

玉山國家公園東埔玉山區
之鳥類群聚生態

內政部營建署玉山國家公園管理處

謝辭

本研究承蒙林曜松博士及李培芬博士二位恩師，於研究架構、資料分析、乃至論文撰寫，均給予充分之指導與討論，並逐字斧正初稿，在此謹致最大謝忱。劉小如博士、郭城孟博士、呂光洋博士、吳海音博士、許富雄學長與張明雄學長提供寶貴意見；沙謙中先生及黃光瀛先生教導鳥類野外辨識，並提供鳥類習性之寶貴見解；邵廣昭老師允借統計程式；玉山國家公園管理處資助經費並多方協助；謹致衷心感謝。

研究進行期間，王立言學長慨贈機車，吳育誠學弟、許富雄學長、楊育昌學弟、張士晃同學、吳海音學姐、王明智學弟、黃文彬同學等人不計辛勞地協助野外工作，陳建兆學長熱心教導軟體應用並撰寫電腦程式，楊懿如學姐幫忙繪製圖表，陳惠琦學妹協助文案處理，林佩佩學妹幫忙口試記錄，於此深深致謝。蘇逸峰小姐之關懷與帳務處理，以及生態室所有學長與學姐，多年來之知識指導與經驗傳承、各方協助與肯定；亦感激銘深。

特別感謝摯友謝慧玲的支持與鼓勵，好友張士晃一家人之生活照顧，使得以完成碩士學業。

本論文獻給我摯愛的父母，以慰多年之養育與期望。

目錄

	頁次
中文摘要	I
英文摘要	III
緒言	1
實驗地描述	3
研究方法	
一、取樣站之選取	5
二、鳥類密度之估算	5
三、環境因子之量取	7
四、鳥類覓食場所、覓食方式與食性	8
五、鳥類海拔分佈	9
六、資料處理與分析	10
結果	
一、植群結構	12
二、群聚組成	12
三、群聚介量	13
四、生態同功群之分類與分佈	13
五、海拔分佈	15
六、棲地分佈	16
討論	
一、鳥類族群密度估算	18
二、群聚組成與群聚介量	20
三、海拔分佈與棲地分佈	23
四、生態同功群與資源分配	24
圖	26
表	52
附錄	61
引用文獻	72
附圖	78

中文摘要

自民國八十一年一月至十月，於玉山山脈西側之沙里仙溪與楠梓仙溪流域之成熟林內進行繁殖季之鳥類群聚生態學研究，共設置五十個取樣站，海拔範圍由 1400 公尺至 3700 公尺，由低至高包括常綠闊葉林、針闊葉混合林、雲杉林、鐵杉林、冷杉林及圓柏灌叢等六類主要植群型。以圓圈法估算各取樣站之繁殖季鳥類密度，並量取三十項環境因子，鳥類之食性及覓食行為則主要引用其他研究之結果。本研究之目的在於：(一)瞭解不同海拔高度下成熟林內鳥類群聚組成、群聚介量變化。(二)鳥類生態同功群之分類及其分佈。(三)瞭解不同鳥類之海拔分佈及其限制原因、棲息地選擇。

研究期間共記錄到五十九種鳥類。各植群內鳥類群聚組成有明顯差異。以鳥類密度做群集分析，各取樣站分為六類鳥類群聚型式，闊葉林分為上層闊葉林(>2000m)與下層闊葉林(<2000m)二類，鐵杉林與冷杉林合併為一類，其餘林型則各自成為一類鳥類群聚型式。鳥類總密度與種數以闊葉林、混合林及雲杉林最高，之後隨海拔遞昇而遞減。鳥類多樣性以闊葉林及混合林最高，之後隨海拔遞昇而遞減。鳥類均勻度以圓柏灌叢最高，之後隨海拔遞降而遞減。鐵杉林與冷杉林內鳥類群聚之相似度最高(0.80)，闊葉林與圓柏灌叢最低(0.00)，海拔差距愈大，植群間相似度愈低。鳥類多樣性與枝葉結構多樣性及樹木種類多樣性有顯著正相關($r=0.62$, $p<0.01$) ($r=0.74$, $p<0.01$)。由食性、覓食方式及覓食場所，以群集分析將鳥類分成十二個生態同功群：肉食性猛禽(二種)、地面種食者(一種)、地面雜食者(七種)、地面蟲食者(七種)、灌叢蟲食者(十二種)、樹木果食者(一種)、樹木雜食者(十種)、樹木蟲食者(十種)、樹幹覓啄者(一種)、樹幹啄木者(三種)、樹木飛啄者(一種)、空中飛擊者(四種)。闊葉林、混合林與雲杉林擁有較多生態同功群，鐵杉林與冷杉林居中，圓柏灌叢最少。闊葉林以樹木雜食者及灌叢蟲食者最多，混合林以樹木雜食者最多，三類針葉林以樹木蟲食者最多，圓柏灌叢以地面蟲食者佔大多數。59%可解釋之鳥類海拔分佈上下限是因連續梯度變化造成，25%由生態交會帶造成，只有 9%由競爭互斥造成。所有結果顯示鳥種

間競爭現象並不明顯，鳥類與環境間關係則明顯而強烈。詳細的互動關係與機制，則必須更進一步研究。

英文摘要

I studied avian communities of mature primary forests in Mt. Yushan along 1400-3700m elevational gradients between January and October, 1992. Fifty sample stations along Shalishian Valley and Nantzshian Valley, located at western ridge of Mt. Yushan, were selected. Six major vegetation zones were covered, from lower to higher elevations: broadleaf forests, mixed forests, and conifer forests of Spruce, Hemlock, and Fir, and Juniper shrub. Breeding bird densities were recorded in each station using the circular-plot method. To investigate the relationship between habitat features and bird communities, I measured 30 habitat variables in each sample station. I also collect information on diets and foraging behavior of each bird species observed. The main focuses of this study are: (1) Compositions and parameters of avian communities among these vegetation zones. (2) Classification and distribution of avian guilds. (3) Elevational distribution and its processes, habitat selection of bird species.

Densities of 59 bird species populations were collected in this study. Each forest shows distinct bird compositions. Six bird community types be discerned by cluster analysis based on bird densities observed on each sample station. This classification is associated with vegetation types, with the broadleaf forests be split into two types: higher(> 2000m) and lower(< 2000m), Hemlock and Fir forests being clustered into one type, the others are separately grouped by their vegetation type. Broadleaf forests, mixed forests and Spruce forests have higher total bird density and number of species, then declines with the increase of elevation. Species diversity are higher in broadleaf forests and mixed forests, then declines with the increase of elevation. Hemlock and Fir forests shows highest similarity(0.80), while broadleaf forests and Juniper shrub shows the lowest(0.00). Similarity between forests decline with the increases of their elevational distance. Bird species diversity show significant correlation with

foliage height diversity($r=0.62$, $p<0.01$) and tree species diversity($r=0.74$, $p<0.01$). By cluster analysis based on diets, foraging tactics and foraging substrates, I divided each bird species observed into 12 guilds: raptorial carnivores (2 species), ground graminivore (1 species), ground omnivores (7 species), ground insectivores (7 species), bush insectivores (12 species), tree fruitivore (1 species), tree omnivores (10 species), tree insectivores (10 species), bole gleaner (1 species), bole peckers (3 species), tree hover (1 species) and air flycatchers (4 species). Broadleaf forests and mixed forests are dominated by tree omnivores and bush insectivores, three coniferous forest by tree insectivores, and the Juniper shrub by ground insectivores. Broadleaf forests and mixed forests have more guilds than others. I tested the three models that explained the distributions of species along elevational gradients. Continuous gradient changes account 59% for distributional limits, 25% for ecotone, and only 9% for competitive exclusion. The results did not suggest a significant inter-species competition within the bird communities, however, a close relationship between the bird communities and their habitats was detected. The details of interactions and processes need advanced studies.

前言

臺灣為一海島，面積雖小，但山地佔全島面積百分之七十，且地形高聳陡峭，最高峰玉山主峰將近海拔四千公尺，橫跨熱帶至寒帶之間所有的氣候帶，孕育出多種不同類型的植群。同時鳥類種數繁多，高達四百多種，其中有十六種特有種，六十九種特有亞種，這些特有鳥類大多棲息於森林內，形成豐富而特別的鳥類群聚。

在歐美國家，鳥類群聚生態學在五十年代末期，因 Robert MacArthur 等人之研究，造成數十年來的蓬勃發展(Wiens 1989a)，不僅在鳥類群聚的形式(Pattern)或是造成這些形式之機制(Process)上，都有豐富的成果與理論，同時引進邏輯性的思考與較嚴謹之研究方法。在鳥類群聚的形式方面，以群聚組成(Assembly of communities)、種間豐度(Abundances of species)、資源之分配與利用、鳥種分佈、棲地選擇(Habitat selection)、生態區位(Niche)、形態生態(Ecomorphological pattern)、生物能量(Bioenergetic pattern)等等眾多不同之觀點進行研究。在解釋其形式之機制方面，早期古典之理論強調競爭互斥原理(Competitive exclusion principle)(Lack 1945, 1971; MacArthur 1958)，認為鳥類群聚都是在資源有限的情況下，經由種間競爭的機制造成大部份的生態現象。此理論在七十年代末期開始引起很多質疑與爭論，不少研究者(e.g., Connell 1975, 1980; Wiens 1977, 1989b; Strong *et al.* 1979)認為競爭排斥原理並非是主宰鳥類群聚生態的機制，其重要性被過份強調，其他因子，如環境變動、鳥類生活史、捕食、互利共生、歷史因素等等，也是很重要的原因，同時認為鳥類群聚並不是常處於平衡的狀態下(e.g., Connell 1975; Wiens 1974, 1977, 1984; Price 1984)。

有關臺灣鳥類群聚生態的研究並不多。在七十年代以前，只有日本人鹿野忠雄(Tadao Kano)(1940)在雪山地區的動物地理學研究中，將鳥類群聚依據海拔高度與植群分成數種類型，描述九十四種鳥類的海拔分佈範圍及其棲息環境。臺灣光復後，這方面的研究呈停頓狀態，直至翟(1977)研究臺灣鳥類生態隔離，描述 130 種臺灣陸棲繁殖鳥類在地理、海拔高度、平面的與垂直的棲息環境、覓食行為、外部形態與食性等生態隔離機制上所不同的生態

需求，同時將這些鳥類分成數個生態同功群(Guild)。1980年以後，這方面研究漸增，同時各種鳥類調查也急遽增加。但其中較具規模者，僅有王及孫(1989)在太魯閣國家公園內的研究中，比較三個地區的鳥類相、鳥類與棲息環境的關係，以及在非繁殖季的混群行為。目前有關鳥類群聚生態之研究仍是偏重於定性(Qualitative)的敘述性結果，真正定量(Quatitative)的研究相當缺乏，相較於歐美之發展，仍有很多值得研究之處。

本研究之目的在於：(一)瞭解不同海拔高度下成熟林內鳥類群聚組成(Assembly of community)與群聚介量(Parameters of communities)之變化；(二)探討鳥類生態同功群之分類及其分佈；(三)瞭解不同鳥類之海拔分佈與棲息地選擇，並嘗試解釋其限制原因。期望由三種不同的角度來了解鳥類與環境間的關係，以及鳥類之間的生態關係。

研究區域

研究區域為臺灣中部玉山山脈西側的沙里仙溪及楠梓仙河流域(圖 1)。本區域位於玉山國家公園範圍內，環境受到保護，人為干擾少，而且在短距離內就有相當程度之海拔落差。區域內的道路為新中橫公路、沙里仙林道及楠梓仙林道。步道則有塔塔加鞍部連接至沙里仙林道之小徑及塔塔加鞍部通往玉山主峰及玉山南峰的登山步道。本研究大部分的取樣站皆位於這二條步道上。

研究區域為夏雨型氣候(林等 1990)。根據民國八十年玉山(海拔 3845 公尺)、阿里山(2413 公尺)及日月潭(1015 公尺)三個氣象測候站的資料顯示，就氣溫而言，年平均溫度依海拔高度之上昇而遞減(圖 2a)，玉山月均溫二月最低(-2.3°C)，六月最高(8.7°C)。阿里山月均溫二月最低(6.4°C)，六月最高(14.7°C)。日月潭月均溫二月最低(14.9°C)，七月最高(23.0°C)。冬季時，海拔 2000 公尺以上的地區會降雪，海拔 3000 公尺以上地區積雪一至四個月(內政部 1985)。雨量方面，全年降雨量隨海拔上昇而遞增，在海拔 2600 公尺達到最高，然後隨海拔遞昇而遞減(翟 1977)。玉山、阿里山、日月潭三地全年降雨量分別為 2148,3094,1542 公釐，均集中於五月至十月(圖 2b)。因此整體而言，研究區域為夏季濕熱、冬季乾冷的氣候。

研究區域內包含亞寒帶、冷溫帶、涼溫帶、溫帶、暖溫及亞熱帶等氣候帶，其所對應之植群帶依次為高山植群帶、冷杉林帶、鐵杉雲杉林帶、上層櫟林帶、下層櫟林帶及楠櫟林帶(Su 1984)。各植群帶的氣候狀況、主要植物群落及海拔範圍詳見表 1。本研究主要於下列六種植物群落內進行：(1)圓柏灌叢：高約 2 公尺，主要以玉山圓柏與玉山杜鵑為主，灌叢下以苔蘚類最為優勢；(2)冷杉林：高度約 10-20 公尺左右，垂直結構單純，由冷杉構成第一層喬木，缺乏第二、三層喬木，灌木層密生玉山箭竹，地表以苔蘚類為主；(3)鐵杉林：高約 15 公尺，由鐵杉構成第一層喬木，第二、三層喬木非常少，灌木層亦密生玉山箭竹；(4)雲杉林：高約 35-40 公尺，由雲杉構成第一層喬木，第二層喬木大幅增加，以樟科植物為優勢，地表植物則相當複雜；

(5)針闊葉混合林：散生大型之雲杉及紅檜，但數量稀疏，高約 30-40 公尺，其下之第二、三層喬木高約 10-20 公尺，生長緊密，以槭樹科及樟科植物最多，灌木層及草本層亦生長緊密，種類複雜；(6)常綠闊葉林：高約 20-30 公尺，第一層喬木主要由樟科及殼斗科植物構成，垂直結構完整，各植層內種類繁多(郭 1989, 1990)。

研究方法

一、取樣站之設置

本研究共設置五十個取樣站，依其海拔高度，由低至高給予其 1 至 50 之編號(圖 1)。取樣站位於森林內原有的小徑、登山步道或自行闢路，海拔高度自 1400 公尺至 3700 公尺，由低至高涵蓋常綠闊葉林(1 至 16 號、18 號)、針闊葉混合林(17 號、19 至 23 號)、雲杉林(24 至 31 號)、鐵杉林(32 至 37 號)、冷杉林(38 至 45 號)及圓柏灌叢(46 至 50 號)等六種研究區域內主要的成熟林型。取樣站之設置標準如下：

1. 除設置於圓柏灌叢內的取樣站外，其餘各取樣站均避免靠近大面積的裸露地、草地及次生林；與其距離均在一百公尺以上，以避免邊緣效應(Edge effect)。
2. 與其它取樣站之距離至少在一百公尺以上。
3. 地形以不影響鳥類及其鳴聲之察覺為準，使研究者在各方向均能有效察覺鳥類及其鳴聲(Dawson 1981)。
4. 植被狀況儘可能均勻、具同質性。
5. 避免靠近溪流及山瀑。
6. 避免靠近各種人為地景或設施(如公路、林道、建築、垃圾場)。

二、鳥類密度之估算

一般而言，鳥類調查的期間最好是當地大部份鳥類都已經進入繁殖季，而且尚未開始營巢育雛的期間。在這段期間內，鳥類鳴唱最為頻繁，行動最為活躍，鳥類計數之誤差較小(Best 1981; Ralph 1981)。然而大部份鳥類之繁殖季會因海拔不同而有所不同，因此各取樣站的調查期間在時間上有先後差別。海拔二千公尺以下取樣站自三月下旬開始調查，於五月下旬結束。二千公尺至三千公尺之間取樣站自四月上旬開始調查，於六月下旬結束。海拔三千公尺以上取樣站則自五月中旬開始調查，於七月上旬結束。

採用圓圈法(Circular-plot method) (Reynolds *et al.* 1980)估算鳥類密度。

鳥類調查只於晴天進行，調查人員為一至二人，研究者熟悉研究區域內鳥類的外形及鳴唱聲，而且經過距離判斷訓練，均參與每次調查，同時記錄所有資料。在進行正式鳥類調查前，各個取樣站在上、下、左、右四個方向的可見範圍內，每隔二十公尺設立標示物，以幫助距離估計。五十個取樣站依其相關位置，分成十一條取樣線，每條取樣線包含三至七個取樣站不等，每天只在一條取樣線上進行鳥類調查。每隔一小時重覆調查同一條取樣線上的所有取樣站一次，相鄰的二次調查，其順序正好相反。在進行正式鳥類調查前，先於三月下旬在取樣站 4 進行先期試驗 (附錄 1)，以決定每日的調查時間及每個取樣站的停留時間。依試驗結果採用由日出開始至日出後四小時內調查，每個取樣站停留六分鐘。除取樣站 7 至 9 號因故，僅進行三天次共 72 分鐘外，其餘取樣站皆進行四天次共 96 分鐘的鳥類調查。在調查時，記錄所有察覺到的鳥類之種類、數量、與調查者的水平距離、及察覺方式。對於在持續在空中飛翔的鳥類則不予記錄。

鳥類密度是將眼見與聽到的資料合併計算。若某鳥類之某種鳴聲推測僅由雄鳥所發出，則將此鳴聲記錄算成兩隻次。若某鳥種推測皆為成群出現，則將每次鳴聲記錄乘以其最小成群隻數。每種鳥種的特定基礎半徑(Specific basal radius)是將所有取樣站的資料合併，每隔十公尺劃分為一環帶，若某環帶內所記錄到的鳥類密度與前面諸環帶密度相較，有顯著減少時，以此環帶之內半徑為其特定基礎半徑。若某鳥種的記錄隻數太少而難以判斷時，則以相近種的特定基礎半徑為其基礎半徑。以下列公式計算各取樣站各種鳥類之族群密度(Reynolds *et al.* 1980)：

$$D = (n / \pi * r^2 * C) * 10000$$

D：鳥類族群密度，每公頃隻數。

n：特定基礎半徑內所記錄之總隻數。

r：特定基礎半徑，在此半徑內大部分的鳥隻皆可察覺到，單位為公尺。

C：調查次數，在本研究中取樣站 7 至 9 為 12，其餘為 16。

三、環境因子之測量

根據國外文獻與研究者之了解，為量化取樣站之環境狀況，於民國八十一年八月至十月，在每個取樣站，量取下列三十項環境因子(表 2)，包括四項非生物性環境因子(1 至 4)與二十六項生物性環境因子(5 至 30)。

1. 海拔高度(Elevation)：以聯勤總部測量署於民國七十五年出版之經建第一版二萬五千分之一地形圖上標示之高度為基準點，再配合 Thommen 高度計於現場測量修正。
2. 方位(Aspect)：坡面方向不同，所受到的太陽照射度也會不同，照射度與當地的濕度有很大的關係。一般而言，臺灣以西南向坡受到的照射度最大，東北向坡最小。因此以指北針現場測量坡面方向，依下列標準區分為八級(郭 1990)：南南西為 1，西南西為 2，南南東為 3，西北西為 4，東南東為 5，北北西為 6，北北東為 7，東北東為 8。
3. 坡度(Slope)：以傾斜儀現場測量。
4. 曝照度(Exposure)：依取樣站在當地之相對位置，以下列標準估計(Sabo 1980)：峽谷為 0，溪谷二旁為 2，山坡下半部為 4，山坡上半部為 6，山脊為 8，山頂為 10。
5. 樹冠層高度(Canopy height)：依三角測量原理，用傾斜儀現場測量。
- 6-10. 裸露地覆蓋度(Ground coverage)、草本植物覆蓋度(Herb coverage)、灌木覆蓋度(Shrub coverage)、第二層喬木覆蓋度(Secondary tree coverage)、樹冠層覆蓋度(Canopy coverage)：以觀測點半徑二十公尺之圓為範圍，分別以目視估計之。
- 11-14. 四個高度層(0-0.6 公尺、0.9-1.8 公尺、3-6 公尺、10-15 公尺)的闊葉覆蓋度(Broadleaf foliage coverage)：以觀測點半徑二十公尺之圓為範圍，分別以目視估計之。
- 15-18. 四個高度層(0-0.6 公尺、0.9-1.8 公尺、3-6 公尺、10-15 公尺)的針葉覆蓋度(Conifer foliage coverage)：以觀測點半徑二十公尺之圓為範圍，分別以目視估計之。
- 19-22. 四個高度層(0-0.6 公尺、0.9-1.8 公尺、3-6 公尺、10-15 公尺)的針葉

- 與闊葉總覆蓋度(Total foliage coverage)：為 11-18 項環境因子中，四個高度層內針葉與闊葉覆蓋度之和。
23. 樹葉總覆蓋量(Total foliage volume)：將 19-22 項環境因子之總和。
 24. 枝葉結構多樣性(Foliage height diversity index)：計算 19-22 項環境因子之 Shannon-Wiener 多樣性指標(Krebs 1989)。
 25. 針葉百分比(Conifer percentage)：將 15-18 項環境因子之總和除以 19-22 項環境因子之總和。
 26. 喬木密度(Tree density)：測量觀測點半徑十公尺內胸高直徑(DBH)大於一公分喬木之株數。
 27. 喬木平均胸高直徑(Mean tree DBH)：測量觀測點半徑十公尺內所有胸高直徑大於一公分喬木的胸高直徑計算之。
 28. 喬木胸高直徑之標準偏差(Standard deviation of tree DBH)：測量觀測點半徑十公尺內所有胸高直徑大於一公分喬木的胸高直徑計算之。
 29. 喬木胸高斷面積總和(Tree total basal area)：測量觀測點半徑十公尺內所有胸高直徑大於一公分喬木的胸高斷面積計算之。
 30. 喬木樹種多樣性(Tree species diversity index)：測量觀測點半徑十公尺內所有胸高直徑大於一公分喬木的胸高直徑，以 Shannon-Wiener 多樣性指標(Krebs 1989)計算。
- 各取樣站之觀測值詳見附錄 2。

四、鳥類覓食場所、覓食方式與食性

為了解鳥類之生態地位，以進行生態同功群之分類及更進一步之探討，必須建立鳥類覓食場所、覓食方式與食性之基本資料(詳見附錄 3a)，這些資料，由於難以進行系統性之收集，主要參考其他研究之結果。覓食場所及覓食方式資料首先根據翟(1977)中的敘述(附錄 3b)加以量化，另外參考沙(1986)及臺北鳥會(1986)中的敘述，佐以本身觀察，及與熟悉當地鳥類狀況之專家討論，以研究區域內鳥類在繁殖季中之行為為準，修改而成。覓食場所分成地面、灌叢、喬木、樹幹及空中五種。覓食方式分成飛擊(Flycatch)、撲攬

(Sally)、飛啄(Hover)、覓啄(Glean)、啄木(Peck)五種，覓食方式之區分如下(Sabo 1980)：

1. 飛擊：鳥類與其食物均位於空中，鳥類在空中截獲食物。
2. 撲攫：食物位於植物或地面上，鳥類由空中飛撲而下，以足爪或喙部攫取食物。
3. 飛啄：食物位於植物或地面上，鳥類鼓翼停留於空中，以喙部銜咬食物。
4. 覓啄：鳥類與其食物均位於植物或地面上，鳥類以喙部啄取食物。
5. 啄木：食物位於樹幹內，鳥類以喙部啄入或敲開樹皮，以喙部啄取食物。

鳥類之食性資料引用翟(1977)中的食物分配指數資料(附錄 3b)，另外依黃光瀛先生的個人意見，修改部分資料。鳥類之食物分成六種類型：脊椎動物、無脊椎動物、果實與嫩芽、種子與穀物、花蜜與花粉、垃圾與腐肉。

五、鳥類海拔分佈

限制生物在環境梯度上分佈上下限的原因，Terborgh(1971)分成三類：(1)環境梯度上物理性或生物性的連續性平行變化，(2)競爭互斥(Competitive exclusion)，即因有生態區位類似之競爭者，使其分佈有互斥現象，(3)棲地之不連續帶(Habitat discontinuities)，在這不連續帶上，環境狀況有跳躍式而不連續的改變，即所謂生態交會帶(Ecotone)。由生物之豐度分佈曲線(Abundance distribution curve)來看，若環境梯度變化是限制分佈的原因，此曲線應為鐘狀的常態分佈曲線，競爭互斥及生態交會帶則會造成末端截斷的分佈曲線；但競爭互斥所造成的豐度分佈曲線末端應與其競爭者毗鄰，生態交會帶所造成的豐度分佈曲線末端應落於生態交會帶上(圖 3)。Terborgh(1971)認為這三種限制分佈之原因是互斥而互補的。

取出現多於五個取樣站的鳥種，依其在海拔梯度上的密度分佈曲線，將其海拔分佈之上下限歸類於上述三種限制原因，若其分佈之上下限恰為本研究取樣站海拔範圍之上下限，則不予考慮。競爭互斥之對象僅考慮同一生態

同功群之鳥類。生態交會帶之位置則依所量取之樹木種類組成判定；本研究的 5 個生態交會帶，分別位於取樣站 16 至 19、取樣站 23 至 24、取樣站 31 至 32、取樣站 37 至 38、取樣站 45 至 46 之間。若其密度分佈曲線之上下限附近為鐘形常態分佈，則將其限制原因歸類於環境梯度變化。若其密度分佈曲線之上下限不是鐘形常態分佈，且與其競爭者侷鄰，則將其歸因於競爭互斥所致。若其密度分佈曲線之上下限不是鐘形常態分佈，而且不與其競爭者侷鄰，上下限又落於生態交會帶上，則歸因於棲地之不連續帶所造成。

六、資料處理與分析

資料以 Microsoft Excel 建檔計算，群集分析(Cluster analysis)以 NTSYS(Rohlf 1989)進行，多元尺度法(Multi-dimensional scaling)以 SYSTAT (Wilkinson 1988)進行，變方分析(Analysis of variance) (ANOVA)、卡方分析 (Chi-square test)、主成份分析(Principal component analysis) (PCA)、因素分析 (Factor analysis)則用 SAS 統計程式(SAS Institute 1989)。

1. 鳥類群聚組成

採用群集分析(Sneath and Sokal 1973)來分類取樣站之鳥類群聚組成，以決定各取樣站之鳥類群聚類型。以取樣站為分類單位 (Operational taxonomic units)，為避免稀有種所造成的干擾，及優勢種所造成的獨佔式影響，以出現範圍多於三個取樣站之鳥類其密度平方根做為其特徵值(Character)，用平均分類距離 (Average taxonomic distance) (Sneath and Sokal 1973)計算各取樣站間的相異度矩陣 (Dissimilarity matrix)，再以 UPGMA 方法 (Unweighted pair-group method using arithmetic averages)做成樹狀圖 (Dendrogram)。

採用多元尺度法 (Ludwig and Reynolds 1988)來表示取樣站之間鳥類群聚組成的相似程度。鳥類密度亦先轉為平方根後運算，以 Euclidean distance (Krebs 1989)計算各取樣站間的相異度矩陣，在二度空間上標出各取樣站的位置，以取樣站間之距離來表示取樣站間鳥類群聚組成的相似程度。

