

內政部營建署太魯閣國家公園管理處八十一年度研究報告

太魯閣國家公園中、高海拔鳥類資源之調查研究

摘 要

本研究於民國八十年七月至八十一年六月間，針對太魯閣國家公園境內慈恩至合歡山沿線之中、高海拔鳥類資源進行調查。總共記錄到 78 種鳥類，其中 11 種為臺灣特有種，16 種冬候鳥及 4 種夏候鳥，並發現 5 種新記錄種。鳥種以慈恩段 60 種最多；時間上則以五月份 49 種最佳。研究發現高海拔鳥類在冬季時族群有向下遷移的現象，但向下遷移的形式則因種而異，可略分為三種類型，一以金翼白眉為代表，屬部分遷移，部分遺留；一以阿里山鳩為代表，屬整體遷移；一以烏鴉為代表，在冬天其族群有上升之趨勢。若將研究區之棲息環境分成七種不同的類型做一比較時，則以房舍、交界帶及森林之鳥相較佳，橋樑及崩塌地居中，而草原及果園較差。至於記錄時各鳥種被看到的比例在繁殖季與非繁殖季也略有不同，而以非繁殖季較高，聽到者則反之。在五種高海拔森林鳥類對針葉樹的空間利用方面，各種鳥類對於針葉樹各部份之利用比例亦各不相同，可明顯看出生態區位劃分的現象。另就混群現象而言，在此中、高海拔地區主要以煤山雀及火冠戴菊鳥為主體所組成者，與低海拔之混群不同。最後，由對合歡山地區遊客與鳥類間交互關係之觀察發現，遊客人數與出現鳥隻數呈顯著負相關。

前 言

太魯閣國家公園面積約九萬二千公頃，海拔涵蓋範圍由近海平面至三千七百公尺以上，園區內自然資源豐富，在鳥類方面計有 12 目 36 科 139 種（林等，1991）。鳥類不僅是國家公園遊憩與環境教育的重要資源之一，更是保育研究的好題材。國內有關鳥相分布的調查報告很多（王及孫，1991；呂等，1989，1990；林等，1986，林及劉，1991；陳，1983；楊等，1987；歐等，1987），而太魯閣國家公園鳥類資源之調查尚不多，計有呂（1983，1984）對園區內動物資源之調查，其中鳥類部份僅限於鳥種分布之概述；王及孫（1989）的“「陶賽溪、蓮花池及神秘谷」鳥類生態研究”，範圍亦僅涵蓋低海拔鳥類，對中、高海拔鳥類則未觸及；林等（1991）的“太魯閣國家公園動物相與海拔、植被之關係研究”則對海拔高度、植被與動物相之關係有較深入的調查，然對鳥類的探討則限於海拔分布及棲地概略的描述。

因此，本研究乃針對太魯閣國家公園之中、高海拔鳥類資源進行調查研究，由於棲地特性和鳥類分布息息相關(MacArthur and MacArthur, 1961 ; Peek, 1986)，故本研究之主要目標之一為探討鳥相與棲息環境之間的關係，並以五種高海拔森林鳥類對針葉樹之空間利用為對象，以探討鳥類與植物的關係。此外，並針對海拔與鳥類之分布及遊客與鳥類之互動關係等做一初步之了解，以期所得有助於管理處對鳥類資源之經營管理及解說教育。

研究地區與方法

一、調查地區

本研究主要在太魯閣國家公園西部，中、高海拔地區進行，調查路線包括慈恩至大禹嶺（中橫公路 135K 至 113K）及大禹嶺至合歡山（台 14 甲線 41K 至 33K）沿線地區，全長約三十公里，海拔在 2000 至 3200 公尺間。沿途重要據點包括碧綠神木、金馬隧道景觀臺、關原、大禹嶺、小風口停車場及合歡山地區。其中慈恩、關原及合歡山地區為三個調查棲息環境之主要據點，茲分述如下：

- 1.慈恩：海拔約 2000 公尺，植相為針闊葉混合林，以臺灣赤楊(*Alnus formosana*) 為優勢種植物。除慈恩山莊、派出所及果園外，皆為天然林。本據點共設置 12 個觀察站，包括森林、果園、交界帶及房舍各三站。
- 2.關原：海拔約 2400 公尺，亦為混合林，但以臺灣二葉松(*Pinus taiwanensis*) 及臺灣赤楊為主。建築物有關原焚化爐、觀雲山莊、加油站、停車場及部分民舍。本據點共設置 6 站，森林及房舍各三站。
- 3.合歡山地區：海拔約 3200 公尺，為針葉林及高山草原地帶，各以臺灣冷杉(*Abies kawakamii*) 及玉山箭竹(*Yushania niitakayamesis*) 為優勢種。建築物有合歡山莊、松雪樓及雪訓中心。本據點共設置 18 個站，森林及草原各 6 站，交界帶及房舍各 3 站。觀察站主要沿著奇萊步道設置。本區自 12 月至 3 月為雪季，地面大部份被雪所覆蓋。

二、調查方法

1.鳥相調查

鳥相調查可區分為兩部份，即各月鳥相調查及繁殖季時期公路沿線之鳥相調查。第一部份為每月在研究區內記錄所發現之鳥種及出現地點，第二部份為繁殖季鳥相記錄，調查路線從慈恩經大禹嶺至合歡山，共 30 公里。以里程碑標示為基準，記錄每一公里內發現的鳥種及數量。調查時以機車代步，保持每小時 10 至 20 公里之速度前進。當發現鳥蹤時即停下記錄（採錄音方式，看、聽分開），記錄完畢後繼續前進。

2.鳥相與棲息環境

在研究區內依植被及人為開發之差異或景觀佳腹地大，適於遊憩解說之地點，選擇 7 種不同之棲息環境，分為森林、高山草原、交界帶 (Ecotone)、果園、

房舍、崩塌地及橋樑，共設置 48 個觀察站，以綠色色帶作記號，並以其為中心點，記錄 50 公尺半徑內所出現之鳥種及數量，每站記錄時間為 8 分鐘(DeSante , 1981 ; Reynolds et al . , 1980 ; 王及孫 , 1991)。

3. 繁殖行為之記錄

將鳥類之繁殖過程劃分為七個階段，即建立領域、配對、築巢、孵蛋、育雛、幼鳥離巢、及亞成鳥(Pettingill , 1970)。在 2 至 6 月之上述調查中特別注意鳥類的繁殖行為並予以記錄。

