

鳥類資源的調查方法

許富雄

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路1號

摘要

本文蒐集鳥類調查相關文獻，整理出15種鳥類的調查方法。在這15種調查方法之中，群集巢位計數法、求偶場計數法、棲所計數法、遷移計數法、領域描圖法、錄放反應法、單位努力量捕捉法、標放法、排遺計數法及個體聲音辨識法等十種調查方法比較適合應用在以特定類別鳥種為對象的資源調查或特定目標的鳥類學研究之上。至於穿越線法、定點計數法、群集計數法、時間種類計數法及地區搜尋法等五種調查方法則可應用在一般的鳥類資源調查之上，本文同時對這五種調查方法作較為深入的敘述及討論。但由於一般鳥類資源調查的物種對象廣泛，並不容易選出一個完全適合的調查方法；而如果希望對所調查的鳥類作各類族群推估，則需要採用適當的數學模式及取樣方法。

關鍵詞：穿越線法、定點計數法、群集計數法、時間種類計數法、地區搜尋法

收件日期：2000年11月18日

接受日期：2001年1月19日

緒言

目前全世界的鳥類約有9,200種(Howards and Moore 1991)，臺灣已列入正式紀錄的鳥類約有450種(中華民國野鳥學會 1995)。由於種類多，不同物種間的棲息環境及生活方式也都有所差異。例如有些鳥類屬於區域性的留鳥，一年四季都可能在某些區域中被發現；有些鳥類屬於季節性的候鳥，一年中只在特定的季節出現；有些鳥類會成群聚集，有些鳥類則傾向單獨活動；有些鳥類極易發出特殊的鳴唱聲而被發現辨識，有些鳥類則鮮少鳴叫。許多研究者便針對不同鳥類的習性而設計了一些合適方法來進行調查研究，因此曾經被採用的鳥類調查方法非常的多

(Bibby *et al.* 1992; Ralph *et al.* 1993; Bookhout 1996; Sutherland 1996)。

一般野生動物資源調查，通常希望能夠蒐集到調查範圍內的物種組成、分布、族群數量及棲息環境等資料(吳及陳 1992; 周 1993; 呂等 1996; 呂 1997; 林等 1998)。但因一般資源調查的研究範圍都相當大，調查頻度常受到人力、物力及時間的限制，很難在同一調查區進行高頻度的調查。加上各種鳥類的調查方法在調查對象及棲地上均各有其適用範圍及限制，單單利用一種調查方法來蒐集建立某一個地區的鳥類相名錄，通常會存在某種程度的偏差，而想獲取一些較為深入資料更是不容易。無論如何，為了提供日後研究者的參考比對，任何的調查研究都應該盡可

能採用大家所熟悉接受的調查方法，並於研究方法中詳加敘述(呂等 1996)。此外，在同一調查區所採用的調查方法應儘可能一致，以利調查資料的分析。如果希望比較不同調查區間的物種相對數量，則各調查區間最好能採用固定的調查方式來進行(謝 1997)。而本文即就相關文獻的整理，介紹五種較適合一般群聚偵測(community detection)的鳥類資源調查方法，以提供相關研究調查的參考。

鳥類調查方法

一般鳥類研究較常採用的調查方法計有穿越線法(line transect, strip)、定點計數法(point count)、群集計數法(counting flocks)、時間種類計數法(time species count)、地區搜尋法(area search)、群集巢位計數法(counting nests in colonies)、求偶場計數法(counting lek)、棲所計數法(counting roosts)、遷移計數法(counting migrants)、領域描圖法(territory mapping, spot mapping)、錄放反應法(response to playback)、單位努力量捕捉法(catch per unit effort)、標放法(mark-release-recapture)、排遺計數法(dropping counts)及個體聲音辨識法(vocal individuality)等15種(Ralph and Scott 1981; Bibby *et al.* 1992; Ralph *et al.* 1993; Bookhout 1996; Sutherland 1996)。這些調查方法各有其適於應用的調查物種及棲地(表1)，例如領域描圖法、定點計數法及穿越線法比較適合對均勻分布的鳥種來進行調查，而群集計數法、棲所計數法及群集巢位計數法則適於調查聚集棲息的鳥種。另外，有些調查方法僅適用特定對象或因研究所需花費之人力或物力較高，而較常被應用在特定物種或其它特殊目的研究，例如求偶場計數法、標放法(Sutherland 1996)。因此，在選擇鳥類調查方法時，除調查目標之外，同時需考量物種、棲地狀況、經費、時間、人力、物力及