不同植群的鳥類群聚之間的相似度指標 (Similarity index) 以

Complement of Bray-Curtis measure (Krebs 1989)計算之。

2. 鳥類群聚介量

多樣性指標以 Shannon-Wiener diversity index (Krebs 1989)計算。均勻度指標 (Evenness index)以 Hurlbert index (Krebs 1989)計算。

各取樣站的鳥類多樣性與枝葉結構多樣性及喬木樹種多樣性之相關性，以 Pearson's product-moment correlation coefficient 計算。

3. 鳥類生態同功群之分類

用群集分析來分類生態同功群，亦即是以鳥類之生態地位，將其歸類於若干個地位類似，較可能具競爭關係的鳥類群。以鳥種為分類單位，覓食場所、覓食方式、食性三組變因為特徵值。每個鳥種在每組變因之數值和為1，因為覓食場所與覓食方式這二組變因相關關係很重，所以將食性這組變因其值加權為2倍，用平均分類距離計算各鳥種間的相異度矩陣，以 UPGMA 方法連結各鳥種，成為一樹狀圖，據此將鳥種分成數個生態同功群。

4. 鳥類之棲地分佈

各鳥種之棲地分佈以主成份分析進行。30項棲地因子以 PCA 找出三個新的主成分軸(Principal component axis)來代表所有的棲地變異，三個主成分軸再進行因素分析以了解其所代表之生物意義。各取樣站依其環境狀況，在這三個主成分軸上各有其坐標值(X_i, Y_i, Z_i)，將各鳥種在各取樣站之密度比率(P_{ij})乘以此取樣站在三個主成分軸上的坐標，以此三個主成分軸上的坐標總和為各鳥種之坐標(X_j, Y_j, Z_j)，代表著在經 PCA 整合後所得到棲息環境梯度上，各鳥種棲地分佈的平均中心點，

$$\sum X_j = \sum (P_{ij} \times X_i), \quad \sum P_{ij} = 0$$

將其定位在這三個主成分軸所構成的坐標空間上。比較各生態同功群之間及各生態同功群之內之鳥類棲地分佈。

結果

一、植群結構

各類植群內取樣站其 30 項棲地因子之平均值詳見表 3，所有棲地因子在不同植群之平均值有顯著差異 ($p < 0.05$)，兩兩植群之間，其植群結構各有差異。大部份棲地因子之平均值皆是隨著海拔高度增加而遞增 (SLP, EXP, GC, CFC4, CFC3, CP) 或遞減 (ASP, CH, HC, T2C, T1C, TFC2, TFC1, BFC4, BFC2, BFC1, TFV, FHD, TD, TSD)，只有下列棲地因子非隨海拔高度而遞變：(1) 鐵杉林及冷杉林中，3-6 公尺針葉總覆蓋度 (CFC2)、喬木平均胸高直徑 (MDB) 較高；雲杉林及鐵杉林中，10-15 公尺針葉總覆蓋度 (CFC1) 較高；針闊葉混合林及雲杉林中，胸高直徑之標準偏差 (SDDDB) 及喬木胸高斷面積總和 (TBA) 較高。(2) 在針闊葉混合林及雲杉林中，灌木覆蓋度 (SC)、0.9-1.8 公尺樹葉總覆蓋度 (TFC3) 較低；雲杉林及圓柏灌叢中，0-0.6 公尺樹葉總覆蓋度 (TFC4)、0.9-1.8 公尺闊葉總覆蓋度 (BFC3) 較低。這三類變化模式互異的棲地因子，分別構成主成分分析所得到的前三個主成分軸。

二、群聚組成

觀察期間內共發現 61 種鳥類，其中岩燕 (*Delichon urbica*) 雖然數量眾多，然而未發現有停棲於地表或植物體上，另外在針闊葉混合林有一次白眉黃鶺 (*Ficedula zanthopygia*) 之記錄，但一般咸信其為過境鳥，故這二種鳥類並未列入記錄，實計共記錄到 59 種鳥類，鳥類名錄與各取樣站之鳥種密度，分別參見附錄 4 及附錄 5。

各類植群內的鳥類平均密度見於表 4。常綠闊葉林內鳥種最多，許多低海拔鳥類分佈僅止於此，以冠羽畫眉及繡眼畫眉密度最高。針闊葉混合林鳥類相與雲杉林類似，但繡眼畫眉密度大幅減少，以冠羽畫眉最具優勢，許多典型之針葉林鳥類由此開始出現；雲杉林內火冠戴菊鳥巨幅增加，成為密度最高的鳥種，許多主要於闊葉樹覓食的鳥類分佈僅止於此。鐵杉林鳥類相與冷杉林類似，最具優勢之鳥種皆為火冠戴菊鳥。圓柏灌叢內鳥種最少，於樹

木層及灌叢覓食的鳥類在此消失，最具優勢之鳥種為鷓鴣。

由各類植群內鳥類群聚間相似度(表 5)顯示，鐵杉林與冷杉林之間最高(0.80)，常綠闊葉林與圓柏灌叢間最低(0.00)。各針葉林間鳥類組成相似程度(0.80, 0.60, 0.48)高於針葉林和常綠闊葉林(0.31, 0.20, 0.08, 0.01)，而針闊葉混合林與常綠闊葉林之相似度(0.57)，亦高於針闊葉混合林與其它針葉林(0.53, 0.31, 0.20)。綜合而言，海拔高度差距愈大，鳥類群聚間相似程度愈低。

群集分析得到六個鳥類群聚類型(圖 4)，其分類結果大致與植型和上述相似性分析相吻合，但常綠闊葉林內的鳥類則分成上層常綠闊葉林(>2000 m)與下層常綠闊葉林(<2000 m)二種鳥類群聚類型，而鐵杉林與冷杉林內的鳥類群聚則屬於同一類。多元尺度法結果亦與群集分析類似(圖 5)，屬於同一種鳥類群聚類型的取樣站各自形成一個群集，群集間相對位置類似其在海拔梯度上之位置。

三、群聚介量

以鳥類群聚介量在海拔梯度上的變化情形為著眼點，各取樣站的鳥類種數以常綠闊葉林、針闊葉混合林及雲杉林最高，然後隨海拔遞昇而遞減(圖 6a)。總密度以常綠闊葉林、針闊葉混合林及雲杉林最高，然後隨海拔遞昇而遞減(圖 6b)。種類多樣性以常綠闊葉林及針闊葉混合林最高，然後隨海拔遞昇而遞減(圖 6c)。均勻度與種類多樣性相反，以圓柏灌叢最高，然後隨海拔遞降而遞減(圖 6d)。

各取樣站的鳥類種類多樣性與枝葉結構多樣性有顯著相關($r=0.62$, $p<0.001$) (圖 7a)，而鳥類種類多樣性與樹種多樣性亦有顯著相關($r=0.74$, $p<0.001$) (圖 7b)。

四、生態同功群之分類與分佈

依群集分析之結果，以 0.2 為分類界線，將研究區域的鳥類分成下列十二個生態同功群(圖 8)：肉食性猛禽(Carnivore)(2 種)、地面雜食者(Ground

omnivore)(7 種)、地面種食者(Ground graminivore)(1 種)、地面蟲食者(Ground insectivore)(7 種)、灌叢蟲食者(Bush insectivore)(12 種)、樹層果食者(Tree fruitivore)(1 種)、樹層雜食者(Tree omnivore)(10 種)、樹層蟲食者(Tree insectivore)(10 種)、樹幹覓啄者(Bole gleaner)(1 種)、樹幹啄木者(Bole pecker)(3 種)、樹層飛啄者(Tree hover)(1 種)與空中飛擊者(Air flycatcher)(4 種)。

在所有鳥類中，大冠鷲與鴝鵒主要以撲攫方式捕食脊椎動物，與其他鳥類相異甚大，自成一個生態同功群。以森林垂直層分佈而言，主要在地面層覓食之十五種鳥類中，竹雞、深山竹雞、帝雉、藍腹鷓、巨嘴鴉、金翼白眉、藪鳥屬於雜食性鳥類，酒紅朱雀屬於覓啄種子草籽的種食性鳥類，鱗胸鷓鴣、小翼鷓、鷓鴣、白尾鴿、白眉林鴿、栗背林鴿、岩鷓則主要是覓啄昆蟲的蟲食性鳥類。主要在灌木層覓食之鳥類都是蟲食性鳥類，分別為頭鳥線、灰頭花翼畫眉、繡眼畫眉、竹鳥、大彎嘴畫眉、小彎嘴畫眉、山紅頭、小鶯、深山鶯、褐色叢樹鶯、棕面鶯、黃胸青鶯，其中除棕面鶯、黃胸青鶯時常以飛啄方式覓食外，其餘主要均以覓啄方式覓食。於樹木的枝葉部位覓食的鳥類中，只有灰林鴿是完全進食果實的果食性鳥類，筒鳥、鷹鴉、黃山雀、紅頭山雀、青背山雀、煤山雀、綠畫眉、火冠戴菊鳥、檣鳥、紅胸啄花鳥及紅山椒則是主要以昆蟲為食的蟲食性鳥類，其中紅山椒主要以飛啄方式覓食，其餘皆主要以覓啄方式覓食，另外的五色鳥、星鴉、紋翼畫眉、白耳畫眉、冠羽畫眉、紅嘴黑鶯、白環鸚嘴鶯、白頭鶯、灰鶯、褐鶯則是介於其中的雜食性鳥類。主要於樹幹部位覓食有四種：茶腹●、小啄木、大赤啄木、綠啄木，其中茶腹●是以覓啄方式覓食，其餘三種啄木鳥均是以啄木方式覓食。主要於樹木枝桠間以飛擊方式覓食之鳥類有小卷尾、黑枕藍鶯、黃腹琉璃、紅尾鶯四種。

各類森林內，每個生態同功群所佔的比率不同(表 6)。常綠闊葉林(10 種)、針闊葉混合林(12 種)及雲杉林(11 種)所擁有的生態同功群最多，鐵杉林(6 種)及冷杉林(7 種)居中，圓柏灌叢(3 種)最少。常綠闊葉林中以樹層雜食者(31.2%)及灌木層蟲食者(29.8%)較多，混合林則是樹層雜食者(37.0%)較多，

雲杉林、鐵杉林及冷杉林是樹層蟲食者(53.4%, 39.7%, 43.8%)佔多數，圓柏灌叢則是地面蟲食者(67.4%)佔多數。

五、海拔分佈

各生態同功群內之鳥類，其海拔分佈大多不同(圖 9)。肉食性猛禽密度很低，分佈只限於雲杉林以下之森林(圖 9a)。地面層蟲食者中，白尾鵪只出現於闊葉林，鱗胸鷓鴣分佈於雲杉林以下，小翼鷓廣泛分佈於闊葉林至冷杉林之間，栗背林鵪分佈於針闊葉混合林以上，鷓鴣及白眉林鵪分佈於鐵杉林以上，岩鷓分佈最高，只出現於海拔三千公尺以上之冷杉林及圓柏灌叢(圖 9b)。地面層種食者只有酒紅朱雀一種，分佈於針闊葉混合林以上(圖 9c)。地面層雜食者中，藪鳥分佈於雲杉林以下，金翼白眉分佈於針闊葉混合林以上，巨嘴鴉分佈廣泛，於闊葉林至圓柏灌叢之間零星分佈，藍腹鷓、帝雉、竹雞及深山竹雞密度較少，帝雉只出現於雲杉林至冷杉林，其餘三種零星分佈於闊葉林中(圖 9d)。灌叢蟲食者中，繡眼畫眉密度較高，分佈於雲杉林以下，竹鳥及頭烏線只出現於闊葉林，山紅頭、黃胸青鷓、棕面鷓分佈於雲杉林以下，褐色叢樹鷓分佈於鐵杉林以下，深山鷓、灰頭花翼畫眉分佈於針闊葉混合林以上，小鷓、小彎嘴畫眉及大彎嘴畫眉密度較低，零星分佈於闊葉林中(圖 9e)。樹木層果食者只有灰林鴿一種，分佈限於針闊葉混合林與雲杉林中(圖 9f)。樹木層雜食者除冠羽畫眉在鐵杉林有少量分佈外，其餘只分佈於雲杉林以下，冠羽畫眉密度較高，分佈於鐵杉林以下，白耳畫眉分佈於雲杉林以下，灰鷓分佈於鐵杉林以下至海拔二千公尺以上之闊葉林，紋翼畫眉分佈於針闊葉混合林與雲杉林中，星鴉分佈於針闊葉混合林至鐵杉林之間，而五色鳥、白頭鷓、褐鷓、紅嘴黑鷓、白環鸚嘴鷓則只分佈於海拔二千公尺以下之闊葉林，其中紅嘴黑鷓及白環鸚嘴鷓密度較低(圖 9g)。樹木層蟲食者只分佈於冷杉林以下，鷹鴉及筒鳥為托卵性鳥類，密度較低，鷹鴉只出現於闊葉林，筒鳥分佈限於針闊葉混合林與雲杉林中，二者之間有明顯之競爭互斥現象，檀鳥及綠畫眉只分佈於海拔二千公尺以下之闊葉林，黃山雀及紅胸啄花鳥分佈於針闊葉混合林以下，紅頭山雀及青背山雀分佈於雲杉林以下，

煤山雀及火冠戴菊鳥分佈於針闊葉混合林以上(圖 9h)。樹木層飛啄者只有紅山椒一種，分佈於針闊葉混合林以下(圖 9i)。空中飛擊者中，黃腹琉璃、紅尾鷓只分佈於雲杉林以下，小卷尾、黑枕藍鷓分佈於海拔二千公尺以下之闊葉林(圖 9j)。樹幹覓啄者只有茶腹●一種，分佈於鐵杉林以下(圖 9k)。樹幹啄木覓食的鳥類密度較低，小啄木分佈於海拔一千五百公尺以下之闊葉林，大赤啄木分佈於雲杉林以下，綠啄木零星分佈於海拔三千公尺以上之鐵杉林與冷杉林(圖 9l)。

在 56 個可供判斷的鳥種海拔分佈上下限中(表 7)，經過歸類整理，三種解釋限制其分佈之原因，環境梯度連續變化佔 59%，競爭互斥僅佔 9%，棲地之不連續帶佔 25%，另外有 7%則難以判斷，其中有 32%雖歸類於環境梯度連續變化，但其上下限與生態交會帶重合，而競爭互斥所造成的相互排除，其界線皆位於生態交會帶。

六、棲地分佈

將 30 項棲地因子做主成分分析，主成分軸與各棲地因子間之相關矩陣(表 8)表示各主成分軸所代表之生物意義，前三個主成分軸共解釋 81%的變異(Variance)。第一主成分軸解釋 47%的總變異數，此軸與一半以上的棲地因子都呈高度相關，大抵代表伴隨海拔高度遞減的平行性變異。第二主成分軸解釋 19.6%的總變異數，與樹木平均胸高直徑及第一層(10-15 公尺)、第二層(3-6 公尺)針葉覆蓋度成高度正相關，代表針葉樹及樹木平均胸高直徑之遞增。第三主成分軸解釋 14.4%的總變異數，與灌木層覆蓋度、第三層(0.9-1.8 公尺)樹葉覆蓋度及第三層(0.9-1.8 公尺)闊葉覆蓋度成高度正相關，代表闊葉灌叢之增加。各類植群在前三個主成份軸上坐標之平均值有顯著差異($p < 0.05$)(表 9)。依不同之植群型式，於圖 9 標示各取樣站在這三個主成分軸所構成的空間上的位置。在第一主成分軸上，各取樣站位置與其海拔高度大致吻合。而在另二個主成分軸上，在各植群型式之內則存有相當變異。常綠闊葉林之取樣站，在海拔二千公尺以下灌叢較茂密，在此高度以上灌叢較稀疏，其它方面則無太大差別(圖 10a)。針闊葉混合林之取樣站，在針葉樹多寡與灌叢茂密程

度上，差異頗大(圖 10b)。雲杉林之取樣站大多灌叢稀疏(圖 10a)。鐵杉林之取樣站其灌叢皆相當濃密(圖 10b)。冷杉林之取樣站大多樹木高大，灌叢茂密，愈靠近森林界限則樹木愈矮小，灌叢越稀疏(圖 10a)。圓柏灌叢之取樣站其棲地結構非常類似，灌叢濃密而無樹木(圖 10b)。

所有鳥種在這三個主成分軸上的分佈中心，按生態同功群標示於圖 11。肉食性猛禽皆為闊葉林鳥類(圖 11a)。地面種食者與地面雜食者中，酒紅朱雀、金翼白眉、帝雉及巨嘴鴉屬於典型之針葉林鳥類，藪鳥、藍腹鵯、竹雞及深山竹雞為典型之闊葉林鳥類，其中酒紅朱雀、金翼白眉、巨嘴鴉及藪鳥喜好灌叢較稀疏之森林(圖 11b)。地面蟲食者中，只有白尾鵯屬於闊葉林鳥類，岩鷄、鷓鴣、栗背林鵯及白眉林鵯屬於典型之針葉林鳥類，鱗胸鷓鴣及小翼鷓介於其間；所有的地面蟲食者，只有白尾鵯及白眉林鵯偏好灌叢較濃密之森林，其餘皆喜好灌叢較稀疏之環境(圖 11c)。灌叢蟲食者中，深山鶯、灰頭花翼畫眉及褐色叢樹鶯屬於針葉林鳥類，其餘皆為闊葉林鳥類；深山鶯、灰頭花翼畫眉、褐色叢樹鶯、山紅頭、棕面鶯、繡眼畫眉及頭烏線偏好灌叢較稀疏之森林(圖 11d)。樹層果食者與樹層雜食者中，除星鴉、紋翼畫眉、灰鶯及灰林鴿多活動於中海拔之混合林及雲杉林外，其餘皆為闊葉林鳥類(圖 11e)。樹層蟲食者中，只有火冠戴菊鳥、煤山雀及筒鳥屬於針葉林鳥類，其餘皆為闊葉林鳥類(圖 11f)。樹幹覓啄者與樹幹啄木者中，綠啄木屬於針葉林鳥類，其餘皆為闊葉林鳥類(圖 11g)。樹層飛啄者與空中飛擊者，除紅尾鷓多於中海拔森林出現外，其餘皆為闊葉林鳥類(圖 11h)。

討論

一、鳥類族群密度估算

估算鳥類族群密度之方法，有標記捕捉法(Mark-recapture method)(Kendeigh 1944)、數巢法(Nest count)(Kendeigh 1944)、領域描圖法(Spot-mapping method)(Williams 1936; IBCC 1970)、穿越線法 (Line transect method)(Emlen 1971, 1977)、圓圈法 (Reynolds *et al.* 1980)。在北溫帶(Nothern-temperature zone)國家，大部份是用領域描圖法。臺灣山區，山陡谷深，植物茂盛濃密，除山區小徑外，森林內大多寸步難行，難以追蹤鳥隻，且視線不佳，並不適合領域描圖法及穿越線法。標記捕捉法及數巢法需耗時甚多，準確度不高，且可能會對鳥類造成傷害。因此以臺灣山區而論，圓圈法是估算鳥類族群密度的最佳選擇。然而以圓圈法估算，仍會遭遇下列難題：

1. 鳥類之繁殖季節

以圓圈法估算鳥類族群密度是藉由鳥類活躍而明顯的活動及鳴聲而察覺鳥隻；若非如此，則很難察覺鳥隻，且結果與事實之偏差甚大，而繁殖季正是鳥類活動及鳴聲最活躍而明顯的時期，也就是估算鳥類密度的最佳時間。在北溫帶，大部分鳥類之繁殖季短、明顯、且一致，但在熱帶及亞熱帶，相較而論，鳥類之繁殖季長、不明顯、且不一致(Wyndham 1986)。而且同種鳥類在不同海拔高度，鳴唱行為在時間上也有先後之差。若採每月定期估算，所得到的結果幾乎都是由鳥類鳴唱頻度的季節性差異所造成，根本無法呈現出實際之鳥類族群密度。因此若欲估算鳥類密度，野外調查期間最好儘量配合大多數鳥類鳴唱活躍之時，以降低偏差。本研究即是利用這種方式，配合不同海拔高度下鳥類之繁殖期，分區調查，以減少估算誤差。

2. 鳥類之雌雄鳴唱差異與繁殖季之結群行為

北溫帶的陸棲鳥類在繁殖季時，大多是成對生活，只有雄鳥會發出鳴唱

聲(Song)，雌鳥僅發出一般鳴叫聲(Call)，且鳴唱聲是用來建立領域(Welty and Baptista 1988)。因此估算鳥類密度多僅計數雄鳥或其鳴唱聲，然後乘以2做為實際計數到的數目(IBCC 1970)。但是臺灣森林濃密，鳥種及鳥隻繁多，因此在野外調查時，不僅很難也沒有時間看見鳥隻。在本研究中，約九成的鳥類資料都是僅由其鳴聲決定。但部分臺灣陸棲鳥類，由於研究資料有限，無法確定那些鳴聲是僅由雄鳥發出？那些鳴聲是雄鳥與雌鳥均會發出？因此只有依研究者之經驗推測，將某些認為是僅由雄鳥發出的鳴聲其隻次乘以2。附錄6標示出研究者認為在研究期間內所觀察的鳥類中，雌雄個體間會有鳴唱差異的鳥種。我的判斷是根據鳥類鳴唱時是否有伴隨類似建立領域的行為，例如煤山雀發出「梯七、梯七、梯七、．．．」的聲音時，都是長時間而且彼此分隔地站在針葉樹頂端持續鳴唱，因此認為煤山雀雌雄個體間有鳴唱差異，「梯七、梯七、梯七、．．．」的聲音僅由雄鳥發出的鳴聲。若是建立領域的行為不明顯，或是這種鳥類根本就難以看見，則假設其雌雄個體間沒有鳴唱差異。

另外，某些鳥類在繁殖季並非是單獨或是成對活動，而是成四隻以上結群行動，其原因可能是合作繁殖(Cooperating breeding) (Stacey and Koenig 1990; Yu and Lin 1985)或是共同覓食(Terborgh *et al.* 1990)。例如在本研究期間內，冠羽畫眉幾乎是結群行動，而灰鶯大多是四到八隻結群行動，而且其結群隻數大多為偶數，極有可能為數對配偶共同組成。附錄6亦列出研究者觀察到有大於二隻以上結群行動的鳥種，其最小結群隻數皆為4。估算鳥類密度時，若耳聞這些鳥種的鳴聲，而且無法以眼見方式計數其隻數時，則乘以其最小結群隻數做為觀察數目。

臺灣處於亞熱帶，陸棲繁殖鳥類之生態學現象遠比北溫帶之鳥類複雜，然而目前我們對於許多鳥種之生活史仍所知甚少。附錄6是由研究者之經驗推測及歸納觀察資料而成，結果可能因時、地或人而略有偏頗，但大致而言，當能吻合實際狀況。往後希望其他研究者能利用本研究之基礎，進一步研究，提供更正確的資料，以利臺灣鳥類之研究工作。

二、群聚組成與群聚介量

本研究中是根據植群形相(Physiognomy)來界定鳥類群聚，研究區域內之植群以常綠闊葉林及針葉林為主，另針闊葉混合林是介於二者之間的過渡植群，圓柏灌叢則是針葉林及高山礫原間的植群。針葉林又依其樹冠層的優勢種分為雲杉林、鐵杉林及冷杉林，常綠闊葉林則因樹種繁多，難以判斷優勢種(蘇 1992)，因此沒有再將其細分，而視為同一個植群型式。為測試如此依植群型式來界定鳥類群聚是否合適，所以將各取樣站由其鳥類密度進行群集分析與多元尺度法來做鳥類群聚之分類。結果顯示鐵杉林及冷杉林合併成為同一個群聚類型。而常綠闊葉林則分裂成二個群聚類型，以海拔二千公尺為分界。其他則與原本所定之植群型式完全吻合。其原因很可能是：(1)鐵杉林及冷杉林除了樹冠層的優勢種不同外，其他在灌木層及草本層之種類組成上及整個森林的垂直結構上均相當類似；(2)本研究在海拔一千九百至二千一百公尺之間，找不到合適之取樣站，在二千公尺以上闊葉林之內取樣站均位於一小山稜上，但在這高度以下的取樣站皆位於山腹或溪谷，在結構上及植物種組成上均有很大的差異。結果說明植群可依海拔高度分成數個高度帶，鳥類群聚之分類亦可依植群型態分成數層高度帶，亦即代表鳥類群聚與植群有很大的關連，此結果與 Terbrogh (1971)及 Diamond (1973)在熱帶山區之結果不同。

在本研究中，鳥類群聚之多樣性於海拔較低的常綠闊葉林及針闊葉混合林內最高，然後隨海拔遞增而遞減，此結果與林(1989)在雪霸國家公園之研究結果相同，但 Kano (1940)及翟(1977)的結果則是以海拔 1200 公尺至海拔 1500 公尺之間豐富度最高，然後隨海拔遞昇而規律性遞減，與本研究結果略有差異。早有研究結果指出，沿海拔梯度變化所伴隨的環境及生物性變化，頗類似於沿緯度變化所伴隨的變化(Orians 1969; MacArthur 1972; Whittaker 1975)。多樣性之變化亦類似於沿緯度上的變化(Pianka 1966; Karr 1971; Terborgh 1977; Rosenzweig 1992)。因此解釋生物種類多樣性隨海拔梯度遞變之原因，可藉由高低緯度生物種類多樣性差異之假說來說明。目前有關低緯度地區之豐富度與多樣性遠高於高緯度地區的假說相當多(Smith 1990; Stiling

1992)，如演化時間理論(Evolutionary time theory) (Fisher 1960; Simpson 1964)、生態時間理論(Ecological time theory) (Fisher 1960; Simpson 1964)、空間異質性理論(Spatial heterogeneity theory) (Simpson 1964; MacArthur 1972)、氣候穩定性理論(Climatic stability theory) (Fischer 1960; Connell and Orias 1964)、生產量理論(Productivity theory) (Connell and Orias 1964)、競爭理論(Competition theory) (Dobzhansky 1950)、捕食理論(Predation theory) (Paine 1966)、面積理論(Area theory) (Terborgh 1973)、動態平衡理論(Dynamic equilibrium theory) (Huston 1979)。上述這些假說大多難以實驗方式測試，但由本研究之取樣站彼此相鄰甚近，水平距離均在十公里之內，演化時間理論、生態時間理論及面積理論基本上並不適用，其他之假說則分別討論。

1. 空間異質性理論：這是在鳥類群聚生態學中被研究最多的假說，認為環境空間配置愈複雜，所提供的生態區位也愈多，愈能容納更多的種類。MacArthur and MacArthur (1961)提出枝葉結構歧異度(FHD)及植物種類歧異度(Plant species diversity, PSD)，分別代表植群之結構性(Structural)與植種性(Floristic)的變化，然後測試 FHD 及 PSD 與鳥種歧異度(Bird species diversity, BSD)間關係，結果顯示 FHD 與 BSD 有高度的正相關，而 PSD 與 BSD 卻沒有。自此之後，引發很多 FHD 及 PSD 與 BSD 間關係之研究 (MacArthur 1964; MacArthur *et al.* 1966; Karr and Roth 1971; Wilson 1974; Roth 1976; Haila *et al.* 1980; Rice *et al.* 1983)，大部份之結果皆得到高度的正相關。本研究亦得到相似之結果，但相關係數與上述研究結果相比，其值仍偏低。原因可能在於本研究由於地形險峻，FHD 是採用目測方式量取，PSD 只量取喬木部份，與國外其他研究不盡相同。不過研究區域中，常綠闊葉林及針闊葉混合林之垂直結構較完整，隨海拔遞升，結構也愈是簡單(郭 1990)，另外植物的科數與種數及多樣性亦隨海拔遞升而遞減(呂 1990; 林等 1990)，皆吻合空間異質性理論的條件。
2. 氣候穩定性理論：此假說認為在氣候穩定的環境下，狹窄的生態區位與較專一化的覓食習性較能適應天擇之壓力，因而能擁有較多的生物種類。氣

