

雪霸國家公園保育監測系統 之規畫研究

主持人：李培芬

協同研究人員：李玉琪、許嘉恩、陳建兆、
蘇婉菁、柯嫦嬋

內政部營建署雪霸國家公園管理處 委託
國立臺灣大學動物學系 執行

中華民國八十三年六月

摘要

雪霸國家公園保育監測系統之規畫模式，採用生態學之階層區分和指標生物之觀念，分析園內各種脊椎動物資源現況，並參酌國外之作法，以地理資訊系統 (GIS) 為架構規畫而成。經由文獻之整理得知園內至少有 165 種脊椎動物，分屬 32 種哺乳類、97 種鳥類、14 種爬蟲類、6 種兩棲類和 16 種淡水魚類；這些動物中計有 26 種臺灣特有種，以保育類而論，有 5 種瀕臨絕種、23 種珍貴稀有和 22 種其他應予保育類。

利用 GIS 之分析，製成人類活動干擾區，配合植被圖、道路分布與等高線圖，以及上述之各類動物分布圖和生物多樣性分布，本計畫乃是以這些空間資訊為核心，規畫雪霸國家公園之保育監測系統。

雪霸國家公園保育監測系統之規畫包括六大項：

- 遙測系統之監測
- 大型哺乳類之監測
- 小型哺乳類之監測
- 鳥類之監測
- 山椒魚之監測
- 櫻花鉤吻鮭之監測

報告中分別說明各項監測之目的、範圍、對象、選定區域、調查流程與方法、資料建檔與分析等工作。由於考量到經費之運用、時間之急迫性，以及各種技術之應用，建議先進行櫻花鉤吻鮭之監測，同時亦著手進行遙測、大型哺乳類和鳥類之監測工作，小型哺乳類和山椒魚之監測工作則列為第三優先。

為了確保雪霸國家公園之保育監測能順利進行，作以下之建議：

- 擬定中、長程計畫，將監測系統所需之項目納入，使之制度化
- 成立遙測資料分析室
- 設立資料彙整與分析中心
- 添購大容量之資料儲存設備
- 調查方法標準化
- 資源登錄工作
- GIS 的使用

監測是一項繁雜但必須進行的工作，其成效不是短時間可見，但就長遠之效益而言，將是非常值得的。

目錄

摘要	i
目錄	iii
圖目錄	v
表目錄	vii
誌謝	viii
前言	1
國內、外研究	2
研究流程與方法	6
動物資源現狀	10
脊椎動物分布	10
生物多樣性分布	11
GIS 資料分析	11
人為活動干擾區之製作	12
保育監測系統之規畫	28
遙測系統之監測	30
大型哺乳類之監測	34
小型哺乳類之監測	40
鳥類之監測	47
山椒魚之監測	60
櫻花鉤吻鮭之監測	70
監測系統執行之優先順序	75
結論與建議	76
引用文獻	80
附錄	83
附錄一、本研究所使用之相關動物文獻資料 (依年代)	84
附錄二、雪霸國家公園動物名錄	87
附錄三、北美洲繁殖鳥類調查 (Breeding Bird Survey) 簡 介	92

附錄四、利用圓圈法調查玉山國家公園境內之鳥類所得到
之 r_s 值 (丁 1993)

圖目錄

圖一、雪霸國家公園之地理位置	7
圖二、研究流程	8
圖三、雪霸國家公園特有種動物分布情形，其餘之種類可見於圖四至六(每一網格均為一份像片基本圖)	13
圖四、雪霸國家公園內其他應予保育類動物之分布情形(每一網格均為一份像片基本圖)	14
圖五、雪霸國家公園內珍貴稀有保育類動物之分布情形(每一網格均為一份像片基本圖)	17
圖六、雪霸國家公園內瀕臨絕種動物暨保育類動物之分布情形(每一網格均為一份像片基本圖)	21
圖七、雪霸國家公園脊椎動物生物多樣性分布圖(每一網格均為一份像片基本圖)	22
圖八、雪霸國家公園之植被分布	24
圖九、雪霸國家公園海拔高度分布	25
圖十、雪霸國家公園計畫分區	26
圖十一、雪霸國家公園道路與步道系統	27
圖十二、人類活動干擾區域製作流程	28
圖十三、雪霸國家公園人為干擾區域	29
圖十四、生態學之階層關係(根據 Noss 1990)	30
圖十五、遙測所採用之多層次取樣(multi-stage sampling)概念	35
圖十六、遙測系統資料之獲取與利用過程	36
圖十七、利用遙測技術所得不同年份之景觀圖，本圖示範台北市關渡自然保留區 68 年至 82 年紅樹林之擴張情形	37
圖十八、雪霸國家公園大型哺乳類之監測流程	39
圖十九、雪霸國家公記錄大型哺乳類出現之像片基本圖網格系統	41
圖二十、雪霸國家公園大型哺乳類之分布，以臺灣獼猴為例(資料來源：林等 1989)	42

圖二十一、小型哺乳類之調查流程	43
圖二十二、小型哺乳類調查區域之選定流程	44
圖二十三、小型哺乳類採樣點之建議地區	46
圖二十四、鳥類調查之流程	51
圖二十五、鳥類調查區域之選定流程	52
圖二十六、鳥類調查點之選定地區	53
圖二十七、雪霸國家公園山椒魚之監測流程	61
圖二十八、雪霸國家公園內山椒魚之已知分布區域環境	63
圖二十九、雪霸國家公園櫻花鉤吻鮭之分布情形	64
圖三十、雪霸國家公園櫻花鉤吻鮭之監測模式	71

表目錄

表一、各種遙測系統之特色	32
表二、雪霸國家公園大型哺乳類之觀察記錄格式	40
表三、雪霸國家公園內各海拔高度下植群面積(公頃)	45
表四、雪霸國家公園小型哺乳類採集記錄表格	48
表五、雪霸國家公園夜行性動物(如飛鼠)之觀察記錄表格與 範例	49
表六、鳥類監測所建議採用之記錄表格	57
表七、蒲福(Beaufort)風級記錄風速狀況之標準	58
表八、天候狀況記錄之格式	59
表九、山椒魚野外記錄表	66
表十、雪霸國家公園保育監測系統之監測項目及進行調查時 間、方式與優先順序	76

誌謝

本研究承雪霸國家公園管理處提供經費，謹此誌謝。研究期間承蒙林培旺處長、彭茂雄副處長、黃文卿秘書、吳祥堅課長、楊金臻技正、陳裕良課長、俞錚嶸先生等人之指正與行政協助，謹此致謝。內政部營建署資訊小組侯光義課長，提供相關之地理資訊系統檔案，國家公園組楊宗儒先生提供文獻與意見，農委會遙測小組吳水吉先生提供利用遙測資料之意見，國立中央大學太空遙測中心與臺灣省林務局農林航測所提供遙測資料，國立台灣大學動物學系研究生許皓捷與陳宣汶協助野外調查工作，特此致謝。

雪霸國家公園保育監測系統之規畫研究

前言

台灣地區成立國家公園已有多數之歷史，國家公園成立之目的在於保育園區內的各項自然資源，使其能生生不息，永為人類所利用。台灣地區目前已有五座國家公園，總面積達 303,527 公頃，佔台灣全島面積約 8.4%，各個國家公園皆具有其生態特色 (李與林 1994)。

雪霸國家公園是台灣地區的第五座國家公園，成立於民國 81 年 7 月，位於台灣之中北部，涵蓋雪山及大霸尖山，面積達 76,850 公頃，全區以雪山山脈為景觀之主軸，海拔高度由 760 公尺至 3886 公尺，園內 3000 公尺以上之高山達 51 座 (內政部 1992)。就野生動物資源而言，本區有 32 種哺乳類、97 種鳥類、14 種爬蟲類、6 種兩棲類、16 種淡水魚類及 89 種蝴蝶 (林等 1989)；而在植物方面，已知的維管束植物達 1000 多種以上。由此可知雪霸國家公園的自然資源非常豐富，在國家公園的適當經營管理下，應可維持其永續之利用與保存。

生物資源是可再生的自然資源，具有空間和時間上的動態性，這種動態會隨著各種內在及外在環境因素的改變而變，而這種變化正是生態系內環境品質狀況的指標。因此，了解這些自然資源的現狀及未來變化趨勢，將成為雪霸國家公園經營管理人員的當務之急。

自然環境監測工作在國外行之有年，其目的在藉由固定時間、固定方法的長程追蹤當地的自然資源狀況，以了解區域之環境狀況，進而針對狀況提出適當之經營管理措施。

本研究之目的在於了解雪霸國家公園內的動、植物資源狀況，進而規畫一套以生物為基礎的自然保育監測系統，做為建立雪霸國家公園區內自然保育監測系統的藍圖，希望藉由長程監測的執行，適時提供正確的環境資訊，以做為園區經營管理人員之參考。

國內、外研究

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，可反應出這個生態性的改變情形，有時我們會選取多種指標生物來反應整體生態系之狀態 (Noss 1990)。

目前有許多的生態方法可採用，基本上在考慮使用某些方法時，要能確實偵測出指標生物之族群量與動態，注意生物之習性，如棲地喜好、生活史變化、生理適應等因素。有些時候我們會以不同的方法施用於一些生物，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。

自然生態保育監測工作非常重要，大抵而言，已開發國家在這方面的發展很多，簡述如下：

在美國方面有許多之系統如環境保護署的 EMAP (Environmental Monitoring and Assessment Program) 乃是由美國的環境保護署 (US-EPA) 所負責統一協調的一項大型環境監測計畫，參與之聯邦機構，包括林務署、國家公園署、土壤保育署、地質調查局、魚類與野生動物署等，並包括各大學與相關的私人企業 (Norton and Slonecker 1990)。EMAP 是一項長程的環境監測計畫，其目的是：

- 以區域性之角度，評估美國生態資源的現狀及未來變化；
- 以指標生物和評估棲地狀況之方式，監測污染物之排放，並尋找人類所造成之環境壓力和生態環境的關係。
- 提供定期性的環境報告給區域內之 EMAP 經營者、其他私人機構與大眾，以做為環境經營上的決策分析背景資料。

EMAP 的重點在結合現有各生態資料與資料庫，並調查環境現狀，以達成上述之目的。整個計畫的時間將長達數十年之久。因此，EMAP 是一個整體性、科際整合的大計畫。

EMAP 將全美生態體系分成七個大項：

- 近海沿岸區
- 五大湖區
- 濕地區 (包括海岸和內陸)
- 水域和湖泊
- 農業生態系
- 森林
- 乾旱生態系 (沙漠、草地、草原、乾燥之樹林、乾旱區之河邊地和凍原等)

EMAP 並成立一些小組專責於地理景觀分類、空氣和大氣物沈降和資訊經營管理等。在地理景觀分類上，重點在於利用航空照片和人造衛星等遙測技術，以多階段採樣 (multi-stage) 模式，得到上述生態系在美洲大陸之分布和可能的趨勢變化。這些資料將存於地理資訊系統 (Geographic Information System, 簡稱 GIS) 內，配合其他土地利用和生態性資料，以評估生態品質。

而在資訊經營管理小組上，其主要任務是設計一套完整性的資料管理系統，以提供所有有興趣人士之參考。每一個小組成員都來自各方，包羅各種學科、聯邦政府機構與大學。

在 EMAP 的資源現況調查方面，Conkling and Byers (1993) 曾編輯一份有關森林生態系內的調查手冊，其內容包羅萬象，舉凡和林業有關的調查方法都有，這個手冊提供野外從業人員的參考標準。

美國的其他機構如國家公園署的自然監測系統，林務署的監測系統等等，亦和 EMAP 相串聯，兼顧各種自然環境的監測。這些系統均以大面積大環境之角度來監測北美洲環境之改變，其作法是選定某些動、植物作為指標生物，配合遙感探測之資料，藉由長時期的追蹤，了解其族群動態及群聚變化之趨勢，而達生態環境監測之目的。

美國的自然保育協會 (The Nature Conservancy) 為一私人組織，專事於自然保育工作，其內有一自然資產計畫 (Natural Heritage Program, 簡稱 NHP), 內有一電子式動、植物、自然地區資料庫，其內記錄自然環境之多樣性 (The Nature Conservancy 1992)。這些資料大多是經由長時間的各種野外調查而得，而其目的則在於提供良好的監測資料以為動、植物之保育。NHP 基本上是一個永久且隨時更新動態的自然資源資料庫及調查的總合，其內記錄自然和生態環境之多樣性，並記錄這些生物和自然地區的位置、內容、分布、種類、數量及狀況等資訊。對生物種而言，NHP 主要是涵蓋這些生物之分類、分布、生態性資料，而對於保護地區或動、植物之棲息地，則包括其位置、景觀特色和種類、土地所有權屬、及可能之文獻資料和資訊。

美國國家科學基金會 (National Science Foundation, 簡稱 NSF) 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)，這個計畫目前選了 18 處大型研究站，分別代表北美之各種生態系 (如森林、凍原、草原、農業區等)，從事各種生態資料的收集與研究，其目的在於追蹤這些生態系之品質與改變，藉以提供科學家有關生態變遷之資料，由於許多生態系內的變化不是在短時間內即可看出，有時需耗費十年、二十年才可顯現，故 LTER 的功能，可幫助了解生態系長期性的變

化過程，科學家或環境經營者可由其中了解其機制，進而提出適當之對策或環境政策。

澳洲的國家公園與野生動物署 (The Australian National Parks and Wildlife Service) 在 1992 年設置一套名為 Environmental Resources Information Network (簡稱 ERIN) 的監測系統 (Slater and Noble 1991)，這個監測計畫的主要目的在於追蹤全澳洲自然資源狀況，整合各項資料，以提供負責自然資源經營管理政策擬定者建議。ERIN 採用分散式網路系統，建立各種空間資料庫，如動、植物分布、經營管理區域資訊、區域調查資料等，系統內含各種建檔與資料分析工具，制定資料格式標準、品質管制等工作，並提供網路服務，以促進資料交流。其整體架構類似我國規畫中的國土資訊系統，內容包羅萬象，但均以 GIS 為中心，所有的資料均需以空間方式儲存。