執行困難度等等問題，以決定較合宜之調查方法。此外，不同物種的活動習性、個體密度、棲地、時間、季節及氣候所可能造成的偏差，也是調查者必需加以注意的(Bibby *et al.* 1992)。進行鳥類調查時，調查者具有一定程度鳥類辨識能力是最基本的需求，而針對雀形目(Passeriformes)這類鳴禽的調查最好能在日出後的4小時內來完成(Robbins 1981; Skirven 1981)。

由於臺灣複雜的地形及棲地環境，一些需耗費較高人力、物力或僅適用在少數物種及小範圍面積的調查方法，並不適合應用在一般的鳥類資源調查上。謝(1986)認為穿越線法及定點計數法較為省時、省力，適合大面積和長時間的鳥類資源調查。尤(1997)認為穿越線法、定點計數法及時間種類計數法比較適合在臺灣採用的鳥類資源調查方法。而本文將就穿越線法、定點計數法、群集計數法、時間種類計數法及地區搜尋法等五種鳥類調查方法，作較深入的敘述。

一、穿越線法

穿越線法是在調查區內選定一條以上固定方向的穿越線，以穩定的速度沿著穿越線前進，記錄沿途兩邊所發現的鳥種及數量，同時記錄或估計鳥類出現位置與穿越線的垂直距離(Burnham *et al.* 1980)。一般而言，棲地開闊且面積大的區域比較適合採用穿越線法來進行鳥類資源調查。

(一)穿越線法的前提假設(Bibby *et al.* 1992)：

1. 所有在穿越線兩旁的鳥類均會被發現。
2. 鳥類在被發現前並未移動其停棲的位置。
3. 鳥類與穿越線的垂直距離估計是正確的。
4. 在穿越線上行進計數的鳥類無重覆計數的情況。
5. 每一隻鳥被發現的情況是獨立的。
6. 因為季節、天候或調查者所導致的偏差是可推斷的。

表1. 相關文獻所定義的15種鳥類調查方法及其標的物種與棲地

Table 1. The 15 bird survey techniques identified in literatures and their associated target species and habitat

鳥類調查方法	標的物種及棲地
建議在一般鳥類資源調查採用的方法	
穿越線法 (line transect, strip)	棲息草原、荒原或其它開闊地的陸棲性鳥類或棲息在沿岸的海鳥或涉禽
定點計數法 (point count)	在各類棲地中容易觀察或鳴叫的鳥種(大部分的燕雀目鳥類)
群集計數法 (counting flocks)	以棲息在沿海、河口等易觀察且會群聚活動的涉禽、雁鴨及部分燕雀目鳥類為主
時間種類計數法 (time species count)	歧異度高而觀察不易的群聚，特別是在熱帶森林或大草原中
地區搜尋法 (area search)	在各類棲地中容易觀察或鳴叫的鳥種(大部分的燕雀目鳥類)
不建議在一般鳥類資源調查採用的方法 (特定類別鳥種的調查除外)	
群集巢位計數法 (Counting nests in colonies)	鸞科、鷗科、海鳥及其它會群集築巢在岩壁、海岸、樹林或挖巢洞的鳥種
求偶場計數法 (counting lek)	松雞、火雞及蜂鳥等會行群聚求偶展示的鳥種
棲所計數法 (counting roosts)	涉禽、鸚鵡及部分燕雀目鳥類等會在夜間群聚休息的鳥種
遷移計數法 (counting migrants)	如猛禽、白鸛等在日間遷移會經過瓶頸地帶的鳥種
領域描圖法 (territory mapping)	具有明顯繁殖領域的鳥種 (大部分的燕雀目鳥類及部分雁鴨、猛禽及涉禽)
錄放反應法 (response to playback)	隱蔽性高的棲地及不易觀察發現的鳥種
單位努力量捕捉法 (catch per unit effort)	主要針對棲息在茂密森林、灌叢或是河岸、地被植物茂密的燕雀目鳥類
標放法 (mark-release-recapture)	適用各類鳥種、棲地
排遺計數法 (dropping counts)	獵禽或獵鳥
個體聲音辨識法 (vocal individuality)	不易看見或捕捉而鳴叫聲特殊的鳥種

