

台灣繁殖鳥調查規劃及推動研討會

主辦單位：行政院農業委員會 特有生物研究保育中心

時間：九十一年十月九日（星期三）

地點：特有生物研究保育中心國際會議廳

（南投縣集集鎮民生東路一號）

台灣繁殖鳥調查規劃及推動研討會

目錄：

長期繁殖鳥監測的目的與重要性.....	1
長期動物監測資料庫的設立.....	3
繁殖鳥調查資料的應用.....	35
標準鳥類調查方法設立的考量要素.....	47
台灣繁殖鳥調查方法的設立.....	55
台灣繁殖鳥調查聯絡網站的設立架構.....	71
台灣繁殖鳥調查志工培訓.....	75

長期繁殖鳥監測的目的與重要性

劉小如

中央研究院動物所

一、 引言

- 雪鴉的故事
- 外星人的判斷
- 資料的依據
- 因為大自然的變動，常需要長時期的資料累積

二、 監測的意義與目的

- 1、 監測的定義：『監測』一辭在 1985 年出版的大辭典中沒有。

英文是 monitor，依照韋氏大字典，這個字有警覺、檢查、監督的意思。

- 2、 進行鳥類監測的條件：

要談長期鳥類監測，首先需要知道過去某個時間點的狀況，才能與當今的狀況做比較。

監測的鳥種，可以是全部，也可以是特定類別。

三、 單次鳥類調查的目的與應用

1、 種類與分布

2、 族群數量

a) 隻數

b) 性別

c) 年齡結構

3、棲地特色

a) 在不同類別的棲地中出現的比例

b) 對棲地中細部位置的使用或當地的棲地結構

c) 覓食地點特色

d) 繁殖地點特色

e) 棲地面積

f) 棲地受干擾類別與程度

四、 多次調查能給我們那些有用的資料？

1、 前述各項資料的季節性或年間變化

2、 了解一種或多種鳥的地理分布變化：

3、 了解一種或多種鳥的族群變化趨勢

4、 了解影響一種或多種鳥類數量變化的因素（搭配其他資料）

5、 了解鳥種之間的互動

6、 預警大尺度的環境變化

7、 協助判斷投資保育資源的優先順序

五、 趨勢分析的案例

六、 更廣面的應用

七、 期許

長期繁殖鳥監測的目的與重要性

劉小如

中央研究院動物所

長期繁殖鳥監測的目的與重要性

劉小如

中央研究院動物所

長期動物監測資料庫的設立

李培芬¹、邱祈榮²、許皓捷¹

¹ 國立台灣大學動物學系

² 國立台灣大學森林學系

摘要

本文的目的在於介紹國外行之有年的生物性長期監測系統與應用。特別針對在美國、加拿大、墨西哥進行甚久的北美洲繁殖鳥類調查 (Breeding Bird Survey, BBS)，說明其做法與資料應用，並介紹英國利用野鳥資訊建立國家永續發展指標與監測系統，進而說明我們嘗試將這些系統移植到台灣的建議案。希望由這些說明，能夠拋磚引玉，大家一起來建立屬於我們自己的長期性動物資料庫與監測系統。

前言

由於人類大量地破壞環境，導致各種生態問題叢生，永續發展成為 20 世紀末期以來人類奉行的願景(Lubchenco et al. 1991)，許許多多的研究莫不朝這個方向進行；對於自然資源經營與政策決定者而言，如何得到正確的環境資訊，藉以制定管理策略，更是一大挑戰。在諸多的方法中，環境監測是一種最常被使用的方法。

自然環境的監測工作在國外行之有年，其目的在藉由固定時間、地點與方法，長程追蹤一個地區的環境生態與自然資源狀況，以了解區域之環境品質變化，管理者據此提出適當之經營管理措施；國際間所採用的方式與監測中使用的生物種類甚多，例如，以水質為主的河川監測系統，或以無脊椎動物、藻類或細

菌為主的指標生物，更有以野生動物為基礎的長程性監測系統，例如英國的政府機構曾以其國內的鳥類種數與族群量，作為環境品質的基準指標之一 (UK Government Statistical Office 2000)，利用長期性的鳥類資料庫，統計歷年來鳥類種數的變化情形，以評估過去多年來環境的變遷情形，並藉此擬定未來的環境政策。

相對的，國內在這方面的投資較少，雖然環保署也建立了許多的監測系統，但大多以水質與空氣品質為主要對象，運用生物作為環境指標的例子也不少，但是很少有長程的執行與資料庫的建立。在國內，相關的研究並不多。國家公園成立多年來，曾委託相關單位從事建立自然監測系統之工作，如「國家公園自然環境監測系統之建立」(伍木林 1990)，另亦曾委託建立各國家公園之衛星影像資料庫，資料庫內包括墾丁、玉山、陽明山與太魯閣之相關衛星影像，如 SPOT 和 Landsat (陳哲俊與唐莎莉 1988)。又如雪霸國家公園也曾規劃過「保育監測系統」(李培芬 1995)，但是因為某些因素，整個系統並未執行。環保署也曾經嘗試建立以野鳥族群為基礎的評量台灣永續發展指標 (邱祈榮和李培芬 2001)，但是，也沒進一步的行動。

不過，反倒是民間的鳥會真正做了一些有意義的監測與資料庫建立的工作，在經費有限，有些計畫甚至缺乏經費支援，藉由眾多熱心鳥友們的努力下，逐步完成。我們所知道的包括鳥類繫放資料庫、鳥會觀察資料庫、每年於墾丁與彰化進行的灰面鵟鷹計數、大肚溪口野鳥調查、關渡自然公園鳥類資料庫、淡水河鳥類調查與監測等。

本文之目的在於介紹國外行之有年的生物性長期監測系統與應用，進而說明將這些系統移植到台灣的可能性，希望藉此拋磚引玉，建立屬於台灣自己的長期性動物監測系統。

生物性監測系統

生態監測的目的常是用來了解一個地區內之生物種類和其族群數量在不同時間內之變化情形，由於生物種類眾多，一般在進行監測時會選取某些指標生物來進行，指標生物常具有代表某一地區之特性，可反映出這個生態系的改變情形，有時我們會選取多種指標生物來反映整體生態系之狀態 (Noss 1990)。

目前有許多的生態調查方法可以採用，基本上在考慮使用某些特定之方法時，要能確實偵測出指標生物受到外來干擾後之族群量與動態，尤其是生物之生態習性，如棲地喜好、生活史變化和生理適應等因素。有些時候研究者會以不同的方法施用於一些生物的調查，但只要方法採行標準化之模式，這些資料將可用於比較不同區域與時間之監測。

自然生態環境的監測工作非常重要，大致而言，已開發國家在這方面的發展很多，尤其是歐美等國家在這方面的範例甚多。例如美國國家科學基金會 (National Science Foundation) 於 1976 年開始著手推動一項名為 Long-Term Ecological Research (LTER，長程生態研究計畫)；以及近年來推動的 NEON (National Ecological Observatory Network，圖 1)。又如近 20 年來所發現的全球性兩生類族群量減少現象，目前也有許多的長程性監測計畫。在鳥類方面，最有名的例子應該是聖誕節鳥類計數 (Audubon Christmas Birds Counts, CBS) 與北美洲繁殖鳥類調查 (Breeding Bird Survey，以下簡稱 BBS)，CBS 已有百年以上的歷史，BBS 也超過 30 年。

BBS

北美洲繁殖鳥類調查 (BBS) 是由美國內政部漁業與野生動物署 (U.S. Fish and Wildlife Service，現已經合併於 USGS 下) 及加拿大野生動物署 (Canadian Wildlife Service) 所聯合支持的一項北美洲鳥類調查計畫 (Droege and Souer 1989)。這個計畫由 C. S. Robbins 所設計，首先於 1966 年在美國東部各州

進行調查；1967 年調查路線推展到美國中部各州；1968 年乃擴展至整個北美大陸，調查範圍包括加拿大、美國及北墨西哥等區域。到目前為止，此項調查計畫所記錄到的鳥類已超過五百種。而有四百多種鳥類則分別在 50 條以上的調查路線上出現。參與調查者多為業餘的賞鳥人士，目前已有 3000 多人參與此項計畫，在 30 多年的調查歷史中，共規劃有 3000 多條調查路線。

繁殖鳥類調查計畫的主要目的是想進一步了解位於美國、加拿大和北墨西哥之繁殖鳥類的長期性分布和族群動態。BBS 不僅可以讓我們了解各種留鳥的空間分布和相對數量，同時也提供研究人員深入研究各種鳥類族群與群聚的基本資料，項目包括不同年間的鳥類族群量變化、族群與氣候因子之關係、鳥類族群受破壞後的恢復情形、長程的鳥類族群監測及外來種對鳥類之影響等。

BBS 的資料也可做為 GIS 的基本圖層，利用地理統計學的方式，畫出每一種鳥類在北美洲的分布圖，並利用不同年間同種鳥類的族群分布圖，分析其空間性族群變化與趨勢走向。這些資料可提供各地的鳥類研究人員，更進一步的詳細研究地區內之鳥類變化趨勢，以及可能的研究題材。而在生物地理學的研究上，BBS 也提供了一種標準化的取樣模式，藉由不同區域、地形、行政區、生態區的調查，使調查資料能在標準情況下作業，並互相比較。而且 BBS 和 CBS 計數計畫相互聯接，因而可以提供研究者比較冬、夏鳥類在北美洲的分布差異。

大部份北美洲的鳥類都會在各國間遷徙，特別是那些亦分布在加拿大、俄羅斯和墨西哥的鳥類。USGS 為了解北美洲這些鳥類的族群長期趨勢，乃建立了繁殖鳥類的調查計畫。這個計畫使我們能夠確定鳥類數量增加和減少的原因，明白地理區域的最大改變，並獲知鳥類族群的改變和土地利用間的關係，以及對於一些對農作物有害之鳥類族群趨勢的監測。Gap Analysis (Scott et al. 1993)所使用的鳥類資料，絕大多數來自這個資料庫。

BBS 調查地區的選定是以逢機方式選定，調查人員選定位於每一度經、緯度內之一條道路作為代表該區域的樣品 (圖 2)。這些道路都為交通可及之路線，且所涵蓋之區域大多可代表該區的生態特性。每一條調查路線長 38.6 公里 (24

英哩)，其中設置 50 個取樣點，每個取樣點的間隔是 0.8 公里 (0.5 英哩)，調查人員在每一個取樣點停留 3 分鐘。在觀察的時間內，記錄在 640 m (0.4 英哩) 內所有看到或聽到的鳥類種類和數量。每年選的時間約在 5、6 或 7 月，視當地鳥類繁殖高峰而定，每年僅調查一日。調查時間從日出前半小時開始，直到走完全程為止。

每一調查路線均有專人負責調查及資料收集整理，調查人員在完成野外調查後，將資料分成 5 張表格填入(現已改為使用 Internet)，即以 10 個連續調查點為一張表格，分別填入調查區之地理位置(經、緯度)、調查路線編號、記錄人員姓名、調查日期、開始與結束時間，及當時的天候狀況，然後才是鳥類觀察記錄。

雖然每一年各條路線的調查者和資料收集的人會有所更動，但是所有的調查方法和記錄表格都是固定的。而調查報告的方式則普遍地採雄鳥領域性鳴唱定位 (Spot-mapping-singing male-territory mapping) 的方法。這個方法主要是應用在僅有雄鳥發出鳴唱聲而領域性穩定的種類，在繁殖季節時的觀察記錄，可以定位出雄鳥的領域，而將觀察時所聽到的鳴唱聲記錄成兩隻次。

在所有的調查資料收集完畢後，經過分析後，除了可以探討物種豐度與群聚多樣性的時、空改變外，若將分析所得轉換成圖形式的分布顯示(圖 3)，則可以看到整個區域的各種鳥類分布範圍以及族群的改變情形，同時有助於了解因棲地被分隔後，對鳥類族群之影響，以及鳥類族群的生態區範圍界定、保育區的土地利用情形、鳥類族群分布和森林類型及土地利用間的關係；綜合所有的資料而得以看出所有鳥類的分布和族群數量。進一步的分析則可以利用遙測資料，如大地衛星 (LANDSAT)，結合地景生態學之資料，探討地理景觀與鳥類分布之關係，或可利用已建立之地理資訊圖層，如土地利用，研究動物分布與棲息地之關係，這種關係也是 Gap Analysis 所採用的模式(Scott et al. 1993)。近年來，USGS 更將這些資料利用於全球變遷的預測模式上 (圖 4)。

儘管 BBS 仍有許多缺點(詳見 O'Connor et al. 2000)，但類似 BBS 這種具

有妥善規畫，而長期、標準化的族群調查方法，受到現今的許多族群和群聚生態學家的推崇，也確實為北美洲的生態性經營管理，提供了非常好的生物資訊來源。

永續發展指標

1999年5月英國政府發表“A better quality of life: a strategy for sustainable development for the United Kingdom” (UK Department of the Environment, Transport and the Regions 1999)，這份文件提到英國未來永續發展的原則、行動之優先性、政府部門之關鍵行動、政府之承諾等，並認為永續發展策略的核心是讓現在與未來世代的人類享有更好的生活品質。隨後，英國政府又出版了“Quality of life counts: indicators and the sustainable development strategy” (UK Government Statistical Office 2000)，明確列舉出150組永續發展的指標，作為政府部門的監測依據，這些指標的內容涵蓋社會、經濟、環境等層面，每一個指標的內容、目的與計算，在這篇文件中有非常詳盡描述。

基本上這150組指標可分為5大群：

- 一個永續型的經濟（改善資源的效能、經濟穩定性與競爭力、發展技能和獎勵工作、永續性的生產和消費）
- 建構永續性的群落（提升經濟活力和就業、更好的健康、旅遊、可及性、塑造生活環境、強化參與機構）
- 經營環境與生態資源（一個整合性的策略、氣候變遷與能源供給、空氣和大氣、淡水、海洋和海岸、地景和野生動物）
- 正確的訊號（正確的訊號）
- 國際間的合作和發展（國際間的合作和發展）

其後為了簡化，而有更進一步的13項重點指標(Headline indicators)的產生，這些指標的重點在於反映上述的四個達成目標。項目如下：

1. 經濟成長：經濟總體產出（GDP）
2. 社會投資：公共財投資

3. 就業：工作年齡人口就業情形
4. 健康：預期人口健康生活壽命
5. 教育訓練：19歲人口教育合格率
6. 居住品質：住宅不適宜居住比率
7. 氣候變遷：溫室氣體之排放
8. 空氣污染：空氣污染指數
9. 運輸：道路交通量
10. 水質：河川水質良好與普通之比率
11. 野生動物：野生鳥類之族群量
12. 土地使用：新屋建於已開發土地之比例
13. 廢棄物：廢棄物之數量與其處理方式

在第 11 項野生動物方面，英國採用農莊鳥類(farmland bird)與樹林鳥類(woodland bird)的總族群量年變化(圖 5)，作為監測的指標。在英國約有 76%的區域為農莊型態，樹林則有 10%。採用鳥類和族群量的考量主要是基於鳥類分布廣泛，在生態位階上又在食物鏈的後端，也是反應野生動物與環境狀態的良好指標之一。這個指標採用 1970 至 1998 年出現於英國境內較為常見的農莊與樹林繁殖鳥類，利用 Royal Society of the Protection of Birds (RSPB)、British Trust for Ornithology (BTO) 和 Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR)的資料庫，針對 139 種英國較為常見的繁殖鳥類，並去除稀有之鳥種，將各鳥種之族群量統計而成。

在資料上，英國有 229 種繁殖鳥類，其中有族群量指標的計有 186 種，其中 172 種為英國的原生鳥種。在這些原生種中，有 33 種因為族群量小(少於 500 對)，其變動常常是因為特殊或區域性的原因所造成，這些因素並不足以反映鄉間環境上的整體趨勢，故不予考慮。而這些鳥類的族群量的估算，是以繁殖期間所估算的鳥類族群量為基礎，這些資料除了有實際的野外調查作為基礎外，也曾利用模式的方法協助導出。在族群量估算上，有許多的方法與模式，若將來有更好的方法，英國方面也不排除重新計算並修正指標。

統計時，每一個鳥種的貢獻量相同。在計算上，每一個鳥種的族群量先取對數值，再將所有的數值平均後作為該年的指標，就資料處理上而言，取對數的方式是必須的處理，因為若將鳥類的族群量繪製頻度分布值，因為有許多鳥種族群量較少而無法呈現常態分布的情形，所以有必要利用這種方式處理。

在呈現上，是以 1970 年的數值為標準，訂為 100，往後各年的指標再據此依比例修正。此外，為了更具有鑑別力，更將鳥種分為農莊鳥類與樹林鳥類兩大類，分別觀察其年間的變化情形。其中農莊鳥類的指標也被應用於 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) 採用於永續農業之指標。

