morrisonensis (Hayata) H. Ito 玉山瓦葎

Lepisorus thunbergianus (Kaulf.) Ching 瓦葎

Phymatopteris formosanum Baker 臺灣水龍骨

Gymnosperms 裸子植物

G4 Taxodiaceae 杉科

Cryptomeria japonica (L. f.) D. Don 柳杉

G5 Cupressaceae 柏科

Chamaeyparis formosensis Matsum. 紅檜

Dicotyledons 雙子葉植物

A.15 Lauraceae 樟科

Litsea morrisonense Hayata 玉山木薑子

Litsea musshaensis Hayata 霧社木薑子

Neolitsea acuminatissima (Hayata) Kanehira et Sasaki 高山新木薑子

Neolitsea parvigemma (Hayata) Kanehira & Sasaki 小芽新木薑子

A.24 Rosaceae 薔薇科

Pyrus serotina Rehder 梨子

Rosa transmorrisonensis Hayata 高山薔薇

Rubus formosensis O. Kuntze 臺灣懸鉤子

Rubus rolfei Vidal 寒莓

Rubus corchorifolius L. f. 變葉懸鉤子

Rubus pectinellus Maxim. 刺萼寒莓

Rubus pirifolius Sm. 梨葉懸鉤子、太平懸鉤子

A.29 Fabaceae 蝶形花科

Trifolium repens L. 白花三葉草

A.33 Hydrangeaceae 八仙花科

Hydrangea angustipetala Hayata 狹瓣八仙花

Hydrangea anomala Don 藤繡球

Hydrangea aspera D. Don. 高山藤繡球

Hydrangea integrifolia Hayata ex Matsum. et Hayata 大枝掛繡球

Pileostegia viburnoides Hook. et Thoms. 阿里山青棉花

Schizophragma integrifolium Oliv. var. *fauriei* (Hayata) Hayata 圓葉鑽地風

A.42 Symplocaceae 灰木科

Symplocos formosana Brand 臺灣灰木

- Symplocos anomala* Brand 玉山灰木
Symplocos chinensis (Lour.) Druce 灰木
- A.47 Araliaceae 五加科**
Hedera rhombea (Miq.) Bean var. *formosana* (Nakai) Li 臺灣長春藤
Schefflera octophylla (Lour.) Harms 江茛、鵝掌柴、鴨腳木
- A.48 Caprifoliaceae 忍冬科**
Lonicera acuminata Wall. 阿里山忍冬
Viburnum betulifolium Betal 玉山英薺
Viburnum foetidum Wall. var. *rectangulatum* (Gaeb.) Rehder 太平山英薺
Viburnum urceolatum Sieb. et Zucc 台灣高山英薺
- A.53 Stachyuraceae 旌節花科**
Stachyurus himalaicus Hook. f. et Thomson ex Benth. 通條木
- A.70 Moraceae 桑科**
Ficus sarmentosa B. Ham. ex J. E. Sm. var. *henryi* (King ex D. Oliver) Corn. 阿里山珍珠蓮
- A.71 Urticaceae 蕁麻科**
Elatostema herbaceifolium Hayata 臺灣樓梯草
Elatostema microcephalanthum Hayata 微頭花
Lecanthus peduncularis (Wall. ex Royle) Wedd. 長梗盤花麻
Pellionia radicans (Sieb. et Zucc.) Wedd. 赤車使者
Pilea elliptifolia Shih & Yang
Pilea melastomoides (Poir.) Wedd. 野牡丹葉冷水麻
Pilearotundinucula Hayata 圓果冷水麻
- A.85 Thymelaeaceae 瑞香科**
Daphne arisanensis Hayata 阿里山瑞香
- A.109 Cucurbitaceae 瓜科**
Gynostemma pentaphyllum (Thunb.) Makino 絞股藍、七葉膽
- A.135 Theaceae 茶科**
Adinandra lasiostyla Hayata 毛柱楊桐
Eurya leptophylla Hayata 薄葉柃木
Eurya loquaiana Dunn 細枝柃木
Euryastrigillosa Hayata 粗毛柃木
- A.152 Ericaceae 杜鵑花科**
Gaultheria itoana Hayata 高山白珠樹
Rhododendron morii Hayata 森氏杜鵑
- A.168 Melastomataceae 野牡丹科**
Sarcopyramis nepalensis Wall. var. *delicata* (C. B. Rob.) S. F. Huang et T. C. Huang 東方肉穗野牡丹