(二) 穿越線法的研究設計與野外調查方式：

穿越線法是許多人所熟悉的一種研究方法，至於在一個調查區中究竟要設置多少條穿越線？每條穿越線的理想長度為何？則需視研究目的、調查區大小及棲地狀況來作考量。英國繁殖鳥類調查(Breeding Bird Survey in the United Kingdom, BBSUK)是在1 kmX1 km的方格中，逢機選取一條南北長1 km的穿越線，但法國所設立調查的穿越線長度則有5 km(Sutherland 1996)。臺灣棲地及地形的變化，對於穿越線長度設立的選擇可能會造成一些限制。下面是設計穿越線調查及進行野外工作所需注意的一些事項。

1. 穿越線的長度及調查人數最好固定，而且必需有清楚的地點標示，以便後續調查能在同一路線上進行。
2. 若在一調查區內設置多條穿越線，則彼此間的距離不可太近。一般在開闊棲地中，兩條穿越線應具有250-500m的距離。而在較掩蔽的棲地環境中，最好也有150-200m的間距(Bibby *et al.* 1992; Sutherland 1996)。
3. 穿越線的長度，因研究目的而異，但為準確的估計族群，每一種鳥類最好有40筆以上的紀錄(Bibby *et al.* 1992)。
4. 較長的穿越線，應儘可能分段來進行記

錄。在鳥種及數量都極豐富的情況下，可以100m作為一個分段，若鳥種及數量較少則延長分段的距離。此外，這類的分段也需要儘可能的與棲地環境相配合(Bibby *et al.* 1992)。

5. 在穿越線上的行進速度最好穩定，在開闊地可以2 km/hr的速度前進，在掩蔽的棲地則可以1 km/hr的速度前進(Sutherland 1996)。
6. 除了分段記錄之外，亦可將穿越線旁畫分成不同的區帶來記錄。一般可將穿越線兩旁畫分成2-5個不等的區帶(例如： $<10\text{m}$ 、 $10\text{-}25\text{m}$ 、 $>25\text{m}$)。其中，兩個區帶是較常採用的一種設計，至於內區帶的寬度，則可以利用所有紀錄距離的二分之一作為設定的參考。
7. 距離是以發現個體與穿越線的垂直距離來作為紀錄，而不是與觀察者的距離，如果發現所在的個體是在空中，則以投影的方式來訂定其位置。
8. 在每個穿越線的調查段落中，可以記錄觀察鳥種的所有數量、平均或是單次最高觀察數量。採各次觀察數量的平均對於遷徙的鳥種較無意義，而單次最高數量的紀錄則可避免個體的重複計數(Bibby *et al.* 1992)。
9. 最好能使用記錄表格。在具有特殊研究目的的情況下，可就不同的行為或性別分開記錄，但此類狀況如採用定點計數法來進行則更理想。

(三) 穿越線法的優缺點及限制：

穿越線法雖然具有調查區域廣、機動性高及可在一年中的任何時間來進行調查等等優點，但也有一些難以克服的限制。例如不適合應用在調查區域小或植被較為茂密的棲地環境；穿越線的時機設置不易達成；在調查行進的過程中，觀察者的移動極易影響動物的出沒；距離的估測存有較大的偏差；不

同經驗的觀察者所得的數據可能會有較大差異及各類前提假設大都與實際情況有所不同。這些都是使用穿越線法的一些限制。

二、定點計數法

定點計數法是在調查區內選定數個固定的觀測點，再由調查人員以固定的時間來觀察記錄觀測點四周的鳥種與數量。定點計數法和穿越線法一樣是經常被採用的鳥類調查法，由於定點計數法能夠比較不同年間各定點的物種組成、數量及棲地等資料，因此，有許多國家採用定點計數法來進行長期繁殖鳥類的調查。

(一) 定點計數法的前提假設(Bibby *et al.* 1992)：

1. 鳥類不會因為觀察者的影響而飛離觀察範圍。
2. 觀測點四周的鳥類均會被發現。
3. 鳥類在觀察的過程中不會移動它停棲的位置。
4. 所有鳥類的行為是彼此獨立不會相互影響的。
5. 上述的各項前提假設在不同的棲地或觀測點之間不存有差異。
6. 所有距離的估計是正確的。
7. 所有的鳥類辨識都是正確的。