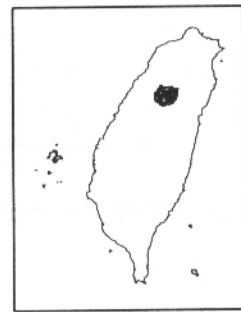
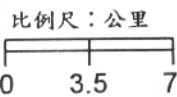
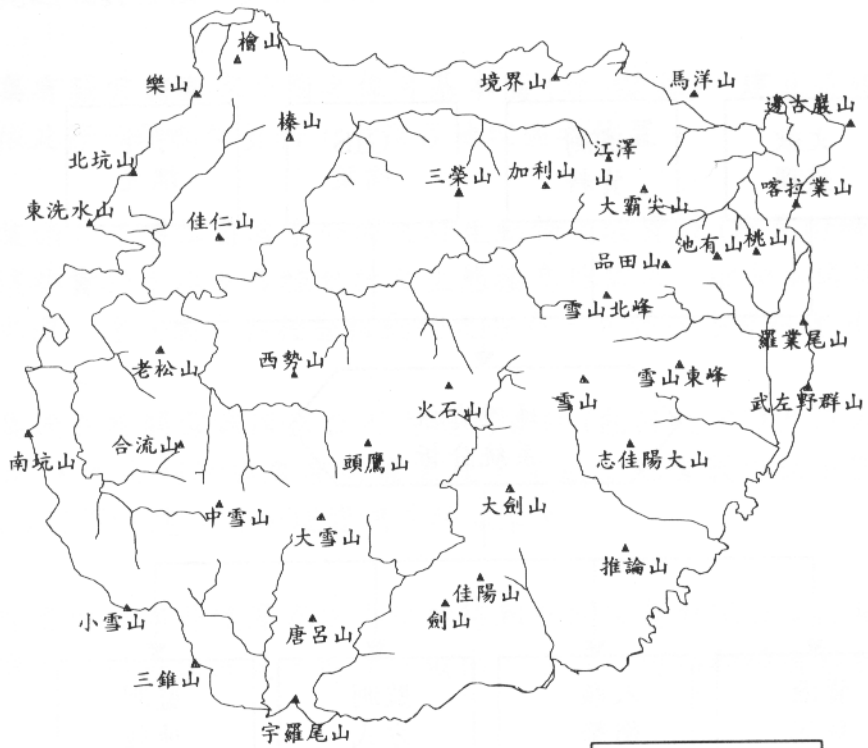
在歐洲方面亦有許多之監測系統，如 Harding (1991) 介紹英國和愛爾蘭的生物資料中心 (Biological Records Centre, 簡稱 BRC) 所執行的國家生物種分布調查。位於英國的 BRC 成立於 1964 年，其起初的目的是將英倫島上的生物分布以地圖的方式展現出來，尤其是針對珍貴稀有生物的資料特別著重，此機構曾附屬於 Nature Conservancy，至 1973 年時 Nature Conservancy 分為 Nature Conservancy Council 和 The Institute of Terrestrial Ecology (ITE)，BRC 轉而附屬於 ITE 之下，其角色亦由資料收集與處理，轉為與其他區域資料中心結合，擴大範圍至其他的歐洲地區，但其目的仍為生物資料的收集、儲存與處理中心。至 1980 年時，BRC 開始建立一套電腦化的資料庫，其內藏有各種動、植物之資料，同時亦保存有原始之調查文件資料，並提供相關資訊給各類自然保育單位供作研究、教育、政策擬定與監測之用。至 1989 年，BRC 有 64 個全國性之資料收集和記錄模式，在電腦檔方面有四百五十筆記錄，發表了 6000 種以上的生物分布圖。BRC 在分析生物分布資料時，亦開始採用各種植被資訊，並以 GIS 做資料整合之工具。

Clarke (1986)、Spellerberg (1991)和 Goldsmith (1991a) 等書也有許多關於歐洲方面動、植物調查及自然生態之監測計畫。譬如 Goldsmith (1991b) 介紹希臘的 Prespa 國家公園所執行的生態保育監測模式；Pollard (1991) 介紹利用蝴蝶作為指標生物，建立生態模式，以達成生態保育監測；Baillie (1991) 介紹如何利用鳥類的族群數量，作為歐洲及北美洲環境健康程度之指標種。

在國內的研究方面，相關的研究並不多，國家公園成立多年來，亦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 1990)，其方式是以 GIS 為核心，配合已知地面調查資料(如火災、積雪、建物、植物、人口)，結合遙測的資訊，建立一套 3-D 式的自然環境監測系統，由於資料涵蓋廣泛，且包含各個國家公園，不過所用之資料精確度並不高。另亦曾委託建立各國家公園之衛星影像資料庫(陳與唐 1988)，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)。李與林(1994)亦曾整理國家公園成立以來所委託之各項保育研究計畫，由其中之資料，利用 GIS 整理出各種脊椎動物之分布圖，以及建立其生態與生活史資料庫。這些資料均可作為保育監測系統之規畫參考。因此，就自然保育監測系統上，國家公園已略具基礎。

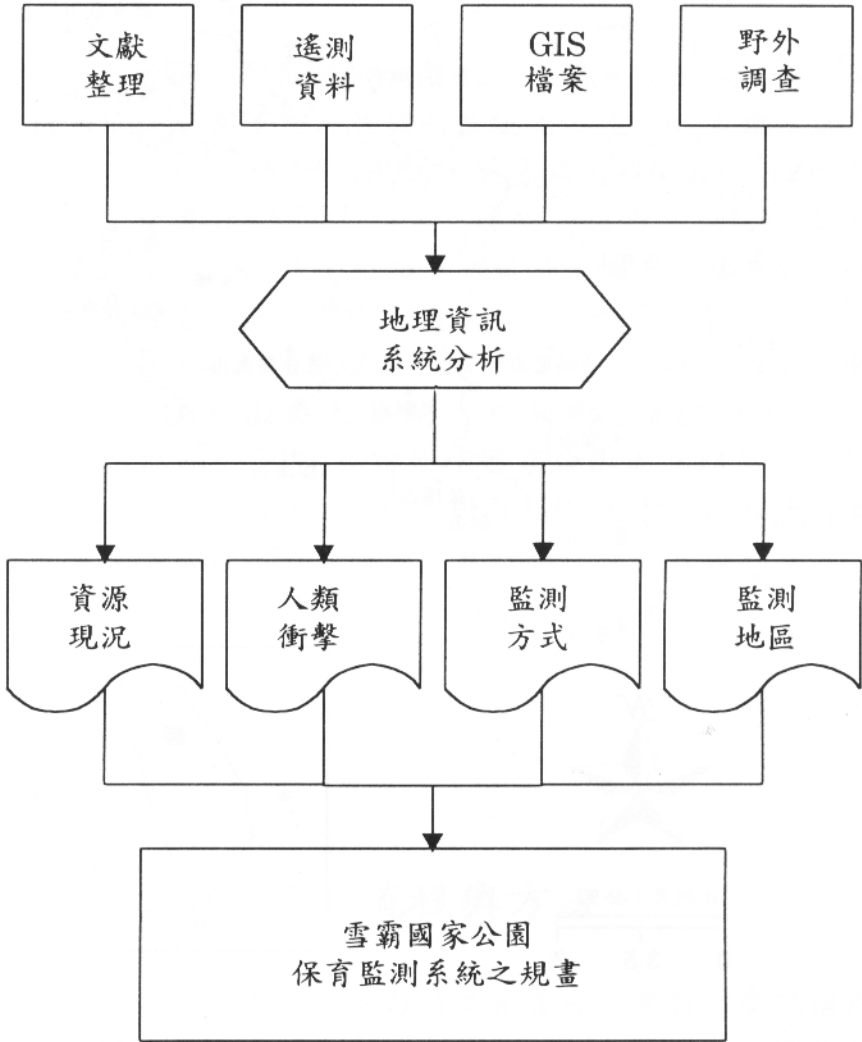
研究流程與方法

本研究根據國外之經驗，以及國內現有資料之累積，參酌國內狀況，以規畫雪霸國家公園之保育監測系統。以雪霸國家公園為研究範圍(圖一)，藉由收集過去有關本區內之野生動物文獻資料、人造衛星(SPOT)與黑白航空照片之整理與判釋、野外季節性動物資料(以哺乳類和鳥類為主)之調查，三者結合，完成各種地理資訊系統之



圖一、雪霸國家公園之地理位置

圖層 (圖二)，再配合已有之 GIS 檔案 (海拔高度、DTM 資料、坡度、坡向、水系、地質、道路)，在ARC/INFO下進行各種分析，以



圖二、研究流程

找出動物採樣區域，進而利用這些資料，規畫雪霸國家公園之保育監測系統。

研究過程與方法可大致分為：

收集有關雪霸國家公園之像片基本圖 (計 42 張)，建立基礎資料，並依此修正等高線資料，以及各地理區之位置。

收集過去有關雪霸國家公園之野生動物文獻資料 (詳見附錄一)，根據這些資料，以及各種動物之生態棲息地需求，配合本區域之像片基本圖，建立園內各種脊椎動物之分布，並將這些資料建 dbf 檔。

收集過去有關雪霸國家公園之遙測資料 (包括航空照片及人造衛星影像)，經由判釋與數字影像處理，完成土地覆蓋與植被圖。並以 ARC/INFO 建立其地理資訊系統圖層。

整理由內政部營建署資訊小組所得到有關雪霸國家公園之地理資訊檔案，包括海拔高度、坡度、坡向、水系、道路和稀有植物分布等。

為了了解現場狀況，研究人員亦赴雪霸國家公園的轄區，調查區域內之哺乳類和鳥類資源種類與相對數量。鳥類調查方法採用圓圈法 (Circular plot method) 為主，定點定時調查。另輔以逢機調查方式，調查非定點區之鳥類資源。哺乳類調查方式則採活捕方式，以鼠籠 (Sherman trap) 捕捉小型哺乳類，了解本區域內小型哺乳類之初步分布情形。

在地理資訊系統下，將動物分布資訊和已有之 GIS 資料相整合，並連接成地理資訊系統檔案，建立以下之圖層：

各種動物分布圖 (以像片基本圖為單元)，產生哺乳類 32 張、鳥類 97 張、爬蟲類 14 張、兩棲類 6 張、淡水魚類 16 張，合計 165 張。

- 各種動物之生物多樣性分布圖 (哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩棲類、淡水魚類等計 5 張)。

利用 ARC/INFO 整合雪霸國家公園的各種生態圖層，分析這些基本資料而得到以下之資訊：

- 人為干擾區域。
- 道路可及性。
- 植被分布情形。
- 動物分布和海拔高度、土地利用、植被之關係。

利用動物分布資料，與植被資料、道路、海拔高度連接，製作動物採樣圖。

由上述之分析資料，參酌國外之經驗，規畫雪霸國家公園之保育監測系統。其中並說明如何進行監測、資料準備、野外收集資料、資料分析過程、資料呈現以及可能之經營管理策略的建議。

動物資源現狀

脊椎動物分布

利用過去之文獻資料 (附錄一)，以及研究人員對於動物之了解，在 GIS 之下，將雪霸國家公園的 165 種脊椎動物分布情形畫出 (詳細之分布圖，請見李與林 1994)。這些基本資料是保育監測系統之基

礎。就野生動物保育法內所規定的保育類野生動物(瀕臨絕種、珍貴稀有、其他應予保育類)和特有種而言，雪霸國家公園內，共有 22 種其他應予保育類、23 種珍貴稀有保育類，和 5 種瀕臨絕種保育類，以及 26 種特有種(其中 6 種哺乳類、13 種鳥類、3 種爬蟲類、2 種兩棲類和 2 種淡水魚類)。利用 GIS 分別將這些動物在雪霸國家公園內之分布畫出特有種(不含保育類)之分布圖，如圖三，而各類型保育類動物之分布，分別見於圖四至六。由這些圖顯示，幾乎每一區均有保育類動物之分布情形，另外亦有許多之區域仍缺乏詳細之調查資料，亟需研究。圖六除了有瀕臨絕種之動物分布外，亦有上述三個保育等級動物之整合性分布。

生物多樣性分布

圖七為雪霸國家公園內之哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩棲類和淡水魚類之生物多樣性分布，圖中顯示這五大類之生物多樣性分布略有差異，譬如哺乳類生物多樣性高之區域，並不見得是鳥類、或爬蟲類、或兩棲類、或淡水魚類之高生物多樣性區域，又由圖七與圖四至六之比較，亦可看出生物多樣性高之區域，並不一定是保育類動物的分布區，由此可推測這些保育類動物在棲地選擇性均有偏好，必須分別考量。