- A.180 Celastraceae 衛矛科**
Euonymus trichocarpus Hayata 卵葉刺果衛矛
- A.200 Elaeagnaceae 胡頹子科**
Elaeagnus thunbergii Sev. 鄧氏胡頹子
- A.202 Vitaceae 葡萄科**
Cayratia japonica (Thunb.) Gagnep. 虎葛、烏斂莓
- A.203 Myrsinaceae 紫金牛科**
Ardisia crenata Sims 硃砂根
- A.209 Rutaceae 芸香科**
Skimmia reevesiana Fort. 深紅茵芋
- A.217 Sabiaceae 清風藤科**
Sabia transarisanensis Hayata 阿里山清風藤
- A.219 Aceraceae 槭樹科**
Acer morrisonense Hayata 臺灣紅榨槭
Acer serrulatum Hayata 青楓
- A.231 Oleaceae 木犀科**
Ligustrum japonicum Thunb. 玉山女貞
Osmanthus lanceolatus Hayata 銳葉木犀
- A.237 Rubiaceae 茜草科**
Ophiorrhiza japonica Blume 蛇根草
- A.249 Ranunculaceae 毛茛科**
Clematis hayata var. *morii* Yang et Huang 森氏鐵線蓮
Clematis hayatae Kudo et Masam. 薄葉山蓼、薄單葉鐵線蓮、亨利氏鐵線蓮
- A.255 Lardizabalaceae 木通科**
Stauntonia obovatifoliola Hayata 六葉野木瓜
- A.258 Berberideacea 小蘗科**
Berberis kawakamii Hayata 川上氏小蘗
Mahnia oiwakensis Hayata 阿里山十大功勞
- A.269 Cruciferae 十字花科**
Brassica chinensis L. var. *oleifera* Makino 油菜
- A.273 Caryophyllaceae 石竹科**
Cerastium trigynum Vill. var. *morrisonense* Hayata 玉山卷耳
- A.276 Polygonaceae 蓼科**
Polygonum chinensis L. 火炭母草
Rumex crispus var. *japonicus* 羊蹄
Polygonum thunbergii Sieb. 戟葉蓼
- A.293 Gentianaceae 龍膽科**
Tripterospermum lanceolatum (Hayata) Hara ex Satake 玉山肺形草

Tripterosperrum taiwanense (Masam.) Satake 台灣肺形草

A.297 Plantaginaceae 車前草科

Plantago asiatica L. 車前草

A.311 Apiaceae 繖形花科

Hydrocotyle setulosa Hayata 阿里山天胡荽

A.315 Campanulaceae 桔梗科

Peracarpa carnora (Wall.) Hook. f. et Thomson 山桔梗

A.320 Asteraceae 菊科

Ainsliaea macroclinidioides Hayata 鬼督郵

Artemisia indica Willd. 艾

Sonchus asper (L.) Hill 鬼苦苣菜

A.321 Solanaceae 茄科

Lycianthes biflora (Lour.) Bitter 雙花龍葵

A.324 Scrophulariaceae 玄參科

Digitalis purpurea L. 毛地黃

Ellisophyllum pinnatum (Wall. ex Benth.) Makino 海螺菊

A.325 Acanthaceae 爵床科

Strobilanthus flexicaulis Hayata 曲莖馬藍

A.332 Oxaliaceae 酢醬草

Oxalis corymbosa Hayata 高山酢醬草

A.334 Balsaninaceae 鳳仙花科

Impatiens balsamma L. 鳳仙花

Impatiens uniflora Hayata 紫花鳳仙花

A.342 Lamiaceae 唇形花科

Glechoma hederacea L. var. *grandis* (A. Gray) Kudo 金錢薄荷

Senecio scandens Buch.-Ham. ex D. Don var. *incisus* Franch. 蔓黃苑

A.362 Gesneriaceae 苦苣苔科

Hemiboea bicornuta (Hayata) Ohwi 角桐草

Monocotyledons 單子葉植物

A.372 Liliaceae 百合科

Smilacina japonica A. Gray 鹿藥

Disporum kawakamii Hayata 臺灣寶鐸花

A.376 Smilacaceae 菝葜科

Smilax lanceifolia Roxburgh 臺灣拔葜

Smilax arisanensis Hayata 阿里山菝葜

Smilax riparia A. DC. 烏蘇里山馬薯、大武牛尾菜

A.381 Araceae 天南星科

Acorus consanguineum Schott. 長行天南星

Acorus taiwanense J. Murata 蓬萊天南星

A.405 Orchidaceae 蘭科

Eupatorium clematideum (Wall. ex DC.) Sch. Bip. var. *gracillimum* (Hayata) C.-I Peng &
S. W 田代氏澤蘭

Cremastra appendiculata (D. Don) Makino 馬鞭蘭

A.411 Poaceae 禾本科

Miscanthus floridulus (Labill) Warb. ex Schum. 五節芒

Miscanthus transmorrisonensis Hayata 高山芒

Yushania niitakayamensis (Hayata) Keng f. 玉山箭竹

附錄二 試驗區 A 樹種組成及其重要值 (%)

