

# 太魯閣國家公園鳥類群聚之研究（一）

內政部  
營建署

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十五年十二月



PG9503-0343

095301020400G1002

## 太魯閣國家公園鳥類群聚之研究（一）

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：許皓捷

協同主持人：李培芬

研究助理：彭鈞毅

內政部  
營建署

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十五年十二月



## 目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
Abstract.....	IX
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究目的.....	6
第二章 研究方法.....	7
第一節 研究樣區.....	7
第二節 調查方法.....	8
第三節 資料分析.....	12
第三章 結果與討論.....	15
第一節 調查樣點設置.....	15
第二節 鳥類群聚調查結果.....	18
第三節 保育成效評估.....	35
第四章 結論與建議.....	37
第一節 結論.....	37
第二節 鳥類監測方法之建議.....	38
附錄一 調查樣點座標及環境資料.....	45
附錄二 研究樣區鳥類名錄.....	49
附錄三 太魯閣國家公園中橫沿線鳥類海拔分布範圍.....	55
附錄四 中橫沿線繁殖季(4-9月)各海拔段鳥類密度.....	59
附錄五 中橫沿線非繁殖季(10-12月)各海拔段鳥類分布.....	63
附錄六 太魯閣國家公園中橫沿線歷年鳥類調查名錄.....	67
附錄七 鳥類調查紀錄表範例.....	77
附錄八 簡報紀錄及修正說明.....	79
參考書目.....	83



## 表次

表 3-1	太魯閣國家公園中橫沿線特有及特有亞種鳥類.....	18
表 3-2	太魯閣國家公園中橫沿線保育類鳥類.....	19
表 3-3	繁殖季鳥類種類多樣性與環境因子之相關矩陣.....	22
表 3-4	繁殖季鳥類群聚的降趨對應分析前三軸與環境因子之相關矩陣.....	30





## 圖次

圖 3-1	鳥類調查樣點分布位置圖 .....	15
圖 3-2	鳥類調查樣點的海拔分布 .....	16
圖 3-3	調查樣點之植被類型 .....	17
圖 3-4	NDVI分布 .....	17
圖 3-5	繁殖季鳥類種類多樣性的海拔分布 .....	20
圖 3-6	過去研究的鳥類種類多樣性海拔分布 .....	21
圖 3-7	植生綠化指標與海拔及繁殖季鳥類種類多樣性之關係 .....	21
圖 3-8	枝葉結構多樣性與海拔及繁殖季鳥類種類多樣性之關係 .....	22
圖 3-9	繁殖季鳥類種類多樣性的空間分布 .....	23
圖 3-10	繁殖季鳥類密度沿海拔之分布情形 .....	24
圖 3-11	繁殖季鳥類密度與枝葉結構多樣性及林冠層高度之關係 .....	25
圖 3-12	繁殖季每五百公尺海拔段鳥類群聚相似性樹狀圖 .....	26
圖 3-13	繁殖季每五百公尺海拔段之間鳥種組成的轉換率 .....	27
圖 3-14	繁殖季各海拔段各生態同功群之間的個體密度比例 .....	28
圖 3-15	繁殖季每一生態同功群在各海拔段的個體密度比例 .....	29
圖 3-16	鳥類調查點在DCA前二軸之空間分布 .....	31
圖 3-17	繁殖季每五百公尺海拔帶特有種鳥類的種數及百分比 .....	32
圖 3-18	繁殖季特有種鳥類的種類多樣性空間分布 .....	32
圖 3-19	繁殖季每五百公尺海拔帶保育類鳥類的種數及百分比 .....	33
圖 3-20	繁殖季保育類鳥類在各調查樣點的種數分布 .....	34
圖 4-1	以NMDS及Mantel test篩選指標物種的過程 .....	43
圖 4-2	以NMDS及Mantel test篩選指標物種的範例 .....	44



## 摘要

**關鍵詞：**鳥類群聚、海拔、地理資訊系統、太魯閣國家公園

太魯閣國家公園成立已逾 18 年，歷年來已辦理超過 150 項之研究計畫。其中，鳥類的相關研究比較少，並且多限於一般性的資源調查及名錄建立。近年來，地理資訊系統(Geographical Information Systems, GIS)的發展已趨成熟，並已成為自然資源管理及生態研究不可或缺的重要工具。太魯閣國家公園的鳥類資源尚未全面以 GIS 進行研究、分析及管理。雖然可以直接依據過去的調查資料，利用 GIS 來建立鳥類空間分布資料庫，然而由於過去的調查位置敘述大多不明確，因此難以建置精確之空間分布資料庫，使 GIS 在自然資源管理及生態研究方面之效果大打折扣。另一方面，過去的研究也存在有海拔涵蓋面不完整的缺點，若僅用過去的資料來建置鳥類資源的空間分布資料庫，也不夠完善。為瞭解太魯閣國家公園內整體的鳥類空間分布情形，並以 GIS 有效的進行空間分布資料庫之建檔及管理，並進一步研究區內的鳥類群聚生態，乃進行本研究計畫。

鳥類調查以定點計數法進行，沿中橫公路設置 74 個鳥類調查樣點，由海拔 60 至 3370 m；並於各道路系統進行隨機的鳥類分布之定性調查，以增加鳥類空間分布之涵蓋面。分析鳥類種類多樣性的海拔分布，並以階層群集分析及排序方法探討鳥類群聚與環境的關係。

本研究共記錄到 24 科 96 種鳥類，包括 13 種特有種、49 種特有亞種，以及 36 種保育類鳥類。鳥類種類多樣性沿海拔呈駝型分布，並以大約海拔 2000 m 的地區最高。階層群集分析及降趨對應分析結果顯示，海拔與鳥類群聚結構的變異最為相關。不論特有種鳥類多樣性、保育類鳥類種數，均以新白楊至大禹嶺一帶的中海拔地區最高。慈恩至碧綠神木一帶的中海拔地區是進行賞鳥活動、鳥類生態教育、生態旅遊最適宜的地方。



## Abstract

**Key words:** avian assemblage, elevation, GIS, Taroko National Park

Taroko National Park has been established for more than 18 years. The park with its complicated topography and diverse vegetation support abundant bird life; however, there are few projects with focus on spatial distribution and ecology of birds in the past. Geographical Information Systems (GIS) is a powerful and efficient tool for research of field ecology and management of nature resources. The purpose of this project is to conduct a study of bird community ecology along elevational gradients in the park and establish the spatial distribution of birds as a GIS database for management and further researches.

We conduct bird survey using: (1) point-count method on 74 sampling points at elevations ranging 60 m to 3370 m to estimate population density, (2) random survey method on trails and roads to acquire a full species list in the study area. We analyzed the bird community structure using a hierarchical clustering and detrended correspondence analysis (DCA).

A total of 96 bird species, including 13 endemic species, 49 endemic subspecies, and 36 protected species occurred in the study areas. Results suggest that bird species richness is non-linearly related to elevation, with a hump-shaped curve peaking at around 2000 m. Elevation is the major factor corresponding to the bird community variation.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

#### 一、自然資源評估與監測

在全球自然資源耗竭及環境問題日益嚴重的今天，人類如何持續發展，已是世界各國所面臨最嚴峻的挑戰之一。聯合國環境與發展會議(United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)於1992年6月在巴西里約熱內盧召開地球高峰會，通過了「二十一世紀議程」、「生物多樣性公約」等重要文件。其中，在「二十一世紀議程」這份文件當中，要求各國及國際應開發有關永續發展之指標，以評估世界各國的發展是否符合永續性(according to Division for Sustainable Development, UN Department of Economic and Social Affairs, <http://www.un.org/esa/sustdev/index.html>)。而聯合國永續發展委員會(UN Commission on Sustainable Development, UNCSD)所採用的永續發展指標之架構，包括了社會、環境、經濟、制度等四個層面；在環境層面上，又分了幾個主題，其中之一為生物多樣性，並規劃以經過篩選之關鍵性物種的豐富度(Abundance of Selected Key Species)作為生物多樣性的評估指標之一。

許多先進國家亦紛紛發展各自的評量指標系統。例如英國政府曾列舉150組永續發展指標(UK Government Statistical Office 2000)，以作為政府部門對於國家發展的永續性之監測依據；這些指標內容涵蓋了社會、經濟、環境等層面。英國政府並將這150組永續發展指標進一步簡化為13項重點指標(Headline indicators)，其中有一項是野生動物指標。該項野生動物指標是在英國約230種的繁殖鳥類當中，選取33種棲息於樹林、19種分布於農莊、以及15種分布於海岸之代表性鳥種的族群為基礎，綜合計算出野生動物指標。美國則有一項由該國環境保護署(US Environmental Protection Agency)主導，結合相關政府機構、學術單位、以及私人機構進行的大型環境監測計畫(Environmental Monitoring and Assessment Program, EMAP)，以評估及監測環境狀況。在EMAP

當中，也利用了進行歷史甚久的北美洲繁殖鳥類調查(Breeding Bird Survey, BBS; Droege and Souer 1989)的資料，來分析鳥類與環境變遷之關係。

台灣在行政院國家科學委員會永續發展研究推動委員會委託之下，結合各領域學者進行「永續發展願景與策略」整合計畫。內容包括「永續台灣 2011」、「永續台灣評量系統」、「永續發展資訊系統」三個主軸議題。其中「永續台灣評量系統」(國科會 2000)提出一套永續發展指標評量系統，以期客觀有效的評量國家發展的永續性，並為台灣的永續發展經驗提供學理上的詮釋。行政院環境保護署亦曾委託學者建構一套以野生鳥類為基礎的「評量台灣地區生態永續發展指標」(邱祈榮等 2001)，惟該評量系統建置之後並未實際運作。

不論國內外，許多自然資源監測或生態指標評量系統都部份地，甚至全部選擇以鳥類作為其評量的基礎架構。例如英國的永續發展重點指標當中，就有一項是以經挑選過的鳥種之族群作為評量基礎；行政院環保署的「評量台灣地區生態永續發展指標」，也是以野生鳥類為評估基礎。

選擇以鳥類作為自然資源監測或生態評量的基礎，其理由至少包括：(1)鳥類在分類學上已相當明確，並且容易鑑定，在環境監測上可以減少因為物種鑑定不確定所導致的錯誤；(2)有關鳥類生態與行為的研究很多，這些生物學的背景知識增進鳥類在環境監控的實用性，尤其可以減少錯誤解讀的風險；(3)鳥類多位於食物金字塔的較高位階，因此特別適合用來監測任何透過食物鏈累積的環境訊息；(4)鳥類壽命較長，通常在一年以上，可以反映環境壓力長期而整體的效應；(5)鳥類比任何其他生物都容易進行觀察，在實際操作上，有其方便性與可行性(Furness and Greenwood. 1993)。

## 二、以鳥類評估生物多樣性保育策略

生物多樣性保育的重要性已經是普遍共識。然而，由於人力、財力、物力等保育資源有限，因此在生物多樣性保育上，實無法全面兼顧；選擇以生物多樣性熱點(biodiversity hotspot)作為重點保育對象，在保育策略上，有其實務需要。所謂生物多樣性熱點，亦即種類多樣性(species richness；即物種數)特別高的地區(Myers 1988, 1990)；針對生物多樣性熱點區域採取適當保育或經營管理



措施，可以在有限的人力、財力、物力等保育資源之下，讓生物多樣性保育的效率達到最高。

鳥類多位於食物金字塔的較高位階，因此鳥類多樣性較高的區域，通常也是生物多樣性熱點分布的地區。例如植物多樣性高的區域，其鳥類多樣性也高(MacArthur and MacArthur 1961, Rotenberry 1985)；而生態系生產力高的區域，鳥類種類多樣性同樣也很高(MacArthur 1972, Brown 1988, Ding 2001)。如前所述，鳥類具有容易觀察、分類位階明確、相較其它生物有比較豐富的生態資料等優點，因此以鳥類多樣性作為生物多樣性熱點評估及保育策略擬定之依據，有其實用上之價值。

### 三、鳥類群聚研究之重要性

雖然鳥類是環境及自然資源監測的良好指標，但在實際運作上，甚少採用單一鳥種之族群作為評量依據，而多以鳥類群聚的整體或部分為評估依據。不以單一鳥種進行環境評量的主要理由在於避免種間交互作用(例如捕食、競爭)對評估結果的影響。大部分的評量指標都是由多個鳥種之群聚介量(community parameters)綜合計算而得，其中又以鳥類種類多樣性(species richness)最常被採用。雖然種類多樣性通常僅以物種數來計算，但是在比較大的空間及時間尺度之下，個別物種的族群量之變化可以被忽略；因此僅以物種數即能反映環境的變遷。

有許多因子會影響一個地區的種類多樣性，例如生態系的生產力以及干擾(Connell 1978)，因此種類多樣性可以用來反映該地的自然資源或環境狀況。在台灣的鳥類種類多樣性研究上，Ding (2001)即發現鳥類種類多樣性與生態系的初級生產力有關，但同時也受到人為干擾的影響。

除了生態系的生產力及人為干擾會影響種類多樣性之外，還有許多因子也影響種類多樣性的空間分布；例如氣候因素(Connell and Orias 1964)、面積(MacArthur 1972, Terborgh 1973)、中間地帶效應(mid-domain effect; Colwell and Lees 2000)等等。因此如果要以鳥類種類多樣性來監測自然資源及環境狀況，或用以評估生物多樣性熱點並擬定保育策略，都應該先釐清鳥類種類多樣性的空間分布特性，以及鳥類群聚與環境之間的關係。

#### 四、太魯閣國家公園鳥類群聚研究之必要性

台灣過去已有許多山區鳥類群聚與環境之間關係，以及鳥類種類多樣性空間分布的研究。然而這些研究大多集中於中央山脈西側，東側的鳥類群聚研究相對較少。過去的植群研究顯示，台灣山區同一植群帶(vegetation zone)的海拔分布高度，中央山脈東側比西側為低(e.g., 郭城孟、張和明 2003)，此一現象可能係由於東北季風的影響，使同一海拔高度的年平均溫度，中央山脈東側較西側為低所致。同一鳥種在台灣東部的海拔分布高度是否也較西部為低？冬季鳥類海拔分布向下延伸時，受東北季風影響，以及東部山勢較陡的地形因素影響下，東部鳥類向下擴張的幅度是否會較西部來得大？中央山脈東側鳥類種類多樣性的海拔分布型態是否與中央山脈西側迥異？東部之鳥類種類多樣性的海拔分布是否有明顯季節上的差異？鳥類群聚與環境之間的關係為何？這些不但是群聚生態學上有趣且亟待探討的課題，就自然資源經營管理或以鳥類進行環境監測而言，亦是必須事先釐清的基本生態課題。太魯閣國家公園是中央山脈東側的高山型國家公園；由於台灣過去的山區鳥類群聚研究多集中在中央山脈西側，因此若欲以鳥類群聚的相關指標作為評估及經營管理太魯閣國家公園的自然資源，過去鳥類群聚生態研究所獲得之相關結論顯然不能冒然地完全套用。太魯閣國家公園園區內的鳥類群聚研究實有其必要性。

太魯閣國家公園園區內曾進行過鳥類資源調查，然而次數並不多，並且大多為一般性的資源調查，僅王穎及孫元勳(1989)的陶塞溪、蓮花池和神秘谷三個地區之鳥類生態研究，以及王穎及陳炤杰(1992)的中高海拔鳥類資源之調查研究較為深入。惟這兩篇研究距今亦已超過十年以上。近年來的鳥類資源分布情形為何？實有必要加以了解。除此之外，這兩篇調查報告在空間涵蓋面上亦不夠全面。過去的研究顯示影響台灣山區鳥類空間分布的最主要因素是海拔(李欽國 1995, 許皓捷 1995, 許皓捷 2003, 柯智仁 2004)，因此海拔涵蓋面應該是資源調查是否完善的首要評判依準，但這兩篇調查研究的範圍並未涵蓋太魯閣國家公園區內的所有海拔段。王穎及孫元勳所調查的三個地區，其海拔範圍分別為 100-260, 760-1050, 800-1100 m，而王穎及陳炤杰的調查範圍則界於 2000-3200 m 之間。園區內海拔 1100-2000 m，以及 260-760 m 的中低海拔段，鳥類分布資料仍非常缺乏。

近年來，地理資訊系統(Geographical Information Systems, GIS)的發展已趨成熟，並已成為自然資源管理及生態研究不可或缺的重要工具。太魯閣國家公園成立迄今，園區內的鳥類資源調查研究報告尚未曾以 GIS 進行空間分布之建檔及分析。然而若欲以這些早期的調查報告資料建立鳥類在 GIS 的空間分布圖層，實際操作上亦相當困難。過去的調查報告，對於調查地點的敘述多採概略性描述，例如“大禹嶺—合歡山”這樣的區間描述方式；若欲以 GIS 呈現鳥類空間分布並進行資源管理時，僅能以大尺度的網格系統(例如  $10 \times 10$  km)來建立鳥類的空間分布資料庫，而使資源管理的效果大打折扣。

綜合以上所述，太魯閣國家公園區內的鳥類調查不多、年代久遠、未曾以 GIS 進行空間分布之建檔及資源管理，因此鳥類資源的空間分布，仍有進一步調查的必要，並應以全球衛星定位系統(Global Positioning System, GPS)進行鳥類調查位置之精確定位，以利於鳥類空間分布的 GIS 建檔及鳥類資源的經營管理，並進一步提供自然資源評估及監測，以及生物多樣性保育策略擬定之參考。

## 第二節 研究目的

國家公園肩負有自然資源保育的重任，適時評估及瞭解國家公園園區內的自然資源狀況，在國家公園經營管理上，有其必要性。鳥類常被用來作為自然資源及環境的監測依據，以及生物多樣性保育策略擬定之參考，因此有必要了解園區內鳥類的分布狀況，以及鳥類群聚與環境之間的關係。

地理資訊系統(GIS)已經是進行生態學研究及自然資源管理所不可或缺的工具。太魯閣國家公園的鳥類資源尚未全面以 GIS 進行研究、分析及管理。雖然可以直接依據過去的調查資料，利用 GIS 來建立鳥類空間分布資料庫，然而由於過去的調查位置敘述大多不明確，因此難以建置精確之空間分布資料庫，使 GIS 在自然資源管理及生態研究方面之效果大打折扣。另一方面，過去的研究也存在有海拔涵蓋面不完整的缺點，若僅用過去的資料來建置鳥類資源的空間分布資料庫，也不夠完善。為瞭解太魯閣國家公園內整體的鳥類空間分布情形，並以 GIS 有效地進行空間分布資料庫之建檔及管理，同時進一步做為評估及監測國家公園區內的自然資源，乃進行本研究計畫。

本研究將利用 GIS 為輔助工具以：(1)建立及管理鳥類空間分布資料庫；(2)了解園區內的鳥類群聚之空間分布情形，及其與環境之間的關係；(3)了解台灣東部鳥類種類多樣性的空間分布特性；(4)了解園區內的鳥類種類多樣性之可能分布熱點。期待本研究之結果，能對園區內的鳥類群聚有進一步的了解，也能作為園區內自然資源管理或監測之參考。

## 第二章 研究方法

### 第一節 研究樣區

本研究以太魯閣國家公園範圍內的中橫公路沿線為主，並由大禹嶺沿中橫公路霧社支線至合歡山。研究樣區的高度由太魯閣口的海拔 100 m 左右，至合歡東峰海拔 3421 公尺止；整個樣區呈現東低西高的地勢。

中橫公路在太魯閣口至天祥迴頭彎一帶，大致位於太魯閣峽谷底部，部份路段甚至貼近立霧溪溪床；植群以低海拔闊葉林為主，部分人為干擾地區之植被則多為草生地及灌叢。過迴頭彎之後，公路沿山腰向上攀行；洛韶附近有比較多的農墾地及經干擾過後之草地、灌叢、或先鋒林。到海拔 2000 m 左右的慈恩以後，巒大杉(*Cunninghamia konishii*)、台灣雲杉(*Picea morrisonicola*)、台灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)、台灣鐵杉(*Tsuga chinensis* var. *formosana*)等針葉樹漸漸增多，形成以針闊葉混生林為主之植群景觀。過了碧綠神木之後，公路位於較乾燥之南向坡；一直到大禹嶺沿線，植群均以台灣赤楊(*Alnus formosana*)及松葉造林地為主。由大禹嶺至合歡山，則大抵以台灣鐵杉及台灣冷杉(*Abies kawakamii*)構成的針葉林，以及由玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)組成的灌叢及草生地為主。

除中橫沿線之外，本研究亦在蘇花公路國家公園範圍之內進行鳥類調查。此區的植被以低海拔的次生林、灌叢及草生地為主。

## 第二節 調查方法

鳥類調查分為鳥類族群密度估算之定量調查，以及鳥類空間分布之定性調查兩個部分。一般而言，在比較大的區域性空間尺度之下，例如整個台灣或東亞地區，探討群聚生態學課題，僅須物種出現與否的二位元之定性資料即可；然而在地區性尺度，例如太魯閣地區，研究鳥類群聚與環境之間關係時，則需要測量尺度(measurement scale)較為精細的豐富度(abundance)之定量估值，才能適切反映環境梯度上的群聚變化。通常，在森林鳥類定量研究上，多以族群密度(隻數/公頃)為豐富度之度量方式。

森林鳥類的察覺線索以鳴聲為主，而鳥類鳴聲以日出到日出之後三小時內最為頻繁。進行族群密度估算時，以鳥類鳴聲最頻繁的這段時間所得到的數據的抽樣誤差最小，因此本研究的鳥類族群密度估算之定量調查，在日出到日出之後的三小時之內進行。另一方面，探討鳥類種類多樣性空間分布的較大空間及時間尺度之研究，則只需鳥種分布與否的二位元定性資料即可，因此除了定量資料可用以轉換為二位元資料進行分析之外，亦在日出三小時之後鳥類鳴聲漸少時，以隨機方式做鳥類空間分布的調查，以擴大鳥類調查資料的空間分布範圍。本研究的定量資料用於鳥類群聚與環境之間關係的分析，而定量資料合併定性的隨機調查資料，則用於 GIS 空間建檔，以及鳥類種類多樣性空間分布之分析。

依過去的經驗，山區鳥類的繁殖季大約在三月底至九月。十月起，部分鳥類會沿海拔做垂直遷移，直到翌年三月再回到繁殖期分布的海拔高度進行繁殖。因此本研究定義四月至九月為鳥類繁殖季，十月至本計畫結束之十二月為非繁殖季。