4. 五種高海拔森林鳥類對針葉樹之空間利用

此部份之研究範圍由關原經大禹嶺至小風口停車場，全長約 10 公里路段，海拔在 2400 至 2900 公尺之間，優勢種植物為台灣二葉松及台灣冷杉。事先將針葉樹(二葉松、冷杉、鐵杉、雲杉、及華山松等) 依樹形結構(樹幹、分枝、小分枝、及葉部) 加以劃分編號，使針葉樹任一位置都能用一個四位數碼來表示。例如主幹由下而上分成四段，分別賦予編號 1 (下層)、2 (中層)、3 (上層)、4 (頂層)。其中下層為不具分枝之樹幹部份，頂層為樹之末梢，分枝無法再細分之部份，約為 1 至 2 公尺，其餘依長度均分為二段，即中、上層。而分枝則依長度由內向外均分為三段，亦賦予編號 1 (內層)、2 (中層)、3 (外層)，小分枝乃由分枝再長出者，依長度分為兩段：1 為內層、2 為外層。而葉部亦分兩段：編號 1 為著葉小枝、2 為針葉。如此全株各處皆可用一"四位數碼"來表示。此部分在 80 年 11 月至 81 年 2 月間進行，針對五種高海拔森林鳥類(煤山雀、火冠戴菊鳥、青背山雀、茶腹 及紅頭山雀) 進行覓食區位之觀察，記錄時記下鳥種、位置(四位數碼)、樹種及樹高，以分析其對各種不同空間之相對利用程度。

5. 混群行為

於 80 年 12 月至 81 年 5 月間進行調查，每月利用 4 至 5 天，以 1-2 人次，步行或以機車代步，在樣區之現有道路或步道採沿線隨機方式調查混群行為，於碰到鳥群時開始記錄，直到鳥群離去為止。記錄項目包括混群鳥種和數量、所棲息之樹種及棲位、觀察時間、地點與其海拔高度。棲位分為兩類，若該鳥種只活動於三種棲位(上層、中層、及下層) 之一者，則歸類為單一棲位。如果活動於一種棲位以上者，則視為複層棲位。鳥種之平均隻數的計算，乃以在各混群中該鳥種的總隻數除以其總出現次數後的數值，即為平均隻數。

6. 遊客與鳥類之互動關係

研究者選擇松雪樓及其附近地區，觀察遊客對鳥類的反應，記錄鳥種、數量，及遊客人數等。

三、資料分析

1. 五種高海拔鳥類對針葉樹之空間利用

我們將不同的四位數碼依針葉樹的高度、內外層次及部位再加以歸類。以高度來分，即視四位數碼的第一位數而定：1---代表針葉樹的下層，往上 2---、3---、4---，依次為中、上及頂層，而 4444 定義為絕頂，即在針葉樹的最頂端；以層次

分，即就分枝上各段與主幹之距離而言，則變化在第二位數，-000，代表在主幹上，-1--為內層，即分枝最靠主幹之 1/3 部份，向外-2--、-3--，依次為中、外層，而頂層 4---因分枝尚未成長，記錄時省略之以 40--表示；最後以部位來劃分，-000 代表在主幹上，--00 表在分枝上，---0 表在小分枝上，---1 為著葉小枝，而---2 則代表在針葉上。另-322 或 4022 表在外層的針葉上，稱為外緣。

另以覓食區位寬度 (Foraging niche breadth, B) = $1 / \sum P_i^2$, MacArthur, 1972; Herrera, 1978) 來表示五種高海拔鳥類對針葉樹各分區之利用情況，其中 $i = 1, 2, \dots, 8$ ，表各分區，而 P_i 為各鳥種在 i 區中所佔之比例，則覓食區位寬度可視為各鳥種集中於某區或分散於各區的指標，及其覓食區位之龐雜度。

結 果

一、鳥相與海拔分布

1. 鳥相

此部份資料主要來自於 48 個觀察站及沿途鳥相記錄，總共發現 8 目 21 科 78 種鳥類，其中 11 種為台灣特種(藍腹鷓、深山竹雞、紋翼畫眉、金翼白眉、白耳畫眉、藪鳥、冠羽畫眉、紫嘯鶇、栗背林鴉、黃山雀及火冠戴菊鳥)，4 種夏候鳥(筒鳥、鷹鴉、針尾雨燕及紅尾鶇)及 16 種冬候鳥或過境鳥(花鴉、毛足鶇、紅隼、黃尾鴉、藍尾鴉、赤腹鶇、虎鶇、斑點鶇、白眉鶇、白腹鶇、樹鶇、灰鶇、小、黑臉、黃雀及花雀)。若就慈恩至合歡山沿線各路段之鳥種記錄而言，以慈恩段 60 種最多，其次是關原段 45 種，而金馬隧道段 26 種最少。若就全年各月所記錄之鳥種數而言，則以 5 月份 49 種為最多，3 月份 46 種次之，而 1 月份 26 種最少。

另將記錄次數大於 10 次之鳥種，就看聽比例做一分析，可發現有些鳥種較易被看見(稱為"看型":即指被看到次數除以總記錄次數大於 0.66 者，亦即該鳥種在記錄上有三分之二以上次數是被觀察者看到的)，如岩鶇、紅山椒、烏鴉等 10 種其中以岩鶇之比值 0.94 為最高。而另一些種類則較不易看到，記錄總次數三分之二以上為聽到者，稱之為"聽型"，如小翼鶇、小鶇、鱗胸鶇等共 11 種，其中以小翼鶇之比值 0.03 為最低，即最不易被看到。在全年看聽比例的分析中，11 種聽型鳥類除筒鳥及白耳畫眉外，皆為森林的底層或下層的鳥類。而 10 種看型鳥類中，除岩燕在空中，鉛色水鶇在溪流中外，岩鶇、朱雀及烏鴉屬開闊地鳥類，其餘都為森林中、上層鳥類。另外 10 種中間型鳥類則大多為森上、中、下層鳥類。若再進一步將此比值就非繁殖季(10-1 月)與繁殖季(3-6 月)做一比較，則看型由非繁殖季之 11 種降為繁殖季時之 8 種，而聽型由 8 種升為 17 種。若僅就比值之升降來看，則變化更大，下降者有 21 種鳥類，而上升者僅有 5 種，1 種不變，顯示多數鳥種在繁殖季被聽到的頻率有增加的趨勢。

3-6 月在慈恩至合歡山沿線 30 公里所做之鳥相記錄顯示在鳥種上平均每一公

里能發現 17.5 種，以 41k 24 種最多，其次為 13k、114k 之 23 種，而以 35k 之 10 種最少。在記錄次數上平均每走一公里能發現 15.9 次，以 113k 28 次最多，其次為 114k 之 24.8 次，而以 33k 8.3 次最少。在隻數上平均每公里能發現 20.2 隻，以 129k 39.8 隻最多，其次為 113k 35.8 隻，而以 123k 之 8.5 隻最少，此隻數之結果乃先扣除岩燕之隻數所得者，因岩燕為點狀群聚之鳥種，對隻數之計算會產生超值之影響，故扣除之。綜觀全區，在中橫公路 113k (大禹嶺) 及 129k (神木往下約 1 公里處) 各有一個高峰。