層次	樹種	密度 density	頻度 frequency	優勢度 dominance	重要值 I. V. I.
喬木層	柳杉 (<i>Cryptomeria japonica</i>)	25	24.24	64.16	113.4
	紅檜 (<i>Chamaecyparis formosensis</i>)	27.08	27.27	32	86.36
	高山鴨腳木 (<i>Schefflera octophylla</i>)	25	24.24	3.8	53.04
	深紅茵芋 (<i>Skimmia reevesiana</i>)	6.25	6.06	0.01	12.32
	台灣高山英莨 (<i>Viburnum propinquum</i>)	6.25	6.06	0.01	12.32
	玉山灰木 (<i>Symplocos morrisonicola</i>)	4.17	3.03	0.01	7.21
	青楓 (<i>Acer serrulatum</i>)	2.08	3.03	0	5.12
	狹瓣八仙花 (<i>Hydrangea angustipetala</i>)	2.08	3.03	0	5.12
	柃木 (<i>Eurya japonica</i>)	2.08	3.03	0	5.12
	合計	100	100	100	300
地被層	玉山箭竹 (<i>Yushania nitakayamensis</i>)		9.22	25.53	34.74
	稀子蕨 (<i>Monachosorum henryi</i>)		6.45	10.31	16.76
	玉山肺形草 (<i>Tripterispermum lanceolatum</i>)		6.45	7.97	14.42
	台灣瘤足蕨 (<i>Plagiogyria formosana</i>)		5.99	7.92	13.91
	火炭母草 (<i>Polygonum chinense</i>)		4.61	7.40	12.01
	絞股藍 (<i>Gynostemma pentaphyllum</i>)		5.07	5.54	10.61
	變葉懸鈎子 (<i>Rubus corchorifolius</i>)		4.15	5.13	9.28
	卵葉刺果衛矛 (<i>Euonymus trichocarpus</i>)		5.07	3.86	8.93
	高山鴨腳木 (<i>Schefflera octophylla</i>)		5.07	3.39	8.46
	梨葉懸鈎子 (<i>Rubus pyrifolius</i>)		3.69	4.11	7.80
	深紅茵芋 (<i>Skimmia reevesiana</i>)		5.53	1.84	7.37
	藤漆 (<i>Rhus ambigua</i>)		4.61	2.18	6.79
	阿里山菝葜 (<i>Smilacaceae arisanensis</i>)		4.61	2.10	6.70
	瓦氏鱗毛蕨 (<i>Dryopteris wallichiana</i>)		3.23	2.42	5.65
	長行天南星 (<i>Arisaema consanguineum</i>)		3.23	1.73	4.95
	大枝掛繡球 (<i>Hydrangea integrifolia</i>)		2.76	1.90	4.66
	刺萼寒梅 (<i>Rubus pectinellus</i>)		2.30	1.19	3.50
	魚鱗蕨 (<i>Acrophorus stipellatus</i>)		1.84	0.92	2.76
	台灣高山英莨 (<i>Viburnum propinquum</i>)		1.84	0.74	2.59
	玉山瓦葦 (<i>Lepisorus morrisonensis</i>)		1.84	0.37	2.21
	書帶蕨 (<i>Vittaria flexuosa</i>)		1.38	0.44	1.82
	鬼督郵 (<i>Ainsliaea macroclinidioides</i>)		1.38	0.44	1.82
	東方肉穗野牡丹 (<i>Sarcopyramis napalensis</i>)		1.38	0.37	1.75
阿里山忍冬 (<i>Lonicera acuminata</i>)		1.38	0.20	1.58	

變葉新木薑子 (<i>Neolitsea variabilissima</i>)	0.92	0.57	1.49
鹿藥 (<i>Maianthemum formosanum</i>)	0.92	0.22	1.14
蓀蕨科 (<i>Oleandraceae</i>)	0.92	0.15	1.07
藤繡球 (<i>Hydrangea anomala</i>)	0.46	0.24	0.70
薄單葉鐵線蓮 (<i>Clematis henryi</i> var. <i>lepto</i>)	0.46	0.17	0.64
台灣水龍骨 (<i>Polypodium formosanum</i>)	0.46	0.15	0.61
玉山灰木 (<i>Symplocos morrisonicola</i>)	0.46	0.13	0.59
森氏鐵線蓮 (<i>Clematis hayata</i> var. <i>morii</i>)	0.46	0.09	0.55
台灣紅榨槭 (<i>Acer rubescens</i>)	0.46	0.09	0.55
高山薔薇 (<i>Rosa transmorrisonensis</i>)	0.46	0.07	0.53
通條木 (<i>Stachyurus himalaicus</i>)	0.46	0.07	0.53
烏毛蕨 (<i>Blechnum orientale</i>)	0.46	0.05	0.51
合計	100	100	200

附錄三 試驗區 B 樹種組成及其重要值 (%)

層次	樹種	密度 density	頻度 frequency	優勢度 dominance	重要值 I. V. I.
喬木層	紅檜 (<i>Chamaecyparis formosensis</i>)	99.42	98.11	99.00	278.53
	森氏杜鵑 (<i>Rhododendron morii</i>)	0.58	1.89	1.00	21.47
	合計	100	100	100	300
地被層	玉山箭竹 (<i>Yushania niitakayamensis</i>)		5.47	13.48	18.95
	火炭母草 (<i>Polygonum chinense</i>)		4.69	9.96	14.65
	稀子蕨科 (<i>Monachosoraceae</i>)		3.91	7.04	10.95
	細枝柃木 (<i>Eurya loquaiana</i>)		4.69	4.83	9.52
	曲莖馬蘭 (<i>Strobilanthes flexicaulis</i>)		3.13	5.33	8.46
	柄囊蕨 (<i>Peranema cyatheoides</i>)		3.13	4.63	7.75
	肉穗野牡丹 (<i>Sarcopyramis napalensis</i>)		4.69	1.71	6.4
	圓葉鑽地風 (<i>Schizophragma integrifolium</i> var. <i>fauriei</i>)		3.91	2.11	6.02
	圓果冷水麻 (<i>Pilea rotundinucula</i>)		2.34	3.12	5.46
	腸蕨 (<i>Diplaziopsis javanica</i>)		3.91	1.51	5.42
	粗毛柃木 (<i>Eurya strigillosa</i>)		2.34	2.82	5.16
	台灣瘤足蕨 (<i>Plagiogyria formosana</i>)		2.34	2.31	4.66
	台灣樓梯草 (<i>Eatostema herbaceifolium</i>)		1.56	3.02	4.58
	絞股藍 (<i>Gynostemma pentaphyllum</i>)		3.13	1.41	4.53
	蛇根草 (<i>Ophiorrhiza japonica</i>)		3.13	1.41	4.53
	野牡丹葉冷水 (<i>Pilea melastomoides</i>)		1.56	2.92	4.48
	戟葉蓼 (<i>Polygonum thunbergii</i>)		2.34	2.01	4.36
	毛囊紫柄蕨 (<i>Pseudocyclosorus hirticachis</i>)		2.34	1.81	4.15
	華中瘤足蕨 (<i>Plagiogyria euphlebia</i>)		1.56	2.41	3.98
	台灣懸鉤子 (<i>Rubus formosensis</i>)		1.56	2.31	3.88
	珠砂根 (<i>Ardisia crenata</i>)		2.34	1.31	3.65
	台灣灰木 (<i>Symplocos formosensis</i>)		1.56	1.81	3.37
	玉山英蓀 (<i>Viburnum betulifolium</i>)		2.34	1.01	3.35
	赤車使者 (<i>Pellionia radicans</i>)		1.56	1.61	3.17
	生根卷柏 (<i>Selaginella doederleinii</i>)		1.56	1.31	2.87
	邊孢鐵角蕨 (<i>Asplenium cheilosorum</i>)		3.12	2.01	5.14
	烏蘇里山馬薯 (<i>Smilax riparia</i>)		1.56	1.21	2.77
	長梗盤花麻 (<i>Lecanthus peduncularis</i>)		1.56	1.01	2.57
阿里山珍珠蓮			1.56	1.01	2.57

