

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 98-00-05-09

嘉義奮起湖地區天然闊葉楠櫨及櫟林帶多樣性及林分  
動態之研究報告

Stand dynamic and biodiversity on natural hardwood  
forest Machilus-Castanopsis and Quercus zone in Chiayi  
Fenchi-Whu area



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：嘉義大學森林暨自然資源學系

中華民國 98 年 12 月

# 目次

目次.....	1
圖目次.....	2
表目次.....	2
中文摘要.....	3
英文摘要.....	4
研究團隊說明.....	5
一、前言.....	6
二、計畫目標.....	6
三、重要工作項目及實施方法.....	7
四、結果與討論.....	14
五、結論.....	25
六、參考文獻.....	27
七、委員意見意見及回覆.....	30
附錄一.....	34
附錄二.....	43
附錄三.....	48
附錄四.....	54

## 圖目次

圖 1.石夢谷地區研究範圍區域圖.....	8
圖 2 樣區中架設之馬式網.....	10
圖 3 奮起湖石夢谷地區不同海拔樣點馬式網誘得之昆蟲各目相對組成百分比.....	16
圖 4 奮起湖石夢谷地區不同海拔樣點馬式網誘得昆蟲之科食性組成.....	16
圖 5 嘉義縣奮起湖石夢谷地區誘得昆蟲個體數之各目組成百分比.....	17
圖 6 嘉義縣奮起湖石夢谷地區誘得昆蟲之食性組成.....	17
圖 7 海拔 1300m 胸高直徑級分佈圖.....	24
圖 8 海拔 1400m 胸高直徑級分佈圖.....	24
圖 9 海拔 1500m 胸高直徑級分佈圖.....	24
圖 10 海拔 1600m 胸高直徑級分佈圖.....	24
圖 11 海拔 1700m 胸高直徑級分佈圖.....	24
圖 12 海拔 1800m 胸高直徑級分佈圖.....	24

## 表目次

表 1 林分調查資料表.....	13
表 2.不同海拔樣點馬式網陷阱誘得之昆蟲資源組成.....	15
表 3 不同海拔樣點昆蟲多樣性指數.....	17
表 4 鳥類各個目種百分比.....	20
表 5 各植群型物種多樣性指數平均值.....	21
表 6 不同海拔樣區木本維管束植物多樣性指數摘要表.....	22
表 7 不同海拔樣區林分結構資訊摘要表.....	23

## 摘要

本研究以嘉義林區管理處阿里山事業區第 25、26、27 林班石夢谷地區暖溫帶闊葉林；調查樣區分佈範圍由海拔 1300-1800m，每間隔海拔升高 100m 設置一監測調查樣區，計設置 6 個 28.4 × 17.6 m 方形樣區，進行昆蟲、鳥類及植被種科多樣性及林分動態調查。

昆蟲多樣性以海拔 1400 m (18.00) 為最高，1500 m (8.97) 為最低；辛普森多樣性指數以 1400 m (0.95) 為最高，1500 m (0.72) 為最低；夏農-威納多樣性指數以 1400 m (3.65) 為最高，1500 m (2.25) 為最低；均勻度指數以 1600 m (0.73) 為最高，1500 m (0.54) 為最低。各海拔樣點目組成大致相似，以雙翅目佔 22~58% 為最高，膜翅目佔 7~26% 次之。在 1500 m 樣點馬式網陷阱誘得大量彈尾目昆蟲，佔該樣點總誘的昆蟲的 51%。

鳥類多樣性鳥類共計出現 9 個目，其中以燕雀目 20 科 94 種最多，佔所有出現鳥類之 70%，其他鶴形目 4 科 13 種其次，最少者為佛法僧目及三趾鶉目僅有 1% 左右。

植群多樣性種的豐富度指數以海拔 1400 m 樣區最高(0.50)，其次為 1300m 樣區(0.27)，依海拔樣區升高而遞減至 1800 m 樣區(0.09)最低。Simpson 指數  $\lambda$  在各海拔樣區分佈為 0.05~0.08 之間，表示林分處於共優勢種的狀態。Shannon 指數  $H' = 2.6 \sim 3$  之間，代表種數分佈平均，顯示木本植物少有稀有種出現。 $N_1$ 、 $N_2$  指數優勢的種數由海拔 1300-1800 m 順序為 12~13 種、11~13 種、12~14 種 18~20 種、13~18 種、18~19 種，表示林分處於共優勢種的狀態。

林分結構組成及初步動態依海拔樣區分佈 1300-1800m 順序分別為 1120 N/ha、680 N/ha、1580 N/ha、4200 N/ha、4760 N/ha、6160N/ha，林分二次平均胸高直徑值 9.69-29.56cm，隨著海拔高度遞增下層樹木越多單位面積株數越多。林分徑級分佈分析得知海拔 1300-1800 m 各樣區為偏左分佈，顯示下層小徑級之立木較多，林分處於旺盛更新狀況。

昆蟲、鳥類多樣性與植群多樣性並無相關性，唯海拔 1400 m 樣區出現最高之昆蟲多樣性與植被多樣性相同，但其他海拔樣區間昆蟲與植群則無相關性存在。

**關鍵字：**多樣性、林分動態、天然闊葉林、楠櫨及櫟林帶

## Abstract

This study were focus of Chiayi Forest Management Office Alishan career area (No. 25, 26, 27 forests) in warm-temperate Hardwood forests; The study area was distribution 1300-1800m by the altitude above sea level rise, each interval of 100 m to set up a monitoring plot area, Total plot is set six  $28.4 \times 1.76$  m square plot , for insects, bird and plant species diversity and dynamic investigation.

The insect diversity index on altitude 1400 m (18.00) is the highest , the altitude 1500 m (8.97) is the lowest; Simpson diversity index on altitude 1400 m (0.85) is the highest, altitude 1500 m (0.72) is lowest ; Shannon-Wiener diversity index on altitude 1400 m (3.65) is the highest, altitude 1500 m (2.25) is the lowest; Evenness index on altitude 1600 m (0.73) is the highest, altitude 1500 m (0.54) is the lowest. The composition of each plot family species is roughly similar to dipetera accounted for 22 ~ 58% is the highest, hymemoptera 7 ~ 26%. In the 1500 m sample point falls into the trap of Ma-type trap many Collembola, mark the sample point total falls into the trap of insects of 51%.

The diversity index of the bird were total of nine order , with bramblings 20 family is 94 species, was mark all occurrences of 70%, other gruiformes 4 family 13species , at least in so far as Buddha and three-toed quail order about 1%.

The diversity index of vegetation species richness is altitudes 1400 m more than (0.50) other altitude plot, the second is altitude 1300 m (0.27), according to the altitude above sea level rise reduced sample area to 1800 m (0.09). Simpson index (at all altitudes range between 0.05 ~ 0.08, represents a total of co-dominate species condition . The Shannon index  $H' = 2.6 \sim 3$ , show the species is evenness . N1, N2 index flowing altitude species variable was 1300-1800 m in the order of 12 ~13 species ,12 ~ 14 species, 18 ~ 20 species , 13 ~ 18 species , 18 ~ 19 species , the stand condition was co-dominant species.

The stand composition and stand structure distribution according to altitudes of 1300-1800 m order ; respectively to 1120 n/ha, 680 n/n/ha, 4200 n/ha, 4760n/ha, 6160n/ha. The stand quadratic mean diameter range value 9.69-29.56 cm ,that flowing altitude increment more understory wood per plot area. Forest stand dynamic of DBH distribution analysis is the altitude of 1300-1800 to learn that none of the alternatives for the distribution, to the left shows the understory of the diameters of the wood more, stand in exuberant regeneration conditions.

The insects, birds diversity and vegetation diversity no correlation. But altitude 1400 m shows it weak relationship correlation .

**Key words:** diversity, stand dynamic, natural hardwood forest,  
Machilus-Castanopsis and Quercus zone

## 研究團隊說明

本研究團隊計畫主持人為國立嘉義大學森林暨自然資源學系李明仁教授，負責計畫之規劃，工作項目之研擬，人員之分配及調度，計畫之管控及報告之撰寫，研究團隊之成員包括詹明勳老師，負責計畫之執行管控，資料分析整理、研究調查初步分析；碩士班研究生梁家源負責昆蟲野外調查及初步鑑定；另范俊雄負責樣區設置調查及資料初步分析整理。

## 一、前言

本校森林暨自然資源學系與農委會林務局嘉義林區管理處於阿里山、大埔事業區，面積約為 15,600 公頃，設置建教合作林場，提供雙方在試驗研究、教學實習合作之平台。建教合作林場橫跨亞熱帶、暖溫帶及溫帶等 3 個植群帶，生物資源豐富，主要以人工造林經濟林之柳杉、台灣杉、杉木、紅檜等為主要，少部分闊葉樹人工林；至於天然林大部分為暖溫帶之樟櫨、櫟林帶為多。

建教合作林場設置後本系已有「台灣杜鵑和玉山杜鵑之生理生態調查及育林技術研究」、「石夢谷步道、嘉南雲峰步道」資源調查及解說手冊編制計畫」、「阿里山國家森林遊樂區遊客意見調查分析」等計畫與該處合作進行，奠定良好成果基礎。透過雙方試驗研究計畫之執行，除對合作林場整體森林生態系更加瞭解外，更可提供林區管理在森林經營管理參考及本系提供學生教學實習完整的資料與教材。

有鑑於此，本計畫初步先以嘉義縣奮起湖石夢谷地區；位於嘉義林區管理處阿里山事業區 25、26、27 林班，面積約 459 公頃之建教合作林場內；該區域為典型之亞熱帶楠櫨林帶及暖溫帶櫟林帶，由於本區域少受干擾並保有完整天然林相，為一提供生物多樣性及林分動態變遷長期監測調查的研究很好地點，並以研究設置樣區規劃結合為教學實習區；研究成果將可作為林區管理處之生態系經營參考，同時提供本系學生實習教材。

## 二、計畫目標

本計畫之目的以所設置之建教合作林場內進行本試驗研究，提供林區管理處有關天然闊葉林楠櫨及櫟林帶之資源基本資料，作為天然林生態系經營及自然教育解說之基本資料，並作為教學實習區與教材。預計完成之目標有

- 1.瞭解典型楠櫨及櫟林帶植群林分結構及動態。
- 2.提供阿里山一葉蘭保護區昆蟲、鳥類及植群多樣性資料作為保護區經營參考。
- 3.提供嘉義林區管理處天然林生態系經營及自然教育解說之參考。

4. 監測調查之樣區規劃為自然資源實習課程之實習區。

### 三、重要工作項目及實施方法

#### (一)重要工作項目

楠櫨及櫟林為台灣森林面積最為廣大之天然常綠闊葉林帶，物種及自然資源豐富，儘管有很多研究調查在這個植群帶進行，但基礎之植群多樣性及林分動態研究仍然很少。

本計畫擬於該區域依海拔梯度及方位為監測樣區設置之參考，由海拔1300-1800m，每間隔100m設置1個28.4×17.6m之監測樣區；經緯度分別為海拔1300的北緯23度31分50秒，東經120度45分30秒；1400位於北緯23度32分30秒，東經120度46分10秒；海拔1500位於北緯23度32分58秒，東經120度46分57秒；海拔1600位於北緯23度33分17秒，東經120度47分02秒；海拔1700位於北緯23度33分13秒，東經120度47分15秒；海拔1800位於北緯23度34分05秒，東經120度47分46秒。樣區之設置依據林務局第4次森林資源調查永久樣區形式設置並涵蓋相關調查項目，林分結構圖以電子經緯儀對樣區地形測繪及植群定位；並依據植群調查方法對植株直徑、高度、冠幅等介量進行調查；蒐集完整之林地與林木基本調查資料。再著手進行多樣性及林分動態之研究調查與分析。

#### 1. 多樣性監測調查

本計畫擬以Su (1994)曾研究台灣森林植物群落的歧異性，其以類似於三種尺度，以不同的林型，探討其 $\alpha$ 歧異性；依同林型之不同海拔梯度的生育地，探討其間 $\beta$ 歧異性的變化，探討昆蟲、及鳥類及植群多樣性等，多樣性估算層級如下列方法樣區層級 $\alpha$ 多樣性估算即物種多樣性。

#### 2. 林分動態

(1) 林分結構建立以FWJ2程式之林地、林木調查方法進行。

(2) 林分動態分析

林分動態變化一般以韋柏機率密度分布函數(Weibull probability density distribution function)普遍應用於評估林分植群動態更新。



### 3. 規劃自然資源教學實習區

- (1) 以監測調查所設置之樣區作為教學實習區。
- (2) 研究成果資料經分析後提供做為天然闊葉林森林生態系經營及學生實習教材。

## (二) 實施方法

### 1. 研究地區概況

石夢谷地區行政轄區屬嘉義縣豐山村，林務管轄隸屬嘉義林區管理處阿里山事業區第 25、26、27 林班。研究區為北緯 23 度 31 分 49.58 秒，至 23 度 34 分 30.74 秒，東經 120 度 45 分 30 秒至 120 度 47 分 24 秒，面積約為 495 公頃，海拔介於 750-2200m 之間。位於阿里山脈西稜，區內水系為石股盤溪上游支流。(如圖 1)



圖 1. 石夢谷地區研究範圍區域圖

研究區內並無氣象觀測站之設置，鄰近僅設有豐山雨量站。因此考量測站位置、海拔及地形上的變化，參酌使用附近之奮起湖及阿里山氣象站資料供本區氣候狀態之評估。依豐山雨量站（1052m）及阿里山（2415.9m）、奮起湖（1404m）等鄰近氣象站（2002-2006）所測得之氣象資料為依據。年平均降水量約 2935.7mm，多集中在 6 月至 9 月，其中以 7 月單月降雨量 872mm 為全年之最；1 月最低月均溫約在 11.38-16.76 度之間。

依台灣地利氣候區之劃分，本研究區域屬於中西部內陸區，氣候屬夏雨型氣

候 (Su1985); 以山地植物群帶的區分屬楠儲林帶與櫟林帶之間, 亦是一般所稱盛行雲霧帶 (蘇鴻傑 1992; Su1984a)。

研究區位處阿里山山脈西陵, 屬西部麓山帶之衝上斷層活躍地帶, 地質年代屬第三紀中新世三峽群桂竹林層, 主要構造岩層為十六份頁岩與堅硬的關刀山砂岩, 為古盆地淺海相沈積物, 自然蘊含不少孔蟲類, 及斧足類和腹足類之海棲化石, 形成獨特的地質景觀。