若取不同距離之累計值加以分析，即在此 30 公里中任取 2 公里、3 公里或 4 公里之路段來看鳥種，次數及隻數之差異時，則各種里程之組合結果皆呈兩個高峰。若就鳥種、次數及隻數而言，在二公里中平均為 22.6 種、32.2 次，及 40.9 隻，在三公里中平均為 25.6 種、48.6 次，及 61.1 隻，而在四公里中平均為 27.9 種、65.3 次，83.4 隻。在任取 2 公里之結果中，以 113k 至 115k 及 129k 至 131k 較佳。而在任取 3 公里之結果中，以 41k 至 115k 及 128k 至 131k 較佳。在任取 4 公里之結果中，以 41k 至 116k 及 128k 至 132k 為較佳。

2. 鳥種分布與海拔高度之關係

以各鳥種各月份在海拔高度上之分布來看，則在雪季期間 (12-1 月)，高海拔地區的鳥類大都有向下遷移的現象。我們將之歸為三大類型。

第一類型以金翼白眉為代表，其特徵為部份族群向下遷移，部份不遷移，所以冬季在高海拔地區仍可發現牠們的蹤跡，本型尚包括火冠戴菊鳥、褐頭花翼畫眉、鷓鴣、岩鷓、煤山雀等。

第二類型以阿里山鳩為代表，其特徵為冬季時全部族群皆向下遷移至較低海拔處，其他尚有黃腹琉璃、深山鶯、青背山雀、紅頭山雀、茶腹、朱雀、及冠羽畫眉、白耳畫眉、藪鳥、鱗胸鷓鴣等畫眉科鳥類。

第三類型僅烏鴉一種，其特徵是冬季時反而在高海拔地區有增加的現象。

至於其他鳥種之海拔分布範圍，目前尚無法歸納出其類型。

二、鳥相與棲息環境

就研究範圍內七種不同棲息環境之鳥相而言，以房舍最佳，在鳥種 (48) 及記錄次數上皆最高，其次為森林地區，而草原最差，僅能發現 6 種鳥類。在看聽比例上，看到次數除以總次數之比值以果園地區最高，達 0.8 以上，而草原、崩塌地、交界帶及森林等四種環境較接近，在 0.35-0.39 之間。而各種棲息環境中最常出現之鳥種也各不相同，如合歡山地區森林與交界帶以火冠戴菊鳥最常被發現，而房舍則為栗背林鳩，草原為褐色叢樹鶯。而同種棲息環境因海拔及植被等之差異，最常出現的鳥種也各不相同，如關原森林就以煤山雀最常出現，而慈恩森林為白耳畫眉，沿途森林為青背山雀，皆有別於合歡山森林之火冠戴菊鳥。

若就鳥種數在棲息環境之季節變化而言，48 個觀察站之雪季鳥種數除果園增加及兩處房舍不變外，皆比繁殖季少，且其比值有隨海拔之升高而下降的趨勢。此種趨勢在森林棲地中呈顯著負相關，即海拔愈高，雪季鳥種數除以繁殖季

鳥種數之比殖愈小，且都小於 1。而數量上亦有同鳥種數與海拔變化之關係，唯比值大於 1 者有 14 種之多，且以果園地區較高。

若吾人再將不同海拔高度之相同棲息環境之鳥相做 - 比較，則發現鳥種及記錄某一觀察時間內某鳥種之有無次數有隨海拔遞增而下降的趨勢。合歡山、關原、慈恩之海拔高度各為 3200、2400、2000 公尺，而不論其為森林棲地或房舍環境，皆以慈恩之鳥相最佳而合歡山地區最差。另就合歡山地區各種棲息環境在雪季（12-2 月）與繁殖季（4-6 月）做一比較，則顯示在各種棲息環境中雪季之鳥種數及次數皆比繁殖季為低，特別是草園地區，雪季鳥種數降為零，而房舍環境不論在鳥種數或次數上，下降之比例皆最低。

三、繁殖行為

在繁殖季對各種繁殖行為的觀察中，總共記錄到 19 種鳥類的一項或多項繁殖行為，其中以成鳥築巢及亞成鳥較易被觀察到，而交配行為及孵蛋記錄則較難發現，各僅有一次記錄。各鳥種中以岩燕較早進入繁殖季，2 月 27 日即見築巢行為（132k），但海拔較高的另一營巢區（119k）則在下一個月才見到已築好的巢，在時間上略有差異。而亞成鳥以岩燕、紅頭山雀及鉛色水鶉較早出現。

四、五種高海拔森林鳥類對針葉樹之空間利用

此部份共記錄 4313 筆資料，不同的四位數碼組合 69 種，由於太過龐雜，我們將不同的四位數碼再依針葉樹的高度、內外層次及部位等加以分析。

就五種鳥類在高度上對針葉樹之利用比例而言，結果顯示大多集中在中、上層（53.4% 及 34.4%），其中以紅頭山雀在中層之比例最多（65.3%），但牠也幾乎不用頂層（0.7%），而青背山雀很少用下層（1.6%），茶腹 則較為平均。另在 4444 絕頂共記錄到 9 筆資料，其中 8 筆為煤山雀，一筆為青背山雀。再以內外層次之利用狀況來看，則以外層被利用之比例最多（42.9%），且各鳥種間差異較大，如煤山雀在外層最多（65.3%），茶腹 53.1% 在主幹上，青背山雀則很少用主幹，而紅頭山雀較平均。在 322 處共得 694 筆記錄，以煤山雀及火冠戴菊鳥所佔之比例最多，分別佔 60.2% 及 34.6%，亦分別佔其本身之 25.6% 及 18.5%。再以部位來看則較為平均，以在小分枝上之比例較多（31.7%），各種間以茶腹 在主幹（53.1%），煤山雀在葉部（51.1），及青背山雀在小分枝上（45.0%）之比例較多。

若將針葉樹由上而下，由內而外分成 8 區，再就各鳥種在各分區之出現比例來看，則煤山雀以在 4、7 兩區為主（53.4%），火冠戴菊鳥較為分散，僅在第七區大於 20%，青背山則以在 6、7 區（55%）為主，茶腹 在 2、5 兩區（61.3%），而紅頭山雀則散布在 5、6、7 三區為主（65.3%）。若以覓食區位寬度，則以火冠戴菊鳥 5.83 最大，紅頭山雀 5.79 次之，而茶腹 4.31 最小。

綜合言之，若將此五種高海拔森林鳥類，在針葉樹上的覓食區位做一劃分，各範圍代表 75% 以上的出現頻率，則煤山雀以外層葉部及小分枝為主。火冠戴

菊鳥的覓食區位較分散，包括內中外層全部。而茶腹 以主幹及內層分枝為主。青背山雀以中外層小分枝為主，而紅頭山雀則涵蓋內中外層，亦以小分枝為主。兩者若再細分則青背山雀利用葉部的比例較紅頭山雀多些，而紅頭山雀利用分枝之比例則較青背山雀多些。