候若是變動劇烈，生物必須增加對環境變動的忍耐限度，同時擴大食物範圍，所能容納的種類較少。雖然一般認為，在高海拔地區氣候變動較劇烈，然而根據中央氣象局的氣溫資料顯示：在研究區域內高低海拔的日夜溫差及夏冬溫差並無明顯不同，因此無法支持此一假說。

3. 生產量理論：此假說認為生產力較高的環境下能容納較多的生物種類。不過很多的研究結果指出，在某些情況下反而得到相反的結果(Sander 1968)。一般認為森林生產量與氣溫及降水量有關(Rosenzweig 1992)，研究區域內年均溫隨海拔遞昇而遞減，年降水量隨海拔遞昇而增加，於雲杉林帶達到最高，然後再隨海拔遞升而遞減，略吻合生產量理論的條件。
4. 競爭理論：此假說認為在氣候變動劇烈的環境下，生物之天擇主要是由物理性因素控制，因此生物種間的競爭不強。在環境較溫和的地區，生物之天擇主要是由種間競爭控制，生物種間的競爭較為激烈，因而促成生態區位的專一化，故能擁有較多的種類。然而如上述所論，研究區域內高低海拔的溫差並無明顯不同，因此無法支持此假說。
5. 捕食理論：此假說與競爭理論原理相反，主要在小範圍之局部地區較可能發生。認為同一類生物之捕食者會降低其數目，大幅減少生物間的種間競爭，使得生物能和平共存，而增加其多樣性。本研究內鳥類的捕食者並不清楚，對於此假說無法進一步討論。
6. 動態平衡理論：此假說與其他假說不同，認為群聚大多因為環境的隨機變動(Stochastic change)或是生物族群的周期性降低而處於不平衡狀態之下。干擾若是過於頻繁，只有少數種類留存，多樣性會降低。相反的，若是缺乏干擾，則會造成只有少數競爭力強的種類生存，多樣性亦會降低。只有在干擾處於中級程度時，才会有最大的多樣性。本研究區域地處成熟林，一般之干擾較少，故此假說較難成立。

因此綜合上述九個生物種類多樣性之假說，只有空間異質性理論有直接證據支持，環境狀況符合生產量理論之條件，其餘假說則是條件不合或是無法驗證。

三、海拔分佈與棲地選擇

歷史性因素(History factor)是造成臺灣鳥類海拔分佈的重要原因。臺灣雖位於東洋界(Oriental region)之印中亞界(Indo-Chinese subregion)，然而由於冰河變遷、臺灣與亞洲大陸之四度離合與臺灣地層之隆昇，使得臺灣的鳥類來源不一，且隨先後拓殖之先後順序，而分別占據不同的海拔高度(顏 1989)。海拔 2400 公尺以上的鳥類大部份源自古北界(Palaeartic region)(Kano 1940)，如岩鷲、鷓鴣、煤山雀、星鴉等皆廣泛分佈於古北界，少部份才源自東洋界。海拔 1200 公尺至 2400 公尺的鳥類則大部份源自東洋界(Kano 1940)，例如白耳畫眉、藪鳥、冠羽畫眉。

在解釋鳥類海拔分佈之近程機制上，Terborgh 與其它研究者在祕魯之安地斯山脈(Peruvian Andes)所進行的一系列研究(Terborgh 1971, 1985; Terborgh and Weske 1975)，指出鳥類之海拔分佈有三分之二是由競爭互斥造成，六分之一由生態交會帶造成，另六分之一由梯度連續變化造成。但 Vuilleumier and Simberloff(1980)採用對競爭互斥較嚴謹的作法，同樣在安地斯山脈進行的研究卻認為競爭互斥只佔 8%。另外在溫帶地區，在美國東北部山區的研究(Able and Noon 1976; Sabo 1980)之結果顯示生態交會帶限制一半以上的鳥類海拔分佈。Schluter 等人(Schluter 1982; Schluter and Grant 1982)在加拉巴哥群島(Galapagos Island)對達爾文雀(*Geospiza species*)的研究，指出達爾文雀之海拔分佈主要是由食物供應所限制，食物不足時，鳥類會機動性地改變覓食場所及食物種類。以上研究之進行方法及對各種限制因素之認定都不同，因此很難比較其異同，不過有研究者認為熱帶山區鳥類繁多，基本上競爭互斥便較可能發生(Diamond 1973; Noon 1981)，而且熱帶山區植物種類眾多且數量稀少，也使鳥類無法依據植物種類進行覓食(Terborgh 1985)。本研究與上述研究之方法也不盡相同，結果指出競爭互斥只是限制海拔分佈的一小部份原因，其原因可能是鳥類種類遠不如熱帶山區繁多，且各類植群間之種類組成及結構差異大。

除圓柏灌叢外，其他植群所涵蓋之海拔範圍較大，其植群的組成與結構並非一致，隨著海拔遞昇，有明顯的連續性梯度變化，且鳥類之分佈狀況常

伴隨著某些植物種類之分佈。例如研究期間內，冠羽畫眉分佈上限位於鐵杉林內，其密度便與臺灣鵝掌柴(*Schefflera taiwaniana*)之多寡息息相關，沙(1986)亦指出此現象，深山鶯之分佈上限與下限決定於玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)的高度與稀疏程度，灰鶯在其分佈下限只停棲於阿里山榆(*Ulmus uyematsui*)上，火冠戴菊鳥極少出現於森林界線(Timber line)以上。紅頭山雀、青背山雀、白耳畫眉、黃腹琉璃等在闊葉樹上覓食之鳥類，其分佈只限於雲杉林及以下之森林。在上述這些較明顯的植物—鳥類之關係中，植物若不是鳥類之直接食物來源，便是其覓食場所。因此，雖然證據不夠充足，我認為食物供應與利用是造成鳥類海拔分佈之主要機制，鳥類間的互動關係(主要為競爭互斥)並不重要，因而造成鳥類之分佈與植群之組成與結構有著強烈之關連性。

本研究雖然以主成份分析表示鳥類之棲地選擇，但由於本研究只限於成熟林，並不包括次生林，取樣站的選擇又避開多種棲地類型(如與次生林相鄰之生態交會帶、水邊林地等)，許多重要之棲地類型並未涵蓋，對某些鳥種之棲地選擇並不適合(例如栗背林鴿等非森林性鳥類)。而鳥類之密度與棲地因子及植物豐度之間的相關分析可能較適合於偵測鳥類之棲地選擇，然而很多相關現象只是偶然造成，並無生物性的意義(Wiens and Rotenberry 1981; Landres and MacMahon 1983)。若要進行棲地選擇研究，應是在慎選研究空間與時間尺度之後，所得結果較具代表性(Wiens *et al.* 1987)。

四、鳥類生態同功群與資源分配

古典競爭理論認為，利用相同的限制性資源的生物種類無法穩定共存，共存之種類其所利用之資源必不盡相同(Stiling 1992)。Tilman(1982)將資源定義為任何為生物體所消費，當其供給增加時會增加生物之生長速率的物質或因素。依此定義，就鳥類而言，主要是食物與空間二種(Wiens 1984)。Schoener(1974)綜合許多類似研究，認為巨棲地(Macrohabitat)、微棲地(Microhabitat)、食物類別、食物大小、活動時間(Time of day)、活動季節(Time of year)是鑑別種間資源分配的資源空間(Resource dimensions)。

Cody(1974)則認為鳥類最主要的資源空間是棲地形式、覓食高度、覓食場所(Foraging site)及覓食行為(Feeding behavior)。而資源分配大多是依生態同功群來探討。本研究則以食物類別、覓食場所及覓食方式做為資源空間，將鳥類分成十二個生態同功群，生態同功群之間可鑑別其資源分配，生態同功群之內則無法分別。由本研究內不同林相內之鳥類密度及其擁有的生態同功群，可推測各林相所提供的資源不盡相同。闊葉林、針闊葉混合林與雲杉林所提供給鳥類的資源數量較多且多樣化，圓柏灌叢提供的資源種類與數量最少，針葉林蟲類以資源提供較多，果實類資源主要由闊葉林與針闊葉混合林提供。

生態同功群之分類有二種(Terborgh and Robinson 1986)：一是依據某些標準，按不同層次，將生物種主觀分類(e.g., 翟 1977)，二是測量生物種之資源空間，以多變值分析(e.g., Cluster analysis, PCA, Canonical correlation, Discriminant function analysis)決定。本研究是採用後者，但因人力及時間不足，許多資料採用翟(1977)發表之資料，加以量化。較佳之做法應是進行實地之行為觀察，據此分類生態同功群。如此不僅結果更為詳實，且可了解生態同功群之內的資源分配。然而臺灣的山區狀況及某些鳥類之隱蔽習性(例如小翼鶇及鱗胸鶇鶇)，則是先必須克服之難題。

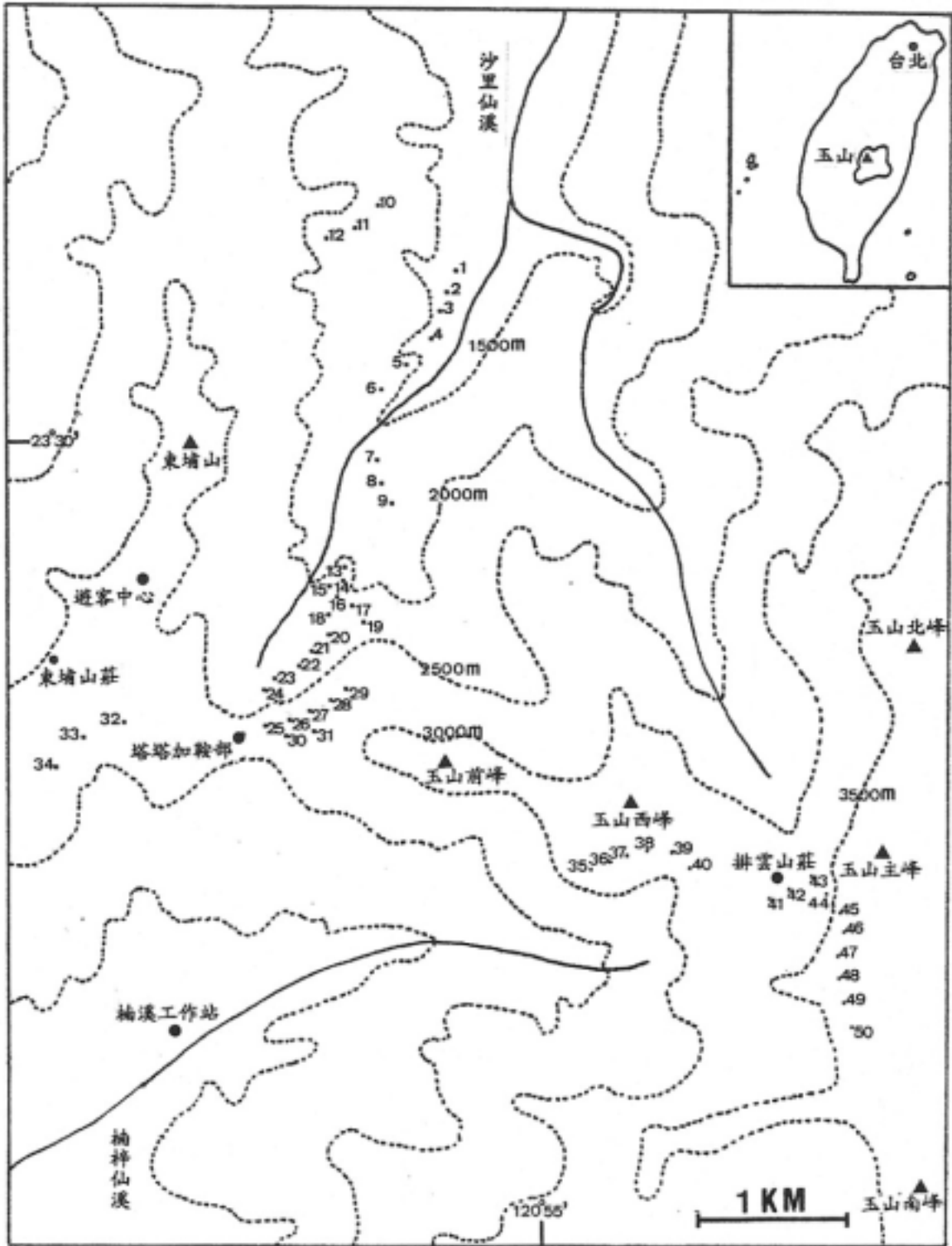


圖 1. 取樣站之位置

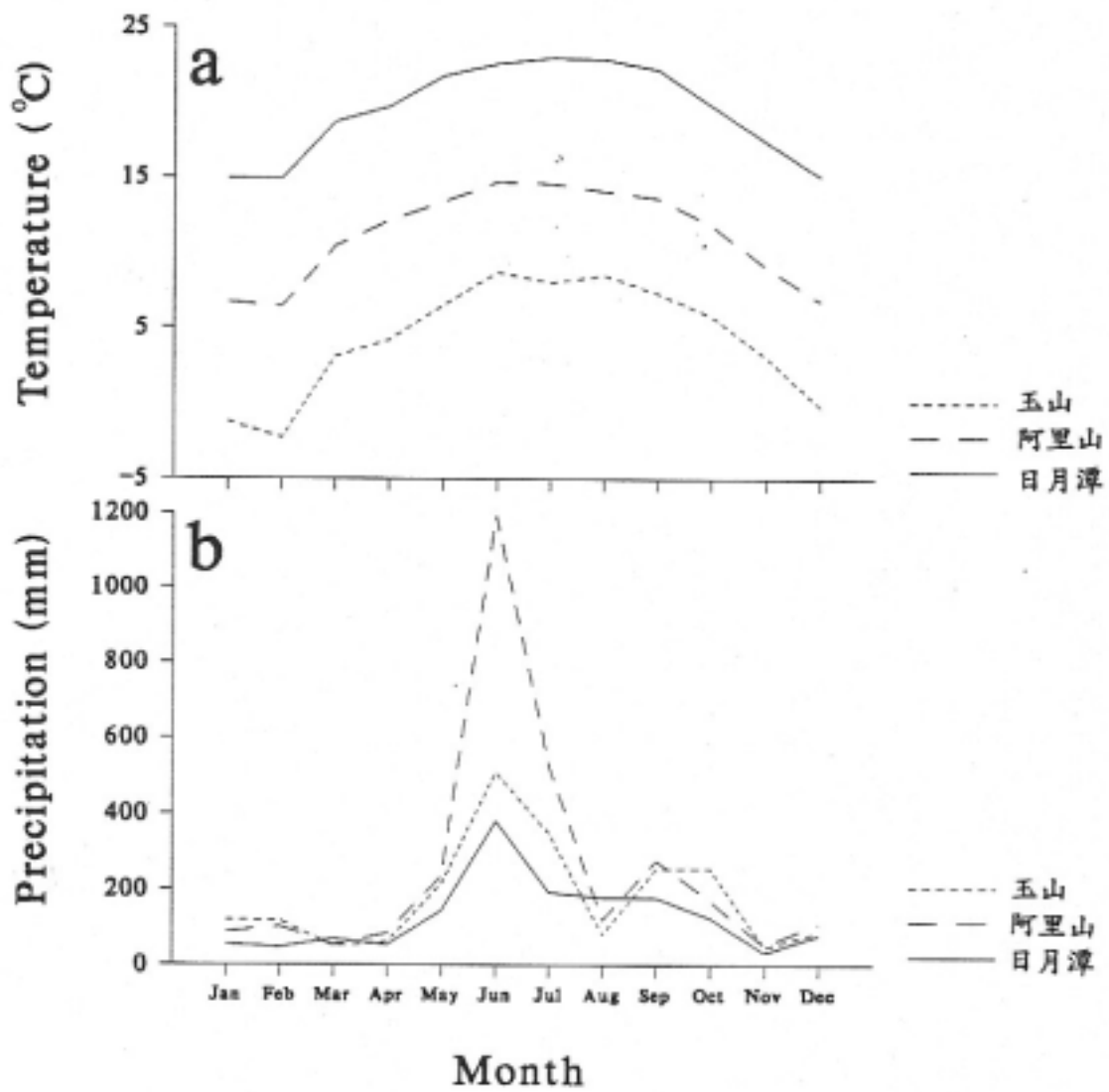


圖 2. 研究區域內三氣象測候所之氣候資料, a:月均溫資料, b:月總雨量資料

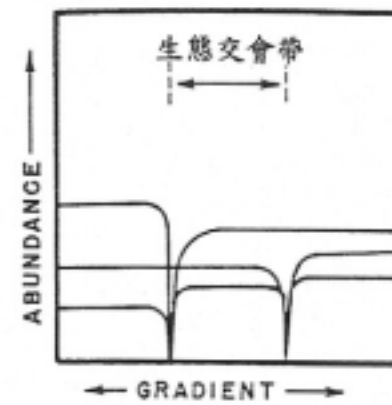
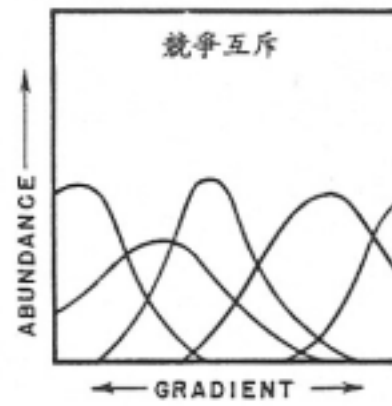
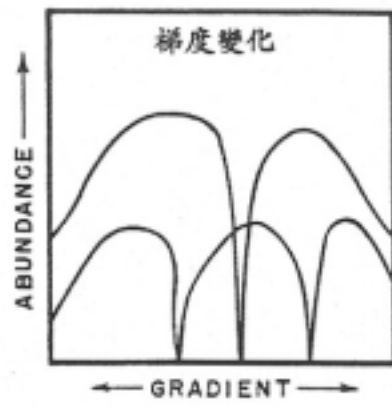


圖 3. 三種解釋鳥類海拔分佈模式之理想豐度分佈曲線 Terborgh(1971)