(<i>Ficus sarmentosa</i> var. <i>henryi</i>)			
紅果苔 (<i>Carex baccans</i>)	1.56	0.80	2.37
台灣菝葜 (<i>Smilax lanceifolia</i>)	1.56	0.60	2.17
五節芒 (<i>Miscanthus floridulus</i>)	0.78	1.21	1.99
玉山木薑子 (<i>Litsea morrisonensis</i>)	1.56	0.40	1.96
五節芒 (<i>Miscanthus floridulus</i>)	0.78	1.11	1.89
長行天南星 (<i>Arisaema consanguineum</i>)	1.56	0.30	1.86
毛柱楊桐 (<i>Adinandra lasiostyla</i>)	0.78	0.80	1.59
通條木 (<i>Stachyurus himalaicus</i>)	0.78	0.80	1.59
卵葉刺果衛矛 (<i>Euonymus trichocarpus</i>)	0.78	0.80	1.59
山羊耳 (<i>Symplocos glauca</i>)	0.78	0.60	1.38
森氏杜鵑 (<i>Rhododendron morii</i>)	0.78	0.50	1.28
玉山灰木 (<i>Symplocos morrisonicola</i>)	0.78	0.50	1.28
華鳳丫蕨 (<i>Coniogramme intermedia</i>)	0.78	0.40	1.18
栗蕨 (<i>Histiopteris incasa</i>)	0.78	0.40	1.18
灰木 (<i>Symplocos paniculata</i>)	0.78	0.40	1.18
蓬萊天南星 (<i>Arisaema taiwanense</i>)	0.78	0.40	1.18
弧脈鳳尾蕨 (<i>Pteris biaurita</i>)	0.78	0.40	1.18
杜鵑 (<i>Rhododendron hybrida</i>)	0.78	0.30	1.08
角桐草 (<i>Hemiboea bicornuta</i>)	0.78	0.30	1.08
刺萼寒梅 (<i>Rubus pectinellus</i>)	0.78	0.20	0.98
阿里山天胡荽 (<i>Hydrocotyle setulosa</i>)	0.78	0.10	0.88
腎蕨 (<i>Nephrolepis Cordifolia Presl</i>)	0.78	0.10	0.88
玉山肺形草 (<i>Tripterispermum lanceolatum</i>)	0.78	0.10	0.88
合計	100	100	200

附錄四 試驗區 C 樹種組成及其重要值 (%)

層次	樹種	密度 density	頻度 frequency	優勢度 dominance	重要值 I. V. I.
喬木層	紅檜 (<i>Chamacyprais formosensis</i>)	93.33	99.33	93.33	285.08
	台灣杉 (<i>Taiwnaoa cryptomerioides</i>)	6.67	3.88	6.67	14.92
	合計	100	100	100	300
地被層	斜方複葉耳蕨 (<i>Arachniodes rhomboides</i>)		5.32	6.69	12.01
	台灣常春藤 (<i>Hedera rhombea</i>)		4.61	5.64	10.25
	腳花烏斂梅 (<i>Cayratia japonica</i>)		5.67	5.81	11.48
	鳳仙花 (<i>Impatiens balsamma</i>)		1.77	1.23	3
	赤車使者 (<i>Pellionia radicans</i>)		3.19	2.74	5.93
	戟葉蓼 (<i>Polygonum thunbergii</i>)		5.32	13.16	18.48
	火炭母草 (<i>Polygonum chinense</i>)		4.96	5.36	10.33
	玉山箭竹 (<i>Yushania niitakayamensis</i>)		4.61	5.16	9.77
	卵葉刺果衛矛 (<i>Euonymus trichocarpus</i>)		4.26	3.36	7.61
	高山藤繡球 (<i>Hydrangea aspera</i>)		5.32	6.35	11.67
	稀子蕨 (<i>Monachosorum henryi</i>)		5.67	8.14	13.81
	阿里山青棉花 (<i>Pileostegia viburnoides</i>)		1.42	0.5	1.92
	阿里山天胡荽 (<i>Hydrocotyle setulosa</i>)		2.13	1.48	3.61
	生根卷柏 (<i>Selaginella doederleinii</i>)		2.48	2.84	5.32
	寒梅 (<i>Rubus buergeri</i>)		3.19	3.47	6.66
	海螺菊 (<i>Ellisiophyllum pinnatum</i>)		1.77	0.92	2.69
	巒大蕨 (<i>Pteridium aquilinum</i>)		1.42	1.18	2.6
	雙花龍葵 (<i>Lycianthes biflora</i>)		0.71	0.43	1.14
	觀音座蓮 (<i>Angiopteris lygodiifolia</i>)		3.55	2.56	6.11
	大枝掛繡球 (<i>Hydrangea integrifolia</i>)		1.77	1.41	3.18
	書帶蕨 (<i>Vittaria flexuosa</i>)		0.71	0.26	0.97
	瓦葦 (<i>Lepisorus thunbergianus</i>)		3.55	2.06	5.61
	蛇根草 (<i>Ophiorrhiza japonica</i>)		3.55	5.96	9.51
	紫花鳳仙花 (<i>Impatiens devolii</i>)		0.35	0.23	0.58
	山桔梗 (<i>Peracarpa carnosus</i>)		0.35	0.13	0.48
	高山酢醬草 (<i>Oxalis corymbosa</i>)		0.71	0.18	0.89
	玉山肺形草 (<i>Tripterispermum lanceolatum</i>)		1.42	0.61	2.03
	台灣寶鐸花 (<i>Disporum kawakamii</i>)		2.84	1.32	4.15
	長梗盤花麻 (<i>Lecanthus peduncularis</i>)		1.06	0.42	1.48
	台灣瘤足蕨 (<i>Plagiogyria formosana</i>)		1.77	0.92	2.69