GIS 資料分析

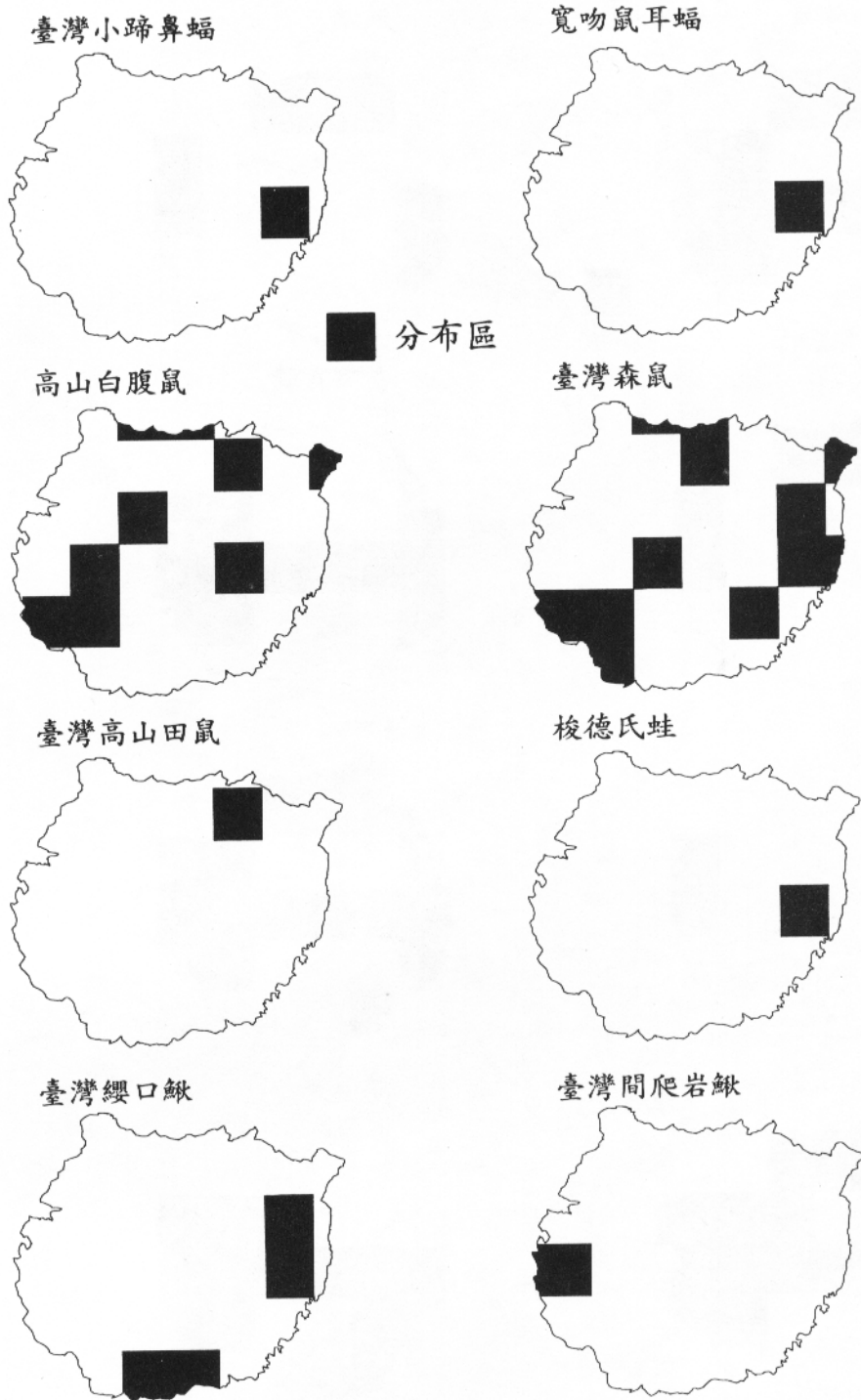
內政部營建署曾委託地理資訊顧問公司製作了一套雪霸國家公園之 GIS 圖，如海拔、坡度、坡向、地質、稀有植物、道路、土地所有權、水系、河流分布、分區計畫等。由於現有之 GIS 圖層並不能完全符合本研究需求，因此，我們製作了植被分布圖(圖八)以及以

100 公尺為界之海拔高度圖(圖九為簡化圖)，配合已有之分區計畫圖(圖十)和道路(圖十一)做為分析之基礎。

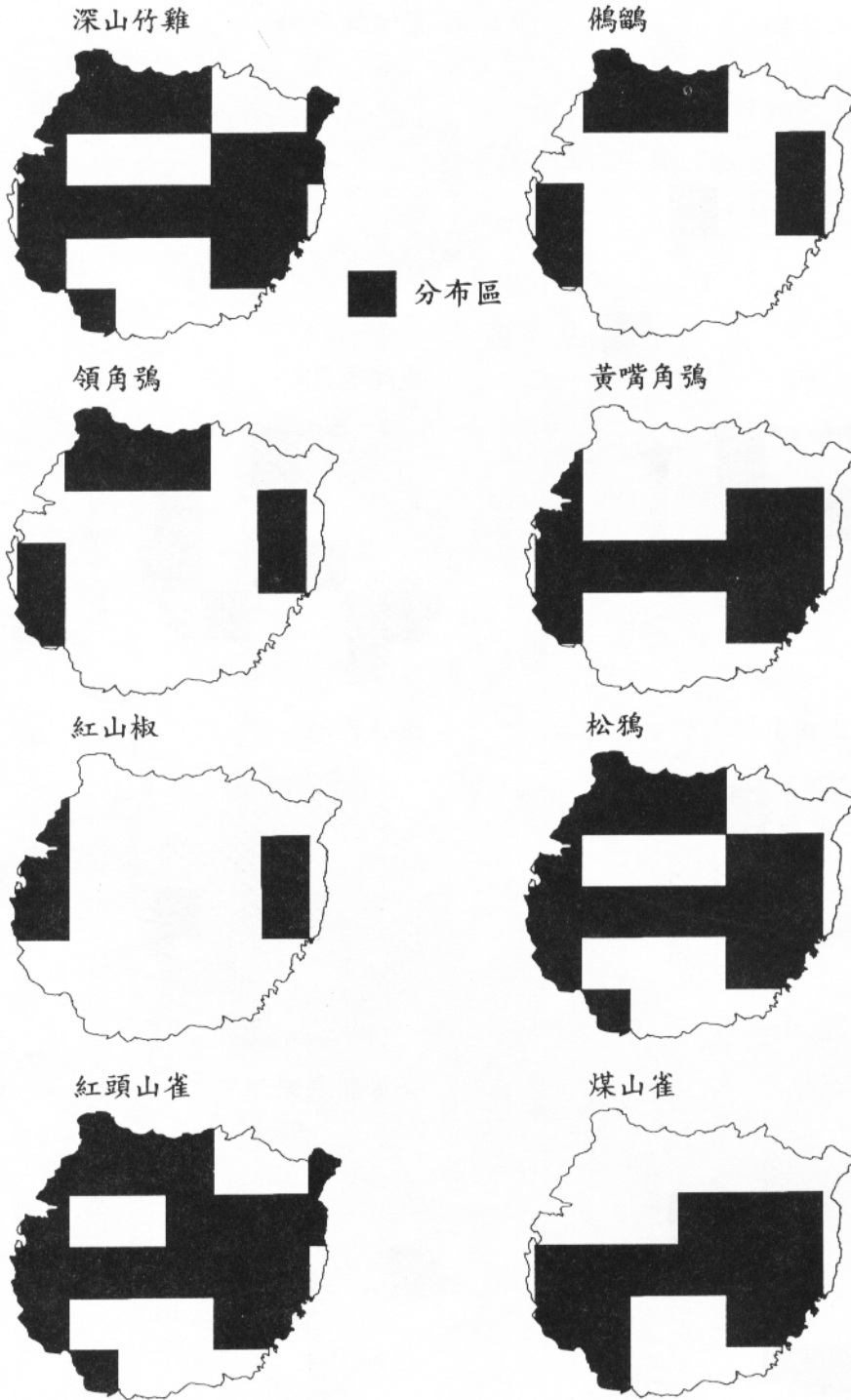
由植被圖顯示天然林為雪霸主要之植物環境，約佔 72%，包括香青、冷杉、雲杉、鐵杉、檜木、各種松樹與闊葉林等。由海拔高度顯示本區有 0.7% 區域為海拔 3500 公尺以上，10.0% 介於 3500 至 3000 公尺之間，23.3% 介於 3000 至 2500 公尺之間，31.0% 介於 2500 至 2000 公尺之間，24.5% 介於 2000 至 1500 公尺之間，9.5% 在 1500 至 1000 公尺間，小於 1000 公尺之區域約有 1.1%。從道路圖中，可知雪霸區內除了武陵農場有較佳之交通路線外，其餘之大鹿林道和大雪山林道路面狹小，另園內有數條登山步道相連接。就分區計畫而言，雪霸內有五處畫為生態保護區，占 67.51% 之總面積，一處特別景觀區，占 2.4%，三處小型遊憩區，占 0.09%，以及一般管制區，占 30%。

人為活動干擾區之製作

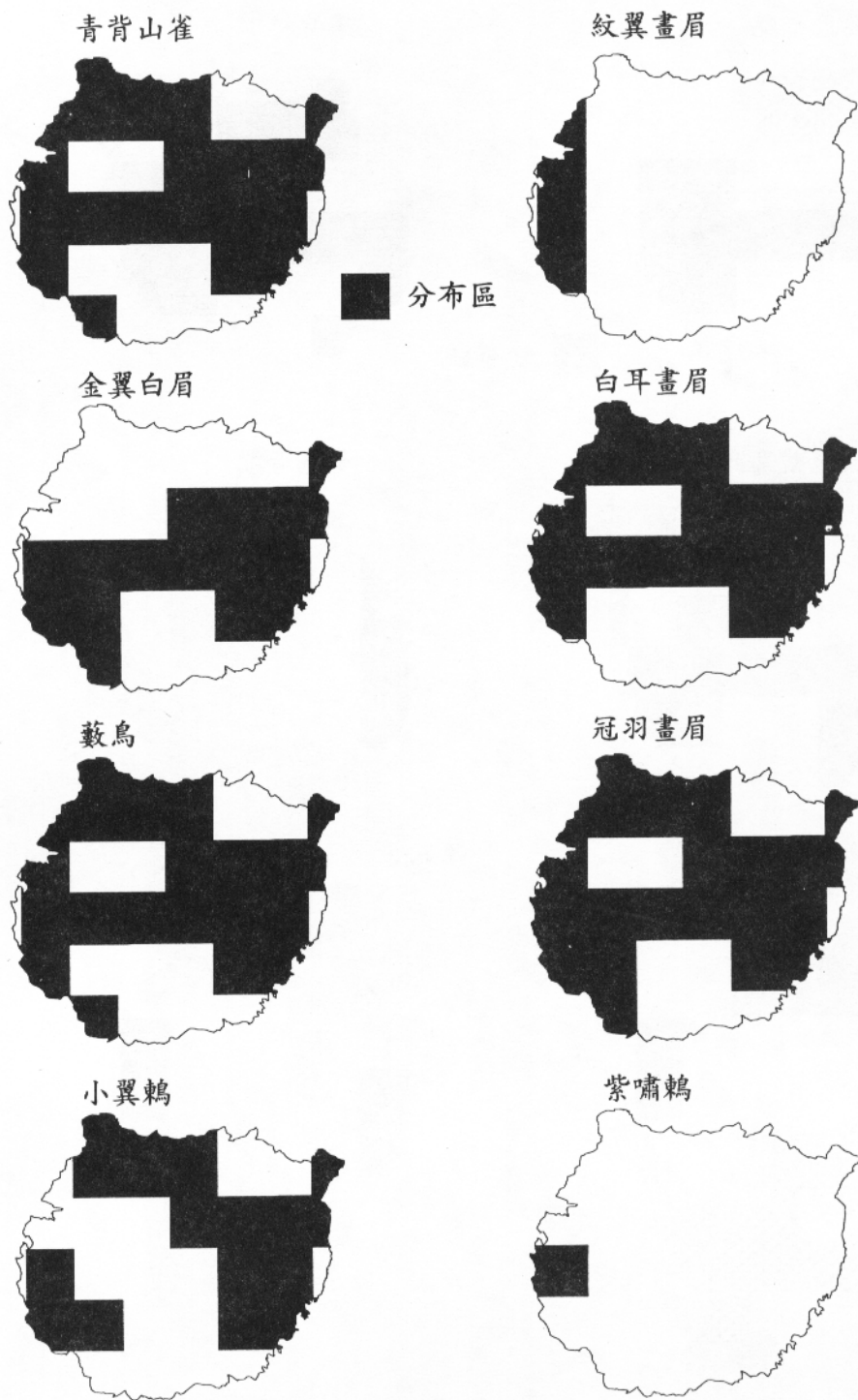
由以上之資料顯示雪霸國家公園主要為自然生態系，人類活動為主要的干擾來源，因為人類必須依賴各種交通工具或道路系統而到達某些特定區域，進行破壞行為，因此由遊憩區之分布(圖十)、農作物區之分布(根據圖八簡化而成)和道路分布圖(圖十一)等資料，可得雪霸內人類活動區域，其製作流程如圖十二，圖十三為所得到之結果。這個結果顯示，人類活動可能會對雪霸國家公園產生干擾之區域，而這些區域也正是亟需進行長程監測之主要地點。另外那些人跡無法到達或罕至之區域，亦需要進行各種觀測，因不易到達，故此區之監測方式和人跡可達之區域不同。



圖三、雪霸國家公園內臺灣特有種類動物之分布情形，其餘之種類可見於圖四至六(每一網格均為一份像片基本圖)

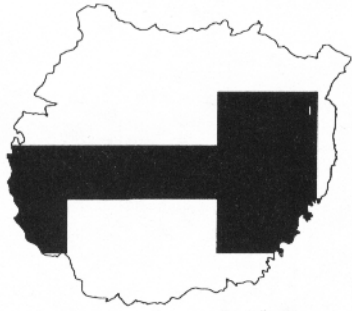


圖四、雪霸國家公園內其他應予保育類動物之分布情形
 (每一網格均為一份像片基本圖)

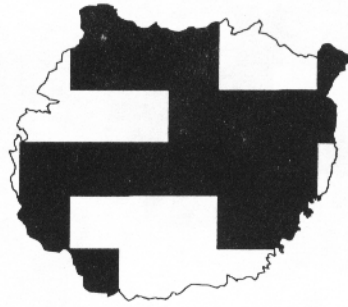


圖四(續)、雪霸國家公園內其他應予保育類動物之分布情形
(每一網格均為一份像片基本圖)