我國行政院國家科學委員會永續發展研究推動委員會，為了推動永續發展的實際需求，於民國 87 年開始委託進行「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。「永續台灣評量系統」的重點除了評估環境生態與資源的改變，以掌握環境惡化或改善程度之外，並以社會結構與經濟活動為對象，以掌握對環境生態造成壓力的機制，同時亦探討對當前環境生態現況與社會經濟壓力的制度回應情形。目前已規劃出海島台灣（Island Taiwan）共五大領域（環境污染、生態資源、社會壓力、經濟壓力、制度回應），十八項範疇，計 115 個指標；都市台灣（Urban Taiwan）則有四項範疇，共 28 個指標。

在海島台灣中，評估環境污染與生態資源改變的部份有七項範疇，計 21 項指標，包括：

氣域品質—氣候變遷效應指標、PSI<100 的日數比率、酸雨指標、環境噪音指標

水域品質—河川總監測長度中受輕度以下污染河川比率、飲用水合格率、水庫品質指標、海域品質指標、沿海沈積物重金屬含量指標

陸域品質—土壤重金屬指標、事業廢棄物產量、廢棄物資源回收比、低放射性固化廢料成長率

土地資源—非資源生產地面積比、天然海岸比例

生物資源—未受損失森林面積比、未受損失農地面積比、單位努力漁獲量

生物多樣性—生態敏感地

水土資源—土壤侵蝕度、有效水資源

都市台灣有關評估環境生態與資源改變狀況的指標則有 5 項，包括都會區綠敷率（森林覆蓋率）、都會區農地面積、都會區主要河川中度污染以上長度比、主要都市親水性河段長度比、及都會區廢污水處理百分比。

「永續台灣評量系統」主要在從國家層面探討台灣整體發展是否具有永續性，其指標設計或選用多以全國性尺度為主，因此很難反映縣市層級或更小尺度的地方生態環境狀況。同時，「永續台灣評量系統」的評量過程並不進行新的調查工作，而是選用政府或民間既有的各式統計調查數據，或由數項既有數據綜合成一項新指標。由於「永續台灣評量系統」所採用的既有統計資料並非專為衡量生態環境所設計，因此不論在空間尺度、時間尺度、或反映生態環境變動之適合度上，均有所侷限；同時亦無法掌控數據生產過程，而可能面臨資料品質不佳的問題。例如陸域生物資源僅以「未受損失森林面積比」（天然林面積加上人工林面積扣掉因為火災、盜伐、濫墾等損失的森林面積，再除以台灣總面積）以及「未受損失農地面積比」（農地總面積扣掉病蟲害及天然災害之農地面積再除以台灣總面積）作為指標。這兩項指標不但只能粗略的反映土地利用形態，而且均屬於全國性指標，難以反映某一地區之生物資源狀況；再者，這些指標亦較屬於「定性」之指標，無法有效反映較細微尺度的生態環境變動狀況。例如森林面積是將天然林與人工林合併計算，忽略了不同植群類型之間的生態環境差異。而火災、盜伐、濫墾的生態意義有極大差異，但均以其造成的森林面積之損失來計算，模糊了實際的生態環境變遷狀況。再如森林火燒可分為地面火燒、表面火燒、及冠火，這三種森林火燒的類型對森林生態的影響程度有極大差異，但單純以火災受損的森林面積來衡量，並無法反映生態環境的變動狀況；而且火災過後植群重新演替的生態過程亦無法反映在這個指標當中。

「永續台灣評量系統」在呈現台灣過去有關永續發展的脈絡，從國家層面

探討台灣整體發展是否具有永續性。其規劃內容包括環境污染、生態資源、社會壓力、經濟壓力、制度回應等領域。生態環境並非此一評量系統專注的議題，可能無法反映台灣各地生態環境較詳細的變動趨勢。為了更有效監測台灣的生態環境，有必要發展一套專屬的生態永續發展指標之評量系統。在這種情形下，我們仿美國 BBS 和英國的作法，提出一套可以用來監測台灣生態環境之鳥類監測系統。

台灣的 BBS 與生態監測系統

雖然台灣的賞鳥活動蓬勃，中華民國野鳥學會及各地區之野鳥學會已經累積豐富的鳥類觀察記錄（圖 6），且資料庫亦隨各地鳥友的賞鳥活動而持續增加中。但是賞鳥活動的鳥類記錄通常比較隨興，珍貴稀有鳥種可能被過分強調，常見的普遍種則可能被忽略。並且觀察的地點集中在少數鳥友慣常造訪的區域，導致涵蓋面不足。同時，因為調查的方式及努力量（造訪次數、停留時間或觀察時移動的距離）不一，所獲得的資料難以進行比較。現有的鳥類資料庫僅能作為生態環境變遷之輔助參考，難以滿足監測指標之需要。因此有必要規劃一套系統性的鳥類調查方法，以監測鳥類相的變動，作為生態環境之指標。

由於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物種鑑定或物種間關係不確定所導致的風險。同時，鳥類比任何其他生物都容易進行觀察與研究，而且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。而鳥類多位於生態金字塔的較高位階，因此特別適合用來監測任何透過食物鏈累積的環境訊息。

台灣的野鳥組織歷經從無到有的發展，至今已是國內數一數二的大型保育團體，除了中華民國野鳥學會之外，全國各地均有當地的野鳥學會。每一個野鳥學會均有許多的賞鳥活動，這些屬於例行或個人的活動均有專人將所觀察到的鳥類種數和隻數紀錄，並彙整到中華民國野鳥學會的資料庫內，近年來，網際網路的流行，更為資料的累積提供不少的助力。

在台灣，不論在空間或時間上，鳥類已經累積龐大的資料庫，有利於生物與環境間關係的研究，以及物種分布或生物群聚變遷的探討；加上全島賞鳥人口眾多，業餘鳥類觀察者的記錄可以為環境監測提供輔助。而且台灣地區的野生動物研究中也以鳥類研究資料較多，若要由動物方面來選取指標生物，鳥類是最佳的種類之一，因此我們在環保署的研究計畫中（邱祈榮和李培芬 2001）建議選用鳥類作為台灣的長期生態環境的監測與評量指標。

又由於出現於台灣之鳥類種類甚多，也有時間上的差異，繁殖鳥類與候鳥因為出現的棲地與時間並不一致，必須分開處理。根據英國發展永續指標之情形，建議先進行台灣繁殖鳥類的調查與評量系統之設計工作，至於候鳥方面的研究，環保署曾委託中華民國野鳥學會進行全省海岸溼地的鳥類調查（劉小如 2001），已經累積了非常好的成果，未來也可進一步利用，得到一個非常好的海岸溼地評量系統。

調查區域之規劃

調查樣線的選擇方法很多，若以抽樣技術的觀點而言，可從簡單隨機抽樣 (simple random sampling) 和分層隨機抽樣 (stratified random sampling) 兩大主軸做比較。簡單隨機抽樣在規劃上最為快速，但將來於執行上，耗費的人力與財力可能較高，且就所得到的資料而言，可能會有較高的不準確性；相對的，分層隨機抽樣於規劃上，需要較多的支援，但執行後所得的結果，具有一致性較高的優點，資料應該會更具有代表性。參考國際間的做法，以及目前台灣各方面資訊的配合程度，本研究採用後者進行規劃案。

我們先區分調查樣線與取樣點，調查樣線是一個區域內的一條穿越線，其內則含有數個取樣點，為了避免統計分析上的問題，每一個取樣點的距離必須至少達 200 m 以上，以降低樣點間的 autocorrelation。調查樣線與取樣點必須具有生態上的代表性，因此，可以考量的因子頗多，如植群、氣象、海拔高度、坡向等。又由於調查時程上的考量，每一個調查樣線應該由同一個人完成，因為各取樣點之距離頗長，在山區可能會造成問題，故我們將調查樣線與取樣點的位置，在必須具有道路可及性。

在這些考量之下，我們採用 GIS 的圖層作為選擇樣線的輔助，並使用分層隨機抽樣的方式來選擇調查樣線。採用的 GIS 圖層包括

- 等高線，由 1：25,000 地形圖逐一數化每隔 100 m 之等高線。
- 坡向，由 40 mx 40 m 之數值高程(digital terrain mode)計算而得
- 植群，由林務局第三次森林資源調查照片樣點資料轉換而成，解析度為 250 x 500 m
- 各級道路圖，包括國道、省道、縣道、鄉鎮道路
- 生態分區，利用許多的氣象因子（各月月平均溫度與各月總雨量）和 GIS 導衍出的圖層（與海岸線之最近距離、與道路之最近距離、與城市之最近距離、與 3000 m 海拔之最近距離等），經過 Cluster analysis 後，取小於 50 Clusters 之分類而得。另有 Su (1992)的生態分區圖。
- 1：25,000 地形圖，數位版，且有空間定位資訊
- 各年份各區之 SPOT 衛星影像

規劃調查樣線和取樣點時，先以生態分區為基礎，區分大區塊，在每一個區塊下，套入植群圖以區分不同的植群帶，再加入等高線圖，最後將所得之結果於 GIS 觀圖程式(Arcview)下，套入 1：25,000 之地形圖、道路圖和最近五年內之衛星影像，採用直接輸入之方法選擇調查樣線和取樣點。

由於台灣的氣候生態分區圖有許多較小之分區，這些小區去除，得數個大區域，我們先將此圖與 Su (1992)之生態分區圖（圖 7）進行比較，發現兩者雖然在部分區域有差異，但大致之分類相似，因此決定採用 Su (1992)將台灣分為 41 區塊的分區圖為標準。然後由植群圖、等高線圖的分割，最後根據道路圖和地形圖進行選點作業。

共選出 289 條調查樣線(圖 8)，在空間的分布上，大致呈現隨機狀。在台灣的 41 個生態分區中，除了面積最小的代號 8 之分區外，均有樣點分布。若在每一條調查樣線下，分別有 10 個取樣點(例如圖 9 的範例)，總計可有 2890 個取樣

點。這些取樣點均可繪於 1:25,000 的內政部出版 1:25,000 地形圖上，方便野外的調查工作。

就這 289 條調查樣線所在的環境因子加以分析，顯示在海拔高度上，從平地至 3550 m 的區域均有涵蓋，且其分布的型態也頗能反應台灣整體的海拔分布情形（圖 10）。年均溫的範圍由 10 至 25°C 之間；在總雨量上，也從較低之雨量分布區域至 4000 公釐的區域。而就樣點在各個生態分區上的頻度（表 1），顯示兩者之差異並不大。因此，我們認為這些調查樣線除了能吻合統計上的要求外，也能具有生態上的代表性。

至於標準調查方法之建立與後續的資料傳遞與彙整，以及資料分析課題，在規劃報告中均有詳述，有興趣的讀者可參閱此報告。本次研討會中，亦有詳述，在此省略。

台灣生態評量系統

在我們的規劃中有三種指標，分別是鳥類族群指標、用統計方法推估之物種豐富度（species richness）、最後則是運用套裝軟體，以 NMDS 及 Mantel test 篩選的指標性物種之豐富度（abundance）。這三種指標依低、中、高海拔的樹林及開墾地分別建立。第一年的鳥類調查在建立基準值，之後的鳥類調查結果再與第一年的基準值做比較。

鳥類族群指標

- 全國鳥類族群指標(BP1)—採計全部 289 個樣線資料。採用英國的做法，先排除出現頻度低於 5% 的稀有種，再將鳥類族群密度資料經過平方根的數值轉換（英國的做法是以對數做轉換；就經驗而言，鳥類群聚的物種豐富度模式呈現 geometric series 時，以對數轉換較為適當，呈現 log normal 模式時，則以平方根轉換較佳；台灣大部分的鳥類群聚之物

種豐富度曲線為 log normal 模式)。再將所有樣線所有鳥種轉換後的數值相加，即為全國性指標。以第一年資料為基準值，定為 100，以後每年經計算後的初使數據依第一年的基準值調整。

- 低海拔開墾地鳥類族群指標(BP2)—採計海拔 300 m 以下開墾地樣線資料，計算方式同上。
- 低海拔樹林鳥類族群指標(BP3)—採計海拔 300 m 以下樹林樣線資料，計算方式同上。
- 中海拔開墾地鳥類族群指標(BP4)—採計海拔 300-1500 m 開墾地樣線資料，計算方式同上。
- 中海拔樹林鳥類族群指標(BP5)—採計海拔 300-1500 m 樹林樣線資料，計算方式同上。
- 高海拔鳥類族群指標(BP6)—採計海拔 1500 m 以上樣線資料，計算方式同上。

鳥種豐度指標

- 全國鳥種豐度指標(BR1)—採計全部 289 個樣線資料。用前述物種豐度推估方法，以 EstimateS 軟體計算各樣線的鳥種豐度。EstimateS 提供多種 asymptotic richness 的估計，其中以 Chao2 估計值較精準 (Chao 1984, 1987, Walther and Martin 2001)。採用 Chao2 估計值，將所有樣線資料分別計算後，再平均之。以第一年資料為基準值，定為 100，以後每年經計算後的初使數據依第一年的基準值調整。
- 低海拔開墾地鳥種豐度指標(BR2)—採計海拔 300 m 以下開墾地樣線資料，計算方式同上。
- 低海拔樹林鳥種豐度指標(BR3)—採計海拔 300 m 以下樹林樣線資料，計算方式同上。
- 中海拔開墾地鳥種豐度指標(BR4)—採計海拔 300-1500 m 開墾地樣線資料，計算方式同上。

- 中海拔樹林鳥種豐度指標(BR5)—採計海拔 300-1500 m 樹林樣線資料，計算方式同上。
- 高海拔鳥種豐度指標(BR6)—採計海拔 1500 m 以上樣線資料，計算方式同上。

指標鳥種之族群指標

- 全國指標鳥種族群指標(BIP1)—採計全部 289 個樣線資料。以 NMDS 及 Mantel test 篩選出能代表全部資料矩陣的少數指標性鳥種。經篩選出來的指標性鳥種之族群密度資料經平方根之轉換，再將所有樣線的所有指標鳥種轉換後的數值相加，即為全國性指標。以第一年資料為基準值，定為 100，以後每年經計算後的初使數據依第一年的基準值調整。此一由指標鳥種計算所得之豐富度指標將較前述之鳥類族群指標來得更敏感，可以更敏銳的反映環境的變動。
- 低海拔開墾地指標鳥種族群指標(BIP2)—採計海拔 300 m 以下開墾地樣線資料，計算方式同上。
- 低海拔樹林指標鳥種族群指標(BIP3)—採計海拔 300 m 以下樹林樣線資料，計算方式同上。
- 中海拔開墾地指標鳥種族群指標(BIP4)—採計海拔 300-1500 m 開墾地樣線資料，計算方式同上。
- 中海拔樹林指標鳥種族群指標(BIP5)—採計海拔 300-1500 m 樹林樣線資料，計算方式同上。
- 高海拔指標鳥種族群指標(BIP6)—採計海拔 1500 m 以上樣線資料，計算方式同上。

未來的推廣與應用

上述生態環境評量系統均以全國性為規劃方向。各縣市或地區性之生態環境評量，可依上述方法，但僅選取各該地區之樣線計算之。值得注意的是，前述

指標中，鳥種豐度指標（BR1-BR6）之計算方式是所有樣線先個別由 EstimateS 軟體，以 Chao2 估計法推估物種數，再予以平均之。但是空間尺度較小時，可以將棲地型態類似的樣線合併後，再直接以 Chao2 法推估之（即不再是個別推估後再平均）。

我們所規劃的生態環境指標，其計算方式並非一成不變，隨資料累積愈趨豐富，以及學術研究報告中新方法的出現，生態環境指標可做適度之修正。評量系統初期，在生態永續發展的指標上可能較為薄弱，但對於區域間鳥類之差異比較與分布圖則有很大之貢獻，隨著資料累積日漸豐富，以及指標計算方式依實際資料之累積後，指標可做適度之修正，生態環境指標的功能將趨於成熟。

同時，這些 BBS 資料的利用，有非常多的潛力可以開發，相信未來的利用方向是多重且非常正面的。

台灣下一步？

我們規劃的繁殖鳥類調查方案，所需要的空間尺度較大，大量野外鳥類調查工作需要充分的人力與財力支援，不可能由少數的個人或研究室來完成。不管未來由哪一個單位執行，均應考慮編列常態性的補助經費，以收集大範圍研究樣區的鳥類族群密度資料。經由適切的分析和資料呈現，應該可以作為反映環境變遷的指標。

同時，這種調查案需要長程性的支援，必須有一個具有良好組織架構的單位，來全力支援調查工作，以避免因為人事與機構的更換，造成資料無法整合的缺失。環視國內的現況，大概以中華民國野鳥學會、全國各地的野鳥學會、各個學術研究單位與政府相關部門（如農委會、特有生物中心、林務局、國家公園…等）等合作，是最佳的組合。野鳥學會的鳥友們從事的鳥類調查案件已有一段很長的經驗，加上各地鳥會均有一些研究人員或有經驗義工可以參與，且中華民國野鳥學會也有全國鳥口普查之計畫，若能將本案與鳥口普查案相結合，將有相得益彰的效果。學術單位的朋友除了可以協助調查外，亦可幫忙資料分析的工作，