## 2 昆蟲多樣性監測調查

本研究於 2009 年 5 月 30 至 31 日完成由海拔 1300-1800m, 每隔 100m 海拔樣點規劃, 共計 6 個樣區並設置誘蟲陷阱。每 1 個月收集各樣點之誘蟲瓶一次。為建立嘉義縣奮起湖石夢谷地區昆蟲相的資料庫, 於 6 個永久試區設置馬氏網集蟲陷阱進行昆蟲相調查, 每月 1 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。

### (1). 昆蟲鑑定

各樣區每月收集之誘蟲瓶, 將誘集所得的昆蟲樣本, 攜回室內鏡檢, 並製成乾燥或浸漬標本, 而鑑定昆蟲之參考資料, 為各類書籍、文獻檢索表或網路之圖鑑, 將昆蟲樣本鑑定至科名 (family), 且記錄昆蟲的種類與發生密度。(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「un-kown」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實驗室內。



圖 2. 樣區中架設之馬式網

## (2). 昆蟲資源分析

### I. 昆蟲群聚組成分析

將各不同樣點所採集的昆蟲樣本，按各月所調查的數據加以彙整，將資料輸入至 Excel 中建立成資料庫，並製成圖、表。本研究藉由不同的採集方法，將各樣點所採集的昆蟲樣本加以鑑定，比較 6 個不同海拔梯度出現的昆蟲種類、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，以探討不同海拔梯度之生態環境與昆蟲的關係。

### II. 昆蟲多樣性分析

比較 6 個不同海拔梯度所誘集到昆蟲之  $\alpha$  多樣性，多樣性指數計算如下 (Ludwig and Reynolds 1988; Krebs 1999)：

#### (I) 科豐富度指數 (Family richness index)

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

#### (II) 辛普森多樣性指數 (Simpson's index)

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

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

$$H' = -\sum \left[ \left( \frac{n_i}{N} \right) \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) \right] \quad n_i : \text{某種個體數} \quad N : \text{所有種個體數}$$

(VI)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

### III.棲地群聚分析

以科豐富度指數、辛普森多樣性指數、夏農-威納多樣性指數、均勻度指數為變數,利用 Bray Curtis Similarity 相異係數及 UPGMA 方法作為棲地相似度的估計,並利用 NTSYS-pc 2.1 軟體進行各樣點間昆蟲之歸群分析 (Krebs 1999)。此統計方法在操作時會同時考慮各項點間昆蟲科數及其昆蟲個體數目之差異,若其數值愈低,表示棲地間的昆蟲相組成差異性愈低,若其數值愈高,即相似度愈高;之後數值再以 multidimensional scaling plots (MDS) 將其視覺化。

### 3.鳥類多樣性監測調查

鳥類多樣性調查採穿越線法由海拔 1300-1700m 設置之 6 個樣區進行監測調查,記錄出現或聽見鳴叫之鳥種予以記錄,因鳥類活動範圍較廣僅調查所有樣區出現鳥種,並依據出現種類依據所屬不同目統計出現種類百分比。

### 4.植被多樣性調查

#### (1)木本植物之重要值及優勢度分析

野外記錄之原始資料以 excel 等軟體建檔後,計算及分析各植種之優勢組成,優勢度以重要值(IVI)表示

$$IVI = (\text{相對密度} + \text{相對優勢度} + \text{相對頻度}) \times 100/3$$

$$\text{相對密度} = (\text{某一種的密度} / \text{樣區總密度}) \times 100$$

$$\text{相對底面積} = (\text{某一種的底面積} / \text{樣區總底面積}) \times 100$$

底面積由 dbh 換算

$$\text{相對頻度} = (\text{某一種類出現之樣區數} / \text{總樣區數}) \times 100$$

#### (2)多樣性分析( $\alpha$ -diversity) (Ludwig *et al.* 1988)

多樣性指數是以生物社會的豐富度(species richness)及均勻程度的組合所表示,以 S、Simpson、Shannon、 $N_1$ 、 $N_2$  及 E5 6 種指數(Ludwig

et al. 1988)表示之。木本植物以株數計算，草本植物則以覆蓋度計算。另有估計出現頻度，即某植物出現之樣區數除以總樣區數。

(I) S 代表研究區域內的所有種數。

$$(II) \lambda = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

$\lambda$  為 Simpson 指數， $n_i/N$  為機率，表示在一樣區內同時選出兩棵，其屬於同一種的機率是多少。其最大值是 1，表示此樣區內只有一種。如果優勢度集中於少數種時， $\lambda$  值愈高。

$$(III) H' = -\sum \left( \left( \frac{n_i}{N} \right) \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) \right) \quad n_i: \text{某種個體數} \quad N: \text{所有種個體數}$$

$H'$  為 Shannon 指數，此指數受種數及個體數影響，種數愈多，種間的個體分佈愈平均，則值愈高。但相對的，較無法表現出稀有種。

$$(IV) N_1 = e^{H'} \quad H' \text{ 為 Shannon 指數}$$

此指數指示植物社會中具優勢的種數。

$$(V) N_2 = \frac{1}{\lambda} \quad \lambda \text{ 為 Simpson 指數}$$

此指數指示植物社會中最具優勢的種數。

$$(VI) E5 = \frac{\left[ \left( \frac{1}{\lambda} \right) - 1 \right]}{e^{H'} - 1}$$

此指數可以明顯的指示出植物社會組成的均勻程度。指數愈高，則組成愈均勻；反之，如果此社會只有一種時，指數為 0。

## 5. 林分動態調查

### (1) 林木與林地資訊調查

#### I. 林木資訊調查

設置 6 個永久樣區調查項目包括胸徑、樹高、枝下高及樹冠 4 個半徑方向冠幅長度。全林立木進行標號測定胸高直徑，全林之樹高、樹冠幅及樹冠比。

表 1 林分結構林地及林木資訊調查資料表

Tree&ID	立木位置 的座標	樹種	樹高 HI	枝下高 BL	胸高直徑 DBH	樹冠幅(0.1m)			
	(0.1m)		(0.1m)	(0.1m)	(0.1cm)	+ Y(N)	+X(E)	-Y(S)	-X(W)

## II. 林分調查分析

所有立木不管生立木或枯立木，皆予編號、以LICA電子經緯儀測定每木位置，且繪製各編號林木位置圖層。記錄各個林木量測資料的屬性表，亦以立木編號關連，其量測步驟為各單株立木以蘭花牌寫上編號，固定在樹幹胸高直徑位置，便於作為胸高直徑量測時之依據。

單株立木資料調查表以Nobori (2005)Forest windows 2.21應用軟體之資料表格式建置（如表1）資料表內包括林地及林木資訊，林地資訊為立木的二度分帶座標位置（X,Y）；林木資訊包括樹種別、胸高直徑、樹高、枝下高等資料。胸高直徑以直徑尺量測，單位以cm 計至小數點一位。樹高係利用tangent 三角原理的牛氏測高器量測之，單位以m 計至小數點一位，樹冠幅以雷射測距儀及用羅盤儀輔助測量，單位以m 計至小數點一位。

### (2) 林分結構分析

林分密度表示方法有 6 種，每公頃株數 (N/ha)、二次平均直徑 (QMD ,cm)、每公頃胸高斷面積 (BA, m<sup>2</sup>/ha)、每公頃材積 (V ,m<sup>3</sup>/ha)、林分密度 (SDI)。

$$BA(\text{basal area}) = \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{QMD}{2} \right)^2 \div 10000 \times \pi \times EFi \right\}$$

$$SDI(\text{stand density index}) = N (25.4 / QMD)^{-1.605} \quad N:(N/ha),$$

## 四、結果與討論

### (一) 昆蟲科多樣性

本研究調查資料自2009年5月起至迄今為止，於本研究區區內所誘得昆蟲數量共計17目125科3656隻(表2)；就科數而言以雙翅目33科最多、鞘翅目27科次之、膜翅目17科再次之。就個體數而言以彈尾目長角跳蟲科470隻最多，其次為雙翅目蚤蠅科378隻。

由圖3分析得知誘得昆蟲個體數的各目組成百分比中，以雙翅目佔36%為最高，次之為鞘翅目、彈尾目及膜翅目分別佔18%、17%及16%。

以昆蟲的生態所扮演的角色及食性功能組成中，就科數而言以植食性昆蟲佔46%為最高；個體數則是植物性分解者佔51%為最高(圖4)。此地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，可能與該地區擁有許多寄生及捕食性天敵之姬蜂科、小蘆蜂科、食蟲蛇科、食蚜蛇科及瓢蟲科昆蟲調節抑制害蟲密度有關。

#### 1. 昆蟲資源組成

本調查截至目前止，於奮起湖石夢谷地區利用馬式網陷阱所誘得昆蟲量共計20目234科29,033隻(表2)，就科數而言以雙翅目54科最多、其次分別為鞘翅目45科、膜翅目42科及鱗翅目25科，就個體數來看以長角跳蟲科4,475隻最多，蕈蚋科3,154隻次之，黑翅蕈蚋科1,926再次之。下列為各海拔樣點誘得的昆蟲相組成(附錄1)：

1300 m：本樣點誘得昆蟲共計14目144科6,146隻，就科數而言以雙翅目39科最多、鞘翅目33科次之，就個體數而言以長角跳蟲科1,518隻最多，其次為蕈蚋科496隻。

1400 m：本樣點誘得昆蟲共計20目164科9,071隻，就科數而言以雙翅目42科最多、鞘翅目32科次之，就個體數而言以蕈蚋科1,101隻最多，其次為蚤蠅科900隻。

1500 m：本樣點誘得昆蟲共計10目66科1,398隻，就科數而言以鞘翅目19科最多、雙翅目15科次之，就個體數而言以長角跳蟲科703隻最多，其次為毛蚋科168隻。

1600 m：本樣點誘得昆蟲共計14目78科1,137隻，就科數而言以鞘翅目23

科最多、膜翅目 15 科次之，就個體數而言以毛蚋科 250 隻最多，其次為蕈蚋科 129 隻。

1700 m：本樣點誘得昆蟲共計 14 目 85 科 2,648 隻，就科數而言以雙翅目及鞘翅目各 23 科最多、膜翅目 11 科次之，就個體數而言以毛蚋科 620 隻最多，其次為蕈蚋科 423 隻。

1800 m：本樣點誘得昆蟲共計 13 目 125 科 8,686 隻，就科數而言以雙翅目 32 科最多、鞘翅目 28 科次之，就個體數而言以黑翅蕈蚋科 1,753 隻最多，其次為長腳跳蟲科 1,203 隻。

表 2.不同海拔樣點馬式網陷阱誘得之昆蟲資源組成

各海拔樣點 (m)	目	科	個體數
1300	14	144	6,146
1400	20	165	9,071
1500	10	66	1,398
1600	14	78	1,137
1700	14	85	2,648
1800	13	125	8,686
累計	20	234	29,033

分析不同海拔樣點由馬式網陷阱誘得的昆蟲中，其各目組成大致相似，以雙翅目佔 22~58% 為最高，膜翅目佔 7~26% 次之。在 1500 m 樣點馬式網陷阱誘得大量彈尾目昆蟲，佔該樣點總誘的昆蟲的 51% (圖 3)。

## 2. 昆蟲食性分析

從圖4結果顯示6個不同海拔樣點馬式網誘得之昆蟲科食性百分比組成大致相同，植食性佔31~36%為最高，捕食性佔5~13%、寄生性佔9~17%、植物性分解者佔26~35%、動物性分解者佔4~9%及雜食性佔4~9%。

就誘得昆蟲個體食性百分比組成，以 1600m 樣點所誘得的植食性昆蟲佔29%，相較其他海拔樣點高出11~18%，為所有樣點最高。在1800m樣點所誘得的動物性分解者昆蟲數為285隻，佔全樣區的62%。而各樣點誘得的昆蟲皆以植物性分解者佔54~79%為最高 (圖5)。



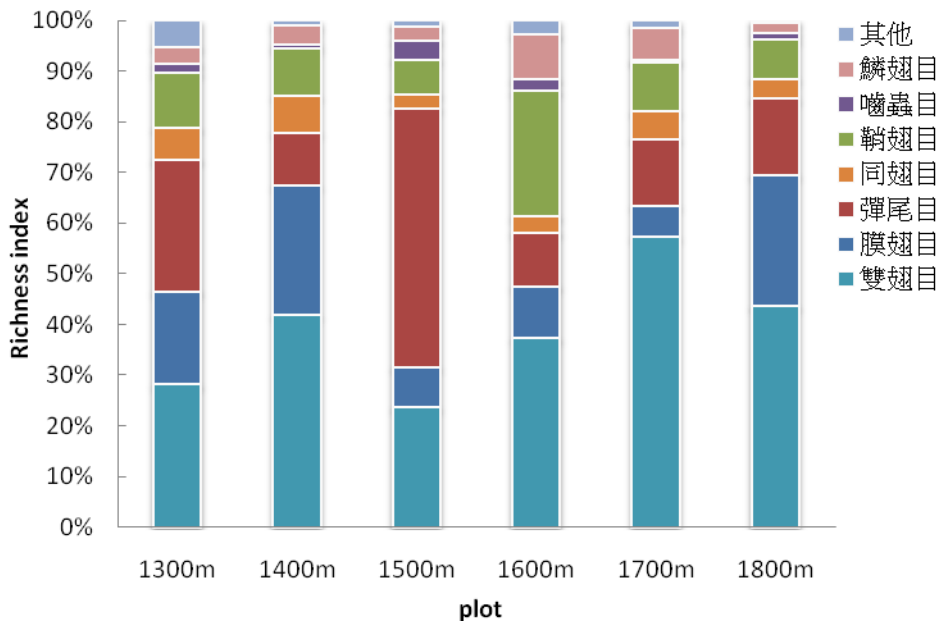


圖3. 6個不同海拔樣點馬式網誘得之昆蟲各目相對組成百分比

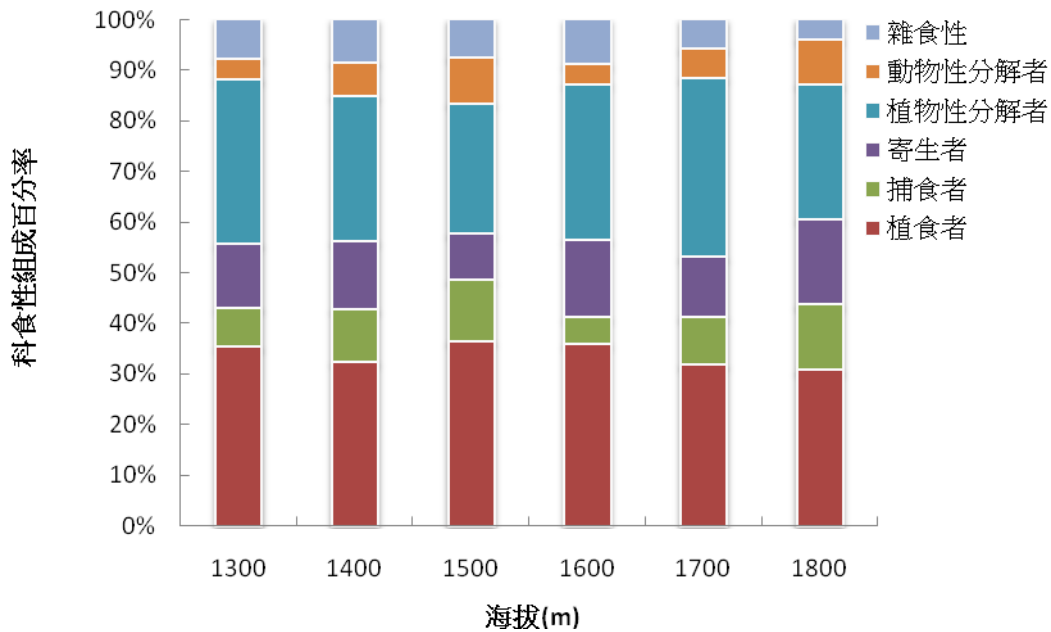


圖4. 6個不同海拔樣點馬式網誘得昆蟲之科食性組成

### 3. 多樣性指數分析

表3結果得知，不同海拔樣點之科豐富度指數以 1400 m (18.00) 為最高，1500 m (8.97) 為最低；辛普森多樣性指數以 1400 m (0.95) 為最高，1500 m (0.72) 為最低；夏農-威納多樣性指數以 1400 m (3.65) 為最高，1500 m (2.25) 為最低；