(二) 定點計數法的研究設計與野外調查方式：

定點計數法主要是針對較易觀察或鳴唱的鳥類所採用的一種調查方法。此外，在一些長期的調查研究中，有些研究者會同時選擇一個以上的觀測點，利用霧網或其它方式來捕捉標放該區域的鳥類，以作為偵測度(detection rate)的校正或獲取更詳細的鳥群資料及提供不同年間資料的比較。有些人則將觀測點的設計畫分成外延性(extensive)及集結性(intensive)兩大類(Ralph *et al.* 1993)。外延性觀測點的設計，通常是沿著一條穿越調查範圍各類棲地的道路、步道或小徑，以系統

取樣方法來設置觀測點。而集結性的觀測點設計，則是將調查區畫分成網格狀的小區塊(如3X3、3X4、4X4.....)再以系統或逢機的取樣方式來選定觀測點。例如北美繁殖鳥類調查(North American Breeding Bird Survey)便是在北美地區，以逢機的方式選擇不同的道路來作為觀測點的設置路線，其所採用的方法是沿著每一條調查路線設置50個距離800m的觀測點，在每個觀測點以3 mins的時間來記錄半徑400m以內的所有鳥種及數量(Sutherland 1996)。下面是定點計數法在設計及執行上所需注意的一些事項。

1. 在每一個調查區內所設定的觀測點數，視調查區的大小、觀察時間、觀測點間的移動方式(步行或開車)而定，通常每個調查區應含有10個以上的觀測點，且能涵括各類主要棲地(尤 1997)。
2. 每個觀測點之間的距離不可過近。一般最好能有250m以上的距離，但如果是沿著公路進行調查，則觀測點間最好有500m以上的距離(Ralph *et al.* 1993)。
3. 每個觀測點的觀察時間視棲地狀況及鳥種數量而定，一般大都設計在3-10 mins的範圍內，而5 mins的紀錄時間是最常被採用的。但在鳥類數量多或較為隱密的環境中，也可設計10 mins以上的觀察時間(Fuller and Langslow 1984)。
4. 研究者可視各類狀況及相關資訊的衡量，決定在到達觀測點後，是馬上進行記錄，或停留幾分鐘讓鳥群穩定後再進行記錄。
5. 在記錄時，儘量不發出聲音及走動。
6. 每個觀測點最好都能有標誌，以利日後調查者對於觀察位置的辨識。
7. 每隻鳥類均以記錄乙次為原則。
8. 為了便於記錄，可將觀測點的四周分成四個象限來分別記錄。
9. 鳥類與觀察發現的距離，以第一次發現

該鳥的位置為準。

10. 為進行相關族群密度的估算，研究者可記錄每一隻鳥的確切距離或畫分觀測點外圍不同距離半徑的觀測區帶來進行記錄。如分別於10m以內、10-25m及25m以外設置成三個記錄區帶，而各區帶最好都能給予標示。
11. 若在調查區內設置有捕捉標放的地點，則在所有設計的觀測點中，最好能有觀測點涵括該捕捉標放的地點。
12. 一般採用系統或逢機的方式來設置觀測點。在特殊目的需求下，可先行將調查區域，依不同的棲地類型畫分成不同的子區域，再於各子區域中來設置觀測點。
13. 在野外進行調查記錄時，可依研究者的設計，分不同的性別、行為或項別來加以記錄(例如：將紀錄分為開始觀察3 mins以內及3 mins以後的紀錄項別；以聽到或目視來辨識鳥種的方式分開記錄；或將飛越觀測點的鳥類分開記錄)。
14. 物種的觀察紀錄，最好能依觀察發現的時間先後，依序填寫在記錄表上。
15. 觀察記錄時，若某鳥種的所有紀錄個體，有一半以上均為成對活動，則對僅有單隻紀錄的個體，視為兩隻來計算(Bibby *et al.* 1992)。

(三)定點計數法的優缺點：

優點：

1. 容易以逢機或系統取樣的方式來設計觀測點。
2. 以定點計數法所獲得的資料會比穿越線法更能夠準確的估計族群資料。
3. 可提供同一地點不同年間或季節的比較。
4. 比穿越線法容易發現一些數量稀少或生性隱密的鳥種。
5. 比較容易探討鳥類和棲地之間的關係。
6. 具有較高的工作執行效率。