五、混群行為

共記錄到 65 個混群，含 19 種鳥類。就混群中各鳥種出現次數 (N=220 次) 之頻率而言，以煤山雀 (19.09%) 為最高，火冠戴菊鳥 (18.18%) 次之，而粉紅鸞嘴、藪鳥、金翼白眉、紅胸啄花鳥及朱雀等五種僅有 1 次記錄。

就混群中各鳥種之平均隻數而言，(鳥種之平均隻數的計算，乃以在各混群中該鳥種的總隻數除以其總出現次數後的數值。)，其中仍以煤山雀 (16.12 隻) 為最多，火冠戴菊鳥 (11.92 隻) 次之，而其在某一混群中出現最多隻數之記錄，前者為 72 隻、後者為 53 隻。繡眼畫眉 (11.57 隻) 再次之，而平均在 1 隻以下者，有栗背林鴿、黃腹琉璃、金翼白眉和紅胸啄花鳥等 4 種。而混群之組成鳥種數從 2 至 8 種不等，平均為 3.42 種，其中以 2 種或 3 種鳥類之混群較常見 (N=24,18)。

若以海拔高度來區分，將其分為 2000 公尺至 2400 公尺的慈恩與關原地區、2400 公尺至 2800 公尺的大禹嶺與落鷹山莊地區、以及 2800 公尺至 3200 公尺的小風口與合歡山地區，則混群平均種數各為 3.83、3.39 及 2.00 種。

混群大小之總平均值為 27.06 隻，若將其大小分 7 等級來看，其中大禹嶺與落鷹地區平均值 (31.32 隻)，幾為小風口與合歡山地區者 (8.44 隻) 的四倍。

在種間群聚中，共有 71 種不同的組合出現情形，計有 305 次。其中以煤山雀與火冠戴菊鳥同在混群出現之次數最多 (33 次) 次，次為紅頭山雀與火冠戴菊鳥、煤山雀與茶腹、火冠戴菊鳥與茶腹者 (皆為 21 次)。而在 20 與 10 次間者有煤山雀與紅頭山雀 (18 次)、紅頭山雀與茶腹 (15 次)、煤山雀與灰頭花翼 (11 次)、火冠戴菊鳥與灰頭花翼畫眉 (10 次) 等 4 種情況其餘 63 種組合皆在 10 次以下。

各鳥種依其出現於不同鳥種數混群之情形來看，在 2 種至 8 種鳥類混群中記錄到分別有紅頭山雀、茶腹 及山紅頭等 3 種。其中以煤山雀在 3 種鳥種混群中較常見 (14 次)，其次為 3 種者的火冠戴菊鳥次之 (13 次)。

若以其平均隻數而言，則以煤山雀在含 7 種之混群中最多 (30.67 隻)、在 6 種者 (32 隻，N=1) 次之。

若以不同海拔高度來看各鳥種之混群狀況，混群鳥種數和混群大小與海拔高度之間相關性不顯著。在三個不同海拔高度地區皆出現於混群中的鳥種有紅頭山雀、煤山雀、茶腹、灰頭花翼畫眉、以及火冠戴菊鳥等 5 種。就混群之記錄次數而言，以大禹嶺與落鷹地區的次數最多。而鳥種上，以火冠戴菊鳥最常見 (30 次)、煤山雀次之 (28 次)。在平均隻數方面，以慈恩與關原地區的煤山雀最多 (18.29 隻)，外數量達 11.57 隻 (N=7) 的繡眼畫眉則只出現在慈恩與關原地區。

如果以混群鳥類出現於不同的樹種來看，在針葉林與闊葉林皆出現的有 7 種鳥類，且大多偏於針葉林（除了青背山雀與山紅頭），依其出現次數多寡，分別為火冠戴菊鳥、煤山雀、茶腹、紅頭山雀、褐頭花翼、青背山雀以及山紅頭。在針葉林與闊葉林的各鳥種平均隻數有差異。其中煤山雀在闊葉林或針葉林的平均隻數（25.25 隻與 16.77 隻）為最多，再者為火冠戴菊鳥在闊葉林或針葉林的 16.25 隻與 13.65 隻。

將鳥類活動於樹種的層次分成二類，分別為單一棲位及複層棲位。混群中各鳥種活動於單一棲位或複層棲位的隻數有差異，然而各鳥種在單一棲位與複層棲位之間的平均隻數則相差不大。此二類棲位皆有記錄之鳥種為紅頭山雀、煤山雀、青背山雀、茶腹、褐頭花翼畫眉、繡眼畫眉、山紅頭、棕面鶯、以及火冠戴菊鳥等 9 種。而且大多偏向複層棲位，其中以煤山雀的 17.16 隻為最多，火冠戴菊鳥的 14.69 隻次之。而在單一棲位部份，除了繡眼畫眉 18.00 隻（N=2）外，其餘鳥種之平均隻數皆少於 10 隻。

最後將混群鳥種活動於樹種與其棲位之平均隻數同時來看，以在針葉林的上、中層較常發生（37 次），而在混群數量上卻以闊葉林的上、中層較多（17.20 隻）。

六、遊客與鳥類之互動關係

在六個假日全天的記錄中，發現鳥種數與遊客人數之多寡並無相關，但鳥隻數與遊客人數呈負相關（ $R^2=0.67$, $p<0.05$ ），即遊客人數越多，出現鳥隻數越少。

討 論

一、鳥相與海拔分布

研究區域的海拔高度在 2000 公尺至 3200 公尺之間，涵蓋部分中海拔及高海拔地區，而中、高海拔之分界採翟（1977）之分法，即以海拔 2300 公尺為分野，以上為高海拔帶，以下為中海拔帶，實際位置約在中橫公路 126K 碧綠站附近。若以各鳥種主要出現海拔來看，則高海拔鳥類包括星鴉、黃羽鸚嘴、鷓鴣、白眉林鴿、岩鸚、灰鸚、煤山雀、褐頭花翼畫眉、金翼白眉、栗背林鴿、褐色叢樹鶯、深山鶯、火冠戴菊鳥及朱雀等 14 種。

就特有種而言，本區共記錄到 11 種，而帝雉在此海拔範圍應可看到，但因調查時大多沿公路進行，所以這一年的野外調查並未記錄到，不過當地居民都確認有帝雉存在，此外，林等（1991）之報告中亦收集到有帝雉出現的記錄。因此，14 種特有種中除台灣藍鵲及烏頭翁外，皆可在此區發現。

又本研究發現五新記錄種（花鵲、毛足鶯、灰林鴿、花雀及黃雀），將此併入林等（1991）之鳥類名錄中（139 種，檀鳥重覆，白眉林鴿未列）計算，則曾在太魯閣國家公園內被記錄到之鳥種達 144 種。而此五種中有四種為過境鳥，一種為鳴鴉科留鳥，足見在鳥種的記錄上過境鳥最難掌握，因其停留的時間最短，