### 一、鳥類族群密度估算之定量調查

鳥類族群密度估算在於利用標準化方法，估算一個地區的某一鳥種之單位面積個體數。因為是以標準化方法進行族群量的估算，因此可以用來監測一個

地區的鳥類數量隨時間的變化、探討不同環境對鳥類族群量的影響、以及探討鳥類群聚的結構及相關之鳥類群聚現象等等。

本研究採用定點計數法(point count)進行鳥類族群密度估算。雖然有許多方法可以用來進行山區鳥類調查，例如重複捕捉法(capture-recapture)、領域描圖法(territory mapping)、穿越線法(line transect)、以及定點計數法(Bibby et al. 2000, 許富雄 2001, 許皓捷 2003)，但是在台灣山地森林，只有定點計數法較為適宜(許皓捷 2003)。且若欲以 GIS 進行鳥類空間分布資料之建檔及管理，必須有其空間分布的定位資料；在操作上，也以定點計數法較為可行。因此本研究以定點計數法進行鳥類之定量調查。

鳥類調查只在晴天的日出前 15 分鐘到日出後 3 小時進行。每一樣點停留一定時間(見後面敘述)，記錄此期間所有目擊和聽到的鳥類種類、數量、和與觀察者的水平距離。鳥類個體與調查者之間的距離以 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100, > 100 m 的組距記錄。

在調查時程上，每一樣點每個月進行兩次調查。在一天的調查時程方面，由於山區森林鳥類調查主要之察覺線索來自於鳥類鳴聲，一般而言，鳥類鳴聲察覺的高峰期約為日出至日出後三小時以內(邱祈榮 等 2001)，因此在一天之中的調查時程上，選擇在日出到日出之後三小時內進行。另外，每一個調查點在進行鳥類調查時之停留時間，則參考 Shiu and Lee (2003a)之研究結果，於闊葉林停留 4.5 分鐘，針葉林 3 分鐘，草生地則停留 1.5 分鐘。

野外調查期間，同時進行鳥類資源利用觀察，據以進行生態同功群之分類。調查方式係在每日定點計數法鳥類調查結束之後(約 9 p.m. 之後)，在樣區內隨意行走以搜尋鳥隻。當發現鳥類個體之後，追蹤並記錄其下一次出現之覓食行為；同一個體在單一次相遇中，只記錄一筆，以保持樣本間的獨立性。記錄內容以食性為主，並包括覓食方式及覓食位置。

生態同功群主要依據食性進行分類。食性分為肉食(carnivorous, 小型脊椎動物為主食)、蟲食(insectivorous, 但包括昆蟲以外節肢動物及其它無脊椎動物)、植食(herbivorous, 包括花蜜或花粉、果實、種子、嫩芽或嫩葉)、雜食(omnivorous)。若觀察到某一鳥種攝食某一食性類別之頻度大於 75%，則將該

鳥種的食性歸為該類；若任一食物類別被攝食頻度未超過 75%，則歸為雜食。各鳥種的生態同功群分類是依據本研究的覓食行為觀察資料，並參考翟鵬(1977)、陳得康(1994)、李欽國(1995)、方韻如(1996)、顏重威(1997a, b)、尤少彬(1999)、陳炤杰及周蓮香(1999)、許皓捷(2003)之食性資料或生態同功群分類結果，綜合判斷之。

## 二、定量調查的樣點設置

調查樣點由太魯閣至合歡山，沿中橫公路佈置，並在公路向外延伸的小徑及林道上適度的配置調查樣點。樣點的設置位置盡量避開山澗及溪流，以避免水流聲音影響鳥類的察覺。兩個樣點之間的直線距離以 500 m 以上為原則，以盡量維持樣點之間的樣本在統計上的獨立性。由於影響台灣山區鳥類空間分布的最主要因素是海拔，而植群或地景結構則較為其次(許皓捷 2003, 柯智仁 2004)，因此在樣點的配置上，以海拔的涵蓋面為主要考慮方向，其次才考慮地景類型的涵蓋面。

## 三、鳥類空間分布之定性調查

為了使鳥類空間分布資料的涵蓋面更廣，在定點調查時段(日出到日出後三小時)以外的時間，沿合歡山至太魯閣的中橫公路進行移動式的鳥類調查工作。從日出至日落，記錄遇到的鳥類出現的地點、環境，並以 GPS 定位。這部份的資料以“出現／未出現”的二位元方式呈現。

另外，在蘇花公路的國家公園範圍之內，每個月亦進行兩次次的鳥類定性調查，以擴充鳥類調查的空間涵蓋面。

## 四、環境資料之建立

每一個鳥類調查點均以 GPS 重複進行定位，以確定鳥類調查點之座標。海拔高度係以 ArcGIS 及 ERDAS imagine 為平台，藉由解析度達 20 m 之數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM)獲得。由於每一鳥種的有效察覺半徑(特定基礎半徑)多在 70 至 100 m 之間(許皓捷 1995, 方韻如 1996)，因此每一鳥類調查點均以 GPS 的定位點為圓心，在 ArcGIS 的 GIS 平台之下，做 100 m 半徑的圓



之 polygon，再利用 ERDAS 之 GIS 分析功能，藉由 DTM 獲取每一個鳥類調查點 100 m 半徑之內的高程之平均值，以代表此一鳥類調查點之海拔。另以 2002 年的 SPOT 衛星影像資料所計算得到的解析度達 12.5 m 之植生綠化指標 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 圖層為基礎，利用上述方法得到每一鳥類調查點 100 m 之內的 NDVI 平均值，以代表該樣點的初級生產力。

除了利用遙測及 GIS 方法獲得鳥類調查點的海拔及初級生產力指標之外，亦於現地估算植被的四個高度層(樹冠層、第二喬木層、灌木層、草本層)之覆蓋度，並以 Shannon-Weiner diversity index 為指標，計算每一鳥類調查點的植被之枝葉結構多樣性(foliage height diversity, FHD)。另外，亦估算每一鳥類調查點的植被之林冠層高度(canopy height)。

### 第三節 資料分析

#### 一、鳥類族群密度估算

鳥類族群密度  $D$  (individual/ha) 以下式計算(Reynolds et al. 1980)：

$$D = \frac{n}{\pi r^2 C} 10^4 ;$$

其中， $n$  是特定基礎半徑(specific basal radius)內所記錄之總隻數， $r$  為某一鳥種的特定基礎半徑(m)， $C$  是調查次數。特定基礎半徑假設某一鳥種在此半徑內的個體都可以被有效察覺，其察覺機率為 1；計算方式是將每一組距紀錄的個體數換算成該距離環帶的個體密度，若某一環帶之後的所有環帶的個體密度低於其密度的一半，則以該環帶的距離為該鳥種的特定基礎半徑。同一鳥種的特定基礎半徑依季節及棲地類型分別計算。若某一鳥種的資料量過少而無法計算，則以被察覺特性相近種類之特定基礎半徑為其半徑。計算鳥類族群密度之前，原始資料均先經加權處理。若某鳥種的鳴聲推測僅由雄鳥發出，則將此鳴聲紀錄算成兩隻次；若某鳥種推測皆為成群出現，則將每次鳴聲紀錄乘以其平均結群隻數。平均結群隻數於野外調查期間隨機記錄，並依海拔、棲地類型及季節歸納統計之。

#### 二、鳥類空間分布資料之建檔

以 ArcMap 為 GIS 平台，進行鳥類空間分布資料之建檔及呈現。鳥類空間分布資料包括定量調查及定性調查所得的全部數據。並以 GIS 分析鳥類種類多樣性的海拔分布模式。

#### 三、鳥類多樣性

鳥類多樣性僅以種類多樣性(即出現之鳥種數)表之。雖然很多自然資源調查、環境影響評估、或群聚生態研究都習慣將 Simpson's index 及 Shannon-Weiner index 等常用的指數全部附在報告書中，但就由低海拔至高海拔的研究尺度而

言，這些指數並沒有太大意義；事實上，種類多樣性即可充分提供生態群聚在空間上的變異訊息，因此本研究僅計算鳥類的種類多樣性。

#### 四、群聚的相似性分析

本研究以階層群集分析(hierarchical clustering)探討不同海拔段的鳥類群聚之間的相似性。方法係依據鳥類資料，以 Bray-Curtis distance 計算群聚之間的相似性，再以平均距離法(group average)將各海拔段的鳥類群聚連結成一個樹狀圖(dendrogram)。

#### 五、群聚與環境之間的關係

利用排序方法(ordination)，依據每一調查點之鳥類資料，找出群聚結構的變異趨勢。並將主要變異趨勢軸與環境因子做相關分析，以找出與鳥類群聚變異梯度有關之主要環境因子。由於調查樣點的海拔分布從太魯閣口約海拔 100 m 到接近合歡山東峰的約海拔 3400 m，跨幅約 3300 m，因此排序方法選擇以 detrended correspondence analysis (DCA)來進行(許皓捷、李培芬 2003)。



## 第三章 結果與討論

### 第一節 調查樣點設置

#### 一、設置位置

本研究的調查樣點主要設置於太魯閣至大禹嶺的中橫公路主線，以及大禹嶺至合歡山的中橫公路霧社支線上，並在往布洛灣遊憩區之道路上、綠水遊憩區附近、合歡山遊憩區往奇來主峰步道及合歡東峰登山步道上，設置若干調查樣點。共設置 74 個鳥類調查點；調查樣點分布位置圖請參考圖 3-1，調查樣點座標及環境因子資料(海拔、NDVI、林冠高、植被各層次覆蓋度、FHD)請參閱附錄一。綠水至燕子口之間因為峽谷地形不易觀察鳥類，未設置調查樣點。

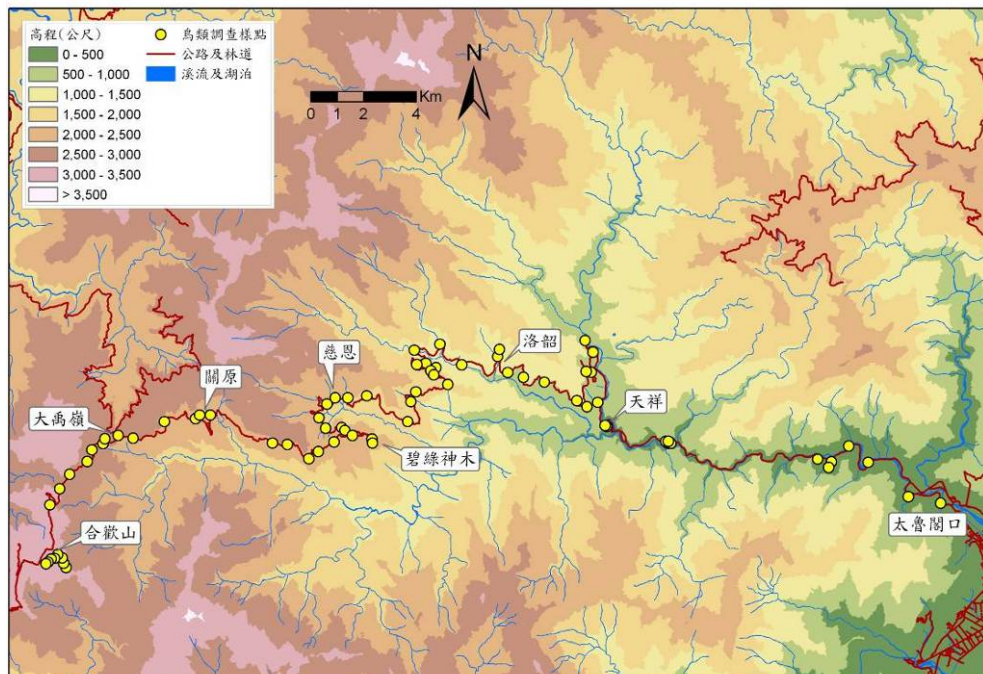


圖 3-1 鳥類調查樣點分布位置圖

## 二、海拔分布

鳥類調查點的分布由最低的太魯閣口約海拔 60 m，至最高的合歡東峰三角點前鞍部約海拔 3370 m，跨幅達 3310 m。所有 74 個調查樣點的海拔分布高度請參考圖 3-2。樣點的海拔分布範圍平均分散於各個海拔段，海拔高度相鄰的兩個調查點之間的海拔高度差最大約 100 m，平均 45 m；在鳥類種類多樣性的海拔分布型態之探討，以及鳥類群聚與環境之間關係的分析上，將不至於因為調查樣點之間海拔空隙過大，而有不易釐清的地方。

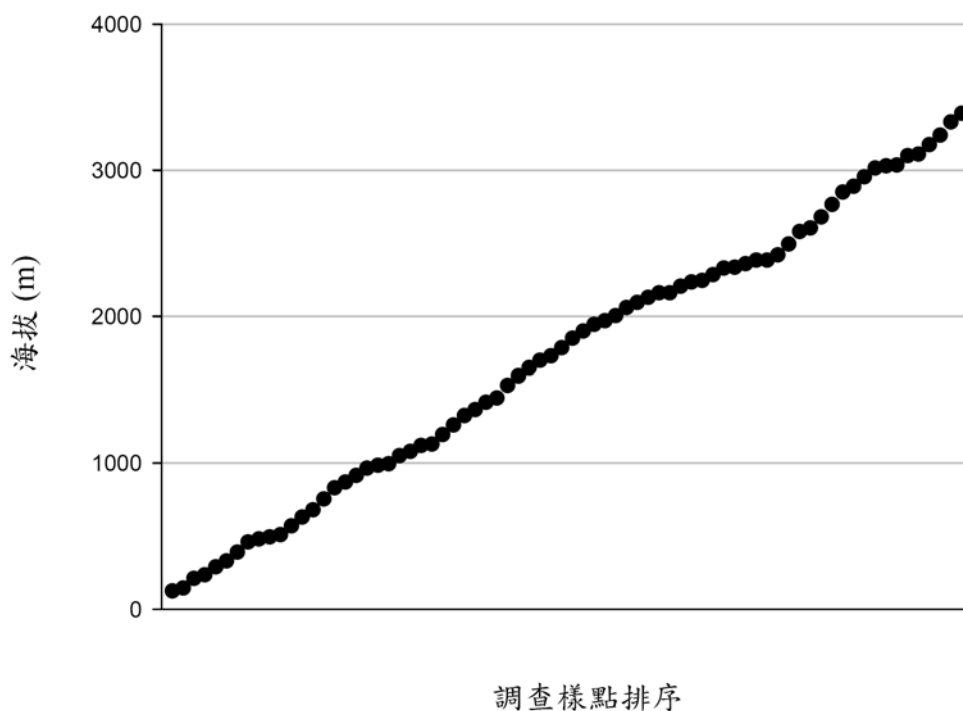


圖 3-2 鳥類調查樣點的海拔分布

## 三、棲地類型

鳥類調查樣點分布位置的植群類型包含了太魯閣國家公園範圍內的主要植群類型，包括闊葉林、針闊葉混生林、針葉林、松類造林地、箭竹草生地、干擾後之草生地、灌叢、及先鋒林(請參考圖 3-3)。每千公尺海拔段的調查樣點均盡量包含由草生地、灌叢、先鋒林、成熟林的演替序列之棲地類型，但受限於實際之植群分布，僅接近合歡山的高海拔段之調查樣點包含有完整的植群演替序列。



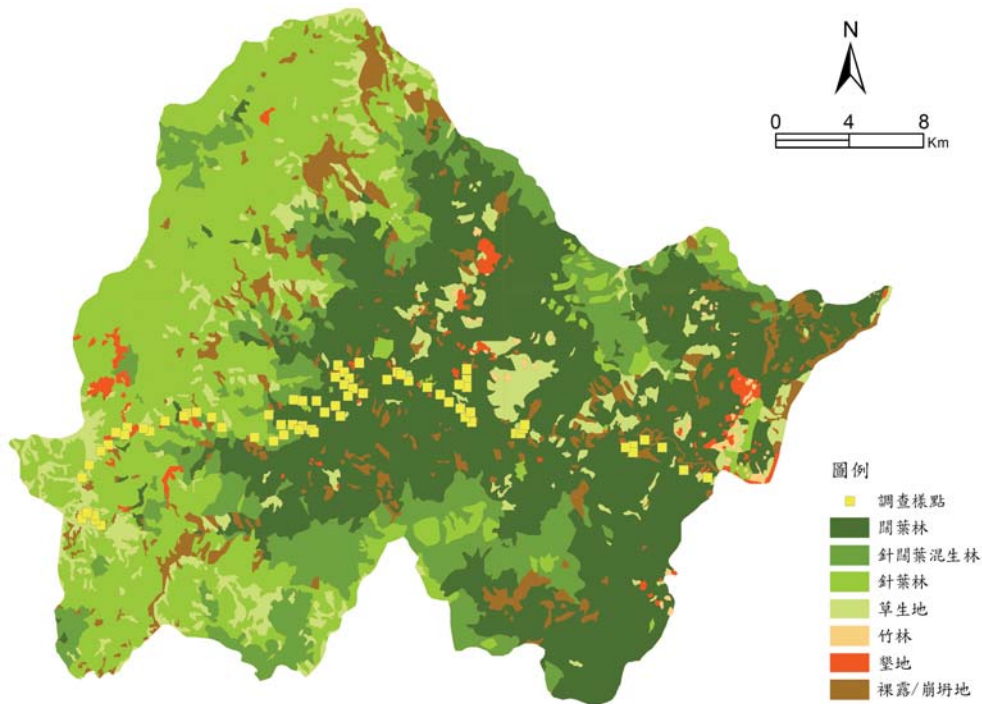


圖 3-3 調查樣點之植被類型

#### 四、植生綠化指標

植生綠化指標(NDVI)以 2002 年 SPOT 衛星影像資料計算而得，解析度為 12.5 m。數值介於 -1 至 1 之間，數值愈大，代表初級生產力愈高；圖 3-4 可以看到在中橫公路沿線新白楊到碧綠神木一帶，NDVI 值較高。

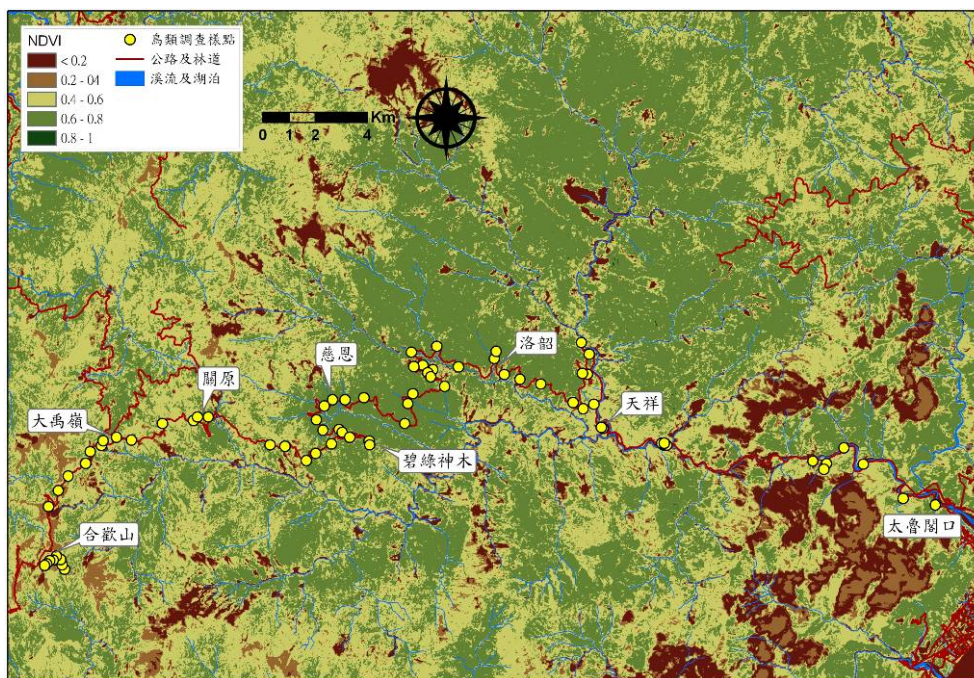


圖 3-4 NDVI 分布

## 第二節 鳥類群聚調查結果

### 一、鳥類名錄

本計畫自三月上旬核定執行之後，於三月中下旬進行樣區探勘，並進行鳥類空間分布的定性調查。鳥類族群密度估算之定量調查則從四月開始進行。為使繁殖季的密度估算能更為精確，原本規劃每個調查樣點每月調查一次之定量調查，增加到每月兩次。從四月至十二月為止，共進行 18 次的鳥類定量調查，記錄到 24 科 96 種，包括 13 種特有種、49 種特有亞種(表 3-1)，以及行政院農業委員會公告之 2 種瀕臨絕種野生動物、13 種珍貴稀有野生動物、21 種其他應予保育之野生動物(表 3-2)。鳥類科學名請見附錄二。

表 3-1 太魯閣國家公園中橫沿線特有及特有亞種鳥類

特有種	特有亞種
深山竹雞、藍腹鷓、紫嘯鵝、栗背林鴿、黃山雀、火冠戴菊鳥、烏頭翁、台灣叢樹鶯、金翼白眉、藪鳥、紋翼畫眉、白耳畫眉、冠羽畫眉	竹雞、大赤啄木、綠啄木、五色鳥、黃嘴角鴉、金背鳩、斑頸鳩、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、松鴉、樹鵲、星鴉、大卷尾、小卷尾、黑枕藍鶺鴒、白頭鵝、小翼鵝、黃胸青鶺鴒、黃腹琉璃鳥、白眉林鴿、鉛色水鵝、白尾鴿、鷓鴣、煤山雀、青背山雀、赤腹山雀、白環鸚鵡嘴鵝、白頭翁、紅嘴黑鵝、斑紋鷓鴣、褐頭鷓鴣、小鶯、深山鶯、竹鳥、畫眉、大彎嘴畫眉、小彎嘴畫眉、鱗胸鷓鴣、山紅頭、灰頭花翼畫眉、頭烏線、繡眼畫眉、粉紅鸚嘴、紅胸啄花鳥、岩鸚、酒紅朱雀、褐鶯、灰鶯
共計 13 種	共計 49 種