阿里山十大功勞 (<i>Mahonia oiwakensis</i>)	1.06	0.44	1.51
玉山女貞 (<i>Ligustrum morrisonense</i>)	0.71	0.86	1.57
東方狗脊蕨 (<i>Woodwardia orientalis</i>)	0.35	0.25	0.6
深紅茵芋 (<i>Skimmia reevesiana</i>)	1.42	0.57	1.99
玉山木薑子 (<i>Litsea morrisonensis</i>)	0.71	0.36	1.07
珠砂根 (<i>Ardisia crenata</i>)	1.42	0.64	2.05
台灣肺形草 (<i>Tripterospermum taiwanense</i>)	0.35	0.05	0.4
長行天南星 (<i>Arisaema consanguineum</i>)	1.06	0.66	1.72
東方肉穗野牡丹 (<i>Sarcopyramis napalensis</i>)	0.35	0.07	0.42
變葉懸鉤子 (<i>Rubus corchorifolius</i>)	0.35	0.2	0.56
高山鴨腳木 (<i>Schefflera octophylla</i>)	0.71	0.48	1.19
魚鱗蕨 (<i>Acrophorus stipellatus</i>)	0.35	0.11	0.47
鄧氏胡頹子 (<i>Elaeagnus thunbergii</i>)	0.35	0.2	0.56
微頭花 (<i>Elatostema microcephalanthum</i>)	1.42	1.77	3.19
阿里山菝葜 (<i>Smilax arisensis</i>)	1.06	0.75	1.81
高山芒 (<i>Miscanthus transmorrisonensis</i>)	0.35	0.23	0.58
阿里山清風藤 (<i>Sabia transarisanensis</i>)	0.35	0.16	0.51
六葉野木瓜 (<i>Stauntonia obovatifoliola</i>)	1.06	0.94	2.01
亨利鐵線蓮 (<i>Clematis henryi</i>)	0.35	0.36	0.72
薄葉柃木 (<i>Eurya leptophylla</i>)	0.35	0.16	0.51
小芽新木薑子 (<i>Neolitsea parvigemma</i>)	0.35	0.23	0.58
合計	100	100	200

附錄五 對照組 (CK) 樹種組成及其重要值 (%)

層次	樹種	密度 density	頻度 frequency	優勢度 dominance	重要值 I. V. I.
喬木層	梨子 (<i>Pyrus serotina</i> Rehder)	100	100	100	300
	合計	100	100	100	300
地被層	巒大蕨 (<i>Pteridium aquilinum</i>)		8.33	15.94	24.27
	毛地黃 (<i>Digitalis purpurea</i>)		8.33	10.82	19.15
	金錢薄荷 (<i>Glechoma hederacea</i> var. <i>grandis</i>)		6.25	12.80	19.05
	火炭母草 (<i>Polygonum chinense</i>)		8.33	9.66	17.99
	羊蹄 (<i>Rumex crispus</i> var. <i>japonicus</i>)		8.33	6.52	14.85
	油菜 (<i>Brassica campestris</i>)		6.25	7.62	13.87
	艾 (<i>Artemisia indica</i>)		6.25	7.39	13.64
	戟葉蓼 (<i>Polygonum thunbergii</i>)		8.33	4.48	12.81
	蔓黃苑 (<i>Senecio scandens</i>)		8.33	3.61	11.94
	玉山卷耳 (<i>Cerastium trigynum</i> var. <i>morrisonense</i>)		6.25	5.53	11.78
	油菜 (<i>Brassica campestris</i>)		6.25	5.41	11.66
	長梗盤花麻 (<i>Lecanthus peduncularis</i>)		6.25	2.50	8.75
	白花三葉草 (<i>Trifolium repens</i>)		4.17	3.14	7.31
	阿里山天胡荽 (<i>Hydrocotyle setulosa</i>)		2.08	1.75	3.83
	車前草 (<i>Plantago lanceolata</i>)		2.08	1.44	3.53
	石竹 (<i>Phyllostachys lithophila</i>)		2.08	0.81	2.90
	鬼苦苣菜 (<i>Sonchus asper</i>)		2.08	0.58	2.67
	合計		100	100	200