政府部門除了能在調查上補助經費外，所得的成果也可作為施政上的參考依據。所有團體的組合，將可為台灣的生態環境未來，創造一個美好的努力目標。建議官方與民間機構成立合作伙伴關係，建立策略聯盟，進行長期性的繁殖鳥類資訊的收集與彙整工作。

從英國的發展來看，鳥類族群指標僅是 13 個重點指標之一，這也顯示每一個指標都有其重點，但是僅用少數的指標會有以偏蓋全的缺失。以鳥類族群指標來看，這是一個著重自然環境面的指標，以台灣仍維持約 50% 以上的森林而言，值得採用。不過建議政府各部會（尤其是農委會的林業處與林務局、國科會的永續會、環保署、內政部的營建署與國家公園管理處）合作，一起建立更完善的重點指標，以使得這些指標能反映較完整的台灣發展情形。

許多的野外資料的收集工作，都需要主事者的遠見，願意投資才會有所收穫。最近有政府官員談到國家公園內的課題上，認為應該「少做少錯」，我們倒是希望在「台灣繁殖鳥類調查」上，是「不做就錯」。也許這個投資不會有短程的收穫（當然也可能不是政治正確的事！），但是這確實是一件非常值得做、又有意義的事情。過去許多政府單位，常有「借用」其他單位資料的情形，希望台灣繁殖鳥類調查的推動，可以匡正這種風氣。

資料不可能自己產生，尤其是生物性的資料具有動態性，時間、空間的尺度均需要考量。過去台灣缺乏有系統性的野鳥資料收集工作，當然今日無法利用於建立我們的永續發展指標。推動本案不僅有助於政府保護台灣的生態環境，更有助於生物多樣性的保育工作。國外可以完成 BBS、CBS 的工作，台灣是否也可以達成？

致謝

本文的部分資料取材自李培芬(1995，雪霸國家公園補助)與邱祈榮與李培芬(2001，環保署補助)所完成之研究報告，特此致謝。

引用文獻

- 伍木林. 1990. 國家公園環境監測系統之建立. 內政部營建署, 臺北市.
- 李培芬、林曜松. 1994. 臺灣地區國家公園動物生態資料庫建立. 內政部營建署, 臺北市.
- 李培芬. 1995. 雪霸國家公園保育監測系統之研究. 雪霸國家公園, 東勢.
- 邱祈榮、李培芬. 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, 台北市.
- 陳哲俊、唐莎莉. 1988. 建立墾丁、玉山、陽明山、太魯閣國家公園地區衛星影像資料庫計畫期末報告. 內政部營建署, 臺北市.
- 劉小如. 2001. 台灣海岸地區環境生態敏感區鳥類相調查. 環境保護署. 台北市.
- 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, 台北市.(光碟版)
- Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43:783-791.
- 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.
- Lubchenco, J., A. M. Olson, L. B. Brubaker, S. R. Carpenter, M. M. Holland, S. P. Hubbell, and J. A. Levin. 1991. The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. *Ecology* 72:371-412.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-365.
- O'Connor, R. J., E. Dunn, D. H. Johnson, S. L. Jones, D. Petit, K. Pollock, C. R. Smith, J. L. Trapp, and E. Welling. 2000. A programmatic review of the North American Breeding Bird Survey. Report of a Peer Review Panel. (<http://www.pwrc.usgs.gov/bbs/bbsreview/>)
- Robbins, C. S., D. Bystrak, and P. H. Geissler. 1986. The breeding bird survey: its first fifteen years, 1965-1979. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource

- Publication 157, Washington, D.C., 196 pp.
- Scott, J. M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, T. Edwards, J. Ulliman, and R. G. Wright. 1993. Gap analysis: a geographic approach to protecting biological diversity. Wildlife Monographs No. 123.
- Su, H. J. 1992. A geographical data organization system for the botanical inventory of Taiwan. Botany Institute, Academia Sinica Monograph Series 12: 23-36.
- UK Department of the Environment, Transport and the Regions. 1999. A better quality of life: a strategy for sustainable development in the United Kingdom. TSO, London, UK.
- 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.
- USGS. 1998. Status and trends of the nation's biological resources. US Department of the Interior, Washington, D.C. (光碟版)
- Walther, B. A., and J.-L. Martin. 2001. Species richness estimation of bird communities: how to control for sampling effort? *Ibis* 143:413-419.

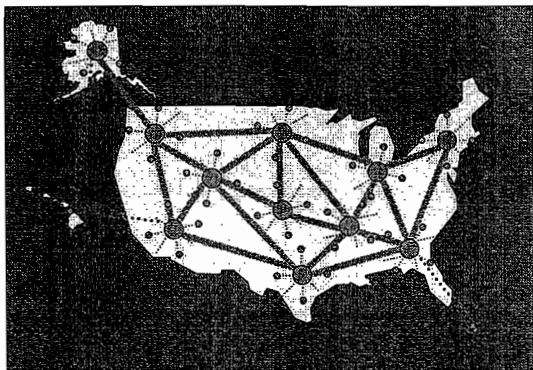
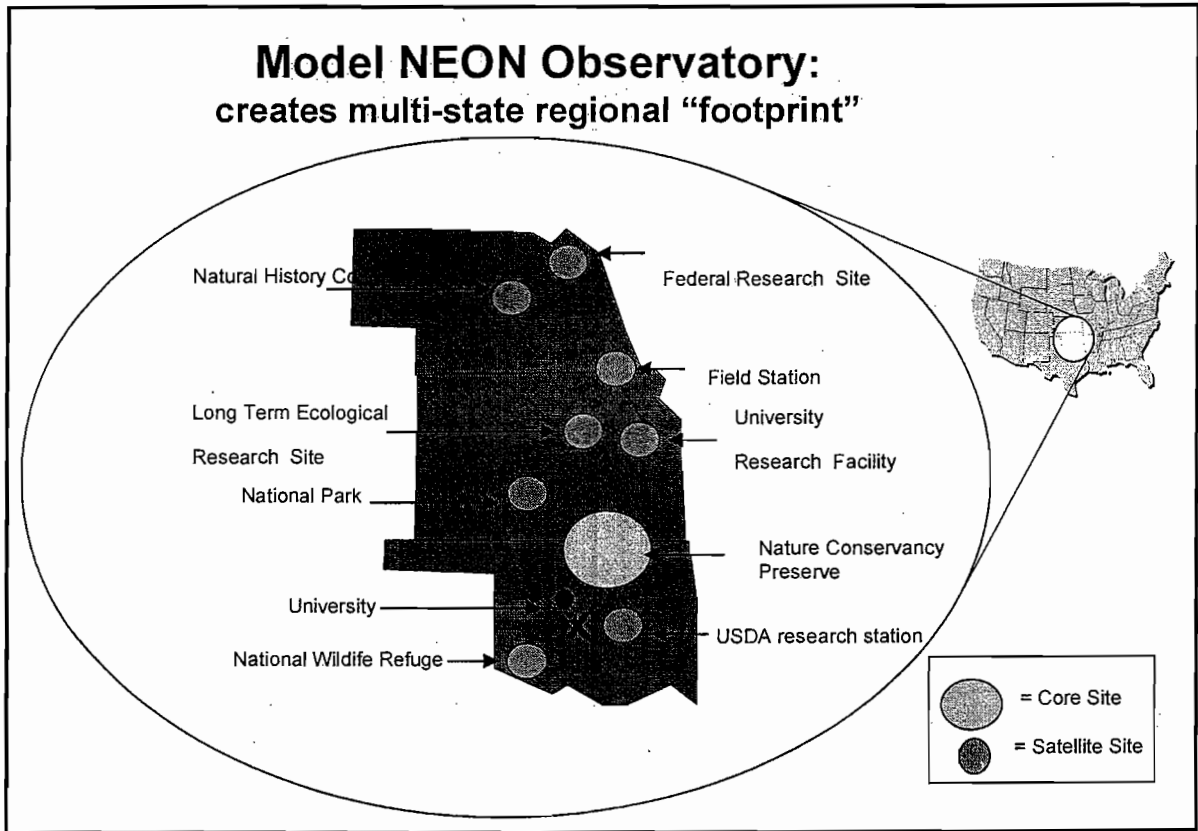


圖 1、美國的 NEON (National Ecological Conservation Network)，上圖顯示區域性的架構，由一個核心區與數個衛星區域所組成生態性的觀察與紀錄群，下圖則呈現全美國的區域網路情形（資料來源：W. Chang，個人通訊）

69 - Oregon

BREEDING BIRD SURVEY ROUTE LOCATIONS

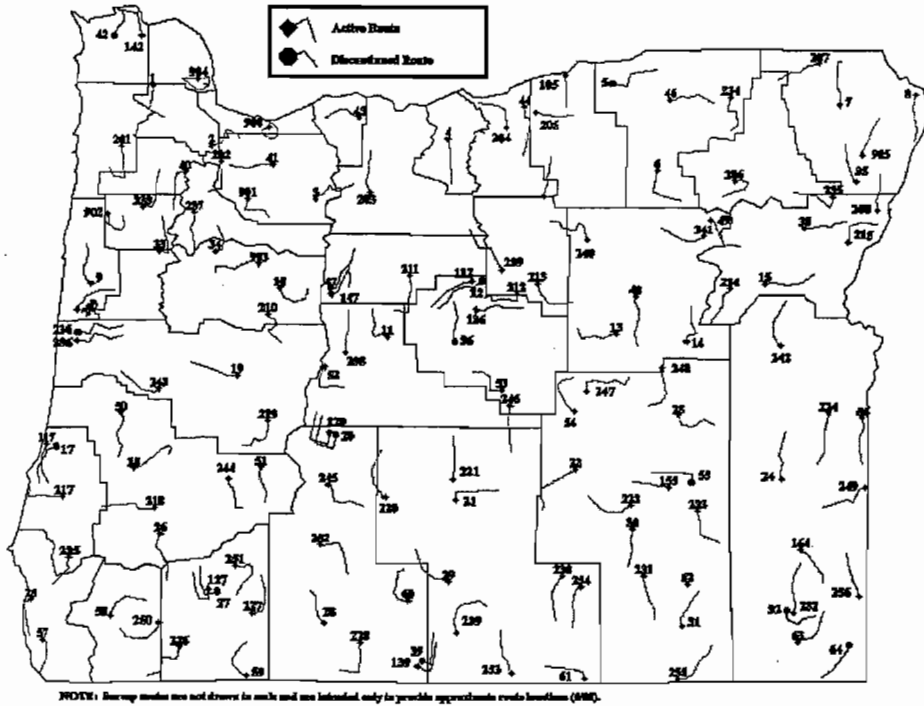


圖 2、BBS 調查地區的選定是以逢機方式選定，調查人員選定位於每一度經、緯度內之一條道路作為代表該區域的樣品（資料來源：US BBS 介紹網頁）

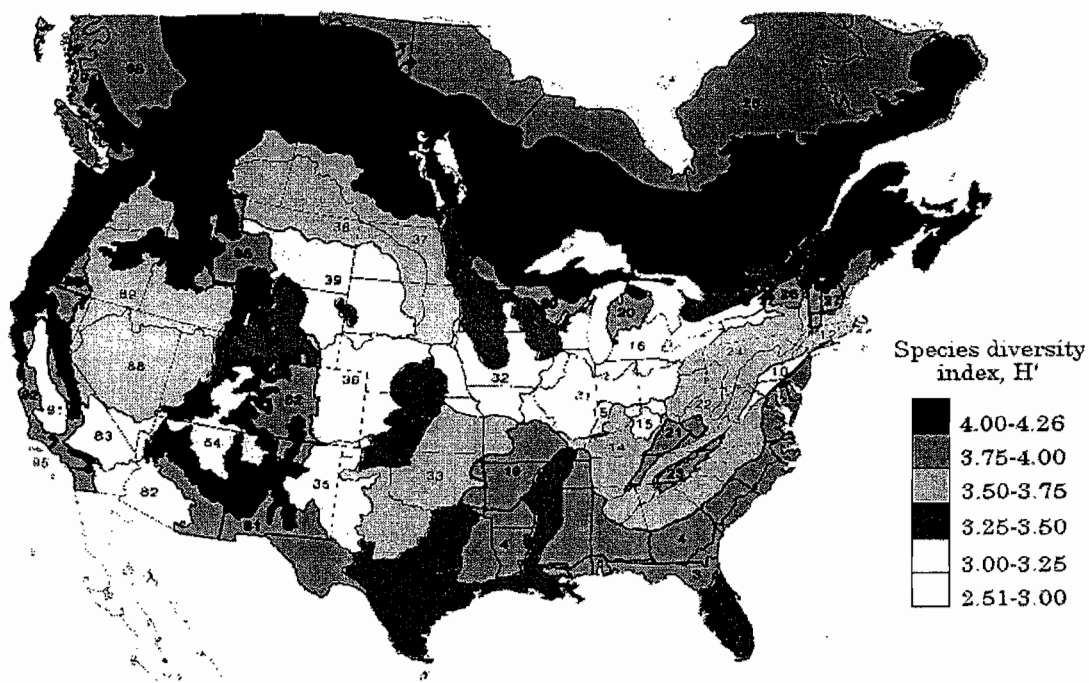


圖 3、1966-79 年北美洲繁殖鳥類調查所得到之鳥類 Shannon 多樣性指標 (資料來源：Robbins et al. 1986)

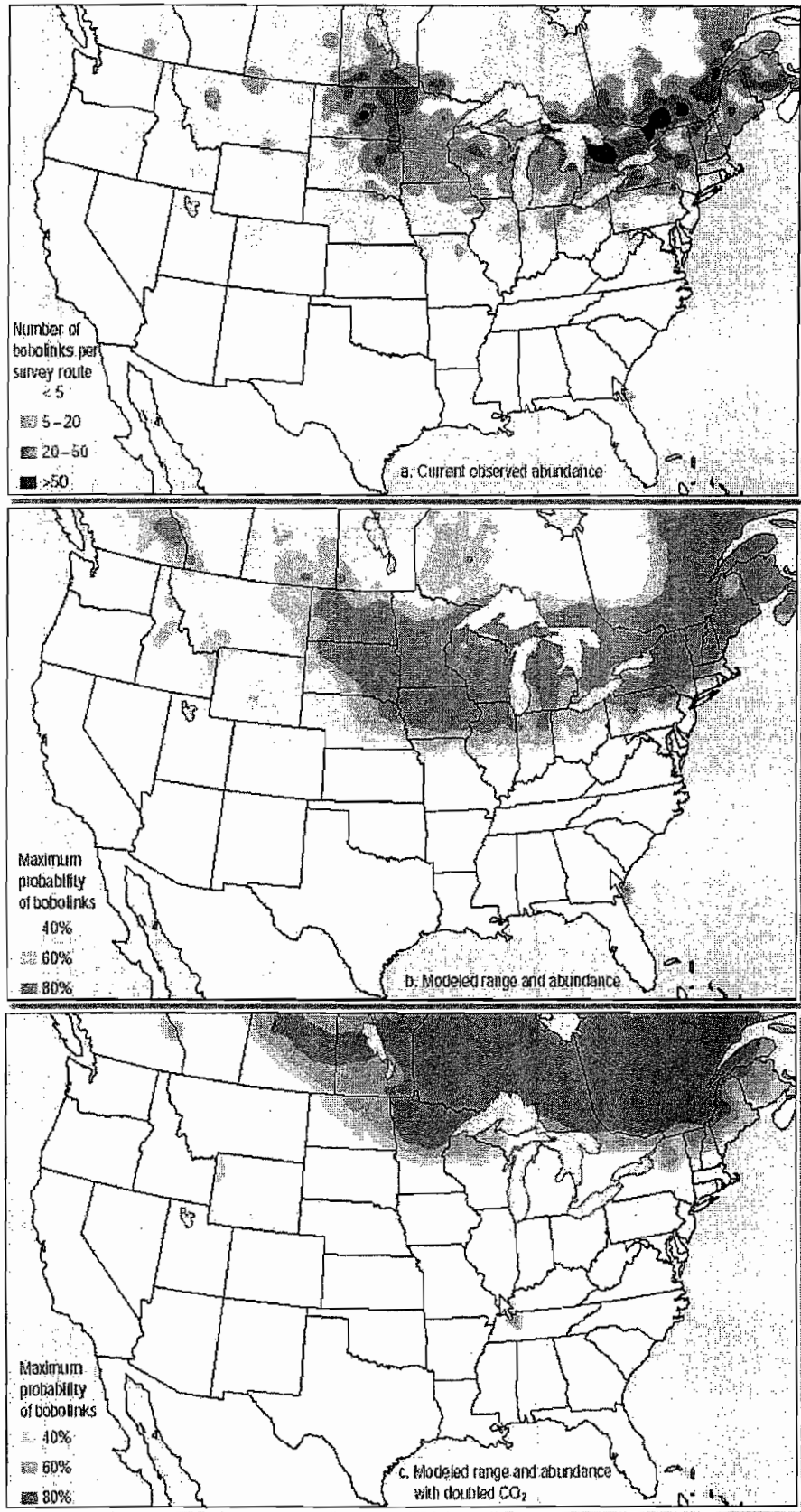


圖 4、USGS 利用 BBS 資料於全球變遷的預測模式，這些圖分別展示 bobolink 由 BBS 所得到的已知分布（上）、預測分布（中）與在 CO₂ 含量加倍下的可能預測分布情形（下）（資料來源：USGS 1998）