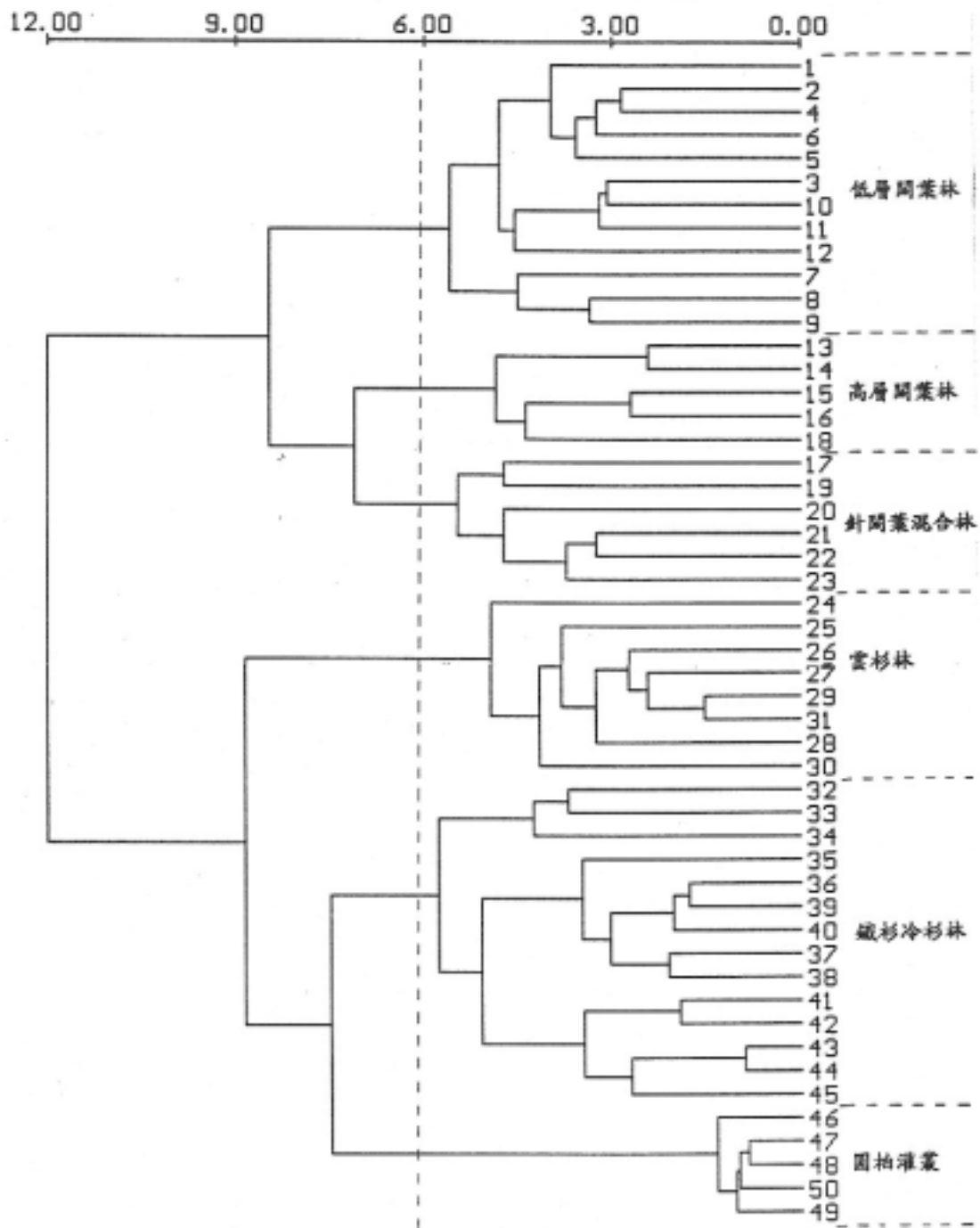


圖 4. 各取樣站鳥類組成之群集分析

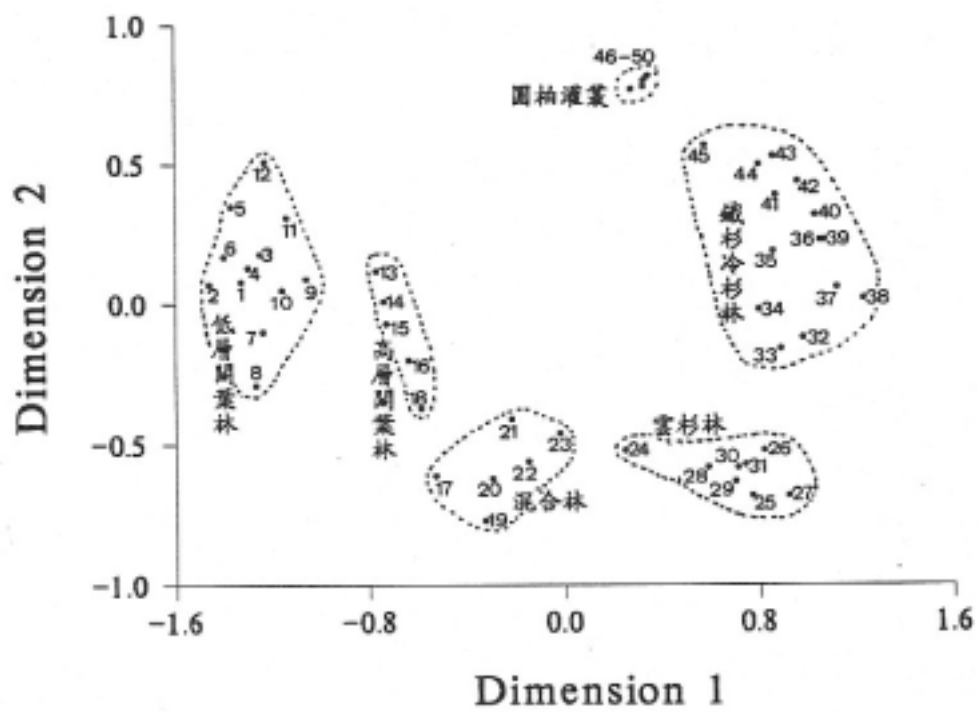


圖 5. 各取樣站依多元尺度法分類所得之群集

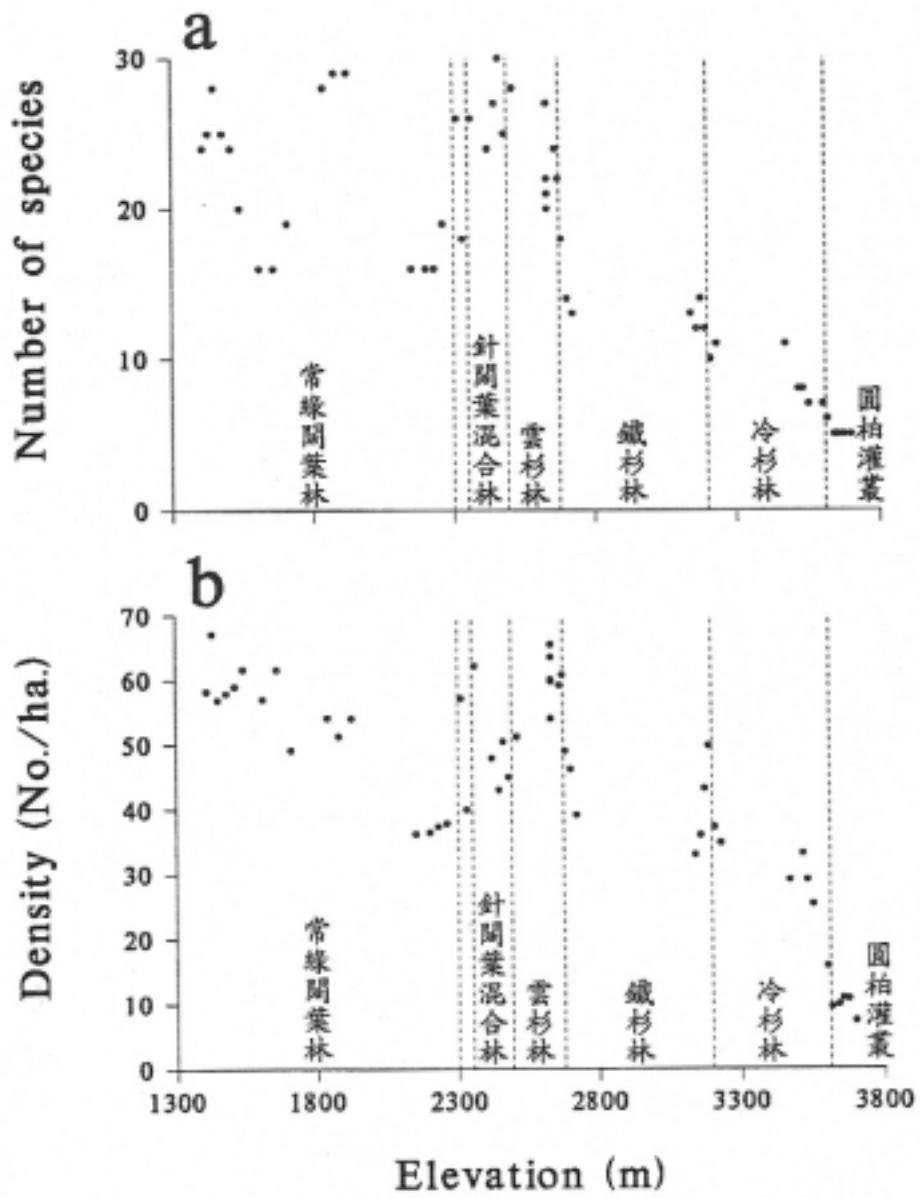


圖 6. 沿海拔梯度之鳥類群聚介量變化

a: 鳥類種數, b: 鳥類總密度

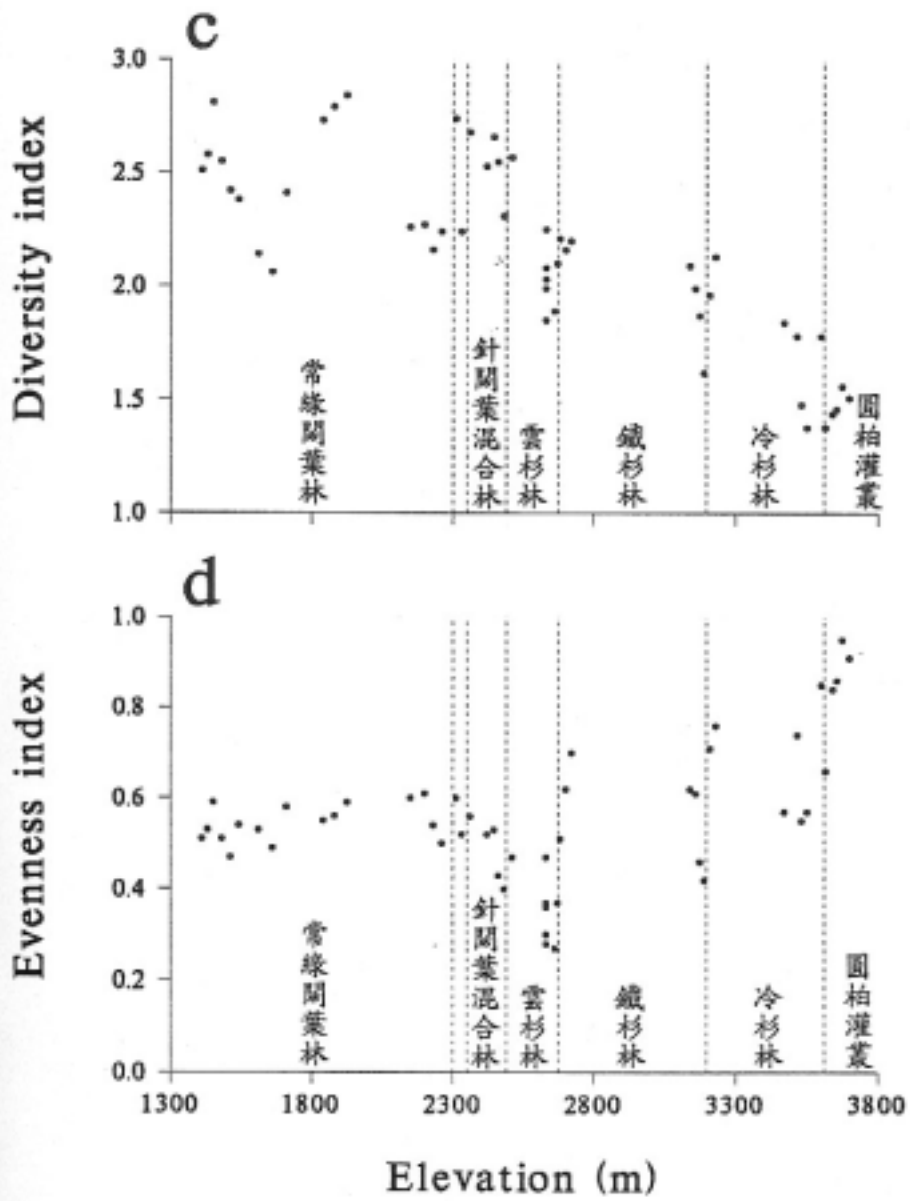


圖 6(續). 沿海拔梯度之鳥類群聚介量變化
 c: 多樣性指標, d: 均勻度指標

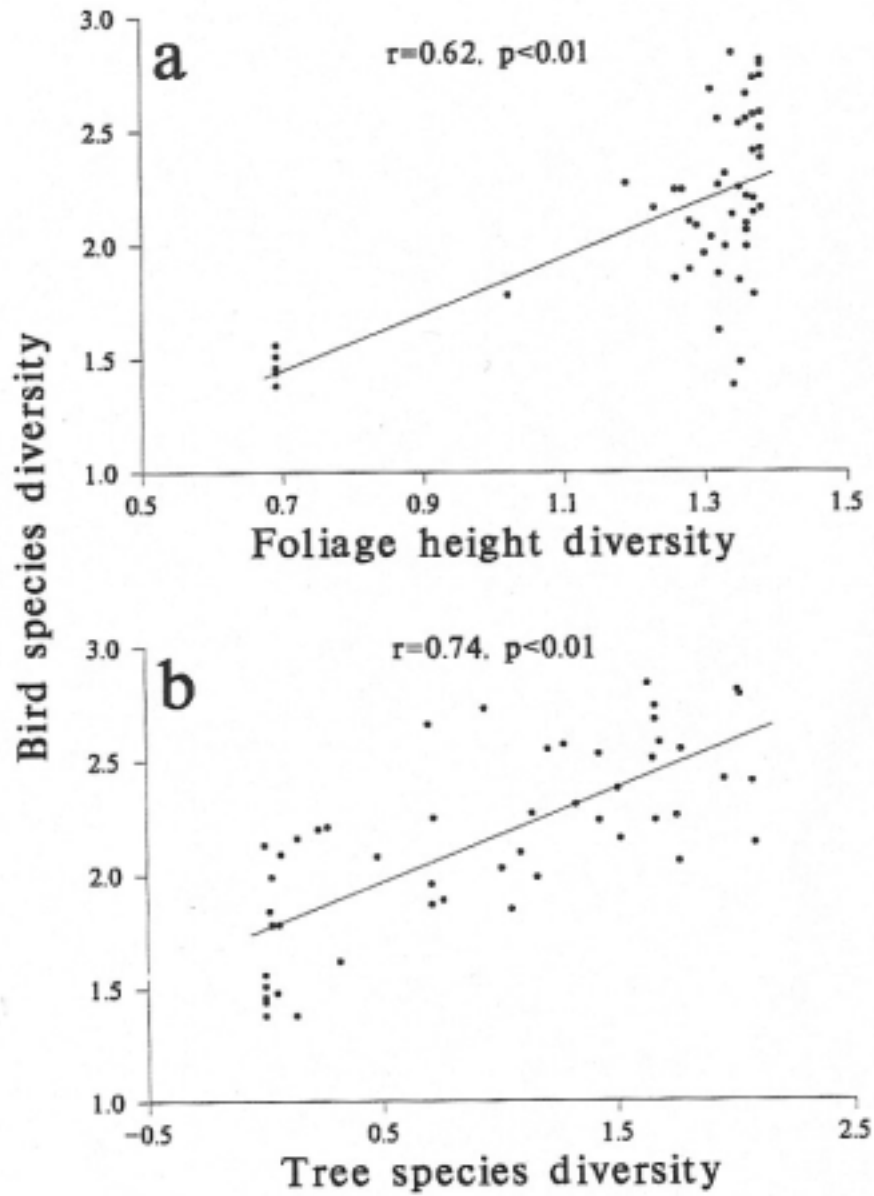


圖 7. a: 鳥類種類多樣性指標與高度層葉量多樣性指標間關係

b: 鳥類種類多樣性指標與喬木種類多樣性指標間關係

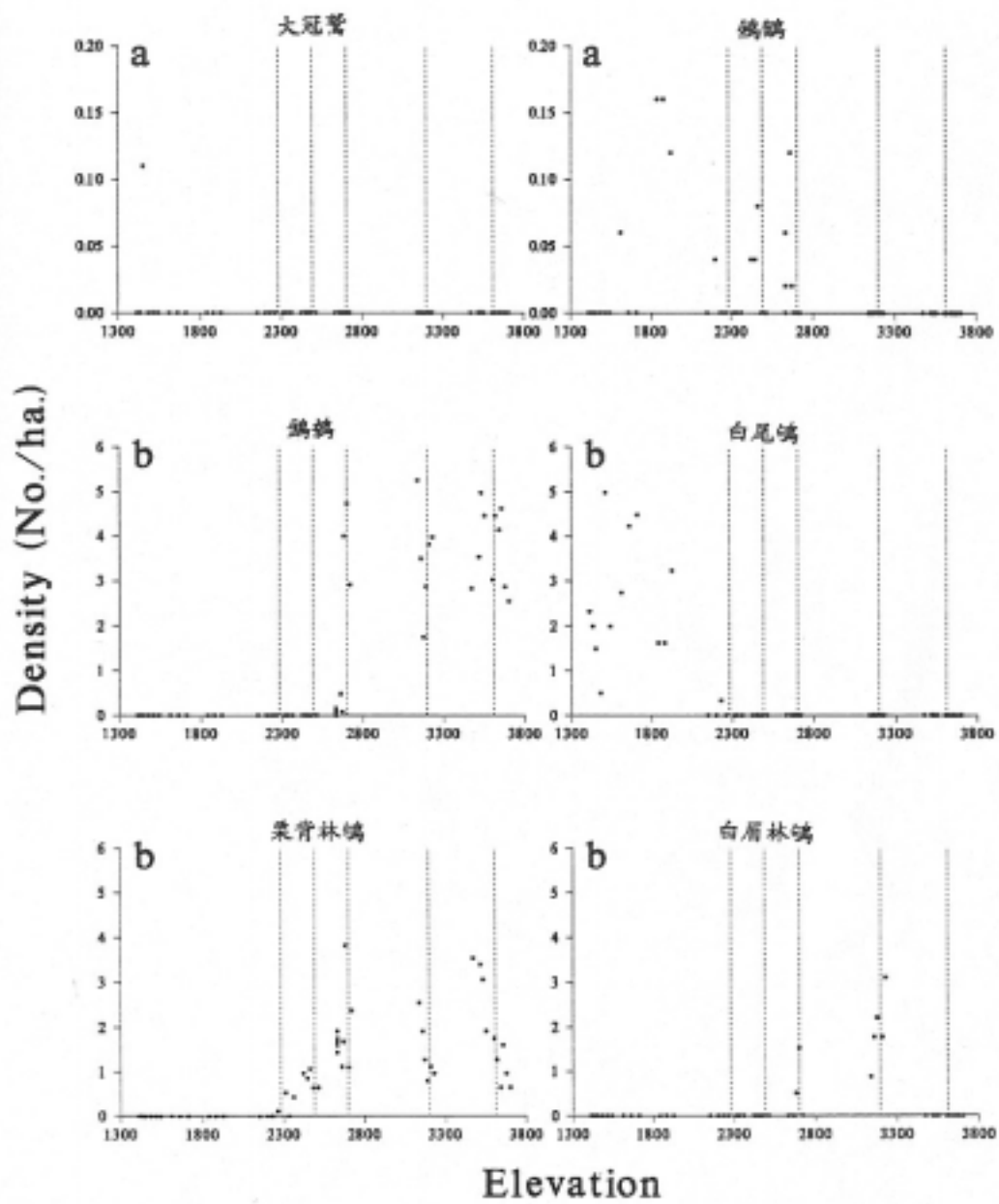


圖 9. 各鳥類之海拔分佈，a:肉食性猛禽，b:地面蟲食者

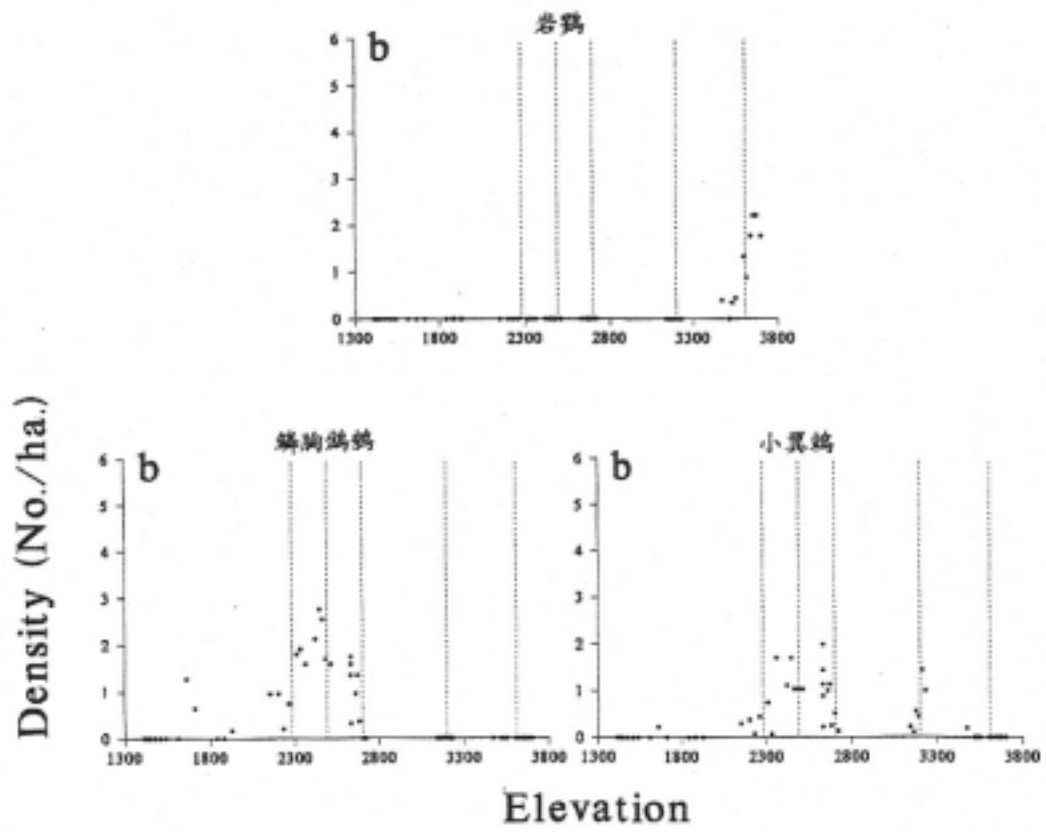


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，b:地面蟲食者

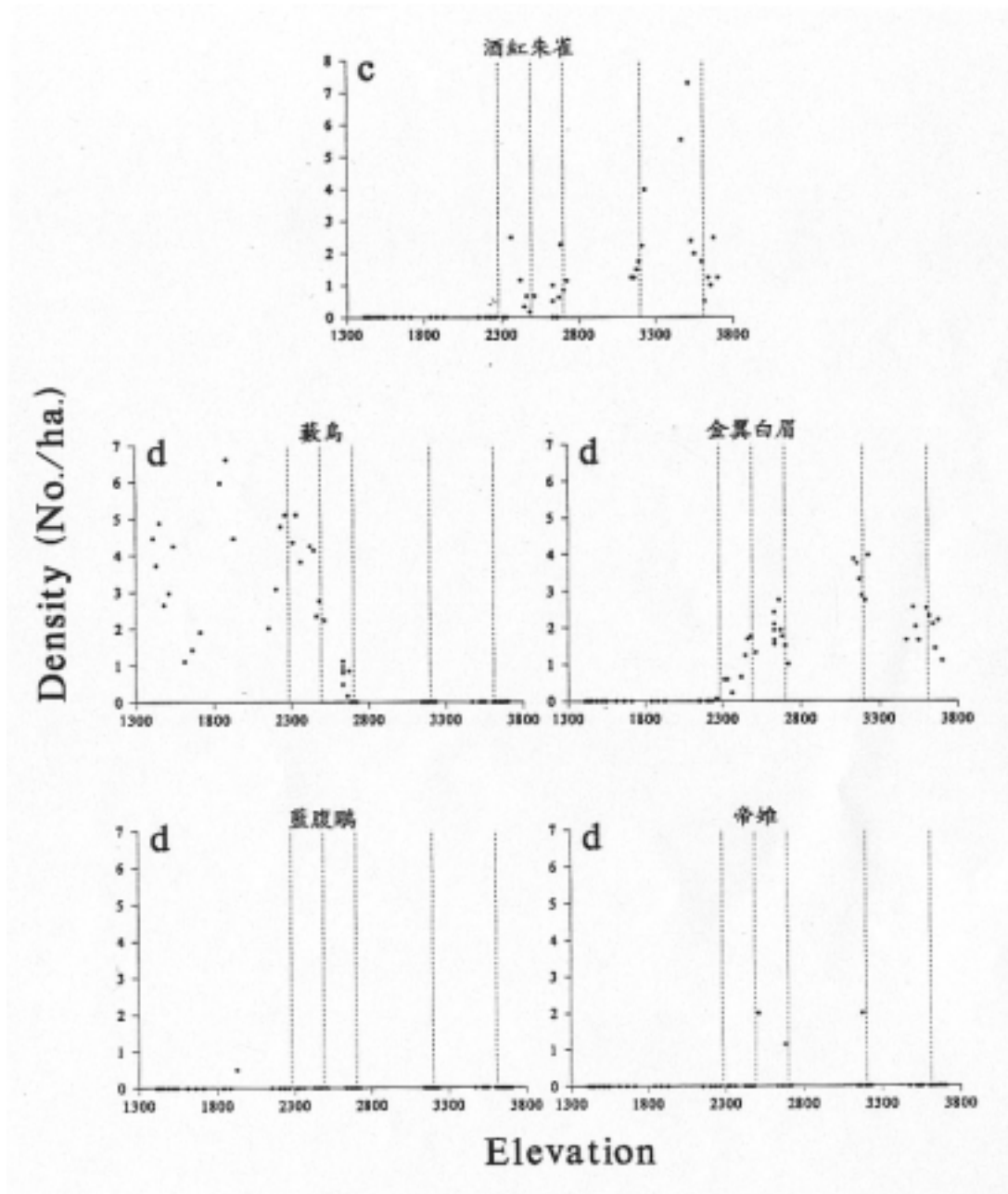


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，c:地面種食者，d:地面雜食者

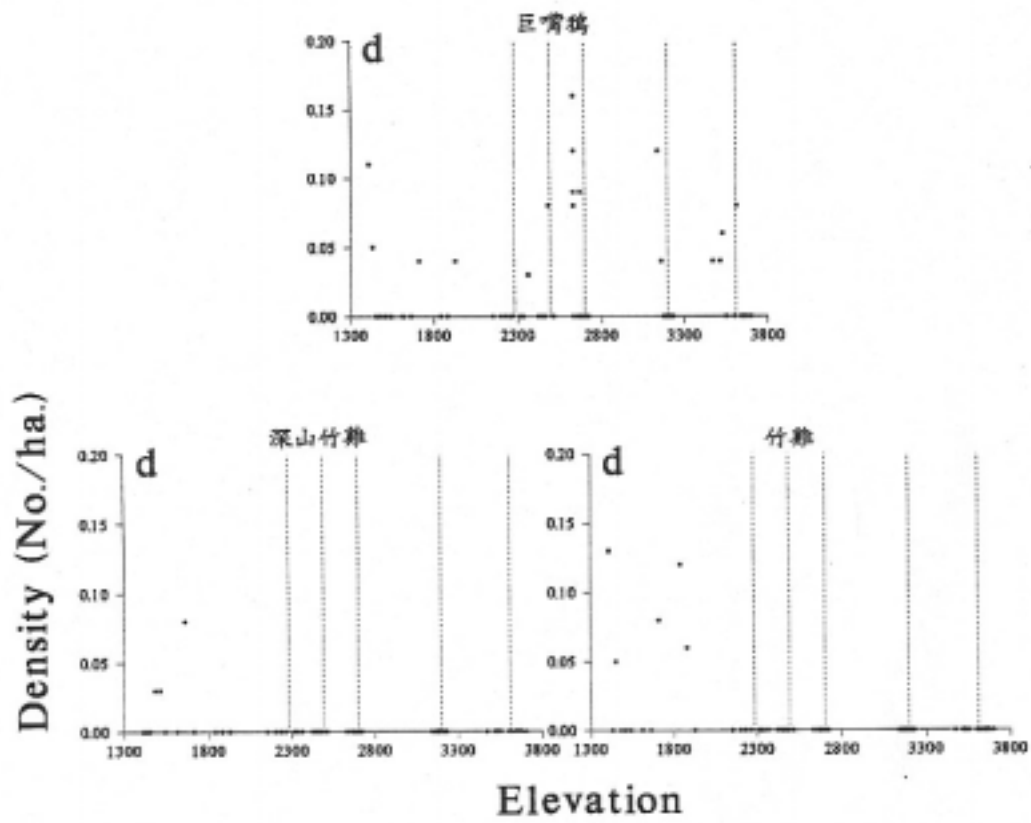


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，d:地面雜食者

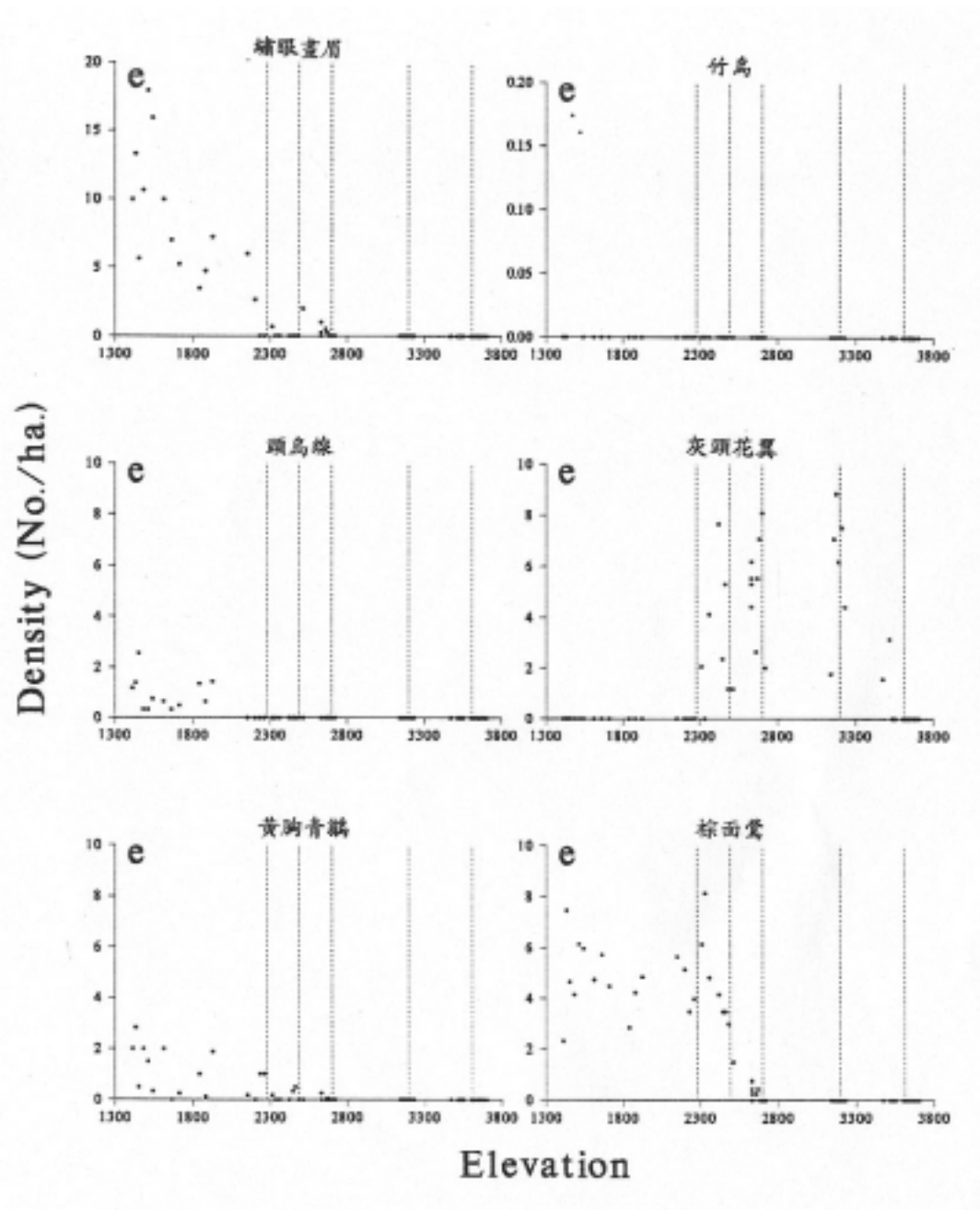


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，e: 灌叢蟲食者

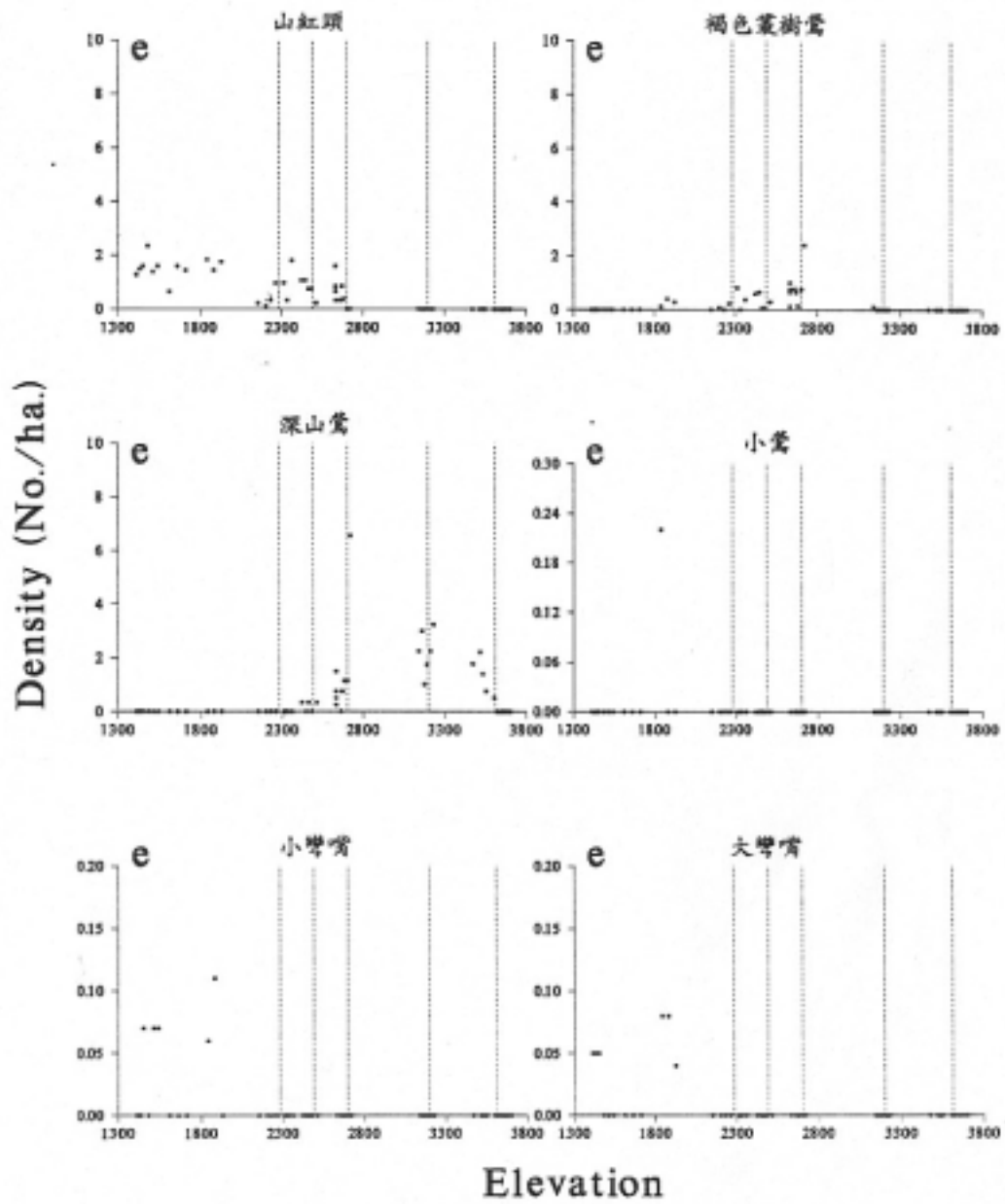


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，e:灌叢蟲食者

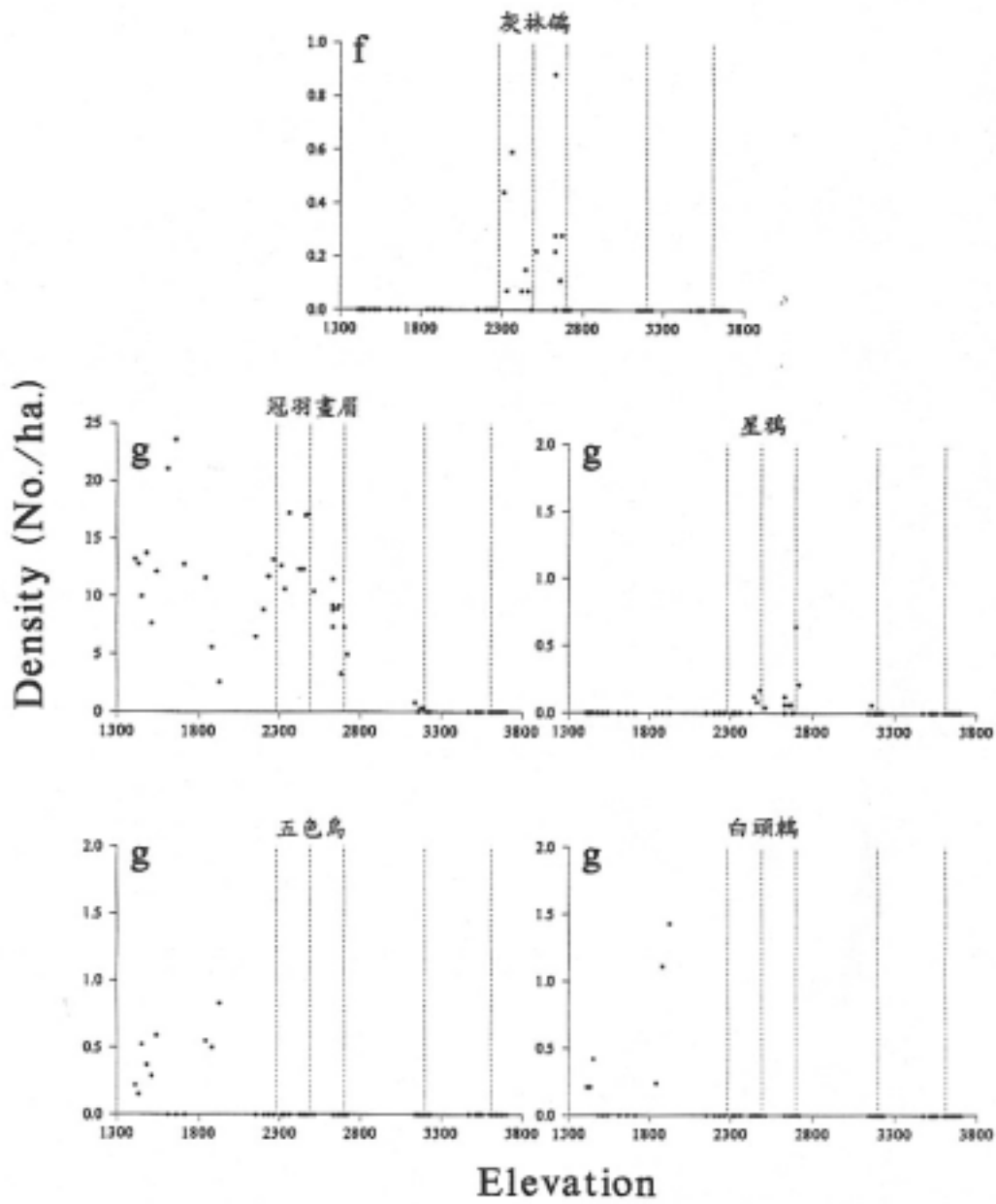


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈, f: 樹木果食者, g: 樹木雜食者

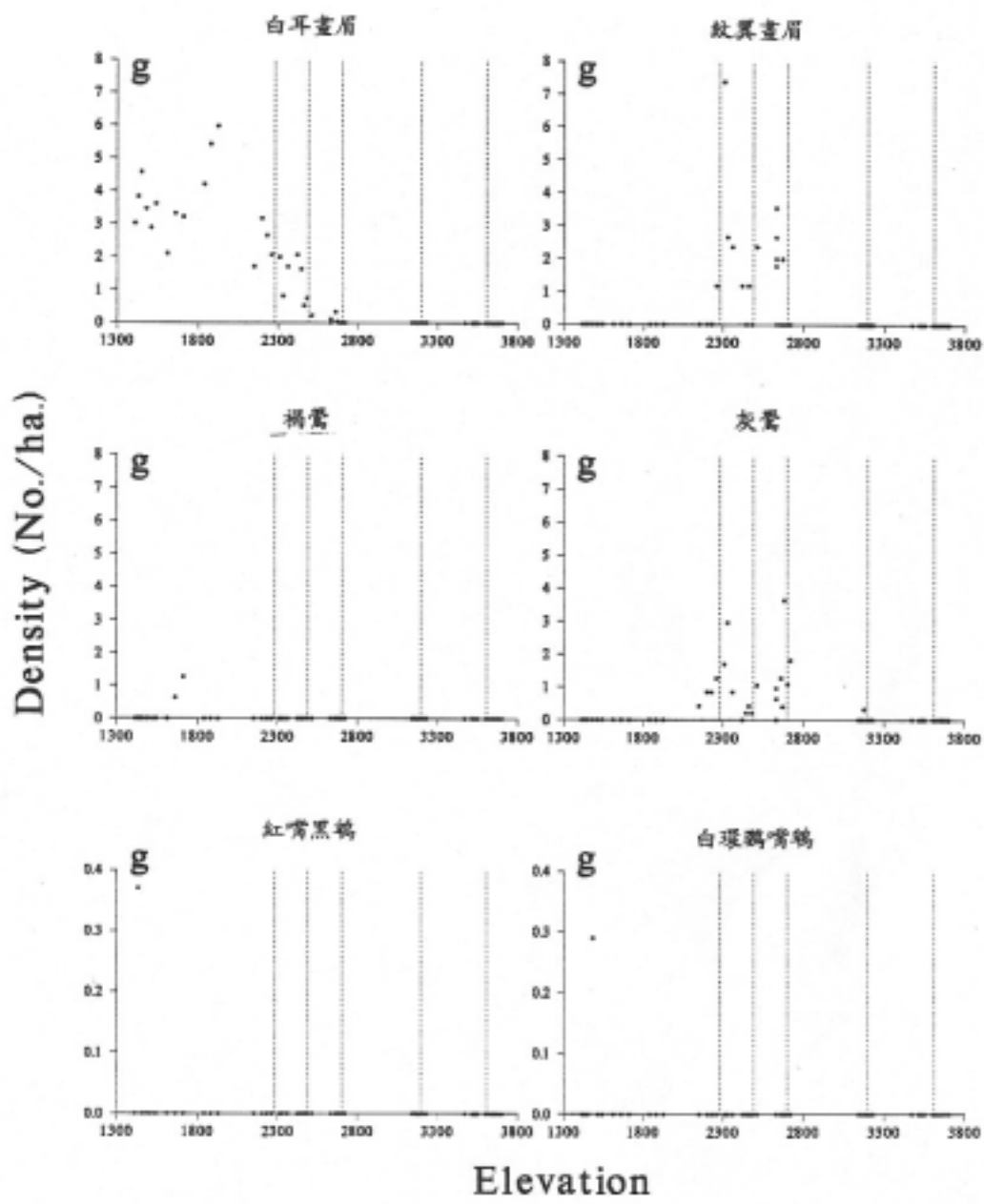


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，g:樹木雜食者

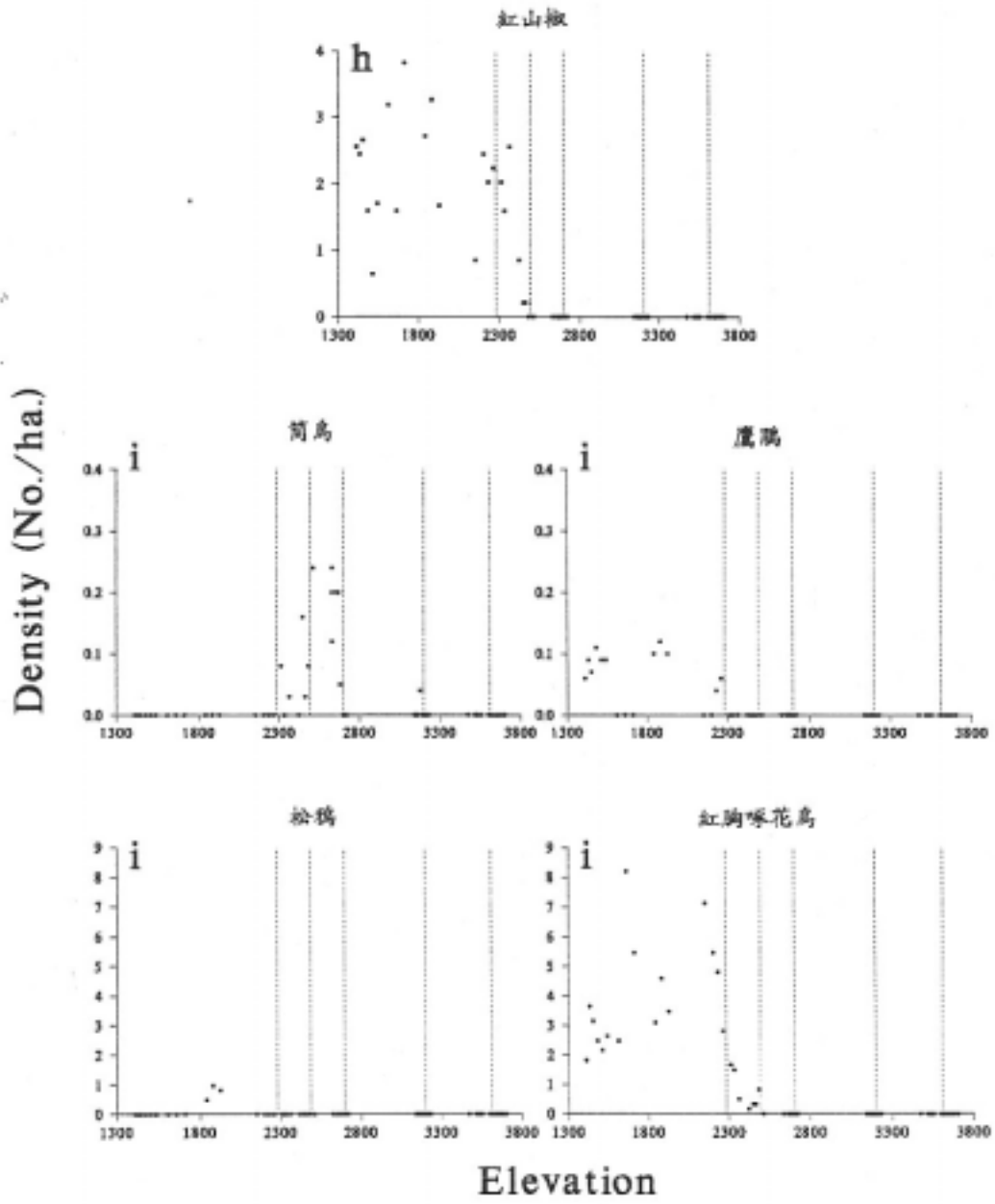


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，h:樹木飛啄者，i:樹木蟲食者

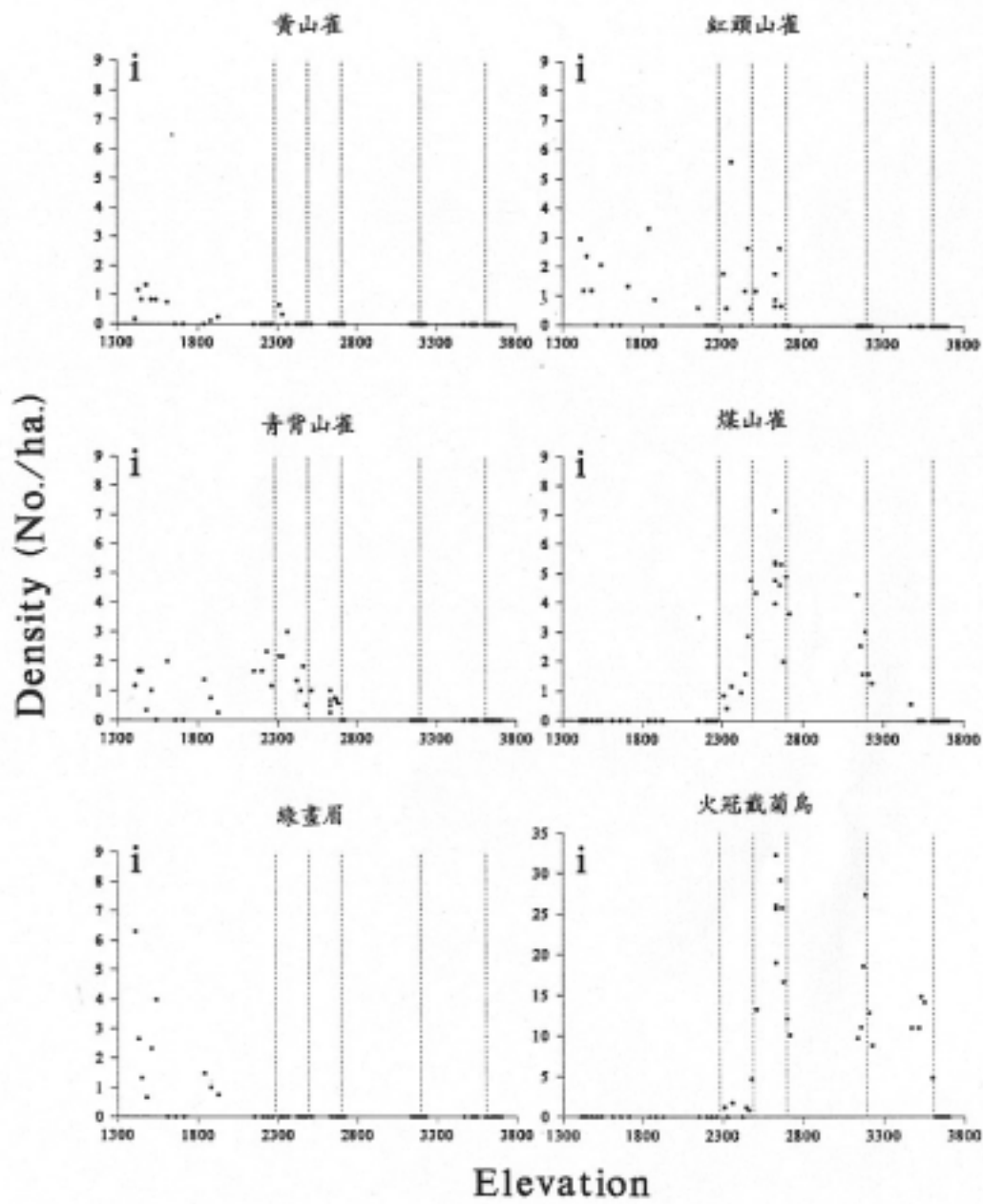


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈，i:樹木蟲食者

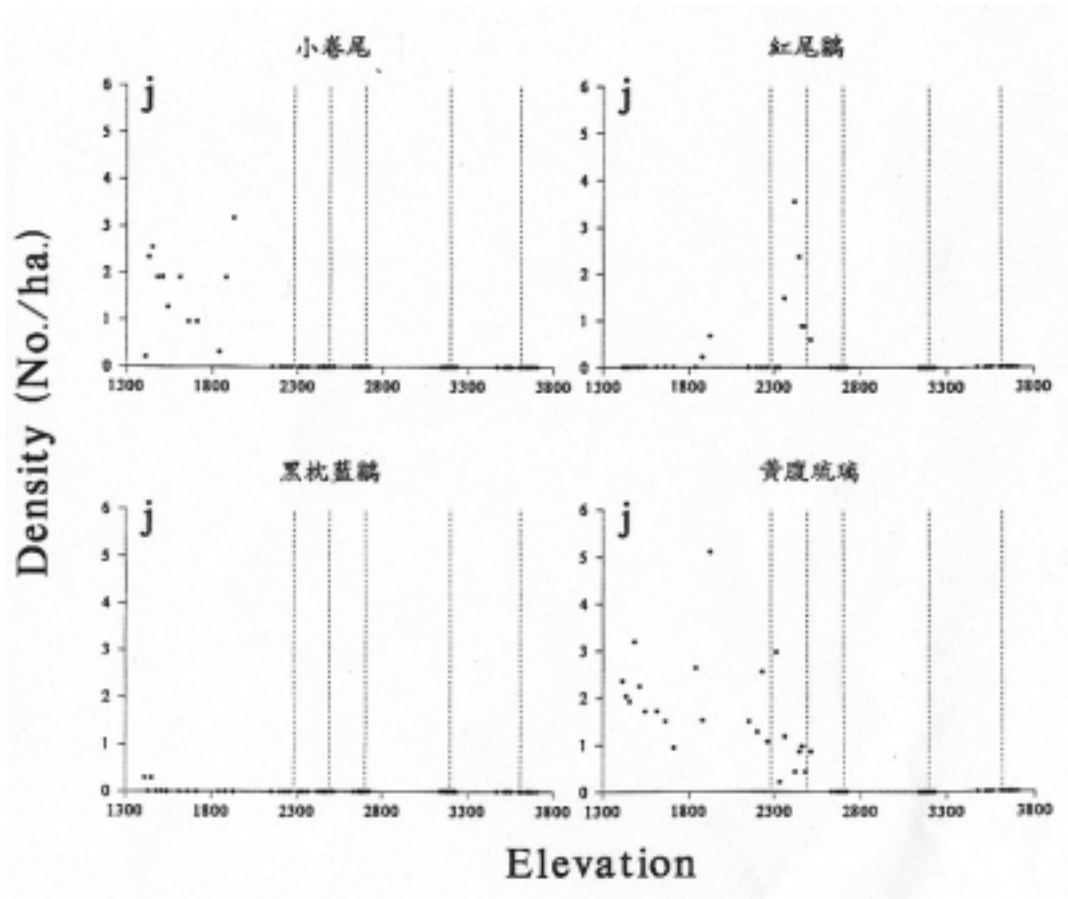


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈, j: 空中飛擊者

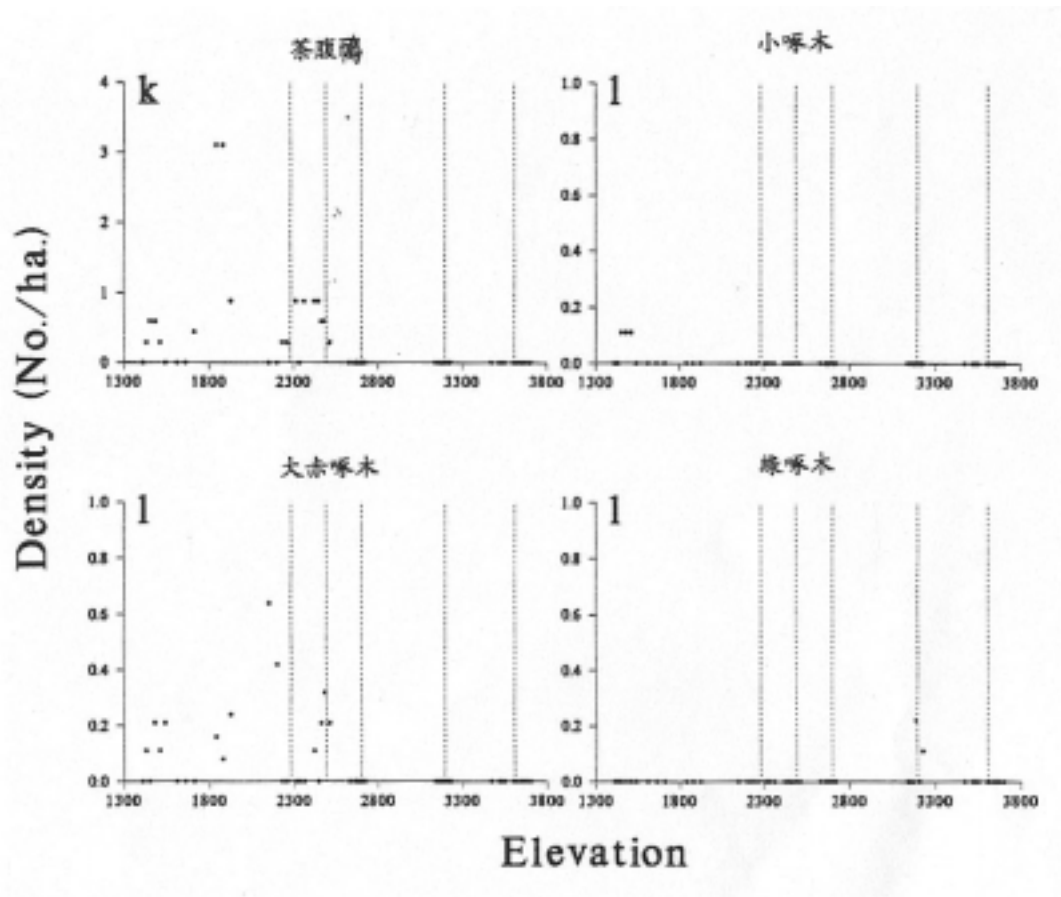


圖 9(續). 各鳥類之海拔分佈, k:樹幹覓啄者, l:樹幹啄木者

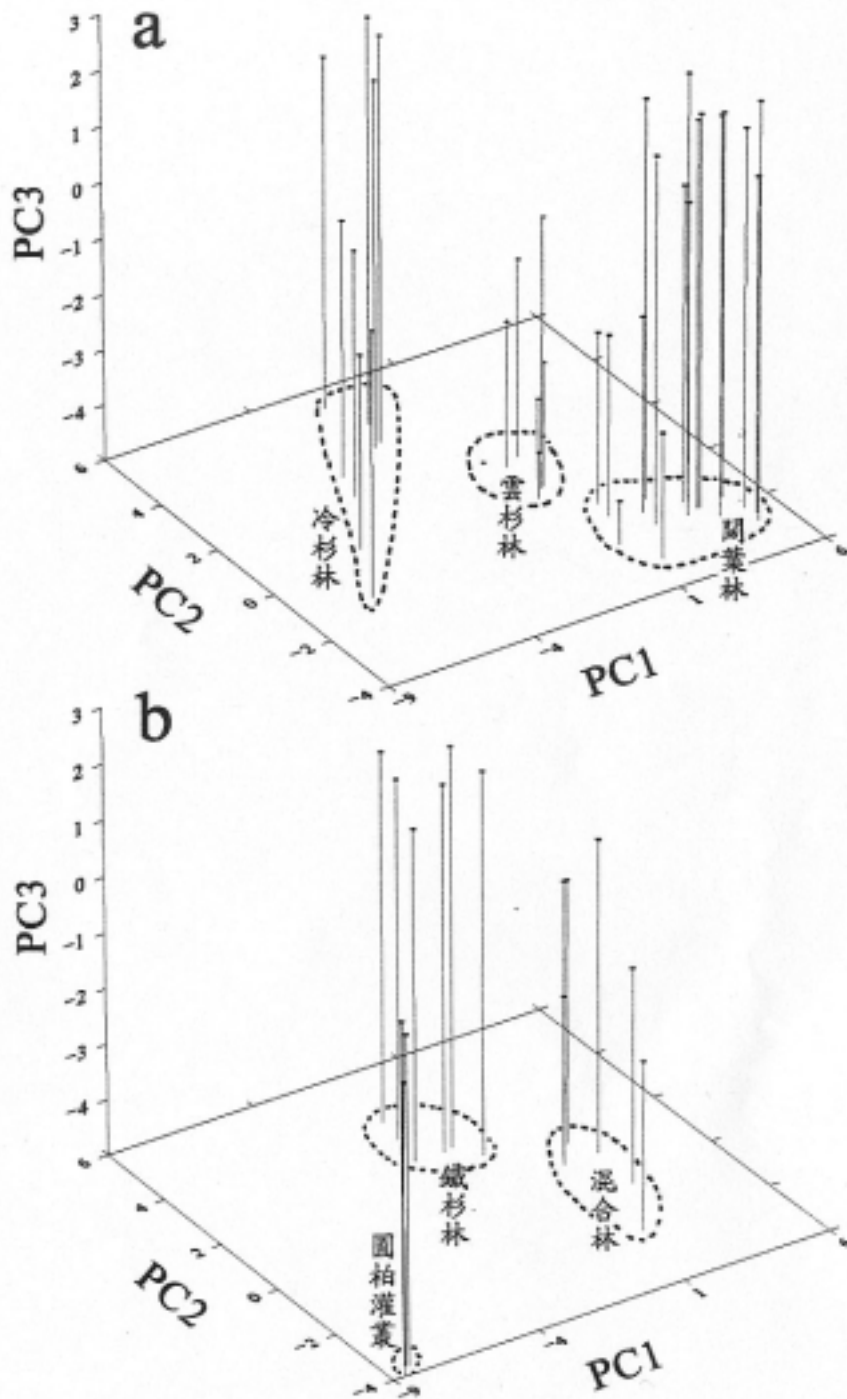


圖 10. 各取樣站在主成份空間上之分佈
 a: 常綠闊葉林、雲杉林及冷杉林
 b: 針闊葉混合林、鐵杉林及圓柏灌叢

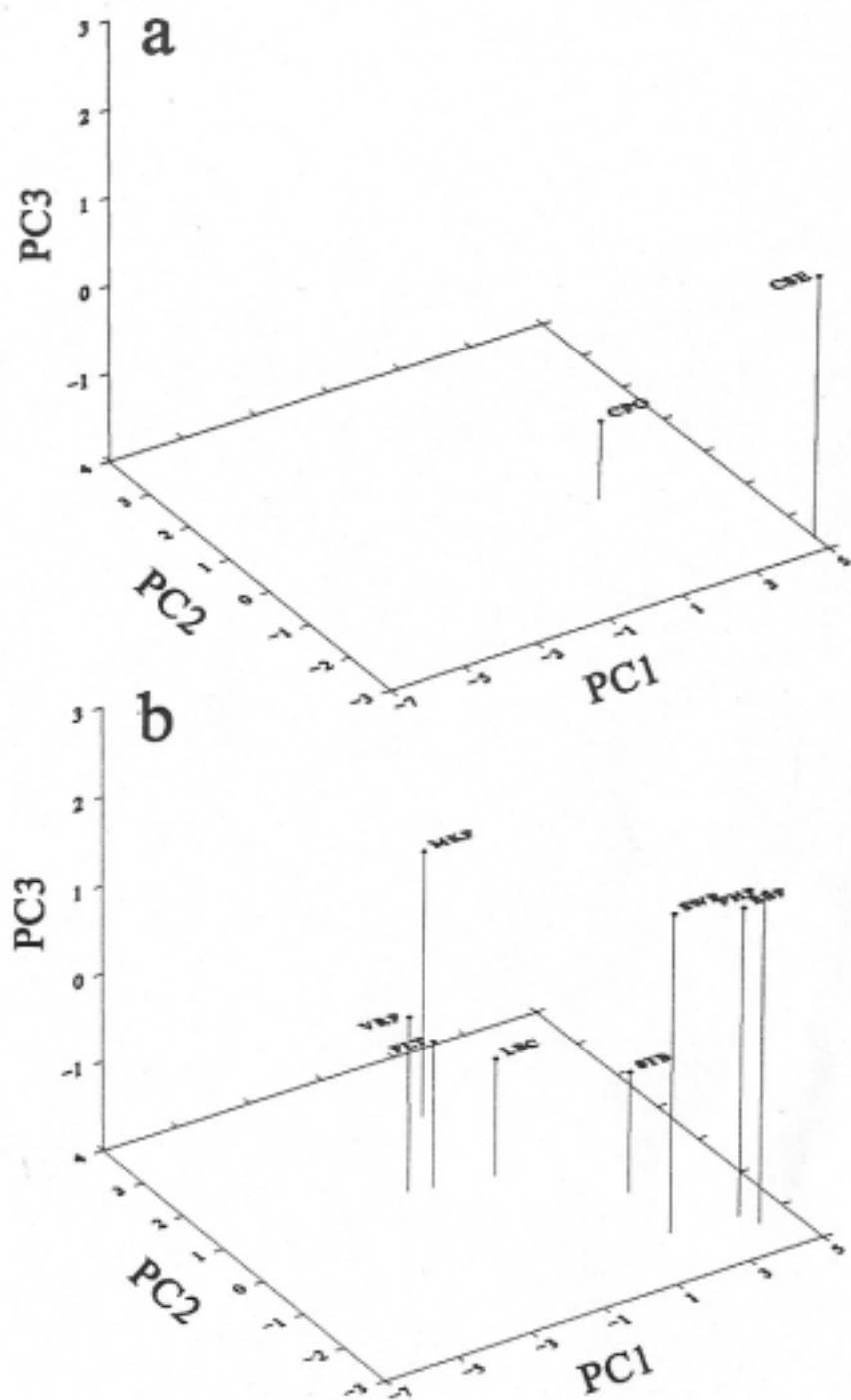


圖 10. 各鳥種在主成份空間上之分佈

a: 肉食性猛禽, b: 地面種食者及地面雜食者

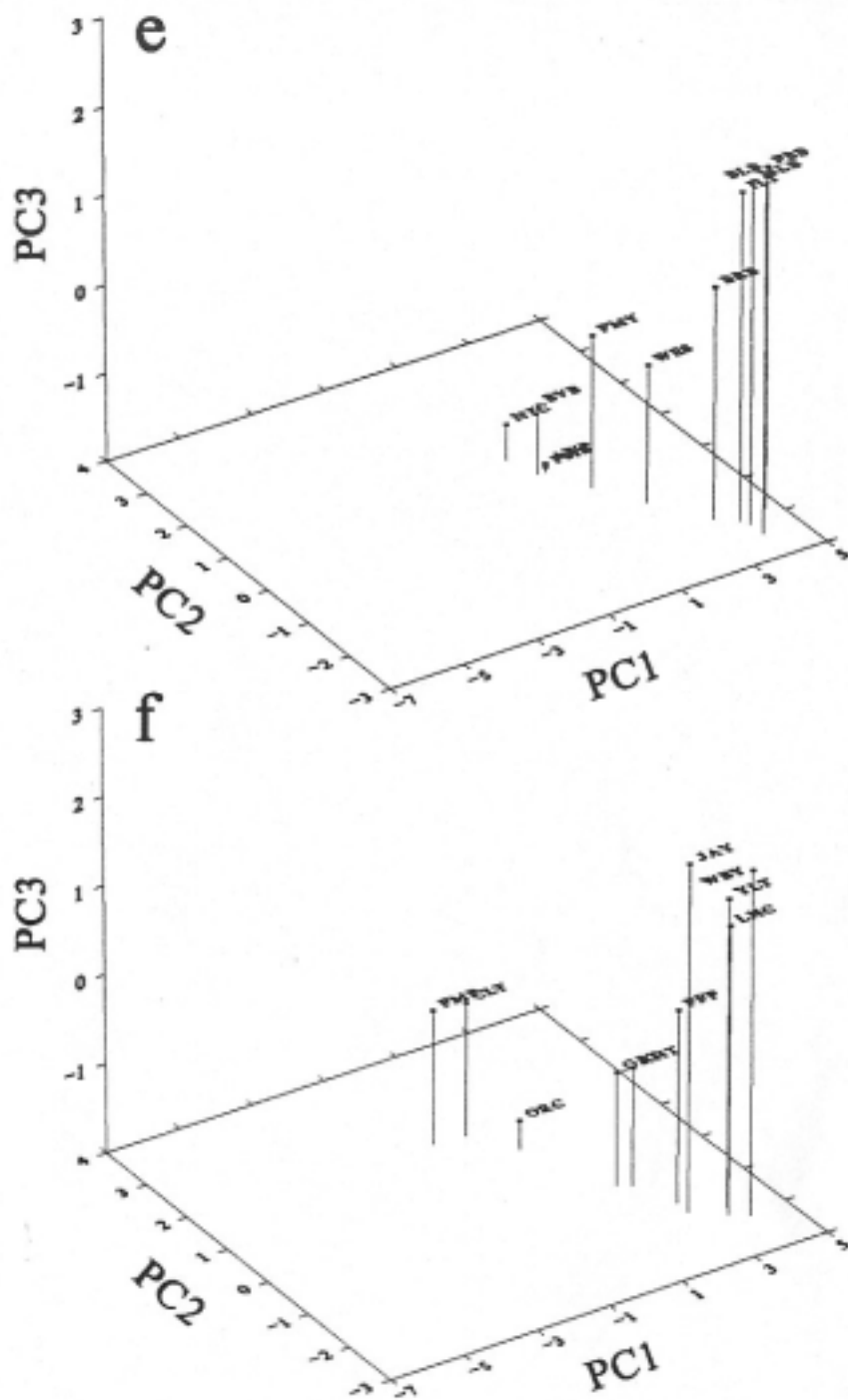


圖 10(續). 各鳥種在主成份空間上之分佈

e: 樹木果食者及樹木雜食者, f: 樹木蟲食者

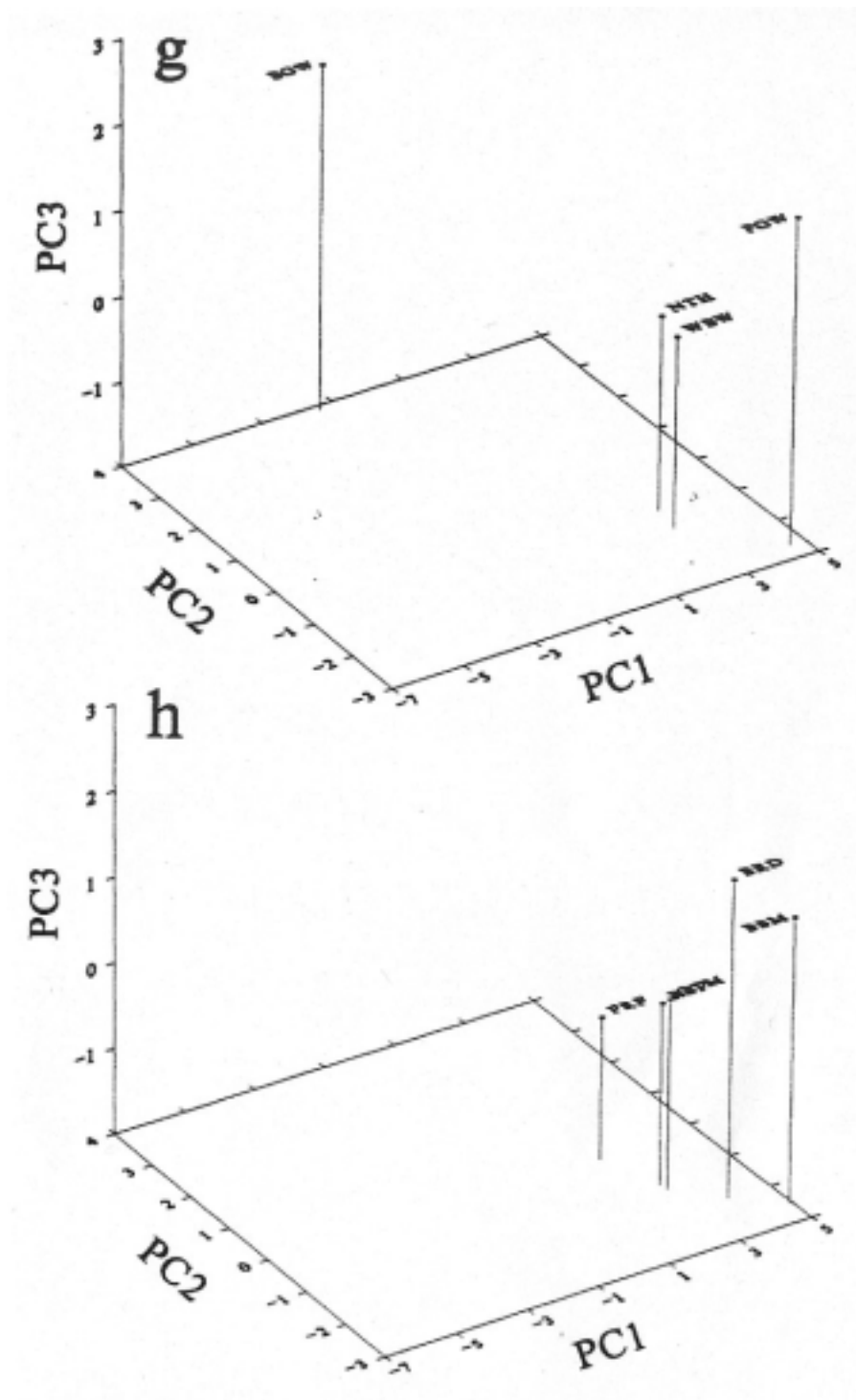


圖 10(續). 各鳥種在主成份空間上之分佈

g: 樹幹覓啄者及樹幹皮鑽者, h: 空中飛擊者及樹木飛啄者

表 1. 研究區域內各植群的海拔範圍與其對應之植群帶與氣候帶(Su 1984; 郭 1989, 1990)

植群帶	相當氣候帶	年均溫(°C)	主要植物群落	海拔高度範圍(公尺)
高山植群帶	亞寒帶	< 5	高山礫原 圓柏灌叢	3800-3952 3600-3800
冷杉林帶	冷溫帶	5-8	冷杉林	3100-3600
鐵杉雲杉林帶	涼溫帶	8-11	鐵杉林 雲杉林	2700-3100 2500-2700
上層櫟林帶	溫帶	11-14	針闊混合林 常綠闊葉林	2300-2500 2000-2300
下層櫟林帶	暖溫帶	14-17	常綠闊葉林	1500-2000
楠櫟林帶	亞熱帶	17-23	常綠闊葉林	500-1500

表 2. 各取樣站所量取之環境因子

環境因子	代碼	量取範圍	
		最小值	最大值
非生物性環境因子			
1. 海拔高度(m)	ELE	1410	3700
2. 方位	ASP	1	8
3. 坡度(°)	SLP	5	55
4. 曝照度	EXP	2	8
垂直性植群結構因子			
5. 樹冠層高度(m)	CH	2	40
6. 裸露植覆蓋度	GC	0.0	0.3
7. 草本植物覆蓋度	HC	0.1	1.0
8. 灌木覆蓋度	SC	0.1	0.9
9. 第二層喬木覆蓋度	T2C	0.0	0.7
10. 第一層喬木覆蓋度	T1C	0.0	0.9
11. 0-0.6 公尺闊葉覆蓋度	BFC4	0.2	1.0
12. 0.9-1.8 公尺闊葉覆蓋度	BFC3	0.1	0.9
13. 3-6 公尺闊葉覆蓋度	BFC2	0.0	0.8
14. 10-15 公尺闊葉覆蓋度	BFC1	0.0	0.8
15. 0-0.6 公尺針葉覆蓋度	CFC4	0.0	0.5
16. 0.9-1.8 公尺針葉覆蓋度	CFC3	0.0	0.4
17. 3-6 公尺針葉覆蓋度	CFC2	0.0	0.4
18. 10-15 公尺針葉覆蓋度	CFC1	0.0	0.8
19. 0-0.6 公尺樹葉總覆蓋度	TFC4	0.3	1.0
20. 0.9-1.8 公尺樹葉總覆蓋度	TFC3	0.2	0.9
21. 3-6 公尺樹葉總覆蓋度	TFC2	0.0	1.0
22. 10-15 公尺樹葉總覆蓋度	TFC1	0.0	0.9
23. 樹葉總覆蓋度	TFV	12	31
24. 高度層葉量歧異度	FHD	0.69	1.38
平面性植群結構因子			
25. 針葉比率	CP	0.00	0.84