均勻度指數以 1600 m (0.73) 為最高，1500 m (0.54) 為最低。

表3 6個不同海拔樣點昆蟲多樣性指數

多樣性指數	不同海拔樣點 (m)					
	1300	1400	1500	1600	1700	1800
Family richness index	16.28	18.00	8.97	10.94	10.66	13.67
Simpson's index	0.92	0.95	0.72	0.91	0.90	0.91
Shannon-Wiener's diversity index	3.42	3.65	2.25	3.16	3.07	3.18
Palou's evenness index	0.69	0.71	0.54	0.73	0.69	0.66

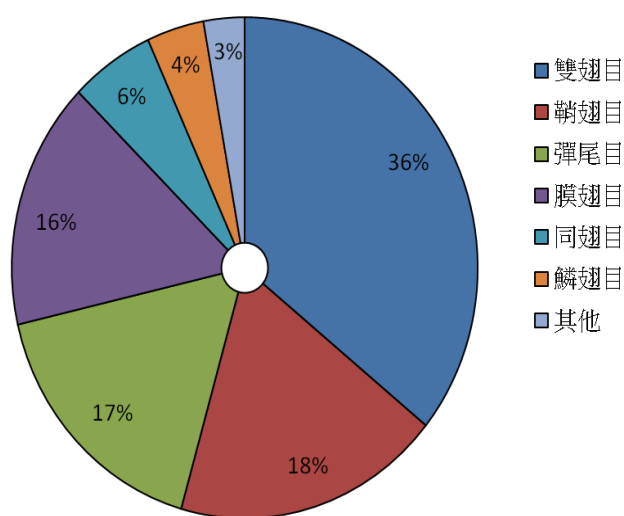


圖5. 所有樣點誘得昆蟲個體數之各目組成百分比

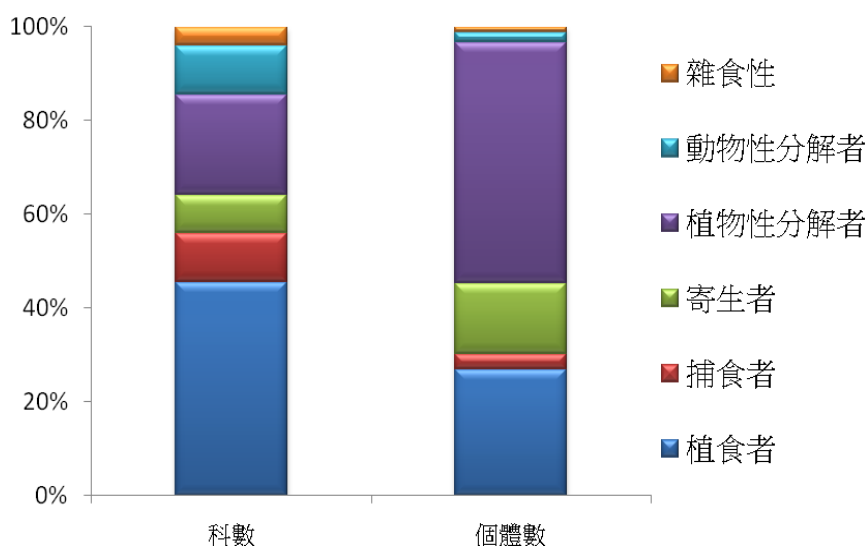


圖6. 所有樣點誘得昆蟲之食性組成

昆蟲佔已命名動物界中約80%的種類，是一群具有高度多樣性的生物，全世界已知的昆蟲種類超過80萬種。體型小、繁殖能力強，生活史中通常會因為不同的階段，利用不同的食物資源，為昆蟲能適應多樣環境的主因 (Schowalter *et al.*,1999)。昆蟲是節肢動物中唯一具有翅的一群，對於生物資源的取得更是便利，不僅在種類與數量上扮演著重要的生態角色，更是進行生態監測上最普遍與快速，可了解當地物種豐度的指標生物 (Kim 1993; Ehrlich 1996; Grove and Stork 1999)。但多數昆蟲的基本資料仍記載不完全，且只有半數昆蟲有分類專家從事分類研究 (楊正澤1997)。

在台灣不同地區的昆蟲多樣性調查中，有許多不同的採集方式，例如Yang (1995) 利用黃色黏蟲紙調查台灣中部惠蓀林場內之昆蟲資源；Feng *et al.* (1998) 利用攔截網、性費洛蒙誘蟲器、黃色黏蟲紙以及吊網在東北角海岸國家風景特定區進行昆蟲相調查；郭仕強等 (2005) 利用掉落式陷阱杯和掃網調查東台灣水璉海岸林生態系節肢動物群聚之探討，提供生態系經營管理所需之資訊；葉耕帆等 (2007) 利用燈光誘集法進行太麻里試驗林異翅類之多樣性。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，昆蟲將沿著布幕向上爬誘引至酒精瓶中，此方法適於全天候或隨機採集移動中的昆蟲，且可瞭解昆蟲的遷徙和族群動態。

海拔 1400m 樣點中所誘得昆蟲科及個體數為最高，20 目 164 科 9,071 隻，所誘得科數為總科數的67%，此可能與本樣點地勢較平緩且有良好植物蔽護有關；在1300m樣點中，誘及到大量得毛翅目和襉翅目之昆蟲，主要原因為該樣點接近於河谷間，此類昆蟲的稚蟲為水棲性，成蟲雖會於路地上交配，但皆為植食性於草叢間活動(貢穀紳1964)。

不同的棲地環境，其昆蟲相組成與營養結構亦不同，因此可藉由營養結構以了解此生態系的組成結構，探討營養結構的組成與族群動態有助於了解生態系的永續經營，從其分布之情形可得知族群的穩定狀態(齊心等2003)。本研究中發現，其地勢的差異，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，在 1800m 樣點中誘得較多的動物性分解者昆蟲，推測可能因該樣點附近有野生動物之廊道，所以提供了動物性分解者昆蟲充足的食物來源。

在多樣性指數分析中，1400m 樣點所誘得昆蟲的科豐富度為最高，與林下

植群的豐富度和地勢坡度有明顯相關，且與 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。Margalef (1972) 指出辛普森多樣性指數，可視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，其值越大則多樣性越高；夏農-威納多樣性指數對群聚中擁有稀有種之組成變化具較高敏感性，其值介於0到4.5之間。就生態系之觀點而言，生物社會之多樣性，可顯示反饋系統之作用程度 (Margalef 1968)。多樣性高，表示食物鏈較長；食物網較綿密，生物容易發生交互作用之現象，負反饋作用也較顯著，因而增加社會之安定性 (劉崇瑞、蘇鴻傑 1983)。在穩定生態系中，多樣性大，反之，發育中之生態系則多樣性較小。

台灣所蘊含昆蟲種類，至今尚未有個正確統計數字。目前已知的昆蟲種類約有31目18000種左右，但依據推測台灣的昆蟲種類約有20萬種之多，僅佔已知種類 9% (周樑鎰等 1992)。台灣的面積只僅僅36000平方公里，卻蘊含如此多樣的昆蟲資源，可惜台灣地區的昆蟲資源已慢慢減少，有許多昆蟲已被認定為瀕臨絕種的種類 (朱耀沂、何鍵鎔 1994)。台灣龐大的人口壓力與開發速度對棲地造成的破壞，是昆蟲資源面臨的最大威脅 (陳建志 1999)。因此在森林生態系經營上需積極建立各地生態環境的基礎資料及昆蟲名錄資料庫，以維護台灣森林的昆蟲生物多樣性。昆蟲是一群具有高移動性和高選擇性的生物，所以利用昆蟲作為評估生態衝擊的指標生物，不但可提供政府政策決策的參考，更對台灣生物資源的永續經營管理上有著更深遠的意義。

## (二) 鳥類多樣性

本試驗地區依據調查統計出現之鳥類共計9個目表4，其中以燕雀目20科94種最多，佔所有出現鳥類之70%，其他鶴形目4科13種其次，最少者為佛法僧目及三趾鶉目僅有1%左右。

表4 鳥類各個目種百分比

目名	科	種	各目種百分比(%)
三趾鶉目	1	1	0.74
佛法僧目	1	1	0.74
雨燕目	1	3	2.22
鴉形目	1	11	8.15
雞形目	1	4	2.96
鵲形目	1	4	2.96
鸞形目	2	4	2.96
鶴形目	4	13	9.63
燕雀目	20	94	69.63
	9	32	135
			100.00

### (三)植群多樣性

植群結構中喬木層其物種組成、年齡結構、更新模式及空間分布利用，影響未來森林演替動態方向及下層物種的組成，改變森林生態系統食物鏈的連結，最後反應於生態系所有物種多樣性，因此喬木層組成結構及動態變化的研究，有助於物種多樣性的解析。

本研究地區植被多樣性研究，依據林彥佑（2007）指出上喬木層植被分為6個群叢後(表5)，各群叢物種歧異度 Richness 指數香桂-卡式櫛群叢（0.11）與森氏杜鵑-台灣扁柏群叢（0.15）為最低，但其樣區內總種株數最多；相反的長梗紫芋麻群叢（0.21）與霧社木薑子-豬腳楠群叢（0.20）雖為高，但其總種株數量卻較少，該指數與物種種數成正相關總株數成負相關。Simpson 歧異度指數各群叢皆高，唯長梗紫芋麻群叢（0.78）較低，此數值越大者，多樣性越大。而 Shannon 歧異度指數較高者為香桂-卡式櫛群叢（1.26）、臺灣山龍眼-木荷群叢（1.28），最低為長梗紫芋麻群叢（0.85）此數值越高者，代表種數越多，個體分布越平均。Evenness 指數最高者為香桂-卡式櫛群叢（0.88）與霧社木薑子-豬腳楠群叢（0.88），最低為長梗紫芋麻群叢（0.78）。

表 5 各植群型物種多樣性指數平均值（引用自林彥佑 2007）

植群型	樣區	株數	Richness	Simpson's	Shannon's	Evenness
森氏杜鵑-台灣扁柏群叢	13	2236	0.15	0.91	1.19	0.85
披針葉木犀-日本槲楠群叢	3	439	0.18	0.91	1.19	0.86
香桂-卡式槲群叢	13	2249	0.11	0.92	1.26	0.88
霧社木薑子-豬腳楠群叢	2	161	0.20	0.89	1.06	0.88
臺灣山龍眼-木荷群叢	1	205	0.16	0.93	1.28	0.85
長梗紫芋麻群叢	11	674	0.21	0.78	0.85	0.78

本研究林分動態監測調查，參考已分類之 6 個植群型進行取樣設計，以瞭解不同植群型林分動態變化，將對該地區之植群多樣性的變化有進一步的瞭解。

石夢谷地區森林群系屬暖溫帶闊葉林，本地區主要組成植群以紅檜、扁柏、雲葉、瓊楠、南投黃肉楠、日本槲楠、長梗紫芋麻、大葉石櫟、森氏杜鵑等針闊葉樹種。

林分動態監測調查，參考表 5 已分類之 6 個植群型進行取樣設計，以瞭解不同植群型林分動態變化，本計畫取樣之不同海拔樣區重要值及優勢度分佈如（附錄三）與表 5 所分類之 6 個植群型相似，將對該地區之植群多樣性的變化有進一步的瞭解。

本調查之範圍由海拔 1300-1800m 林帶，海拔間隔 100m，初步設置林分動態調查樣區 6 個，目前已完成海拔 1300m、1400m、1500m、1600m、1700m、1800m 之植群樣區調查如(附錄四不同海拔樣區之樹冠投影及林分垂直結構圖)，1300m 樣區有 56 株，15 種為管束植物(附錄四圖 1)；1400m 計出現 34 株，18 種木本為管束植物(附錄四圖 2)，1500m 計出現內 79 株，17 種木本為管束植物(附錄四圖 3)，1600m 計出現 215 單株，26 種木本為管束植物(附錄四圖 4)，1700m 計出現 238 單株，25 種木本為管束植物(附錄四圖 5)，1800m 計出現 304 單株，27 種木本為管束植物(附錄四圖 6)。本計畫將進一步分析林分之孔隙大小與植群出現之關係。

各樣區之植群多樣性分析，種的豐富度指數以海拔 1400m 樣區最高(0.50)，其次為 1300m 樣區(0.27)，依海拔樣區升高而遞減至 1800m 樣區(0.09)最低，

Simpson 指數  $\lambda$  表示在一樣區內同時選出 2 棵，其屬於同 1 種的機率是多少，其最大值是 1，表示此樣區內只有一種。如果優勢度集中於少數種時， $\lambda$  值愈高。各樹種分佈  $\lambda$  值為 0.05~0.08 之間（表 6），表示林分處於共優勢種的狀態。