Indicator Populations of wild birds

H13

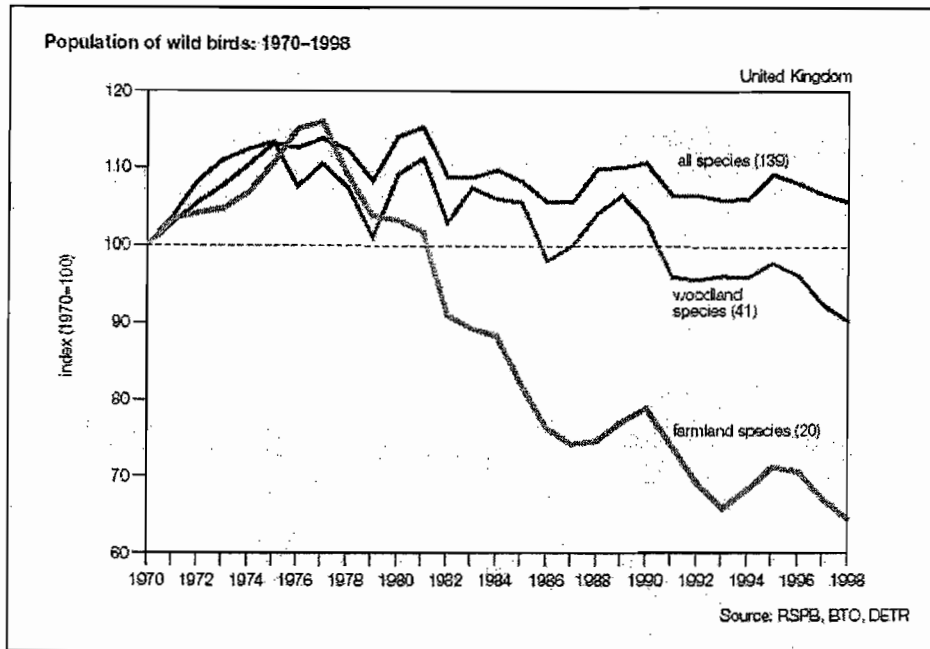


圖 5、英國政府利用野鳥族群的調查資訊建立了永續發展的指標，作為政府部門的監測依據，這些指標的內容涵蓋社會、經濟、環境等層面，每一個指標的內容、目的與計算，在 UK Government Statistical Office (2000) 中有非常詳盡描述（資料來源：UK Government Statistical Office 2000）

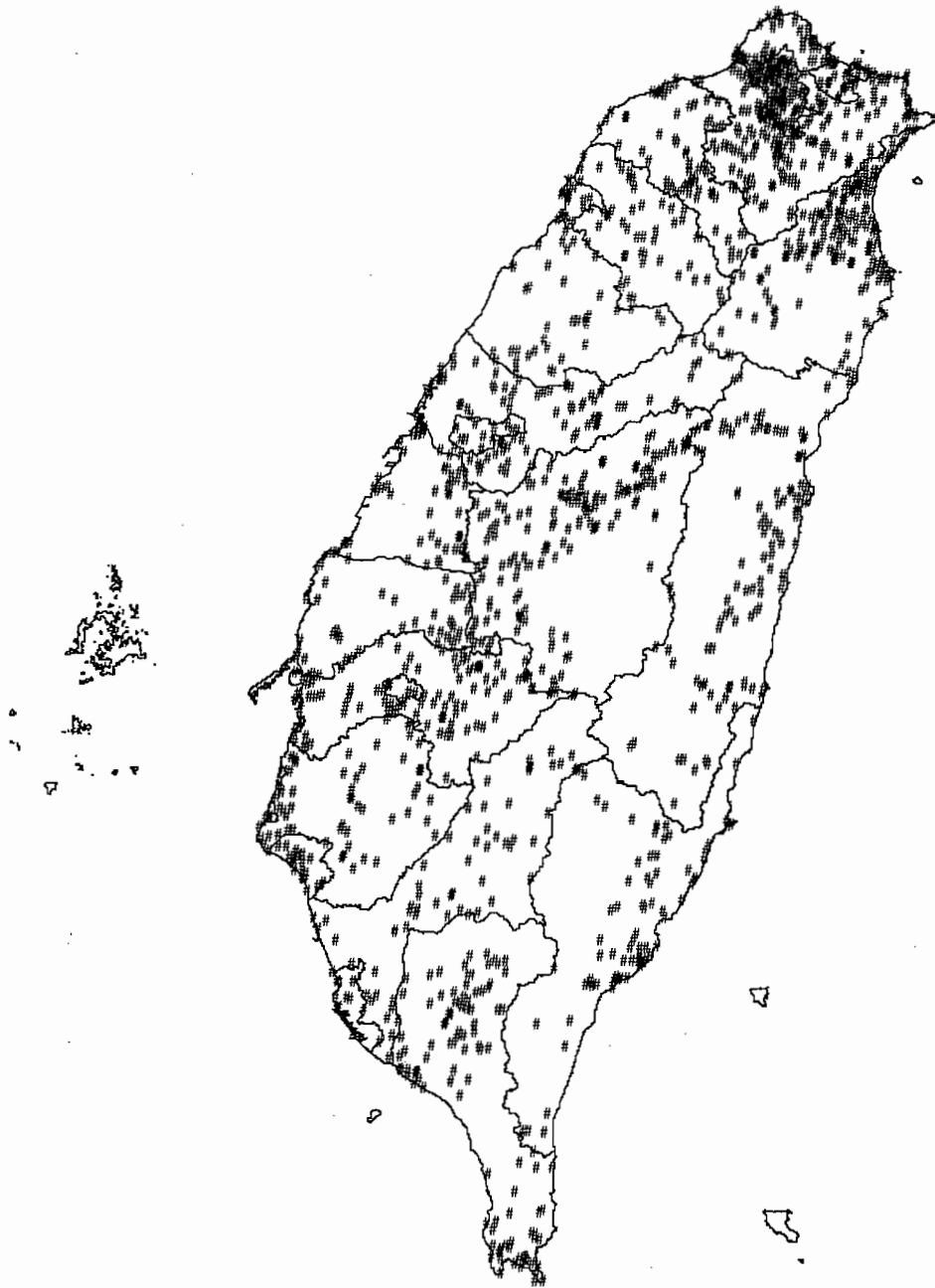


圖 6、中華民國野鳥學會鳥類調查資料中 2243 個位置點之分布



圖 7、台灣之生態分區圖 (資料來源：依據蘇鴻傑教授之文章(Su 1992)數化而得)



圖 8、建議的鳥類調查樣線分布，背景為海拔高度圖（資料來源：邱祈榮和李培芬 2001）

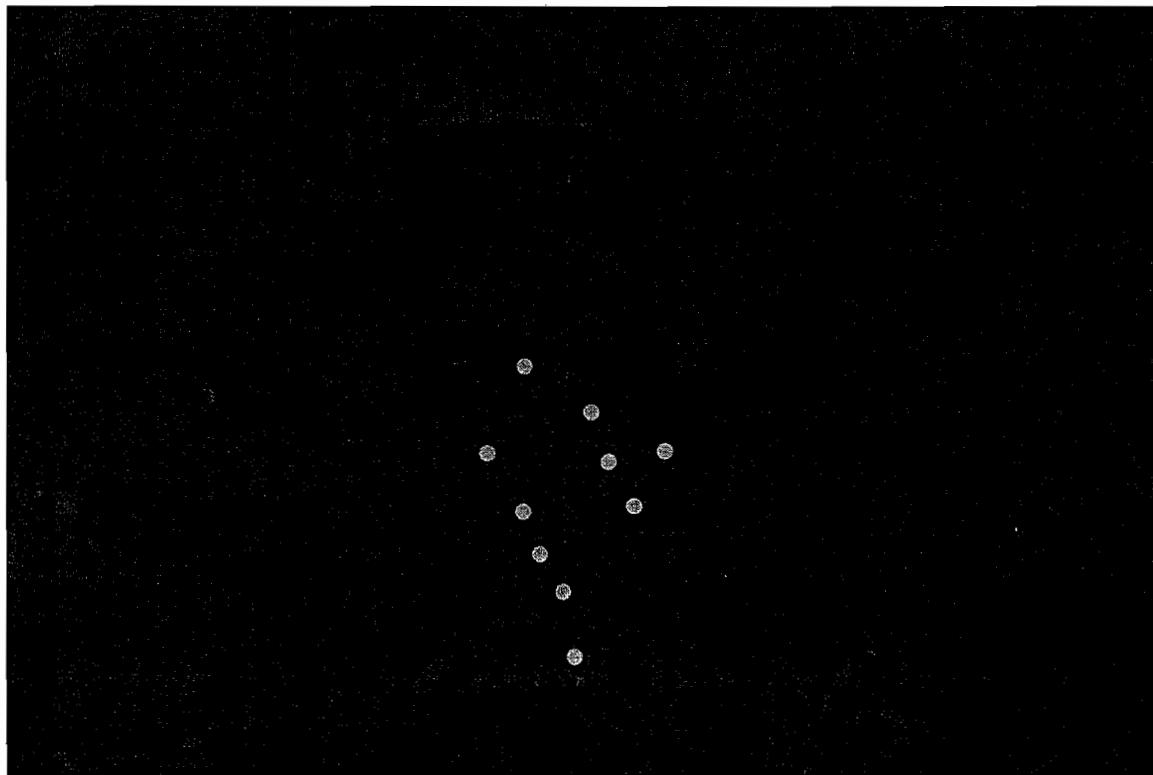
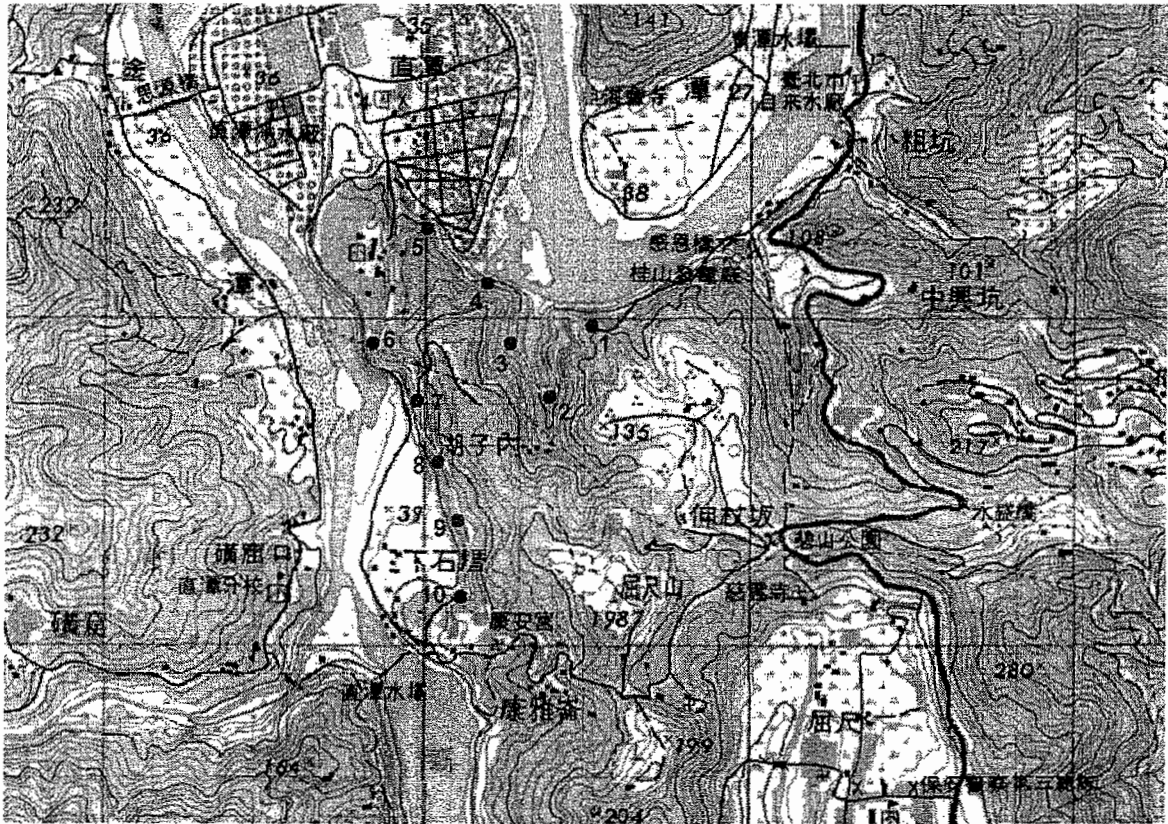


圖 9、一個調查樣線下鳥類取樣點分布範例，上圖為 1:25000 基本圖，下圖 SPOT 衛星影像（資料來源：邱祈榮和李培芬 2001）

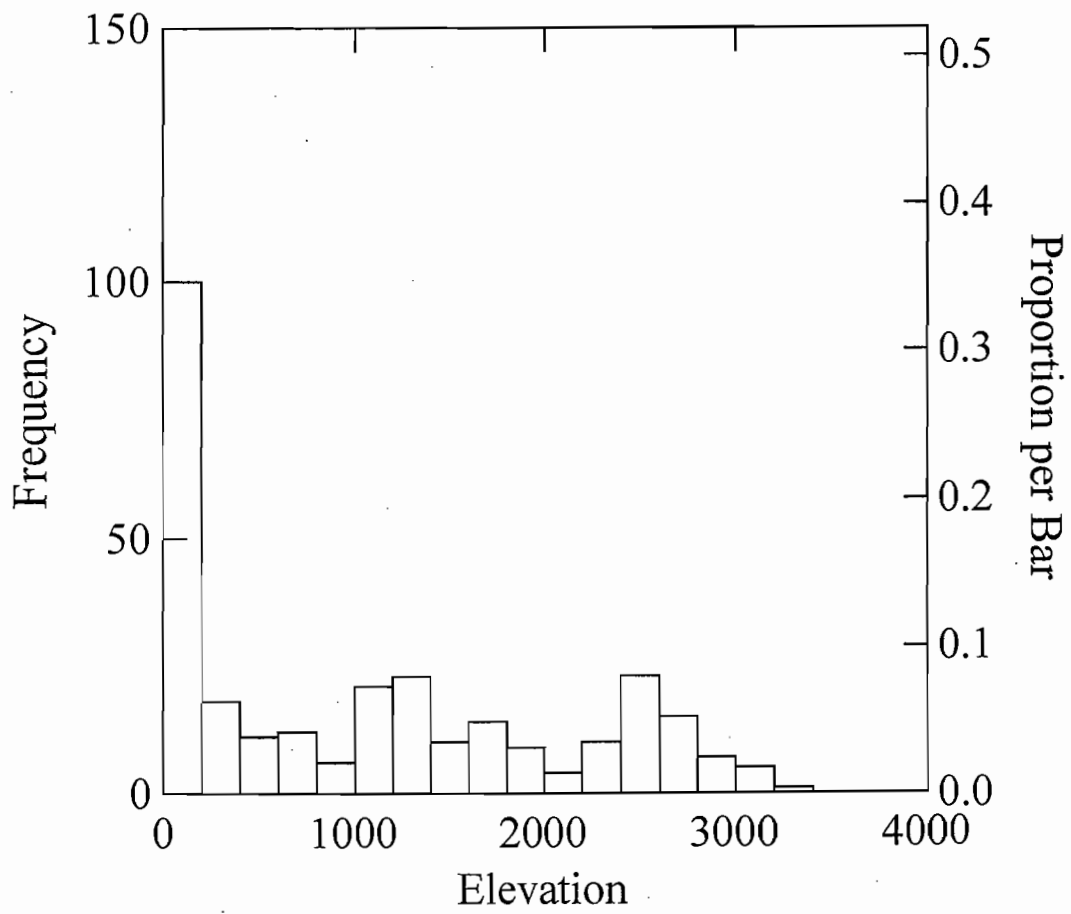


圖 10、鳥類調查樣線之海拔分布情形（資料來源：邱祈榮和李培芬 2001）

表 1. 本研究所規劃之樣線與蘇鴻傑教授所劃定之台灣生態分區比較

生態分區代號	面積(ha)	面積(%)	樣線數	樣線數(%)
1	23,012.2	0.6	1	0.3
2	33,046.7	0.9	3	1.0
3	65,899.6	1.8	5	1.7
4	91,027.5	2.5	10	3.5
5	61,667.1	1.7	8	2.8
6	41,618.6	1.2	3	1.0
7	38,622.1	1.1	6	2.1
8*	6,220.9	0.2	0	0.0
9	201,856.1	5.6	17	5.9
10	78,474.8	2.2	9	3.1
11	19,689.5	0.5	3	1.0
12	60,605.0	1.7	5	1.7
13	47,766.6	1.3	2	0.7
14	69,689.0	1.9	16	5.5
15	56,780.9	1.6	7	2.4
16	73,696.8	2.0	9	3.1
17	127,038.5	3.5	16	5.5
18	78,066.5	2.2	7	2.4
19	96,597.6	2.7	8	2.8
20	108,082.9	3.0	9	3.1
21	111,921.6	3.1	12	4.2
22	127,771.1	3.5	8	2.8
23	48,935.0	1.4	3	1.0
24	33,220.5	0.9	2	0.7
25	27,260.9	0.8	1	0.3
26	47,767.1	1.3	3	1.0
27	270,075.9	7.5	13	4.5
28	120,597.3	3.3	9	3.1
29	144,202.5	4.0	10	3.5
30	82,299.9	2.3	8	2.8
31	68,715.3	1.9	8	2.8