26. 喬木密度(No./ha.)	TD	0	3567
27. 喬木平均胸高直徑(m)	MDB	0.00	52.07
28. 喬木胸高直徑之標準偏差(m)	SDDB	0.00	39.29
29. 喬木胸高斷面積總和(m ² /ha.)	TBA	0.0	117.8
30. 喬木樹種歧異度	TSD	0.00	2.09

表 3. 各類植群棲地因子之平均值，各棲地因子在不同植群間有顯著差異(ANOVA, $p < 0.05$)，棲地因子之代碼及單位參見表 2

棲地因子	常綠闊葉林	針闊葉混合林	雲杉林	鐵杉林	冷杉林	圓柏灌叢
非生物性因子						
ELE	1800a	2410b	2622c	2932d	3405d	3658e
ASP	6.29a	6.00ab	5.50ab	4.67b	1.25c	2.00c
SLP	25.7a	34.3ab	34.6ab	39.6b	44.5b	45.0b
EXP	4.12a	4.33ab	5.75c	5.67bc	7.00cd	8.00cd
垂直性植群結構因子						
CH	24.0a	25.0a	38.1b	15.0c	16.6c	2.0d
GC	0.00a	0.00a	0.00a	0.12b	0.14b	0.30c
HC	0.86a	0.93a	0.93a	0.10c	0.13bc	0.20b
SC	0.60ab	0.45bc	0.33c	0.78a	0.69a	0.68a
T2C	0.51a	0.43a	0.38ab	0.27bc	0.14cd	0.00d
T1C	0.73a	0.67ab	0.70a	0.68a	0.56b	0.00c
CFC4	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a	1.50b	3.80c
CFC3	0.06a	0.00a	0.13a	0.00a	1.75b	4.00c
CFC2	0.12a	1.17b	1.63b	3.00c	3.88d	0.00a
CFC1	0.35a	2.83b	7.13c	7.00c	5.25d	0.00a
BFC4	7.82a	8.00a	6.50a	8.50a	7.25a	2.80b
BFC3	5.82ab	4.83bc	3.00c	8.00a	4.75bc	2.80c
BFC2	5.18a	4.50a	3.00b	1.67b	0.00c	0.00c
BFC1	7.00a	4.83b	0.63c	0.17c	0.00c	0.00c
TFC4	7.82ab	8.00a	6.50b	8.50a	8.75a	6.60b
TFC3	5.88ab	4.83bc	3.12c	8.00a	6.50ab	6.80ab
TFC2	5.29ab	5.67a	4.63ab	4.67ab	3.88b	0.00c
TFC1	7.35a	7.67a	7.75a	7.17a	5.25b	0.00c
TFV	26.4ab	26.2ab	22.0b	28.3a	24.4ab	13.4c
FHD	1.34a	1.34a	1.31a	1.36a	1.30a	0.69b
水平性植群結構因子						
CP	0.02a	0.15b	0.41c	0.35c	0.54d	0.58d
TD	1824a	1018b	1030b	684bc	517c	0d
MDB	11.5a	23.4b	21.0b	25.7b	34.8c	0.00d
Sddb	15.5a	22.7bc	25.2b	19.7abc	18.6ac	0.0d
TBA	50.8a	83.4b	83.1b	57.0a	61.5ab	0.0c
TSD	1.69a	1.34b	0.94c	0.24d	0.17d	0.00d

註: 同一棲地因子內，具有同一字母者表示其平均值無顯著差異(Duncan's Multiple Range Test)

表 4 各類森林內鳥類平均密度(No./ha.)

鳥名	常綠闊葉林	針闊葉混合林	雲杉林	鐵杉林	冷杉林	圓柏灌叢
白尾鷓鴣	1.85					
綠畫眉	1.20					
小卷尾	1.14					
頭鳥線	0.67					
竹鳥	0.43					
五色鳥	0.24					
白頭鸚鵡	0.21					
松鴉	0.13					
褐鷺	0.11					
鷹鵝	0.05					
竹雞	0.03					
藍腹鵝	0.03					
黑枕藍鵲	0.03					
小啄木	0.02					
大彎嘴	0.02					
小彎嘴	0.02					
紅嘴黑鵲	0.02					
白環鵲	0.02					
大冠鵲	0.01					
深山竹雞	0.01					
小鶯	0.01					
紅胸啄花鳥	3.82	0.64				
紅山椒	2.17	0.97				
黃山雀	0.39	0.11				
繡眼畫眉	7.03	0.11	0.50			
棕面鷺	4.94	4.18	0.55			
數鳥	3.79	3.61	0.93			
白耳畫眉	3.29	1.44	0.09			
黃腹琉璃	1.96	1.13	0.11			
黃胸青鵲	0.97	0.17	0.04			
紅頭山雀	0.97	1.97	0.98			
茶腹黑鵲	0.58	0.78	0.04			
紋翼畫眉	0.23	2.02	1.79			
大赤啄木	0.13	0.11	0.03			
紅尾鵲	0.05	1.52	0.07			
鵲	0.03	0.03	0.03			
灰林鵲	0.01	0.22	0.25			
山紅頭	1.19	1.06	0.70	0.06		
青背山雀	1.13	1.63	0.73	0.10		
鱗胸鵲	0.40	2.09	1.33	0.06		
灰鷺	0.37	0.57	0.54	1.15		
褐色叢樹鷺	0.06	0.43	0.61	0.57		
冠羽畫眉	11.59	14.76	9.28	2.77	0.04	
小翼鵲	0.09	1.22	1.10	0.30	0.39	
煤山雀	0.02	2.04	5.12	3.17	0.81	
金翼白眉	0.04	1.03	1.96	2.54	2.51	1.84
栗背林鵲	0.01	0.74	1.47	2.17	2.07	1.02
巨嘴鵲	0.01	0.02	0.07	0.03	0.02	0.02
筒鳥		0.06	0.21	0.02		
星鵲		0.06	0.06	0.15		
深山鷺		0.11	0.60	2.51	1.73	
火冠戴菊鳥		1.62	24.63	13.05	13.13	
灰頭花翼		3.79	4.63	5.82	2.86	
酒紅朱雀		0.80	0.47	1.37	3.36	1.29
帝雉			0.25	0.52		
鷓鴣			0.12	3.69	3.69	3.73
白眉林鵲				1.15	0.89	
綠啄木					0.04	
岩鵲					0.31	1.77

表 5. 各類植群內鳥類群聚間相似度

植群形式	常綠闊葉林	針闊葉混合林	雲杉林	鐵杉林	冷杉林
常綠闊葉林	-				
針闊混合林	0.57	-			
雲杉林	0.28	0.53	-		
鐵杉林	0.08	0.31	0.60	-	
冷杉林	0.01	0.20	0.48	0.80	-
圓柏灌叢	0.00	0.09	0.10	0.31	0.39

表 6. 各鳥類群聚內生態同功群之比率(%)