附錄六 阿里山事業區紅檜林各試區誘得昆之昆蟲資源組成及個體數

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
鱗翅目	小灰蝶科	0	0	0	2	2
	小翅蛾科	121	0	160	0	281
	天蛾科	1	0	0	0	1
	尺蛾科	19	4	26	0	49
	尺蠖蛾科	0	17	0	12	29
	刺蛾科	0	4	0	1	5
	夜蛾科	12	39	8	26	85
	金斑蛾科	4	0	26	0	30
	長鬚蛾科	2	0	1	0	3
	毒蛾科	0	31	0	5	36
	苔蛾科	12	0	7	0	19
	草蛾科	17	0	0	0	17
	巢蛾科	0	0	0	8	8
	捲葉蛾科	26	20	6	42	94
	細蛾科	18	44	0	5	67
	蛇目蝶科	0	1	1	0	2
	鳥羽蛾科	0	1	0	1	2
	麥蛾科	0	40	0	48	88
	筒蛾科	22	0	0	0	22
	菜蛾科	0	0	0	3	3
	矮潛蛾科	0	0	0	1	1
	蛺蝶科	0	1	0	0	1
	鈎蛾科	2	0	0	2	4
	裳夜蛾科	13	0	0	2	15
	穀蛾科	5	5	0	3	13
	燈蛾科	0	7	1	2	10
	蕈蛾科	94	0	66	0	160
	螟蛾科	3	19	5	26	53
	舉肢蛾科	0	0	0	3	3
	織蛾科	0	72	22	8	102
鞘翅目	大角叩頭蟲科	4	1	4	1	10
	大花蚤科	1	0	4	0	5
	大蕈蟲科	0	0	0	12	12
	三錐象鼻蟲科	0	1	0	0	1
	小蠹蟲科	0	1	0	1	2

附錄六 (續)

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
	天牛科	8	1	42	4	55
	出尾蕈甲科	0	0	25	0	25
	出尾蟲科	13	37	0	73	123
	叩頭蟲科	2	24	0	198	224
	吉丁蟲科	0	0	0	1	1
	地膽科	0	0	0	6	6
	竹蠹蟲科	0	0	1	0	1
	吸木蟲科	0	0	0	12	12
	步行蟲科	6	0	10	11	27
	豆象科	0	0	9	0	9
	花蚤科	0	0	16	3	19
	虎甲蟲科	0	9	0	14	23
	長角象鼻蟲科	48	0	15	0	63
	金花蟲科	201	157	65	475	898
	金龜子科	7	0	0	53	60
	長蠹蟲科	3	3	0	6	12
	扁甲科		2	0	4	6
	扁蟲科	11	0	0	5	16
	紅螢科	0	7	0	38	45
	苔蘚蟲科	17	0	3	0	20
	姬扁甲蟲科	13	0	0	0	13
	埋葬蟲科	3	0	0	0	3
	姬薪蟲科	2	3	0	92	97
	偽步行蟲科	2	0	0	0	2
	偽金花蟲科	24	1	5	1	31
	偽瓢蟲科	23	0	0	0	23
	捲葉象鼻蟲科	0	0	0	3	3
	球花蚤科	0	0	0	72	72
	球蕈蟲科	0	0	0	1	1
	趾翅花蚤科	0	1	0	1	2
	郭公蟲科	27	110	0	6	143
	菊虎科	11	9	4	150	174
	象鼻蟲科	14	59	4	101	178
	圓花蚤科	0	0	0	6	6
	圓蕈甲科	1	0	0	0	1
	瓢蟲科	7	14	26	75	122

附錄六 (續)

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
	蕈甲科	2	0	0	0	2
	螢科	14	6	16	8	44
	擬天牛科	17	0	21	0	38
	擬叩頭蟲科	143	1	39	3	186
	擬步行蟲科	0	7	0	33	40
	櫛角蟲科	0	0	5	0	5
	擬瓢蟲科	0	0	0	3	3
	隱翅蟲科	36	54	14	42	146
	蟻形蟲科	14	8	0	39	61
	耀夜螢科	0	1	0	0	1
	經節蟲科	0	1	0	0	1
	蠹蟲科	0	0	2	0	2
膜翅目	小花蜂科	3	0	0	0	3
	小蜂科	98	0	37	0	135
	小繭蜂科	239	51	282	242	814
	分盾細蜂科	49	3	51	54	157
	巨胸小蜂科	6	0	0	2	8
	卵蜂科	59	0	0	0	59
	沒食子蜂科	3	0	0	0	3
	赤眼蜂科	0	0	19	0	19
	金小蜂科	129	3	86	6	224
	長尾小蜂科	0	2	0	1	3
	長頸樹蜂科	0	0	0	1	1
	冠蜂科	1	0	31	0	32
	垂角細蜂科	148	0	0	0	148
	美卵蜂科	1	0	0	0	1
	姬蜂科	95	236	62	330	723
	蚜卵蜂科	377	0	0	0	377
	寄生樹蜂科	0	1	0	0	1
	旋小蜂科	35	3	18	8	64
	細腰蜂科	1	1	0	2	4
	細蜂科	0	4	0	76	80
	莖蜂科	2	0	0	0	2
	鳥卵蜂科	43	0	16	0	59
	棍棒瘦蜂科	0	0	43	0	43
蛛蜂科	0	1	0	5	6	

附錄六 (續)