生態分區代號	面積(ha)	面積(%)	樣線數	樣線數(%)
32	78,328.5	2.2	9	3.1
33	185,011.9	5.1	10	3.5
34	263,741.8	7.3	8	2.8
35	90,350.2	2.5	5	1.7
36	113,437.8	3.1	5	1.7
37	99,432.8	2.8	7	2.4
38	112,626.3	3.1	15	5.2
39	86,804.0	2.4	3	1.0
40	99,202.0	2.7	5	1.7
41	22,062.5	0.6	1	0.3
總計	3,613,223.8	100	289	100

* 生態分區代號 8 位於蘭嶼和綠島不在本島之內。

繁殖鳥類調查資料的應用

丁宗蘇

國立台灣大學森林學系助理教授

EMAIL: ding@ccms.ntu.edu.tw , TEL:(02)23630231-#2738

一、前言

關於繁殖鳥類調查資料應該如何應用的這個問題，可以先就二個不同情況來做探討。第一個情況是，鳥類調查已經完成或正在進行；這時我們就手上所有的資料，探討該如何分析、應用的問題。譬如說，中華鳥會所的鳥口普查，或美國地質調查局(United States Geological Survey, USGS)的北美繁殖鳥類計數(North American Breeding Bird Survey) (BBS)，便是這樣的類型。第二個情況是，鳥類調查尚未開始進行或正在策劃；這時我們可以先預想未來所會得到的資料，探討未來就這樣的資料可以做怎樣的應用。在第一個情況下，資料應用的範圍比較侷限，因為資料已經被紀錄，其內容無法改變。我們應用資料時必須要遷就資料的格式、時空範圍、正確性(accuracy)、與精密度(precision)，資料所能發揮的應用空間便比較有限。在第二個情況下，資料尚未開始收集，雖然無法正式進行應用工作，但是我們可以就所研議的鳥類調查方法，推測所將會得到資料的數量、型式、時間範圍、空間範圍、與解析度(resolution)，同時可更進一步推估所將會得到資料的正確性與精密度，並且推測可能的應用。如果，資料應用後所得的成果，無法配合此調查工作所訂下的目標，則便應該在調查工作正式開始前，重新檢討並修正這調查工作的方法或目標。本報告將先討論一般繁殖鳥類調查的資料型式，然後探討這些資料型式可應用的方向，另外就國外幾個行之多年的繁殖鳥類調查，就其資料應用做一些簡單介紹。希望對此繁殖鳥類調查的設計與規劃有所助益。

二、一般繁殖鳥類調查的資料型式與可應用方向

一般鳥類調查，無論如何設計或進行，所得到每一筆資料至少可以包含三方面的資訊：鳥類資訊、空間資訊、時間資訊。

(一) 鳥類資訊

鳥類資訊，在最簡單的情況下，可以就只包含鳥種的名字。某些鳥類在某些情況之下，野外狀況無法辨識到種的階層，可是該筆觀測卻是相當具有價值的(譬如說稀有種)，此時或許可以考慮將所紀錄的鳥種資訊模糊到屬的階層。但是，絕大部分情況下，野外鳥類觀察都可以辨識到種的階層，因此一般鳥類調查皆要求鳥種資訊至少明確到種的階層。此外在情況許可之下，某些鳥類調查也會期望鳥種資訊明確到亞種的階層。這種情況多半發生在某些鳥種有明確的亞種區分，且這些亞種未來有可能進一步分開成為二個生物種。在這些情況之下，鳥類亞種的時空分佈資訊，不僅可以配合未來可能的分類地位變動問題，另外也對該二類鳥類是否該區分為不同生物種的分類工作，會發揮相當重要的功能。台灣目前所有的繁殖鳥類，大都有一個亞種在台灣繁殖，因此這方面問題不大。但對某些鳥類(如白鵝鴿)，某一亞種在台灣繁殖，但也有其他亞種在台灣渡冬或遷移，此時便可考慮將鳥種資訊精確到亞種的階層。

此外，除了鳥種資訊之外，有很多相關資訊也對鳥類研究相當有用；其中最重要的，可能是鳥類的豐度資訊。豐度資訊可分為相對豐度(relative abundance)與絕對密度(absolute density)二種。相對豐度是在基礎點相同或可相比較的情況下，有關鳥類數量上的資訊。絕對密度則是某地區內各鳥種的密度資訊。一般而言，要精確求得鳥類密度資料，需要比較大量的野外心血投入，且結果很容易隨調查者不同而有所偏離。因此，大範圍、長時間、多人進行的鳥類調查，大都沒有要求資料的豐度資訊精密到絕對密度的階層，大多只要求到相對豐度的階層。簡單的說，相對豐度，基本上可以說是只計數每次野外調查所見到每個鳥種的數

量，但是固定每次野外調查的調查方法、時間範圍、及空間範圍。例如如說都採用穿越線法、二至三人調查、調查時間都在早上日出後五小時、穿越線長度都是四公里等的調查做法。以使不同的野外調查在基礎相同或相當的況下，可以互相比較，以得到鳥類豐度的在時間空間軸上的變化趨勢。藉由這樣的相對豐度資料，連接時間與空間的資訊，我們就可以做很多的應用與解答很多的問題。比如說，藍腹鵡在台灣的分佈重心在哪裡？台灣藍鵲歷年來在陽明山的族群變化趨勢是如何？雖然說大部分的野外鳥類調查，都會紀錄鳥類數量，但是如果野外調查的調查方法、時間範圍、及空間範圍並不固定，或者相差很大，就很難進行比較分析；因為不同調查方式所做的野外資料，基礎點不同，比較結果的可信度就相當低。在這樣基礎點不同的情況之下，鳥類野外調查數量資料便不得不忍痛割棄，而只能轉變為二元式的鳥類出現資料(也就是'有'與'沒有')。如此是非常可惜的事，因為很多問題，譬如鳥種的長期族群變遷趨勢，都需要鳥類豐度資料能呈現出連續變化。因此，目前大部分國外的繁殖鳥類調查，都採取基礎點相同、可進行比較的方法設計，以得到可相互比較的相對豐度資料。

此外，除了鳥類的相對豐度外，鳥類的性別、成幼狀態、及行為等資訊，也是繁殖鳥類調查可考慮加入的資料。這些資料對鳥類繁殖生活史、繁殖行為、及族群結構等方面的了解，也有相當大的助益。然而由於許多鳥類的性別及成幼狀態並不易判斷，因此這方面的資料可能無法強制要求必須紀錄。不過，對於某些易於判斷的鳥種，可考慮將性別及成幼狀態此類資訊加入。至於行為方面，鳥類行為有許多可值得紀錄的地方，但是受限於調查的時間人力限制，因此很難花很多時間紀錄鳥類的所見行為。但是許多有關於繁殖行為上的簡短資訊，譬如說交尾、育雛、宣示領域等行為，會對鳥類的繁殖狀況、繁殖時間、及繁殖區域的判定上，有相當大的幫助。因此，對這方面的行為資訊，也是可以考慮加入繁殖鳥類的調查項目。

(二) 空間資訊

空間上的資訊，主要是記載鳥類調查的所進行確切位置。這位置，不管是調

查點或是調查線，最好都能夠明確標示在細尺度的地圖上。如果鳥類調查的位置，只是由一個地名(如集集)或是區域名稱(丹大林區十林班)來代替，由於該地名所涵蓋的範圍大多遠遠超出鳥類調查實際進行的確切位置，因此日後在做資料的分析與應用時，會進入相當多的誤差，因而降低資料的精密度與結果的可信度。除此之外，如果鳥類調查在空間上分成許多調查單位來進行，例如一條調查線上有許多調查點，則這些調查點的資料最好分開紀錄。因為這些調查單位之間的环境狀況常常不大一樣，分開紀錄可增加資料的解像力(resolution)。

空間上的資訊，除了鳥類調查的位置資訊外，還可包括調查區域的環境狀況，譬如說海拔高度、土地利用型態、植群型式、森林類別等等。這些環境資訊，如果鳥類調查進行的位置能被精確定位，日後要將此資料做分析應用時，可以借助地理資訊系統(Geographic Information System)及許多環境資料圖層(如海拔高度圖層)來加以讀取。然而，目前台灣許多重要的環境資料(如植群型式、森林類別)尚未有精確的圖層，加上土地利用型態及植群狀態等環境資訊都是會隨時間改變，因此有必要考慮於鳥類調查進行時一併記錄。這些環境資訊，對了解鳥類為何出現該地？豐度如何？停留多久？或是為何有那些的行為等等的問題都有很高的參考價值，同時也對群聚生態、地景生態、巨觀生態、及生物地理等方面的研究，都有相當大的幫助。因此，如果加上詳細的環境狀況資訊，可以使該鳥類調查資料庫的價值大為提高。

(三) 時間資訊

空間上的資訊，主要是記載鳥類調查的所進行確切時間。一般鳥類調查，為盡量降低誤差，大多會限定在一定時刻(如日出五小時內)下進行。因此，這方面的問題較不重要，比較大的問題是要在一年間的什麼時間去進行鳥類調查。一般的鳥類調查，如果目的是要了解某地的鳥類相及其豐度，可以在固定間隔(例如每個月)前往該地調查。但是，繁殖鳥類調查的目的，大多是要了解某地繁殖鳥類的族群豐度。在這樣的情況下，鳥類野外調查的最佳時機，便是鳥類繁殖季的高峰。國外目前已有的繁殖鳥類調查，大多只在鳥類繁殖季高峰，進行一次至三

次的野外調查，然後以那幾次所紀錄的資料代表該調查點(或路線)該年度的繁殖鳥類狀況。但是，國外有進行繁殖鳥類調查的國家，絕大部分都是位於溫帶或寒帶地區。一般而言，氣候越冷，鳥類的繁殖季就越短、越一致、越明顯。台灣位於亞熱帶，相對而言，鳥類的繁殖季比較長、比較不一致、也比較不明顯。因此繁殖鳥類的調查時間與次數，必須要多做斟酌。同時，如果繁殖鳥類的調查時間決定於不同時間(如月份)進行，除了鳥類族群的年間變化之外，也可以注意不同季節對調查結果的影響。

時間上的資訊，除了鳥類調查的時間資訊外，還可包括隨時間變化的天氣狀況。一般的繁殖鳥類調查，為降低誤差，絕大多數都是限定在晴朗天氣下進行。因此，這方面的資訊對廣尺度、跨越多年度的繁殖鳥類調查較不重要。

除了上述的鳥類、空間、及時間三方面的資訊型式外，鳥類調查資料還可以所調查的鳥種、空間、及時間方面的資訊為轉接軸，連接其他相關的資訊，以做進一步的應用與發揮。例如，鳥種資訊可以連結上鳥類的分類地位、生態習性、體型大小、或遷移狀況等等資訊，空間資訊可以連結上棲地隔離程度、棲地大小、棲地品質等等資訊，時間資訊可以連結上長期氣候變化、土地利用變遷等等。這些資訊都不需要於實際的野外鳥類調查中收集，可由資料應用者，依不同目的，自行收集、分析、與應用。如果鳥類調查的資料誤差小、時間空間方面資訊紀錄清楚可明確與其他資料連結，則這繁殖鳥類調查的可應用的方向也就會非常廣泛。

三、北美繁殖鳥類調查的簡況與應用

北美繁殖鳥類調查是由美國地質調查局(USGS)的候鳥族群研究站(Migratory Bird Population Station)(現在的 Patuxent Wildlife Research Center)所主導。於 1965 年進行野外試估，1966 年於美國及加拿大的西部開始野外調查工作。

第一年約僅有六百條調查線，但經漸漸擴張，現在每年約有三千多條調查線，包含美國本土、加拿大南部、及阿拉斯加(Sauer 1997)。其調查線每年固定，每條約四十公里長，約 0.8 公里有一個點，每條線共有五十個點(Sauer 1997)。每條調查線在每年當地鳥類繁殖的高峰期進行一次野外計數，由資深觀鳥者採開車方式進行。調查者在每個點停留三分鐘，紀錄在四百公尺內所有見到與聽到的鳥類。

北美繁殖鳥類調查當初所開始的主要目的，是在於監測鳥類在北美洲的族群變遷情形，因此目前所做的大部分應用也在這方面的研究。在鳥類族群變遷方面的應用可以分為二部分，一個是全洲性(continental)或全國性的分析、另一個是地區性(regional)的分析。

全洲性的應用，首先可以將各個鳥種在每條調查線所得到的調查結果，畫出各個鳥種在北美洲的分佈範圍。其次，由於各個鳥種在每條調查線皆有實際到的鳥類數目，利用空間推估的統計方法，便可得出每個鳥種在北美洲的相對豐度分佈圖。這樣子的相對豐度分佈圖，不僅可以幫助了解鳥種在全洲性的大致數量是多少，也可了解各個鳥種在那些區域較多，那些區域是其主要的繁殖區域。這樣子的相對豐度分佈圖，如果有很多年以相同方法得到資料，把這些歷年資料所得到的相對豐度分佈圖相比較，便可以得到許多非常有價值的資訊。例如，某些鳥類在過去二十年內，在北美洲是不是普遍減少中？或者，譬如說白頭鷹在二十多年的復育保護工作之後，在北美洲的數量是否有上升？上升的趨勢有多快？或者，某一個外來鳥種的蔓延速度有多快？往那邊的蔓延速度較快？

地區性的應用，例如說某條或某些相鄰的調查線，很多年來都以相同的方式進行調查，則可以比較歷年的資料以了解當地鳥類的族群變動情形。譬如說，有那些鳥類是呈漸漸增加趨勢？有那些鳥類是慢慢地減少？如果這歷年的族群變動資料與當地歷年的土地利用變遷或天氣資料相配合，也可以得到相當有價值的資訊。例如農田漸漸轉為都市用地之後，造成怎樣的鳥類族群變動？或者，某一年強烈的冷冬對當地繁殖鳥類的影響有多大？需要多少年才能回復？由繁殖鳥類調查的鳥類族群變動資料，對這些自然保育或鳥類觀賞上的地區性問題，都有

相當大的幫助。藉由歷年來的鳥類族群變動資料，也可對許多地區性環保議題上的爭議，提供一個快速而有力的佐證與參考。

除了鳥類族群變動趨勢之外，繁殖鳥類調查所得到的資料也對保育生物學 (conservation biology)、群聚生態 (community ecology)、地景生態 (landscape ecology)、巨觀生態 (macro-ecology)、及生物地理 (biogeography) 等方面的研究，有相當大的助益。原因在於鳥類可能是目前被人類研究最透徹的一類生物，又有大量熱心的觀鳥者協助調查，加上又有如北美繁殖鳥類調查、新年鳥類調查等等大型資料庫；因此在很多科學研究中，鳥類可以說是最主要，或者說是惟一可能的研究資料來源。在保育生物學、群聚生態、地景生態、巨觀生態、及生物地理等方面的研究，有很多研究或理論的開展，都是借重如北美繁殖鳥類調查之類的資料庫。舉一些例子來說，生物種間的競爭互動關係 (Wootton 1987)、生物群聚組成的變遷 (Boehning-Gaese *et al.* 1994, Nicholas *et al.* 1998, Keitt and Stanley 1998)、生物物種多樣性的分佈與可能原因 (O'Conner *et al.* 1996, McShea 2001)、動物伴隨地景改變與空間配置間的改變 (Burk and Nol 2000, Holmes and Sherry 2001, Coppedge 2001)、生物分佈範圍、體型大小、與豐度之間的關係 (Brown 1984, Brown *et al.* 1995, Brown *et al.* 1995)、生物分佈範圍與物理性環境因子間的關係 (Root 1988, Taper *et al.* 1995)、生物多樣性熱點的選擇方式 (Polasky *et al.* 2001) 等方面的研究，就應用到北美繁殖鳥類調查的資料。不過這些方面的研究，由於內容相當廣泛，且包含許多不同的科學概念，在此就不一一敘述。