Shannon 指數  $H'$ ，此指數受種數及個體數影響，種數愈多，種間的個體分佈愈平均，則值愈高，本研究  $H'=2.6\sim 3$  之間，代表種數分佈平均，顯示木本植物少有稀有種出現。

$N_1$ 、 $N_2$  指數指示植物社會中具優勢的種數，林分中之依海拔樣區 1300-1800m 順序，優勢種依序計有 15 種、17 種、17 種、25 種、24 種及 26 種，分析得知優勢種的種數於各海拔樣區（表 6）順序由 1300-1800m 為 12~13 種、11~13 種、12~14 種 18~20 種、13~18 種、18~19 種，顯示幾乎每一種都成為優勢種類與  $\lambda$  值為 0.05~0.08 之間相同，表示林分處於共優勢種的狀態。

$E5$  指數可以明顯的指示出植物社會組成的均勻程度。指數愈高，則組成愈均勻；反之，如果此社會只有一種時，指數為 0，由本研究計算指數 0.72~0.94 而言，顯示該樣區並沒有特別優勢種，各種之株數與分佈相當。

以上各項計算多樣性之方法，可在不同社會間進行比較。然比較之時，應考慮社會單位大小。一般依營養級，生態地位或生活型分開比較。

表 6 不同海拔樣區木本維管束植物多樣性指數摘要表

樣區	種數 (S)	Species richness index (S/N)	$\lambda$ (Simpson 指數)	$H'$ (Shannon 指數)	$N_1$ 優勢的種數	$N_2$ 優勢的種數	$E5$ 均勻度指數
1300	15	0.27	0.07908	2.6154	13.6727	12.6452	0.9189
1400	17	0.50	0.08997	2.6311	13.8890	11.1154	0.7848
1500	17	0.22	0.08028	2.6393	14.0034	12.4571	0.8811
1600	25	0.12	0.05363	3.0352	20.8051	18.6466	0.8910
1700	24	0.10	0.07199	2.9264	18.6603	13.8901	0.7299
1800	26	0.09	0.05520	2.9540	19.1825	18.1172	0.9414

#### (四)林分結構及動態

分析調查每隔海拔高度 100m 之樣區，樣區林分結構特徵值如表 7，在單位面積依海拔樣區分佈 1300-1800m 順序分別為為 1120 N/ha、680 N/ha、1580 N/ha、4200 N/ha、4760 N/ha、6160N/ha，林分二次平均胸高直徑值 9.69-29.56 cm，隨著海拔高度遞增下層樹木越多單位面積株數越多，低海拔地區的楠櫛林帶及櫟林

帶之優勢木會隨著海拔之遞增；平均之樹高與二次平均胸高直徑隨之減少，演變為下層木。優勢樹種隨海拔之遞增逐漸變為森氏杜鵑-台灣扁柏群叢；林分材積及胸高斷面積總和，低海拔林分高於高海拔林分。乃因於高海拔地區下層木居多所致。也隨著海拔上升樹幹形狀比越大顯示樹木尖削，乃因於單位面積內生長空間不足側枝生長並未完全，因此樹幹形狀比隨海拔上升差異越大；是因立木距離越來越小所致的高生長。

表 7 不同海拔樣區林分結構資訊摘要表

樣區	面積 (ha)	株數 (N)	單位 面積 株數 (N/ha)	二次平 均直徑 (cm)	平均樹 高(m)	胸高 斷面 積總 和(m <sup>2</sup> )	單位面 積材積 (m <sup>3</sup> )	樹幹形 狀比 樹高/ 胸高直 徑 H/D	Reineke's 林分密 度指數 Stand Density Index
1300	0.05	56	1120	26.93	9.48	3.19	13.61	35.22	1230.19
1400	0.05	34	680	27.31	10.84	1.99	9.71	39.69	763.79
1500	0.05	79	1580	18.32	7.29	2.08	6.83	39.79	935.13
1600	0.05	210	4200	12.90	4.76	2.74	5.88	36.93	1415.75
1700	0.05	238	4760	4.52	9.18	0.38	1.58	202.85	298.48
1800	0.05	308	6160	6.05	7.63	0.89	3.04	126.05	616.12

林分胸高直徑級分佈因隨著海拔高度的上升，下層樹木越多，由 6 樣區胸高直徑級分佈圖中可以明顯看出 6 樣區內的直徑級之株數皆為偏左，胸徑階小者株數較多，可以推測幼齡木本植物較多；隨著海拔高度越高胸高直徑級 30cm 以上立木越少；由圖 8 顯示出海拔到了 1500m 後胸高直徑級超過 30cm 者越少且呈現單株分佈的現象。由本研究調查分析海拔高度 1500m 有臺灣扁柏或紅檜等上層木逐漸取代闊葉樹之優勢木，海拔 1700m 後優勢樹種漸變為臺灣扁柏及紅檜群叢；下層木皆為闊葉樹。林分徑級分佈分析得知海拔 1300-1800m 各樣區為偏左分佈，顯示下層小徑級之立木較多，林分處於旺盛更新狀況。



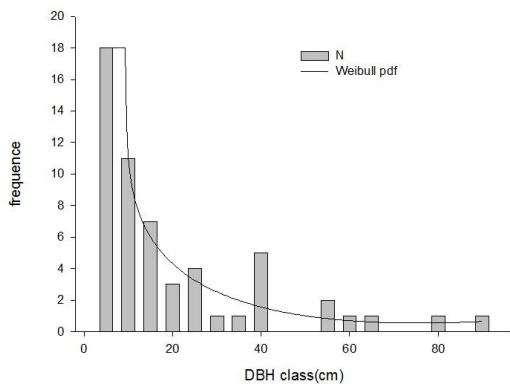


圖 7.海拔 1300m 胸高直徑級分佈圖

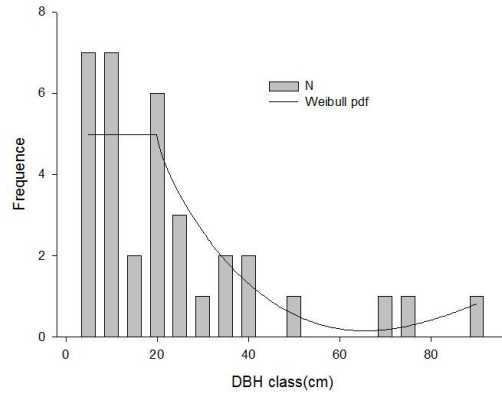


圖 8.海拔 1400m 胸高直徑級分佈圖

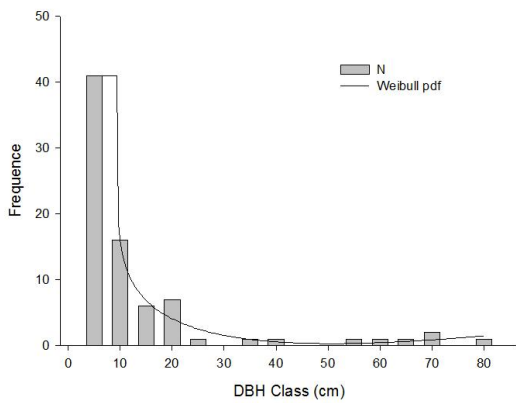


圖 9.海拔 1500m 胸高直徑級分佈圖

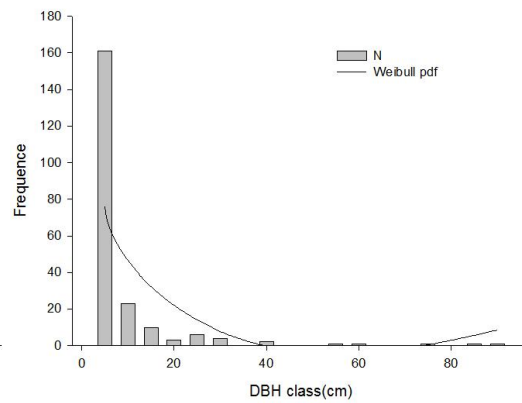


圖 10.海拔 1600m 胸高直徑級分佈圖

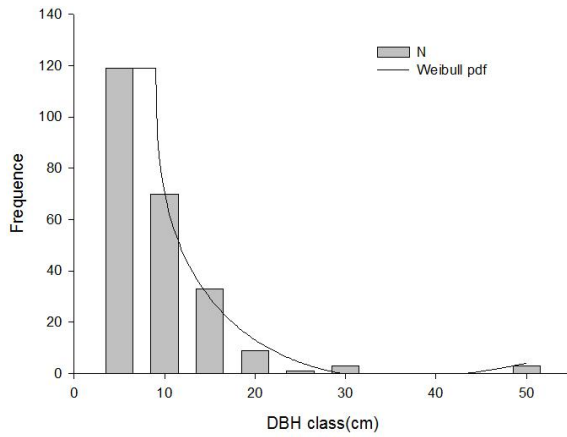


圖 11.海拔 1700m 胸高直徑級分佈圖

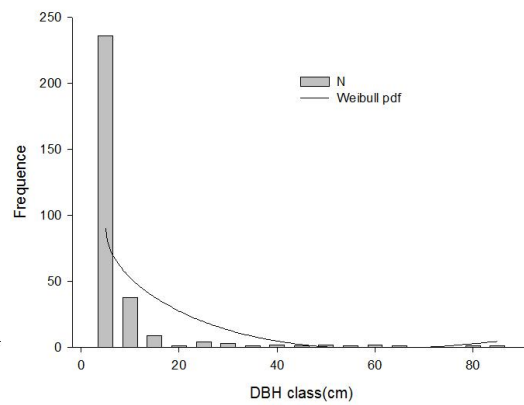


圖 12.海拔 1800m 胸高直徑級分佈圖

## 五、結論

本研究依海拔梯度及植群型變化依據林務局第4次森林資源調查永久樣區形式設置監測樣區，由海拔1300-1800m每間隔100m設置1個0.05ha(28.4×17.6 m)計6個方形樣區，調查分析昆蟲、鳥類及植群多樣性，同時對樣區林分結構組成及初步動態進行調查分析。

### (一) 多樣性

#### (1) 昆蟲多樣性

以海拔1400 m (18.00) 為最高，1500 m (8.97) 為最低；辛普森多樣性指數以1400 m (0.95) 為最高，1500 m (0.72) 為最低；夏農-威納多樣性指數以1400 m (3.65) 為最高，1500 m (2.25) 為最低；均勻度指數以1600 m (0.73) 為最高，1500 m (0.54) 為最低。各海拔樣點目組成大致相似，以雙翅目佔22~58% 為最高，膜翅目佔7~26% 次之。在1500 m 樣點馬式網陷阱誘得大量彈尾目昆蟲，佔該樣點總誘的昆蟲的51%。

#### (2) 鳥類多樣性

鳥類共計出現9個目，其中以燕雀目20科94種最多，佔所有出現鳥類之70%，其他鶴形目4科13種其次，最少者為佛法僧目及三趾鶉目僅有1%左右

#### (3) 植群多樣性

種的豐富度指數以海拔1400m樣區最高(0.50)，其次為1300m樣區(0.27)，依海拔樣區升高而遞減至1800m樣區(0.09)最低。

Simpson指數 $\lambda$ 在各海拔樣區分佈為0.05~0.08之間，表示林分處於共優勢種的狀態。Shannon指數 $H'$ =2.6~3之間，代表種數分佈平均，顯示木本植物少有稀有種出現。 $N_1$ 、 $N_2$ 指數優勢的種數由海拔1300-1800m順序為12~13種、11~13種、12~14種、18~20種、13~18種、18~19種，表示林分處於共優勢種的狀態。

### (二) 林分結構組成及初步動態

依海拔樣區分佈1300-1800m順序分別為1120 N/ha、680 N/ha、1580 N/ha、4200 N/ha、4760 N/ha、6160N/ha，林分二次平均胸高直徑值9.69-29.56 cm，隨著海拔高度遞增下層樹木越多單位面積株數越多。林分徑級分佈分析得知海拔1300-1800m各樣區為偏左分佈，顯示下層小徑級之立木較多，林分處於旺盛更

新狀況。

(三) 昆蟲、鳥類多樣性與植群多樣性並無相關性，唯海拔 1400m 樣區出現最高之昆蟲多樣性與植被多樣性相同，但其他海拔樣區間昆蟲與植群則無相關性存在。未來將持續進行監測調查，並增加樣區數面積，再進一步探討分析。

## 六、參考文獻

- 朱耀沂、何鍵鎔 (1994) 台灣產蝶類的保育工作。自然保育季刊 7：17-23。
- 周樑鎰、方尚仁、朱耀沂 (1992) 台灣昆蟲資源調查及其資料庫。台灣生物資源調查及資訊管理研習會論文集。207-219 頁。
- 林彥佑 (2007) 嘉義縣石夢谷地群植群之研究 國立嘉義大學森業暨自然資源研究所 碩士論文 共 109 頁
- 林鴻志 (2005) 雪霸國家公園植群分類之研究 國立中興大學森林學系碩士論文 共 109 頁
- 貢毅紳 (1964) 昆蟲學 (中冊)。國立中興大學農學院。288-746 頁。
- 貢毅紳 (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。
- 郭仕強、陳明義、楊正澤 (2005) 東台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。
- 陳建志 (1999) 台灣昆蟲的生態教育。國立台灣師範大學環境教育中心。環境教育季刊(39)：54-61。
- 楊正澤 (1997) 昆蟲分類與害蟲防治。中華昆蟲特刊第十號。41-55 頁。
- 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。台灣昆蟲。27：303-316。
- 齊心、黃玉冰、戴佑達、吳宜穎、劉人璋 (2003) 由國內生物多樣性論文談生物多樣性研究。生態系經營—永久樣區理論與實務探討會。335-360頁。
- 劉校生編著 (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，臺北市。
- 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。
- 蘇鴻傑 (1992) 臺灣之植群：山地植群帶與地理氣候區。彭鏡毅編。臺灣生物資源調查及資訊管理研討會論文集。中央研究院植物研究所專刊第 11 號。第 39-45 頁。

- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., and Johnson N. F. (1989) An introduction to the study of insects (6th ed.). Saunders College Publishing, San Francisco. 875 pp.
- CSIOR. (1970) The insects of Australia. Melbourne University Press, Canberra. 1029 pp.
- Ehrlich, P. R. (1996) Conservation in temperate forests: what do we need to know and do For. Ecol. Manage. 85: 9-19.
- 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.
- Geo-biosphere. Third edition. Springer-Verlag, New York, USA. 318 pp.
- Grove, S. J. and N. E. Stork (1999) The conservation of saproxylic insects in tropical forests: a research agenda. J. Insect Conserv. 3: 67-74.
- 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.
- Kim, K. E. (1993) Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. Biodivers. Conserv. 2: 191-214.
- Krebs, C. J. (1999) Ecological methodology. 2nd ed. Addison-Wesley 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.
- Margalef R. (1972) Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. Trans. Connect. Acad. Arts. Sci. 44: 211-235.
- Margalef, R. (1968) Perspectives in ecological theory. University of Chicago Press, Chicago. 112 pp.
- Nobori (2005) Forest Window software version 2.21 NoBoLab.
- Schowalter, T. D. and L. M. Ganio (1999) Invertebrate communities in a tropical rain forest canopy in Puerto Rico following Hurricane Hugo. Ecol. Entomol. 24: 191-201.
- Su, H. J. (1984a) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (I) Analysis of the variations in climatic factors. Quart. J. Chin. Forest. 17(3): 1-14
- Su, H. J. (1984b) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II) Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. Quart. J. Chin. Forest. 17(4): 57-73

- Su, H. J. 1985. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (III): a scheme of geographical climatic regions. Quarterly Journal of Chinese Forestry 18(3):33-44.
- Su, H. J. (1994) Species diversity of forest plants in Taiwan. Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series No.14: 87-98.
- Whittaker, R. H. (1975) Communities and ecosystem 2<sup>nd</sup> ed:New York:
- 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.
- Wang, L. Y., Hung, S. C., Hung, T. H. and Su, H. J. 1996. Population fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama and incidence of citrus likubin in citrus orchards in Chiayi area. Plant Prot. Bull. 38: 355-365. (in Chinese)

## 七、審查委員意見及回覆

### (一) 期中簡報委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
郭幸榮教授	依計畫目標，本試驗所作的調查資料供教學、研究之用，為建立永久樣區，要有不同年度執行構想，樣區的設置方法及調查項目與其他國內類似的永久樣區要一致，可供予以相互比較。	本計畫建立之永久樣區係根據林務局第四次森林資源調查所設置之樣區模式建立，天然林分之樣區面積 0.05ha，調查項目亦相同，將來可以納入林務局永久樣區監測調查。
	(2)海拔落差(700-2000m)及孔隙對植群、昆蟲等的動態影響為何，也能列為未來研究的內容，以強化研究目標。	本計畫對林木及林地資訊進行調查，並繪製樹冠投影圖分析孔隙大小，並於調查昆蟲及鳥類等多樣性，計畫結束後將繼續作為教學實習區，並持續監測調查。
廖天賜教授	(1) 本計畫對樟、櫟羣叢研究相當重要。	本計畫結束後將繼續每個月進行監測調查 3 年，包括樟櫟羣叢之林分動態變化、昆蟲、鳥類等之多樣性。
	(2)在近 500 公頃的範圍內只設置 6 個 28.4*17.6m，是否足夠?是否考慮長期監測的需要做修正。	由於樣區設置數量較少，未來計畫結束後除繼續監測調查外，將擴大樣區設置數量，每個海拔至少重複 2-3 個。
	(3)使用量度單位建議使用標準標示單位。	已修正於期末報告內容使用公制 mks 標準單位。
	(4)建議未來可將植群動態的樣性資料與昆蟲相之多樣	各海拔植群多樣性與昆蟲、鳥類多樣性之經初步相關性分析

	性資料做相關性分析。此外昆蟲只以馬氏網誘捕，所得結果可能會與其他方法有所差異，建議在報告中補充說明。	結果並不顯著，將於後續進行樣區增設後再進一步分析。燈光誘捕方法已有進行，但是種類數量很多有待進一步整理資料後進行比對分析。
陳財輝研究員	(1)請註明期中報告。	已於期末報告修正
	(2) 標題項目數字寫法，宜按序排列，如為一、(一)、1、(1)。	已於期末報告修正
	(3)P.11 名稱縮字?P.10 樣區面積選擇 28.4×17.6m 之意義?正確設置樣區數量?	已修改為林業常用之縮字名稱，另樣區設置係為配合林務局永久樣區設置之規定格式而設置，樣區數量依據不同海拔每隔 100m 設置 1 個，計 6 個。
	(4)P.16 公式為何?	植群多樣性分析之公式已於期末報告修正寫法。
	(5)參考文獻次列內縮較清楚。	已於期末報告修正



(二)期末簡報委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
郭幸榮教授	本研究為建立嘉義奮起湖地區天然闊葉林及物種及森林生態系之動態資料，成果可提供教學及營林實務之參考，已得初步結果。	委員意見將繼續進行監測調查，並將成果提供作為營林參考。
	影響物種多樣性的二大因子為棲地條件及食物來源，建議就二因子的效應作具體的敘述。海拔高度變化對動物的影響為何？若具有影響，是因影響溫度變化或是影響植物種類或生態系結構的結果？建議予以補強。	擬於後續監測調查中加入環境因子溫度調查，並予以加強說明昆蟲及鳥類間之相關性。
	圖 6 至圖 11 的數學模式是否妥適，建議進一步討論、說明	樣區資料分析依據 weibull 機率密度函數擬合。
廖天賜教授	樣區設置地點之相關座標資料建議補充列於報告中。	依據委員指示將座標資料加入報告中。
	研究範圍圖於報告中建議加入。	依據委員建議將範圍列於報告中。
	報告中之格式、單位建議統一。	於成果報告修正。
	報告缺英文摘要及關鍵字。	於成果報告修正。
陳財輝研究	P.3，25 林班是否漏列？	於成果報告修正
	P.6 Su(1994)，P.7 Su(1985)，P.11 Nobori(2005)等文獻漏列？	於成果報告參考文獻部分修正
	P.11，表 1 內容為何？	已修正為林分調查林地、林木

員		資訊調查表
	P.14、15 之圖 2~5 標示不清，宜以黑白相間顯示較佳。	於成果報告修正
	P.17，表 4 宜分頁處理。	於成果報告修正
	P.10、17、18、24、25 文獻有錯字，請修正。	於成果報告修正

附錄一 不同海拔昆蟲調查統計表

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
鞘翅目	大角叩頭蟲科	10	19	0	28	1	5	63
	大萐甲科	1	0	0	0	0	0	1
	天牛科	18	35	2	13	37	47	152
	出尾萐甲科	4	6	0	0	0	4	14
	出尾蟲科	30	43	4	29	0	13	119
	叩頭蟲科	62	21	9	16	9	82	199
	吉丁蟲科	1	0	0	0	0	0	1
	竹蠹蟲科	1	18	0	0	0	0	19
	吸木蟲科	1	0	0	0	0	0	1
	步行蟲科	0	2	0	5	3	4	14
	花蚤科	53	60	1	4	1	43	162
	虎甲蟲科	7	6	8	0	16	29	66
	金花蟲科	160	75	17	108	38	74	472
	金龜子科	7	7	3	5	3	5	30
	長角象鼻蟲科	50	21	7	1	37	51	167
	扁甲蟲科	5	0	0	0	0	0	5
	紅螢科	24	41	6	3	5	21	100
	苔蘚蟲科	2	8	0	7	0	0	17
	埋葬蟲科	1	0	0	0	1	0	2
	偽步形蟲科	2	11	0	7	0	2	22
	偽金花蟲科	9	9	0	2	0	0	20
	偽瓢蟲科	0	35	0	0	1	0	36
	球萐甲科	18	4	7	5	11	0	45
	細頸蟲科	0	12	0	2	0	0	14
	郭公蟲科	8	40	5	17	18	26	114
	菊虎科	8	24	4	3	3	19	61
	象鼻蟲科	38	268	4	13	17	36	376

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	圓花蚤科	14	2	0	0	0	0	16
	瓢蟲科	4	0	1	0	5	3	13
	螢科	9	4	0	0	0	4	17
	擬天牛科	1	5	0	1	0	0	7
	擬叩頭蟲科	88	34	5	3	2	6	138
	擬步行蟲科	0	0	2	0	0	2	4
	櫛角蟲科	0	10	0	0	0	21	31
	隱翅蟲科	38	29	3	1	27	99	197
	蟻形蟲科	2	0	2	3	0	0	7
	鯁節蟲科	2	0	0	0	0	0	2
	蠹蟲科	1	0	5	5	3	6	20
	長蠹蟲科	0	0	0	0	19	0	19
	搖籃蟲科	0	0	0	0	1	0	1
	蕈甲科	0	0	0	0	2	0	2
	鍬形蟲科	0	0	0	0	0	1	1
	地膽科	0	0	0	0	0	41	41
	菱飛蟲科	0	0	0	0	0	20	20
	果實蟲科	0	0	0	0	0	1	1
鱗翅目	小灰蝶科	1	0	0	0	0	0	1
	天蛾科	0	2	0	1	0	0	3
	天蠶蛾科	1	0	0	0	0	0	1
	尺蛾科	9	63	3	13	11	21	120
	羽蛾科	1	0	0	0	0	3	4
	弄蝶科	3	0	0	0	0	0	3
	夜蛾科	14	112	14	2	3	18	163
	金斑蛾科	0	5	0	0	0	0	5
	長角蛾科	8	0	2	0	0	0	10

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	毒蛾科	13	8	0	0	0	2	23
	粉蝶科	0	1	1	0	0	0	2
	捲葉蛾科	4	4	0	1	10	0	19
	細蛾科	19	14	4	18	38	18	111
	蛇目蝶科	0	5	0	0	0	3	8
	透翅蛾科	0	10	0	0	0	0	10
	麥蛾科	1	0	5	0	32	2	40
	蛺蝶科	0	4	0	0	0	1	5
	裳夜蛾科	1	0	0	0	0	0	1
	燈蛾科	0	2	0	0	0	0	2
	蕈蛾科	104	31	3	48	27	50	263
	螟蛾科	24	47	0	3	0	19	93
	織蛾科	0	21	5	10	45	15	96
	鳥羽蛾科	0	0	0	2	0	0	2
	波尺蛾科	0	0	0	0	1	0	1
同翅目	小頭飛蝨科	38	2	0	11	21	0	72
	木蚤科	9	13	0	0	0	0	22
	木蝨科	9	0	0	0	0	15	24
	角蟬科	16	8	3	0	0	1	28
	沫蟬科	16	16	1	4	0	7	44
	軍配飛蝨科	2	1	0	0	0	0	3
	飛蝨科	255	516	0	6	0	307	1084
	飛蝨科	0	0	0	0	84	0	84
	珠蟬科	0	0	0	0	10	0	10
	蚜科	19	14	0	0	0	0	33
	菱飛蝨科	0	0	0	10	12	0	22
	葉蟬科	15	58	7	3	10	0	93

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	碩介殼蟲科	0	1	0	0	0	0	1
	瓢蠟蟬科	1	10	0	0	5	0	16
	蟬科	0	4	4	0	0	2	10
	蠟蟬科	2	8	24	2	0	14	50
膜翅目	土蜂科	3	0	0	0	0	0	3
	小蜂科	28	98	26	12	1	48	213
	小爾蜂科	80	0	0	0	0	0	80
	小繭蜂科	0	295	7	26	34	316	678
	分盾細蜂科	11	45	0	0	0	399	455
	卵蜂科	24	48	0	2	0	81	155
	沒食子蜂科	0	6	0	0	0	3	9
	泥胡蜂科	4	1	0	0	0	2	7
	金小蜂科	0	14	1	0	0	3	18
	長尾小蜂科	0	4	4	0	1	0	9
	冠蜂科	10	30	0	4	1	20	65
	垂角細蜂科	0	0	0	0	0	210	210
	胡蜂科	0	3	2	0	1	4	10
	姬蜂科	253	478	28	30	52	721	1562
	翅眼蜂科	0	0	0	0	0	3	3
	蚜卵蜂科	5	146	2	0	16	148	317
	旋小蜂科	8	7	0	1	0	10	26
	細腰蜂科	4	11	2	0	0	12	29
	莖蜂科	2	1	0	0	0	0	3
	鳥卵蜂科	24	99	0	0	0	45	168
	棒蠹蜂科	0	0	0	0	0	7	7
	無花果小蜂科	0	0	0	2	0	6	8
	圓腹細蜂科	22	0	0	0	1	0	23

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	葉蜂科	0	4	0	0	0	2	6
	跳小蜂科	4	41	0	3	0	0	48
	廣肩小蜂科	109	18	0	8	0	18	153
	瘦蜂科	6	0	0	0	0	0	6
	瘦蜂科	0	4	0	0	0	2	6
	緣腹細蜂科	0	23	0	0	0	19	42
	舉尾蜂科	3	0	0	1	0	0	4
	錘角細蜂科	460	825	20	13	47	0	1365
	蟻形蜂科	12	26	0	2	0	16	56
	蟻科	36	40	20	11	7	58	172
	蟻寄生小蜂科	2	2	0	0	0	45	49
	蟻蜂科	5	1	0	0	0	0	6
	寶小蜂科	0	0	0	1	0	3	4
	癭蜂科	2	6	0	0	0	0	8
	櫻小蜂科	15	31	0	0	1	46	93
	蛛蜂科	0	1	0	0	0	0	1
	黑卵蜂科	0	6	0	0	0	0	6
	蜜蜂科	0	1	0	0	0	0	1
	鐮蜂科	0	3	0	0	0	0	3
雙翅目	大蚊科	9	17	28	5	34	50	143
	大頭蠅科	2	25	0	0	0	5	32
	小花蠅科	0	5	0	0	0	0	5
	小頭虻科	0	81	0	0	0	0	81
	毛蚋科	268	49	168	250	620	7	1362
	水虻科	9	2	0	0	0	0	11
	水蠅科	20	18	0	0	0	37	75
	牛螢科	0	0	0	0	1	0	1