- 7.適合用在區塊分布的棲地中進行調查。
- 8.可於繁殖季節以外的時間進行調查。
- 9.較適合應用於植型多樣或地形複雜的環境。

缺點：

- 1.比較不適用於開闊性的棲地。
- 2.不適用於易受干擾或大型的鳥種。
- 3.調查人員必需具有較高的鳥種辨識能力。
- 4.一些移動快速的鳥種，容易造成重複計數。
- 5.不適用於應用在夜行性、不善鳴叫或聚集活動的鳥種。
- 6.由於沒有標準的設計規範，不同研究不容易作比較。
- 7.容易高估稀少物種且低估普遍物種的數量 (DeSante 1986, cited by Bibby *et al.* 1992)。
- 8.容易受到天候及時間因子的影響。

三、群集計數法

許多鳥類會大量聚集在一個地區來進行休息、覓食或防禦等不同的活動，例如臺灣的一些沿海濕地，在每年的冬天便會有大量的候鳥前來棲息、覓食。對於這些大量聚集覓食的鳥類，採用定點計數法或穿越線法這類調查方法是不太恰當的。這時候研究者可以採用群集計數法來進行調查。群集計數法是由觀察者選定一個觀察定點後，以單筒或雙筒望遠鏡來掃視計數某一固定區域中的鳥種和數量。

(一)群聚計數法的前提假設：

- 1.鳥類不會因觀察者的影響而飛離觀察範圍。
- 2.觀察區內所有鳥種的辨識都是正確的。
- 3.鳥種的辨識及數量估算，不會因距離的遠近而有所偏差。

(二)群集計數法的研究設計與野外調查方式：

群集計數法通常會選擇一個視野開闊或容易觀察的地點，對於聚集的鳥類直接進行

觀察計數。此外，在各種鳥類混合群聚的情況下，觀察者的鳥種辨識能力是非常重要的。為了讓後續的調查，能夠在同一個區域來進行調查比較，研究者最好能對觀察計數的界限作一明顯的標示，而進行觀察的位置最好也不要作任何的變動。例如國際水鳥普查(International Waterfowl Census)在英國水鳥計數(British National Wildfowl Counts)的計畫，便是在每年的一月中旬至七月中旬，在英國的幾個固定河口，以群集計數法來進行調查。下面是一些群集計數法在設計及執行上所需要注意的事項。

- 1.調查計數的區域最好有明顯的界限標示。
- 2.觀察的位置最好是順光而隱蔽性高。
- 3.最好在高潮位的前後2小時內進行調查 (Bibby *et al.* 1992)。
- 4.若調查區域較大，則應分區進行計數。
- 5.在鳥種個體大、數量不高或距離較近的情況下，可採用完全計數的方式。
- 6.在鳥類數量多或有移動的情況下，可以採用分區估計的方式。

(三)群集計數法的優缺點及限制：

優點：

- 1.群集計數法能夠在任何的季節進行。
- 2.可以快速的調查計數許多聚集分布的鳥種。

缺點：

- 1.在鳥種及數量多時，易造成偏差。
- 2.不同調查者，所得結果會有較大的偏差。
- 3.鳥類在計數區域內移動時，容易造成調查的錯誤。
- 4.鳥類體型大小的差異，可能造成調查者在種類或數量上判斷的誤差。
- 5.調查受到望遠鏡可視距離的限制。

四、時間種類計數法

時間種類計數法主要是在一些鳥群歧異度較高的熱帶森林或草原中，用來調查鳥種

相對密度的一個調查方法。因此，在調查的過程中，並不記錄各個鳥種的實際發現個體數，而僅在固定的時間內，就發現鳥種的先後順序予以記錄。它的基本假設是認為在一個鳥類群聚中，密度高的顯要鳥種(dominant species)在固定的觀察時間內比稀有鳥種(rare species)有較早被觀察到的機會(Pomeroy and Tengecho 1986)。因此，本法通常會配合穿越線法或定點計數法，在調查的時段內記錄各種鳥類第一次發現的時間，再利用各鳥種發現的先後順序給予不同的族群密度指數。

時間種類計算法的優點是容易調查且速度快，並可使用較多的時間來搜尋數量稀少的鳥種，比較容易迅速建立大區域的鳥類相組成資料。但對於一些普遍種(common species)較多的鳥類群聚，則比較不適合採用本調查法(Sutherland 1996)。此外，不同鳥種在不同棲地的行為差異也可能造成調查結果的偏差。而且本調查法所獲得的資料僅為一種相對的族群密度，一般需利用無母數(nonparametric)的統計方法來進行分析比較。