對每月一次數天的調查方式而言，是很容易錯過的，況且過境鳥每年過境的路線與時間是否一定，也有待進一步調查。Palmgren (1987) 即認為一地區之鳥相調查，往往需要做連續多年的觀察才能得到較完整的結果，因為有些鳥種很可能好幾年才會出現一次。而 Batten and Marchant (1977) 的報告則顯示，在連續 13 年的鳥相調查中，各鳥種的族群量是起伏不定的，因此只做一年的鳥相調查並不足以勾勒出該地之鳥相狀況。

另就其它較特殊之鳥種而言，沙 (1989) 將紅尾鷓界定為稀有留鳥及普遍夏候鳥，而在本研究中發現紅尾鷓之 30 次記錄皆出現在四至八月份，以六月份 14 次最多。而九月至隔年三月則未曾發現，另王及孫 (1991) 在翠峰湖自然保護區之調查亦顯示紅尾鷓之 26 次記錄都出現在繁殖季，由此更進一步驗證紅尾鷓為夏候鳥的可能性。

冠羽畫眉亦值得一提，在 118 次目擊記錄中，成群 (>2 隻) 的比例高達 77.1 %，即使在繁殖季也有這種現象。另王及孫 (1989) 在『陶塞溪、蓮花池及神秘谷』地區所做的調查，也有同樣的趨勢，且同種群的比例達 57 % (N=44)。另據沙 (1989) 指出本種於營巢時有數對共同合作的行為，育雛亦共同哺育。足見其特殊性，且冠羽畫眉又是特有種，實有待進一步之研究。

若將本年度在慈恩及合歡山所調查到之鳥種數，與王及孫 (1989) 神秘谷及蓮花池之鳥種數和林等 (1991) 之太魯閣歷年鳥類名錄作一比較，則得到一個相當一致的結果，即一年的調查平均能發現該地區 58 % 的鳥種，其中慈恩及合歡山兩地各為 61 % 及 58 %，且此比例不管在海拔 100、1000、2000 或 3000 公尺地區都很接近。而其餘 42 % 未被記錄到的鳥種中，大多數屬於過境鳥及多候鳥或具季節性遷移之鳥種。由此顯示時間與空間的因素對鳥種之發現有相同之影響。

在翟 (1977) 及林等 (1991) 的報告中皆指出：鳥種數以中海拔地區最多，並依序向兩極減少，與本研究結果相關者為種數由中海拔往高海拔逐漸減少。在本研究中，雖有相同趨勢，但並非完全吻合，即雖整體而言呈漸減趨勢，但卻呈波狀變異。這可能是肇因於樣區環境之差異及調查時間長度之不同，前者如金馬隧道段 (26 種)，為所見鳥種出現最少者，然其海拔在各段中並非最高，此乃該段除隧道、崩塌地及斷崖較多外，都為單一的混合林，而冬候鳥較常出現的開墾地，此段也闕如，這可能是導致鳥種數較少的一個原因，郭 (1986) 亦指出，東埔至八通關線在海拔 1200-1500 處因開墾及斷崖散布，鳥種數有偏少的現象。後者為調查時間量之差異，如 48 個觀察站大多集中在慈恩、關原及合歡山三處 (14、9、18 個)，而碧綠神木段僅 3 個，金馬隧道段更只有 2 個站，因而在此兩路段中停留之時間便相對減少。而大禹嶺段雖也只有 2 個站，但因調查期間大多住宿於此段中，也使觀察時間相對地增長，因而有較詳盡的記錄。

另合歡山地區 (2900-3200) 共記錄到 33 種鳥類，幾乎涵蓋所有高海拔鳥類，若與玉山地區 (沙, 1989) 作一比較，則由塔塔加至玉山頂 (海拔 2800-3952 公尺) 之間的鳥類幾乎也都能在合歡山地區看到。推測原因，一方面可能因為合歡山緯度較高，所以雖其海拔不如玉山高，但仍足以產生適合高山鳥類生活之氣候

狀況。此猶如昆欄樹在陽明山即可發現一般。另外同為山頂，其所承受之物理及化學因素：如陽光、雨雪、及風等外在壓力很相似，因而導致生物環境也很相似，所以合歡山地區海拔雖然比玉山低，卻也能夠擁有與玉山相近似的鳥相。

就鳥類之海拔分布而言，吾人所歸納之三種鳥型中：

第一類為金翼白眉型，此類型鳥種其冬季之最高分布海拔並沒有變動，可能有部份族群已向下遷移，但仍然有部份族群留在合歡山地區，較明顯者如金翼白眉及岩鷲，如曾十二月底發現一隻前幾個月上標的金翼白眉（林妙芬，個人聯絡）。然因合歡山地區僅 3200 公尺左右，也有可能冬季在此發現之鳥類是從周圍更高的山區遷下來的，所以此種說法，對玉山地區也許就不適用了。至於為何仍有部份鳥類留在雪地活動而不遷移，是否與在下一個繁殖季能佔取較佳之領域有關（Lack,1985）則有待進一步之研究。

第二類以阿里山鳩為代表，在冬季，特別是雪季（12-2 月）可以看出明顯的下遷現象，劉（1991）於繁殖季的調查發現，阿里山鳩出現的海拔高度範圍在 2605 公尺至 3550 公尺，而非繁殖季的調查，出現的海拔高度在 1650 公尺至 2820 公尺，似乎有下降的趨勢。此類型應為較典型的例子，下面會做較詳細的討論。

至於第三類型僅烏鴉一種，雪季時反而在高海拔地區常見到，林等（1991）亦指出烏鴉在夏季時族群有往低海拔增加之趨勢。雖然這並不意味著冬天有向高海拔地區增加的趨勢，然合歡山地區，雪季在天然食物的匱乏的情況下，大批遊客所製造出來的垃圾，或許是吸引烏鴉的原因之一，並使其集中而易觀察，所以冬天的記錄次數反而增加。

台灣森林鳥類，特別是中高海拔者，季節性垂直遷移之現象，早已是不爭的事實。然究其原因，則爭論乃多，翟（1977）最早對此現象提出看法，他認為" 主要非繁殖時期，尤其是在冬季，鳥類族群中的少一部分，常產生散佈現象而超過主要生活的高度範圍。散佈強度和氣候狀況很有關聯，但鳥類本身的生理與鳥群結構的變化亦有影響。無論如何台灣鳥類的此種現象並不同於遷移，他們是以個體或小群為單位，隨機的漂移，以追尋適當的棲所提供食物，或為了逃避惡劣的氣候。" 他並引用 Dorst（1974）之報告 " 在山岳垂直面上的鳥類遷移現象僅是短距離的順延山坡作升降，故若與鳥類在沿緯度上的遷移相較，這類行為常是不定期且不規則的，主隨著所處位置的氣候狀況而作垂直上下的移動，在氣候變動愈大的所在，沿著垂直面上的遷移現象較呈明顯"。