生態同功群	常綠闊葉林	針闊葉混合林	雲杉林	鐵杉林	冷杉林	圓柏灌叢
肉食性猛禽	0.1	0.1	0.1	-	-	-
地面種食者	-	1.6	0.8	3.3	10.5	13.3
地面雜食者	7.6	9.1	5.4	7.5	7.9	19.2
地面蟲食者	4.6	7.9	6.8	17.9	23.1	<u>67.4</u>
灌層蟲食者	<u>29.8</u>	19.3	12.9	21.7	14.4	-
樹層果食者	-	0.4	0.4	-	-	-
樹層雜食者	<u>31.2</u>	<u>37.0</u>	19.8	9.9	0.1	-
樹層蟲食者	15.0	15.8	<u>53.4</u>	<u>39.7</u>	<u>43.8</u>	-
樹層飛啄者	4.2	1.9	-	-	-	-
樹幹覓啄者	1.1	1.4	0.1	-	-	-
樹幹啄木者	0.3	0.2	0.1	-	0.1	-
空中飛擊者	6.2	5.2	0.3	-	-	-

表 7 解釋鳥類海拔分佈上下限之原因

鳥名	下限				上限			
	鐘形曲線	落於推移帶	相互排除	Model	鐘形曲線	落於推移帶	相互排除	Model
鵲	-	-	-	-		Yes		E
白尾鵲	-	-	-	-	Yes	Yes		G
鱗胸鵲	Yes			G		Yes	Yes	C
小翼鵲	Yes			G	Yes			G
栗背林鵲	Yes	Yes		G	-	-	-	-
白眉林鵲		Yes		E		Yes	Yes	C
鷓鴣			Yes	C	-	-	-	-
岩鵲	Yes			G	-	-	-	-
酒紅朱雀	Yes			G	-	-	-	-
藪鳥	-	-	-	-	Yes	Yes		G
金翼白眉	Yes	Yes		G	-	-	-	-
繡眼畫眉	-	-	-	-	Yes	Yes		G
頭烏線				?	-	-	-	-
山紅頭	-	-	-	-		Yes		E
黃胸青鵲	-	-	-	-	Yes	Yes		G
棕面鶯	-	-	-	-	Yes	Yes		G
褐色叢樹鶯	Yes			G	Yes			G
深山鶯	Yes			G	Yes	Yes		G
灰頭花翼		Yes		E	Yes			G
灰林鵲		Yes		E		Yes		E
冠羽畫眉	-	-	-	-	Yes	Yes		G
白耳畫眉	-	-	-	-	Yes	Yes		G
灰鶯	Yes			G	Yes	Yes		G
紋翼畫眉		Yes		E		Yes		E
星鴉	Yes			G	Yes	Yes		G
五色鳥	-	-	-	-				?
白頭鵲	-	-	-	-				?
鷹鵲	-	-	-	-		Yes	Yes	C
筒鳥		Yes	Yes	C	Yes	Yes		G
綠畫眉	-	-	-	-	Yes			G
黃山雀	-	-	-	-	Yes			G
紅胸啄花鳥	-	-	-	-	Yes	Yes		G
紅頭山雀	-	-	-	-		Yes		E
青背山雀	-	-	-	-		Yes		E
煤山雀	Yes	Yes		G	Yes			G
火冠戴菊鳥	Yes	Yes		G		Yes		E
紅山椒	-	-	-	-	Yes	Yes		G
黃腹硫璃	-	-	-	-		Yes		E
紅尾鵲	Yes			G		Yes		E
小卷尾	-	-	-	-				?
茶腹●	-	-	-	-	Yes	Yes		G
大赤啄木	-	-	-	-		Yes		E

註:G=Gradient, C=Competition, E=Ecotone

表 8. 前三個主成份所解釋之變異與各棲地因子之相關矩陣

	主成份	1	2	3
	特徵值	14.09	5.88	4.33
	解釋變異	47.0%	19.6%	14.4%
棲地因子	累加解釋變異	47.0%	66.6%	81.0%
非生物性因子				
	海拔高度	-0.92*	0.35	-0.07
	方位	0.72*	-0.29	-0.23
	坡度	-0.62*	0.37	-0.12
	曝照度	-0.83*	0.15	-0.19
垂直性植群結構因子				
	樹冠層高度	0.71*	0.21	-0.46
	裸露植覆蓋度	-0.93*	-0.09	0.27
	草本植物覆蓋度	0.73*	-0.37	-0.44
	灌木覆蓋度	-0.08	0.09	0.92*
	第二層喬木覆蓋度	0.87*	-0.24	0.13
	第一層喬木覆蓋度	0.81*	0.33	-0.21
	0-0.6 公尺闊葉覆蓋度	0.64*	0.50*	0.40
	0.9-1.8 公尺闊葉覆蓋度	0.41	0.25	0.78*
	3-6 公尺闊葉覆蓋度	0.86*	-0.39	0.09
	10-15 公尺闊葉覆蓋度	0.73*	-0.54*	0.08
	0-0.6 公尺針葉覆蓋度	-0.83*	-0.37	0.05
	0.9-1.8 公尺針葉覆蓋度	-0.88*	-0.30	0.05
	3-6 公尺針葉覆蓋度	-0.27	0.85*	0.04
	10-15 公尺針葉覆蓋度	-0.09	0.86*	-0.30
	0-0.6 公尺樹葉總覆蓋度	0.19	0.40	0.64*
	0.9-1.8 公尺樹葉總覆蓋度	-0.04	0.11	0.94*
	3-6 公尺樹葉總覆蓋度	0.80*	0.19	-0.14
	10-15 公尺樹葉總覆蓋度	0.83*	0.37	-0.26
	樹葉總覆蓋度	0.72*	0.40	0.52*
	高度層葉量多樣性	0.80*	0.49	0.01
水平性植群結構因子				
	針葉比率	-0.86*	0.30	-0.21
	喬木密度	0.78*	-0.31	0.10
	喬木平均胸高直徑	0.02	0.91*	-0.08
	喬木胸高直徑之標準偏差	0.41	0.62*	-0.37
	喬木胸高斷面積總和	0.42	0.63*	-0.31
	喬木樹種多樣性	0.83*	-0.41	-0.08

*, P<0.01

表 9.各類植群在前三個主成份軸之平均值，各主成份軸在不同植群間有顯著差異(ANOVA, $p < 0.05$)

主成份軸	常綠闊葉林	針闊葉混合林	雲杉林	鐵杉林	冷杉林	圓柏灌叢
PC1	3.08 ^a	2.18 ^a	0.81 ^b	-0.82 ^c	-3.20 ^d	-8.27 ^e
PC2	-1.83 ^a	0.26 ^b	1.12 ^b	2.81 ^c	2.72 ^c	-3.60 ^d
PC3	0.50 ^a	-0.79 ^b	-2.99 ^c	1.69 ^a	0.69 ^{ab}	0.89 ^{ab}

註: 同一棲地因子內，具有同一字母者表示其平均值無顯著差異(Duncan's Multiple Range Test)

附錄 1

先期試驗

緒言

當研究者欲以圓圈法估算鳥類密度，在設計實驗取樣時，有二個因素會影響到鳥類密度估計值的正確性。一是觀察時段(Census period)：一天中要選擇那些時段計數，才會有效率地計數大部分鳥類，而又不至於低估鳥類密度(Robbins 1981; Skirven 1981)。二是計數時間(Counting period)：在每個取樣點要觀察多久的時間，才能計數到大部分的鳥類而又不至於重覆計數(Scott and Ramsey 1981)。這二個因素會隨環境與季節而有不同的最佳選擇，因此本研究在正式實驗開始前，先進行一個試驗，來找出最適合觀察鳥類之時段及決定每個取樣點的計數時間。