鉛色水鴨

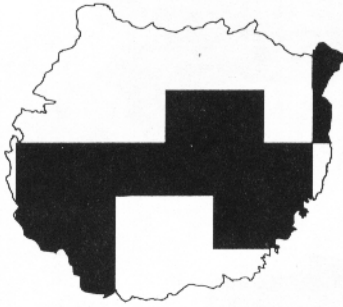


栗背林鴿

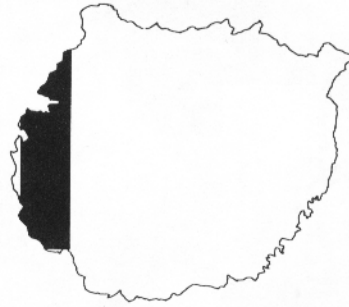


■ 分布區

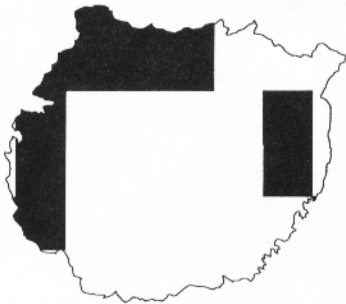
火冠戴菊鳥



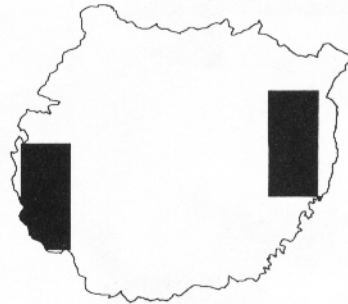
黃胸青鵪鶉



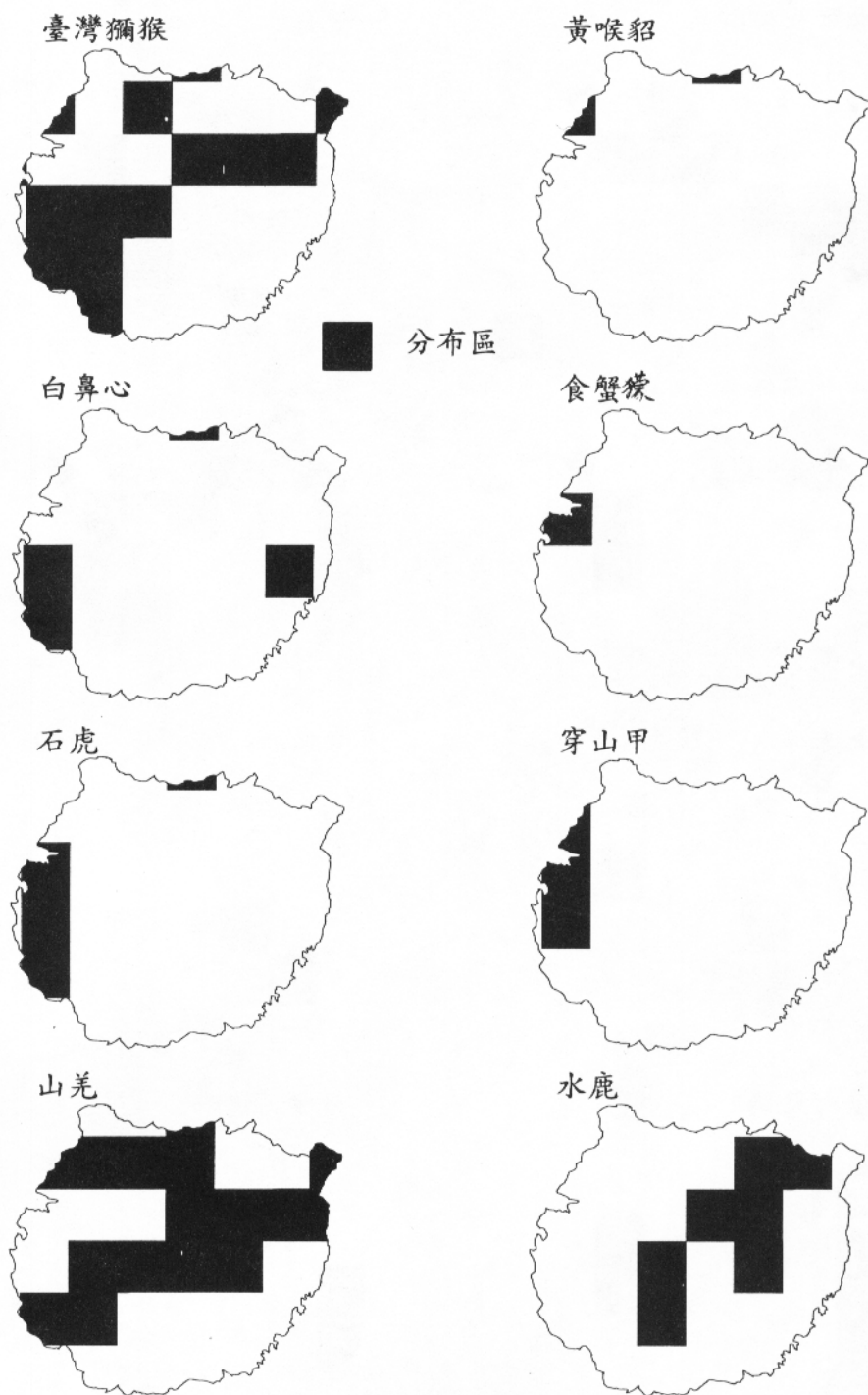
黃腹琉璃



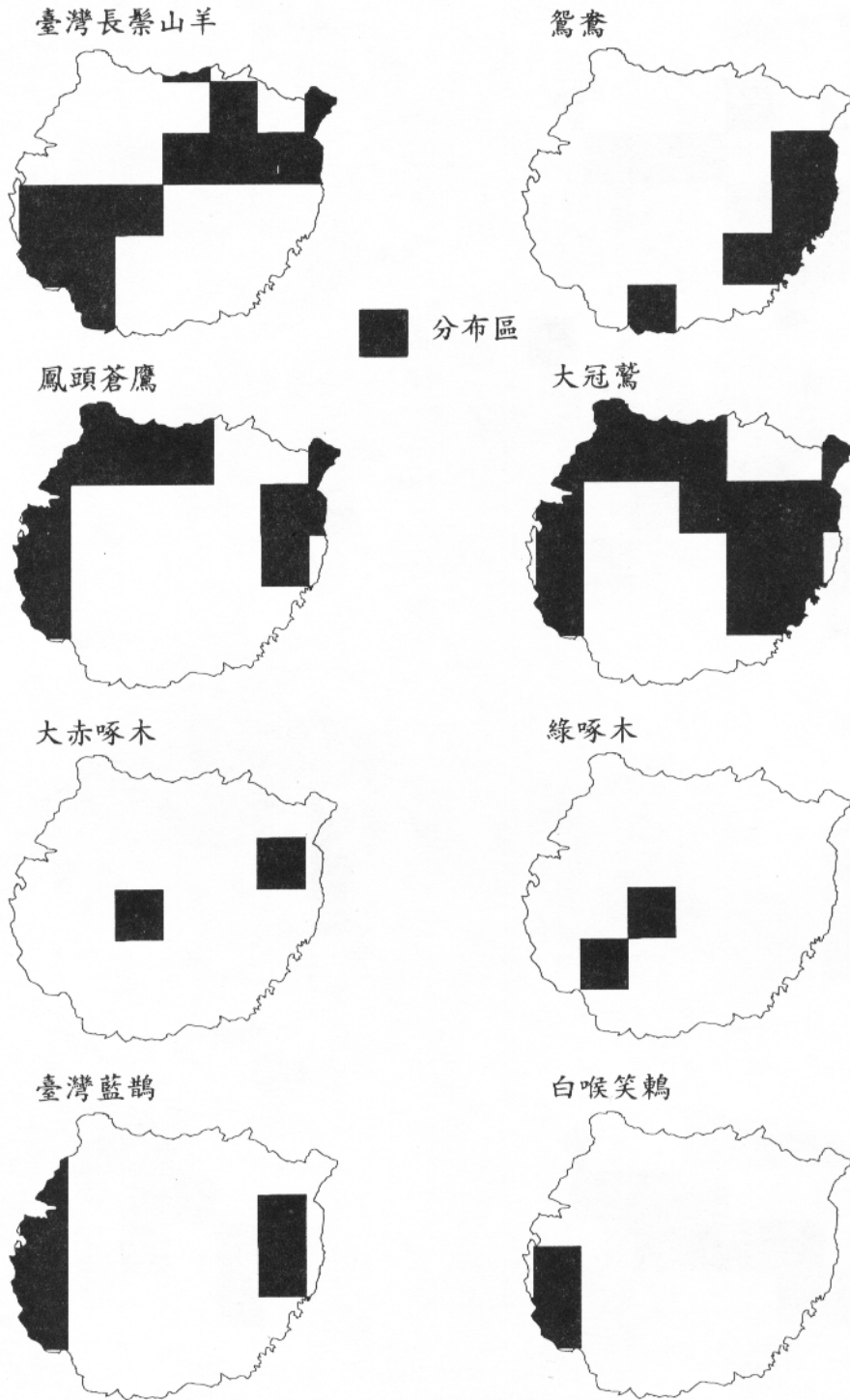
紅尾伯勞



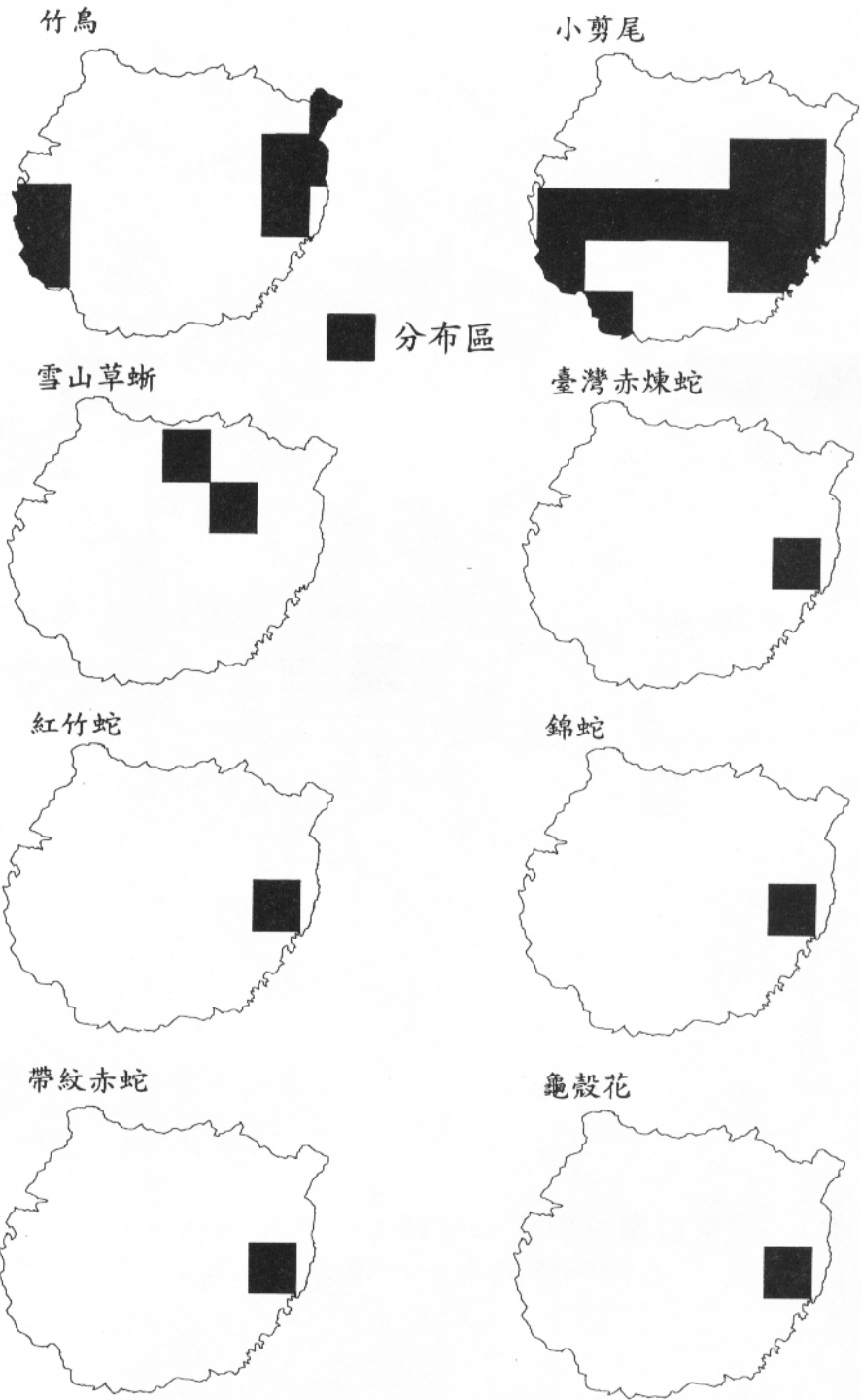
圖四(續)、雪霸國家公園內其他應予保育類動物之分布情形
(每一網格均為一份像片基本圖)



圖五、雪霸國家公園內珍貴稀有保育類動物之分布情形
 (每一網格均為一份像片基本圖)

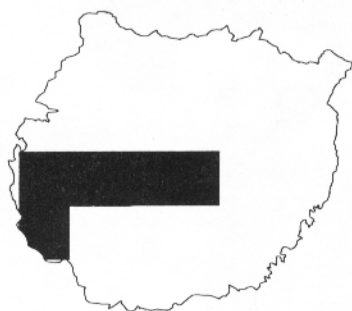


圖五(續)、雪霸國家公園內珍貴稀有保育類動物之分布情形
 (每一網格均為一份像片基本圖)