四、英國繁殖鳥類調查的簡況與應用

英國觀鳥活動相當盛行，觀鳥者佔人口的比例相當高。加上其土地面積較小，因此繁殖鳥類調查工作，進行的相當早且比較徹底。1962年英國鳥類信託會 (British Trust for Ornithology) 開始所謂的普通鳥類調查 (Common Birds Survey)，以領域描圖法調查農林地常見鳥類的密度。1974年開始所謂的水域鳥

類調查(Waterway Bird Survey)，同樣以領域描圖法調查溪流、湖泊等水域鳥類的密度。1994年開始一個整合性的繁殖鳥類調查(Breeding Bird Survey)，於全英國隨機選取了二千多個方格區域，每個方格佔地一平方公里，其內設置一條二公里的穿越線。每年調查工作分為三次，第一次調查該方格區域之土地利用型式與植被狀態，第二次及第三次則於繁殖季高峰，以穿越線法調查鳥類密度。跟北美繁殖鳥類調查相比，英國繁殖鳥類調查的優點是，調查點是隨機選取且均勻分佈，而且精確到估算鳥類密度的程度。北美繁殖鳥類調查的調查點，多位於東半部，而且都是道路可及的地方，而以相對數量做為鳥類的豐度指標。不過，英國繁殖鳥類調查所涵蓋的範圍較為狹窄，而且此整合性的繁殖鳥類調查起步較晚，因此應用上也有其限制之處。

英國繁殖鳥類調查的主要目標，同樣是以監測鳥類族群變動趨勢為主(Nobel *et al.* 2001)。因此，目前英國繁殖鳥類調查資料庫的主要應用，也是在鳥類族群分佈與變動方面。不過由於英國繁殖鳥類調查的資料可說是全世界各國中，最為詳細精確的(Gaston and Blackburn 2000)，所以能做的分析應用也比較廣泛。在保育生物、群聚生態、地景生態、巨觀生態、及生物地理等方面的研究，也有許多的研究是採用英國繁殖鳥類調查的資料來作為主要資料來源。不過，英國繁殖鳥類調查資料雖然精細，但是其涵蓋範圍並不大，因此不適合大空間尺度的研究。

五、 結論

總結來說，繁殖鳥類調查方法上的設計，最重要的是要注意『可比較性』(comparability)的問題。如果在設計調查方法時，便能好好考慮到資料的可比較性，而且實際調查所得的資料也能達到立足基礎點相同，可以互相比較，則此繁殖鳥類調查便可以說是成功(Link and Sauer 1998)。而在繁殖鳥類調查的資料應用方面，一般而言，鳥類的族群變遷與族群分佈是最主要的應用。除此之外，在保育生物學、群聚生態學、地景生態學、巨觀生態學、生物地理學、野生動物經營

管理、及生物多樣性等層面上，繁殖鳥類調查資料也有相當廣泛的應用。不過由於監測鳥類的族群變遷與族群分佈，仍是一般繁殖鳥類調查資料最主要的目標。因此，繁殖鳥類調查的設計，仍是應以這目標為主要設計方向。若是調查能盡量避免誤差，而使所收集的資料具有較高的可比較性，若以此為基礎連接上其他資訊，則資料的應用則會相當廣泛。

引用文獻

- Boehning-Gaese K., M. L. Taper, and J. H. Brown. 1994. Avian community dynamics are discordant in space and time. *Oikos* 70:121-126.
- Brown, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124:255-279.
- Brown J. H., D. W. Mehlman, and G. C. Stevens. 1995. Spatial variation in abundance. *Ecology* 76:2028-2043.
- Brown J. H., G. C. Stevens, and D. K. Kaufman. 1996. The geographic range: size shape, boundaries, and internal structure. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27:597-623.
- Burke D. M. and E. Nol. 2000. Landscape and fragment size effects on reproductive success of forest-breeding birds in Ontario. *Ecological Applications* 10:1749-1761.
- Coppedge B. R., D. M. Engle, R. E. Masters, and M. S. Gregory. 2001. Avian response to landscape change in fragmented southern Great Plains grasslands. *Ecological Applications* 11:47-59.
- Gaston, K. J. and T. M. Blackburn. 2000. *Pattern and processes in macroecology*. Page 25. Blackwell, Oxford, UK.

- Holmes R. T. and T. W. Sherry. 2001. Thirty-year bird population trends in an unfragmented temperate deciduous forest: Importance of habitat change. *Auk* 118:589-609.
- Keitt T. H. and H. E. Stanley. 1998. Dynamics of North American breeding bird populations. *Nature* 393:257-260.
- Link W. A. and J. R. Sauer. 1998. Estimating population change from count data: Application to the North American breeding bird survey. *Ecological Applications* 8:258-268.
- McShea W. J. 2000. The influence of acorn crops on annual variation in rodent and bird populations. *Ecology* 81:228-238.
- Nicholas J. D., T. Boulinier, J. E. Hines, K. H. Pollock, and J. R. Sauer. 1998. Estimating rates of local species extinction, colonization, and turnover in animal communities. *Ecological Applications* 8:1213-1225.
- Nobel, D. G., M. J. Raven, and S. R. Baillie. 2001. *The breeding bird survey 2000*. Report # 265, British Trust for Ornithology, Norfolk, UK.
- O'Connor R. J., M. T. Jones, D. White, C. Hunsaker, T. Loveland, B. Jones, and E. Preston. 1996. Spatial partitioning of environmental correlates of avian biodiversity in the conterminous United States. *Biodiversity Letters* 3:97-110.
- Polasky S., C. Blair, C. A. Vossler, and S. M. Meyers. 2001. A comparison of taxonomic distinctness versus richness as criteria for setting conservation priorities for North American birds. *Biological Conservation* 97:99-105.
- Root, T. 1988a. Energy constraints on avian distributions and abundances. *Ecology* 69:330-339.
- Root, T. 1988b. Environmental factors associated with avian distributional boundaries. *Journal of Biogeography* 15:489-505.
- Sauer, J. R., J. E. Hines, G. Gough, I. Thomas, and B. G. Peterjohn. 1997. *The North*

American Breeding Bird Survey Results and Analysis. Patuxent Wildlife
Research Center, Laurel, MD, USA.

Taper M. L., K. Boehning-Gaese, and J. H. Brown. 1995. Individualistic responses of
bird species to environmental change. *Oecologia* 101:478-486.

Wootton J. T. 1987. Interspecific competition between introduced house finch
populations and two associated passerine species. *Oecologia* 71:325-331.

標準鳥類調查方法設立的考量要素

許皓捷

國立台灣大學動物學系

壹、前言

鳥類數量估算需考慮精密度 (precise) 與準確度 (accurate)。精密度指的是不同調查旅次之間結果的差異或資料離散的程度，準確度指的則是整體調查結果與實際的差異。就長期鳥類生態監測而言，精密度比準確度重要，因為準確的鳥類族群密度不易獲得，但精密度高的相對數量卻容易估算；其次，精密（但不一定準確）的相對數量，一樣可以有效了解及監測鳥類族群及群聚的波動情形。

標準化鳥類調查方法可以提高資料的精密度。長期而大面積的鳥類調查，需要大量人力投入野外工作，標準化的調查準據，可以統一不同調查者的調查方式，以減低抽樣誤差，或使部分抽樣誤差成為系統誤差。採用標準化的調查方法，不同調查者及不同時空之間的資料，將因此而具有一致的比較基礎，從而提高最後分析結果的可信度。

標準化程序視調查方法與目的而異。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, 許富雄 2001)，造成資料誤差的因素亦不盡相同，因此，不同方法的標準化過程所需考量的因素亦有所差異。點估計法 (point count) 及穿越線法 (line transect) 均屬於距離取樣法 (distance sampling) (Buckland et al. 1993, Buckland et al. 2000)，是鳥類調查最常使用的方法。本文主要以距離取樣法的操作特性，以及可能造成取樣誤差的因素，討論鳥類調查方法予以標準化時，應該考慮的要素。

貳、距離取樣法的操作特性

離觀察者愈遠，鳥類被察覺的機率愈低；距離取樣法記錄被察覺鳥類的數量及距離，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)，因此在鳥類群聚調查上被廣泛採用。

距離取樣法中的穿越線法，是在調查區域內選擇數條距離一樣且各自方向固定的穿越線，以穩定的速度沿穿越線前進，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。點估計法則是在調查區域內選定數個固定的觀測點，在觀測點上停留一定的時間，記錄四周的鳥種與數量，及其與觀察者之間的距離。

參、標準化的考量要素

一、取樣設計

距離取樣法極度依賴鳥類的鳴聲，因此取樣誤差來源也多與鳥類鳴聲特性有關，例如季節、天氣、一天中的時段。依據誤差來源設計標準程序，可以有效降低誤差。除此之外，調查努力量、樣點或樣線的空間配置、調查時程，也都是取樣設計常考慮的項目。

1. 季節

鳥類在繁殖季前期鳴唱最為頻繁，此時期最容易被察覺。但是鳴唱高峰隨海拔而異，不同海拔的調查時程必須略做調整。相對的，在非繁殖季進行鳥類調查時，鳴唱或鳴叫的頻度變得很低，甚至有些鳥種完全不叫，抽樣誤差很大。

2. 天氣

天氣影響鳥類的活動。一般而言，晴朗無風時，鳥類的鳴唱最為頻繁。起霧、刮風、或下雨，不但鳥類鳴唱或鳴叫頻度明顯降低，觀察者察覺鳥類的敏銳度也會受氣候影響而較差。

3. 時段

鳥類鳴唱或鳴叫具有日週期變化。鳥類鳴聲的高峰多在日出到日出後三小時之內。黃昏雖有另一活動高峰，但為時甚為短暫。

4. 努力量或速度

在調查點的停留時間或穿越線上的行進速度也會影響調查結果。停留時間愈長或行進速度愈慢，愈能記錄到所有的鳥種；但是停留時間過長或速度過慢，卻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的機會移到區內而被記錄到；這兩種情形均會使該樣點或樣線的鳥類密度有被高估的可能。另外，太長的停留時間或過慢的行進速度也會使調查工作變得沒有效率，使能調查的樣點或樣線數變少。相對的，較短的停留時間或較快的行進速度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或樣線而增加統計檢定力 (statistical power)。然而，停留時間太短或行進速度過快，卻也可能遺漏很多應該存在的個體。因此，在調查點的停留時間或穿越線上的行進速度，是規範距離取樣法的調查標準時，最重要的一項課題。停留時間或行進速度應視季節及棲地類型而異。

另一方面，同一個地區的調查次數也是規範標準調查方法重要的內容之一。單次的調查並無法將一地全部的鳥種或個體完全記錄到，因此常須重複進行調查。理論上，調查次數愈多，估算的結果就愈精確，然而耗費的人力及時間也愈多，因此必須就有限的資源訂定合理的重複調查次數。開闊地的鳥類較容易被察覺，相對的，在灌叢及樹林等緻密的棲地類型，由於視線阻隔及鳥音傳播的障礙，鳥類較不容易被察覺。因此，在相同的變異係數水準之內，不同的棲地類型，所需的調查次數可能不一樣。

值得注意的是，一致的調查次數並不保證群聚間有一致的比較基礎，例如在一定的調查次數之後，鳥種數較少的群聚可能可以察覺到全部的鳥種，但鳥種複雜多樣的群聚卻可能只有很少比例的種類被記錄到。因此調查次數應該依據鳥類察覺特性及群聚結構而定。鳥類在繁殖季因為建立領域或築巢之故，群聚組成

較為穩定，調查次數相對可以較少；非繁殖季大多數鳥類會結群及四處游移，一地的群聚組成變得相對不穩定，調查次數必須大幅增加，其密度估值的變異係數才能達到與繁殖季相當的水準。另外，鳥種數多的地方，通常也必須重複較多次的調查。而鳥種數一樣的兩個群聚，species-abundance models 不一樣，所需的調查次數也可能不同，例如符合 log series model 的群聚有比較多的稀有種，重複調查次數可能就要比 log normal model 的群聚多；不過若只是進行群聚間鳥種數的比較，則可以由統計方法，利用 species richness estimators 予以估計。

5. 樣點或樣線的空間配置

樣點與樣點之間的距離必須夠遠，才能避免同一個體被重複記錄，並且調查所得的資料才具有統計上的獨立性。樣點與均質棲地邊緣之間的距離也要夠遠，才能有效的探討鳥類與環境之間的關係。另外，樣點的空間配置亦必須符合逢機的原則。標準化的調查方法必須事先規範這些空間配置原則。

穿越線法的空間配置額外要考慮的是穿越線長度與環境變異度的問題。穿越線過長，穿越線起訖點之間的環境可能有很大的變異，不利於探討鳥類與環境之間的關係。因此穿越線長度必須視環境變異情形事先規範。

6. 調查時程安排

進行重複調查時，調查日期太過接近，可能只是偽重複。至少要間隔多久再做調查才有意義？必須事先規劃好。在同一天進行調查的數個樣點之間，每次調查的順序是否須輪調？另外，繁殖季或調查季的起訖日期也要依據緯度、海拔事先統一。

二、記錄內容及方式

長期而大範圍的鳥類調查，必然需要仰賴大量人力，因此調查方法的標準化需要考慮到可行性及便利性。調查方法是否容易遵循？調查人員在事前是否需要經過額外的訓練？都是應該考慮的因素。對距離取樣法而言，距離的判斷及記錄方式尤其需要考慮。

1. 距離估算

距離取樣法在實際操作上，依距離記錄方式的不同可分為固定距離、不固定距離、與分組距離記錄法三種。

固定距離記錄法，調查者僅記錄事先設定的距離之內所發現的鳥類種類及數量，但不估算距離；對於固定距離之外出現的鳥種則不予記錄。採用固定距離的好處是調查者不用估算鳥類的距離，在實際操作上比較簡單。由於不同調查者之間對同一距離估算容易有較大的差異，採用固定距離記錄法較可以避免因為距離估算不同產生的誤差。但是固定距離因為記錄的範圍有限，對於數量稀少但鳴聲嘹亮的鳥種，例如五色鳥、鷹鵝、筒鳥、深山竹雞等，容易因為距離太遠，雖然察覺了，但因為超出設定的距離而疏漏。同時有效察覺距離較近的鳥種，如果設定的固定距離太遠，也會造成這些鳥種密度的低估。

不固定距離記錄法則是調查者在察覺每一個體時，同時判斷其與調查者之間的距離。依據所有記錄的距離，可以計算每一鳥種隨距離改變，察覺機率改變的機率密度函數，而據以計算每一鳥種的族群密度。此法通常可以比固定距離法記錄到更多的鳥種，並且因為可以依據每一鳥種察覺特性計算其函數，估算的密度較為正確。此法的缺點主要在於不同調查者之間，容易因為距離判定差異而產生誤差。尤其經驗不足的調查者，在距離判斷上更容易產生較大的誤差。同時調查者事前也要經過距離判斷的訓練，較為費事。

分組距離記錄法是為解決距離判斷問題所衍生的修正方法。這個方法通常是將距離分為兩或三組，例如 0-50 m 及 50 m 到無限遠。在操作上具有固定距離記錄法的便利性，卻又能使不同鳥種因為在某一距離的察覺機率不同所產生的誤差可以盡量減低，而在相對密度計算上得到較正確的估值。

值得注意的是，棲地類型可能影響聲音的察覺，有效察覺距離應隨棲地型態調整。同時，棲地類型也可能影響觀察者的距離判斷。一般而言，開闊地較缺乏目視參考點，在調查過程中會有低估鳥類個體與觀察者之間距離的可能。

2. 數量記錄

由於鳥類結群的問題，數量記錄常有不一致的現象。尤其對同一方向及距離但無法目視的聲音來源，若有多隻個體鳴叫，不同調查者間常會出現記錄不一致的情形。另外，繁殖季是否總是成對出現？鳴唱聲是否僅由雄鳥發出？處理這類鳥種時該如何記錄，也要事先規範。

3. 其它記錄事項

包括鳥類的性別、年齡、行為、棲枝位置...等是否需要特別記錄，要如何記錄？需事先規範。

三、調查者的訓練

誤差可能來自於觀察者察覺鳥類的能力。包括對各個鳥種聲音的熟悉度、聲音極易混淆的多個不同鳥種之間聲音的分辨能力、微弱鳥音的敏感度、聲音來源的距離判斷之正確性、稍縱即逝的鳥種之正確判別等。因此標準化調查方法的內容最好亦能包括調查者的訓練。

肆、結論

標準化調查方法可以減少抽樣誤差，提昇資料品質，並使不同研究之間的資料具有相同的比較基礎，而增進資料利用的價值。標準化的調查方法同時也提供業餘鳥類觀察者參與學術研究的機會。

不同鳥類調查方法，其標準化的內容亦不盡相同。採用距離取樣法時，標準化過程最重要的考量要素在於如何減低那些影響鳥類鳴聲察覺的誤差來源。另外，記錄方式及人員訓練，也是標準化調查方法不可或缺的內容。最後，在一地，某一調查方法是否已經有行之有年的標準化程序？現有的標準化程序是否完善或合乎需要，需不需要另訂標準程序？新訂的標準與以前的標準所得的資料在分析上能否相容？也都必須予以考慮。

伍、參考文獻

許富雄. 2001. 鳥類資源的調查方法. 特有生物研究 3:81-90.