方法

觀測站位於為正式研究之取樣站 4。於 1992 年 3 月 10 日從日出至日落間進行定點計數，該日全天皆為晴天，日出後每隔一小時連續計數二十分鐘，以每一分鐘為單位，記錄在這一分鐘內所察覺到的鳥類種類及隻數。觀測人員只有一人，計數二十分鐘後即離開觀測點。共計數十一小時，220 分鐘。

結果

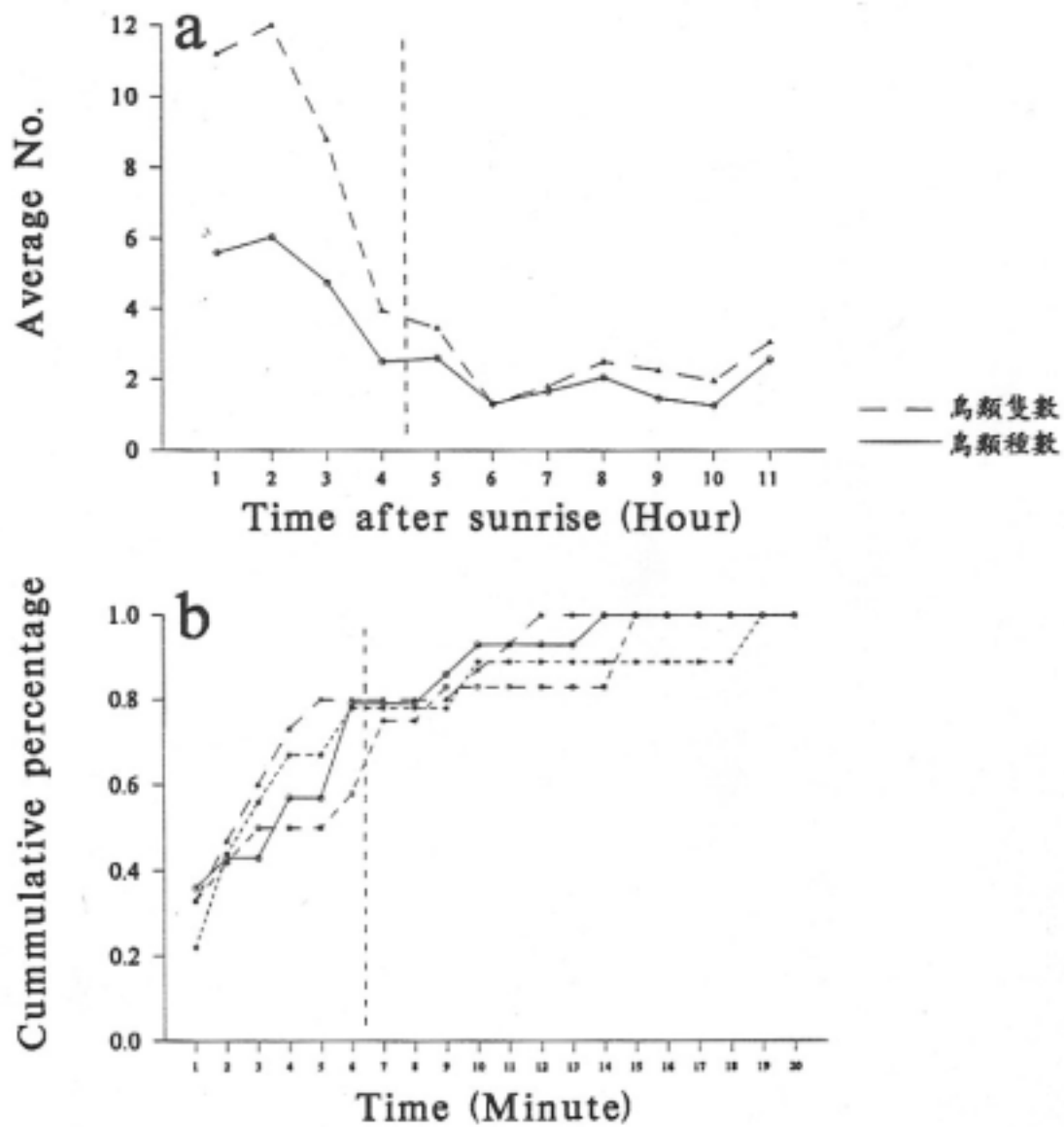
一最佳觀察時段

日出至日落之間每小時內的平均察覺種數與隻次(圖一 a)，以日出至日出後三小時最高，平均每分鐘皆可察覺到 4.5 種、8 隻次以上，日出四小時以後平均每分鐘所察覺到的鳥類均在 3 種、4 隻次以下，接近黃昏無顯著回升。日出五小時以後便再未察覺到新的鳥種。因此採取日出至日出後四小時為正式研究之觀察時段。

二最佳計數時間

由於日出至日出後四小時之間的累積察覺鳥類種數(圖一 b)，於連續計數

六分鐘後皆已達到 80%，至此之後增加不大，因此以六分鐘為計數時間。



圖一. 先期試驗之結果

a: 日出至日落每小時內之平均察覺鳥類種數及隻數,

b: 日出至日出後四小時內之累積察覺鳥類種數

附錄 2. 各取樣站之環境因子

Station	Veg.	ELE	ASP	SLP	EXP	CH	GC	HC	SC	T2C	T1C	FC4	FC3	FC2	FC1	FC4	FC3	FC2	FC1	FC4	FC3	FC2	FC1	TFV	FHD	CP	TD	MDB	SDDB	TBA	TSD
1	B	1410	7	15	2	30	0.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.7	0.7	0.8	30	1.38	0.00	2388	7.4	14.0	45.6	1.66
2	B	1430	7	15	2	30	0.0	1.0	0.8	0.6	0.8	0.9	0.7	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.7	0.7	0.8	31	1.38	0.00	1178	11.3	15.6	36.1	1.69
3	B	1450	8	15	2	30	0.0	0.9	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.6	0.7	0.8	29	1.38	0.00	2324	9.1	11.6	37.2	2.02
4	B	1480	6	5	2	30	0.0	0.9	0.9	0.7	0.6	0.8	0.8	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.5	0.5	26	1.36	0.00	2547	8.7	15.7	59.3	1.78
5	B	1510	8	15	2	25	0.0	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.7	0.8	31	1.38	0.00	2261	5.3	5.7	17.6	1.96
6	B	1540	8	10	2	20	0.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.9	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.9	0.7	0.6	29	1.38	0.03	1433	10.6	18.5	50.5	1.51
7	B	1610	4	35	4	28	0.0	0.9	0.8	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8	0.6	0.7	31	1.37	0.00	2070	9.0	11.9	42.2	2.09
8	B	1660	4	30	4	25	0.0	0.9	0.6	0.6	0.8	0.9	0.5	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.5	0.6	0.8	28	1.36	0.00	1528	12.5	15.0	55.4	1.77
9	B	1710	4	40	4	20	0.0	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8	0.5	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.5	0.6	0.8	27	1.37	0.00	1910	10.8	12.8	42.9	2.08
10	B	1840	5	25	6	20	0.0	0.7	0.8	0.6	0.6	0.8	0.9	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	0.6	0.6	29	1.37	0.00	1560	8.7	22.0	78.0	0.94
11	B	1880	5	30	6	20	0.0	0.6	0.7	0.5	0.8	0.8	0.8	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.6	0.8	30	1.38	0.00	3567	7.3	12.4	57.7	2.03
12	B	1925	7	25	6	25	0.0	0.8	0.8	0.4	0.5	0.8	0.8	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.4	0.5	25	1.34	0.00	2133	8.6	17.0	48.4	1.64
13	B	2150	8	30	6	20	0.0	0.9	0.3	0.2	0.9	0.4	0.3	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.3	0.7	17	1.32	0.00	1305	13.9	12.7	35.9	1.76
14	B	2200	8	30	6	20	0.0	0.8	0.2	0.2	0.8	0.3	0.2	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.8	15	1.19	0.07	1114	21.2	23.9	88.0	1.14
15	B	2230	6	40	6	25	0.0	1.0	0.2	0.4	0.8	1.0	0.2	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.2	0.4	0.9	25	1.23	0.04	1305	12.9	14.7	38.6	1.52
16	B	2260	6	40	6	20	0.0	0.9	0.2	0.3	0.6	0.9	0.2	0.3	0.6	0.0	0.1	0.0	0.2	0.9	0.3	0.3	0.8	23	1.27	0.13	1624	17.2	16.5	72.0	1.67
17	M	2300	8	23	6	25	0.0	0.9	0.7	0.4	0.6	0.9	0.7	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1	0.3	0.9	0.7	0.6	0.8	30	1.38	0.13	1019	28.3	22.9	104.7	1.67
18	B	2330	6	37	4	20	0.0	0.9	0.4	0.3	0.7	0.8	0.2	0.3	0.6	0.0	0.0	0.1	0.2	0.8	0.2	0.4	0.8	22	1.26	0.14	764	20.4	23.7	57.3	1.43
19	M	2360	8	45	4	30	0.0	1.0	0.3	0.3	0.6	0.9	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.2	0.4	0.9	0.3	0.5	0.7	24	1.31	0.25	1273	28.2	21.0	122.4	1.67
20	M	2420	4	40	4	20	0.0	1.0	0.6	0.4	0.5	0.9	0.6	0.3	0.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.9	0.6	0.4	0.7	26	1.35	0.12	828	26.7	28.8	98.2	1.43
21	M	2440	4	33	4	20	0.0	1.0	0.5	0.5	0.8	0.9	0.6	0.4	0.6	0.0	0.0	0.1	0.2	0.9	0.6	0.5	0.8	28	1.36	0.11	605	26.9	39.3	103.8	0.70
22	M	2460	6	30	4	20	0.0	0.9	0.2	0.4	0.8	0.6	0.3	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.3	0.4	0.8	21	1.32	0.10	1178	13.0	11.1	26.8	1.21
23	M	2480	6	35	4	35	0.0	0.8	0.4	0.6	0.7	0.6	0.4	0.8	0.4	0.0	0.0	0.2	0.4	0.6	0.4	1.0	0.8	28	1.33	0.21	1210	17.3	13.0	44.2	1.33
24	S	2500	6	45	4	35	0.0	1.0	0.6	0.6	0.7	0.8	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.3	0.7	0.8	0.5	0.7	0.8	28	1.37	0.36	828	19.5	21.8	54.4	1.28
25	S	2630	4	45	6	40	0.0	0.9	0.2	0.5	0.7	0.5	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.2	0.7	0.5	0.3	0.6	0.8	22	1.33	0.41	1051	16.6	24.3	70.0	1.16
26	S	2630	4	22	6	40	0.0	0.9	0.7	0.3	0.7	0.8	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7	0.8	0.3	0.3	0.7	21	1.29	0.38	923	24.3	32.8	117.8	0.48
27	S	2630	6	35	6	35	0.0	0.9	0.1	0.3	0.8	0.5	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.8	0.5	0.2	0.4	0.9	20	1.26	0.45	796	20.2	20.1	49.7	1.05
28	S	2630	6	35	6	35	0.0	1.0	0.3	0.4	0.6	0.9	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.9	0.5	0.5	0.6	25	1.35	0.32	1210	22.7	23.5	100.3	0.72
29	S	2630	6	35	6	40	0.0	0.9	0.3	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.7	0.7	0.3	0.4	0.8	22	1.31	0.36	1178	18.3	20.3	68.1	1.01
30	S	2650	6	20	6	40	0.0	0.9	0.3	0.4	0.7	0.5	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.7	0.5	0.2	0.4	0.8	19	1.28	0.42	987	21.1	28.8	96.4	0.76
31	S	2680	6	40	6	40	0.0	0.9	0.1	0.1	0.8	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.5	0.2	0.4	0.8	19	1.28	0.58	1273	25.2	30.3	107.7	1.09
32	H	2690	7	45	6	15	0.1	0.1	0.8	0.3	0.7	0.9	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.9	0.9	0.5	0.7	30	1.36	0.33	796	17.9	20.2	44.5	0.27
33	H	2700	6	30	4	15	0.1	0.1	0.8	0.4	0.6	0.8	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.3	0.6	0.8	0.8	0.6	0.7	29	1.38	0.31	732	18.1	23.6	49.5	0.14
34	H	2720	4	35	6	15	0.1	0.1	0.8	0.3	0.7	0.8	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.8	0.8	0.5	0.7	28	1.37	0.36	668	21.1	22.4	48.5	0.23
35	H	3140	5	50	6	15	0.2	0.1	0.7	0.2	0.7	0.8	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.8	0.7	0.4	0.7	26	1.36	0.38	764	22.8	17.8	49.5	0.07
36	H	3160	1	55	6	15	0.1	0.1	0.8	0.2	0.7	0.9	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.9	0.8	0.5	0.8	30	1.36	0.37	637	34.1	20.6	78.0	0.03
37	H	3180	5	52	6	15	0.1	0.1	0.8	0.2	0.7	0.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.9	0.8	0.3	0.7	27	1.32	0.37	509	40.3	13.5	71.8	0.71
38	F	3190	2	40	6	20	0.1	0.1	0.8	0.1	0.6	0.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.9	0.8	0.3	0.6	26	1.32	0.35	382	44.3	16.7	66.7	0.32
39	F	3200	1	40	6	20	0.1	0.1	0.8	0.1	0.6	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	1.0	0.9	0.3	0.6	28	1.30	0.32	541	38.5	17.1	74.6	0.71
40	F	3220	2	30	6	20	0.1	0.1	0.8	0.1	0.7	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	1.0	0.9	0.4	0.7	30	1.34	0.37	541	41.4	14.6	81.2	0.00
41	F	3470	1	45	6	20	0.1	0.1	0.7	0.1	0.6	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.6	1.0	0.8	0.5	0.6	29	1.35	0.41	445	52.1	27.6	99.6	0.02
42	F	3500	1	42	8	20	0.1	0.1	0.7	0.1	0.6	0.7	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	0.8	0.5	0.5	0.6	24	1.37	0.63	509	32.4	17.7	53.8	0.03
43	F	3530	1	40	8	15	0.2	0.1	0.6	0.2	0.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	0.8	0.4	0.5	0.6	23	1.35	0.65	605	21.6	18.5	37.6	0.05
44	F	3550	1	40	8	10	0.2	0.2	0.5	0.2	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0	0.5	0.3	0.3	0.5	0.7	0.4	0.3	0.5	19	1.34	0.84	541	26.5	17.8	42.4	0.13
45	F	3580	1	40	8	8	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.5	0.4	0.3	0.0	0.8	0.5	0.3	0.0	16	1.02	0.75	573	21.4	18.9	35.9	0.06
46	J	3610	2	45	8	2	0.3	0.2	0.6	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	12	0.69	0.67	0	0.0	0.0	0.0	0.00
47	J	3640	2	45	8	2	0.3	0.2	0.7	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	14	0.69	0.57	0	0			

附錄 3a 研究區域內鳥類之覓食場所、覓食方式及食性

鳥種	覓食場所					覓食方式					食性 (註)					
	地面	灌層	喬木	樹幹	空中	飛擊	撲攪	飛啄	覓啄	啄木	V.	I.	F.	S.	N.	G.
大冠鷺	1						1				0.7	0.3				
深山竹雞	1								1			0.4	0.3	0.3		
竹雞	1								1			0.2	0.4	0.4		
藍腹鵲	1								1			0.2	0.7	0.1		
帝雉	1								1			0.2	0.7	0.1		
灰林鴿			1						1				1			
筒鳥			1						1			1				
鷹鵲			1						1			1				
鸚鵡	1						1				0.7	0.3				
五色鳥			1						1			0.5	0.5			
小啄木				1					0.5	0.5		1				
大赤啄木				1						1		1				
綠啄木	0.1			0.9						1		0.9		0.1		
紅山椒			1						1			1				
小卷尾			0.2		0.8	0.8		1		0.2		1				
巨嘴鵝	1								1		0.2	0.2	0.1	0.2		0.3
松鵝			1						1		0.1	0.5	0.2	0.2		
星鵝	0.1		0.9						1		0.1	0.1		0.7		0.1
紅頭山雀			0.9	0.1					1			1				
煤山雀			0.9	0.1					1			0.7		0.3		
黃山雀			1						1			1				
青背山雀			0.9	0.1				0.1	0.9			1				
茶腹黑眉			0.2	0.8					1			1				
紋翼畫眉			0.5	0.5					1			0.5	0.3	0.2		
頭烏線	0.3	0.7							1			0.8	0.1	0.1		
灰頭花翼		0.8	0.2						1			0.8	0.1	0.1		
繡眼畫眉		0.7	0.3						1			0.8	0.1	0.1		
金翼白眉	0.5	0.5							1			0.4	0.5	0.1		
竹鳥	0.1	0.7	0.2						1			0.8	0.1	0.1		
白耳畫眉			1						1			0.4	0.5	0.1		
藪鳥	0.5	0.5							1			0.3	0.3	0.4		
鱗胸鷓鴣	0.5	0.5							1			1				
大彎嘴		0.9	0.1						1			0.8		0.2		
小彎嘴		0.9	0.1						1			0.7	0.1	0.2		
山紅頭		1							1			0.8	0.1	0.1		
冠羽畫眉			1						1			0.4	0.4		0.2	
綠畫眉			1						1			0.8	0.1	0.1		
紅嘴黑鷓鴣			1						1			0.3	0.7			
白環鸚嘴鷓鴣		0.2	0.8						1			0.1	0.4	0.5		
鷓鴣	0.8	0.2							1			1				
小翼鷓鴣	0.5	0.5							1			1				
白尾鷓鴣	0.8	0.2							1			1				
白眉林鷓鴣	0.8	0.2							1			1				
栗背林鷓鴣	0.8	0.2							1			1				
白頭鷓鴣			1						1			0.5	0.5			
棕面鷓鴣		0.7	0.3					0.5	0.5			1				
褐色叢樹鷓鴣		1							1			1				
深山鷓鴣		1							1			1				
小鷓鴣		1							1			1				
火冠戴菊鳥			1					0.3	0.7			1				
黃胸青鷓鴣		0.5	0.3		0.2	0.2		0.5	0.3			1				
黑枕藍鷓鴣			0.3		0.7	0.7			0.3			1				
紅尾鷓鴣					1	1						1				
黃腹琉璃					1	1						1				
岩鷓鴣	1								1			0.7		0.3		
紅胸啄花鳥			1					0.5	0.5			0.7	0.3			
酒紅朱雀	0.8		0.2						1			0.3		0.7		
灰鷓鴣		0.3	0.7						1			0.2	0.4	0.4		
褐鷓鴣			1						1			0.2	0.4	0.4		

註：V.= 脊椎動物 I.= 無脊椎動物 F.= 果實、嫩芽 S.= 種子、穀物 N.= 花蜜、花粉 G.= 垃圾、腐肉

附錄 3b 自翟(1977)中所引用的鳥類棲所類型、覓食行為及食物指數

鳥種	棲所類型	覓食行為	物指數 (註)					
			V.	I.	F.	S.	N.	G.
大冠鷺	未言明	撲攫	0.7	0.3				
深山竹雞	地面	地啄		0.4	0.3	0.3		
竹雞	不出現於成熟林	地啄		0.2	0.4	0.4		
藍腹鵙	地面	地啄		0.2	0.7	0.1		
帝雉	地面	地啄		0.2	0.7	0.1		
灰林鴿	樹冠層	葉啄			1			
筒鳥	樹冠層	葉啄		1				
鷹鵙	樹冠層	葉啄		1				
鸚鵡	未言明	撲攫	0.7	0.3				
五色鳥	樹冠層	葉啄		0.2	0.8			
小啄木	樹幹	皮鑽、皮啄		1				
大赤啄木	樹幹	皮鑽		1				
綠山椒	樹冠層	皮鑽		0.9		0.1		
紅山卷尾	樹冠層	飛擊		1				
小巨嘴鴉	樹冠層	飛擊		1				
松鴉	未言明	葉啄、地啄	0.2	0.2	0.1	0.2		0.3
星鴉	樹冠層、地面	葉啄	0.1	0.5	0.2	0.2		
紅頭山雀	樹冠層	葉啄	0.1	0.1		0.7		0.1
紅頭山雀	樹冠層	葉啄		1				
黃山背山雀	樹冠層	葉啄		0.7		0.3		
青背山雀	樹冠層、林下樹木層	葉啄		1				
茶腹翼	樹幹	皮啄		1				
紋頭鳥	灌叢、林下樹木層、樹幹	葉啄、皮啄		0.5	0.3	0.2		
線頭鳥	灌叢	地啄		0.8	0.1	0.1		
灰頭花翼	灌叢	葉啄		0.8	0.1	0.1		
繡眼	林下樹木層	葉啄		0.8	0.1	0.1		
金翼白眉	灌叢	葉啄		0.4	0.5	0.1		
竹耳鳥	灌叢	葉啄		0.8	0.1	0.1		
白耳鳥	樹冠層	葉啄		0.4	0.5	0.1		
藪鱗	地面、灌叢	地啄		0.3	0.3	0.4		
大胸鵯	灌叢	葉啄		1				
小胸鵯	灌叢	葉啄		0.8		0.2		
山冠紅頭	不出現於成熟林	葉啄		0.8		0.2		
冠羽畫眉	灌叢	葉啄		0.8	0.1	0.1		
綠畫眉	樹冠層	葉啄		0.4	0.4		0.2	
紅嘴黑鵯	樹冠層	葉啄		0.8	0.1	0.1		
白環鵯	樹冠層	葉啄		0.3	0.7			
鷓鴣	不出現於成熟林	葉啄		0.1	0.4	0.5		
鷓鴣	灌叢	葉啄		1				
小白尾	灌叢	葉啄		1				
白眉林鴿	地面	葉啄		1				
栗背林鴿	地面	葉啄		1				
白頭鵯	不出現於成熟林	葉啄		1				
棕面鵯	地面、樹冠層	葉啄、地啄		0.5	0.5			
褐色鵯	林下樹木層	飛啄		1				
深山鶯	灌叢	地啄		1				
小火冠戴菊鳥	灌叢	葉啄		1				
黃胸青鵯	樹冠層	葉啄		1				
黑枕藍鵯	灌叢、林下樹木層	飛啄		1				
紅尾鵯	樹冠層、林下樹木層	飛擊		1				
黃腹琉璃	樹冠層	飛擊		1				
紅胸花鳥	樹冠層	地啄		1				
酒紅朱雀	裸露地	地啄		0.7		0.3		
灰鶯	樹冠層	葉啄		0.7	0.3			
褐鶯	樹冠層	地啄		0.3		0.7		
	樹冠層	葉啄		0.2	0.4	0.4		
	樹冠層	地啄		0.2	0.4	0.4		

註：V.=脊椎動物 I.=無脊椎動物 F.=果實、嫩芽 S.=種子、穀物 N.=花蜜、花粉 G.=垃圾、腐肉

附錄 4 研究期間所記錄之鳥種名錄及使用代碼

代碼	中文名	學名	英文名
CSE	鷲鷹科	Family Accipitridae	
	大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>	Serpent Eagle
FHP BBP SWP MKP	雉科	Family Phasianidae	
	深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>	Formosan Hill Partridge
	竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>	Bamboo Partridge
	藍腹鵒	<i>Lophura swinhoii</i>	Swinhoe's Blue Pheasant
AWP	帝雉	<i>Syrmaticus mikado</i>	Mikado's Pheasant
	鳩鴿科	Family Columbidae	
ORC LHC	灰林鴿	<i>Columba pulchrocollis</i>	Ashy Wood Pigeon
	杜鵑科	Family Cuculidae	
	筒鳥	<i>Cuculus saturatus</i>	Oriental Cuckoo
CPO	鷹鵒	<i>Cuculus sparverioides</i>	Large Hawk Cuckoo
	鴞鴞科	Family Strigidae	
MLB	鸺鷂	<i>Glaucidium brodiei</i>	Collared Pigmy Owl
	五色鳥科	Family Capitonidae	
PGW WBW BGW	五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>	Muller's Barbet
	啄木鳥科	Family Picidae	
	小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	Pigmy Woodpecker
	大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>	White-backed Woodpecker
GTM	綠啄木	<i>Picus canus</i>	Black-napped Green Woodpecker
	山椒鳥科	Family Campephagidae	
BRD	紅山椒	<i>Pericrocotus solaris</i>	Grey-throated Minivet
	卷尾科	Family Dicruridae	
LBC JAY NTC	小卷尾	<i>Dicrurus aeneus</i>	Bronzed Drongo
	鴉科	Family Corvidae	
	巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>	Large-billed Crow
RHT CLT YLT GBT	松鴉	<i>Garrulus glandarius</i>	Jay
	星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	Nutcracker
	山雀科	Family Paridae	
	紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	Red-headed Tit
NTH	煤山雀	<i>Parus ater</i>	Coal Tit
	黃山雀	<i>Parus holsti</i>	Yellow Tit
	青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	Green-backed Tit
	●科	Family Sittidae	
FMB GNB BNB WNB	茶腹●	<i>Sitta europaea</i>	Nuthatch
	畫眉科	Family Timaliidae	
	紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	Formosan Barwing
	頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>	Gould's Nun Babbler
	灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>	Brown-headed Nun babbler
	繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	White-eyed Nun babbler

附錄 4(續) 研究期間所記錄之鳥種名錄及使用代碼

代碼	中文名	學名	英文名
FLT	金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	Formosan Laughing Thrush
RLT	竹鳥	<i>Garrulax poecilorhynchus</i>	Rufous Laughing Thrush
WES	白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	White-eared Sibia
STB	藪鳥	<i>Liocichla steeri</i>	Steere's Babbler
SWB	鱗胸鷓鴣	<i>Pnoepyga pusilla</i>	Scaly-breasted Wren Babbler
RSB	大彎嘴	<i>Pomatorhinus erythrogenys</i>	Rusty-cheeked Scimitar Babbler
LSB	小彎嘴	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	Lesser Scimitar Babbler
RHB	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	Red-headed Babbler
FMY	冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	Formosan Yuhina
WBY	綠畫眉	<i>Yuhina zantholeuca</i>	White-bellied Yuhina
	鶇科	Family Pycnonotidae	
BLB	紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	Black bulbul
FBB	白環鸚嘴鶇	<i>Spizixos semitorques</i>	Finch-billed Bulbul
	鷓鴣科	Family Troglodytidae	
WRN	鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Wren
	鶇科	Family Turdidae	
BLS	小翼鶇	<i>Brachypteryx montana</i>	Blue Shortwing
WTB	白尾鷓	<i>Myomela leucura</i>	White-tailed Blue Robin
WBB	白眉林鷓	<i>Erithacus indicus</i>	White-browed Bush Robin
JBR	栗背林鷓	<i>Erithacus johnstoniae</i>	Johusten's Bush Robin
ILT	白頭鶇	<i>Turdus poliocephalus</i>	Island Thrush
	鶯科	Family Sylviidae	
FFW	棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>	Fulvous-faced Flycatcher Warbler
BBW	褐色叢樹鶯	<i>Bradypterus seebahmi</i>	Brown Bush Warbler
YBW	深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>	Yellow-bellied Bush Warbler
MBW	小鶯	<i>Cettia fortipes</i>	Mountain Bush Warbler
FMF	火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>	Formosan Firecrest
	鶇科	Family Musciapidae	
THF	黃胸青鶇	<i>Ficedula hyperythra</i>	Rufous-breasted Blue Flycatcher
BBM	黑枕藍鶇	<i>Hypothymis azurea</i>	Black-naped Blued Monarch
FRF	紅尾鶇	<i>Muscicapa ferruginea</i>	Ferruginous Flycatcher
RBF	黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>	Rufous-bellied Blue Flycatcher
	岩鶇科	Family Prunellidae	
ALA	岩鶇	<i>Prunella collaris</i>	Alpine Accentor
	啄花鳥科	Family Dicaeidae	
FFP	紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>	Fire-breasted Flowerpecker
	雀科	Family Fringillidae	
VRF	酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	Vinaceous Rose Finch
BVB	灰鶯	<i>Pyrrhula erythaca</i>	Beavan's Bullfinch
BRB	褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	Brown Bullfinch