表 3-2 太魯閣國家公園中橫沿線保育類鳥類

瀕臨絕種野生動物	珍貴稀有野生動物	其他應予保育之野生動物
藍腹鵡、褐林鴉	大赤啄木、綠啄木、黃嘴角鴉、鸛鷓、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、毛足鷲、花翅山椒鳥、黃山雀、赤腹山雀、竹鳥、畫眉	深山竹雞、松鴉、紅山椒鳥、紫嘯鶇、白頭鶇、小翼鶇、黃胸青鶇、黃腹琉璃鳥、栗背林鴿、鉛色水鶇、白尾鴿、煤山雀、青背山雀、紅頭山雀、火冠戴菊鳥、烏頭翁、金翼白眉、藪鳥、紋翼畫眉、白耳畫眉、冠羽畫眉
共計 2 種	共計 13 種	共計 21 種

就遷移屬性來區分，留鳥 80 種，夏候鳥 3 種，冬候鳥 1 種，過境鳥 5 種，部分留鳥部分夏候鳥 1 種，部分留鳥部分過境鳥 2 種，部分留鳥部分冬候鳥 1 種，部分過境鳥部分冬候鳥 2 種，迷鳥 1 種。

## 二、鳥類的海拔分布

每一鳥種的海拔分布詳見附錄三。

### (一) 種類多樣性

繁殖季的鳥類種類多樣性沿海拔呈現明顯的駝形分布，在海拔 1000-2500 m 之間的種類多樣性較高(圖 3-5)，最高則在 2000 m 左右。

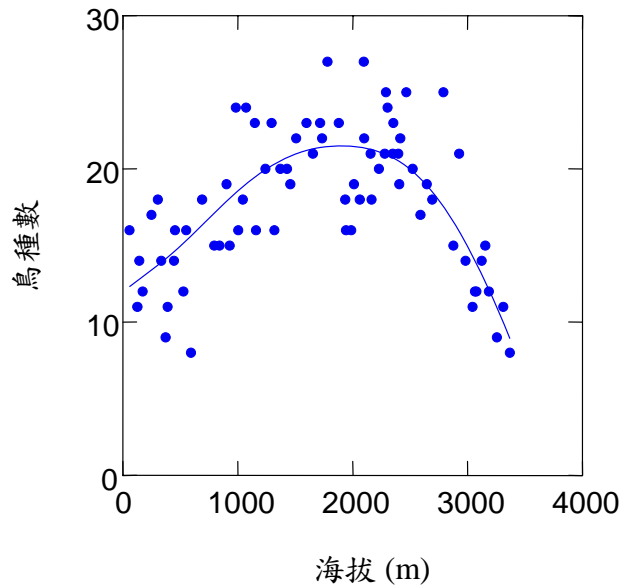


圖 3-5 繁殖季鳥類種類多樣性的海拔分布

台灣過去的鳥類種類多樣性海拔分布之研究結果，亦多呈現駝形分布。例如許皓捷(2003)探討玉山地區成熟林的鳥類種類多樣性海拔分布，利用統計學的抽樣方法推估每一海拔帶的最終種類多樣性(asymptotic richness)，發現鳥類多樣性沿海拔呈駝形分布，並在大約海拔 1500-2000 m 最高(圖 3-6a)。黃佩俐(2001)以長度兩公里穿越線設置 10 個調查點的標準化方式進行北部六縣市鳥類多樣性調查，同樣發現多樣性在中海拔最高，並呈駝形分布(圖 3-6b)。Ding (2001)整理文獻資料，並以  $2 \times 2$  km 網格呈現台灣的繁殖鳥類多樣性海拔分布，發現在全台灣的區域性尺度之下，也可以得到類似結果(圖 3-6c)。由過去及本研究的結果顯示，不管是在中央山脈西側的玉山地區，或大霸尖山以北區域，以及東部太魯閣地區，鳥類種類多樣性大抵在海拔 2000 m 達到高峰。

由於本研究的非繁殖季只從十月進行至十二月，尚無法涵蓋整個非繁殖季，因此未分析非繁殖季的種類多樣性海拔分布型態。但是由過去的研究發現，非繁殖季的留鳥之鳥類種類多樣性海拔分布型態，大抵與繁殖季者類似；冬候鳥或過境鳥則以低海拔較多，隨海拔遞升而遞減(Shiu and Lee 2003b)。

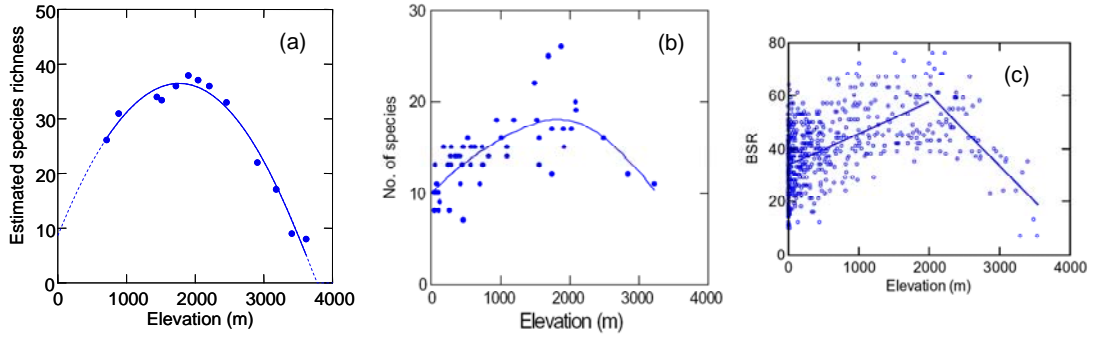


圖 3-6 過去研究的鳥類種類多樣性海拔分布

(a)許皓捷(2003)研究玉山地區成熟林的鳥類多樣性海拔分布；(b)黃珮俐(2001)調查北部六縣市鳥類多樣性的海拔分布情形；(c) Ding (2001)由文獻整理台灣全島 2 × 2 km 網格之鳥類種類多樣性的海拔分布情形。所有研究結果的鳥類多樣性沿海拔皆呈現駝型分布，並且在中海拔地區的多樣性最高。

台灣的鳥類種類多樣性沿海拔呈駝形分布有許多可能的原因。Ding et al. (2005)認為可能與初級生產力有關，Koh et al. (2006a)則認為鳥類種類多樣性受到初級生產力、人口密度、以及棲地異質性的影響，同時也與中間地帶效應 (mid-domain effect) 有關(Koh et al. 2006b)。

本研究則發現初級生產力指標(本研究以植生綠化指標 NDVI 表之)沿海拔亦如鳥類種類多樣性般呈現駝形分布(圖 3-7a)，並且與鳥類種類多樣性呈線性相關(圖 3-7b)。

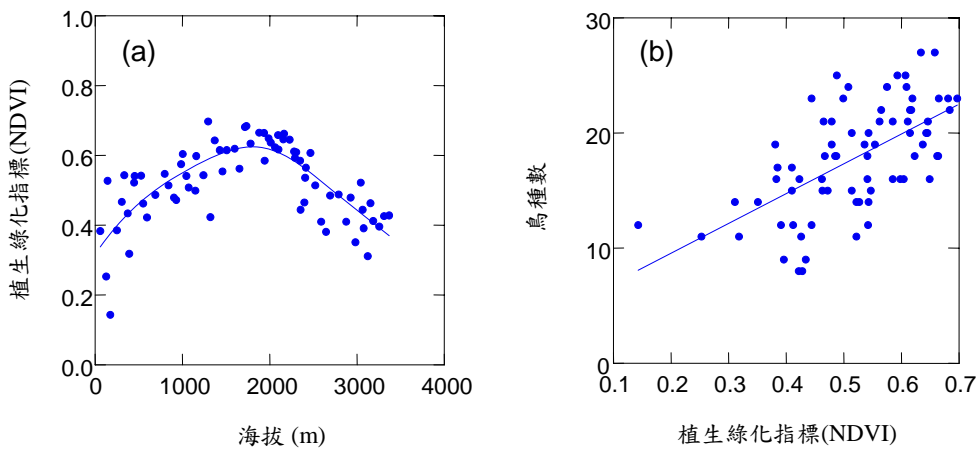


圖 3-7 植生綠化指標與海拔及繁殖季鳥類種類多樣性之關係

枝葉結構多樣性沿海拔的變化趨勢雖與鳥類種類多樣性的變化不同，呈現水平後遞減現象(圖 3-8a)，但是大致而言，亦與鳥類種類多樣性有關(圖 3-8b)。

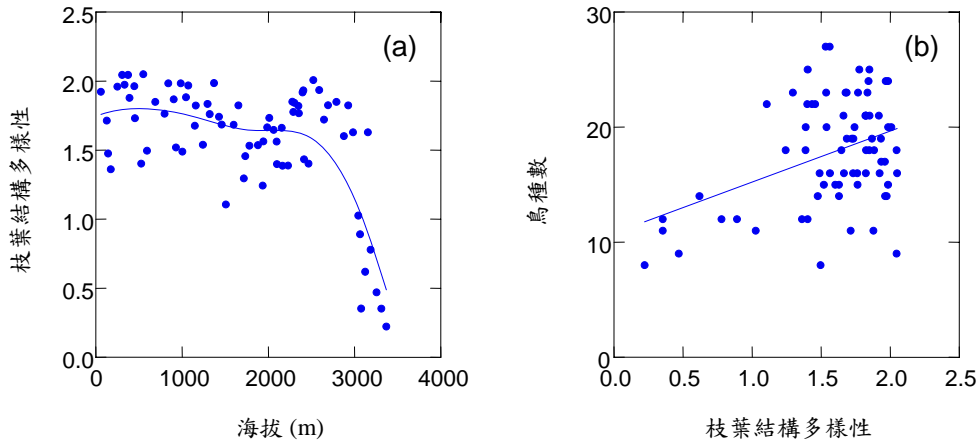


圖 3-8 枝葉結構多樣性與海拔及繁殖季鳥類種類多樣性之關係

將鳥類種類多樣性與每一鳥類調查樣點的環境因子，包括 100 m 半徑內之平均海拔高度、海拔高度標準差(標準差愈大，代表地形愈陡峭或崎嶇)、平均 NDVI、NDVI 標準差(標準差愈大，代表植被類型愈複雜)、林冠高、以及枝葉結構多樣性做相關分析。結果發現鳥類種類多樣性與 NDVI、林冠高、以及枝葉結構多樣性有顯著相關(表 3-3)，亦即初級生產力高且枝葉結構複雜的樹林，有較高的鳥類種類多樣性。

表 3-3 繁殖季鳥類種類多樣性與環境因子之相關矩陣

環境因子	鳥類種類多樣性
海拔高度平均	0.095
海拔高度標準差	0.290
NDVI平均	0.611***
NDVI標準差	-0.237
林冠高	0.483**
枝葉結構多樣性	0.396*

\*\*\* $p < 0.001$ , \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$

以有顯著相關的 NDVI、林冠高(CH)、枝葉結構多樣性(FHD)當作自變數(independent variable)，鳥類種類多樣性(R)為因變數(dependent variable)，進行逐步迴歸分析(stepwise multiple regression)，以探討環境因子對鳥類種類多樣性的解釋能力。所得之迴歸式為  $R = 0.728 + 21.358NDVI + 2.388FHD + 0.275CH$ ，迴歸式的  $r^2 = 0.5, p < 0.001$ ，顯示這三項環境因子共可解釋 50% 的鳥類種類多樣性之分布。

在空間分布上，鳥類種類多樣性約在洛韶至關原之間較高(圖 3-9)，並且以碧綠神木附近的鳥類種類多樣性最高。這段區域的海拔介於 1000 - 2500 m 之間，碧綠神木海拔則在 2000 m 左右，剛好介於闊葉林與針葉林的交會帶；初級生產力指標 NDVI 值較高(圖 3-4, 3-7a)、枝葉結構較複雜，使這個區域的鳥類種類多樣性最高。

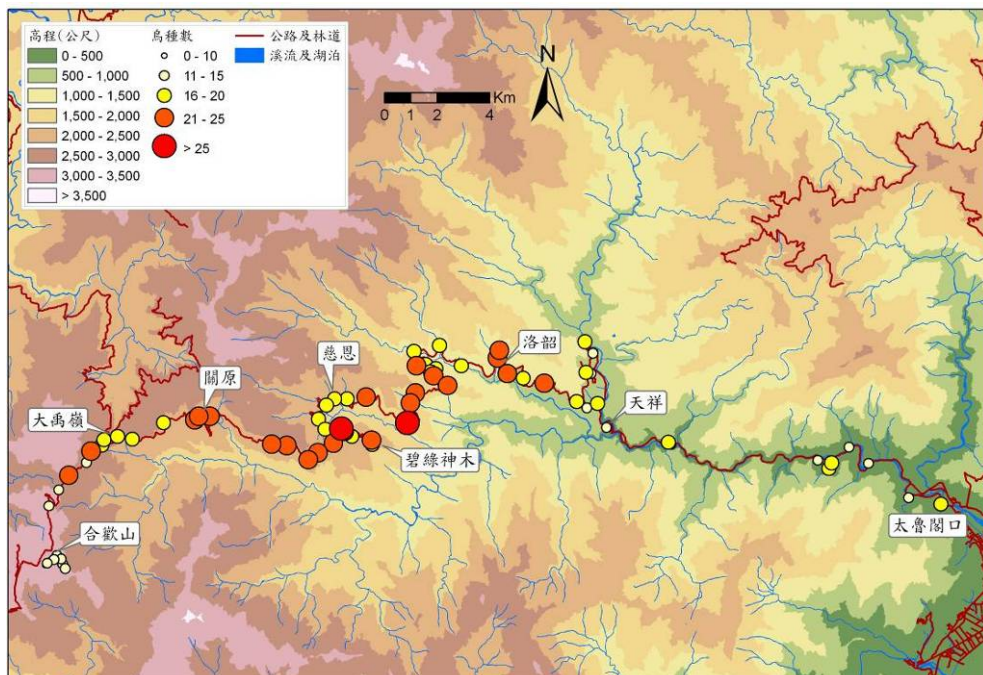


圖 3-9 繁殖季鳥類種類多樣性的空間分布

## (二) 鳥類個體密度

除了鳥類種類多樣性之外，本研究也探討了繁殖季鳥類個體密度的海拔分布，結果發現與種類多樣性分布類似地，鳥類個體密度隨海拔亦呈駝形分布，並且在 2000-2500 m 之間達到最高(圖 3-10)。這個結果與 Ding (2005)在玉山地區海拔 1400-3700 m 的研究結果不同。Ding (2005)的研究顯示鳥類個體密度在海拔 1400-2600 m 之間大致呈一高峰，之後隨海拔遞升而遞減。由於不同研究之間的鳥類族群密度估算有較大誤差的可能；誤差來源除了抽樣誤差之外，不同調查人員對於距離估算的判斷，以及調查標準(例如停留時間長短)不一的系統誤差，都可能造成密度估算上的極大差異。因此本研究與 Ding (2005)在玉山地區研究結果的差異，仍有待進一步的確認。

由於非繁殖季僅調查十月至十二月，尚未涵蓋整個非繁殖季(至翌年二月)；同時，因為森林鳥類在非繁殖季較不易察覺，十月至十二月僅六次的調查，努力量尚嫌不足，鳥類個體密度的估算將有較大誤差的可能。因此本研究未探討非繁殖季的鳥類個體密度之海拔分布。

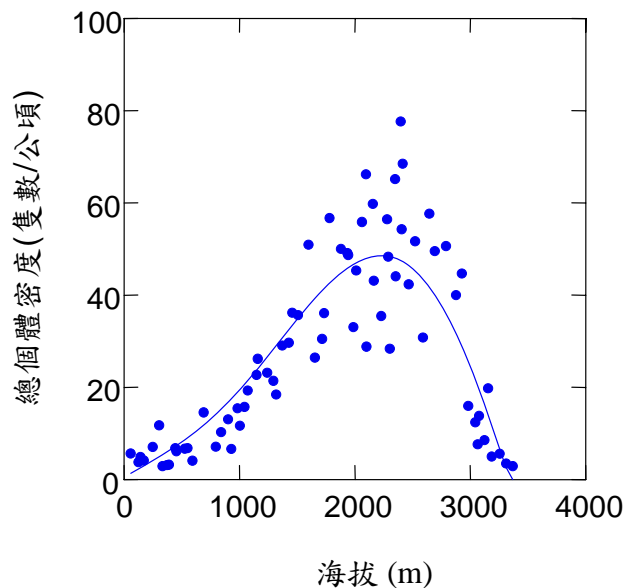


圖 3-10 繁殖季鳥類密度沿海拔之分布情形



除海拔分布形式外，本研究亦發現鳥類個體密度與枝葉結構多樣性及林冠層高度之間，亦呈現相關性(圖 3-11)。此一結果顯示，枝葉結構複雜且林冠層較高的森林，不但有較多的鳥類種類棲息，亦可容納較高的鳥類個體密度。由於個體密度與能量的分配有關，就生產力理論而言，也會影響到一個地區的種類多樣性，因此在種類多樣性的空間分布之探討上，有必要進一步釐清鳥類密度與鳥類種類多樣性之間的關係。

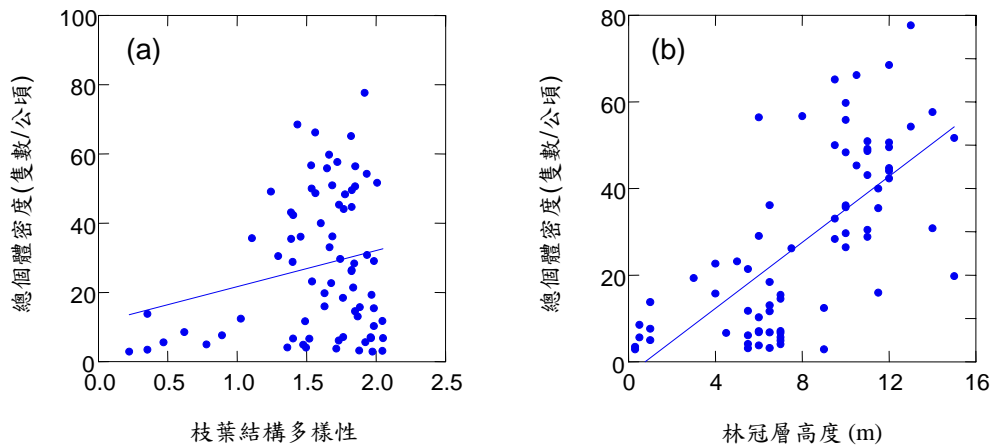


圖 3-11 繁殖季鳥類密度與枝葉結構多樣性及林冠層高度之關係

### (三) 每五百公尺海拔帶之鳥類群聚變化

繁殖季及非繁殖季每五百公尺海拔段記錄到的鳥類名錄列於附錄四及五。

統計繁殖季各海拔段的鳥類種類及族群密度，海拔 500 m 以下共記錄到 31 種，鳥類密度較高的種類有紅嘴黑鶇(*Hypsipetes leucocephalus*)、小彎嘴畫眉(*Pomatorhinus ruficollis*)及繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)。海拔 500-1000 m 記錄到 42 種，密度較高的種類包括紅山椒鳥(*Pericrocotus solaris*)、紅嘴黑鶇、山紅頭(*Stachyris ruficeps*)、繡眼畫眉。海拔 1000-1500 m 記錄到 50 種，密度較高的種類包括冠羽畫眉(*Yuhina brunneiceps*)及繡眼畫眉。海拔 1500-2000 m 記錄到 42 種鳥類，以冠羽畫眉、紅頭山雀(*Aegithalos concinnus*)及藪鳥(*Liocichla steerii*)的族群密度最高。海拔 2000-2500 m 記錄到 50 種鳥類，同樣以冠羽畫眉、紅頭山雀、藪鳥的密度最高。海拔 2500-3000 m 記錄到 33 種鳥類，以冠羽畫眉、紅

頭山雀、藪鳥及火冠戴菊鳥(*Regulus goodfellowi*)的密度最高。海拔 3000 m 以上地區共記錄到 22 種鳥類，其中以火冠戴菊鳥、栗背林鴿(*Tarsiger johnstoniae*)、金翼白眉(*Garrulax morrisonianus*)、灰頭花翼畫眉(*Alcippe cinereiceps*)密度最高。

非繁殖季在海拔 500 m 以下的鳥種數有 41 種，比繁殖季的 31 種多；海拔 500-1000 m 記錄到 44 種，1000-1500 m 記錄到 53 種，均多於繁殖季。海拔 1500-2000 m 記錄到 41 種鳥類，與繁殖季差不多。海拔 2000-2500 m 記錄到 43 種鳥類，2500-3000 m 記錄到 26 種鳥類，3000 m 以上地區共記錄到 15 種鳥類。海拔 1500 m 以下地區，記錄的鳥種數均高於繁殖季，可能是因為中高海拔鳥種降遷，以及過境鳥及冬候鳥的加入所致。而海拔 2000 m 以上，各海拔段記錄的鳥種數均明顯少於繁殖季，則可能是因為部份種類往低海拔遷移，但也有部分原因可能在於有些鳥種在冬季的鳴聲較少，因此不易察覺。

以階層群集分析(hierarchical clustering)探討繁殖季每個海拔帶之間鳥種組成的相似性；依鳥種出現與否的二位元資料，以 Bray-Curtis 計算各海拔帶之間鳥種組成的相似度指數，再以 UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages)方法將各海拔帶連結成樹狀圖。結果發現各海拔帶之間鳥種組成大致可以海拔 1500 m 為界分為兩大群，中高海拔的一群再以海拔 2500 m 為界分為兩群(圖 3-12)。