Buckland ST, DR Anderson, KP Burnham, JL Laake. 1993. Distance sampling: estimating abundance of biological populations. London: Chapman & Hall.

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.

Schwarz, C. J., and G. A. F. Seber. 1999. Estimating animal abundance: review III. *Statistical Science* 14:427-456.

台灣繁殖鳥調查方法的設立

許富雄

農委會特有生物研究保育中心

前言

由於具備容易觀察及分類狀況清楚等等特性，鳥類一直是許多生物資源普查及監測的主要對象之一 (Furness and Greenwood 1993; 尤 1997; 許 2001)。而鳥類廣泛分布的特性，也使它成為許多大區域生態環境監測的良好生物指標。例如有許多的研究顯示，棲地片段化及結構性的改變，將會影響到鳥種的組成及分布 (Murray and Stauffer 1995; Wilson *et al.* 1995; Schmiegelow *et al.* 1997); 鳥類位於食物鏈生態位階的後方，可以反應較為低階物種的狀況 (Sample *et al.* 1993; Pettersson *et al.* 1995); 鳥類的群聚組成也可反應鳥種族群間的變動及趨勢。因此，藉由固定時間與固定方法來長程追蹤鳥類的族群變動及趨勢，將可提供不同區域與時間之鳥類群聚與族群的監測，同時也可提供相關保育經營管理的參考。

另一方面，繁殖鳥會在各地區建立穩定的族群數量且它們在繁殖季節的展示及鳴唱行為極易被調查者所偵測發現，大大降低一般調查時未能發現的機率，而較易建立各地實際繁殖鳥組成及數量的資料 (Ding 2001; 許等人 2001)。相較於繁殖鳥類，候鳥及過境鳥對棲地較不具選擇性且其遷移及數量上的變化，在調查偵測時，極易受到調查努力量的影響 (Ding 2001)。此外，繁殖鳥會利用所棲息環境來進行繁殖，其對棲地的選擇性高，容易對周遭環境的改變產生反應。目前全世界已有許多國家在進行繁殖鳥類的調查及規劃，其中自 1966 年由 Robbins 等人所推動的北美繁殖鳥類調查 (North American Breeding Bird Survey) 已在北美地區建立了相當完整的繁殖鳥類資料。

台灣的繁殖鳥類共有 156 種 (王等人 1991; Serveringhaus 1994)，其中包

括有特有種 15 種、特有亞種 69 種。除了少數區域性的調查(丁 1993; 李 1995; 許 1995; 顏 1997)及部分繁殖鳥類生態習性的研究之外(林 1996; 游 1999), 目前台灣仍缺乏全島繁殖鳥類的調查研究。雖然目前有部分研究以過去的文獻資料來分析台灣繁殖鳥類的分布模式及其與環境因子間的關係(廖 1997; 聶 1999), 但這類研究仍必需有野外資料蒐集的輔助。而且這種分布模式的研究多以物種豐富度作為探討的主軸, 對於繁殖鳥類族群消長的情況並無法提供進一步的資訊。

近年來, 台灣生物相關的大專院校、研究單位及民間團體積極從事各項生物資源的調查工作, 而累積了豐富的鳥類觀察記錄, 資料庫亦隨著各類調查研究而持續增加。但這類的調查研究通常隨著不同的研究目的而設立不同的觀察記錄方式, 不同地區間的資料難以直接進行比較, 而且其調查期間往往僅持續一、兩年的時間, 難以長程追蹤鳥類族群的變化趨勢。另一方面, 台灣蓬勃的賞鳥活動, 也持續在累積各地的鳥種記錄, 但由於一般的賞鳥記錄通常比較隨興, 珍貴稀有鳥種部分可能被過份強調, 常見的普遍種則可能被忽略。並且一般賞鳥觀察地點大都集中在鳥友慣常造訪的區域, 導致涵蓋面不足, 而不同資料來源的調查方法及努力量的差異往往更大。

為了瞭解台灣繁殖鳥類的長期分布情形及族群動態。同時也可讓我們深入瞭解台灣繁殖鳥類的空間分布和相對數量, 並提供鳥類研究人員深入研究各種鳥類族群或群聚的基本資料, 這些項目包括不同年間的鳥類族群變化與趨勢走向、族群與氣候因子的關係、鳥類族群受破壞後的恢復情形、長程的鳥類族群監測及外來種對鳥類的影響等等 (Ralph *et al.* 1993)。由於一般鳥類標準調查方法的設定, 必須要注意到調查路線的逢機選擇、一致性的調查方法、調查者的經驗、在相同地點重覆進行調查、考量合宜的調查環境因素及設立大量的樣品等等問題 (Sauer *et al.* 1997)。因此, 我們藉由國內外相關文獻的蒐集及評估, 擬定下述之台灣繁殖鳥調查方法, 以供日後推動相關調查研究的參考。

調查方法的設立

本文下面所描述的方法主要是根據北美繁殖鳥類調查 (North American Breeding Bird Survey) 及邱等人 (2001) 對台灣鳥類調查所分析評估的方式，加上參考國內、外對於鳥類調查方法設立的相關研究 (Ralph and Scott 1981; Robbins 1981; Skirven 1981; Fuller and Langslow 1984; Hutto *et al.* 1986; Buckland 1987; Bibby *et al.* 1992; Ralph *et al.* 1993; Rappole *et al.* 1993; Bookhout 1996; Sutherland 1996; 謝 1986; 呂 1997; 尤 1997) 與英國繁殖鳥類調查 (Breeding Bird Survey in the United Kingdom, BBSUK) 及澳洲鳥類計數 (Australian Bird Count) 的調查規劃方法所設立。由於相關方法的探討資料龐雜，因此我們僅就所規劃方法的執行方式做敘述，而對於各項方法設立的參考資訊則不做深入的探討。

在此所設立的調查方法，主要是採用沿路 (on road) 調查的方式，即於調查區內沿著長約二·五公里的既有道路來設置十個調查定點，每個調查定點間隔 250 公尺，各調查定點分別進行六分鐘的鳥類觀察及記錄。有關調查的相關細節，分別於下作進一步的敘述。

調查目的：

本調查的主要目的在於透過長期的鳥類調查來監測台灣繁殖鳥類族群的改變趨勢及其空間分布，並可與其它棲地因子做進一步的探討，以提供各類研究及保育經營管理的參考。

路線的選擇：

為了去除區域性因素的干擾及取樣上的偏差，必須要設置大量的調查路線來避免這類的誤差。為瞭解大區域鳥類的族群與分布，在同一調查次數下，將調查路線分散於不同空間下來進行調查，比不同時間在同一路線來進行多次的調查，將可獲得較高的效益 (Ralph *et al.* 1993)。同時所設置的調查路線要儘可能

含括各類不同的生態棲地、海拔、氣候類型及開發程度。此外，為儘量減少機械動力車輛及其他的人為干擾，除中、高海拔等不易選取適當調查路線的區域外，均以縣道以下之既有道路來設置調查路線，並儘量選擇寬度不超過六公尺（無中線標示）的道路。在考量各類因子後，可採用分層隨機取樣的方式（許及賴 2000）來獲取我們所需要的調查路線，再由志工來選取進行調查。

調查方法的選擇：

鳥類的調查方法很多，每一種方法各有其適用的物種、棲地及應用的優缺點（Bibby *et al.* 1992; Sutherland 1996; 許 2001）。而本文所擬定的調查方法係沿著既有道路，以固定長度來設置調查定點，並以定點計數（point count）的方法來進行調查。採用定點計數法主要是因為它比較容易在各個不同的調查路線上達到一致的努力量，而比較適宜不同地區及年度間的比較與分析，同時也比較不會受到台灣地形、棲地的變化及海拔對台灣陸棲鳥類分布的影響（李 1995; 許 1995; 許及李 2000）。有許多國家以定點調查的方法來監測當地的陸鳥，各項執行方式則分別在下面各項中來加以敘述。

調查的基本需求：

執行調查者對於台灣各種鳥類的鳴叫聲及外型具備熟悉的辨識能力是極為重要的一項基本需求。對於調查區域可能存在數量較為稀少且調查者對其鳴叫聲較不熟習的鳥種，調查者應透過相關出版品或其它調查者經驗的查詢來獲得。除了具備良好的辨識技巧之外，調查者需能對距離做準確的估計，以便記錄發現個體的相對距離。調查者可藉由紅外線測距儀或固定距離物體的測試訓練，來加強距離的估計能力。同時於選定調查路線後，攜帶地圖、筆、記事本、記錄表、具分針的錶、望遠鏡等基本設備來進行調查。

調查頻度：

各調查路線以每年調查一次為原則。若含括調查路線的探勘，則每年最多需造訪調查路線兩次。

調查人數：

本調查以單人進行觀察記錄。同行人員可進行其它非觀察記錄鳥種的事項，但應避免干擾調查者，尤其於記錄時間內不可與調查者交談。

調查路線的勘查：

一條封閉的道路、毀壞的橋樑或是走錯調查路線將會使調查浪費許多時間。因此，在進行調查之前，最好能對調查路線的各個定點先做探勘的工作，尤其是對第一次進行調查或者到一條新調查路線進行調查的調查者而言，調查路線的勘查是極為必要的。而第一次進行調查的調查者，也可以在勘查路線的時候，先嘗試調查的流程，以熟悉調查過程及估計調查所需花費的時間。

各調查定點的位置：

一般而言，在 125 公尺半徑內 99% 的鳥類個體可以被偵測發現(Ralph *et al.* 1993)。因此，各調查定點間的距離設定為 250 公尺，可以利用車輛的里程表或路線勘查時的實據丈量來獲得。由於車輛里程表並不十分準確，可能存在些許距離的誤差，而這稍許的距離誤差是可容許的，重要的是各年間的調查定點位置必須完全一致，同時最好能對各調查定點做一標示（參考調查定點的標示），以利各年間調查的跟隨。假使因為特殊狀況需要繞路到下一個調查定點，那便想辦法繞過，同時儘可能的完成所能進行的調查定點，重要的是調查定點位置及順序在各年間必須完全一致，而絕對不要自己更改或增加新的調查定點。此外，當所欲設置之調查定點附近存在不可避免的干擾源、觀察障礙或具有危險性時，調查者可權衡做適當距離的移動，但移動的距離前後最好不要超過 50 公尺。台灣陡峭的地形使得許多山區道路蜿蜒彎曲，沿著道路所測量的 250 公尺距離，其實際直

線距離往往不到 250 公尺，如果因道路彎曲使得兩個相鄰的調查定點距離太過接近（如少於 100 公尺），調查者可權衡移動調查定點的設置位置，但移動距離仍以不超過 50 公尺為原則。如果在移動適當距離後仍然無法解決原本所遭遇的問題，則可考量跳過此一擬定設置調查定點的位置，而繼續往下一個位置來設置調查定點（即以間隔約 500 公尺來設置調查定點），但每年的調查定點位置及順序必須完全一致需一致，且整條調查路線的調查定點數量仍須到達原設定的數量。

調查定點的標示：

為利於各年間調查的跟隨，最好能對各調查定點給予標示。各點的標示可採用小型的標示牌、標示帶或噴漆方式標示於容易發現的地點。但需要注意到標示的持久性（至少需能維持到下一年度的調查辨識），同時也要避免過度標示，以免破壞環境。標示後同時將各調查定點的相關位置標示於地圖上，將標示後的地圖連同當年的記錄資料寄回資料中心。

調查的起始點：

每一年的調查起點必須一致，且其後續各調查定點的調查順序在各年間也必須一致，同時依照順序來標示及記錄各定點的代號。不可因為任何因素來更改各定點的調查順序。第一定點的調查時間最好是在日出後的 15 至 30 分鐘內來進行，至於台灣不同日期的日出時間可參考中央氣象局(<http://www.cwb.gov.tw>)的天文服務項次或其它報刊雜誌。以台灣的經緯度差異而言，各地的日出時間僅有數分鐘的差異。但需要加以注意的是在進行調查時，務必提前到達起始的調查定點，以便記錄相關的氣候資料及進行準備工作。而開始正式記錄前所發現的鳥種如希望加以記錄，必須與正式的定點記錄資料分隔開來記錄。

調查季節：

目前相關的研究及資訊發現，台灣鳥類的繁殖高峰期有隨海拔上昇而延後

的現象 (翟 1977)。因此，一般海拔 1000 公尺以下的地區可於每年的二至四月來進行調查，海拔 1000 至 2500 公尺的地區可於每年的三至五月來進行調查，海拔 2500 以上的地區則可在每年的四至六月份來進行調查 (邱等人 2001)。

調查時間：

一般而言，鳥類鳴唱活動以早晨最頻繁，之後隨時間而遞減，但在黃昏時再次升高，而於天黑後沈寂(Robbins 1981)。由於拂曉至日出這個時段鳥類鳴唱及活動的頻度比日出後的其它時段高，為利於不同定點間資料的比較，調查以日出後十五分鐘開始進行為佳(Ralph *et al.* 1993)。邱等人 (2001) 發現台灣繁殖鳥類在日出後三個小時時段內的偵測比例均相當高，而後其偵測比例則持續下降，在日落前一個小時有另一次較低的偵測高峰。因此，日出後 15 分鐘至上午八點以前應是本調查較為理想的調查時段。

調查鳥種：

本調查雖然是以經年棲息在台灣之繁殖留鳥作為主要調查對象，但調查時 仍需將所有在調查定點六分鐘觀察時間內所有發現的鳥種及個體數列入記錄。但對於部分確定較晚離開台灣的冬候鳥或過境鳥種，可於記錄後方加以註記。沒有人能在六分鐘內發現調查定點附近的所有鳥種及個體，務必只對實際看到或聽到的鳥種及個體來進行記錄，除非部分成群活動且數量龐大而無法在短時間明確計數的鳥種，調查者可依相關觀察現象來加以判斷估計外，絕對不可以鄰近調查定點所發現鳥種或相關經驗來臆測記錄鳥種及數量 (參個體數的記錄)。調查者若發現部分依相關經驗及資料比較不可能在該區域附近出現的鳥種，最好能對該發現鳥種的狀況作較為詳細的描述。

調查記錄：

調查定點間的移動，可利用車輛或步行的方式來進行，但應減少對鳥類的

干擾。到達調查定點即開始進行記錄，且必須由單一人來進行鳥類的辨識及計數，同時務必離開車內來進行觀察。每一調查定點的記錄時間設定為六分鐘（邱等人 2001），絕對不可記錄超過六分鐘，即使你確信該調查定點棲息著某些你尚未記錄到的“珍希鳥種”。此外，觀察記錄期間絕對不可使用任何誘引鳥類活動的方法，即使是調查者以哨音來回應鳥類鳴唱的情形也要完全避免。因為本調查將以相同基準的指數來對不同調查地點進行比較，而不是以實際的調查鳥種及數量來進行比較。任何在六分鐘觀察記錄時間之前或之後所發現的鳥種，或是在調查定點間行進所發現的鳥種，絕對不可以放入各調查定點的記錄中。如果調查者認為所發現的資料具有相當的參考價值，可以附記的方式在表格下方來加以記錄。但在到達調查定點要開始進行記錄時及飛離的鳥類，得以其原棲息的位置來加以記錄。而進行調查時若發現少數調查者極感興致的“珍希鳥種”，如果是在調查定點的記錄期間，調查者必需避免花費額外的時間去跟隨觀察，如果是在調查定點間行進所發現，也應避免花費太多的時間去跟隨觀察（最好不要超過十分鐘），因為整個調查務必在規範的時間內完成，且鳥類的活動頻度會隨著日出後的時間逐漸降低。

距離的記錄：

本調查的定點記數法採用分組距離記錄（distances grouped into intervals）（Bibby *et al.* 1992）的方式，亦即將最先發現的鳥類位置與調查者的距離分成 0-50m 及 50m 到無限遠等兩個組別來加以記錄。至於部分在調查定點附近飛翔盤旋（如猛禽或雨燕），而完全不停棲在固定位置的鳥種及個體，則將其記錄在飛越一欄。