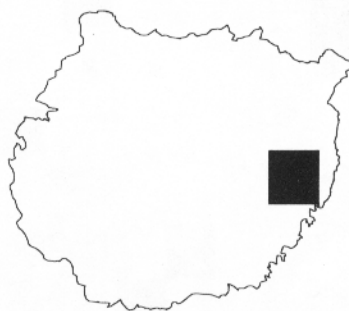


圖五(續)、雪霸國家公園內珍貴稀有保育類動物之分布情形
(每一網格均為一份像片基本圖)

菊池氏龜殼花



莫氏樹蛙



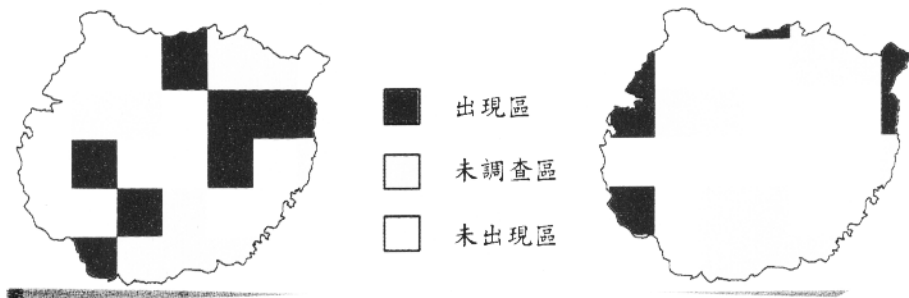
臺灣山椒魚



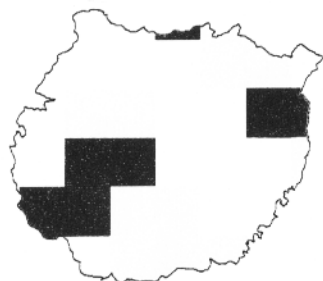
■ 分布區

圖五(續)、雪霸國家公園內珍貴稀有保育類動物之分布情形
(每一網格均為一份像片基本圖)

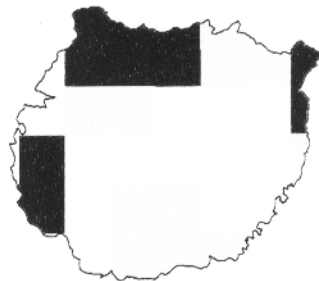
A 瀕臨絕種動物-臺灣黑熊分布 B 瀕臨絕種動物-藍腹鷓鴣分布



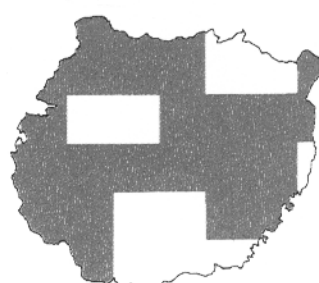
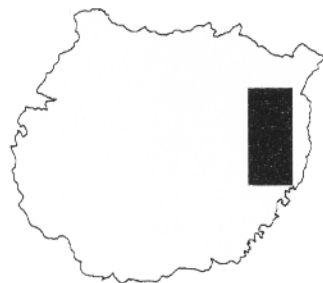
C 瀕臨絕種動物-帝雉分布



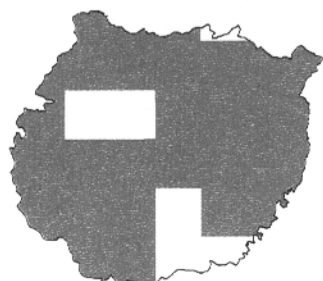
D 瀕臨絕種動物-褐林鴉分布



E 瀕臨絕種動物-櫻花鉤吻鮭分布 F 其他應予保育類動物分布



G 珍貴稀有保育類動物分布

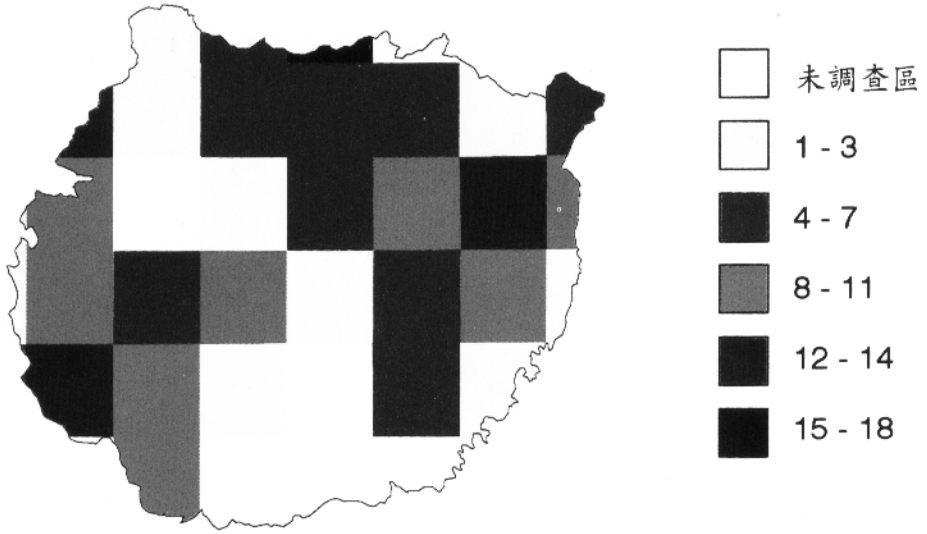


H 瀕臨絕種保育類動物分布



圖六、雪霸國家公園內瀕臨絕種動物暨保育類動物之分布情形
(每一網格均為一份像片基本圖)

A 哺乳類

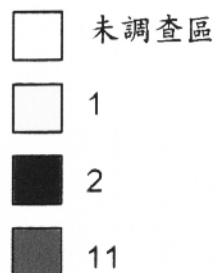
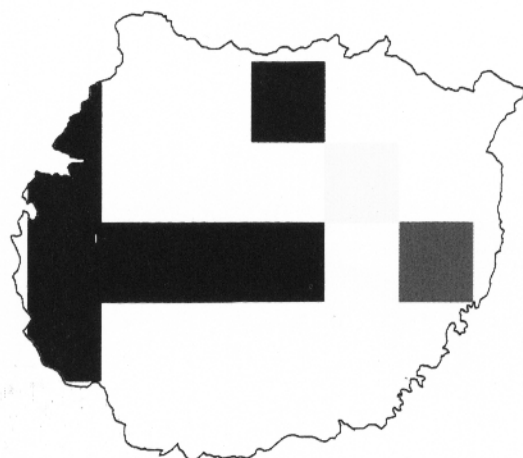


B 鳥類

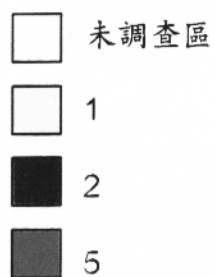
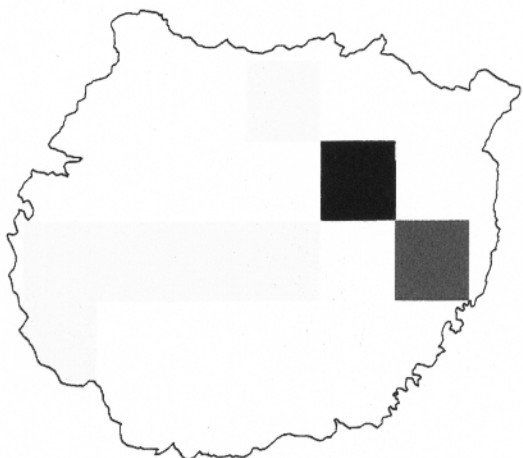


圖七、雪霸國家公園脊椎動物生物多樣性分布圖
(每一網格均為一份像片基本圖)

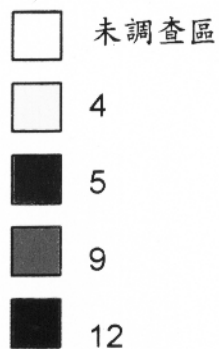
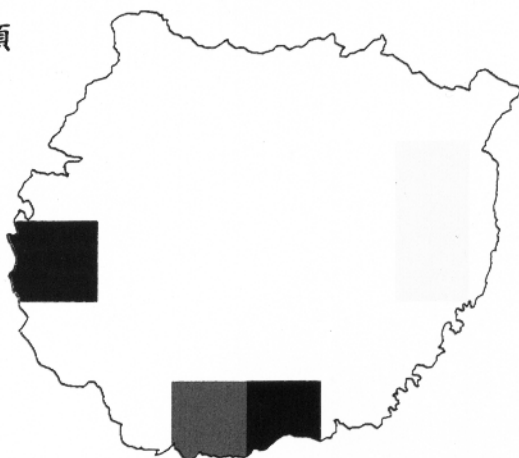
C 爬蟲類



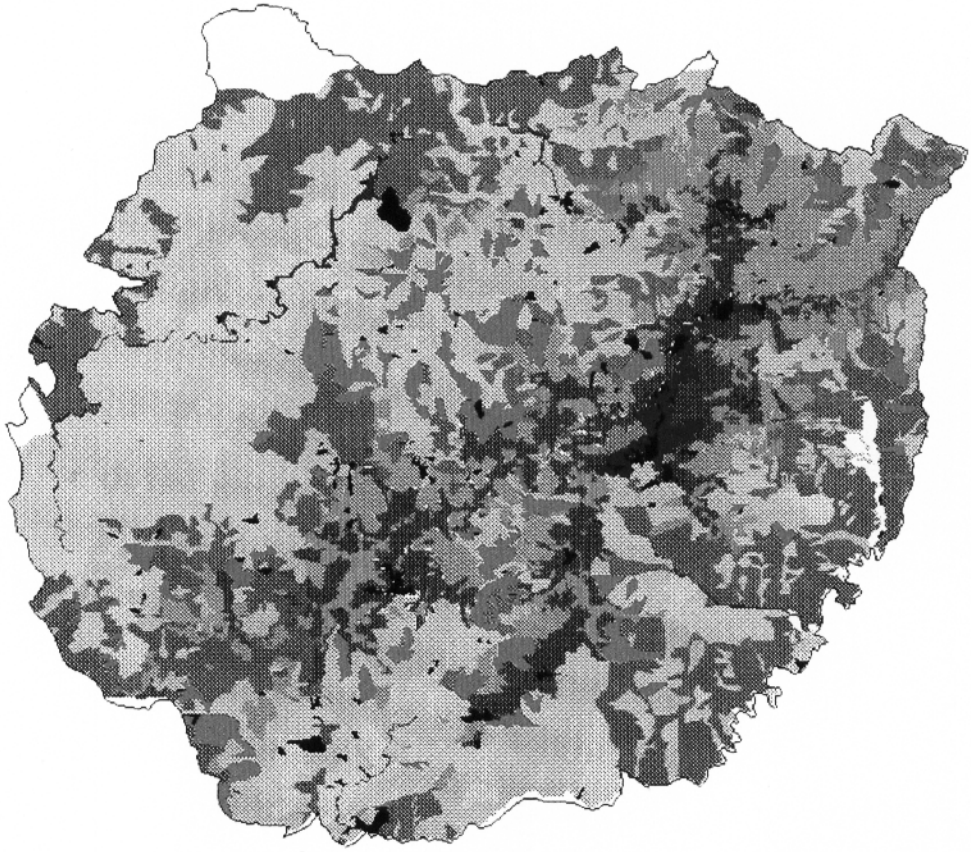
D 兩棲類



















E 淡水魚類

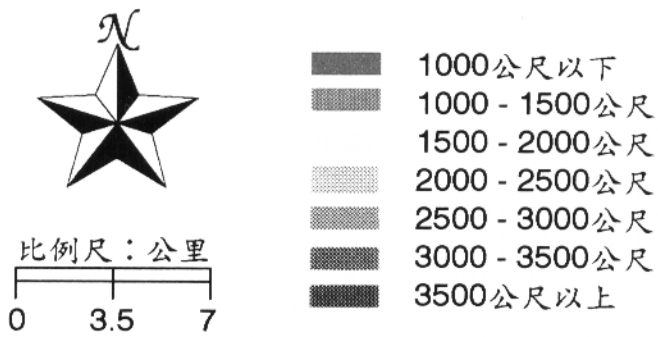
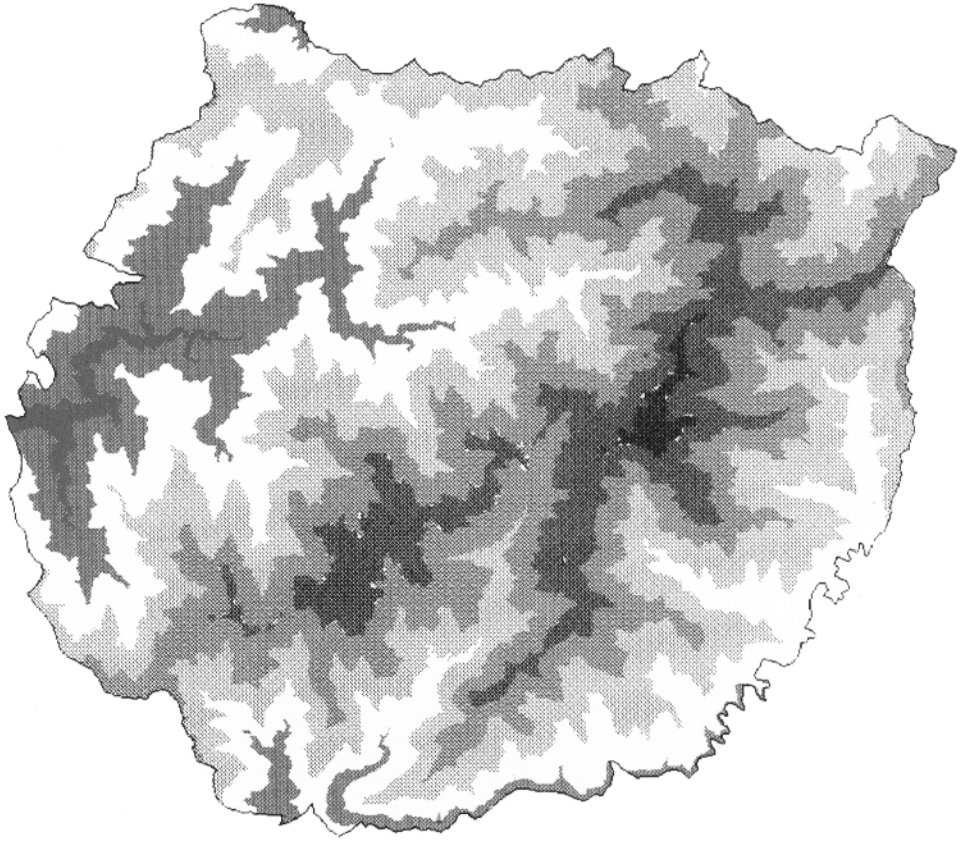