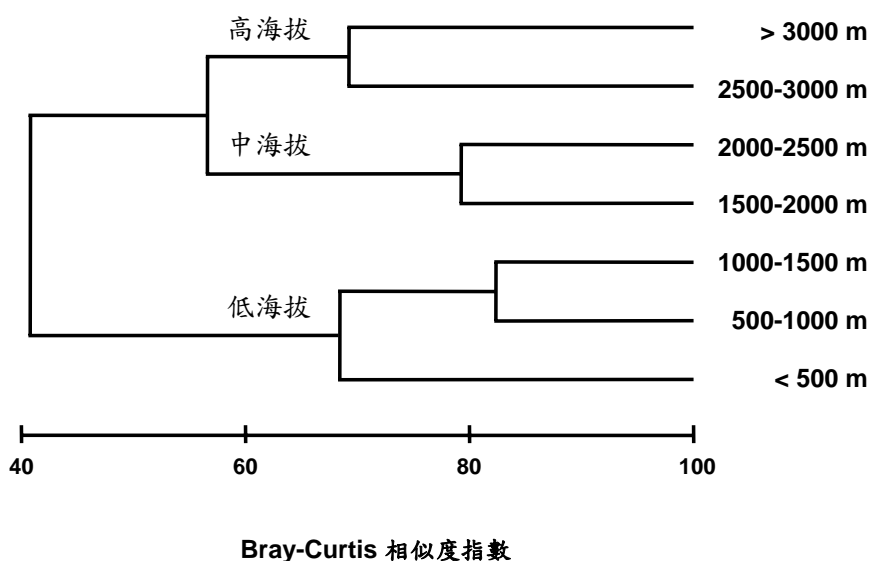


圖 3-12 繁殖季每五百公尺海拔段鳥類群聚相似性樹狀圖



本研究另以 Whittaker's index 計算繁殖季各海拔帶之間的物種轉換率。結果發現 0-500 及 500-1000 m 之間有較高的轉換率(圖 3-13)，此可能係 0-500 m 海拔帶有較多屬於平地的鳥種所致。另外，500-1000 及 1000-1500 m 兩個海拔帶之間的物種轉換率最低，亦即兩個海拔帶的鳥種組成較為類似；而在 2000-2500 m 海拔帶之後，物種轉換率隨海拔遞升而遞增，此結果意味高海拔鳥種的海拔跨幅相對較窄，因此海拔帶之間的物種組成轉換頻繁。此顯示高海拔鳥種的生態區位(niche)較窄，至少，在隨海拔遞變的相關環境梯度上，其適應性較窄，因此對於全球溫暖化等環境變遷，可能會遭受較大的衝擊。

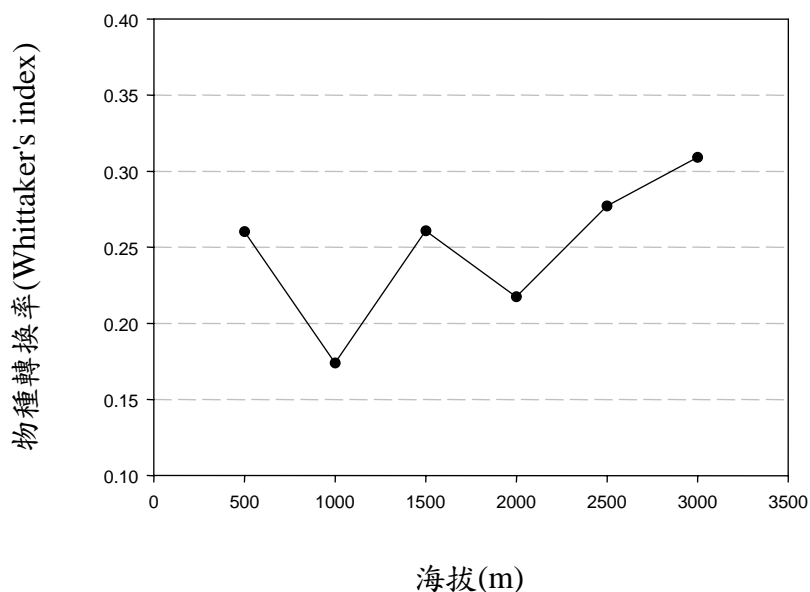


圖 3-13 繁殖季每五百公尺海拔段之間鳥種組成的轉換率

以生態同功群(guild)概念分析繁殖季每一海拔段鳥類群聚的結構。生態同功群僅依食性分為肉食性猛禽、植食者、蟲食者及雜食者四個類群。圖 3-14 為各海拔段生態同功群之間的比例，此比例係以鳥類個體密度計算而得。由圖中可看出，低海拔地區同一海拔段之內的生態同功群，以雜食者及蟲食者最高，而在海拔 2000 m 以上的中高海拔地區，同一海拔段的生態同功群比例則以蟲食者佔多數。許皓捷(2003)研究玉山地區鳥類群聚，亦發現中高海拔的鳥類生態同功群以蟲食者較多，但是冬季在中海拔闊葉林則有比較高比例的植食者，這是因為中海拔闊葉林有許多植物在冬季果實成熟，提供大量的植物性食物所致。本研究的野外調查資料僅到九月份，尚無法得知非繁殖季鳥類群聚結構。

但是根據過去在玉山地區的研究(許皓捷 2003)顯示，冬季有許多原本在繁殖季以食蟲為主的鳥類會轉換食性為雜食或植食，或由雜食性轉換為偏植食性，例如黃腹琉璃鳥(*Niltava vivida*)、金翼白眉、山紅頭、白耳畫眉(*Heterophasia auricularis*)、冠羽畫眉，因此保留冬季結果量豐富的次生林或森林孔隙，對於這些鳥類而言是非常重要的。

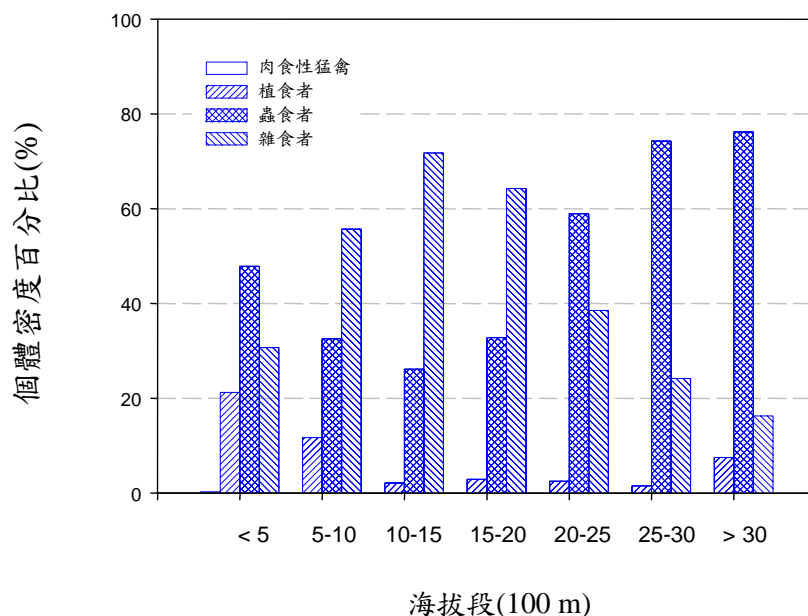


圖 3-14 繁殖季各海拔段各生態同功群之間的個體密度比例

若逐一比較每一生態同功群在各海拔段所佔個體密度比例，則可以發現肉食性猛禽以低海拔的比例最高(圖 3-15)，惟肉食性猛禽比較稀有，因此鳥類出現與否可能受到隨機因素的影響較大；而在鳥類密度較高的植食者、蟲食者、雜食者三個類群，低海拔的植食者比例最高，此與低海拔為闊葉林，可以提供比較多果實有關；而蟲食者則以中高海拔最高，此結果與許皓捷(2003)在玉山地區的研究結果類似；雜食者則以中低海拔比例較高。由本研究結果可以推測，由於高海拔的蟲食者的比例最高，而昆蟲、蜘蛛等節肢動物為外溫性動物(ectotherm)，其豐富度(abundance)因季節而有較大波動，因此高海拔地區食蟲性鳥類預期將有較明顯的季節性海拔遷移現象。

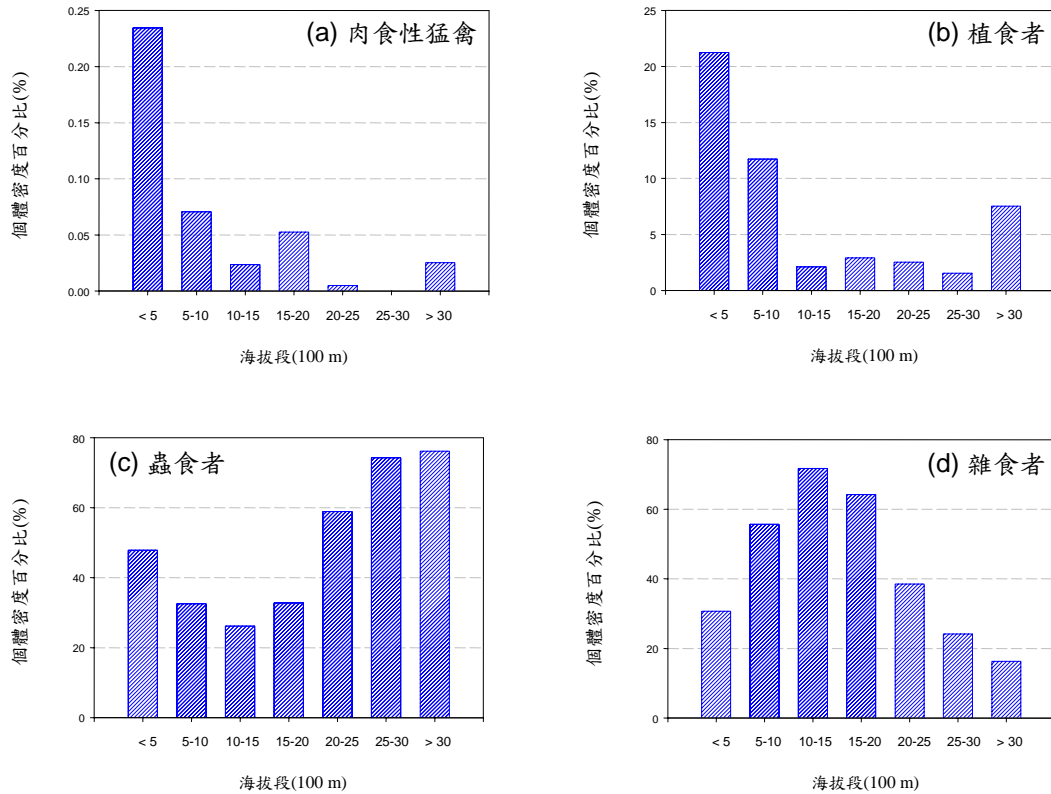


圖 3-15 繁殖季每一生態同功群在各海拔段的個體密度比例

### 三、鳥類群聚與環境的關係

依據每一個鳥類調查點記錄到的鳥類密度，利用降趨對應分析法(detrended correspondence analysis, DCA)分析繁殖季鳥類群聚的變異趨勢。結果如表 3-4。DCA 第一軸的軸長 6.33 SD，特徵值 0.69，第二軸及第三軸軸長則分別為 2.5 及 1.78 SD，特徵值則為 0.13 及 0.08。

DCA 排序軸以族群沿軸的豐富度分布之標準差(standard deviation, SD)為度量單位；豐富度分布的一個高斯曲線起落約跨越 4 SD，而因為每一鳥種的數值在運算時均經過標準化，因此大部分的鳥種沿梯度軸均具有此一耐受範圍(i.e., 4 SD)。因此，兩個鳥類調查樣點之間在梯度軸上的分布差距若在 4 SD 以上，則可預期這兩個樣點之間沒有共同種的存在(ter Braak 1995, Legendre and Legendre 1998)，亦即物種轉換率達百分之百；而若物種轉換率為一半時，在 DCA 空間上則約跨越 1 到 1.4 SD (Legendre and Legendre 1998)。

由軸長及特徵值觀之，鳥類群聚大致以第一軸為主要變異趨勢，第一軸軸長 6.33 SD，顯示兩端樣點的鳥類組成完全不同。第一軸與海拔有極顯著的相關性( $r = 0.98, p < 0.001$ )，與草本層覆蓋度及枝葉結構多樣性亦有顯著相關；亦即，鳥類群聚主要沿海拔梯度變異；草本層覆蓋度及枝葉結構多樣性與 DCA 第一軸有關，則應是所有調查樣點的這兩項環境因子隨海拔線性遞變所致。第二軸與第三軸均僅與海拔有顯著的相關性；由於此兩軸不論軸長或特徵值，均較第一軸大為減少，因此在低海拔至高海拔的空間尺度之下，顯然較不具重要性。

表 3-4 繁殖季鳥類群聚的降趨對應分析前三軸與環境因子之相關矩陣

	第一軸	第二軸	第三軸
軸長(SD)	6.33	2.50	1.78
特徵值	0.69	0.13	0.08
環境因子			
海拔	0.98**	0.45*	0.42*
林冠高	0.11	0.14	0.31
草本層覆蓋度	0.53**	0.06	0.15
灌木層覆蓋度	0.04	0.11	0.11
第二喬木層覆蓋度	-0.22	-0.03	0.05
第一喬木層覆蓋度	-0.18	-0.22	0.06
枝葉結構多樣性	-0.60**	-0.09	-0.18

\*\* $p < 0.001$ , \* $p < 0.01$

以鳥類調查樣點在鳥類群聚 DCA 前二軸的排序分數作圖，可以看到調查樣點在第一軸明顯由低海拔至高海拔排列(圖 3-16)，顯示鳥類群聚的主要變異趨勢與海拔梯度有關。另外，調查樣點沿第二軸的分布，低海拔有較為分散的情形，1500 m 以上的中高海拔調查樣點則相對較為集中，此一情形意味中高海拔鳥類群聚變異情形集中在與第一軸有關的環境因子之上；亦即，與海拔梯度相關的環境因子，在中高海拔鳥類群聚變異上，扮演較重要的角色，其它因子則相對較不重要。而低海拔鳥類群聚，除了與海拔相關的環境因子之外，其它與第二軸相關的環境因子亦有一定的重要性。此一結果顯示，以鳥類群聚(或鳥類相)為對象的自然資源之經營管理，在不同海拔可能要採取不同之方式或策

略。例如若欲選取具有代表性的棲地以進行鳥類保育工作，則在中高海拔地區大致可以依海拔作為篩選依據，但在低海拔地區，除了海拔之外，每一海拔段亦應選擇不同類型的代表性棲地。

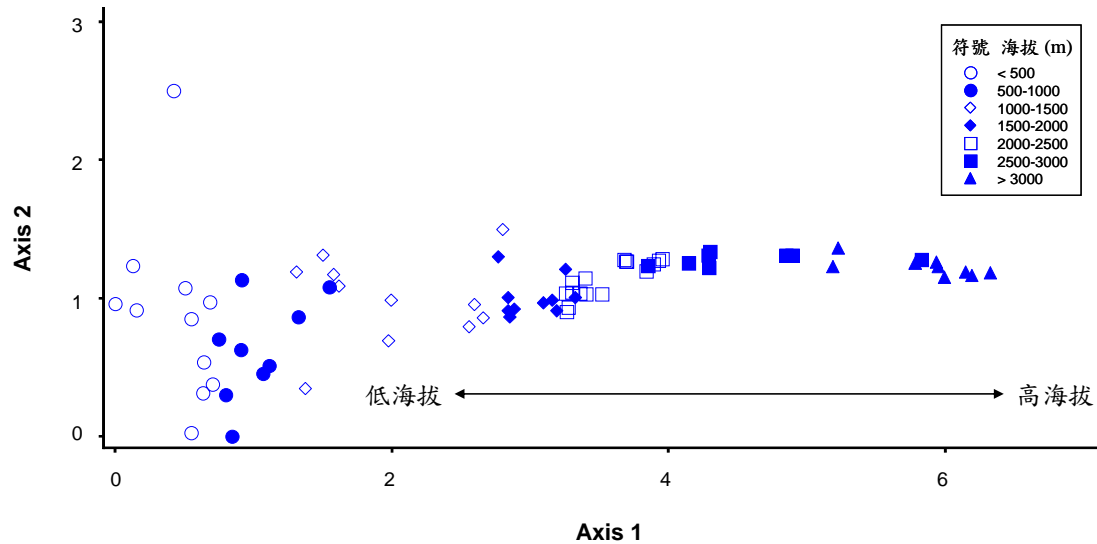


圖 3-16 鳥類調查點在 DCA 前二軸之空間分布

#### 四、特有種鳥類的分布

本研究共記錄到 13 種特有種鳥類(表 3-1, 附錄二)。以每五百公尺海拔帶統計繁殖季的特有種鳥類分布，特有種鳥類的種數在 0-500 m 海拔帶最少，僅紫嘯鶇(*Myiophonus insularis*)及烏頭翁(*Pycnonotus taivanus*)兩種(圖 3-17)。而在 500-1000 m 海拔帶以上，特有種明顯較多，每一海拔帶的種類數都在 6 到 9 種之間。若以特有種種類數佔該海拔帶的鳥種數百分比觀之，可以發現特有種的比例明顯隨海拔遞升而遞增；在海拔 3000 m 以上海拔帶，特有種比例達 27% (圖 3-17)。中高海拔特有鳥種的種數及比例較高，與冰河時期物種播遷及間冰期的隔離及種化有關。

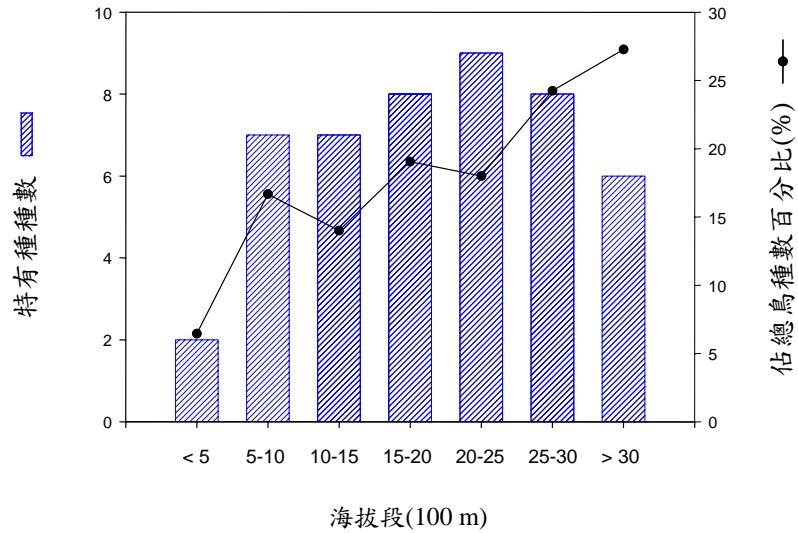


圖 3-17 繁殖季每五百公尺海拔帶特有種鳥類的種數及百分比

以 GIS 呈現繁殖季特有種的空間分布情形，可以發現特有種比較多的樣點大致介於新白楊至關原之間(圖 3-18)，尤以關原至大禹嶺之間較多。

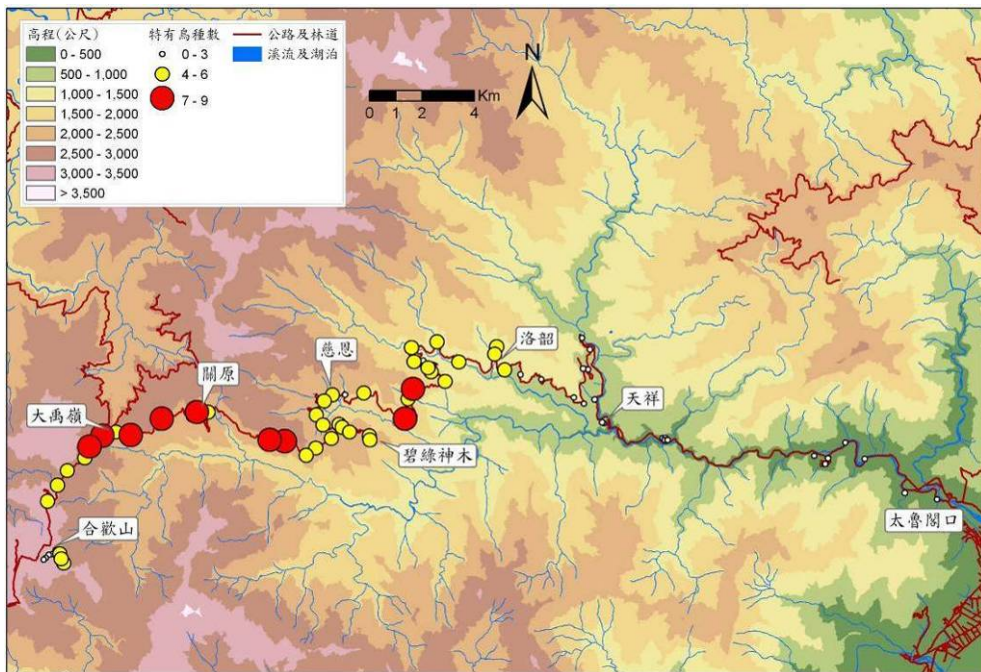


圖 3-18 繁殖季特有種鳥類的種類多樣性空間分布

## 五、保育類鳥類的分布

本研究共記錄到 36 種保育類鳥類(表 3-2，附錄二)。以每五百公尺海拔帶統計繁殖季保育類鳥類分布，保育類鳥類的種數在 0-500 m 海拔帶最少，在海拔 500-3000 m 之間的海拔帶較多。若以保育類鳥類的種類數佔該海拔帶的鳥種數百分比觀之，可以發現 500-1000 公尺海拔帶以上的保育類鳥類比例都在 40% 以上(圖 3-19)。

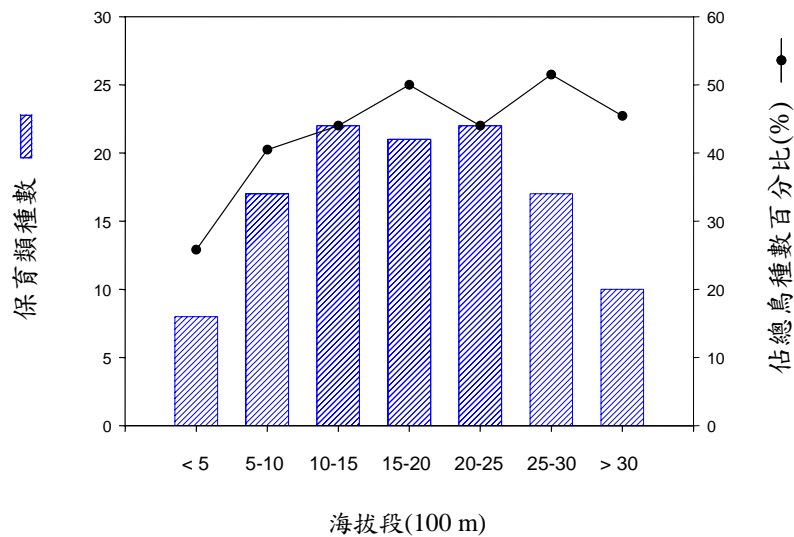


圖 3-19 繁殖季每五百公尺海拔帶保育類鳥類的種數及百分比

以 GIS 呈現繁殖季保育類鳥類的空間分布情形，可以發現保育類鳥類比較多的樣點大致介於新白楊至大禹嶺之間(圖 3-20)。

綜合特有種及保育類鳥類的空間分布之情形，當太魯閣國家公園管理處在鳥類保育上，若因為人力、物力、經費等資源有限而有必要做取捨或先後次序安排時，就種類多樣性的角度而言，應當將重點放在中高海拔地區，尤其是新白楊至大禹嶺這一段。