五、地區搜尋法

地區搜尋法是澳洲鳥類計數(Australian Bird Count)針對義工所設計的一種全國性鳥類調查法(Ambroses 1989, cited by Ralph *et al.* 1993)。這個調查法的最大優點是不具有太多技術性的規範，而比較容易被一些非專業的義工來採納使用。地區搜尋法是將調查區畫分成3個以上具有明顯界限的調查小區，這類調查小區在森林地帶可設計約3 ha大，在草原開闊地則可設計約10 ha或更大的區塊。再由調查者以固定的時間(一般為20 mins)在調查小區中進行完整的蒐尋調查。

由於地區搜尋法並沒有行走路線或調查定點的規範，因此，在執行上具有相當高的自由度，加上調查者在調查區內四處行走搜尋，一些生性隱密或數量較少的鳥種便比較

容易被發現記錄。但由於沒有嚴格的規範，因此，不同調查者所得的結果差異也會比較大，而且鳥類被重複計數的可能性也比其它方法高，所以本調查法的族群密度估計準確性比較低。但是在推展義工來進行全國大區域的鳥類相組成調查時，這個方法頗值得列入考慮。

調查方法的選擇

鳥類的調查方法非常多，這些調查方法均有其適合的調查對象及限制，也有許多研究在比較這些調查方法的適用性及優缺點(Ralph and Scott 1981; Hutto *et al.* 1986; Buckland 1987; Rappole *et al.* 1993; 謝 1986; 尤 1997)。不管如何，就經常以群聚偵測為目的的鳥類資源調查而言，並不容易選出一個完全適合的調查方法。另一方面，穿越線法、定點計數法、群集計數法、時間種類計數法及地區搜尋法等五個本文所介紹的調查方法，大都屬於偵測計數的調查方法。這類偵測計數的方法經常會受到鳥種間的行為差異與不同調查區、觀察人員及努力量等等因素的影響。因此，在進行族群推估時，需要校正各種因素對偵測度所可能造成的影響，並以數學模式來推估其適切的族群量(Bennetts *et al.* 1999)。此外，如果希望對整個調查範圍的鳥類族群進行推估，則調查區的選擇必需要採用適當的取樣方法(Cochran 1977, Nelms *et al.* 1999)。

另一方面，在鳥類調查的過程中，調查者經常會以鳥類所發出的鳴唱聲及叫聲，來作為鳥種辨識及計量的方式。這時調查者必須特別注意鳥類鳴唱聲辨識的準確性及變化。例如在繁殖季節雄鳥比較容易因為鳴唱而被發現，而一些未參加生殖的亞成鳥或雌鳥便可能因為較少鳴唱而被忽略；在鳥群密度較低時，鳥類鳴唱的頻度也會比較低

(Bibby *et al.* 1992)；未配對的雄鳥會比已配對的雄鳥善於鳴叫；有些鳥類的鳴唱聲，在不同的地區間甚或在同一地區裡的鳴唱音節型態也會有很大的差異(Munding 1982)；一些鳥類(如八哥、畫眉及小卷尾)的鳴唱聲不僅複雜多變，甚至可能模彷其它鳥種發出叫聲。這許多不同情況所產生的鳴唱變化，會影響記錄的可靠性，需要特別的小心。

總之，鳥類資源之調查方法的選擇必須依據個別研究調查之目的而定。如果是針對特定的鳥種族群進行調查，研究者可評估適合該物種的調查方法；如果是一般以群聚偵測為目的的資源調查，則本文所討論的五種調查方法，可提供作為選擇的參考。也可考慮在同一調查區採用多種調查方法，以求建立較為完整鳥類相名錄。

誌謝

感謝劉小如博士、謝寶森博士及孫元勳博士於本文撰寫期間提供不少寶貴的意見。感謝袁孝維博士、姚正得先生提供相關文獻資料。還有賴肅如小姐、張簡琳玲博士、蔡佳發博士及林瑞興先生對文稿的潤飾，均在此一併致謝。