圖七(續)、雪霸國家公園脊椎動物生物多樣性分布圖
(每一網格均為一份像片基本圖)

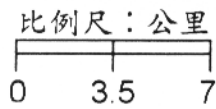
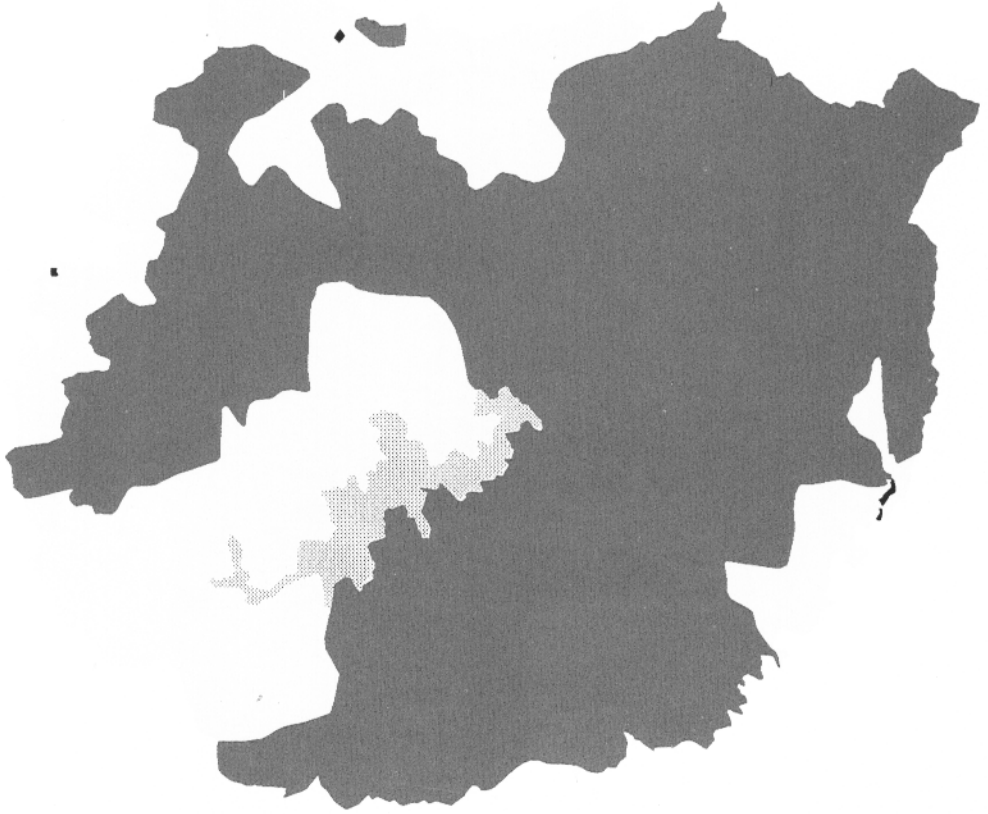






- | | | | |
|---|---------|---|---------|
|  | 高山矮盤灌叢 |  | 針闊葉樹混合林 |
|  | 圓柏林 |  | 闊葉林 |
|  | 冷杉或雲杉林 |  | 造林地 |
|  | 鐵杉林 |  | 農墾區 |
|  | 冷杉鐵杉混合林 |  | 竹林 |
|  | 檜木林 |  | 草地或散生林 |
|  | 松林 |  | 崩塌地或裸露地 |
|  | 針葉樹混合林 |  | 河川地 |

圖八、雪霸國家公園之植被分布

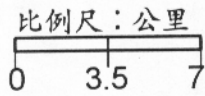


圖九、雪霸國家公園海拔高度分布

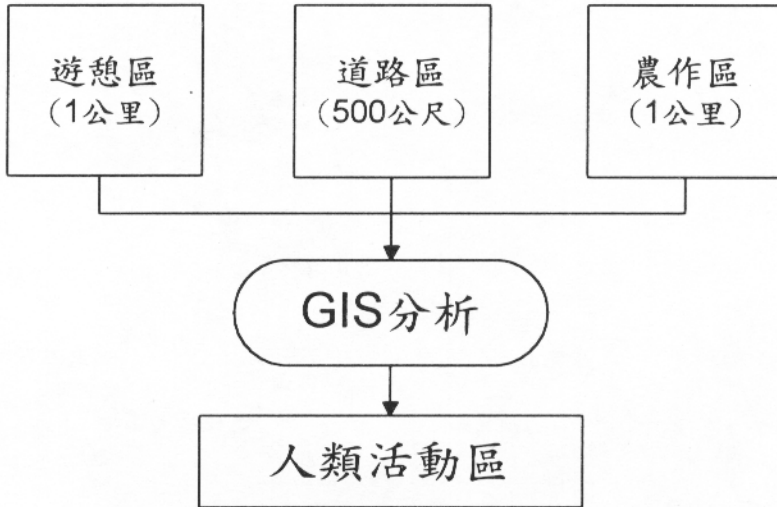


-  生態保護區
-  特別景觀區
-  一般管制區
-  遊憩區

圖十、雪霸國家公園計畫分區



圖十一、雪霸國家公園道路與步道系統

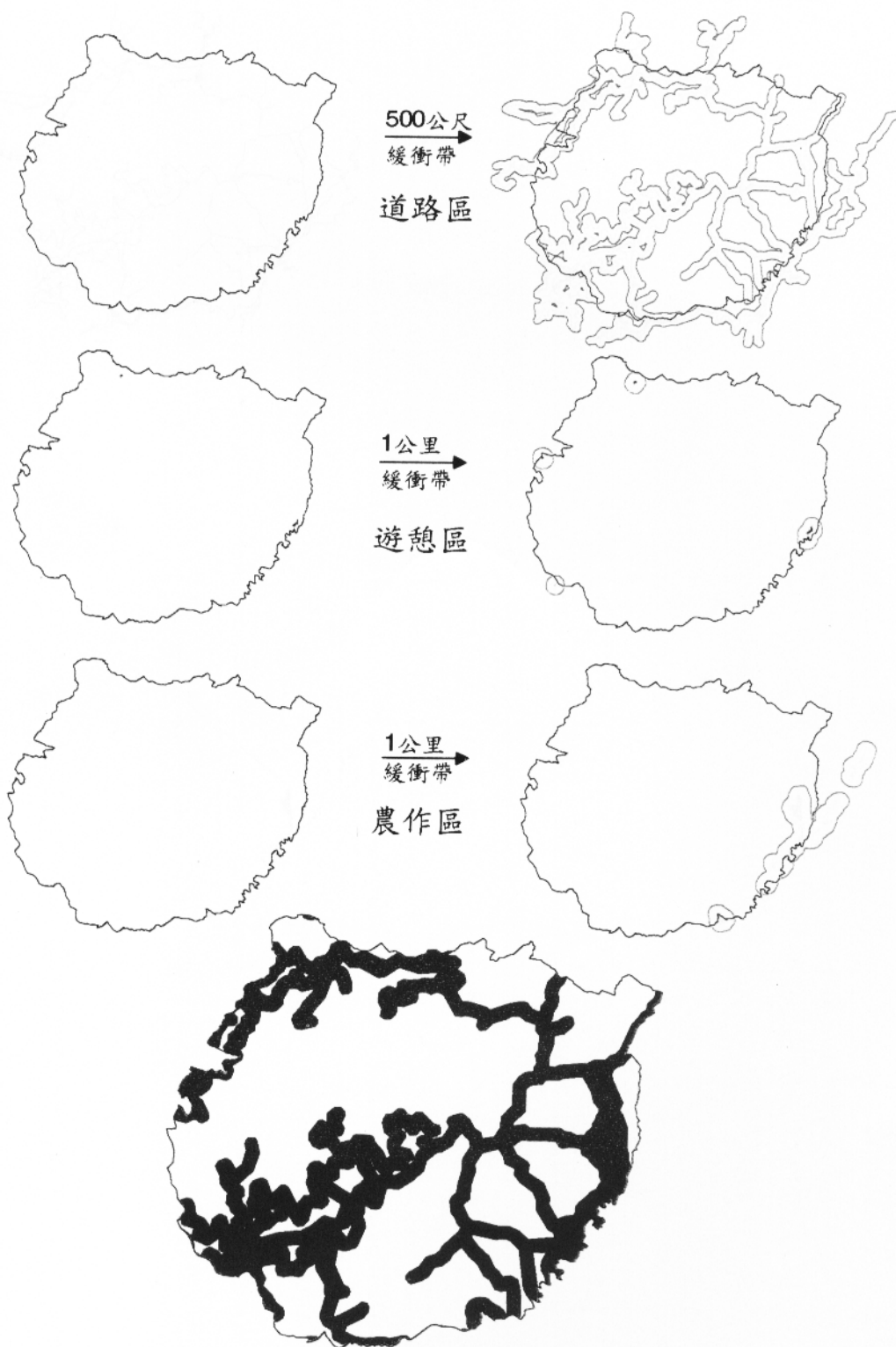


圖十二、人為活動干擾區製作流程

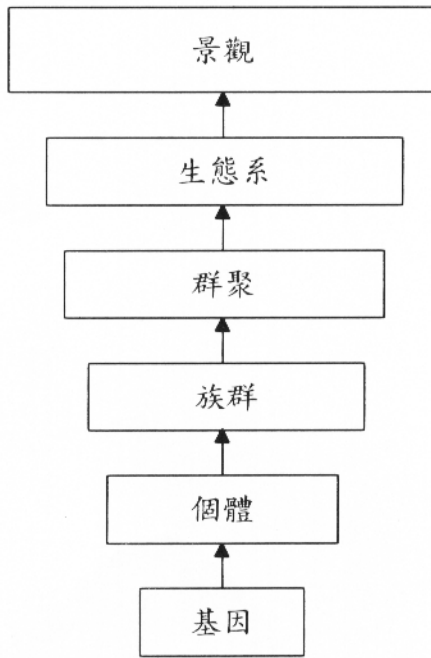
保育監測系統之規畫

雪霸國家公園保育監測系統之規畫乃是參酌國內外研究，根據雪霸國家公園之資源特性，並利用指標生物之概念，採用生態學上之層級觀念(圖十四)，將雪霸之景觀、生態系、群聚、族群和特殊生物種類等階層之重要資源納入監測系統，同時並考量到經費、時間、人力方面的限制，以及某些地區不易到達的限制，因此利用下列之原則規畫雪霸國家公園之保育監測系統：

- 以遙測方式監控人跡不易到達之區域，藉由景觀變遷及即時之偵測，而達到生態系階層監測。
- 以指標生物之方式了解雪霸內之各種生物資源的空間分布、族群現況、群聚組成。



圖十三、雪霸國家公園人為干擾區域



圖十四、生態學之階層關係 (根據 Noss 1990)

- 針對雪霸最脆弱之動物資源 --- 櫻花鉤吻鮭與臺灣山椒魚進行各項監測工作。

遙測系統之監測

雪霸國家公園內面積遼闊，雖然園內已累積了許多的步道系統，但仍有非常多的地區，因地形因素而人跡罕至，這些地區大都為植被發展良好之區域，亦是各種野生動物所賴以維生的棲息地，由於植物有演替現象，且可能有火災的發生，為了能更進一步掌握這些動態，以了解野生動物之資源狀態，有必要進行長程的監測，以了解

其變化趨勢。在這些地廣人稀的區域，要進行監測，使用遙測技術，配合地理資訊系統的儲存和分析，應是最佳的選擇。同時由於遙測能提供廣大面積之資訊，因此亦頗適合應用於集水區之監測，在雪霸國家公園內，櫻花鉤吻鮭所在的武陵七家灣溪，頗適合利用遙測技術，配合地面資料之收集，兩者相輔相成。有關此節將於「櫻花鉤吻鮭之監測」一節中詳述，以下將以其他地區之遙測監測為主題詳述。

資料來源

臺灣地區的遙測資料有許多來源，遙測資料依其解析力和型態可分為航空照片、空載多譜掃描、人造衛星影像和雷達資料等四種類別(表一)。航空照片可為黑白、彩色、或紅外線式三種型態，在臺灣以黑白為主要的遙測資料。使用者直接向內政部申請，核准後在農林航空測量所辦理其他之手續與取得照片。

空載多譜掃描影像目前由農林航空測量所負責，具多譜且為數學化資料，雖然空間之解析力不如航空照片，但比人造衛星之影像佳。人造衛星之影像如法國 SPOT、美國之 Landsat 和 NOAA AVHRR 系列，均有許多應用於自然資源經營管理之例子，臺灣地區自從中央大學建立衛星接收站後，獲得這方面資料之過程和時間，大為縮短，對於需要即時之偵測，幫助甚大。上述的影像均屬被動式系統，受到天候之影響甚鉅，雲層會干擾收視之品質，而主動式之系統，如雷達，則可克服這個困擾，目前在中央大學可以獲取這方面之資料。