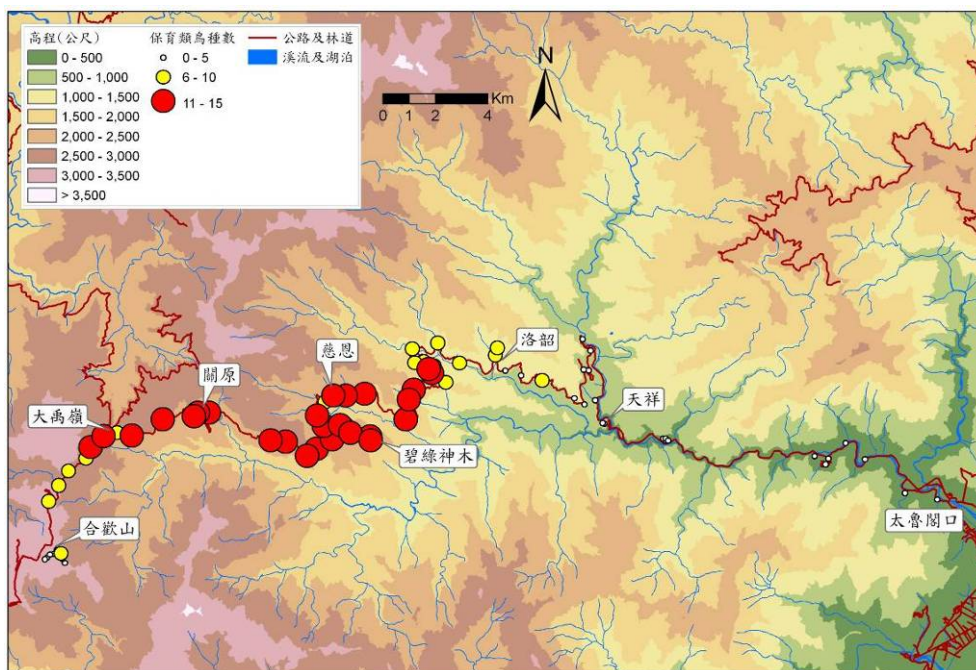


圖 3-20 繁殖季保育類鳥類在各調查樣點的種數分布



### 第三節 保育成效評估

太魯閣國家公園成立之後，國家公園區域內曾進行過數次的鳥類資源調查。其中，在合歡山—大禹嶺—太魯閣口的中橫公路沿線，至少有十一篇正式的研究或調查報告，包括上境科技股份有限公司因燕子口至靳珩、錐麓的隧道及橋樑工程需要而進行的環境影響評估之生態調查紀錄(上境科技股份有限公司 2000)、天津高等人於蓮花池的鳥類調查紀錄(天津高等 1990)、太魯閣國家公園管理處進行的高山草原生態體系調查(太魯閣國家公園管理處 1989)、王穎於神秘谷、白楊步道進行餌食站及巢箱規劃時的鳥類調查(王穎 1994)、王穎及孫元勳(1989)的陶塞溪、蓮花池和神秘谷鳥類生態研究、王穎及陳焯杰(1992)由慈恩至合歡山的中高海拔鳥類資源調查、李玲玲進行齧齒類動物相調查時一併進行的鳥類調查(李玲玲 1992)、林曜松等人(1991)探討太魯閣國家公園動物相與海拔高度及植被之關係研究、陳炳煌(1994)在大禹嶺進行的鳥類相研究、謝錦煌等人於合歡山松雪樓一帶的鳥類繫放報告(謝錦煌等 1994)、以及賴美麗於慈恩、關原、合歡山松雪樓的鳥類繫放(賴美麗 1993)。這些報告以及本次調查，累計在中橫公路沿線記錄到 136 種鳥類(附錄六)。其中，本次調查新紀錄種有小杜鵑(*Cuculus poliocephalus*)、花翅山椒鳥(*Coracina macei*)、大卷尾(*Dicrurus macrocercus*)、白頭鶇(*Turdus poliocephalus*)、赭紅尾鶇(*Phoenicurus ochruros*)、灰頭鷓鴣(*Prinia flaviventris*)、以及畫眉(*Garrulax canorus*) 7 種。

比較本次調查與過去的鳥類紀錄，過去曾記錄過，但本次調查未發現的保育類鳥類包括帝雉(*Syrnaticus Mikado*)、環頸雉(*Phasianus colchicus*)、領角鴉(*Otus bakkamoena*)、黃魚鴉(*Ketupa flavipes*)、灰林鴉(*Strix aluco*)、林雕(*Ictinaetus malayensis*)、花雕(*Aquila clanga*)、熊鷹(*Spizaetus nipalensis*)、紅隼(*Falco tinnunculus*)、紅尾伯勞(*Lanius cristatus*)、綬帶鳥(*Terpsiphone atrocaudata*)、小剪尾(*Enicurus scouleri*)等 12 種，而本次有紀錄，但過去完全沒有紀錄的保育類鳥種則有白頭鶇、畫眉兩種。保育類鳥種紀錄的差異，應該是由於這些鳥種在太魯閣國家公園內原本即較為稀有(例如某些日行性猛禽)或難以察覺(例如帝雉、以及某些不常鳴叫的夜型性猛禽)，需要更多的調查努力量才能察覺到；或是調查樣點未包含該鳥種的主要棲地(例如環頸雉、小剪尾)。因此雖然本次調

查的鳥種數較過去累計者來得少，且保育類的種類也較少，但尚不足以據此推論鳥類保育成效比過去差。

在過去的十一篇報告當中，王穎及孫元勳(1989)的陶塞溪、蓮花池和神秘谷鳥類生態研究，以及王穎及陳炤杰(1992)由慈恩至合歡山的中高海拔鳥類資源調查這兩篇，係完全針對鳥類群聚所進行的研究，而且兩篇報告亦包括了大部分的海拔段。與這兩篇研究報告比較；這兩篇報告累計記錄了 111 種鳥類，若只比較繁殖鳥類(即留鳥及夏候鳥；因為依據耐受法則 law of tolerance，生物對於繁殖的環境要求最嚴格)，在扣除溪流鳥類(本研究調查範圍以中橫沿線為主，缺乏溪流環境之樣區)之後，共有 82 種，本研究則有 84 種，這兩篇與本研究的全部繁殖鳥種數(扣除溪流鳥類)則有 92 種。兩者所記錄的種類數事實上差異不大，而主要不同的地方多在一些稀有鳥種，例如這兩篇報告有記錄到，但本研究未發現的有灰林鴉、林雕等，而本研究新紀錄的種類則有小杜鵑、白頭鵯、畫眉等。比較這兩篇報告的 82 種鳥類與本研究報告的 84 種繁殖鳥類名錄，Bray-Curtis similarity coefficient 達到 0.89，非常相近。

綜合以上所述，大致而言，本次研究得到的結果顯示，太魯閣國家公園區內的鳥類群聚特徵(種類多樣性及群聚相似性)與過去的調查結果相比，是非常類似的。在保育上，鳥類資源並沒有立即而明顯的危機。

## 第四章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究結果發現，太魯閣國家公園中橫沿線的鳥類以中海拔地區的種類多樣性最高。此一區域大致位於洛韶至關原之間。若以特有種鳥類來看，則多樣性熱點位於新白楊至大禹嶺之間；而保育類鳥類的熱點則在新白楊至大禹嶺這一段。

就推廣賞鳥活動、鳥類生態有關之環境教育、以及生態旅遊而言，中海拔會是最適合的區域，尤以慈恩至碧綠神木一帶植被較為完整，是進行這類活動最適宜的地方。另外，就鳥類資源的保育而言，在生物多樣性熱點的角度上，若可以投入保育工作的資源有限時，也是以中海拔地區為優先保育的地點。

高海拔地區不同海拔帶的鳥種組成轉換率高於低海拔地區，顯示高海拔地區的鳥類海拔分布範圍較為侷限，在全球變遷或溫暖化之下，高海拔地區的鳥類分布可能會受到較明顯的衝擊。而就鳥類調查樣點在 DCA 空間分布的結果顯示，以鳥類群聚(或鳥類相)為對象的自然資源之經營管理，在不同海拔可能要採取不同之方式或策略。例如若欲選擇具有代表性的棲地以進行鳥類保育工作，則在中高海拔地區大致可以依海拔作為篩選依據，但在低海拔地區，除了海拔之外，每一海拔段亦應選取不同類型的代表性棲地。

另外，冬季有很多鳥類的食性會由蟲食性轉向為偏植食性(許皓捷 2003)，而中海拔地區的次生林、天然林林緣及孔隙，常常分布有結果量豐富的陽性喬木及灌木，提供鳥類在冬季時的大量食物來源，對於鳥類度冬甚為重要，因此在棲地的經營管理上，應該保留這類棲地。

## 第二節 鳥類監測方法之建議

如前言所述，鳥類非常適合做為環境及自然資源監測之指標，因此建議太魯閣國家公園管理處可以設立永久樣區，進行定期的鳥類調查，以評估及監測國家公園區內的自然資源及環境狀況。

以鳥類做為資源評估或環境監測時，採取標準化鳥類調查方法是最重要的關鍵。因為調查方法若不一致，則不同地點或時期的鳥類調查結果可能無法比較，從而無法進行自然資源之評估及監測。本研究與過去的鳥類調查報告之間，僅能以大略的鳥種數及鳥類組成相似性係數做比較，也是因為過去的研究多係沿著穿越線，以賞鳥式的隨機觀察方式來記錄，本研究則採用標準化的定點計數法，因而無法做詳細的統計檢定。

很多因子會影響鳥類調查的準確性，例如不同觀察者、棲地類型、調查努力量、一天中的調查時段、天氣及季節，但是藉由觀察者的事前訓練及標準化的調查方法，將可以有效降低系統誤差，從而提高鳥類估算的準確性。

### 一、在固定的地點進行鳥類調查

在適當的地點設置永久樣區，永久樣區應包括不同海拔及不同棲地類型。由本研究的不同海拔帶間之物種轉換率分析結果，建議可以分為 0-500 m、500-1500 m、1500-2500 m、2500 m 以上四個海拔帶，分別設立永久樣區。其中，0-500 m 及 500-1500 m 兩個海拔帶應該在樹林及經過干擾的灌叢與高草地分別設立樣區。每個樣區設置至少 10 個固定調查點，但是 1500-2500 m 因為種類多樣性最高，應該將調查點增加至 15 個以上。調查點之間應相隔 200 m 以上。

### 二、在繁殖季進行鳥類調查

森林鳥類調查主要的察覺線索來自鳥類的鳴聲，而在繁殖季前期由於領域宣誓及配偶爭奪，鳥類鳴聲最為頻繁，此時進行鳥類調查的誤差較小。另外，鳥類在冬季時，經常結群並在較大範圍內快速游移以尋找食物，而使鳥類調查

時，隨機性的因素增加；相對地，在繁殖季時因為繁殖領域或巢位固定，因此鳥類察覺的隨機性因素降低，使得精確性可以提升。而就環境適應及資源利用的角度而言，能夠順利生殖的環境才是鳥類最適宜分布的環境。因此建議於繁殖季進行鳥類調查；過去在臺灣山區研究的經驗，大約在四月到六月。

### 三、以定點計數法進行鳥類調查

鳥類調查方法很多，每一種方法各有其優缺點、適用對象與範圍、及其應用上的限制(Schwarz and Seber 1999, Buckland et al. 2000)。定點計數法(point count)及穿越線法(line transects)是鳥類調查最常使用的兩種方法。定點計數法進行的方式是觀察者在固定的調查點停留一定時間，記錄所有發現的個體，及其與觀察者之間的距離。而穿越線法則是在調查區域內選擇一條以上有各自固定方向的穿越線，以穩定的速度沿著穿越線前進，記錄沿途兩側所發現的鳥類種類及數量，及其與穿越線的垂直距離。

穿越線法及定點計數法均屬於距離取樣法(distance sampling; Buckland et al. 1993, Buckland et al. 2000)，亦即在調查時，除了鳥種及數量外，同時記錄被發現個體與穿越線或調查點的距離。利用所記錄的每一個體之察覺距離，可以建立每一鳥種被察覺的機率密度函數，而據以計算每一鳥種的族群密度。距離取樣法有完整的數學理論基礎(Burnham et al. 1980, Buckland et al. 1993)，比起賞鳥式的隨機觀察記錄方式要嚴謹許多，在鳥類群聚研究、鳥類資源調查、或是環境監測上被廣泛採用。

穿越線法在臺灣山區的應用上有比較大的限制。因為臺灣山區的地形較為陡峭且植被茂密，以穿越線法進行鳥類調查時多只能在既有的登山步道或林道上進行，而無法逢機設置穿越線。而且除非是大眾化的登山步道，否則在崎嶇的山徑上一邊前進一邊觀察記錄，有實際操作上的困難，且前進速率亦不容易維持恆定。同時，登山步道多沿山坡面在短距離內之字形上下，致使穿越線的長度或空間配置有很大的限制。另一方面，海拔是影響台灣陸棲鳥類分布的主要環境因子(許皓捷 2003)。因此以穿越線法進行鳥類調查時，可能面臨兩條同樣長度穿越線，但海拔跨幅不同導致察覺鳥種有明顯差異的問題。

在鳥類群聚研究上，定點計數法比較適合台灣大部分的棲地環境限制。由於觀察者在點與點之間可以專心移動，因此觀察點可以配置在地形比較崎嶇或植被濃密難行的區域。只要觀察點間距離夠遠，定點計數法的每一個觀察點都可以視為一獨立樣本，不但在統計分析上較少限制，亦適合應用於區塊狀棲地或植被形態多樣的環境。由於定點計數法的觀察點不論海拔或其他環境因子測量值之變異範圍，基本上都比穿越線者小，因此比較容易檢測或釐清鳥類與環境的關係。定點計數法優於穿越線法的另一理由是，在每條穿越線上的行進速度不容易統一，但在觀察點的停留時間則可以輕易達到一致。

#### 四、採用標準化方法進行鳥類調查

定點計數法假設鳥類在計數期間不會移動，據此，則若停留時間夠久，所有個體應該都會被察覺到。然而實際上，停留時間過久，有可能因為個體移動或觀察者忘記先前已經記錄的鳥類位置，而重複記錄同一個體；同時，位於調查區外的鳥類個體也有較高機會在計數期間移到區內而被記錄到，這兩種情形都可能使觀察者高估該樣點的鳥類密度。另外，因為大部分個體都是在最初幾分鐘就被記錄到的，太長的停留時間也使調查工作沒有效率，並使能調查的樣點數變少。相對的，較短的停留時間則可以使調查工作較有效率，並能在有限時間內調查較多的樣點。然而，停留時間太短，卻也可能遺漏很多應該存在的個體。綜合上述，最適停留時間的決定，是定點計數法標準化時，最重要的規劃內容之一。

##### (一) 調查時間

四到六月，每個月兩次，每次至少間隔一個星期以上。每次調查都在天氣晴朗時，於日出到日出後三小時內進行。闊葉林每次停留 3 分鐘，針葉林 2 分鐘，草生地則僅須 1 分鐘即可(Shiu and Lee 2003a)。

##### (二) 距離估計

採用分組距離記錄法(distances grouped into intervals)估計及記錄鳥類與觀察者之間的距離。組距建議分為 0-20, 50, 100, > 100 m。

### (三) 鳥類記錄

聽到與看到的個體均應記錄。看到的個體若有結群，應該記錄結群的隻數；基本上，繁殖季除少數鳥種，應該較少有結群現象。同時應該記錄鳥隻與觀察者之間的水平距離。建議以劃有組距圓圈的紀錄紙(如附錄六)，一個調查點一張，將發現的鳥隻個體在記錄紙上適當的方位及組距環內標記，如此比較不會有同一隻個體被重複記錄的可能。

鳥類的紀錄一定要忠實反映實際觀察所得。對於不確定的鳥種，若可以目視，應儘可能描繪身體各部特徵及其行為與棲息環境；若無法目視，則不予記錄，切忌猜測並記錄之。對於無法辨識種類的鳥聲，應以錄音器材錄下。

### 五、人員訓練

調查進行之前，人員一定要先經過訓練。最基本的訓練為鳥音辨識。縱使是有多年賞鳥經驗的人，若未曾刻意訓練，對於鳥音的敏感度及不同鳥種之間細微的差異也是陌生的，因此一定要進行職前訓練。訓練的內容至少應該包含鳥音辨識、距離估算、以及標準化調查方法的內容；而監測的目的、生態研究方法等基礎概念的講授也會非常有用。

鳥音辨識可以藉助坊間出版的錄音材料；有些網際網路也會有相關的聲音檔案。距離的判斷則可以藉由野生動物觀察用的雷射測距儀輔助訓練；在不同棲地環境之下均須進行反覆練習。

### 六、密度推估

野外資料在調查完之後，應即輸入電腦，以常用的MS Excel軟體整理即可。鳥類密度的計算可用本研究採用的公式，或用Distance 軟體計算。Distance 軟體可以由下述網址免費下載：<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>。

不管是用 Distance 軟體或用上述公式計算，在計算之前，原始的資料都必須先經過加權處理。若某鳥種的鳴聲推測僅由雄鳥發出，則應將此鳴聲紀錄算

成兩隻次；若某鳥種推測皆為成群出現，則將每次鳴聲紀錄乘以其平均結群隻數。在台灣，鳥類鳴聲特性的文獻資料仍不多，但推測應該不至於有地域性之差異，亦即若某一地區某一鳥種僅由雄鳥發出聲音，則其他地區的同種鳥類應該也有同樣的特性，因此，每一地點的資料之鳴聲特性加權值應取得一致。鳥類的平均結群隻數則有可能因為環境的不同而有所不同，因此在野外調查時，應該一併記錄結群情形，作為加權計算的依據。

## 七、環境監測

### (一) 刪除稀有種

一個地區稀有種的出現與否，偶然的成份居多，刪除稀有種可以避免這種特性造成生態環境指標的雜訊。在群聚分析上，一般以 5-20% 為標準(Gauch 1982)。

### (二) 指標物種篩選

指標物種篩選是以生物作為環境監測時的首要工作。有些鳥種分布廣泛，可以適應的環境變動範圍較為寬廣，有些鳥種的分布則較狹窄；若以全部鳥種作為生態環境監測之指標，廣布型鳥種可能稀釋了整體生物指標對環境變遷的反應。因此欲以鳥類作為生態環境監測工具時，必須先排除這些可以忍受較大幅度環境變動的種類，而篩選出對環境變動有明顯對應的鳥種。

依據耐受法則，每一種生物在環境梯度下，都有一定的分布範圍。對單一環境梯度而言，若適合分布的範圍愈狹窄，或分布曲線在耐受範圍邊界愈陡峭的生物，愈適合作為此一環境梯度的指標。但是在台灣，目前為止對每一鳥種生存環境的條件並不全然清楚，同時因為影響鳥類分布因素是由多個環境因子綜合形成，並且鳥種之間亦可能有明顯交互作用，因此很難由文獻資料挑選少數鳥種作為某一地的指標物種，而必須由群聚分析的方法來挑選。

以多元尺度分析法(non-metric multidimensional scaling, NMDS)及 Mantel test 來篩選指標性物種是一個可行的方法。此一方法的概念係將所有群聚資料



以 NMDS 排序，另外以 stepwise 方式抽取少數鳥種組合，亦做 NMDS 排序，然後以 Mantel test 檢測排序過程中產生的兩個相似度矩陣，其彼此間的相關性 (圖 4-1)。在這樣的過程中，可以篩選出由少數物種組合但與原來群聚高度相關的新群集，這個群集可以代表原來群聚結構的變異趨勢。

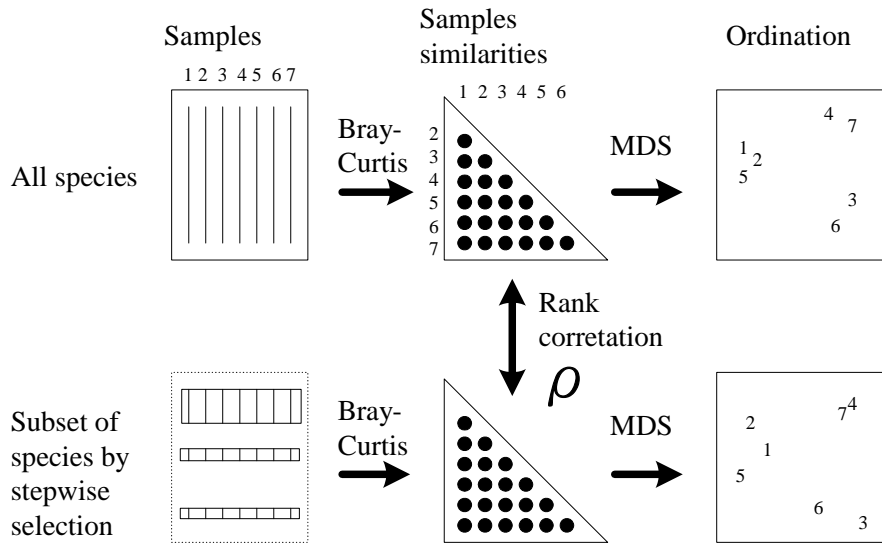


圖 4-1 以 NMDS 及 Mantel test 篩選指標物種的過程

(取自 Clarke and Warwick 1998)

這個過程可以應用在群聚的空間變異，也可以應用在同一樣區的時間變異上。圖 4-2 是一個應用在時間變異的例子。圖 4-2-a 是一個由 125 個物種組成的群聚，由 1973 年到 1985 年在 NMDS 二度空間上排序位置的變動過程；經過 NMDS 及 Mantel test 之分析，篩選出幾組由少數物種組合的不同群集(圖 4-2 的 b-h)。可以看到圖 4-2-c 由 15 個物種組成，與原來群聚在 NMDS 二度空間上排序的變異趨勢模式很類似，其相關性亦高達 0.95。因此，原本 125 個物種的群聚可以簡約成 15 個物種。