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	肉蠅科	0	0	1	1	0	3	5
	折翅蠅科	0	8	0	0	0	0	8
	果實蠅科	3	5	0	0	0	7	15
	果蠅科	16	200	2	5	9	197	429
	沼蠅科	2	25	0	0	0	25	52
	花蠅科	1	0	0	0	0	0	1
	長足蛇科	63	136	8	4	107	174	492
	長腳蛇科	11	0	0	0	0	0	11
	扁口蠅科	2	0	0	0	0	0	2
	美翅蠅科	16	2	0	0	0	15	33
	蛇科	15	24	1	0	3	15	58
	食蚜蛇科	7	41	0	2	1	15	66
	食蟲蛇科	6	2	2	0	0	4	14
	原大蚊科	15	0	0	0	12	0	27
	家蠅科	5	0	2	1	0	7	15
	蚊科	16	11	8	1	0	0	36
	蚤蠅科	252	900	0	0	58	293	1503
	蚜小蠅科	0	28	0	0	0	15	43
	蚋科	99	127	0	0	2	51	279
	偽毛蚋科	0	57	0	0	0	0	57
	寄生蠅科	2	11	0	3	6	5	27
	桿蠅科	1	0	0	0	2	6	9
	眼蠅科	0	0	1	0	1	0	2
	細紋科	5	0	0	1	0	17	23
	細蚊科	0	91	0	0	0	0	91
	細腰大蚊科	32	0	0	0	0	0	32
	斑腹蠅科	61	0	0	0	32	0	93
	黑翅葷蚋科	114	13	0	20	26	1753	1926



目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	黑豔蠅科	27	69	0	0	2	8	106
	微腳蠅科	19	8	0	0	0	22	49
	搖蚊科	0	281	0	0	0	18	299
	蛾蚋科	5	94	0	0	75	0	174
	蜂虻科	2	3	0	0	2	0	7
	舞虻科	61	8	0	0	0	0	69
	劍虻科	0	1	0	0	0	0	1
	廣口蠅科	2		0	0	0	0	2
	潛蠅科	30	137	2	0	3	28	200
	樹皮蠅科	1	3	0	1	0	0	5
	縞蠅科	15	12	0	0	0	4	31
	蕈蚋科	496	1101	100	129	423	905	3154
	擬樹虻科	5	2	0	0	1	0	8
	蠅蚋科	0	20	5	0	0	7	32
	麗蠅科	10	23	1	0	1	11	46
	癭蚋科	0	112	0	0	95	66	273
	酪蠅科	0	0	0	0	0	4	4
直翅目	斑腳蝗科	0	2	0	0	0	0	2
	菱蝗科	1	0	0	0	0	2	3
	蝗科	12	5	6	0	0	1	24
	蟋蟀科	2	1	1	2	2	1	9
	蟋螽科	1	1	7	0	0	0	9
	螽斯科	0	15	0	0	0	0	15
	螽蟴科	0	0	0	6	0	5	11
積翅目	石蠅科	2	0	0	0	0	0	2
	短尾石蠅科	118	0	0	0	0	0	118

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	游脈科	4	0	0	0	0	0	4
	小脈科	122	1	0	0	0	0	123
	Oligoneuriidae	0	5	0	0	0	0	5
蜚蠊目	蜚蠊科	2	6	1	1	8	3	21
	碩蠊科	0	2	0	0	1	1	4
革翅目	Pygidicranidae	1	0	0	0	0	0	1
	球蠖科	0	2	0	0	0	0	2
	蠖蠖科	0	1	0	0	0	0	1
嚙蟲目	嚙蟲科	18	39	0	0	0	13	70
	圓翅嚙蟲科	77	43	0	26	9	102	257
	毛嚙蟲科	8	0	0	0	0	0	8
	Phillipsocidae	0	0	50	0	0	0	50
	鱗嚙蟲科	0	0	0	0	2	0	2
	Pseudocaeciliidae	0	0	0	0	1	0	1
	粉嚙蟲科	0	0	0	0	0	8	8
	鱗翅嚙蟲科	0	0	0	0	0	1	1
半翅目	軍配蟲科	5	1	0	0	0	0	6
	椿科	7	8	1	1	9	6	32
	土椿科	0	1	0	0	0	0	1
	盲椿科	0	2	0	0	0	8	10
	花椿科	0	1	0	0	0	0	1
	紅椿科	0	1	0	0	1	0	2
	獵椿科	0	0	0	0	1	1	2
彈尾目	長角跳蟲科	1518	752	703	115	184	1203	4475

目	科	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	總數
	跳蟲科	77	84	11	6	166	86	430
	等節跳蟲科	0	60	0	0	0	18	78
	圓跳蟲科	0	53	0	0	0	0	53
纓翅目	下曲尾馬科	6	13	0	0	0	2	21
	管尾螞科	2	0	0	1	0	0	3
毛翅目	紋石蛾科	20	0	0	0	0	0	20
	管石蛾科	22	6	1	0	1	0	30
	姬方蛾科	0	5	0	0	0	0	5
長翅目	蚊蚋科	0	3	0	0	0	0	3
	蝎蚋科	0	1	0	0	0	0	1
	蠍蛉科	0	2	0	0	0	0	2
	蚊蠍蛉科	0	1	0	0	0	0	1
撚翅目	櫛角蠹科	0	3	0	0	0	0	3
蜉蝣目	蜉蝣科	0	15	0	11	13	0	39
	泥蜉科	0	1	0	0	0	0	1
等翅目	白蟻科	0	1	0	0	0	0	1
纓尾目	石蚋科	0	1	0	0	0	21	22
	石蚋科	0	0	0	0	3	0	3
脩目	擬桿脩科	0	1	0	0	1	0	2

附錄二 鳥類調查統計表

目名	科名	中文名	學名
三趾鶉目	三趾鶉科	棕三趾鶉	<i>Turnix suscitator</i>
佛法僧目	翡翠科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>
雨燕目	雨燕科	針尾雨燕	<i>Hirundapus caudacuta</i>
	雨燕科	白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>
	雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>
燕雀目	鶉科	茶腹鶉	<i>Sitta europaea</i>
	鶉科	黑臉鶉	<i>Emberiza spodocephala</i>
	鶉科	小鶉	<i>Emberiza pusilla</i>
	八色鳥科	八色鳥	<i>Pitta nympha</i>
	八色鳥科	噪林鳥	<i>Sturnus sinensis</i>
	山雀科	紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>
	山雀科	黃山雀	<i>Parus holsti</i>
	山雀科	青背山雀	<i>Parus monticolus</i>
	山雀科	煤山雀	<i>Parus ater</i>
	山雀科	赤腹山雀	<i>Parus varius</i>
	山椒鳥科	花翅山椒鳥	<i>Coracina macei</i>
	山椒鳥科	灰山椒鳥	<i>Pericrocotus divaricatus</i>
	山椒鳥科	紅山椒鳥	<i>Pericrocotus solaris</i>
	文鳥科	麻雀	<i>Passer montanus</i>
	文鳥科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>
	文鳥科	白腰文鳥	<i>Lonchura striata</i>
王鶉科	黃胸青鶉	<i>Ficedula hyperythra</i>	
王鶉科	黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>	
王鶉科	寬嘴鶉	<i>Muscicapa dauurica</i>	
王鶉科	紅尾鶉	<i>Muscicapa ferruginea</i>	
王鶉科	黑枕藍鶉	<i>Hypothymis azurea</i>	
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	

目名	科名	中文名	學名
	伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius sphenocercus</i>
	卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>
	卷尾科	小卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>
	河鳥科	河鳥	<i>Cinclus pallasii</i>
	啄花鳥科	綠啄花鳥	<i>Dicaeum concolor</i>
	啄花鳥科	紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>
	雀科	黃雀	<i>Carduelis spinus</i>
	雀科	褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>
	雀科	灰鶯	<i>Pyrrhula erythaca</i>
	雀科	酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>
	雀科	朱雀	<i>Carduelis flammea</i>
	畫眉亞科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>
	畫眉亞科	白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>
	畫眉亞科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>
	畫眉亞科	大彎嘴	<i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>
	畫眉亞科	鱗胸鷓鴣	<i>Pnoepyga pusilla</i>
	畫眉亞科	藪鳥	<i>Liocichla steerii</i>
	畫眉亞科	竹鳥	<i>Garrulax poecilorhynchus</i>
	畫眉亞科	金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>
	畫眉亞科	畫眉	<i>Garrulax canorus</i>
	畫眉亞科	綠畫眉	<i>Yuhina zantholeuca</i>
	畫眉亞科	白喉笑鵯	<i>Garrulax albogularis</i>
	畫眉亞科	繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>
	畫眉亞科	灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>
	畫眉亞科	頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>
	畫眉亞科	紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>
	畫眉亞科	冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>
	鴉科	松鴉	<i>Garrulus glandarius</i>

目名	科名	中文名	學名
	鴉科	台灣藍鵲	<i>Urocissa caerulea</i>
	鴉科	星鴨	<i>Nucifraga caryocatactes</i>
	鴉科	樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>
	鴉科	巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>
	燕科	毛腳燕	<i>Delichon dasypus</i>
	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>
	燕科	赤腰燕	<i>Hirundo striolata</i>
	燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>
	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>
	鶉科	紅嘴黑鶉	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>
	鶉科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>
	鶉科	白環鸚嘴鶉	<i>Spizixos semitorques</i>
	鶉亞科	白眉林鶉	<i>Tarsiger indicus</i>
	鶉亞科	栗背林鶉	<i>Tarsiger johnstoniae</i>
	鶉亞科	赤腹鶉	<i>Turdus chrysolaus</i>
	鶉亞科	虎鶉	<i>Zoothera dauma</i>
	鶉亞科	斑點鶉	<i>Turdus naumanni</i>
	鶉亞科	白眉鶉	<i>Turdus obscurus</i>
	鶉亞科	藍尾鶉	<i>Tarsiger cyanurus</i>
	鶉亞科	白頭鶉	<i>Turdus poliocephalus</i>
	鶉亞科	白腹鶉	<i>Turdus pallidus</i>
	鶉亞科	小翼鶉	<i>Brachypteryx montana</i>
	鶉亞科	小剪尾	<i>Enicurus scouleri</i>
	鶉亞科	黃尾鶉	<i>Phoenicurus aureoreus</i>
	鶉亞科	台灣紫嘯鶉	<i>Myiophonus insularis</i>
	鶉亞科	白尾鶉	<i>Cinclidium leucurum</i>
	鶉亞科	藍磯鶉	<i>Monticola solitarius</i>
	鶉亞科	鉛色水鶉	<i>Rhyacornis fuliginosus</i>

目名	科名	中文名	學名
	鶯亞科	火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>
	鶯亞科	褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>
	鶯亞科	深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>
	鶯亞科	短翅樹鶯	<i>Cettia canturians</i>
	鶯亞科	灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>
	鶯亞科	斑紋鷓鴣	<i>Prinia criniger</i>
	鶯亞科	棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>
	鶯亞科	小鶯	<i>Cettia fortipes</i>
	鶯亞科	台灣叢樹鶯	<i>Bradypterus alishanensis</i>
	鵲鴿科	黃鵲鴿	<i>Motacilla flava</i>
	鵲鴿科	灰鵲鴿	<i>Motacilla cinerea</i>
	鵲鴿科	樹鵲	<i>Anthus hodgsoni</i>
	鵲鴿科	白鵲鴿	<i>Motacilla alba</i>
	鵲鴿科	岩鵲	<i>Prunella collaris</i>
	鷓鴣科	鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes</i>
	鸚嘴亞科	黃羽鸚嘴	<i>Paradoxornis verreauxi</i>
	鸚嘴亞科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>
鴉形目	鴉科	褐林鴉	<i>Strix leptogrammica</i>
	鴉科	黃嘴角鴉	<i>Otus spilocephalus</i>
	鴉科	領角鴉	<i>Otus bakkamoena</i>
	鴉科	褐鷹鴉	<i>Ninox scutulata</i>
	鴉科	鴞鴞	<i>Glaucidium brodiei</i>
	鴉科	短耳鴉	<i>Asio flammeus</i>
	鴉科	灰林鴉	<i>Strix aluco</i>
	鴉科	綠鳩	<i>Treron sieboldii</i>
	鴉科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>
	鴉科	斑頸鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>
	鴉科	灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>

目名	科名	中文名	學名
鷲形目	五色鳥科	五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>
	啄木鳥科	大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>
	啄木鳥科	綠啄木	<i>Picus canus</i>
	啄木鳥科	小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>
雞形目	雉科	深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>
	雉科	竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>
	雉科	藍腹鷓	<i>Lophura swinhoii</i>
	雉科	帝雉	<i>Syrnaticus mikado</i>
鴉形目	杜鵑科	筒鳥	<i>Cuculus saturatus</i>
	杜鵑科	小杜鵑	<i>Cuculus poliocephalus</i>
	杜鵑科	布穀	<i>Cuculus canorus</i>
	杜鵑科	鷹鵑	<i>Cuculus sparverioides</i>
鶴形目	秧雞科	灰秧雞	<i>Porzana cinereus</i>
	隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>
	鷲鷹科	林雕	<i>Ictinaetus malayensis</i>
	鷲鷹科	灰面鷲	<i>Butastur indicus</i>
	鷲鷹科	雕頭鷹	<i>Pernis ptilorhyncus</i>
	鷲鷹科	大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>
	鷲鷹科	熊鷹	<i>Spizaetus nipalensis</i>
	鷲鷹科	鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>
	鷲鷹科	赤腹鷹	<i>Accipiter soloensis</i>
	鷲鷹科	松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>
	鷲科	綠蓑鷲	<i>Butorides striatus</i>
	鷲科	小白鷲	<i>Egretta garzetta</i>
	鷲科	黃頭鷲	<i>Bubulcus ibis</i>



附錄三 6 個海拔樣區重要值及優勢度分析

海拔 1300m

種名	株數	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大葉石櫟	6	10.71	3.13	12.01	25.85
大葉楠	2	3.57	6.25	16.71	26.53
玉山木薑子	2	3.57	3.13	5.91	12.61
竹葉楠	6	10.71	3.13	2.16	16.00
長梗紫苧麻	5	8.93	9.38	33.84	52.14
香桂	4	7.14	9.38	0.18	16.69
香楠	3	5.36	9.38	2.59	17.32
圓果冷水麻	2	3.57	3.13	0.02	6.71
臺灣山香圓	6	10.71	9.38	23.33	43.42
臺灣山桂花	6	10.71	3.13	0.12	13.96
墨點櫻桃	3	5.36	9.38	0.71	15.44
豬腳楠	2	3.57	6.25	0.77	10.59
橢圓葉冷水麻	4	7.14	9.38	0.05	16.57
糙莖菝葜	2	3.57	6.25	0.01	9.84
瓊楠	3	5.36	9.38	1.59	16.33
合計	56	100	100	100	300