林等（1991）亦指出 " 在優勢種中只有少數種類其族群數量有季節性變化之趨勢，這似乎表示各優勢種在各海拔棲地之棲息已很穩定，不輕易遷徙" 但由本研究所得到的資料顯示此種海拔垂直的遷移現象卻是定期且規則的，與上述有所不同。因此如王及孫（1991）認為 " 海拔性遷移和緯度遷移其實是一體兩面的現象，均導因於氣候或食物因素，雖然前者移動的距離較小，但事實上就溫度的變化上來說，鳥類下移一百公尺，約等於其南下 100 公里 "，又 " 經由一鳥種在冬、夏二季出現或消失、或者經年存在但卻呈現明顯的數量變化來判斷其是否具有遷移習性，而此種判斷在該鳥種分布的 niche（位階）兩端比在其最適界

(Optimum) 容易且精確"，而合歡山地區，由於地勢上的因素，恰為此地區多數鳥種分布的上界，因此遷移的現象亦較明顯。"

二、看聽比例之分析

若就全年資料來看，看聽型之決定因素取決於該鳥種之隱密性與聲音之宏亮程度。隱密性除各鳥種活動習性之不同外，也與牠的棲息環境有關。對觀察者而言，森林底層鳥類是較不易觀察的，相對的開闊地鳥類則較易看到，所以森林底層鳥類幾乎都為聽型，而開闊地鳥類大多為看型。而聲音之宏亮程度，即以其可傳播之距離而言，各鳥種也大不相同，如筒鳥、金翼白眉及白耳畫眉等皆屬聲音宏亮者，因其叫聲傳的遠，被聽到的比例相對的增高。相對地，聲音較細小者如朱雀及紅頭山雀，因叫聲無法傳太遠，所以被聽到的比例相對的減少。總之，鳥種的隱密性與聲音的宏亮程度都會影響鳥種的看聽比例，兩者兼俱則加強之；相反則視何者對觀察者之作用較強而定。

至於進入繁殖季後，鳥類因鳴唱行為之出現，致使聽的比例明顯地提高。雖然繁殖季的展示行為同樣會使鳥類較易被看到，但相較之下觀察者所能看到的範圍仍然有限，而鳴聲則往往來自觀察者所能看到的範圍以外。所以聽之作用似乎遠大於看者，因而造成大多數鳥種比值下降。

另一因素亦需提出討論者為在資料分析中，若同時看到及聽到某鳥種時，則視為看到。因而致使聽到之記錄有低估的情形，在 7 種比值上升的鳥種中，除紅山椒由 0.50 上升到 0.78，紅胸啄花由 0.20 上升到 0.35 外，其餘升幅都在 0.1 以內，故若將同時看聽到之記錄分開處理，則差異應會更加明顯，即繁殖季各鳥種聽之比例會更高些。

三、最佳賞鳥路段之選擇

在全年的調查中以 3-6 月份之鳥相最佳，因此在這段期間對慈恩至合歡山沿線之鳥相做一較詳盡的調查，以期規劃出最佳之賞鳥路段。調查中發現三處岩燕營巢區，分別在 119K，121K 及 132K 處，因其為點狀群聚之鳥種，所以只要一出現往往好幾十隻，因此對隻次的計算上會產生高估的現象，所以在分析中皆將其隻次視為 1。

一般賞鳥都以步行為主，所以賞鳥步道之選擇應以連續之路段為原則，因此仍以至四公里不等長之距離，分別計算其鳥種數，次數及隻數之變化，以期找出最適合賞鳥之路段。而隨著公里數的增加，次數及隻數呈等比例之增加，而鳥種數則呈對數增加 (Logistic growth)。若賞鳥步道由一公里增為二公里，則在鳥種上平均增加了 5.1 種，平均可見到全線鳥種數之 45.2%，若賞鳥步道由二公里增為三公里，則在鳥種上平均增加了 3 種，可見到全線之 51.2% 種，若賞鳥步道再由三公里增為四公里，鳥種會再增加了 2.3 種，平均可見到全線之 55.6%。平均而言，當距離增為 3 公里時即可見到 51.2% 之鳥種，而再增為 4 公里時，僅增加 4.4%，所以在長度的選擇上以 3

公里為佳。但因海拔之差異，使鳥種之分布各有其特定範圍，若想看到全部鳥種非得走完全程不可，但以最省時省力，又能看到最多鳥種來做選擇，則以台 14 甲線 41k 至中橫公路 115k 或 128k 至 131k 之連續 3 公里較佳，即大禹嶺或碧綠神木往下之三公里，當然以兩段兼俱為最佳。

四、鳥相與棲息環境

在各觀察站中，雪季的鳥種數除果園增加及部份房舍不變外，都有減少的現象。這主要是肇因於高海拔鳥種冬季之下遷現象所致。在果園中，因冬候鳥之來臨，特別是大型鸚科鳥類，因其為地啄性鳥種（翟，1977），因此果園或開墾地常為其主要之覓食場所，所以鳥種數反而增加。而房舍因在冬季亦常保持相當穩定的食物來源，在雪季食物較匱乏的時候，可能會吸引部份鳥種前往覓食，這或許可以解釋其在雪季鳥種數不變或減少的比例較低的現象。Manuwal (1987) 亦指出在冬季時覓食較佳的地區，其鳥種數降低的程度也較低。但森林棲地則全部降低，且有隨海拔之增高而遞減的現象。而就數量來看，各觀察站在雪季減少的程度就不像鳥種那麼大，其中有 14 站比值大於 1，即雪季的數量反而增加，其中以果園最明顯。冬候鳥的加入故是原因之一，而在冬季鳥類成群活動的現象，也使數量變化較大，如在本調查區內，混群的平均隻數為 27.06 隻，所以當記錄時間內有混群經過時，數量常會增加許多。林等 (1991) 亦指出冬季時不少鳥種會聚成一大群，這不但使發現之機率大幅提高，而每次發現之數量也大增，而在夏季時，這種成群之機會會較小，而鳥群也較小。

綜合言之，調查區海拔高度皆在 2000 公尺以上，部分地區嚴冬大雪覆蓋，對鳥類之影響不可謂不大。大體而言，高海拔地區鳥種數在雪季時下降的比例比中海拔地區大，特別是在森林棲地，此種趨勢呈顯著負相關 ($p < 0.05$)，且比值都小於 1，因此應可預測 2000 公尺以上森林鳥類在雪季時有向更低海拔遷移的現象，而此種現象隨海拔之增加有愈明顯的趨勢。再就合歡山地區之四種棲息環境而言，若季節變化對各棲型之影響相同時，特別是食物資源，則在鳥種或數量上之變化程度也應是一致的，但在本研究中，在雪季時草原地區因大雪覆蓋，鳥種數降為零，交界帶及森林棲地下降之比例居中，而房舍最小，顯示下雪對各種棲地及鳥相之影響並不一致。