利用這個簡約的過程，可以篩選出少數鳥種來代替原本的群聚。一個地區的環境變動可以由這些物種的出現與否，以及其族群變動之情形來評估。

這個方法可以使用套裝軟體PRIMER來進行。有關PRIMER的詳細資訊可以參考以下的網址：<http://www.primer-e.com/>。

另外，結合生態同功群概念(guild concept)於指標物種篩選上，可以讓選擇出來的生態環境指標更具有推廣性。生態同功群係指群聚當中使用資源類別與方式相似的一群不同種的生物。由於鳥類的空間分布除了因物理環境的影響之外，也可能受限於歷史因素(例如冰河、種化)或生物性因素(例如捕食—被捕食、競爭)的影響。兩個空間分布遙遠但物理環境類似的生物群聚，其組成物種可能差異極大，但生態同功群組成應該很類似。在進行上述指標物種篩選的分析過程之前，先將所有的物種歸併到幾類同功群之中，再以同功群來進行篩選。因為篩選出來的是生態同功群組成，因此可以避免一個地區研究所獲得的生態環境指標物種，無法應用到該物種未分布的地區之困境。

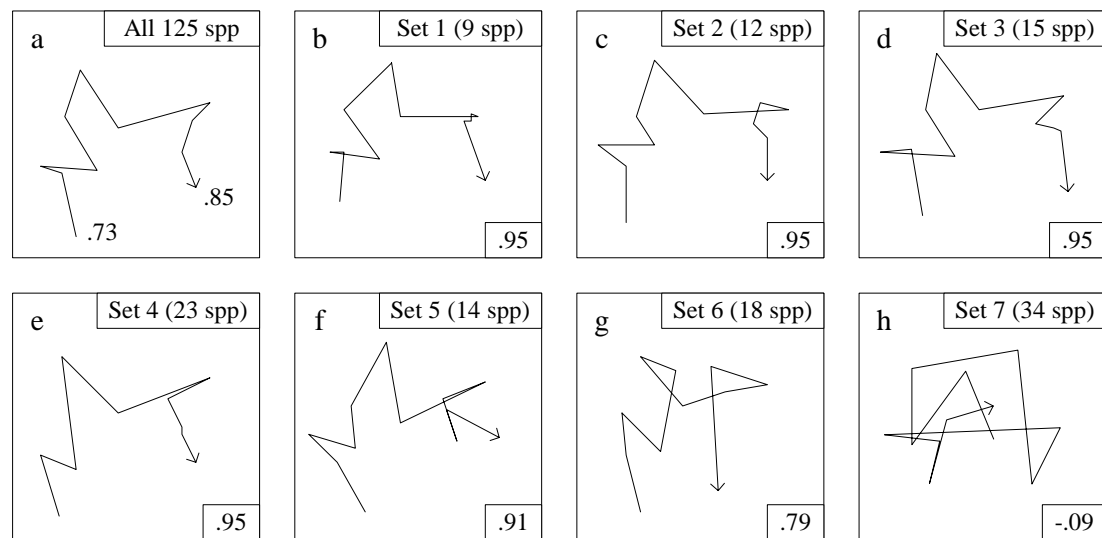


圖 4-2 以 NMDS 及 Mantel test 篩選指標物種的範例

一個由 125 個物種組成的群聚，從 1973 年到 1985 年在 NMDS 二度空間排序上的變動過程(a)，可以由其中少數物種的組成(b-e)來代替(取自 Clarke and Warwick 1998)。

附錄一 調查樣點座標及環境資料

樣點 代號	座標 <sup>1</sup>		海拔 (m)	NDVI	林冠高 (m)	各層次植被覆蓋度(%)				FHD
	X	Y				草本層	灌木層	第二喬木層	第一喬木層	
BS_01	311916	2672728	59	0.38	7	15	20	35	45	1.92
BS_02	310678	2672969	143	0.53	7	10	10	25	75	1.48
BS_03	309150	2674281	127	0.25	6	10	15	40	60	1.71
BS_04	308421	2674907	173	0.14	5.5	5	5	20	20	1.36
BS_05	307749	2674299	250	0.39	6	25	45	60	50	1.96
BS_06	307650	2674086	305	0.47	5.5	30	30	40	55	2.05
BS_07	307230	2674403	334	0.54	9	50	25	55	50	1.97
BS_08	301526	2675007	373	0.43	5.5	30	30	40	55	2.05
BS_09	301634	2675000	390	0.32	6.5	45	25	25	70	1.88
BS_10	301443	2675091	446	0.52	6	30	50	25	60	1.96
BS_11	301529	2675085	454	0.54	5.5	70	15	45	60	1.73
BS_12	299185	2675650	526	0.54	7	45	5	15	80	1.40
BS_13	299126	2675695	593	0.42	7	50	10	20	85	1.50
BS_14	298844	2676569	551	0.46	6.5	40	25	30	50	2.05
BS_15	298364	2678926	690	0.49	7	30	30	10	55	1.85
BS_16	298663	2678486	796	0.55	7	40	20	15	70	1.76
BS_17	298597	2677725	841	0.51	6	30	25	30	60	1.98
BS_18	298407	2677752	902	0.48	6.5	20	15	20	40	1.87
BS_19	298433	2676404	930	0.47	4.5	60	5	10	40	1.52
BS_20	298042	2676640	1004	0.60	6.5	10	10	20	70	1.49
BS_21	296814	2677343	984	0.58	7	30	30	25	60	1.98
BS_22	296015	2677528	1045	0.54	4	35	10	30	50	1.88
BS_23	295413	2677711	1072	0.51	3	40	25	15	40	1.97
BS_24	295037	2678309	1148	0.50	4	40	15	5	30	1.68
BS_25	295103	2678603	1295	0.70	5.5	10	40	25	55	1.84
BS_26	293661	2678000	1158	0.60	7.5	70	25	30	60	1.82
BS_27	292823	2678794	1241	0.54	5	15	10	10	20	1.54
BS_28	291857	2678564	1319	0.42	6.5	25	20	10	20	1.76
BS_29	292291	2678067	1371	0.64	6	30	20	25	50	1.99
BS_30	292683	2677901	1428	0.62	10	80	60	30	30	1.74
BS_31	292479	2677783	1458	0.55	6.5	80	60	30	20	1.69
BS_32	291945	2678014	1507	0.62	10	90	50	10	90	1.11

樣點 代號	座標 <sup>1</sup>		海拔 (m)	NDVI	林冠高 (m)	各層次植被覆蓋度(%)				FHD
	X	Y				草本層	灌木層	第二喬木層	第一喬木層	
BS_33	292600	2677626	1599	0.62	11	70	50	20	70	1.68
BS_34	293129	2677257	1654	0.56	10	60	30	10	40	1.82
BS_35	291910	2676973	1715	0.68	11	90	50	30	90	1.29
BS_36	291726	2676594	1734	0.68	10	80	50	50	85	1.46
BS_37	291599	2675834	1780	0.63	8	70	40	10	75	1.53
BS_38	290041	2676817	1879	0.67	9.5	80	30	50	80	1.54
BS_39	289316	2676746	1935	0.66	11	90	68	40	85	1.24
BS_40	288834	2676752	1942	0.59	11	75	35	20	80	1.56
BS_41	288518	2676510	1987	0.65	9.5	60	10	35	70	1.66
BS_42	288224	2675978	2011	0.64	10.5	65	50	45	75	1.73
BS_43	288470	2675584	2061	0.62	10	70	25	40	80	1.65
BS_44	289086	2675608	2097	0.66	10.5	75	30	35	85	1.56
BS_45	289206	2675500	2100	0.62	11	80	25	60	85	1.40
BS_46	290233	2675168	2155	0.65	10	65	25	50	80	1.66
BS_47	290260	2675018	2165	0.66	11	85	35	30	90	1.39
BS_48	289491	2675317	2228	0.65	11.5	80	15	70	70	1.39
BS_49	288792	2675058	2288	0.59	10	70	50	55	60	1.78
BS_50	288193	2674697	2303	0.61	9.5	75	40	40	55	1.84
BS_51	287823	2674423	2349	0.59	9.5	55	50	60	65	1.82
BS_52	287005	2674967	2467	0.61	12	40	5	30	90	1.40
BS_53	286339	2675058	2415	0.57	12	50	10	20	90	1.43
BS_54	284076	2676087	2279	0.61	6	60	65	35	55	1.85
BS_55	283507	2675956	2353	0.44	12	20	60	25	70	1.77
BS_56	283659	2676079	2396	0.47	13	40	20	30	65	1.92
BS_57	282326	2675837	2405	0.54	13	30	35	30	70	1.93
BS_58	281139	2675205	2521	0.51	15	45	40	45	60	2.01
BS_59	279974	2674996	2645	0.38	14	40	25	10	70	1.72
BS_60	280565	2675312	2590	0.41	14	40	30	15	55	1.93
BS_61	280060	2675185	2692	0.49	12	55	45	30	75	1.83
BS_62	279553	2674758	2788	0.49	12	40	60	45	70	1.85
BS_63	279380	2674310	2876	0.41	11.5	15	80	35	65	1.60
BS_64	278720	2673834	2926	0.48	12	40	30	10	60	1.82
BS_65	278342	2673275	2981	0.35	11.5	40	60	5	60	1.63
BS_66	277951	2672658	3153	0.46	15	40	60	5	60	1.63
BS_67	278576	2670271	3043	0.52	9	70	0	40	90	1.03

樣點 代號	座標 <sup>1</sup>		海拔 (m)	NDVI	林冠高 (m)	各層次植被覆蓋度(%)				FHD
	X	Y				草本層	灌木層	第二喬木層	第一喬木層	
BS_68	278475	2670436	3063	0.44	1	70	0	0	35	0.89
BS_69	278429	2670631	3076	0.39	1	90	0	5	0	0.35
BS_70	278266	2670767	3122	0.31	0.5	95	0	5	10	0.62
BS_71	278144	2670618	3185	0.41	1	80	0	30	0	0.78
BS_72	278007	2670588	3254	0.40	0.5	90	0	10	0	0.47
BS_73	277894	2670473	3310	0.43	0.3	95	5	1	0	0.35
BS_74	277810	2670415	3367	0.43	0.3	95	3	0	0	0.22

<sup>1</sup>座標系統為 TWD 67



## 附錄二 研究樣區鳥類名錄

鳥種*	科學名 <sup>1</sup>	遷移屬性 <sup>2</sup>	分布屬性 <sup>3</sup>	保育等級 <sup>4</sup>	食性 <sup>5</sup>
<b>雉科</b>	<b>Phasianidae</b>				
深山竹雞 (台灣山鵲)	<i>Arborophila crudigularis</i>	R	E	III	O
竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>	R	Es		O
藍腹鵲	<i>Lophura swinhoii</i>	R	E	I	O
<b>啄木鳥科</b>	<b>Picidae</b>				
小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	R			I
大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>	R	Es	II	I
綠啄木	<i>Picus canus</i>	R	Es	II	I
<b>鬚鴉科</b>	<b>Megalaimidae</b>				
五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>	R	Es		O
<b>杜鵑科</b>	<b>Cuculidae</b>				
鷹鵑	<i>Cuculus sparverioides</i>	S			I
筒鳥 (中杜鵑)	<i>Cuculus saturatus</i>	S			O
小杜鵑	<i>Cuculus poliocephalus</i>	S			O
<b>雨燕科</b>	<b>Apodidae</b>				
針尾雨燕	<i>Hirundapus caudacuta</i>	S/R			I
白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	T/R			I
小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	R			I
<b>鴞鵂科</b>	<b>Strigidae</b>				
黃嘴角鴞	<i>Otus spilocephalus</i>	R	Es	II	C
褐林鴞	<i>Strix leptogrammica</i>	R		I	C
鵯鵂	<i>Glaucidium brodiei</i>	R		II	C
<b>鳩鴿科</b>	<b>Columbidae</b>				
灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>	R			H
金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	R	Es		H
斑頸鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	R	Es		H
<b>鷲鷹科</b>	<b>Accipitridae</b>				
大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>	R	Es	II	C
鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	R	Es	II	C
松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	T/R	Es	II	C
毛足鷲	<i>Buteo lagopus</i>	T		II	C

鳥種*	科學名 <sup>1</sup>	遷移屬性 <sup>2</sup>	分布屬性 <sup>3</sup>	保育等級 <sup>4</sup>	食性 <sup>5</sup>
<b>鴉科</b>	<b>Corvidae</b>				
松鴉	<i>Garrulus glandarius</i>	R	Es	III	O
樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>	R	Es		H
星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	R	Es		O
烏鴉 (巨嘴鴉)	<i>Corvus macrorhynchos</i>	R			O
花翅山椒鳥	<i>Coracina macei</i>	R		II	I
紅山椒鳥 (灰喉山椒鳥)	<i>Pericrocotus solaris</i>	R		III	I
大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	R	Es		I
小卷尾	<i>Dicrurus aeneus</i>	R	Es		I
黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea</i>	R	Es		I
<b>河鳥科</b>	<b>Cinclidae</b>				
河鳥	<i>Cinclus pallasii</i>	R			I
<b>鶲科</b>	<b>Muscicapidae</b>				
紫嘯鶲 (台灣紫嘯鶲)	<i>Myiophonus insularis</i>	R	E	III	I
虎鶲	<i>Zoothera dauma</i>	T/W			O
白頭鶲	<i>Turdus poliocephalus</i>	R	Es	III	O
白眉鶲	<i>Turdus obscurus</i>	T			O
白腹鶲	<i>Turdus pallidus</i>	T			O
赤腹鶲	<i>Turdus chrysolaus</i>	T			O
小翼鶲	<i>Brachypteryx Montana</i>	R	Es	III	I
紅尾鶲	<i>Muscicapa ferruginea</i>	R			I
黃胸青鶲	<i>Ficedula hyperythra</i>	R	Es	III	I
黃腹琉璃鳥	<i>Niltava vivida</i>	R	Es	III	I
白眉林鶲	<i>Tarsiger indicus</i>	R	Es		I
栗背林鶲	<i>Tarsiger johnstoniae</i>	R	E	III	I
赭紅尾鶲	<i>Phoenicurus ochruros</i>	V			I
黃尾鶲	<i>Phoenicurus aureus</i>	T/W			I
鉛色水鶲	<i>Rhyacornis fuliginosus</i>	R	Es	III	I
白尾鶲	<i>Cinclidium leucurum</i>	R	Es	III	I
<b>鶲科</b>	<b>Sittidae</b>				
茶腹鶲	<i>Sitta europaea</i>	R			I
<b>旋木雀科</b>	<b>Certhiidae</b>				
鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes</i>	R	Es		I



鳥種*	科學名 <sup>1</sup>	遷移屬性 <sup>2</sup>	分布屬性 <sup>3</sup>	保育等級 <sup>4</sup>	食性 <sup>5</sup>
<b>山雀科</b>	<b>Paridae</b>				
煤山雀	<i>Parus ater</i>	R	Es	III	I
青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	R	Es	III	I
黃山雀	<i>Parus holsti</i>	R	E	II	I
赤腹山雀	<i>Parus varius</i>	R	Es	II	I
<b>長尾山雀科</b>	<b>Aegithalidae</b>				
紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	R		III	I
<b>燕科</b>	<b>Hirundinidae</b>				
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	R			I
毛腳燕	<i>Delichon dasypus</i>	R			I
<b>戴菊鳥科</b>	<b>Regulidae</b>				
火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>	R	E	III	I
<b>鶇科</b>	<b>Pycnonotidae</b>				
白環鸚嘴鶇	<i>Spizixos semitorques</i>	R	Es		H
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	R	Es		H
烏頭翁	<i>Pycnonotus taivanus</i>	R	E	III	H
紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	R	Es		H
<b>鷓鴣科</b>	<b>Cisticolidae</b>				
斑紋鷓鴣	<i>Prinia criniger</i>	R	Es		I
灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>	R			I
褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>	R	Es		I
<b>繡眼科</b>	<b>Zosteropidae</b>				
綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	R			O
<b>鶯科</b>	<b>Sylviidae</b>				
小鶯	<i>Cettia fortipes</i>	R	Es		I
深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>	R	Es		I
台灣叢樹鶯 (褐色叢樹鶯)	<i>Bradypterus alishanensis</i>	R	E		I
棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>	R			I
竹鳥 (棕噪眉)	<i>Garrulax poecilorhynchus</i>	R	Es	II	O
畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	R	Es	II	O
金翼白眉 (台灣噪眉)	<i>Garrulax morrisonianus</i>	R	E	III	O
藪鳥 (黃胸藪眉)	<i>Liocichla steerii</i>	R	E	III	O

鳥種*	科學名 <sup>1</sup>	遷移屬性 <sup>2</sup>	分布屬性 <sup>3</sup>	保育等級 <sup>4</sup>	食性 <sup>5</sup>
大彎嘴畫眉 (大彎嘴)	<i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>	R	Es		O
小彎嘴畫眉 (小彎嘴)	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	R	Es		O
鱗胸鷓鴣 (小鷓鴣)	<i>Pnoepyga pusilla</i>	R	Es		I
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	R	Es		I
紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	R	E	III	I
灰頭花翼畫眉 (褐頭花翼)	<i>Alcippe cinereiceps</i>	R	Es		I
頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>	R	Es		I
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	R	Es		O
白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	R	E	III	O
冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	R	E	III	O
綠畫眉	<i>Yuhina zantholeuca</i>	R			I
粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	R	Es		H
<b>吸蜜鳥科</b>	<b>Nectariniidae</b>				
紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>	R	Es		H
<b>文鳥科</b>	<b>Passeridae</b>				
麻雀	<i>Passer montanus</i>	R			O
白鶺鴒	<i>Motacilla alba</i>	R/W			I
灰鶺鴒	<i>Motacilla cinerea</i>	W			I
岩鶺鴒	<i>Prunella collaris</i>	R	Es		I
<b>雀科</b>	<b>Fringillidae</b>				
黃雀	<i>Carduelis spinus</i>	T			H
酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	R	Es		O
褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	R	Es		H
灰鶯	<i>Pyrrhula erythaca</i>	R	Es		H
合計					
24 科		R = 84	E = 13	I = 2	
96 種		S = 4	Es = 49	II = 13	
		W = 4		III = 21	
		T = 9			
		V = 1			

\*括弧中的鳥種名稱為中華民國野鳥學會經會內決議所使用，與本研究報告採用的名稱有所出入；科學名以外的任何名稱，均係地方名或俗名，使用上以慣用及易於溝通為原則，無正確與否之別。

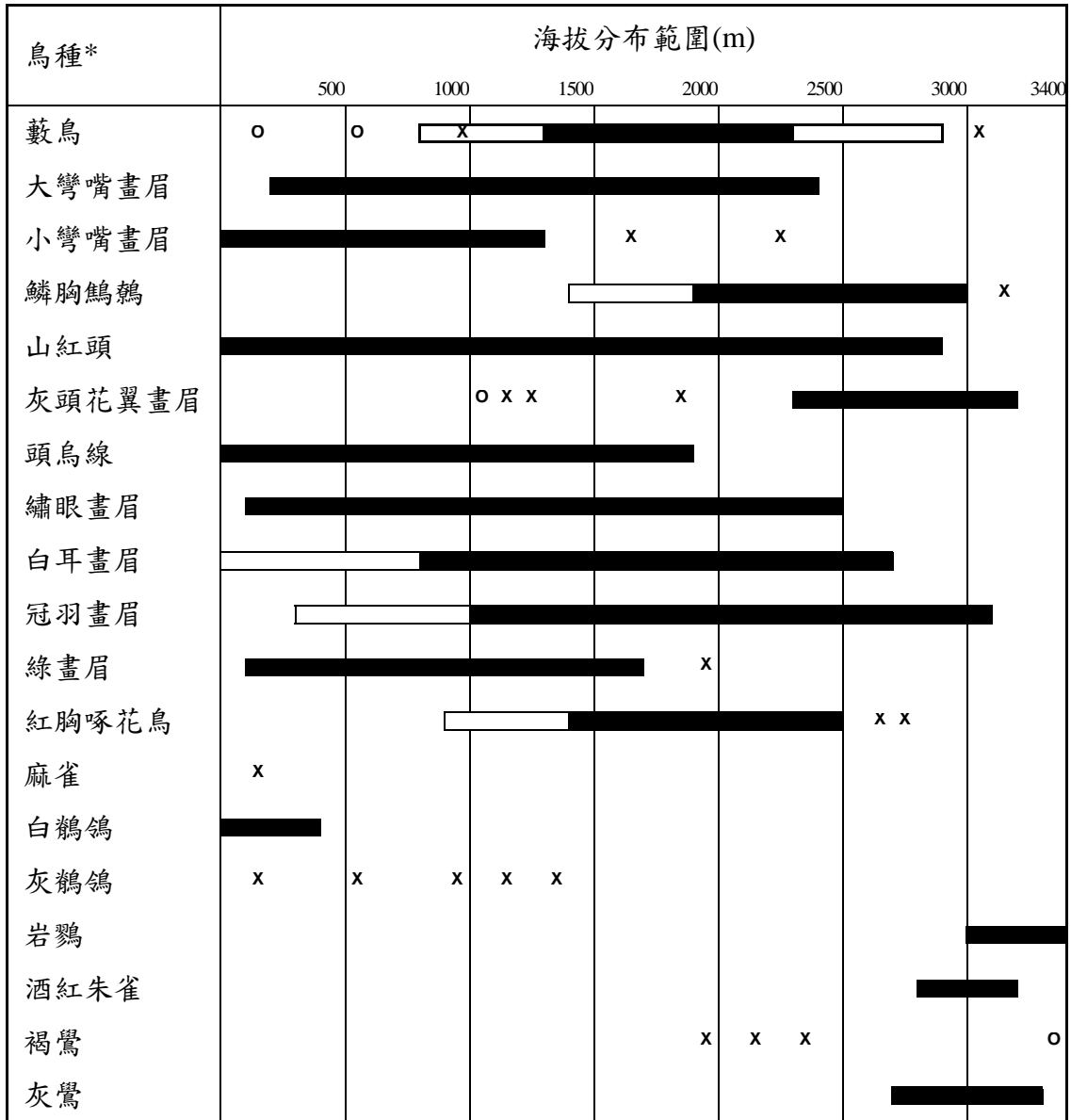
- <sup>1</sup> 台灣叢樹鶯(*Bradypterus alishanensis*)科學名從 Rasmussen *et al.* (2000)，其他鳥種之科學名從 Monroe and Sibley (1993)
- <sup>2</sup> 遷移屬性參考王嘉雄等(1991)，其中 R = 留鳥，S = 夏候鳥，W = 冬候鳥，T = 過境鳥，V = 迷鳥
- <sup>3</sup> 分布屬性主要參考王嘉雄等(1991)，其中 E = 特有種，Es = 特有亞種
- <sup>4</sup> 保育等級 II = 珍貴稀有野生動物，III = 其他應予保育之野生動物
- <sup>5</sup> 食性分類依據許皓捷(2003)及野外觀察資料；C = 肉食性猛禽，H = 植食性鳥類，I = 蟲食性鳥類，O = 雜食性鳥類