海拔 1400m

種名	株數	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大枝掛繡球	1	2.94	4.17	0.46	7.56
山香園	8	24.16	8.33	1.37	33.87
大葉校力	1	2.94	12.50	31.35	46.79
大葉楠	2	5.88	4.17	32.81	42.86
木荷	2	5.88	8.33	4.71	18.92
竹葉楠	1	2.94	4.17	1.82	8.93
冷水麻	3	8.82	8.33	0.85	18.01
狗骨仔	1	2.94	4.17	0.01	7.12
長葉木薑子	1	2.94	4.17	0.09	7.20
紅果金粟蘭	1	2.94	4.17	0.03	7.13
香楠	2	5.88	4.17	5.03	15.08
狹葉櫟	1	2.94	4.17	0.06	7.16
鬼櫟	2	5.88	4.17	5.70	15.75
小梗木薑子	3	8.82	8.33	4.56	21.72
薯豆	2	5.88	8.33	0.97	15.19
瓊楠	3	8.82	8.33	9.54	26.70
合計	34	100	100	100	300

海拔 1500m

種名	株數	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大枝掛繡球	1	1.27	3.13	1.14	5.53
山香園	3	3.80	9.38	1.06	14.23
大葉石櫟	3	3.80	9.38	16.20	29.38
台灣扁柏	2	2.53	3.13	48.44	54.10
玉山木薑子	9	11.39	6.25	0.21	17.85
玉山灰木	5	6.33	9.38	0.16	15.87
竹葉楠	7	8.86	3.13	0.59	12.57
柳葉山茶	8	10.13	9.38	0.35	19.86
紅檜	4	5.06	9.38	23.14	37.58
香楠	1	1.27	3.13	0.12	4.51
桃葉珊瑚	2	2.53	3.13	0.08	5.73
烏皮九芎	6	7.59	3.13	0.97	11.69
臺灣菝葜	4	5.06	9.38	0.06	14.50
槲葉石櫟	1	1.27	3.13	2.67	7.06
霧社木薑子	10	12.66	9.38	0.35	22.38
變葉新木薑子	7	8.86	3.13	0.09	12.08
豬腳楠	6	7.59	3.13	4.37	15.09
合計	79	100	100	100	300

海拔 1600m

種名	株數	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
三斗石櫟	4	1.86	6.98	0.10	8.94
大葉楠	12	5.58	2.33	0.04	7.95
日本槲楠	7	3.26	4.65	0.27	8.18
卡氏櫟	14	6.51	2.33	24.35	33.18
台灣杜鵑	8	3.72	4.65	0.03	8.40
台灣扁柏	7	3.26	4.65	42.05	49.95
玉山木薑子	11	5.12	2.33	0.09	7.54
玉山糯米樹	12	5.58	4.65	0.24	10.47
竹葉楠	17	7.91	2.33	0.11	10.34
金毛杜鵑	5	2.33	2.33	0.11	4.76
紅花八角	8	3.72	4.65	2.21	10.58
紅檜	4	1.86	2.33	22.65	26.84
苦扁桃葉石櫟	4	1.86	2.33	3.24	7.43
香桂	18	8.37	6.98	2.39	17.74
香楠	5	2.33	4.65	0.48	7.46
烏心石	13	6.05	2.33	0.58	8.95
細葉青櫟	9	4.19	6.98	0.05	11.22
野牡丹	1	0.47	4.65	0.01	5.12
野牡丹葉冷水麻	12	5.58	2.33	0.00	7.91
圓葉冷水麻	1	0.47	2.33	0.01	2.80
墨點櫻桃	6	2.79	6.98	0.03	9.80
豬腳南	17	7.91	6.98	0.35	15.23
薯豆	4	1.86	4.65	0.43	6.94
大枝掛繡球	2	0.93	2.33	0.01	3.27
變葉新木薑子	14	6.51	2.33	0.15	8.99
合計	215	100	100	100	300

海拔 1700m

種名	株數	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大葉石櫟	8	3.36	4.55	2.18	10.08
大葉楠	7	2.94	4.55	0.24	7.73
日本槲楠	19	7.98	2.27	4.73	14.98
卡氏櫛	17	7.14	2.27	3.40	12.81
玉山灰木	10	4.20	2.27	0.77	7.25
死	7	2.94	2.27	1.38	6.59
竹葉楠	8	3.36	4.55	2.97	10.88
米飯花	12	5.04	6.82	1.18	13.04
披針葉木犀	8	3.36	4.55	0.42	8.33
金毛杜鵑	10	4.20	6.82	1.34	12.36
阿里山灰木	5	2.10	6.82	1.02	9.94
長果紅淡比	17	7.14	2.27	0.45	9.87
紅淡比	4	1.68	2.27	1.31	5.26
紅檜	4	1.68	4.55	18.75	24.98
苦扁桃葉石櫟	7	2.94	6.82	2.35	12.11
烤樹	2	0.84	2.27	1.66	4.78
深山野牡丹	6	2.52	6.82	0.02	9.36
短尾葉石櫟	6	2.52	4.55	3.87	10.94
署豆	8	3.36	2.27	1.98	7.62
臺灣杜鵑	12	5.04	6.82	1.34	13.20
臺灣扁柏	5	2.10	4.55	46.77	53.42
臺灣菝葜	45	18.91	2.27	0.23	21.41
臺灣樹參	7	2.94	4.55	0.59	8.08
香楠	4	1.68	2.27	1.04	5.00
合計	238	100	100	100	300

海拔 1800m

種名	株數	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
山茶葉灰木	9	2.96	4.88	0.10	7.94
大葉石櫟	2	0.66	4.88	0.06	5.59
木薑子	1	0.33	2.44	0.38	3.15
卡氏櫛	14	4.61	2.44	5.34	12.39
玉山灰木	19	6.25	2.44	0.10	8.79
竹葉楠	4	1.32	2.44	0.22	3.97
披針葉木犀	25	8.22	7.32	0.22	15.76
阿里山茵芋	29	9.54	2.44	0.10	12.08
紅檜	6	1.97	4.88	34.77	41.62
苦扁桃葉石櫟	8	2.63	4.88	0.91	8.42
香楠	6	1.97	2.44	0.46	4.87
革葉冬青	22	7.24	7.32	0.10	14.66
烤樹	4	1.32	2.44	0.12	3.87
鬼櫟	1	0.33	2.44	3.05	5.82
深山野牡丹	17	5.59	2.44	0.01	8.04
細枝柃木	6	1.97	2.44	0.12	4.53
森氏櫟	7	2.30	2.44	0.33	5.07
萊特氏越橘	25	8.22	7.32	0.26	15.80
雲葉	12	3.95	7.32	1.43	12.70
臺灣杜鵑	4	1.32	2.44	0.13	3.88
臺灣扁柏	7	2.30	4.88	50.53	57.71
臺灣菝葜	13	4.28	2.44	0.01	6.72
臺灣樹參	31	10.20	2.44	0.07	12.71
墨點櫻桃	1	0.33	2.44	0.27	3.04
薯豆	23	7.57	2.44	0.19	10.19
豬腳楠	8	2.63	7.32	0.72	10.67
合計	304	100	100	100	300