個體數的記錄：

所有個體數的記錄，在目視方面均已實際觀察發現的數量來加以記錄。而在鳴叫聲方面，若某鳥種的鳴聲推測僅由雄鳥發出，則應將此鳴聲記錄算成兩

隻次。若某鳥種推測皆為成群出現，則以現場之鳴叫頻度與相關活動狀況來判斷估計其數量，或於定點觀察後，追蹤估計其個體數，但追蹤時間以不超過十分鐘為原則。此外，在填寫數量資料時，需將各次發現之鳥隻數依序記錄（例如以 3+2+1+2....的方式記錄），而成群估計的鳥隻數，可於數字外加一括弧來加以區分（例如以 3+2+(12)+2....的方式記錄）。

進行記錄：

利用記錄表格來進行野外調查的記錄。為了避免因為機械或其它因素導致資料的遺失或記錄不完備，儘量不要使用錄音的方式來進行調查資料的記錄，這也可避免由錄音機登錄調查資料至記錄表所產生的錯誤。如果使用錄音的方式來進行記錄則需非常小心，且儘量於調查結束後，立即將所記錄資料登錄於記錄表。此外，調查者必須練習一邊觀察一邊記錄的調查方式，而不要在六分鐘觀察結束後，再來進行記錄，因為這將會使許多資料產生偏差。同時必須在調查開始前或結束後來記錄天候狀況、調查定點位置的資料及調查開始及結束的時間。而最好能使用黑色的油性筆或鉛筆來進行記錄，絕對不要使用水溶性的淡色筆來進行記錄。

調查記錄表：

可區分成調查路線資料及調查資料兩大部分（附表）。調查路線資料分別為名稱、所屬縣市、鄉鎮、調查日期、時間、天候（參天候代號）及海拔等基本資料，這些必須在調查開始前或結束後來加以記錄。調查資料則分別記錄各調查定點的代號、調查時間、發現鳥種及數量。數量的記錄又以所發現鳥類的位置來加以區分，並以三分鐘前後兩個時段來加以記錄。並於最後方註記該調查定點的主要巨棲類型（參棲地記錄），而這個記錄工作，可於調查結束後再來進行記錄。

調查天候：

為使各調查定點間具備比較性，因此在大雨、強風及濃霧的干擾下，應停止觀察記錄，調查務必在天候適宜的狀況下來進行。間歇性的毛毛細雨或短暫陣雨對於鳥類活動可能不致產生太大的影響，但濃霧、強風及持續的降雨則會對調查造成一定程度的影響。所以調查者需要避免在這類的天候狀況下來進行調查。在風速方面，一般調查最好能在蒲福風級 3 以下的情況來進行調查。一般而言，如果調查者的行進速度比風速快，應該都是可以進行調查的風速。而下列對於天候狀況及蒲福風級的描述可提供相關調查者的參考。

風速代號：

蒲福風級	參考現象	風速 (公尺/秒)
0 (無風)	煙直上	<0.3
1 (軟風)	僅煙能表示風向	0.3-1.5
2 (輕風)	臉可感覺到風，樹葉搖動	1.6-3.3
3 (微風)	樹葉及小枝搖動，旗幟飄展	3.4-5.4
4 (和風)	塵土及碎紙被風吹揚，樹分枝搖動	5.5-7.9
5 (清風)	有葉之小數開始搖動，水面有小波	8.0-10.7

可進行調查之天候代號：

- 0：天氣晴朗，天空僅有少數的雲
- 1：部分天空陰天或天空散佈有許多雲塊
- 2：陰天或大部分天空被雲所遮蓋
- 3：起霧或煙
- 4：毛毛細雨
- 5：陣雨

結果整理：

將所有的記錄表及調查定點位置圖，於每年七月底之前寄回資料中心。

年間的一致性：

各年的調查日期最好不要超過第一年調查日期的前後七天，除非氣候有明顯的偏移改變。而各年的開始調查時間差別最好不要超過三十分鐘。

棲地記錄：

本調查將台灣的巨棲類型區分成 26 類，將調查定點半徑 125 公尺內超過百分之三十的巨棲類型列入記錄(如有特定目的，則各定點需分別進行植被調查)。每一調查定點之巨棲類型記錄以不超過三類為原則。為便於記錄，我們將 26 種巨棲類型劃分成五類，並分別給予代號以便記錄使用。各項代號如下：

A 類：屬高度約在三公尺以上之樹林或竹林棲地：

CF→針葉林	CBF→針闊葉混合林	BF→闊葉林
ACF→人工針葉林	ABF→人工闊葉林	AF→相思樹林
BF→竹林	SSF→海岸林	BN→檳榔園

B 類：屬高度約在三公尺以下之灌叢、箭竹林或草生地

AS→高山灌叢	ABG→高山箭竹草原	AMG→高山芒草原
GA→墓地或荒廢地	LBG→低地箭竹草原	LMG→低海拔芒草原
CS→珊瑚礁灌叢	Or→果園	

C 類：較平坦之開墾或草生地

Cr→農耕地	SHV→海濱草生地	AG→人工草地
--------	-----------	---------

D 類：溪流或濕地

R→溪流	L→湖泊或水池	SW→海岸濕地
------	---------	---------

E 類：其它類別

Ca→岩洞	AC→人工設施區	To→其它
-------	----------	-------

引用文獻

- 丁宗蘇。1993。玉山地區成熟林之鳥類群聚生態。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 尤少彬。1997。環境影響評估中鳥類調查之可靠性探討。野生動物保育教育與經營管理研討會論文集 16-32 頁。
- 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。亞舍圖書公司。
- 李欽國。1995。人造針葉林與天然闊葉林鳥類群聚之比較。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 呂光洋。1997。何謂監測？監測甚麼？野生動物保育教育與經營管理研討會論文集 252-259 頁。
- 邱祈榮、李培芬、張祺如、許皓捷、陳一菁、吳采諭、李玉祺、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。
- 林瑞興。1996。繡眼畫眉生殖及鳥群生態研究。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 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。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 許皓捷、李培芬。2000。台灣高山針葉林鳥類群聚與環境的關係。高山生態多樣性研討會。太魯閣國家公園管理處。花蓮。
- 許富雄。2001。鳥類資源的調查方法。特有生物研究 3: 81-90。
- 許富雄、賴肅如。2000。利用野生動物資源調查進行族群豐富度推估的取樣概念。自然保育季刊 32: 6-21。
- 許富雄、賴肅如、姚正得、林瑞興。2001。利用物種累積曲線來評定鳥類多樣性調查。中華林學季刊。34(4): 393-408。
- 游淑鈞。1999。塔塔加地區金翼白眉生殖及覓食生態之研究。國立台灣大學碩士論文。台北。

- 翟鵬。1977。台灣鳥類生態隔離研究。東海大學碩士論文。台中。
- 廖倩瑜。1997。台灣產畫眉亞科鳥種之空間分布與預測模式。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 謝寶森。1986。穿越線法和圓圈法在鳥類族群密度估算之比較。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 聶嘉慧。1999。台灣繁殖鳥類之種豐富度分布型態。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 顏重威。1997。台灣中部高山森林鳥類群聚組成比較。台灣省立博物館年刊 40: 15-52。
- Bibby, C. J., N. D. Burgess and D. H. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press.
- Bookhout, T. A. 1996. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. The Wildlife Society Press.
- Buckland, S. T. 1987. On the variable circular plot method of estimating animal density. Biometrics 43: 363-384.
- Ding, T. S. 2001. Species diversity at different spatial scales: birds in Yushan, Taiwan, and East Asia. Ph. D. thesis, Univ. of California at Davis, USA.
- Fuller, R. J., and D. R. Langslow. 1984. Estimating numbers of birds by point counts: how long should counts last? Bird Study 39: 27-29.
- Furness, R. W. and J. J. D. Greenwood (1993) Birds as Monitors of Environmental Change. Chapman & Hall, London. 356pp.
- Hutto, R. L., S. M. Pletschet, and P. Hendricks. 1986. A fixed radius point count method for nonbreeding and breeding season use. Auk 103: 593-602.
- Murray, N. L., and D. F. Stauffer. 1995. Nongame bird use of habitat in central Appalachian forest. Journal of Wildlife Management 59: 78-88.
- Pettersson, R. P., J. P. Ball, K. Renhorn, P. Esseen, and K. Sjoberg. 1995. Invertebrate

- communities in boreal forest canopies as influenced by forestry and lichens with implications for passerine birds. *Biological Conservation* 74:57-63.
- Ralph, C. J., and J. M. Scott. 1981. *Estimating Numbers of Terrestrial Birds*. Cooper Ornithological Society.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, and D. F. Desante. 1993. *Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds*. Pacific Southwest Research Station Albany, California.
- Robbins, C. S. 1981. Effect of time of day on bird activity. Pp. 275-286. *In*: Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology* No. 6.
- Sample, B. E., R. J. Cooper, and R. C. Whitmore. 1993. Dietary shifts among songbirds from a diflubenzuron-treated forest. *Condor* 95:616-624.
- Sauer, J. R., J. E. Hines, G. Gough, I. Thomas, and B. G. Peterjohn. 1997. *The Northern American Breeding Bird Survey Results and Analysis. Version 96.4*. Patuxen Wildlife Research Center, Laurel, MD.
- Schmiegelow, F. K. A., C. S. Machtans, and S. J. Hannon. 1997. Are boreal birds resilient to forest fragmentation? An experimental study of short-term community responses. *Ecology* 78:1914-1932.
- Serveringhaus, L. L. 1994. The zoogeography and biodiversity of birds in Taiwan. Pages 245-258 in C. I. Peng and C. H. Chou, editors. *Biodiversity and Terrestrial Ecosystems*. Institute of Botany, Academic Sinica Monograph Series No. 14, Taipei.
- Skirven, A. A. 1981. Effect of time of day and time of season on the number of observation and density estimates of breeding birds. Pp. 271-274. *In*: Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology* No. 6.
- Sutherland, W. J. 1996. *Ecological Census Techniques*. Cambridge University Press.
- Wilson, C. W., R. E. Masters, and G. A. Buekenhofer. 1995. Breeding bird response to

pine-grassland community restoration for red-cockaded woodpeckers. *Journal of Wildlife Management* 59:56-67.

鳥類調查記錄表

樣區名稱：特有生物研究保育中心 縣市：南投 鄉鎮：集集

調查日期：91年10月9日 調查時間：5時30分至8時00分 天候：2

海拔上限：200公尺 海拔下限：300公尺 記錄者：許富雄 記錄序號：1

定點 代號	時間	鳥種名	0—3分鐘			4—6分鐘			巨棲類型或 其它描述
			<50m	>50m	飛越	<50m	>50m	飛越	
010530		白頭翁	1+2	2+4			2+4		AC、ABF
		綠繡眼	2+4				2+6		
		斑頸鳩	2	2+2		1	2		
		黑枕藍鶺鴒	1	2					
		繡眼畫眉	2	(16)		2			
		麻雀	2+8	6			8+6		
020546		白頭翁	2+2	2+4		1+3	2+2		ABF、L
		白環鸚嘴鵡	2	1			1+2		
		樹鵲	2	3			2		
		赤腰燕	2		3		2		
		洋燕	4	3	2		2		
030603		白頭翁		2+2		2	3		ABF、L、LMG
		粉紅鸞嘴	(12)			2			
		灰頭鷓鴣		2+1		1	2		
		翠鳥	1						
		黑冠麻鷲		1					
		紅尾伯勞	1					(T)	

巨棲類型：1.AS - 高山灌叢 2.ABG - 高山箭竹草原 3.AMG - 高山芒草原 4.CF - 針葉林 5.CBF - 針闊葉混合林
 6.BF - 闊葉林 7.LBG - 低地箭竹林 8.LMG - 低地芒草原 9.ACF - 人工針葉林 10.ABF - 人工闊葉林
 11.AF - 相思樹林 12.BF - 竹林 13.Or - 果園 14.Cr - 農耕地 15.GA - 墓地及荒廢地 16.R - 河川或溪流
 17.L - 湖泊或水池 18.SW - 海岸濕地 19.SSF - 海岸林 20.SHV - 海濱草地 21.CS - 珊瑚礁灌叢
 22.Ca - 岩洞 23.AG - 人工草地 24.AC - 人工設施區 25.BN - 檳榔園 26.To - 其他

調查者註記： _____

台灣繁殖鳥調查聯絡網站的設立架構

林瑞興

農委會特有生物研究保育中心

前言

台灣繁殖鳥調查是大區域的鳥類普查，需要投入大量人力與時間才有可能進行並持續，因此邀集全固有興趣的鳥人投入這個計畫，是較有效率又經濟的方式。網際網路已改變了人們溝通的方式，透過無遠弗屆的網際網路，人們可以很容易的獲取千里外的訊息，而訊息的提供者也可以經由網際網路，將資訊廣泛的傳播出去。架設繁殖鳥調查網站，不僅是將此計畫廣泛而容易的讓有興趣的人了解，並可透過網站尋求可以支援的人力。此外，分析整理過的資料也能經由網站發布，讓有興趣的個人或團體查閱索取。

繁殖鳥網站概略分以下幾部分：

一、首頁

繁殖鳥調查淺介

為什麼要進行繁殖鳥調查

網站內容綱要

二、國外經驗

國外繁殖鳥調查歷史、現況及其產生價值

三、台灣繁殖鳥調查

台灣地區繁殖鳥調查的推動與未來發展

四、如何參與（志工招募）

加入調查員行列：須在網站上清楚說明有意參與者須具備的基本條件，如鳥種及鳥音的辨識功力。

樣點查詢：於網站上詳列所有調查樣區及各樣區調查狀況。可讓志工自行評估可長期調查的地點。

聯絡方式

五、調查方法

調查方法詳細說明，包含資料記錄方式及回收方式。

調查方法、地圖、紀錄表格下載。

六、最新消息發布

例如徵求調查志工、活動訊息、訓練課程、新文章報告發表等消息。

七、成果

年度報告、論文及其他成果發表及下載。

八、訓練課程

訓練課程舉辦方式

公佈訓練課程舉辦時間、內容及參加資格等

九、學習工具

圖像及聲音

十、討論群

專為志工開闢的園地，志工可以在這裡分享調查的經驗，疑難解答

十一、相關網站連結

十二、與我們聯絡

台灣繁殖鳥調查志工培訓

姚正得

農委會特有生物研究保育中心

繁殖鳥調查是在每年鳥類繁殖的高峰期進行，期望能藉由長期資料累積及分析來探討台灣全島性的鳥類族群變化。調查路線是以隨機取樣方式設立，由同樣的調查人員以相同調查方法，固定在每年生殖季進行調查。同樣地，在天氣的條件上須設定在符合一定標準才進行調查。如此，在標準條件下所蒐集資料，才能進一步進行時間序列上的比較。繁殖鳥調查是經由大量資料的產出，加上年復一年重複調查，以期使取樣誤差降至最低。

繁殖鳥調查(BBS)在歐美地區，包括英國、美國、加拿大等國家施行已有 30 年以上的歷史，這項計畫的成果卓著，已逐漸受到世界其他國家的重視，有越來越多的國家開始推動這一類的長期監測計畫。這個計畫是否順利推動全賴是否能夠擴大調查志工的參與規模，建立具有代表性的樣本數，並維持長期資料累積，以供各項研究分析之應用。在繁殖鳥調查計畫中，首要作就是如何號召、訓練調查志工來參與這項工作，其中包括：志工本身的鳥類辨識能力(看&聽)、志工抵達樣區的方式、每人每年負責的調查路線總數-----等，均須在招募志工及訓練課程的過程中加以評估。

本報告就 BBS 的調查義工訓練計畫中有關志工招募對象、志工須具備之條件、訓練課程之安排、操作手冊講義之編印及問答溝通管道之建立等相關問題，先提出來以供大家討論：

一、對象：初期以鳥會內資深或野外辨識能力(包括鳥類形態及聲音辨識能力)較佳之鳥友、學校內從事野生動物及鳥類生態研究之學者及其研究室成員中具有良好鳥類辨識訓練者為主要招募對象。

二、志工實際進行調查前須具備之條件：

(一) 備有到達調查路線所在地交通工具。

(二) 對於調查路線範圍內可能會出現鳥種之形能及鳴聲具有良好辨識能力。

(三) 須完全瞭解繁殖鳥調查所採用調查方法，調查路線的起迄點，並接受完整之訓練課程且通過認可後，調查志工才能獨立負責固定調查路線進行調查。

三、訓練課程：課程內容應包括：調查方法介紹、取樣原則及取樣設計、資料分析及實地調查訓練等，最好能以 2 天為單位進行訓練班之課程安排。各區域(北、中、南、東)最好都能找到 1~2 個鳥會或學校，各自尋求 3-5 人，在一定程度師資訓練後，各自就近辦理調查志工訓練。

四、操作手冊講義之編印及問答溝通管道之建立，則以配合網站之設立，將操作手冊內容建置於可下載區，並建立問答信箱，最好由各區訓練單位的負責人分別答覆有關各區調查志工有關調查方面的問題。