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
	葉蜂科	0	1	0	7	8
	跳小蜂科	4	2	0	19	25
	絨小蜂科	0	14	0	38	52
	榕小蜂科	7	0	0	0	7
	蜜蜂科	1	1	5	19	26
	廣肩小蜂科	20	0	12	34	66
	廣腹細蜂科	0	24	0	57	81
	瘦蜂科	0	2	2	3	7
	緣腹細蜂科	0	14	0	19	33
	隧鋒科	0	0	0	4	4
	螫蜂科	0	0	0	1	1
	錘角細蜂科	20	64	31	667	782
	蟻形蜂科	0	2	0	4	6
	蟻科	196	5	29	139	369
	癭蜂科	0	0	39	69	108
	纓小蜂科	64	17	72	13	166
雙翅目	Xylomidae	0	0	0	1	1
	大蚊科	16	62	4	155	237
	大跗蠅科	0	17	0	7	24
	小頭虻科	5	0	13	0	18
	木虻科	0	1	0	0	1
	水虻科	2	0	0	7	9
	毛蚋科	2706	30	306	1	3043
	日蠅科	0	0	0	4	4
	水蠅科	4	0	24	16	44
	折翅蠅科	54	0	0	2	56
	岸蠅科	1	0	0	0	1
	果實蠅科	33	0	0	0	33
	果蠅科	0	54	0	37	91
	沼蠅科	0	3	0	27	30
	花蠅科	2	6	0	35	43
	長足虻科	117	28	39	35	219
	長腳瘦蠅科	3	0	0	0	3
	扁口蠅科	0	2	0	0	2
	美翅蠅科	1	0	0	0	1
	虻科	1	0	0	21	22

附錄六 (續)

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
	食蚜蠅科	6	2	9	13	30
	食蟲虻科	0	3	3	13	19
	家蠅科	0	17	0	301	318
	根莖蠅科	0	0	0	1	1
	蚊科	84	0	8	0	92
	蚋科	674	1	63	6	744
	蚤蠅科	401	24	169	41	635
	偽大蚊科	3	0	0	0	3
	偽毛蚋科	0	8	0	13	21
	寄生蠅科	42	1	38	9	90
	細蚊科	3	0	0	0	3
	細腰大蚊科	1	3	12	0	16
	麻蠅科	0	0	0	9	9
	斑腹蠅科	44	0	0	1	45
	斑蠅科	0	2	0	0	2
	稈蠅科	0	4	0	26	30
	黑翅蕈蚋科	226	464	12	1038	1740
	黑豔蠅科	108	0	0	4	112
	微腳蠅科	70	1	0	0	71
	搖蚊科	0	186	165	699	1050
	畸蠅科	0	1	0	0	1
	蜂虻科	0	0	2	0	2
	蛾蚋科	81	239	0	1665	1985
	酪蠅科	2	0	0	5	7
	槍蠅科	0	5	0	3	8
	網蚊科	11	0	9	0	20
	網蚋科	0	1	0	0	1
	舞虻科	0	53	0	150	203
	劍虻科	1	0	2	0	3
	潛蠅科	11	7	25	3	46
	縞蠅科	11	1	0	2	14
	蕈蚋科	1183	34	222	136	1575
	頭蠅科	0	0	0	1	1
	濱蠅科	0	0	0	5	5
	濱邊蠅科	0	1	0	0	1
	薯蠅科	8	0	0	0	8

附錄六 (續)

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
	鎧蠅科	0	0	0	1	1
	蠅蚋科	34	0	0	0	34
	麗蠅科	0	0	0	1	1
	蠓科	0	7	0	12	19
	彎果蠅科	0	1	0	3	4
	癭蚋科	126	357	11	623	1117
	鱉甲蠅科	0	0	133	0	133
	鷓虻科	0	8	2	7	17
直翅目	穴螽科	0	8	0	2	10
	地蟋科	0	0	1	0	1
	斑翅蝗科	3	0	0	0	3
	斑腿蝗科	0	0	0	1	1
	菱蝗科	0	1	0	6	7
	蝗科	0	0	1	0	1
	蟋螽科	2	0	1	0	3
	蟋蟀科	4	0	0	0	4
	螞蟥科	22	0	4	4	30
半翅目	地長椿科	0	24	0	15	39
	盲椿科	42	15	11	27	95
	花椿科	0	3	0	0	3
	長椿科	9	0	7	8	24
	姬緣椿科	0	0	0	1	1
	蛛緣椿科	0	0	0	11	11
	椿象科	5	0	3	4	12
	蝥椿科	0	1	0	0	1
	獵椿科	0	29	0	3	32
同翅目	木蝨科	13	19	4	3	39
	小頭飛蝨科	52	0	27	0	79
	尖胸沫蟬科	0	3	0	82	85
	角蟬科	8	3	35	16	62
	沫蟬科	16	3	19	44	82
	軍配飛蝨科	6	0	6	0	12
	飛蝨科	160	14	25	4	203
	粉蚧科	0	0	0	4	4
	粉蝨科	0	31	0	10	41
	蚜蝨科	85	2	6	0	93

附錄六 (續)