附錄四 不同海拔樣區之樹冠投影及林分垂直結構

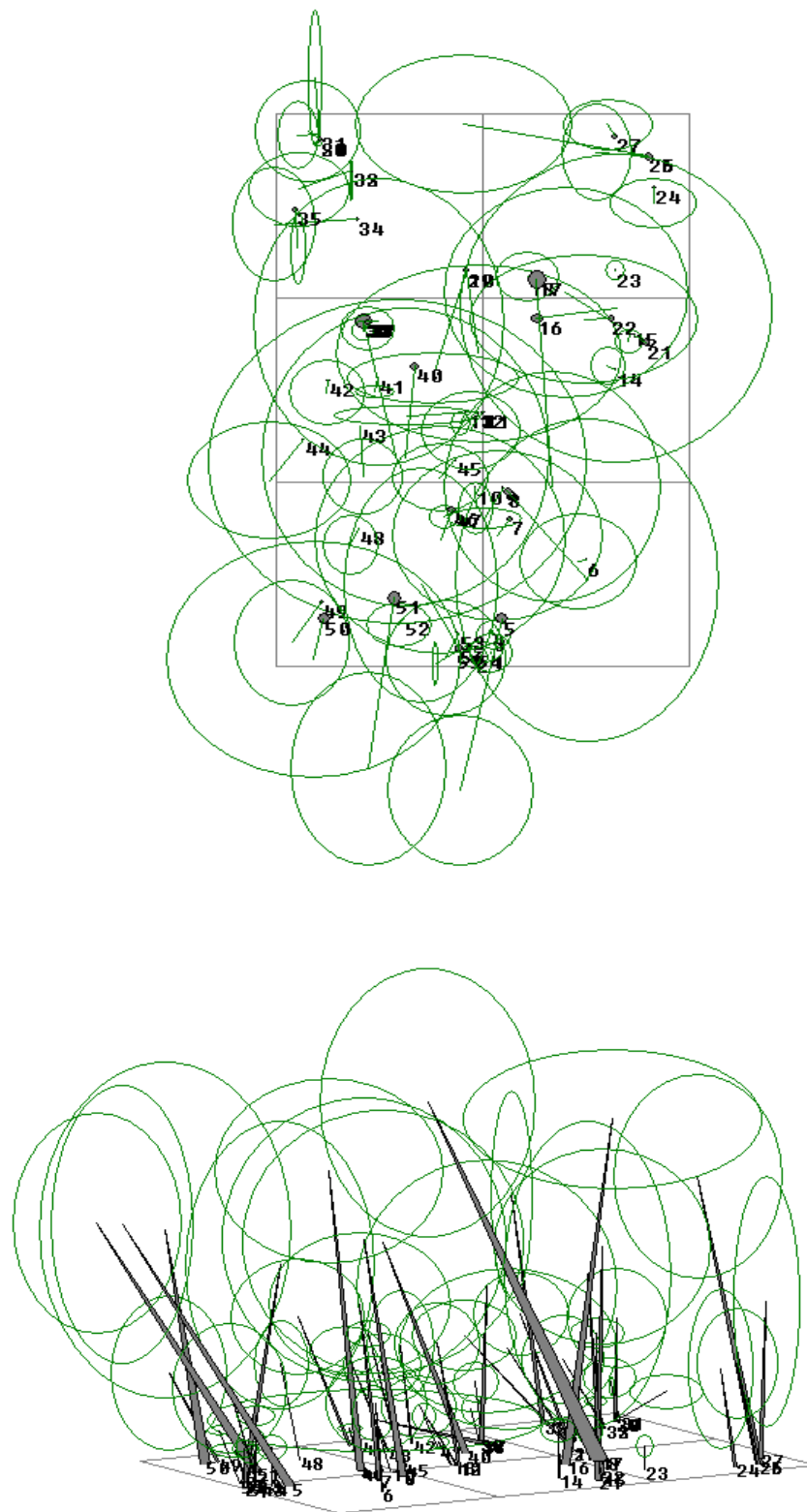


圖 1 海拔 1300m 林分樹冠水平及垂直結構透視圖

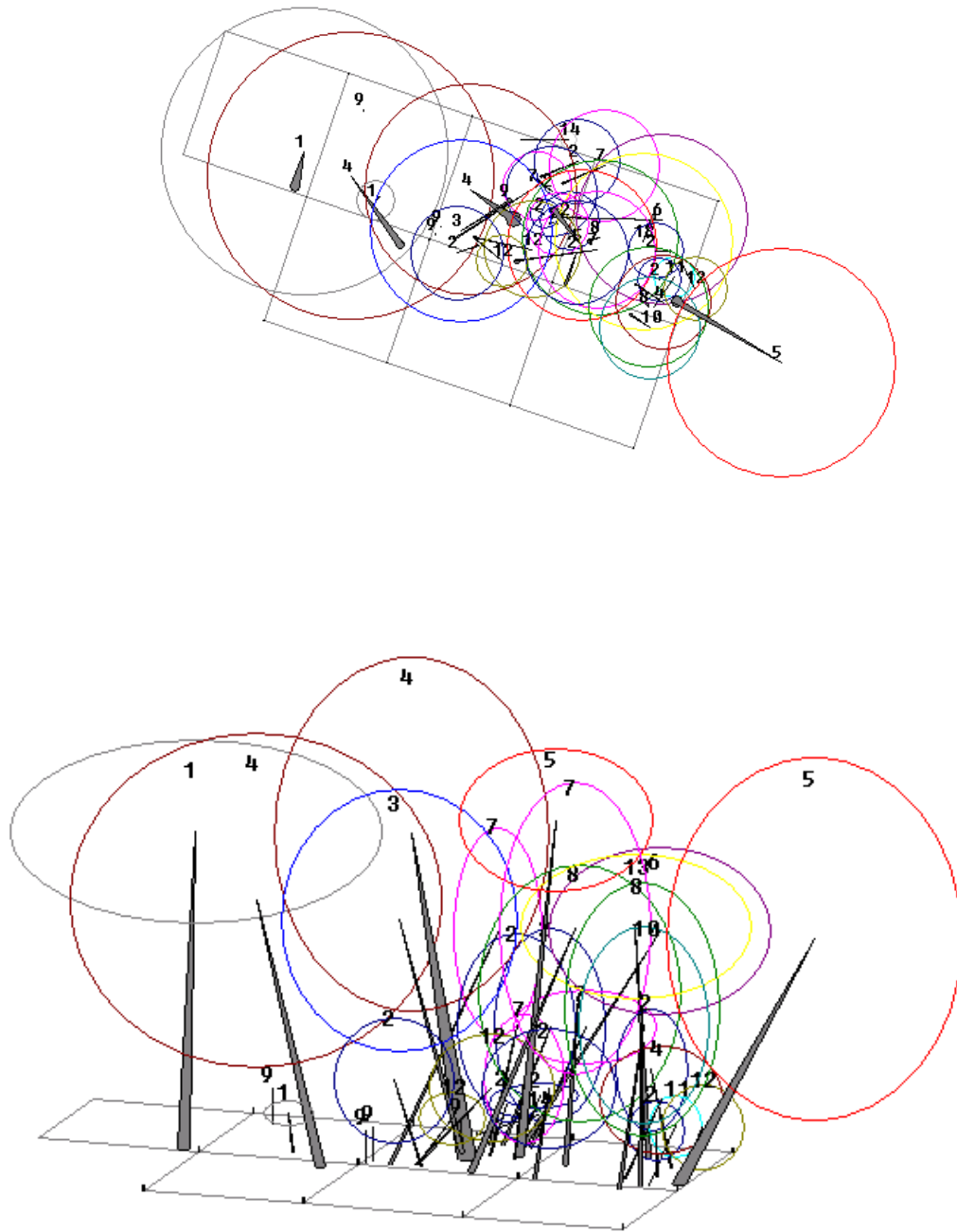


圖 2 海拔 1400m 林分樹冠水平及垂直結構透視圖



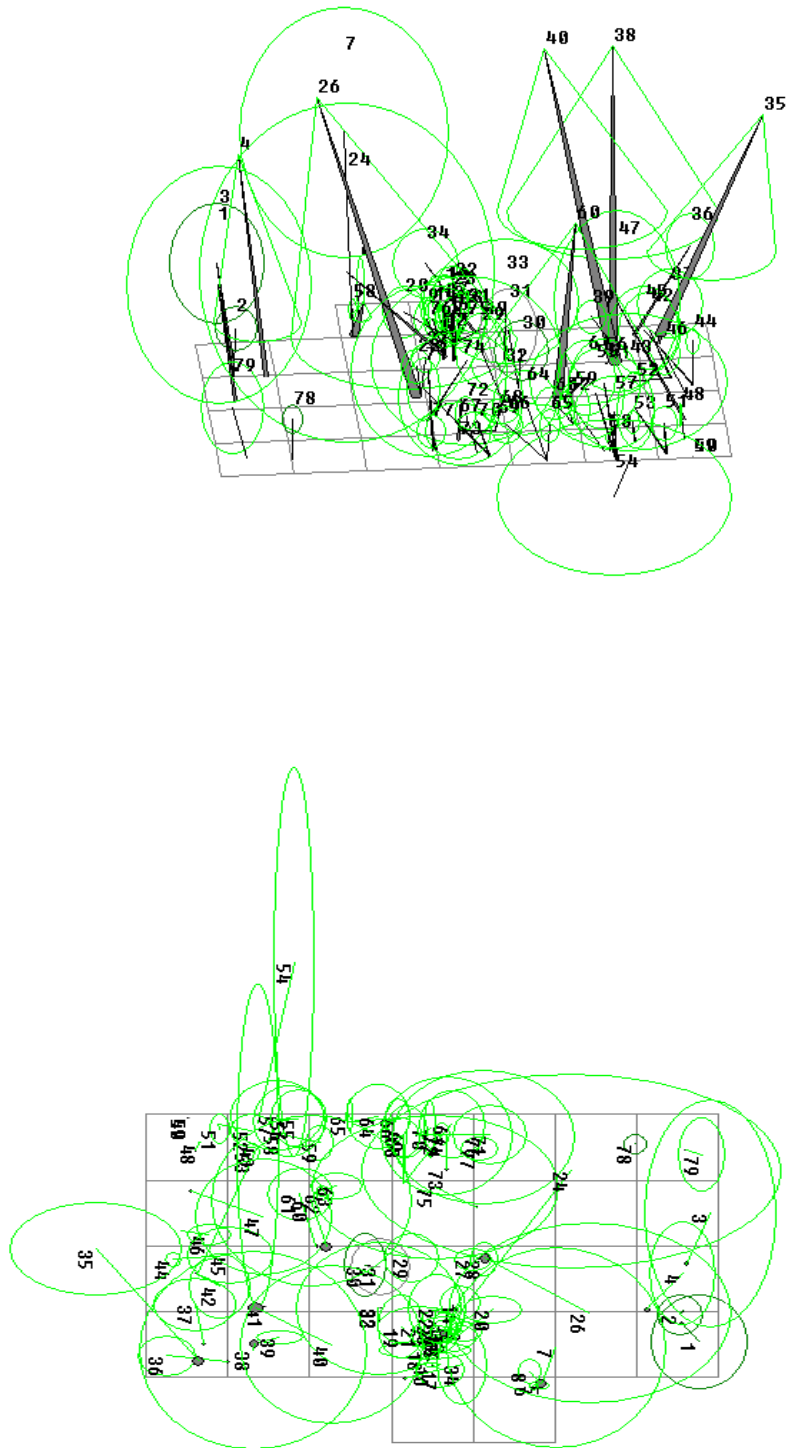


圖 3 海拔 1500m 林分垂直結構及樹冠水平結構透視圖

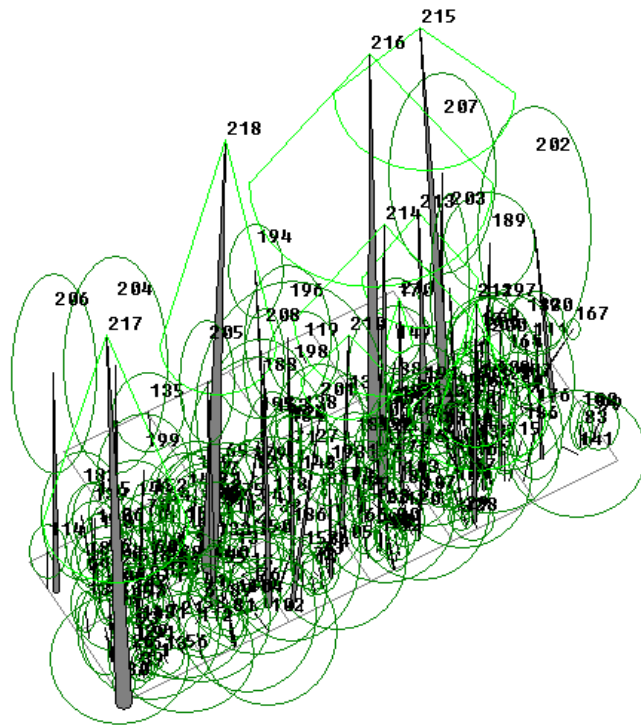
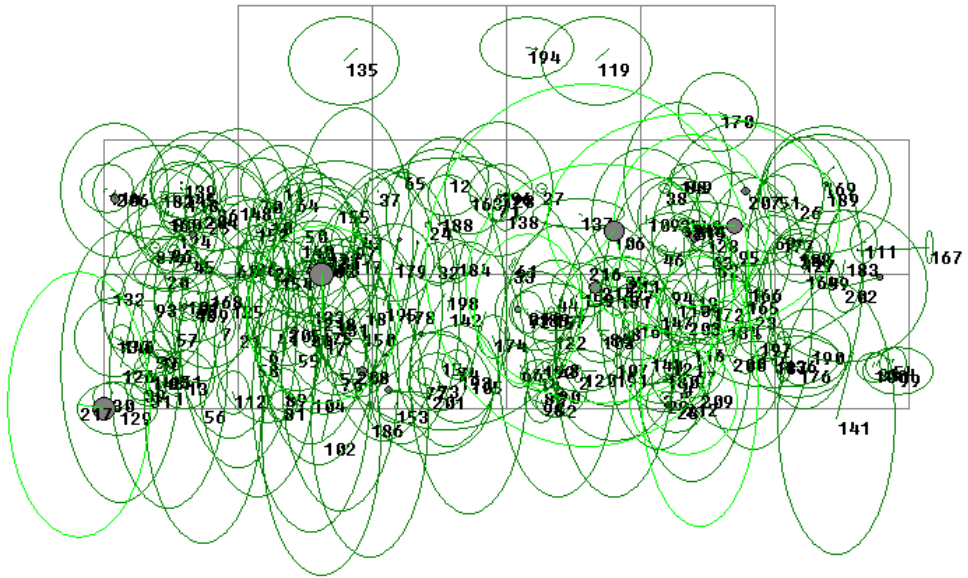


圖 4 海拔 1600m 林分樹冠水平及垂直結構透視圖

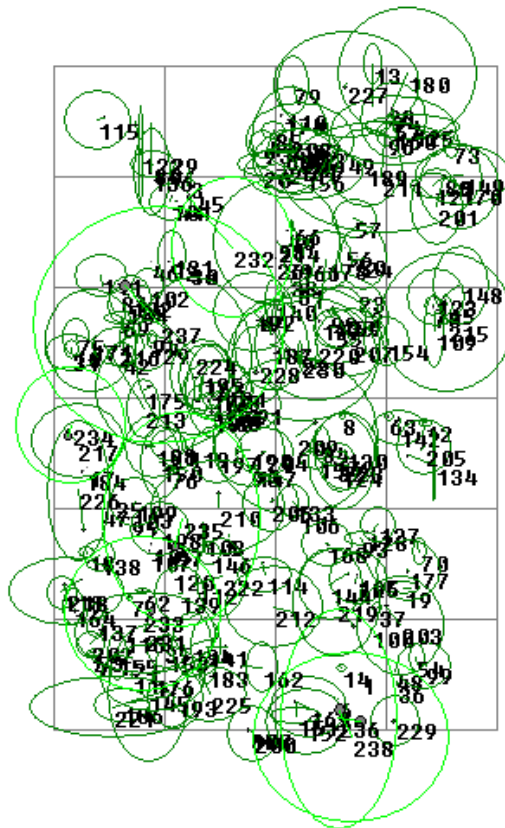
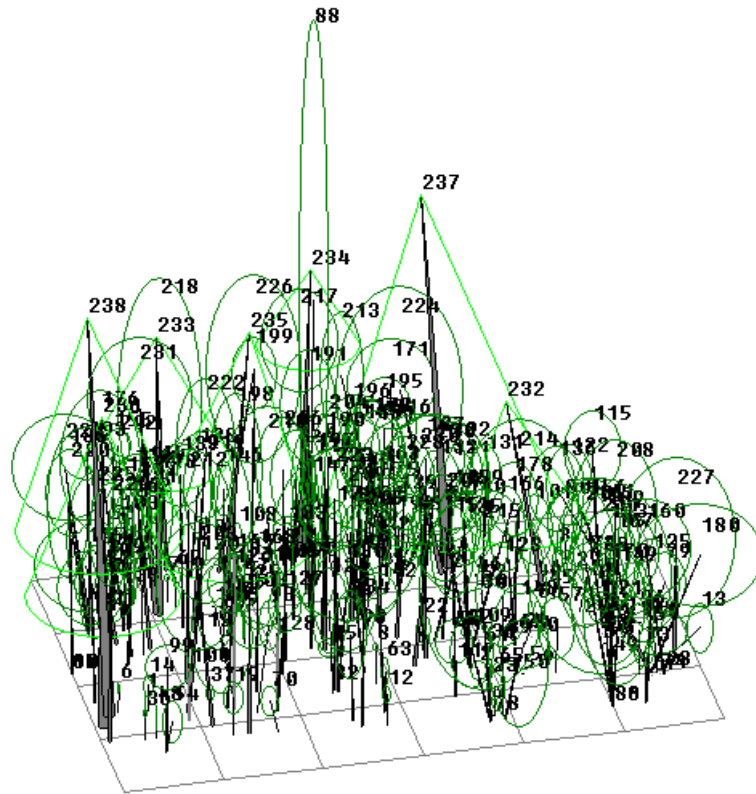


圖 5 海拔 1700m 林分垂直結構及樹冠水平結構透視圖

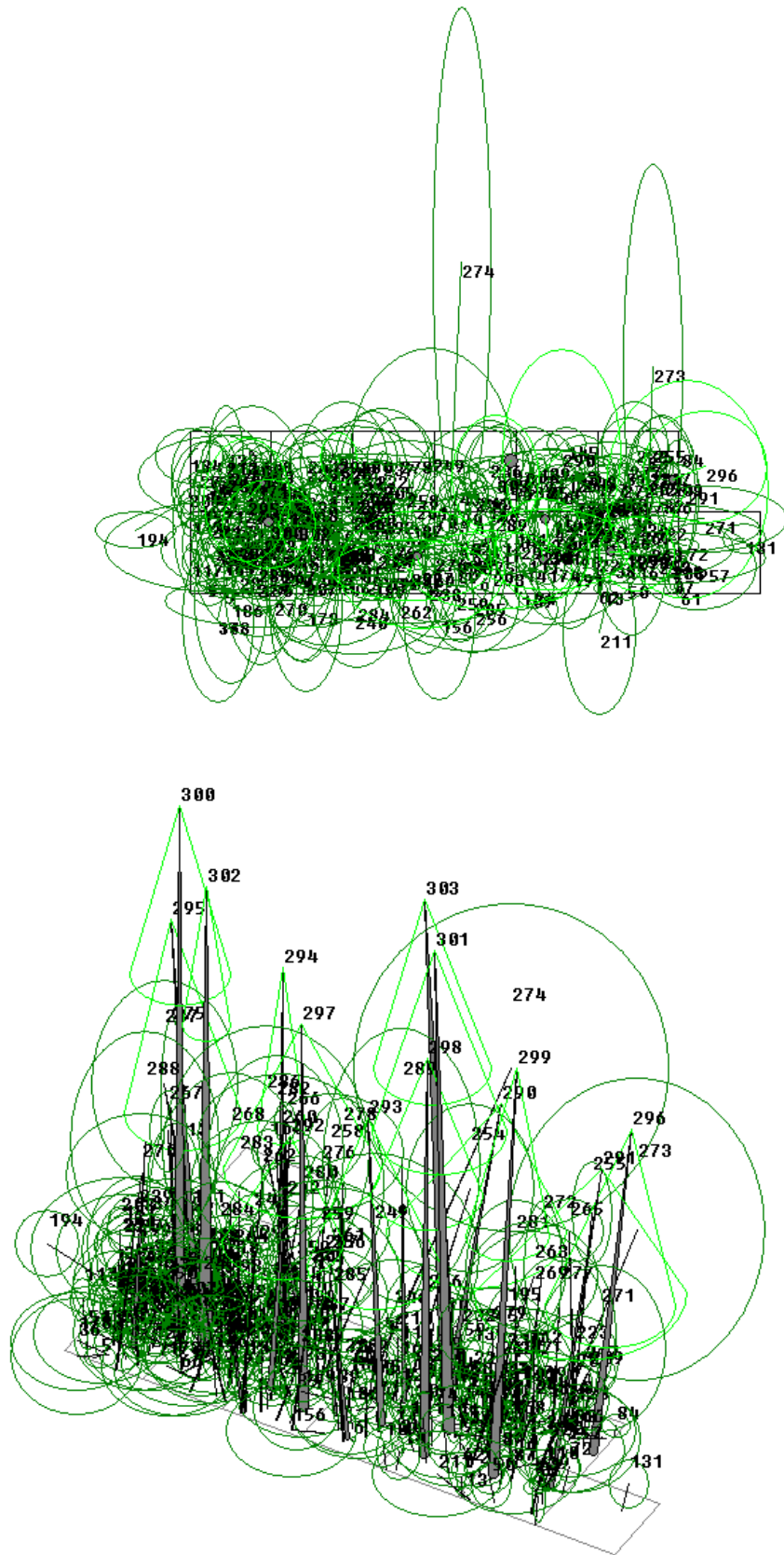


圖 6 海拔 1800m 林分樹冠水平及垂直結構透視圖