五、五種高海拔森林鳥類對針葉樹之空間利用

就五種高海拔森林鳥類。煤山雀、青背山雀、紅頭山雀、火冠戴菊鳥及茶腹對針葉樹之空間利用狀況而言，其特色在於提出一種較簡單且系統化的記錄方式，方法中將針葉樹依其樹形結構分區編號，以使觀察者在野外能迅速且準確地收集資料。此法雖便利於野外之記錄，卻可能會因主觀的判斷而忽略了某些具生態意義的因素：例如陽光、風、雨、雪、甚至於地心引力等對一棵樹的各部位之作用都不相同，亦非度量衡所能劃分的。但由於野外資料收集之困難性，所以為便於野外資料之收集，將相似的微棲地加以合併，卻是必須的。如 MacArthur

(1958) 以針葉之有無及成長時間來劃分層次，或 Whiting (1979) 以樹之容積來分區，方法雖不同，卻都能清楚地表現出研究的結果。

由於競爭而使相近似的種類產生生態隔離的趨勢，稱為競爭排斥原理 (Competitive exclusion principle) 或高斯定理 (Gause's principle, Hardin, 1960; Odum, 1983)，因而相近似的種類若生活在同一環境中，在生態習性上常會有趨異的現象出現 (Show, 1954; Morse, 1978)。而當生態區位 (Ecological niche) 愈相近或食性愈相似時，競爭現象會愈明顯 (Weatherley, 1963)。然而大多數的競爭現象都牽繫著很多不同的生態因素，是很難拆解得開的，不過仍有些特殊情況存在，競爭者會沿著一特定的資源軸排列著，例如食物的大小或覓食的位置 (Horn and May, 1977)。Gibb (1954) 在英國對生活在同一地區的山雀科 (Paridae) 及戴菊鳥 (*Regulus regulus*) 所做的研究指出，當其中幾種同時出現在同一棲地時，各鳥種會在不同的高度覓食，Cody (1974) 也在其他鳥種上得到相似的結果。而 MacArthur (1958) 發現五種鶯科鳥類 (Sylviidae) 對針葉樹各部份之利用比例有很大的差異。因此當數種鳥共同利用同一棲地時，各鳥種往往會特化為使用某些微棲地或使用不同的覓食方式 (Gibb, 1960; Schoener, 1964)。在本研究中五種食蟲性鳥類對針葉樹各部分之利用比例也有明顯的差異。若以覓食區位寬度來做一比較，B 值由小至大為茶腹，4.31；青背山雀，5.12；煤山雀，5.32；紅頭山雀，5.79 及火冠戴菊鳥，5.83。B 值愈小，表示對覓食區位的專一性愈高 (Whiting, 1979)，或愈集中於某區，如茶腹有 61.3% 出現在 2、5 兩區，所以 B 值最小。而火冠戴菊鳥則除第 7 區大於 20% 外，其他各區出現的比例較為平均，所以 B 值最大。而應注意的是 B 值仍各鳥種集中於某區或分散於各區的指標，其差距並不意味著任何特殊的意義，差距愈大，愈往集中與分散兩極走，或許能代表競爭的程度較小；但當差距愈小時，並不表示競爭的程度愈大，如茶腹與煤山雀及紅頭山雀之 B 值各差為 1.01 及 1.48，雖然茶腹與煤山雀之差距較少，但因其各集中於不同之分區，所以重疊的比例不高，競爭之程度應該不大。反而是茶腹與紅頭山雀交集較多，競爭程度應該較大些。再者覓食區位的重疊 (Niche overlap) 亦不意味著競爭的存在，當食物來源充裕時，也許便無所謂競爭了 (Abrams, 1980)。

Wiens (1989) 認為山雀科及戴菊鳥之所以會各據不同的覓食區位跟牠們具有不同的形態結構及覓食行為有很大的相關。此外，食物的種類及分佈也跟鳥類的覓食行為和覓食的位置有相當大的關係 (MacArthur, 1958)，如體形較小的蟲大多出現在離地較高或較靠外層的小分枝上 (Whiting, 1979)，因此各鳥種食性不同，覓食的位置也會有所差異。

綜合言之，這五種食蟲性的高海拔森林鳥類，能同時生活在同一個環境，在冬季時又常數種成混群一起在針葉樹上覓食，足見各鳥種已根據其本身的形態結構發展出特定的覓食方式，使其能比其他種類更有效地從針葉樹的特定部位中攫取適合牠的食物 (Edington and Edington, 1971; Partridge, 1976)，或許是造成牠們能共同生活在一相同之大環境下的結果。

六、混群行為

本研究結果得知，栗背林鴿和藪鳥在混群中只被記錄到 1 至 2 次，隻數在 1 隻至 6 隻之間。牠們為有領域性(劉,1990;羅,1987)的底層性活動者(王及孫, 1987; 羅, 1987)，此現象如同 Powell (1979) 在哥斯大黎加的中海拔森林中研究指出，有領域性的底層性鳥類，偶爾在混群經過其領域時才會加入，待混群飛出領域時則會脫離，且參與者大都少數幾隻(為單隻、成對、以及攜子雙親等三種情形)之結果相似。

在平均混群鳥種數上，較低海拔(2000 至 2400 公尺)慈恩與關原地區(3.83 種)比較高海拔(2800 至 3200 公尺)小風口與合歡山地區的鳥種數(2.00 種)多。然而在混群大小上，大禹嶺與落鷹地區的平均隻數(31.32 隻)幾為小風口與合歡山地區者(8.44 隻)的三倍，這二者間差異的因素之一應該是小風口與合歡山地區從 12 月至 3 月期間地面上大多為雪所覆蓋，而使得食物資源不足與溫度不適等因素所致。

Moynihan (1962) 與 Munn and Terborgh (1979) 認為鳥類之覓食行為中，對果實和昆蟲的利用性是不同的，在異種混群中同時有食蟲者與食果者存在得現象就不常見。因此在本研究的 19 種混群鳥中，煤山雀、火冠戴菊鳥、茶腹、及紅頭山雀兩兩同時出現的次數較多(15 次以上)來看，是否與其食性相同等因素有關，則須進一步去觀察。

再就各鳥種在不同海拔、以及不同樹種與其棲位的混群鳥種平均隻數的概況而言，皆以煤山雀、火冠戴菊鳥、和茶腹者有較大之差別，其中在不同海拔上，小風口與合歡山地區的煤山雀、火冠戴菊鳥、和茶腹的次數與平均隻數皆少於其它二區，此種差異亦可能為上述溫度不適原因等所致，這種現象與 Pulliam et al. (1974) 的說法和 Caraco (1979) 的發現相符合。而 Hogstad (1984) 的研究顯示戴菊鳥(Goldcrest)其混群大小與周圍的氣溫為負相關。在不同棲地上，茶腹在闊葉林(15 次)發生混群次數多於在針葉林及混合林者(各為 4 次與 1 次)，與 Morse (1977) 的研究指出，Red-breasted Nuthatches (*Sitta canadensis*) 的混群，有四分之三見於針葉林、三分之一見於混合林，而未曾見於落葉林的結果相似。