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
	菱飛蟲科	55	28	191	45	319
	菱頭飛蟲科	73	0	0	0	73
	圓飛蟲科	321	0	0	1	322
	葉蟬科	0	306	10	263	579
	碩介殼蟲科	0	0	0	5	5
	縞飛蟲科	21	0	0	0	21
	蟬科	0	2	0	0	2
	蠟蟬科	0	0	4	0	4
纓翅目	管蓟馬科	0	0	0	11	11
	下區尾螞科	3	0	4	0	7
	蓟馬科	0	22	0	0	22
彈尾目	水跳蟲科	0	13	0	2	15
	長角跳蟲科	9603	3778	1213	935	15529
	疣跳蟲科	95	96	0	32	223
	等節跳蟲科	0	2542	0	316	2858
	圓跳蟲科	971	435	39	2	1447
	跳蟲科	1863	121	69	19	2072
	癩跳蟲科	0	3	0	1	4
嚙蟲目	pseudocaeciliidae	37	0	0	0	37
	叉嚙蟲科	0	11	0	24	35
	毛嚙蟲科	581	41	0	16	638
	外嚙蟲科	0	3	0	1	4
	長痣嚙蟲科	64	0	2	0	66
	星嚙蟲科	0	0	0	2	2
	狹嚙蟲科	0	0	0	30	30
	斑嚙科	2	0	14	0	16
	圓翅嚙科	5	0	0	0	5
	裸嚙蟲科	0	102	0	113	215
	嚙蟲科	79	186	7	105	377
脈翅目	草蛉科	0	0	0	2	2
	泥蛉科	0	0	0	1	1
	姬蛉科	3	0	0	2	5
	蛾蛉科	0	3	0	1	4
	網蛉科	8	0	1	0	9
	蝎蛉科	0	3	0	1	4
革翅目	大尾蠖蝮科	0	0	0	12	12

附錄六 (續)

目	科	T1	T2	T3	CK	總計
	肥蠖蝮科	0	0	0	6	6
	球蝮科	13	2	0	3	18
	絲尾蝮科	0	0	0	2	2
	蠖蝮科	5	6	4	9	24
	扁蝮科	5	0	6	0	11
毛翅目	絲口石蠶科	0	0	0	2	2
	石蠶科	0	1	1	0	2
	角齒石蠶科	0	0	0	3	3
	沼石蛾科	0	0	0	3	3
	指石蛾科	0	2	0	0	2
	流石蛾科	0	1	0	0	1
	姬石蠶蛾科	3	0	0	0	3
	絲口石蠶蛾科	0	0	0	1	1
	等翅石蛾科	0	0	0	1	1
積翅目	短尾石蠅科	0	8	0	1	9
蚤蟻目	蚤蟻科	9	0	2	0	11
長翅目	蚊蠓蛉科	5	0	3	0	8
	蠓蛉科	1	0	1	0	2
蜚蠊目	姬蠊科	1	0	0	0	1
纓尾目	nicoletiidae	1	0	0	0	1
	石蛎科	1	0	0	0	1
	衣雨科	2	0	0	0	2
脩目	棒竹節蟲科	0	0	2	0	2
	竹節蟲科	0	0	3	0	3
目		17	14	16	14	19
科		147	133	107	175	275
個體數		22978	10779	4491	10930	49178

期末審查意見辦理情形表

計畫名稱： 阿里山事業區紅檜林演替及生物多樣性	
委員審查意見	辦理情形
<p>1. 以不同光質之試驗結果，黃色玻璃紙包裹者之平均發芽率最佳，可能的原因為何?可供紅檜苗更新參考用(上層母樹覆蓋度、結實情形?)。(王處長)</p>	<p>答：感謝王處長提供寶貴意見。因為黃色玻璃紙的波長位於紅外光區，紅外光區可促進發芽與苗木生長，故以黃色玻璃紙的發芽率為較佳。另外，上層樹覆蓋度於紅檜母樹之結實情形也會影響天然更新（已加註於討論中）。已於文獻中加入新的參考文獻。</p>
<p>2. (R/FR)、土壤性質、pH3.66~3.71，(對照組 6.64)；Ca⁺²0.79~8.6cmol/kg(對照組 4.72)；Mg⁺²0.07~0.7cmol/kg(對照組 0.04)。可能原因及對天然更新之影響，建議下年度調查現場更新情形。(王處長)</p>	<p>答：由於試驗區 A、B 之植群，以玉山箭竹為優勢，而箭竹林中土壤 pH 值較低，推測可能會影響天然更新的情形，有待後續觀察。</p>

<p>3. 紅檜生育地土壤性質已做調查，然坡度、上層林相、面向及人為擾動情形是否亦有調查?也可在疏伐地內進行人工栽植試驗，直接栽種紅檜小苗，觀察其生長差異性，當疏伐度多少時期呈現多少?且生長過程中是否會受病、蟲害影響，如此，將可提供完整資訊給管理處做為參考。(楊處長)</p>	<p>答：感謝楊處長的建議，生育地的上層林相主要以柳杉及紅檜為主，我們所選擇的樣區，除了試驗區 C 有步道穿越，其餘人為擾動的程度較低。疏伐程度的強弱會影響光度的強弱，在林地發芽試驗中光度對於紅檜小苗的發芽率有顯著影響，關於紅檜幼苗生長的差異性及病蟲害影響部份，有待後續觀察。</p>
<p>4. 樹冠層過濾後，整個入射光源變化，(R/FR)比值產生差異，pH 值在各樣區立地差異值頗大，會影響養分元素可利用度，此部分須再深入了解。(楊處長)</p>	<p>答：由於試驗區 A、B 的土壤 pH 值較低且光度與光質互異，致影響林地土壤溫度濕度及微生物之活動，使有機物枯枝落葉等分解速率降低，因此土壤 pH 值會影響林地養分元素之可利用度長期之變化情形，仍有待後續深入研究。</p>