附錄三 太魯閣國家公園中橫沿線鳥類海拔分布範圍

鳥種*	海拔分布範圍(m)							
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3400	
深山竹雞		████████████████████						
竹雞	████████████████████							
小啄木		████████████████████						
大赤啄木			x o o	████████████████				
綠啄木		x x		x			████████	
五色鳥		████████████████████				o x		
鷹鵝			████████████████████					
筒鳥		x			x	████████████████		
小杜鵑					x	x		
小雨燕	x	x		x		x		
黃嘴角鵝	x	x						
鳩鵲		████████████████████					x	
灰林鴿				x				
金背鳩						x		
斑頸鳩	x	x	x					
大冠鷲		████████████████████						
鳳頭蒼鷹	x x							
松鴉		o o	████████████████████					
樹鵲	x x				x			
星鴉					████████████████			
烏鴉	████████████████████							
紅山椒鳥	████████████████████							
小卷尾	████	████████████████					x	
黑枕藍鶇	████████████████							
紫嘯鶇	████████████████████							
白頭鶇					x x			
小翼鶇			o o x	o	████████████████			

鳥種*	海拔分布範圍(m)							
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3400	
紅尾鵲		o o	o o	█				
黃胸青鵲	o	█						
黃腹琉璃鳥		x	█					
白眉林鵲			x		x	█		
栗背林鵲				x	█			
鉛色水鵲	█							
白尾鵲	o o		o	█			x x	
茶腹鵲				█				
鷓鴣			x	x x	█			
煤山雀				█				
青背山雀		o o	█					
黃山雀	o	o	o	█				
紅頭山雀				o x o	█			x
毛腳燕	x	x x	o x		x x o			
火冠戴菊鳥					█			
白環鸚嘴鵲	o	█		x	x			
白頭翁	█							
烏頭翁	x	█						
紅嘴黑鵲	█							
斑紋鷓鴣			x					
灰頭鷓鴣			x x x					
褐頭鷓鴣			x					
綠繡眼	█			x				
小鶯			x		x			
深山鶯				o	█			
台灣叢樹鶯				x	x	█		
棕面鶯	x x	█						
竹鳥			█			x		
畫眉			x x					
金翼白眉					o o	█		



■ 連續分布；x 繁殖季零星分布；□ 非繁殖季延伸之分布範圍；○ 非繁殖季零星分布

\*本表未列入只在非繁殖季期間(10-12月)以及蘇花公路地區紀錄到的鳥種





附錄四 中橫沿線繁殖季(4-9月)各海拔段鳥類密度

鳥種	*蘇花公路樣區	**中橫沿線各海拔段鳥類個體密度						
		<0.5 km	0.5-1.0 km	1.0-1.5 km	1.5-2.0 km	2.0-2.5 km	2.5-3.0 km	>3.0 km
深山竹雞			0.006	0.019	0.040	0.045		
竹雞	+	0.024	0.006	0.010	0.016			
小啄木		0.039	0.035	0.029		0.007		
大赤啄木				0.010	0.011	0.040		
綠啄木			0.006	0.005	0.005			0.108
五色鳥		0.036	0.091	0.106	0.045	0.002		
鷹鵝				0.006	0.011	0.005		
筒鳥			0.003			0.002	0.060	0.009
小杜鵑						0.002	0.001	
小雨燕	+	0.072	0.003	0.051		0.033		
黃嘴角鵝		0.002	0.003					
鸚鵡		0.002	0.001	0.001	0.003	0.001		0.002
灰林鴿						0.003		
金背鳩						#		
斑頸鳩		0.010	0.012	0.029				
大冠鷲		0.007	0.003	0.005	0.019	0.002		
鳳頭蒼鷹		0.001						
松鴉				0.010	0.042	0.106	0.027	
樹鵲	+	0.005				0.002		
星鴉						0.017	0.013	0.006
烏鴉		0.011	0.033	0.010	0.011	0.007	0.010	0.001
紅山椒鳥		0.315	0.710	0.650	0.444	0.149	0.081	
小卷尾	+	0.020	0.036	0.025			0.014	
黑枕藍鶲		0.434	0.200	0.039				
紫嘯鶲	+	0.285	0.120	0.143	0.032	0.030	0.027	
白頭鶲						0.013		
小翼鶲				0.010	0.011	0.106	0.318	
紅尾鶲					0.118	0.111		
黃胸青鶲			0.012	0.019	0.159	0.133	0.013	
黃腹琉璃鳥			0.024	0.521	1.103	0.769	0.106	
白眉林鴿			0.024			0.007	0.172	0.483
栗背林鴿					0.053	0.225	0.584	0.920

鳥種	*蘇花公路樣區	**中橫沿線各海拔段鳥類個體密度						
		<0.5 km	0.5-1.0 km	1.0-1.5 km	1.5-2.0 km	2.0-2.5 km	2.5-3.0 km	>3.0 km
鉛色水鵝	+	0.188	0.033	0.268				
白尾鵠				0.714	1.995	1.525	0.080	
茶腹鵠					0.011	0.129	0.068	
鷓鴣			0.012		0.032	0.013	0.106	0.413
煤山雀					0.032	0.602	0.704	0.192
青背山雀			0.012	0.116	0.446	1.101	0.451	0.012
黃山雀			0.012	0.019	0.032			
紅頭山雀				0.536	7.486	23.357	22.694	0.655
毛腳燕	+	0.036	0.015	0.379		0.048		
火冠戴菊鳥						0.249	4.559	1.916
白環鸚嘴鶇			0.066	0.128	0.005	0.003		
白頭翁		0.202	0.126	0.044				
烏頭翁	+	0.025	0.018	0.005				
紅嘴黑鶇	+	0.906	0.878	0.226				
斑紋鷓鴣	+			0.019				
灰頭鷓鴣			0.024	0.019				
褐頭鷓鴣	+			0.010				
綠繡眼	+	0.161	0.491	1.688	0.029			
小鶇				0.039		0.153		
深山鶇						0.014	0.731	0.644
台灣叢樹鶇					0.011	0.071	0.217	0.355
棕面鶇		0.048	0.307	0.685	0.488	0.212		
竹鳥				0.177	0.260	0.041	0.081	
畫眉			0.035	0.019				
金翼白眉						0.058	0.589	0.920
藪鳥			0.024	1.543	5.666	5.517	4.324	0.024
大彎嘴畫眉		0.007	0.015	0.017	0.016	0.028		
小彎嘴畫眉	+	0.541	0.493	0.344	0.054	0.007		
鱗胸鷓鴣					0.053	0.438	0.332	0.012
山紅頭	+	0.309	0.648	0.781	0.658	0.484	0.186	
灰頭花翼畫眉				0.161	0.059	0.184	0.221	0.851
頭烏線		0.241	0.330	0.511	0.393			
繡眼畫眉		0.849	3.961	5.093	1.401	0.451		
白耳畫眉			0.024	1.122	2.804	1.462	0.014	
冠羽畫眉			0.047	6.366	16.425	11.990	5.093	0.330
綠畫眉	+	0.289	0.460	0.231	0.032			

鳥種	*蘇花公路樣區	**中橫沿線各海拔段鳥類個體密度						
		<0.5 km	0.5-1.0 km	1.0-1.5 km	1.5-2.0 km	2.0-2.5 km	2.5-3.0 km	>3.0 km
粉紅鸚嘴	+							
紅胸啄花鳥				0.054	1.179	1.142	0.074	
麻雀		0.027						
白鵲鴿		0.295						
灰鵲鴿		0.010	0.035	0.029				
岩鸚								0.131
酒紅朱雀							0.093	0.141
褐鶯					0.032	0.142		
灰鶯							0.584	0.660
鳥種數	16	31	42	50	42	50	33	22
總密度		5.396	9.393	23.039	41.721	51.234	42.624	8.785

\*蘇花公路樣區為"出現/未出現"之二位元資料，+表示有出現

\*\*鳥類密度單位：隻數/公頃

#隨機觀察紀錄(進行密度調查時未發現)



附錄五 中橫沿線非繁殖季(10-12月)各海拔段鳥類分布

鳥種	蘇花公路樣區	中橫沿線各海拔段						
		<0.5 km	0.5-1.0 km	1.0-1.5 km	1.5-2.0 km	2.0-2.5 km	2.5-3.0 km	>3.0 km
深山竹雞			*	*	*	*		
竹雞	*	*	*	*	*			
藍腹鵒					*	*		
小啄木		*	*	*	*			
大赤啄木			*	*	*	*	*	
綠啄木				*	*			
五色鳥		*	*	*	*	*		
針尾雨燕			*	*				
白腰雨燕				*				
小雨燕	*	*	*	*		*		
褐林鴉		*						
鵲		*						
金背鳩				*				
斑頸鳩			*					
大冠鷲		*	*	*				*
鳳頭蒼鷹		*						
松雀鷹		*	*			*		
毛足鷲			*					
松鴉		*	*	*	*	*	*	
樹鵲	*		*		*			
星鴉						*	*	*
烏鴉		*	*	*	*	*	*	*
花翅山椒鳥						*		
紅山椒鳥		*	*	*	*	*	*	
大卷尾				*				
小卷尾	*	*	*	*				
黑枕藍鶇		*	*	*				
河鳥				*				
紫嘯鶇	*				*	*	*	*
虎鶇				*				
白眉鶇						*		
白腹鶇					*	*		

鳥種	蘇花公路樣區	中橫沿線各海拔段						
		<0.5 km	0.5-1.0 km	1.0-1.5 km	1.5-2.0 km	2.0-2.5 km	2.5-3.0 km	>3.0 km
赤腹鶇		*				*		
小翼鶇				*	*	*	*	*
紅尾鶇			*	*	*	*		
黃胸青鶇		*	*	*	*	*		
黃腹琉璃鳥				*	*	*		
白眉林鶇						*	*	*
栗背林鶇				*	*	*	*	*
赭紅尾鶇	*							
黃尾鶇	*	*	*	*				
鉛色水鶇	*	*	*	*				
白尾鶇		*	*	*	*			
茶腹鶇					*	*	*	
煤山雀					*	*	*	*
青背山雀			*	*	*	*	*	
黃山雀		*	*	*	*			
赤腹山雀		*	*	*				
紅頭山雀				*	*	*	*	
洋燕		*						
毛腳燕	*			*	*	*		
火冠戴菊鳥						*	*	*
白環鸚嘴鶇		*	*	*				
烏頭翁	*	*	*	*				
紅嘴黑鶇	*	*	*	*				
斑紋鷓鴣	*	*	*	*				
褐頭鷓鴣	*	*						
綠繡眼	*	*	*					
深山鶇					*	*	*	*
棕面鶇			*	*	*	*		
竹鳥					*	*		
畫眉		*	*	*				
金翼白眉						*	*	*
藪鳥		*	*	*	*	*	*	
大彎嘴畫眉			*	*	*			
小彎嘴畫眉	*	*	*	*	*			
鱗胸鷓鴣		*		*	*	*	*	
山紅頭	*	*	*	*	*	*	*	

鳥種	蘇花公路樣區	中橫沿線各海拔段						
		<0.5 km	0.5-1.0 km	1.0-1.5 km	1.5-2.0 km	2.0-2.5 km	2.5-3.0 km	>3.0 km
紋翼畫眉				*	*	*	*	
灰頭花翼畫眉				*		*	*	*
頭烏線		*	*	*	*			
繡眼畫眉		*	*	*	*	*		
白耳畫眉	*	*	*	*	*	*		
冠羽畫眉		*	*	*	*	*	*	
綠畫眉	*	*	*	*	*			
粉紅鸚嘴	*							
紅胸啄花鳥		*	*	*	*	*		
白鵲鴿	*	*	*	*				
灰鵲鴿	*	*	*	*		*	*	
黃雀						*		
酒紅朱雀							*	*
褐鶯					*	*	*	*
灰鶯							*	*
鳥種數	21	41	44	53	41	43	26	15





附錄六 太魯閣國家公園中橫沿線歷年鳥類調查名錄

中文名	科學名*	本研究	上境科技股份 有限公司(2000)	大津高等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、陳 昭杰 (1992)	李玲玲 (1992)	林曜松 等(1991)	陳炳煌 (1994)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
蘇花公路 中橫沿線		太魯閣口 蓮花池	合歡山	神秘谷 白楊步 道	陶塞溪 蓮花池 神秘谷	慈恩一 合歡山	太魯閣口 慈恩 石門山	神秘密 谷	慈恩 關原 松雪樓				
<b>雄科</b>	<b>Phasianidae</b>												
深山竹雞	<i>Arborophila cradigularis</i>	*	*										
竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>	*											
藍腹鵲	<i>Lophura swinhoii</i>	*											
帝雉	<i>Symaticus mikado</i>				*								
環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>												
<b>啄木鳥科</b>	<b>Picidae</b>												
小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	*	*										
大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>	*											
綠啄木	<i>Picus canus</i>	*											
<b>鸚鵡科</b>	<b>Megalaimidae</b>												
五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>	*	*										
<b>翠鳥科</b>	<b>Alcedinidae</b>												
翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>												*

中文名	科學名*	本研究	上境科 技股份 有限公 司(2000)	大津高 等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、陳 昭杰 (1992)	李玲玲 (1992)	林曜松 等(1991)	陳炳煌 (1994)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
<b>杜鵑科</b>	<b>Cuculidae</b>												
鷹鵑	<i>Cuculus sparverioides</i>	*	*		*	*	*	*	*	*		*	
筒鳥	<i>Cuculus saturatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
小杜鵑	<i>Cuculus poliocephalus</i>	*	*										
<b>鴉鵂科</b>	<b>Centropidae</b>												
番鴉	<i>Centropus bengalensis</i>				*								
<b>雨燕科</b>	<b>Apodidae</b>												
針尾雨燕	<i>Hirundapus caudacuta</i>	*	*		*	*	*	*	*	*			
白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	*	*		*	*	*	*	*	*			
<b>鴞鵂科</b>	<b>Strigidae</b>												
黃嘴角鴞	<i>Otus spilocephalus</i>	*	*		*	*	*	*	*	*			*
領角鴞	<i>Otus bakkamoena</i>		*										
黃魚鴞	<i>Ketupa flavipes</i>				*								
褐林鴞	<i>Strix leptogrammica</i>	*											
灰林鴞	<i>Strix aluco</i>							*					
鴞鵂	<i>Glaucidium brodiei</i>	*	*				*	*					
短耳鴞	<i>Asio flammeus</i>												*
<b>鳩鴿科</b>	<b>Columbidae</b>												
灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>	*				*	*	*		*			
金背鴿	<i>Streptopelia orientalis</i>	*				*	*	*		*			
斑頸鴿	<i>Streptopelia chinensis</i>	*				*	*	*	*	*			*
綠鳩	<i>Treron sieboldii</i>		*			*	*	*	*	*			*

中文名	科學名*	本研究	上境科 技股份 有限公 司(2000)	大津高 等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、陳 昭杰 (1992)	李玲玲 (1992)	林曜松 等(1991)	陳炳煌 等(1994)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
<b>鷹屬科</b>	<b>Accipitridae</b>												
大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
毛足鷹	<i>Buteo lagopus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
林雕	<i>Ictinaetus malayensis</i>												
花雕	<i>Aquila clanga</i>												
熊鷹	<i>Spizaetus nipalensis</i>									*			
<b>隼科</b>	<b>Falconidae</b>												
紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>					*	*	*	*	*	*	*	*
<b>鷺科</b>	<b>Ardeidae</b>												
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>					*	*	*	*	*	*	*	*
黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>					*	*	*	*	*	*	*	*
綠裳鷺	<i>Butorides striatus</i>		*				*	*		*	*	*	*
黑冠麻鷺	<i>Gorsachius melanolophus</i>			*			*	*					
栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>		*				*	*					
<b>伯勞科</b>	<b>Laniidae</b>												
紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>					*	*	*	*	*	*	*	*
<b>鴉科</b>	<b>Corvidae</b>												
松鴉	<i>Garrulus glandarius</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
樹鴉	<i>Dendrociitta formosae</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
烏鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

中文名	科學名*	本研究	上境科 技股份 有限公 司(2000)	大津高 等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、陳 昭杰 (1992)	李玲玲 (1992)	林曜松 等(1991)	陳炳煌 (1994)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
花翅山椒鳥	<i>Coracina macei</i>	*											
紅山椒鳥	<i>Pericrocotus solaris</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
大卷尾	<i>Dicrurus macrocerus</i>	*											
小卷尾	<i>Dicrurus aeneus</i>	*	*							*			
黑枕藍鶺鴒	<i>Hypothymis azurea</i>	*					*	*		*			
綏帶鳥	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>						*	*					
<b>河鳥科</b>	<b>Cinclidae</b>												
河鳥	<i>Cinclus pallasi</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
<b>鶺鴒科</b>	<b>Muscicapidae</b>												
藍磯鶺鴒	<i>Monticola solitarius</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*		
紫嘯鶺鴒	<i>Myiophonus insularis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
虎鶺鴒	<i>Zoothera dauma</i>	*	*				*	*	*				
白頭鶺鴒	<i>Turdus poliocephalus</i>	*							*				
白眉鶺鴒	<i>Turdus obscurus</i>	*					*	*	*				
白腹鶺鴒	<i>Turdus pallidus</i>	*	*				*	*	*	*			*
赤腹鶺鴒	<i>Turdus chrysolaus</i>	*	*				*	*	*	*			
斑點鶺鴒	<i>Turdus naumanni</i>	*			*		*	*	*	*	*	*	
小翼鶺鴒	<i>Brachypteryx montana</i>	*	*		*		*	*	*	*	*	*	
紅尾鶺鴒	<i>Muscicapa ferruginea</i>	*	*		*		*	*	*	*	*	*	
黃胸青鶺鴒	<i>Ficedula hyperythra</i>	*					*	*	*	*	*	*	
黃腹琉璃鶺鴒	<i>Niltava vivida</i>	*					*	*	*	*	*	*	
野鶺鴒	<i>Luscinia calliope</i>				*		*	*	*	*	*	*	
藍尾鶺鴒	<i>Tarsiger cyanurus</i>						*	*	*	*	*	*	

中文名	科學名*	本研究	上境科 技股份 有限公 司(2000)	大津高 等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、陳 昭杰 (1992)	李玲玲 (1992)	林曜松 等(1991)	陳炳煌 (1994)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
白眉林鴿	<i>Tarsiger indicus</i>	*			*		*	*	*			*	*
栗背林鴿	<i>Tarsiger johnstoniae</i>	*			*		*	*	*			*	*
赭紅尾鴿	<i>Phoenicurus ochruros</i>	*					*						
黃尾鴿	<i>Phoenicurus aureorens</i>	*					*						
鉛色水鶇	<i>Rhyacornis fuliginosus</i>	*		*		*	*	*	*	*			
白尾鴿	<i>Cinclidium leucurum</i>	*				*	*	*	*	*			
小剪尾	<i>Enicurus scouleri</i>	*					*	*	*	*			
<b>鴉科</b>	<b>Sittidae</b>												
茶腹鴉	<i>Sitta europaea</i>	*			*		*	*	*	*			*
<b>旋木雀科</b>	<b>Certhiidae</b>												
鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes</i>	*			*		*	*	*	*		*	
<b>山雀科</b>	<b>Paridae</b>												
煤山雀	<i>Parus ater</i>	*			*		*	*	*	*		*	*
青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*
黃山雀	<i>Parus holsti</i>	*				*	*	*	*	*		*	*
赤腹山雀	<i>Parus varius</i>	*				*	*	*	*	*		*	*
<b>長尾山雀科</b>	<b>Aegithalidae</b>												
紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	*		*	*		*	*	*	*		*	*
<b>燕科</b>	<b>Hirundinidae</b>												
棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>					*	*		*				
家燕	<i>Hirundo rustica</i>					*	*		*				
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	*				*	*		*	*		*	*
毛腳燕	<i>Delichon dasypus</i>	*		*	*	*	*		*	*		*	*

中文名	科學名*	本研究	上境科 技股份 有限公 司(2000)	大津高 等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、孫 昭杰 (1992)	陳炳煌 (1994)	林曜松 等(1991)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
<b>戴菊鳥科</b>	<b>Regulidae</b>											
火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>	*			*			*	*	*	*	*
戴菊鳥	<i>Regulus regulus</i>									*		
<b>鶇科</b>	<b>Pycnonotidae</b>											
白環鶇嘴鶇	<i>Spizixos semitorques</i>	*		*			*	*		*		
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	*		*		*	*	*		*		
烏頭翁	<i>Pycnonotus taivanus</i>	*		*		*	*	*		*		
紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	*		*		*	*	*		*		
<b>鷓鴣科</b>	<b>Cisticolidae</b>											
斑紋鷓鴣	<i>Prinia criniger</i>	*					*					
灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>	*										
褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>	*				*	*	*		*		
<b>繡眼科</b>	<b>Zosteropidae</b>											
綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	*				*	*	*		*		
<b>鶯科</b>	<b>Sylviidae</b>											
短翅樹鶯	<i>Cettia canturians</i>	*				*	*	*		*		
小鶯	<i>Cettia fortipes</i>	*		*		*	*	*		*		
深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>	*		*		*	*	*	*	*	*	
台灣葉樹鶯	<i>Bradypterus alishanensis</i>	*		*		*	*	*	*	*	*	
棕面鶯	<i>Abroscoptes albobularis</i>	*		*		*	*	*	*	*	*	*
竹鳥	<i>Garrulax poecilorhynchus</i>	*		*		*	*	*	*	*	*	*
畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	*										
金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	*		*			*	*	*	*	*	*