致 謝

本研究報告承蒙內政部營建署太魯閣公園管理處提供經費。研究期間，感謝保育課黃清波課長及劉瑩三先生提供行政上之支援及借予雪地裝備，使研究工作得以順利完成。助理王侯凱於雪季時加入調查行列，並協助混群部份之調查、分析及整理；研究生林妙芬對合歡山地區鳥相與遊客關係所做之研究，亦使本報告兼具人文之特色；而行政助理林燕秋則協助打字工作。對以上人員，特在此致上萬分之感謝。

參 考 文 獻

- Abrams, P. 1980. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology* 61:44-49.
- Batten, L.A. and J.H. Marchant. 1977. Bird population changes for the years 1974-75. *Bird study* 24:55-61.
- Caraco, T. 1979. Time budgeting and group size: a test of theory. *Ecology* 60:618-627.
- Cody, M.L. 1974. Competition and the structure of bird communities. *Monographs in Population Biology* 7.
- DeSante, D.F. 1981. A field test of the variable circular-plot censusing technique in a California coastal scrub breeding bird community. *Studies in Avian Biology* No. 6:179-185.
- Edington, J.M. and M.A. Edington. 1971. Spatial patterns and habitat partition in the breeding birds of an upland wood. *J of Animal Ecology* 41:331-357.
- Gibb, J. 1954. Feeding ecology of tits, with notes on treecreeper and goldcrest. *Ibis* 96:513-543.
- Gibb, J.A. 1960. Populations of Tits and Goldcrests and their food supply in pine plantations. *Ibis* 102:163-208.
- Hardin, G. 1960. The competitive exclusion principle, *Science* 131:129-197.
- Herrera, C.M. 1978. Niche-shift in the genus *Parus* in southern Spain. *Ibis* 120:236-240.
- Hogstad, D. 1984. Variation in numbers, territoriality and flock size of a Goldcrest *Rugulus rugulus* population in winter. *Ibis* 126:296-306.
- Hom, H.S., and R.M. May. 1977. Limits to similarity among coexisting competitors. *Nature* 270:660-661.
- Lack, D. 1985. *The life of robin*. H.A. & G. Witherby. London.
- MacArthur, R.H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology* 39:599-619.
- MacArthur, R.H., and J.W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42:594-598.
- MacArthur, R.H. and E. O. Willson. 1967. *The theory of island biogeography*. *Monographs in Population Biology* 1.
- Morse, D. H. 1977. Ecological aspect of some mixed-species foraging flocks of birds. *Ecol. monogr.* 40:119-168.
- Morse, D.H. 1978. Structure and foraging patterns of flocks of tits and associated species in an english woodland during the winter. *Ibis* 120:298-312.
- Moynihan, M. 1962. Organization and probable evolution of some mixed species flocks of neotropical birds. *Misc. Collect* 143:1-140.

- Munn, C. A., and J. W. Terborgh. 1979. Multi-species territoriality in neotropical foraging flocks. *Condor* 81:338-347.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology*. C.B.S. College Publishing pp613.
- Palmgren, P. 1987. On the constancy of annually repeated bird censuses. *Ornis Fennica* 64:85-89.
- Partridge, L. 1976. Some aspects of the morphology of Blue tits (*Parus caeruleus*) and Coal tits (*Parus ater*) in relation to their behaviour. *J. Zool.* 179:121-133.
- Peek, J.M., 1986. *A review of wildlife management*. Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey, pp88-91.
- Pettingill, O.S. 1970. *Ornithology in laboratory and field*. Burgess publishing company, Minneapolis. pp524.
- Powell, G. V. N. 1979. Structure and dynamics of interspecific flocks in a neotropical mid-elevation forest. *Auk* 96:375-390.
- Pulliam, H R., K. A. Anderson, A. Misztal, and N. Morre. 1974. Temperature-dependent social behaviour in juncos. *Ibis* 116:360-364.
- Reynolds, R.T., J.M. Scott, and R.A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82:309-313.
- Schoener, T.W. 1964. The evolution of bill size differences among sympatric congeneric species of birds. *Evolution* 19:189-213.
- Snow D.W. 1954. The habitats of Eurasian Tits (*Parus* spp) . *Ibis* 96:565-585.
- Weatherley, A.H. 1963. Notions of niche and competition among animals, with special reference to freshwater fish. *Nature* 197:14-17.
- Whiting, T.M. 1979. Winter feeding niche partitionment by Carolina chickadees and Tufted titmice in east Texas. *The role of insectivorous birds in forest ecosystems*, ed. Dickson, J.G., R.N., Conner, R.R., Fleet, J.C. Kroll & J.A. Jackson, pp331-340.
- Wiens, J.A. 1989. *The ecology of Bird communities*. v.1. pp.539 Cambridge studies in ecology.

王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮。1991. 台灣野鳥圖鑑，台灣野鳥資訊社。pp274.

王穎、孫元勳。1989. 太魯閣國家公園「陶塞溪、蓮花池及神秘谷」鳥類生態研究。內政部營建署，pp63.

王穎，孫元勳。1991. 翠峰湖自然保護區動物相調查研究。pp50.

呂光洋。1983. 太魯閣國家公園動物生態景觀資源之調查。內政部營建署，pp47.

呂光洋。1984. 太魯閣國家公園動物生態資源調查報告。內政部營建署，pp45.

呂光洋、邱劍彬、陳宜隆、張巍薩。1989. 出雲山自然保護區之動物相調查。pp34.

呂光洋、張巍薩、花炳榮。1990. 玉里野生動物自然保護區之動物相調查，pp66.

沙謙中。1989. 忽影悠鳴隱山林。內政部營建署，pp286.

- 林曜松、陳擎霞、盧堅富、梁輝石. 1991. 太魯閣國家公園動物相與海拔高度、植被之關係研究。內政部營建署，pp59.
- 林曜松、顏瓊芬、關永才. 1986. 陽明山國家公園動物生態景觀資源。內政部營建署，pp62.
- 林曜松、劉炯錫. 1991. 南澳湖泊闊葉林自然保護區動物相調查研究。pp49.
- 郭達仁. 1986. 玉山國家公園鳥類生態調查與研究。內政部營建署，pp95.
- 陳炳煌. 1983. 曾文水庫風景特定區野生鳥類生態研究報告。臺灣省曾文水庫管理局 pp50.
- 楊秋霖、程天立、陳立楨. 1987. 烏來桶後溪森林鳥類生態之調查與研究。林務局森林保育論述選輯，p289-298.
- 翟鵬. 1977. 臺灣鳥類生態區隔的研究. 碩士論文. 東海大學. pp72.
- 歐光憲、楊秋霖、程天立、陳立楨、劉景榮、沈瑞琛、王嘉雄. 1987. 臺灣中部地區森林鳥類生態之調查研究。pp67.
- 劉良力. 1990. 栗背林鴝之生物學研究. 國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文.
- 羅柳墀. 1987. 溪頭地區藪鳥的生態學研究. 國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文.