引用文獻

- 中華民國野鳥學會。1995。臺灣鳥類名錄。中華飛羽 8(6): 22-31。
- 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。
- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭正寬。1996。臺灣動物資源調查-兩棲類動物資源調查手冊。行政院農業委員會。
- 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。
- 周蓮香。1993。陸域脊椎動物之研究方法及工具。生物科學 36(2): 35-40。
- 林良恭、趙榮台、陳一銘、葉雲吟。1998。自然保護區域資源調查監測手冊－哺乳動物。行政院農業委員會。
- 吳金洌、陳章波。1992。臺灣動物資源資料庫建立研討會論文集。國科會生命科學研究推動中心專刊第十八號。
- 孫元勳。1993。森林鳥類相調查的一些建議。野生動物保育彙報及通訊 1(2): 8-9。
- 謝寶森。1986。穿越線法與圓圈法在鳥類族群密度估算之比較。國立臺灣大學碩士論文。臺北。
- 謝寶森。1997。陸上脊椎動物的調查技術。國家公園經營管理與永續發展研討會論文集 51-58頁。
- Ambroses, S. 1989. The Australian bird count - Have we got your numbers? RAOU Newsletter 80: 1-2.
- Bennetts, R. E., W. A. Link., J. R. Sauer, and P. W. Sykes, Jr. 1999. Factors influencing counts in an annual survey of snail kites in Florida. Auk 116(2): 316-323.
- 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.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson, and J. L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological population. Wildlife Monography 72: 1-202.

- Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. John Wiley and Sons, New York.
- DeSante, D. F. 1986. A field test of the variable circular-plot censusing method in a Sierran subalpine forest habitat. *Condor* 88: 129-142.
- 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.
- Howards, R., and A. Moore. 1991. A complete checklist of the birds of the world. 2nd Edition. Academic Press.
- 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.
- Mundinger, P. C. 1982. Microgeographic and macrogeographic variation in the acquired vocalization of birds. pp.147-200. *In*: Acoustic communication in bird. Volume II. Academic Press. New York.
- Nelms, C. O., L. O. David, M. L. George, and J. B. William. 1999. Cluster sampling to estimate breeding blackbird populations in North Dakota. *Wildlife Society Bulletin* 27(4): 931-937.
- Pomeroy, D., and B. Tengecho. 1986. Studies of birds in a semi-arid area of Kenya. III--the use of timed species counts for studying regional avifaunas. *Journal of Tropical Ecology* 2: 231-247.
- 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.
- Rappole, J. H., W. J. McShea, and J. Vega-Rivera. 1993. Evaluation of two survey methods in upland avian breeding communities. *Journal of Field Ornithology* 64(1): 55-70.
- 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.
- 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.

Census Techniques for Bird Surveys

Fu-Hsiung Hsu

Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

Abstract

A literature review was conducted on census techniques in bird survey. For 15 techniques identified, 10 techniques were found to be useful only for particular species or group of species, or for particular objective of investigation, while five techniques were applicable to general inventory survey. The former 10 techniques are 1) counting nests in colonies, 2) counting lek, 3) counting roosts, 4) counting migrants, 5) territory mapping, 6) response to playback, 7) catch per unit effort, 8) mark-release-recapture, 9) dropping counts, and 10) vocal individuality. The latter five techniques are 1) line transect, 2) point count, 3) counting flocks, 4) time species count, and 5) area search. This paper describes briefly these five techniques, and discusses the advantages and disadvantages of each of the techniques. However, there is no single technique that is found to be the best or perfect to the inventory survey. For density or population estimation, statistically sound sampling techniques are required.

Key words: line transect, point count, counting flocks, time species count, area search

Received: November 18, 2000

Accepted: January 19, 2001

「特有生物研究」稿約

壹、一般說明

- 一、「特有生物研究」為行政院農業委員會特有生物研究保育中心出版之學術期刊，歡迎國內外學者發表有關自然生態保育之學術論文，但以未曾在其他刊物發表者為限。
- 二、本刊為年刊，每年元月出版，來稿以中、英文撰寫均可，請寄送完整文稿一式三份。原圖、表及電腦磁片俟審查通過後再通知寄送。
- 三、刊登稿件分四類：
 - (一) 研究報告：學理或事實探討之原始研究報告，需分章節。
 - (二) 研究短報：篇幅少於4印刷頁者，不需分章節。
 - (三) 學術論述：針對某一專題就已發表之研究成果加以綜合性評論。
 - (四) 專論：針對專門議題之論著或分析探討。
- 四、經本刊接受刊登之稿件，作者即自動放棄著作權，版權歸行政院農業委員會特有生物研究保育中心所有。
- 五、稿件無稿酬，但經刊登之文稿贈送抽印本50冊，作者如需額外的抽印本，可於校稿時登記份數，並負擔其費用。
- 六、來稿由本刊送請相關學者專家審查、簽註意見或修改，如需修改者再送請作者自行補充修正，作者應於收稿二週內完成修正，如於收稿二個月後仍未將修正稿件寄回者，視同放棄投稿。稿件付印前作者應負責校對。
- 七、來稿請寄：南投縣集集鎮(郵遞區號552)民生東路1號 特有生物研究保育中心「特有生物研究」期刊編輯委員會收，並於首頁註明稿件聯絡人姓名、電話及傳真號碼。