中文名	科學名*	本研究	上境科 技股份 有限公 司(2000)	大津高 等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、陳 昭杰 (1992)	李玲玲 (1992)	林曜松 等(1991)	陳炳煌 (1994)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
藪鳥	<i>Liocichla steerii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
大彎嘴畫眉	<i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>	*			*	*				*	*		
小彎嘴畫眉	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	*		*		*				*			
鱗胸鵲	<i>Proeopyga pusilla</i>	*	*		*	*	*			*			*
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*
紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	*			*	*	*	*	*	*	*		*
灰頭花翼畫眉	<i>Alcippe cinereiceps</i>	*			*	*	*	*		*	*		*
頭鳥綠	<i>Alcippe brunnea</i>	*		*		*	*	*		*	*		*
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	*	*	*		*	*	*	*	*			*
白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	*	*	*		*	*	*	*	*			*
冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*
綠畫眉	<i>Yuhina zantholeuca</i>	*	*			*	*	*		*			*
粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	*				*	*	*		*	*		*
黃羽鸚嘴	<i>Paradoxornis verreauxi</i>	*			*	*	*	*		*	*		*
<b>吸蜜鳥科</b>	<b>Nectariniidae</b>												
紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>	*				*	*	*	*	*			*
<b>文鳥科</b>	<b>Passeridae</b>												
麻雀	<i>Passer montanus</i>	*				*	*	*	*	*			*
白鶺鴒	<i>Motacilla alba</i>	*	*			*	*	*	*	*			*
黃鶺鴒	<i>Motacilla flava</i>	*				*	*	*	*	*			*
灰鶺鴒	<i>Motacilla cinerea</i>	*	*			*	*	*	*	*			*
大花鸚	<i>Anthus richardi</i>			*									*
樹鸚	<i>Anthus hodgsoni</i>			*									*

中文名	科學名*	本研究	上境科 技股份 有限公 司(2000)	天津高 等(1990)	太魯閣 國家公 園管理 處(1989)	王穎 (1994)	王穎、孫 元勳 (1989)	王穎、王 穎、孫 元勳 (1992)	李玲玲 (1992)	林曜松 等(1991)	陳炳煌 (1994)	謝錦煌 等(1994)	賴美麗 (1993)
岩鸚	<i>Prunella collaris</i>	*			*		*	*		*	*	*	*
白腰文鳥	<i>Lonchura striata</i>		*	*									
斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>				*								
<b>雀科</b>	<b>Fringillidae</b>												
花雀	<i>Fringilla montifringilla</i>					*							
黃雀	<i>Carduelis spinus</i>	*				*	*	*		*	*	*	*
酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	*			*	*	*	*		*	*	*	*
褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	*				*	*	*		*	*	*	*
灰鶯	<i>Pyrrhula erythaca</i>	*			*	*	*	*		*	*	*	*
小桑鳴	<i>Eophona migratoria</i>		*										
桑鳴	<i>Eophona personata</i>		*										
小鸚	<i>Emberiza pusilla</i>						*	*		*	*	*	*
黑臉鸚	<i>Emberiza spodocephala</i>						*	*		*	*	*	*
<b>鳥種數</b>	<b>合計 136 種</b>	<b>96</b>	<b>50</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>51</b>	<b>83</b>	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>23</b>

\*台灣叢樹鶯(*Brachypterus alishanensis*)科學名從 Rasmussen *et al.* (2000)，其他鳥種之科學名從 Monroe and Sibley (1993)

太魯閣國家公園中橫沿線歷年鳥類調查報告：

上境科技股份有限公司. 2000. 新建燕子口至斬珩、錐麓隧道、橋樑及附屬設施工程環境影響說明書. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.

天津高、曾晴賢、張萬福、中谷勇. 1990. 太魯閣峽頂蓮花池生態環境之記錄. 國家公園學報 2(1): 113-119.

太魯閣國家公園管理處. 1989. 太魯閣國家公園高山草原生態體系調查. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.



- 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. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 王穎、陳昭杰. 1992. 太魯閣國家公園中海拔鳥類資源之調查研究. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 王穎. 1994. 太魯閣國家公園神秘谷、白楊步道餌食站及巢箱之規劃. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 李玲玲. 1992. 太魯閣國家公園啮齒類動物相調查. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 林曜松、陳學震、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. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 陳炳煌. 1994. 谷關、梨山及大禹嶺鳥類相之研究. 東海學報 35: 1-10.
- 賴美麗. 1993. 太魯閣國家公園中、高海拔鳥類繫放計畫. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 謝錦煌、張泳達、林志明. 1994. 高海拔野鳥繫放研究—合歡山、松雪樓野鳥活動概況. 第 96-120 頁. 第一屆海峽兩岸鳥類學術研討會論文集. 台北市野鳥學會, 台北.

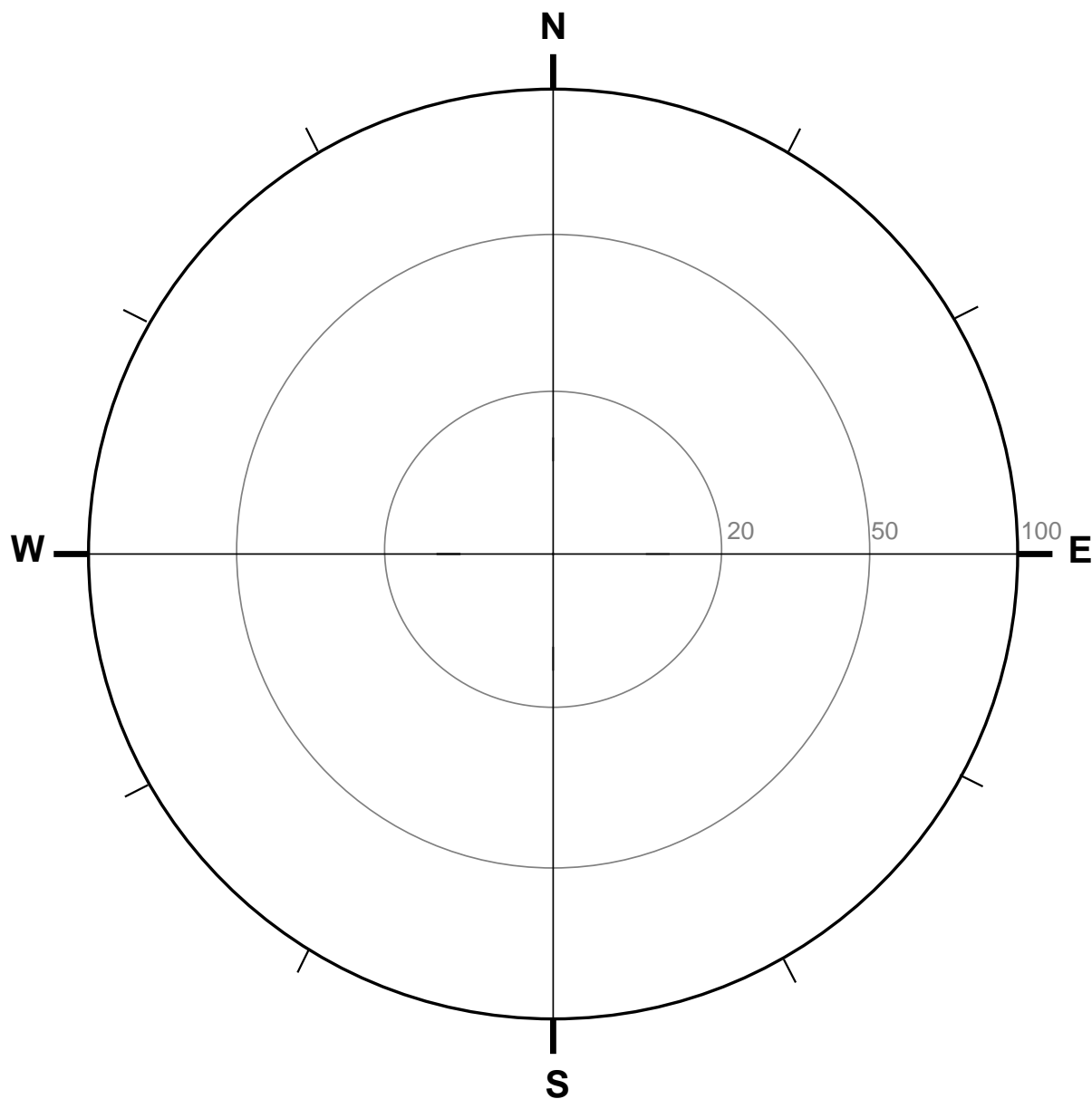


### 附錄七 鳥類調查紀錄表範例

#### 鳥類調查紀錄表

樣區編號：\_\_\_\_\_ 樣點編號：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

調查者：\_\_\_\_\_ 天氣：\_\_\_\_\_ 時間：\_\_\_\_\_





## 附錄八 簡報紀錄及修正說明

### 壹、期初簡報

討論：(略)

結論：

- 一、請增加相關解說教育素材之參考，如：賞鳥熱點等。
- 二、本研究所調查之資料需配合本處所架構之資料庫系統。

修正說明：

- 一、已在結論中加入賞鳥熱點；慈恩至碧綠神木一帶為最佳之賞鳥熱點。
- 二、調查資料已納入地理資訊系統資料庫當中。

### 貳、期中簡報

討論：(略)

決議：

- 一、期初簡報決議事項：請增加相關解說教育素材之參考（如：賞鳥熱點等），請在未來期末報告時一併納入。
- 二、本研究所調查之資料請配合本處所架構之資料庫系統。
- 三、研究計畫目前已搜集三個月之資料，有關非繁殖季之資料亦極為珍貴，亦請受託單位協助搜集避免中斷，俾做為未來相關研究及經營管理之參考。
- 四、研究成果報告中請就各主要物種加以描述，以供解說教育等相關經營管理之參考。
- 五、蘇花沿線建議受託單位納入調查範圍。
- 六、本期中報告符合本處要求，同意備查。

修正說明：

- 一、賞鳥熱點已於結論中敘述。

二、調查資料已納入地理資訊系統資料庫當中。

三、本研究將持續進行調查至明年三月，以收集完整的非繁殖季鳥類資料。

四、已加強鳥類多樣性的空間分布，以及鳥類與環境之間關係的描述。

五、已將蘇花公路沿線納入鳥類分布定性調查的範圍。

## 參、期末簡報

### 討論：

劉課長連英：本研究沿中橫沿線調查，是否可涵蓋全園區？指標物種請一併分析。

許皓捷老師：因調查樣區之關係，較無法記錄到溪流、草生地鳥種。指標物種將一併納入分析。

黃課長志強：可否提供鳥類相關照片資料以供未來解說出版品出書參考？鳥類之降遷是否與緯度有關？調查地點侷限於中橫沿線，是否與交通動線有關？

許皓捷老師：

1. 因研究調查過程需專注觀察記錄，實無法同時兼顧拍攝，惟仍將於結案時一併提供紀錄到的照片及分佈調查資料，供管理處參考使用。
2. 鳥類在台灣東部的降遷行為較西部地區明顯，推測可能是因東部地形較陡峭之緣故。
3. 樣點選定有交通上之考量，對於較敏銳之藍腹鵡等鳥種較不易調查到。

孫主任麗珠：請提供賞鳥熱點建議。

許皓捷老師：待整年之調查工作完成，分析後可提出相關之成果。

賴美麗：紋翼畫眉等幾種鳥種過去在中橫沿線及綠水地區很容易發現，然在本研究中没有記錄到，不知原因為何？

許皓捷老師：可能是調查時間或努力量的關係。

### 決議：

- 一、過去相關研究成果請再加以比較分析，彙整歷年相關調查名錄，加以整理，分為文獻紀錄、訪談紀錄以及實際紀錄之資料，未記錄到之物種請勿納入本次實際調查之紀錄中。亦請受託單位納入探討，提供建議。

- 二、請將蘇花沿線調查之名錄等資料納入，俾供解說教育等相關經營管理之參考。
- 三、本研究期末簡報符合本處要求，准予備查。並請增加非繁殖季之調查資料，依合約進度完成，於十二月中旬前將報告書寄達本處，俾辦理結案事宜。
- 四、請於結案後將成果報告依國家公園學報稿約格式投稿。
- 五、保育課配合提供賴美麗小姐「太魯閣國家公園中高海拔鳥類繫放計畫」自行研究報告資料，供受託單位參考。

**修正說明：**

- 一、過去相關研究成果均整理於附錄六當中，並已於內文比較過去紀錄與本次調查結果之差異。
- 二、蘇花公路沿線調查名錄請見附錄四及五。
- 三、非繁殖季之鳥類調查將持續至明年三月。
- 四、研究成果將整理之後投稿於國家公園學報。
- 五、賴美麗小姐「太魯閣國家公園中高海拔鳥類繫放計畫」之結果，已納入附錄六的歷年鳥類調查名錄當中。





## 參考書目

### 一、中文部分

- 上境科技股份有限公司. 2000. 新建燕子口至靳珩、錐麓隧道、橋樑及附屬設施工程環境影響說明書. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 大津高、曾晴賢、張萬福、中谷勇. 1990. 太魯閣峽頂蓮花池生態環境之記錄. 國家公園學報 2(1): 113-119.
- 太魯閣國家公園管理處. 1989. 太魯閣國家公園高山草原生態體系調查. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 尤少彬. 1999. 關刀溪非繁殖季鳥類同功群之研究. 林業研究季刊 21(2): 61-74.
- 方韻如. 1996. 森林結構與鳥類群聚的關係—以台灣北部中海拔林相改良作業之影響為例. 碩士論文, 台灣大學, 台北.
- 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. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 王穎、陳炤杰. 1992. 太魯閣國家公園中高海拔鳥類資源之調查研究. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 王穎. 1994. 太魯閣國家公園神秘谷、白楊步道餌食站及巢箱之規劃. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 李玲玲. 1992. 太魯閣國家公園齧齒類動物相調查. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 李欽國. 1995. 人造針葉林與天然闊葉林鳥類群聚之比較. 碩士論文, 台灣大學, 台北.
- 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. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.

- 邱祈榮、李培芬、張琪如、許皓捷、陳一菁、吳采諭、李玉琪、陳韻如、楊惇淳. 2001. 評量台灣地區生態永續發展指標—以野鳥族群為例調查計畫. 行政院環境保護署, 台北.
- 柯智仁. 2004. 觀霧地區森林地景與鳥類群聚的關係. 碩士論文, 台灣大學, 台北.
- 國科會. 2000. 八十九年度國科會永續會永續發展研究研討會. 國家科學委員會, 台北. (光碟版)
- 許富雄. 2001. 鳥類資源的調查方法. 特有生物研究 3: 81-90.
- 許皓捷、李培芬. 2003. 群聚變異梯度長度對排序結果的影響. 台灣林業科學 18(3): 201-211.
- 許皓捷. 1995. 台灣中海拔山區森林鳥類群聚結構與環境因子之關係. 碩士論文, 台灣大學, 台北.
- 許皓捷. 2003. 台灣山區鳥類群聚的空間及季節變異. 博士論文, 台灣大學, 台北.
- 郭城孟、張和明. 2003. 玉山國家公園瓦拉米地區生態資源與經營管理之研究 I: 瓦拉米地區植物生態資源之研究. 國家公園學報 13: 1-31.
- 陳炳煌. 1994. 谷關、梨山及大禹嶺鳥類相之研究. 東海學報 35: 1-10.
- 陳炤杰、周蓮香. 1999. 福山試驗林森林鳥類之食性觀察. 台灣林業科學 14(3): 275-287.
- 陳得康. 1994. 溪頭地區鳥類種間資源利用區隔之研究. 碩士論文, 台灣師範大學, 台北.
- 黃佩俐. 2001. 台灣北部繁殖鳥類之分布型態. 碩士論文, 台灣大學, 台北.
- 翟鵬. 1977. 台灣鳥類生態隔離的研究. 碩士論文, 東海大學, 台中.
- 賴美麗. 1993. 太魯閣國家公園中、高海拔鳥類繫放計畫. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.

- 謝錦煌、張泳達、林志明. 1994. 高海拔野鳥繫放研究—合歡山、松雪樓野鳥活動概況. 第 96-120 頁. 第一屆海峽兩岸鳥類學術研討會論文集. 台北市野鳥學會, 台北.
- 顏重威. 1997a. 台灣中部高山森林鳥類群聚組成的比較. 台灣省立博物館年刊 40: 15-52.
- 顏重威. 1997b. 鳳凰谷鳥園鳥類群聚的組成與結構. 台大實驗林研究報告 11(4): 49-66.

## 二、英文部分

- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill, and S. H. Mustoe. 2000. Bird census techniques. Academic Press, Orlando, FL.
- Blake, J. G., and B. A. Loiselle. 2000. Diversity of birds along an elevational gradient in the Cordillera Central, Costa Rica. *Auk* 117: 663-686.
- Brown, J. H. 1988. Species diversity. Pages 57-89 in A. A. Myers, and P. S. Giller, editors. *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman & Hall, London, UK.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, and J. L. Laake. 1993. *Distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Chapman & Hall, London, UK.
- Buckland, S. T., I. B. J. Goudie, and D. L. Borchers. 2000. Wildlife population assessment: past developments and future directions. *Biometrics* 56: 1-12.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson, and J. L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, No. 72.
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick. 1998. Quantifying structural redundancy in ecological communities. *Oecologia* 113:278-289.
- Colwell, R. K., and D. C. Lees. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 70-76.

- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Connell, J. H., and E. Orias. 1964. The ecological regulation of species diversity. *American Naturalist* 98: 399-414.
- Ding, T. S. 2001. Species diversity at different spatial scales: birds in Yushan, Taiwan, and East Asia. Ph.D. dissertation, University of California, Davis.
- Ding, T. Z., H. W. Yuan, S. Geng, Y. S. Lin, and P. F. Lee. 2005. Energy, body size, and diversity in relation to bird species richness along an elevational in Taiwan. *Global Ecology and Biogeography* 14:299-306.
- Droege, S., and J. R. Sauer. 1989. North American breeding bird survey annual summary 1988. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 89(13), Washington, D.C., 16 pp.
- Furness, R. W., and J. J. D. Greenwood. 1993. Birds as monitors of environmental change. Chapman and Hall, London, UK.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, New York, NY.
- Koh, C. N., P. F. Lee, and R. S. Lin. 2006a. Bird species richness patterns of northern Taiwan: primary productivity, human population density, and habitat heterogeneity. *Diversity and Distribution* 12:546-554.
- Koh, C. N., P. F. Lee, and S. H. Wu. 2006b. Does the distribution of breeding bird species richness in Taiwan follow the mid-domain effect? *Taiwania* 51: 108-116.
- Legendre, P., and L. Legendre. 1998. Numerical ecology (2nd English edition). Elsevier Science BV, Amsterdam, Netherlands.
- Loiselle, B. A. 1988. Bird abundance and seasonality in a Costa Rican lowland forest canopy. *Condor* 90: 761-772.
- Loiselle, B. A., and J. G. Blake. 1991. Temporal variation in birds and fruits along an elevational gradient in Costa Rica. *Ecology* 72: 180-193.
- Lomolino, M. V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography* 10: 3-13.

- MacArthur, R. H. 1972. *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- MacArthur, R. H., and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Monroe, B. L. and C. G. Sibley. 1993. *A World Checklist of Birds*. Yale University Press.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: Hotspots in tropical forests. *The Environmentalist* 8:1-20.
- Myers, N. 1990. The biodiversity challenge: Expanded hotspots analysis. *The Environmentalist* 10:243-256.
- Noon, B. R. 1981. The distribution of an avian guild along a temperate elevational gradient: the importance and expression of competition. *Ecological Monographs* 51: 105-124.
- Rasmussen, P. C., P. D. Round, E. C. Dickinson, F. G. Rozendaal. 2000. A new bush-warbler (Sylviidae, *Bradypterus*) from Taiwan. *Auk* 117: 279-289.
- Reynolds, R. T., J. M. Scott, and R. A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82: 309-313.
- Robinson, W. D., J. D. Brawn, and S. K. Robinson. 2000. Forest bird community structure in central Panama: influence of spatial scale and biogeography. *Ecological Monographs* 70: 209-235.
- Rotenberry, J. T. 1985. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? *Oecologia* 67: 213-217.
- Saab, V. 1999. Importance of spatial scale to habitat use by breeding birds in riparian forests: a hierarchical analysis. *Ecological Applications* 9: 135-151.
- Schaefer, J. A., and F. Messier. 1995. Habitat selection as a hierarchy: the spatial scales of winter foraging by muskoxen. *Ecography* 18: 333-344.
- Schwarz, C. J., and G. A. F. Seber. 1999. Estimating animal abundance: review III. *Statistical Science* 14: 427-456.

- Shiu, H. J., and P. F. Lee. 2003a. Assessing avian point-count duration and sample size using species accumulation functions. *Zoological Studies* 42(2): 357-367.
- Shiu, H. J., and P. F. Lee. 2003b. Seasonal variation of bird species richness along elevational gradients in subtropical Taiwan. *Acta Zoologica Taiwanica* 14:1-21.
- ter Braak, C. J. F. 1995. Ordination. Pages 91-173 in R. H. G. Jongman, C. J. F. ter Braak, and O. F. R. van Tongeren, editors. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, New York, NY.
- Terborgh, J. 1973. On the notion of favorableness in plant ecology. *American Naturalist* 107: 481-501.
- UK Government Statistical Office. 2000. *Quality of life counts – indicators for a strategy for sustainable development for the United Kingdom: a baseline assessment*. UK Government Statistical Office, London, UK.
- Wiens, J. A. 1989a. *The ecology of bird communities, Volume I: foundations and patterns*. Cambridge University Press, New York, NY.
- Wiens, J. A. 1989b. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3: 385-397.
- Wiens, J. A., and J. T. Rotenberry. 1981. Habitat associations and community structure of birds in shrubsteppe environments. *Ecological Monographs* 51: 21-41.
- Wiens, J. A., J. T. Rotenberry, and B. van Horne. 1987. Habitat occupancy patterns of North American shrubsteppe birds: the effects of spatial scale. *Oikos* 48: 132-147.