附錄 5. 各取樣站所記錄之鳥類族群密度(隻數/公頃)，鳥種代碼參見附錄 4

Station	BBM	BBP	RSB	ILT	WBY	MLB	BRD	GNB	WTB	LHC	YLT	GTM	FFP	RBF	RHT	THF	WNB	WES	FFW	STB	GBT	RHB	FMY	LBC	BLB	WBW	NTH	CSE	PGW	RLT		
1	0.29	0.13	0.05	0.21	6.30	0.22	0.21	1.17	2.32	0.06	0.17	2.55	1.82	2.34	2.95	1.99	9.95	3.02	2.32	4.46	1.16	1.27	13.16	0.11	-	-	-	-	-	-		
2	-	-	0.05	0.21	2.65	0.15	2.34	1.38	1.99	0.09	1.16	2.44	3.65	2.02	1.18	2.82	13.27	3.83	7.46	3.72	1.66	1.49	12.74	0.05	0.37	0.11	0.29	-	-	-		
3	0.29	0.05	0.05	0.42	1.33	0.52	2.55	2.55	1.49	0.07	0.83	2.65	3.15	1.91	2.36	0.50	5.64	4.57	4.64	4.88	1.66	1.59	9.98	-	-	-	0.59	0.11	0.11	2.36		
4	-	-	-	-	0.66	0.37	1.91	0.32	0.50	0.11	1.33	1.59	2.49	3.18	1.18	1.99	10.62	3.46	4.15	2.65	0.33	2.34	13.69	-	-	0.21	0.59	-	0.11	3.83		
5	-	-	-	-	2.32	0.29	1.91	0.32	4.98	0.09	0.83	0.64	2.16	2.23	-	1.49	17.91	2.88	6.14	2.97	1.00	1.38	7.64	-	-	0.11	0.29	-	0.11	1.18		
6	-	-	-	-	3.98	0.59	1.27	0.74	1.99	0.09	0.83	1.70	2.65	1.70	2.06	0.33	15.92	3.61	5.97	4.25	-	1.59	12.10	-	-	0.21	-	-	-	-		
7	-	-	-	-	-	-	1.91	0.64	2.74	-	0.75	3.18	2.49	1.70	-	1.99	9.95	2.10	4.73	1.11	1.99	0.64	21.02	-	-	-	-	-	-	-		
8	-	-	-	-	-	-	0.96	0.32	4.23	-	-	1.59	8.21	1.49	-	-	6.97	3.32	5.72	1.43	-	1.59	23.57	-	-	-	-	-	-	-		
9	-	0.08	-	-	-	-	0.96	0.48	4.48	-	-	3.82	5.47	0.93	1.33	0.25	5.22	3.21	4.48	1.91	-	1.43	12.74	0.04	-	-	0.44	-	-	-		
10	-	0.12	0.08	0.24	1.49	0.55	0.32	1.35	1.62	0.10	-	2.71	3.11	2.63	3.32	1.00	3.48	4.20	2.86	5.97	1.37	1.83	11.54	-	-	0.16	3.10	-	-	-		
11	-	0.06	0.08	1.11	1.00	0.50	1.91	0.64	1.62	0.12	0.12	3.26	4.60	1.51	0.88	0.12	4.73	5.42	4.23	6.61	0.75	1.43	5.57	-	-	0.08	3.10	-	-	-		
12	-	-	0.04	1.43	0.75	0.83	3.18	1.43	3.23	0.10	0.25	1.67	3.48	5.10	-	1.87	7.22	5.97	4.85	4.46	0.25	1.75	2.55	0.04	-	0.24	0.88	-	-	-		
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	7.13	1.49	0.59	0.17	5.97	1.70	5.64	2.02	1.66	0.21	6.48	-	-	0.64	-	-	-	-		
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.44	5.47	1.27	-	-	2.65	3.17	5.14	3.08	1.66	0.11	8.81	-	-	0.42	-	-	-	-		
15	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	0.04	-	2.02	4.81	2.55	-	1.00	-	2.65	3.48	4.78	2.32	0.32	11.68	-	-	-	0.29	-	-	-		
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	2.23	2.82	1.06	-	1.00	-	2.06	3.98	5.10	1.16	0.96	13.16	-	-	-	0.29	-	-	-		
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	2.02	1.66	2.97	1.77	0.17	0.66	1.99	6.14	4.35	2.16	0.96	12.63	-	-	-	0.88	-	-	-		
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	1.59	1.49	0.21	0.59	-	-	0.81	8.13	5.10	2.16	0.32	10.62	-	-	-	-	-	-	-		
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.55	0.50	1.17	5.60	-	-	1.70	4.81	3.82	2.99	1.80	17.20	0.03	-	-	0.88	-	-	-		
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	0.17	0.42	-	-	-	2.06	4.15	4.25	1.33	1.06	12.31	-	-	0.11	0.88	-	-	-		
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.33	0.85	1.18	0.33	-	1.62	3.48	4.14	1.00	1.06	12.31	-	-	-	0.88	-	-	-		
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.33	0.96	2.65	0.50	-	0.52	3.48	2.34	1.82	0.74	16.99	-	-	0.21	0.59	-	-	-		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.83	0.42	0.59	-	-	0.74	2.99	2.76	0.50	0.74	17.09	0.08	-	0.32	0.59	-	-	-		
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	0.18	-	1.99	0.22	1.49	2.23	1.00	0.21	10.40	-	-	0.21	0.29	-	-	-		
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.75	0.96	0.25	1.59	11.46	0.16	-	-	-	-	-	-		
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	0.25	0.48	0.50	0.32	7.32	0.12	-	-	-	-	-	-		
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.88	-	-	-	-	0.80	1.00	0.64	9.08	0.08	-	-	-	-	-	-		
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.77	0.25	-	-	0.75	1.11	1.00	0.80	8.76	-	-	-	-	-	-	-		
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	0.25	0.03	0.44	0.84	0.68	0.84	9.16	0.09	-	-	-	-	-	-		
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.65	-	0.50	0.33	0.25	0.16	0.75	0.32	8.92	-	-	-	-	-	-	-		
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	0.06	0.25	0.03	0.44	0.84	0.68	0.84	9.16	0.09	-	-	-	-	-	-		
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.57	0.36	3.28	-	-	-	-	-	-	-	
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.28	-	-	-	-	-	-	-	-	
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	0.12	-	-	-	-	-	-	-	
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	-	-	-	-	-	-	-	
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

附錄 5(續). 各取樣站所記錄之鳥類族群密度(隻數/公頃), 鳥種代碼參見附錄 4

Station	LSB	FBB	FHP	CPO	BLS	BRB	SWB	BBW	MBW	JAY	FRF	SWP	BVB	FMB	JBR	FLT	AWP	ORC	CLT	BNB	FMF	VRF	YBW	NTC	MKP	WRN	WBB	BGW	ALA
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	0.29	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.07	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	0.08	-	0.22	0.64	1.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	1.27	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.06	-	-	0.16	-	-	-	0.11	0.22	0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0.11	-	-	0.16	-	-	-	0.39	-	0.96	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	0.12	-	-	0.16	0.28	-	0.80	0.66	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	0.29	-	0.96	-	-	-	-	-	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	0.04	0.37	-	0.96	0.07	-	-	-	-	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	0.07	-	0.21	-	-	-	-	-	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	0.44	-	0.74	0.22	-	-	-	-	1.27	1.18	0.11	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	0.74	-	1.80	0.81	-	-	-	-	1.70	7.37	0.53	0.59	0.44	0.08	0.85	2.06	1.18	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	0.07	-	1.91	-	-	-	-	-	2.97	2.65	-	0.59	0.07	-	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	1.70	-	1.59	0.37	-	-	1.47	-	0.85	2.36	0.42	0.22	0.59	0.03	1.17	4.13	1.77	2.49	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	0.04	1.11	-	2.12	0.59	-	-	3.54	-	-	1.18	0.96	0.66	0.07	-	0.96	7.67	-	1.16	0.33	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	0.04	1.70	-	2.76	0.66	-	-	2.36	-	0.21	-	0.85	1.25	0.15	0.16	1.59	2.36	1.18	0.33	-	0.12	-	-	-	-	-
22	-	-	-	0.08	1.03	-	2.55	0.07	-	-	0.88	-	0.42	1.18	1.06	1.70	0.07	0.03	2.87	5.31	0.88	0.66	0.33	0.08	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	1.03	-	1.70	0.07	-	-	0.88	-	0.21	-	0.64	1.77	-	0.08	4.78	1.18	4.72	0.17	-	0.17	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	1.03	-	1.59	0.29	-	-	0.59	-	1.06	2.36	0.64	1.33	0.22	0.24	4.35	1.18	13.27	0.66	0.33	0.04	1.99	-	-	-	-
25	-	-	-	0.06	1.99	-	1.75	1.00	-	-	-	-	-	-	1.75	1.66	-	0.12	7.17	5.31	25.65	1.00	0.75	0.06	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	1.44	-	1.59	0.66	-	-	-	-	0.96	2.65	1.59	2.10	-	0.24	4.78	6.19	26.10	1.00	0.50	0.12	-	0.16	-	-	-
27	-	-	-	-	0.22	-	1.75	0.11	-	-	-	-	-	3.54	1.43	2.43	0.22	0.20	5.41	4.42	32.29	0.50	0.25	0.06	-	0.16	-	-	-
28	-	-	-	-	0.88	-	0.32	0.77	-	-	-	-	0.64	1.77	1.91	1.55	0.88	0.24	3.98	6.19	19.02	-	1.49	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	0.02	1.13	-	1.35	0.64	-	-	-	-	-	1.99	1.67	1.94	0.28	0.20	5.33	5.53	25.77	-	0.75	0.06	-	0.08	-	-	-
30	-	-	-	0.12	1.00	-	0.96	0.77	-	-	-	-	1.27	-	1.11	2.76	0.11	0.20	4.62	2.65	29.19	-	-	0.06	-	0.48	-	-	-
31	-	-	-	0.02	1.13	-	1.35	0.64	-	-	-	-	0.40	1.99	1.67	1.94	0.28	0.20	5.33	5.53	25.77	0.62	0.75	0.06	-	0.08	-	-	-
32	-	-	-	-	0.25	-	0.36	0.13	-	-	-	-	3.64	-	3.82	1.77	-	0.05	2.00	7.08	16.68	2.27	1.14	-	1.14	4.00	0.51	-	-
33	-	-	-	-	0.51	-	-	0.76	-	-	-	-	1.09	-	1.09	1.52	-	-	4.91	8.09	12.13	0.85	1.14	0.64	-	4.73	1.52	-	-
34	-	-	-	-	0.13	-	-	2.40	-	-	-	-	1.82	-	2.37	1.01	-	-	3.64	2.02	10.11	1.14	6.54	0.21	-	2.91	-	-	-
35	-	-	-	-	0.22	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	2.55	3.87	-	-	4.30	1.77	9.73	1.24	2.24	-	-	5.25	0.88	-	-
36	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.91	3.76	-	-	2.55	7.08	11.06	1.24	2.99	0.06	-	3.50	1.77	-	-
37	-	-	-	-	0.55	-	-	-	-	-	-	-	0.32	-	1.27	3.32	-	0.04	1.59	8.85	18.58	1.49	1.00	-	1.99	1.75	2.21	-	-
38	-	-	-	-	0.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	2.88	-	-	3.03	6.19	27.42	1.74	1.74	-	-	2.87	2.21	0.22	-
39	-	-	-	-	1.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.11	2.76	-	-	1.59	7.52	12.83	2.24	2.24	-	-	3.82	1.77	-	-
40	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.96	3.98	-	-	1.27	4.42	8.85	3.98	3.23	-	-	3.98	3.10	0.11	-
41	-	-	-	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.54	1.67	-	-	0.57	1.57	11.01	5.53	1.77	-	-	2.83	-	-	0.39
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.40	2.56	-	-	-	3.15	11.01	7.30	2.21	-	-	3.54	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.06	2.03	-	-	-	-	14.86	2.39	1.39	-	-	4.97	-	-	0.35
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.91	1.66	-	-	-	-	14.15	1.99	0.75	-	-	4.46	-	-	0.44
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.75	2.54	-	-	-	-	4.87	1.74	0.50	-	-	3.03	-	-	1.33
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.27	2.32	-	-	-	-	-	0.50	-	-	-	4.46	-	-	0.88
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.64	2.10	-	-	-	-	-	1.24	-	-	-	4.14	-	-	1.77
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

附錄 6 影響本研究鳥類密度估算之變因

鳥名	特定基礎半徑(m)	定居性(註)	持續不停棲	性別鳴唱差異	成對活動	成群活動
大冠鷲	50	R	Partial	-	-	-
深山竹雞	100	R	-	-	-	-
竹雞	100	R	-	-	-	-
藍腹鷓鴣	20	R	-	-	-	-
帝雉	20	R	-	-	-	-
灰林鴿	70	R	-	-	-	-
筒鳥	100	SV	-	-	-	-
鷹鵝	120	SV	-	-	-	-
鵲	80	R	-	-	-	-
五色鳥	60	R	-	-	-	-
小啄木	50	R	-	-	-	-
大赤啄木	50	R	-	-	-	-
綠啄木	60	R	-	-	-	-
紅山椒	50	R	-	-	Yes	-
小卷尾	50	R	-	Yes	-	-
巨嘴鴉	100	R	Partial	-	-	-
松鴉	50	R	-	-	-	-
星鴉	80	R	-	-	-	-
紅頭山雀	30	R	-	-	Yes	-
煤山雀	50	R	-	Yes	-	-
黃山雀	40	R	-	-	-	-
青背山雀	40	R	-	-	-	-
茶腹畫眉	30	R	-	-	-	-
紋翼畫眉	30	R	-	-	Yes	Yes
頭烏線	50	R	-	-	-	-
灰頭花翼眉	30	R	-	-	Yes	Yes
繡眼畫眉	40	R	-	-	-	Yes
金翼白眉	60	R	-	-	-	-
竹白耳畫眉	30	R	-	-	-	Yes
耳畫眉	60	R	-	-	-	-
數鱗胸鵲	50	R	-	-	-	-
大彎嘴鵲	70	R	-	-	-	-
小彎嘴鵲	60	R	-	-	-	-
山紅頭	50	R	-	-	-	-
冠羽畫眉	50	R	-	-	-	Yes
綠畫眉	40	R	-	-	Yes	Yes
紅嘴黑鵲	60	R	-	-	-	-
白環鵲	30	R	-	-	-	-
鷓鴣	50	R	-	Yes	-	-
小翼鵲	60	R	-	-	-	-
白尾鵲	40	R	-	-	-	-
白眉林鵲	30	R	-	-	-	-
栗背林鵲	50	R	-	-	-	-
白頭鵲	50	R	-	-	-	-
棕面鶯	40	R	-	-	-	-
褐色叢樹鶯	60	R	-	-	-	-
深山鶯	40	R	-	-	-	-
小火冠戴菊鳥	60	R	-	-	-	-
黃胸青鵲	20	R	-	-	-	-
黃枕藍鵲	40	R	-	-	-	-
黑枕藍鵲	30	R	-	-	-	-
紅尾鵲	30	SV	-	-	-	-
黃腹琉璃	50	R	-	Yes	-	-
岩鵲	30	R	-	-	-	-
紅胸啄花鳥	40	R	-	-	-	-
酒紅朱雀	40	R	-	-	-	-
灰鷲	50	R	-	-	-	Yes
褐鷲	50	R	-	-	-	Yes
岩燕	-	R	All	-	-	-
白黃鵲	-	M	-	-	-	-

註：R=留鳥，SV=夏候鳥，M=過境鳥

引用文獻

中文部分

- 內政部. 1985. 玉山國家公園計畫. 內政部營建署. 臺北.
- 王穎、孫元勳. 1989. 太魯閣國家公園「陶塞溪，蓮花池和神秘谷」鳥類生態研究. 內政部營建署太魯閣國家公園管理處. 花蓮.
- 沙謙中. 1986. 忽隱悠鳴隱山林. 內政部營建署玉山國家公園管理處. 南投.
- 呂理昌. 1990. 玉山國家公園植物開花週期之研究. 內政部營建署玉山國家公園管理處. 南投.
- 林曜松. 1989. 雪山、大霸尖山動物生態資源先期調查研究. 內政部營建署. 臺北.
- 林曜松、郭城孟、李玲玲. 1990. 小型哺乳類動物與植物環境間關係之研究. 內政部營建署玉山國家公園管理處. 南投.
- 郭城孟. 1989. 玉山國家公園東埔玉山區維管束植物細部調查(二). 內政部營建署玉山國家公園管理處. 南投.
- . 1990. 玉山國家公園東埔玉山區維管束植物細部調查(三). 內政部營建署玉山國家公園管理處. 南投.
- 翟鵬. 1977. 臺灣鳥類生態隔離的研究. 東海大學碩士論文. 臺中.
- 謝寶森. 1986. 穿越線法與圓圈法在鳥類族群密度估算之比較. 臺灣大學碩士論文. 臺北.
- 顏重威. 1989. 從臺灣生物地理探討鳥類相. 臺灣動物地理淵源研討會專集. 臺北市立動物園. 臺北.
- 蘇鴻傑. 1992. 臺灣之植群：山地植群帶與地理氣候區. 臺灣生物資源調查及資訊管理研習會論文集. 中央研究院植物研究所. 臺北.
- 臺北市野鳥學會. 1986. 玉山國家公園鳥類生態調查與研究. 內政部營建署. 臺北.

英文部分

- Able, K. P., and B. R. Noon. 1976. Avian community structure along elevational gradients in the northeastern United States. *Oecologia* **26**:275-294.
- Best, L. B. 1981. Seasonal changes in detection of individual bird species. *Studies in Avian Biology* **6**:252-261.
- Cody, M. L. 1974. Competition and the structure of bird communities.

- Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Connell, J. H. 1975. Some mechanisms producing structure in natural communities: a model and evidence from field experiments. Page 460-490 *in* M. L. Cody, and J. M. Diamond, editors. Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- , 1980. Diversity and coevolution of competitors, or the ghost of competition past. *Oikos* **35**:131-138.
- Connell, J. H. and E. Orias. 1964. The ecological regulation of species diversity. *The American Naturalist* **98**:399-414.
- Dawson, D. K. 1981. Sampling in rugged terrain. *Studies in Avian Biology* **6**:311-315.
- Diamond, J. M. 1973. Distributional ecology of New Guinea birds. *Science* **179**:459-769.
- Dobzhansky, T. 1950. Evolution in the tropics. *American Scientist* **38**:209-221.
- Emlen, J. T. 1971. Population densities of birds derived from transect counts. *The Auk* **88**:323-342.
- , 1977. Estimating breeding season bird densities from transect counts. *The Auk* **94**:455-468.
- Fisher, A. G. 1960. Latitudinal variation in organic diversity. *American Naturalist* **14**:64-81.
- Haila, Y., O. Jarvinen, and R. A. Vaisanen. 1980. Habitat distribution and species associations of land bird populations on the Aland Islands, SW Finland. *Annals Zoologici Fennici* **17**:87-106.
- Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist* **113**:81-101.
- International Bird Census Committee (IBCC). 1970. An international standard for a mapping method in bird census work recommended by the International Bird Census Committee. *Audubon Field Notes* **24**:722-726.
- Kano, T. 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. Shibusawa Institute, Tokyo, Japan.
- Karr, J. R. 1971. Structure of avian communities in selected Panama and Illinois habitats. *Ecological Monographs* **41**: 207-233.
- Karr, J. R., and R. R. Roth. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. *The American Naturalist* **105**:423-435.
- Kendeigh, S. C. 1944. Measurement of bird populations. *Ecological Monographs* **14**:67-106.

- Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. Harper & Row, New York, New York, USA.
- Lack, D. 1945. The ecology of closely related species with special reference to cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and shag (*P. aristotelis*). *Journal of Animal Ecology* **14**:12-16.
- 1971. Ecological isolation in birds. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Landres, P. B., and J. A. MacMahon. 1983. Community organization of arboreal birds in some oak woodlands of western North American. *Ecological Monographs* **53**:183-208.
- Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds. 1988. Statistical ecology. John Wiley & Sons, New York, New York, USA.
- MacArthur, R. H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology* **39**:599-619.
- 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. *The American Naturalist* **98**:387-398.
- 1972. Geographical ecology. Harper & Row, New York, New York, USA.
- MacArthur, R. H., and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* **42**:594-598.
- MacArthur, R. H. Recher, and M. Cody. 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. *The American Naturalist* **100**:319-332.
- Noon, B. R. 1981. The distribution of an avian guild along a temperature elevational gradient: the importance and expression of competition. *Ecological Monographs* **51**:105-124.
- Orians, G. H. 1969. The number of bird species in some tropical forests. *Ecology* **50**:783-801.
- Paine, R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist* **100**:65-75.
- Pianka, E. R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *The American Naturalist* **100**:33-46.
- Price, P. W. 1984. Alternative paradigms in community ecology. Pages 353-383 *in* P. W. Price, C. N. Slobodchikoff, W. Slobodchikoff, and S. Slobodchikoff, editors. *A new ecology: novel approaches to interactive systems*. John Wiley & Sons, New York, New York, USA.
- Ralph, C. J. 1981. An investigation of the effect of seasonal activity levels on

- Avian censusing. *Studies in Avian Biology* **6**:265-270.
- Reynolds, R. T., J. M. Scott, and R. A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *The Condor* **82**:309-313.
- Rice, J., R. D. Ohmart, and B. W. Anderson. 1983. Habitat selection attributes of an avian community: a discriminant analysis investigation. *Ecological Monographs* **53**:263-290.
- Robbins, C. S. 1981. Effect of time of day on bird activity. *Studies in Avian Biology* **6**:275-286.
- Rohlf, F. J. 1989. NTSYS-pc: Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exeter, Setauket, New York, USA.
- Rosenzweig, M. L. 1992. Species diversity gradients: we know more and less than we thought. *Journal of Mammalogy* **73**:715-730.
- Roth, R. R. 1976. Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology* **57**:773-782.
- Sabo, S. R. 1980. Niche and habitat relations in subalpine bird communities of the White Mountains of New Hampshire. *Ecological Monographs* **50**:241-259.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *The American Naturalist* **102**:243-283.
- SAS Institute. 1989. SAS/STAT User's guide. Volumes 1& 2, Version 6, 4th edition. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Schluter, D. 1982. Distributions of Galapagos ground finches along an altitudinal gradient: the importance of food supply. *Ecology* **63**: 1504-1517.
- Schluter, D., and P. R. Grant. 1982. The distribution of *Geospiza difficilis* in relation to *G. fuliginosa* in the Galapagos Islands: test of three hypothesis. *Evolution* **36**:1213-1226.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* **185**:27-39.
- Scott, J. M., and F. L. Ramsey. 1981. Length of count period as a possible source of bias in estimating bird density. *Studies in Avian Biology* **6**:409-413.
- Simpson, G. G. 1964. Species density of North American recent mammals. *Systematic Zoology* **13**:57-73.
- Skirven, A. A. 1981. Effect of time of day and time of season on the number of observations and density estimates of breeding birds. *Studies in Avian Biology* **6**:271-274.

- Smith, R. L. 1990. Ecology and Field Biology. 4th edition. Harper Collins, New York, New York, USA.
- Sneath, P. H. A., and R. R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. Freeman, San Francisco, California, USA.
- Stacey, P. B., and W. D. Koenig. 1990. Cooperative breeding in bird: long-term studies of ecology and behavior. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Stiling, P. D. 1992. Introductory ecology. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Strong, D. R., L. A. Szyska, and D. Simberloff. 1979. Tests of community-wide character displacement against null hypothesis. *Evolution* **33**:897-913.
- Su, H. J. 1984. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan(II): altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarter Journal of Chinese Forestry* **17**:57-73.
- Terborgh, J. 1971. Distribution of environmental gradients: theory and a preliminary interpretation of distributional patterns in the avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Peru. *Ecology* **52**:23-40.
- 1973. On the notion of favorableness in plant ecology. *The American Naturalist* **107**:481-501.
- 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* **58**:1007-1019.
- 1985. The role of ecotones in the distribution of Andean birds. *Ecology* **66**:1237-1246.
- Terborgh, J., and S. Ribinson. 1986. Guilds and their utility in ecology. Pages 65-90 in J. Kikkawa, and D. J. Anderson, editors. *Community ecology: pattern and process*. Blackwell Scientific, Oxford, England.
- Terborgh, J., S. K. Ribinson, T. A. Parker, C. A. Munn, and N. Pierpont. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs* **60**:213-238.
- Terborgh, J., and J. S. Weske. 1975. The role of competition in the distribution of Andean birds. *Ecology* **56**:562-576.
- Tilman, D. 1982. Resource competition and community structure. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Vuilleumier, F., and D. Simberloff. 1980. Ecology versus history as determinants of patch and insular distributions in high Andean birds. *Evolutionary Biology* **12**:235-379.

- Welty, J. C., and L. Basptista. 1988. The life of birds. 4th edition. Saunders, New York, New York, USA.
- Whittaker, R. H. 1975. Communities and ecosystems. MacMillan, New York, New York, USA.
- Wiens, J. A. 1974. Climatic instability and the "ecological staturation" of bird communities in North American grassland. *The Condor* **76**:385-400.
- 1977. On competition and variable environments. *The American Scientist* **65**:590-597.
- 1984. On understanding a non-equilibrium world: myth and reality in community patterns and processes. Pages 439-457 *in* D. R. Strong. Jr, D. Simberloff, L. G. Abele, and A. B. Thistle, editors. *Ecological communities: conceptual issues and the evidence*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- 1989a. The ecology of bird communities. Vol.1 Foundations and patterns. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- 1989b. The ecology of bird communities. Vol.2 Processes and variations. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Wiens, J. A., and J. T. Rotenberry. 1981. Habitat associations and community structure of birds in shrubsteppe environment. *Ecological Monographs* **51**:21-41.
- Wiens, J. A., J. T. Rotenberry, and B. van Horne. 1987. Habitat occupancy patterns of Northern American shrubsteppe birds: the effects of spatial scale. *Oikos* **48**:132-147.
- Williams, A. B. 1936. The composition and dynamics of a beech-maple climax community. *Ecological Monographs* **6**:317-408.
- Wilkinson, L. 1988. SYSTAT: the system for statistics. Version 5 edition. SYSTAT, Illinois, USA.
- Willson, M. F. 1974. Avian community organization and habitat structure. *Ecology* **55**:1017-1029.
- Wyndham, E. 1986. Length of birds' breeding seasons. *The American Naturalist* **128**:155-164.
- Yu, H. T., and L. K. Lin. 1985. New record of the group breeding of Formosan Yuhinas. *Journal of Taiwan Museum* **38**:47-48.

We should let natural complexity be our delight rather than a discourage adversary.

IF no more than a grouping start has been made in studying community.

many good Field trips await us.

常綠闊葉林

針闊葉混合林

鐵杉林

雲杉林

圓柏灌叢

冷杉林