貳、文稿章節順序：

依照1. 題目，2. 作者姓名、服務機構、地址(標題頁右上角註明負責連繫的作者姓名，電話，傳真，住址，e-mail位址)，3. 簡題，4. 摘要，5. 關鍵詞，6. 緒言，7. 材料與方法，8. 結果與討論(可分列)，9. 結論(可省略)，10. 誌謝(可省略)，11. 引用文獻，12. 英文題目、作者、摘要、關鍵詞等順序撰寫。

本文以英文撰寫時，中文摘要列於最後。

參、文稿結構：

- 一、題目以三十字為限。
- 二、作者中英文姓名之右上角以縮小數字標示服務單位註記。作者的英文姓名需列全名，名在前姓在後；複姓複名者，二字間用"-"相連；作者若為兩名，姓名間以"and"連接；若為三名或以上，除最後一名與其前一名間以"and"連接外，其餘之間以半形逗號連接。
- 三、中英文摘要以500字為限，摘要內容應以結果及結論為主，目的及方法可簡潔敘述或省略。避免使用條列式的摘要。
- 四、中英文關鍵詞以5個為限。

五、研究報告、學術論述及專論篇幅以不超過15印刷頁(27,000字)為原則；研究短報篇幅則以不超過4印刷頁(7,200字)為原則。

肆、文稿書寫應注意事項：

一、文稿須以Microsoft Word 可讀取之軟體編輯，以A4 (30cm×21cm) 白紙單面雙空行(double spaces) 列印，文稿之天、地、左、右須留白3公分，於每真正下方註記頁碼。

二、本文敘述，應用數字編號時，其層次：

中文用：一、(一)、1、(1)、①....

英文用：I、(I)、1、(1)、A、a、(a)....

三、中英文單位請用公制之符號，例如：kg、mg、ml、ppm、pH、cm等，數值請以阿拉伯數字表示之，年代一律用西元。

四、插圖請用白紙(或繪圖紙)以黑墨水精繪，亦可採電腦製圖，惟須以雷射印表機列印；照片限原始攝影採光面相紙沖印者，幻燈片限用原片；未按規定之插圖致圖片模糊無法製版者不予受理。

五、圖片之標題在下方，表格標題在上方，標題需中英文並列，圖的說明應中英文對照另頁繕打，不可附在繪圖及相片上面。本文中圖表順序以圖1，圖2，表1，表2...，Fig. 1, Fig. 2, Table 1, Table 2, ...等表示。圖表內容請用英文，表格不加縱線。圖、表均以A4紙張大小列印，訂稿後圖、表請送原稿。

六、引用文獻以確經引用者為限，文中提到之文獻，請列出姓氏、年代。

七、引用文獻書寫方式：先列中、日、韓文，次列西文，其書寫方法按作者、年份、題目、發表刊物名稱(全名，不採用縮寫)、卷期及頁號順序。

例：1. 中、日文期刊：柳檜、徐國士。1971。臺灣稀有及絕滅危機之動植物種類。中華林學季刊 4 (4): 89-96。

2. 中、日文書籍：徐國士。1980。臺灣稀有及有絕滅危機之植物。台灣省教育廳。

3. 中、日文彙編書籍：徐國士。1987。臺灣的稀有植物。周昌弘、彭鏡毅、趙淑妙撰(編)。臺灣植物資源與保育 139-157頁。中華民國自然生態保育協會。

4. 英文期刊：Clough, B. 1998. Mangrove forest productivity and biomass accumulation in Hinchinbrook Channel, Australia. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 191-198.

5. 英文期刊：Pimm, S. L., and J. L. Gittleman. 1992. Biodiversity : Where is it ?. *Science* 255: 940.

6. 英文書籍：Soule, M. E., and B. A. Wilco. 1980. *Conservation biology: An evolutionary-ecological, approach*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

7. 英文彙編書籍：Jinchu, H., and W. Fuwen. 1990. Development and progress of breeding and rearing giant pandas in captivity within China. pp. 322-325. *In*: H. Jinchu (ed.). *Research and progress in biology of the giant panda*. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Sichuan, People's Republic of China.