使用

圖十五顯示遙測系統所採用之多層次採樣概念，此圖展現出各種遙測接收器的解析度不同，當我們的目的是了解某種動物之棲地變化

表一、臺灣地區應用於自然資源經營管理之各種遙測系統特色 (資料來源 Lillesand and Kiefer 1987 ; 吳 1993)

遙測影像	感測器	空間 解析度	光譜波段 (μm)	重覆 時間	申購機構
航空照片	照相機	精細	0.4-0.9	機動	農林航空 測量所
空載多譜 掃描	多譜掃描儀	較航照粗， 但比衛星影 像佳	0.38-1.10 共 10 波段	機動	農林航空 測量所
法國 SPOT	多譜掃描儀	20 m	0.50-0.89 共 3 波段	約 7 天	中央大學 太空及遙測 研究中心
法國 SPOT	全景式	10 m	0.51-0.73 單一波段	約 7 天	中央大學 太空及遙測 研究中心
美國 Landsat	Multi- Spectral Scanner (MSS)	80 x 80 m	0.50-1.10 共 4 波段	18 天	中央大學 太空及遙測 研究中心
美國 Landsat	Thematic Mapper (TM)	30 m	0.45-1.75 共 7 波段	16 天	中央大學 太空及遙測 研究中心
NOAA 氣象衛星	AVHRR	30 m	0.58-12.5 共 5 波段	一天二次	中央大學 太空及遙測 研究中心
雷達	ESR-1	1.1 km	5.7 cm	不詳	中央大學 太空及遙測 研究中心

時，也許可採用較精細之地面調查，或航空照片判釋等方法得到資料，若要在短時得到廣大區域之情況，則可採用衛星或雷達影像。因此，採用那種資料進行監測必須視需求和天候而定。

使用遙測資料，基本上必須經過圖十六之過程。對於一個使用者而言，一般是想得到土地利用和植被覆蓋之情形，要得到這些資料，必須經由所購買的影像或照片，利用已知的地面資料，經過航照判釋或數學影像處理之過程，若要與其他空間資料（如動物分布情形）結合作分析，則必須將資料轉成 GIS 之格式。

GIS 乃是一套電腦軟體和硬體的組合，其目的是處理空間性資料。這些資料可來自遙測，亦可由地面測量獲得，舉凡自然、社會人文、政經等各種空間資料，都可利用地理資訊系統的方式展現。一個完整的地理資訊系統應包括：地理資訊系統軟體、資料庫軟體、電腦及週邊設備，如座標數化板、立體畫圖儀、滑鼠、畫圖機、印刷機、終端機等。

地理資訊系統軟體大致包括四個系統：資料輸入、資料儲存、資料處理與分析和資料輸出等。空間性資料如土地利用型態、植被分布、海拔高度、動、植物分布等，可藉由座標數化板、畫圖儀、電腦鍵盤和資料檔案等，以地圖的方式（點、線、多邊形等型式）輸入地理資訊系統；各種地圖資料的屬性，如森林分布圖內各種森林型態和主要樹種、年齡、樹高、胸高直徑等，可利用關聯式資料庫系統為主幹，結合空間性資料和屬性資料。關聯式資料庫系統之功能在資料的儲存、更新、修改、查詢等。在資料處理和分析方面，一個典型的地理資訊系統應具備有座標系統轉換、資料格式轉換、向量式資料和網格資料之轉換、相鄰圖幅接合、空間資料之重疊、多邊形面積估算、兩點間距離計算、網路分析（如計算最短路線）、數值地形分析（計算坡度、坡向等）、產生緩衝帶。資料分析完後，可以畫圖機畫出，或轉變成資料檔供作決策參考，或轉成表格資料進入統計軟體內分析，或與其他資料再次結合，作進一步的運算，或直接展示於螢光幕等方式呈現。

遙測之應用

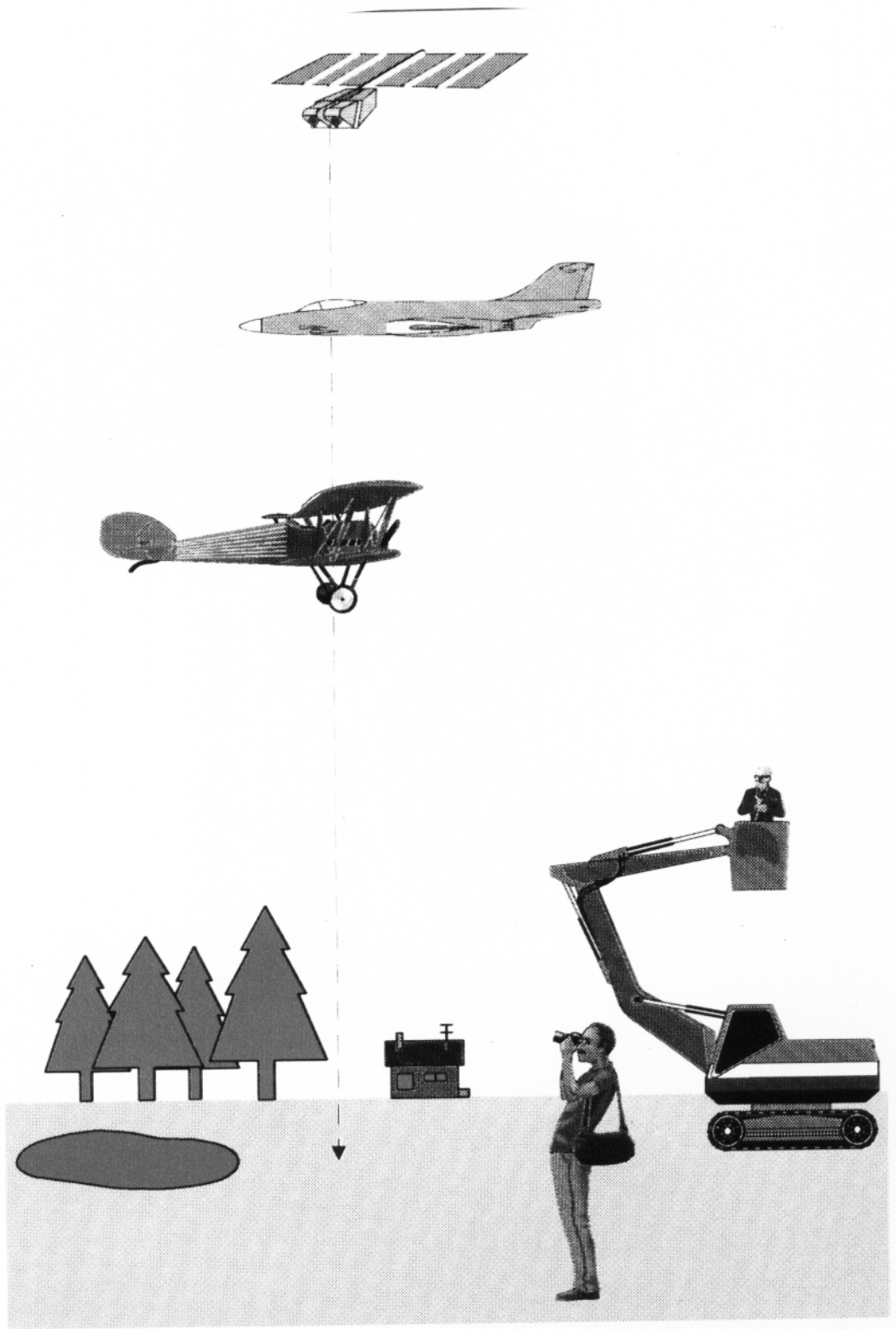
利用遙測技術可產生非常多之圖形，如

- 植被圖與土地利用圖
- 動物棲地適宜區域圖
- 景觀變遷圖
- 趨勢預測

這些資料可以變成各種彩色圖或存於電腦內，但若時間允許，應建成資料庫之搜尋系統，並以 GIS 儲存，同時亦可結合空間資訊做分析，如進行預測、生態模擬或建立生態模式。

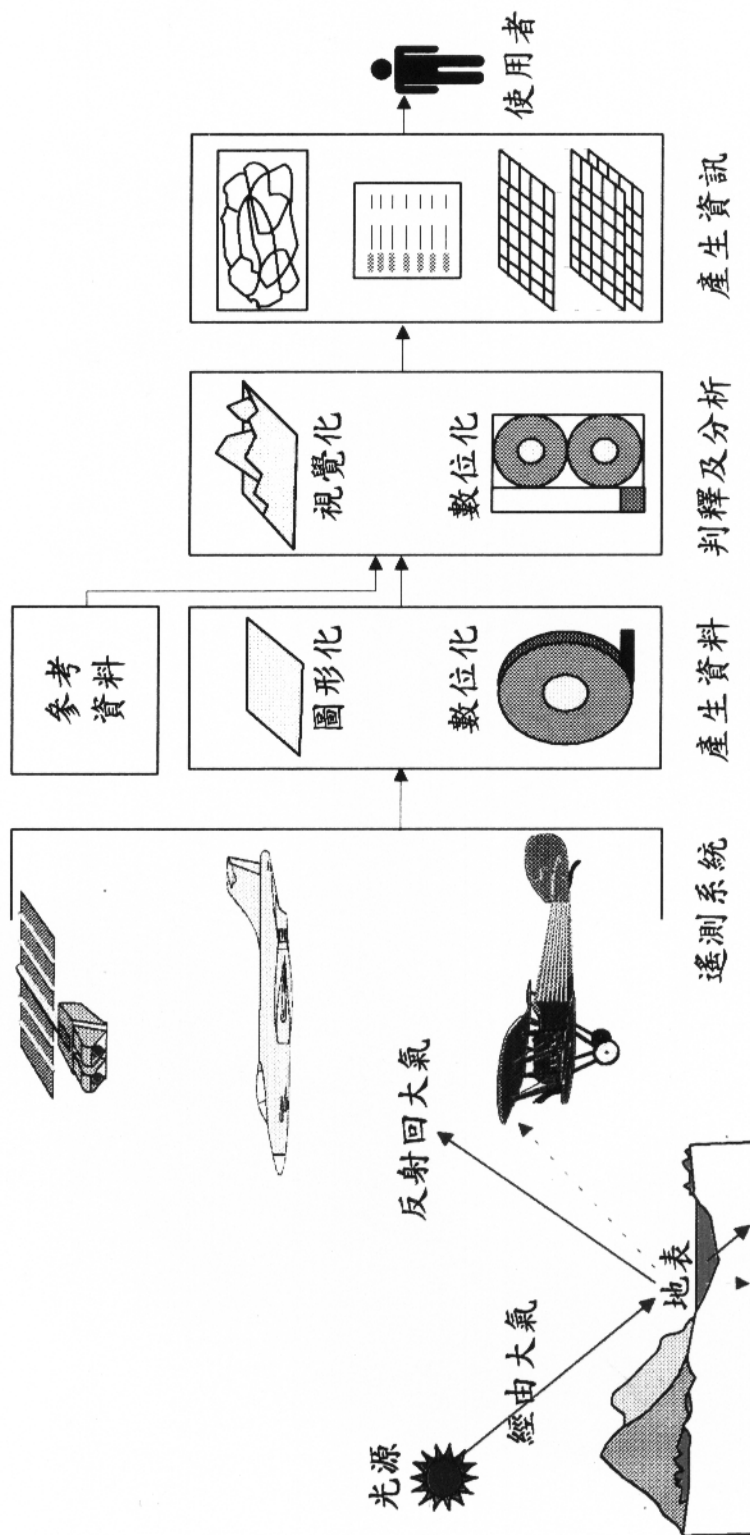
譬如利用遙測之分析可以得到一地區之景觀變遷圖，由於景觀乃是一地區之所有資源之整合，因此了解其改變與趨勢走向，將有助於我們作決策判斷。圖十七為景觀變遷的典型實例，圖中為台北市關渡自然保留區從民國 68 年至 83 年間的紅樹林擴增記錄，這些資料均利用航空照片，經由人工判釋，轉繪於圖上，再利用 ARC/INFO 輸成電腦檔案，並利用控制點校正，轉成 UTM 座標系統後於 ARC/INFO 下展現出來。圖中資料顯示紅樹林從早期之小點，長成非常完整之純林，且有持續擴大之趨勢。利用遙測之分析，我們可以推估其未來變化，因此，就雪霸國家公園經營者的角度而言，這些資料將可以應用於自然環境變遷之監測、工程開發之監控、火災之預防與監測，以及動物棲地變化之監測等要項；同時也可與生物調查之資料結合，探討生物與環境變化之關係，應用範圍非常廣泛。

大型哺乳類之監測

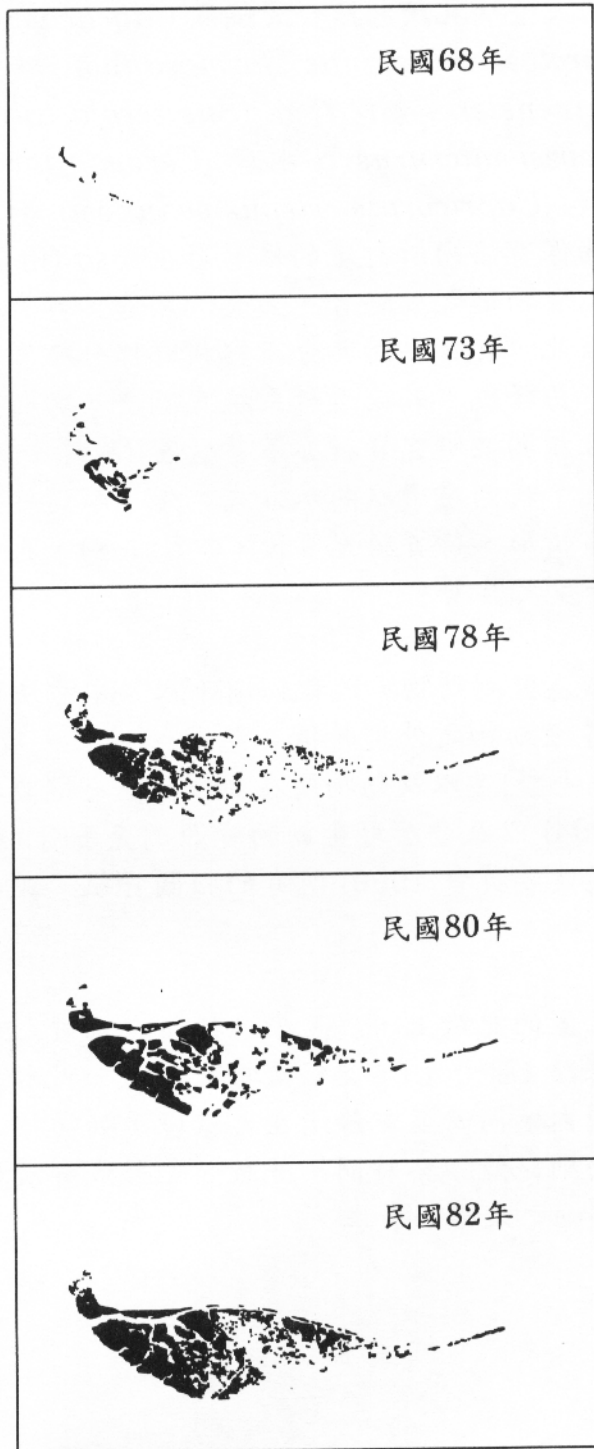


圖十五、遙測所採用之多層次取樣(multi-stage sampling)概念

資料蒐集 → 資料分析



圖十六、遙測系統資料之獲取與利用過程



圖十七、利用遙測技術所得不同年份之景觀圖，本圖為台北市關渡自然保留區 68 年至 82 年紅樹林之擴張情形

雪霸國家公園的大型哺乳類包括台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)、臺灣黑熊 (*Selenarctos thibetanus formosanus*)、石虎 (*Felis bengalensis chinensis*)、臺灣野豬 (*Sus scrofa taivanus*)、山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*)、水鹿 (*Cervus unicolor swinhoei*) 和臺灣長鬃山羊 (*Capricornis crispus swinhoei*) 等。這些動物大都屬於野生動物保育法內所訂定的保育野生動物 (附錄二)，非常重要。亦有多種為食物鏈之最終者，如臺灣黑熊，具有代表生態系品質之重要性。因此，有必要對其分布與族群作一確實之掌握。由於這些動物平時不易發現，若欲進行系統式調查，勢必耗費甚多之人力與物力。而且相關之研究資料亦不甚豐富 (附錄一)，無法作進一步的分析，因此，我們建議以問卷方式，先了解這些大型哺乳類在國家公園的分布情形，待資料充實後 (二至四年)，再作進一步的評估，以制定進一步之監測。

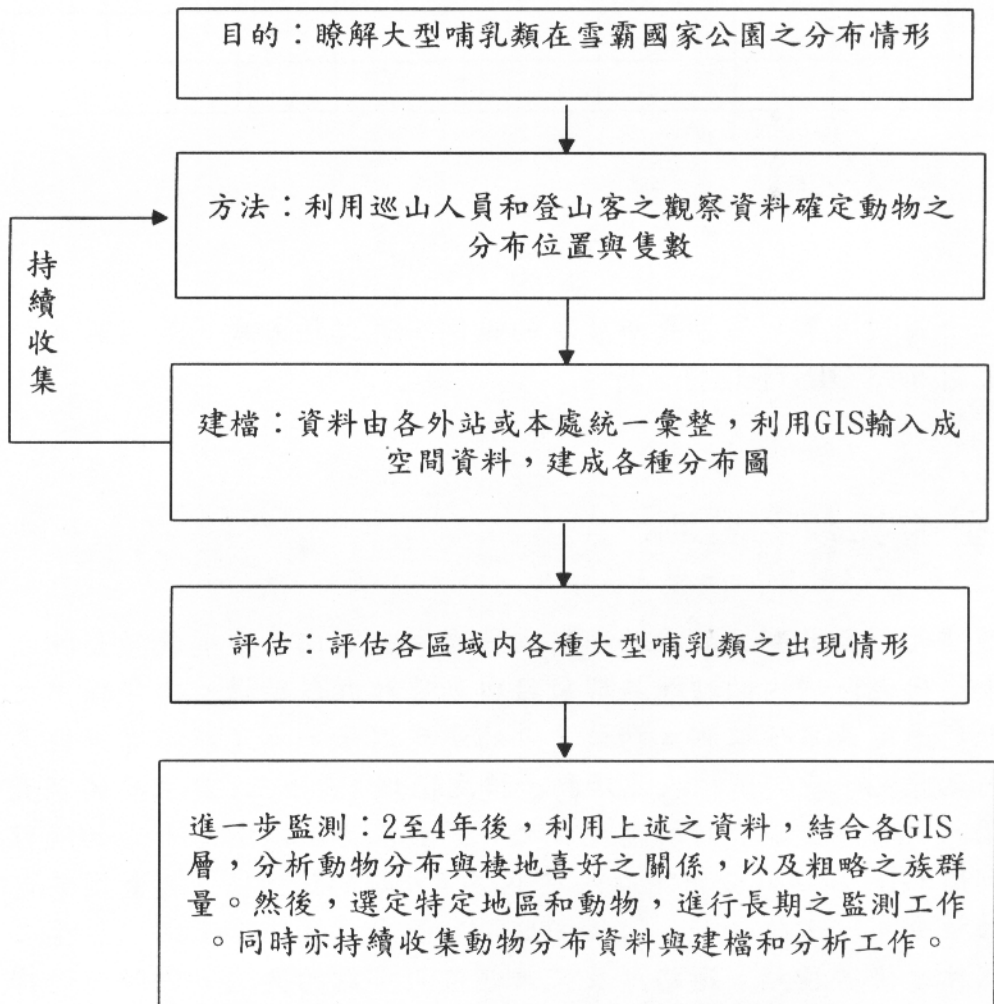
利用大型哺乳類為監測動物，流程如圖十八。本方法最重要的關鍵在於野外判認各種動物之外型特徵、足跡、叫聲、殘留物 (排泄物、食痕、遺骸、毛髮)，以及動物所在之位置。有關動物生態資料可參閱李與林 (1994) 以及臺灣野生動物資源調查手冊 (1) 臺灣哺乳動物 (I) (行政院農業委員會 1990) 所有的相關資訊，或委由專人製作的解說摺頁。

在動物所在之位置的記錄上，應至少包括所在位置之詳細座標或以像片基本圖為基準 (圖十九)，記錄大概之位置，此精密度最好在 1 公里的誤差範圍內，同時並記錄所在之環境，如植被、海拔、坡向等，在動物方面則記錄觀察時間、隻數、是否成群活動，以及一些特殊之資料。詳細之表格如表二。

資料呈現

利用這種方式所收集到的動物分布資料，若考量動物之活動與觀測誤差，則可以兩種方式呈現：

- 用發現地區附近一公里半徑為這種動物之出現範圍，即在 GIS 下將原為點的資料，利用 Buffer (或類似指令)，轉為 1 公里為半徑之圓形 polygon 格式；
- 或可直接將分布點改用圖十九之網格系統建成 dbf，再結合成 GIS 之格式，以網格為展現方式。



圖十八、雪霸國家公園大型哺乳類之監測流程

表二、雪霸國家公園大型哺乳類之記錄格式

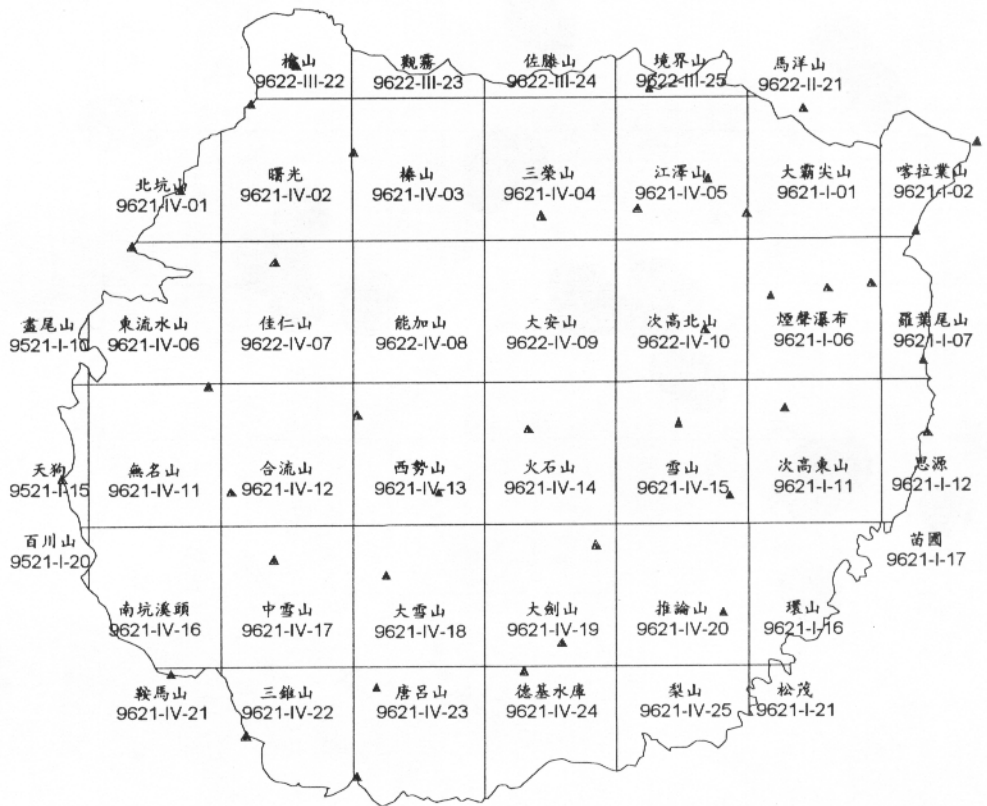
	日期	時間	海拔	地點描述	動物	方式	棲息環境	其他
範例一	94/6/12	0701	約1900m	在觀霧東方約3Km處	長鬃山羊	排遺	天然闊葉林邊緣步道上	
範例二	94/6/12	0910	約2200m	在雪山距七卡山莊2Km處	臺灣獼猴	目擊	天然闊葉林	成群活動

圖二十為利用第一種方式所展現的範例，第二種方式，如圖五。所得之圖可於 GIS 下進行分析。

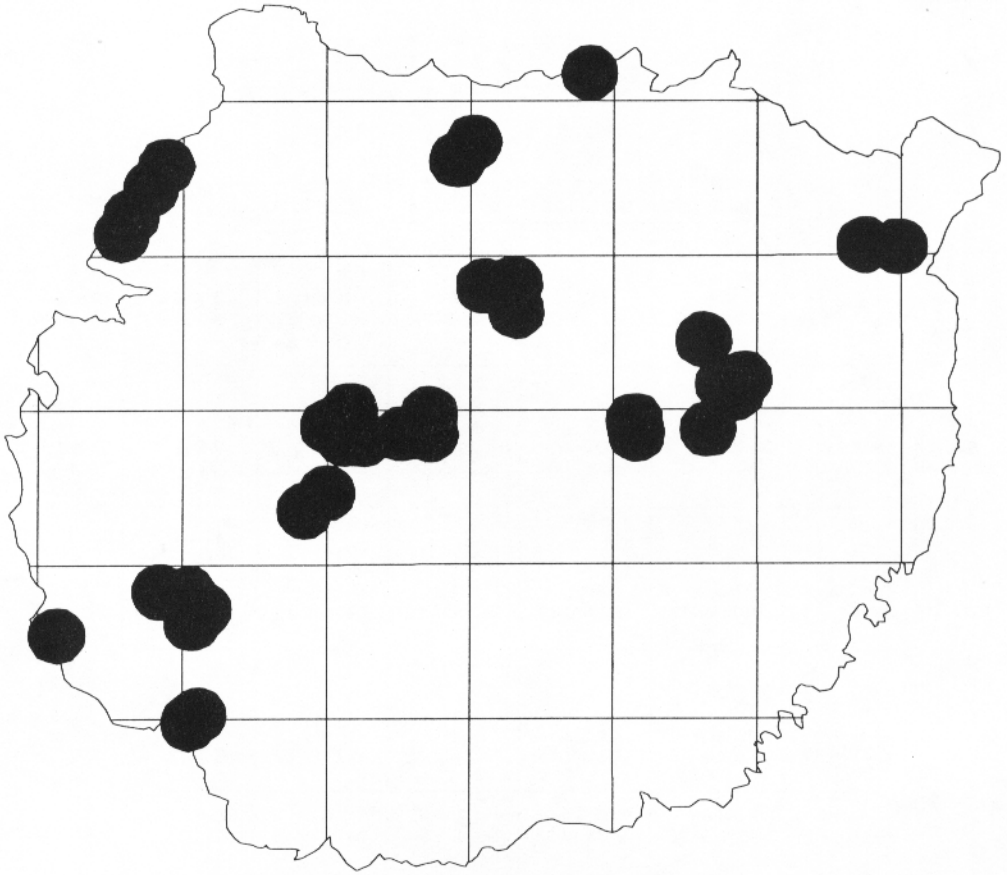
小型哺乳類之監測

小型哺乳類的監測目的在於了解雪霸國家公園內小型哺乳類動物在各生態代表區域內的種類族群數目與動態和群聚結構。建議採用之地點的選定是本項監測成功最重要的決定因子，為了能確實掌握園區內之狀況，我們選擇人為活動干擾之區域(圖十三)為主要的調查範圍，同時考量調查時所需花費之時間與人力，以圖二十一的流程，利用 GIS 和統計分析，以決定小型哺乳類的採樣區，考量因素包括植被分布、道路分布、海拔高度等，而在選擇標準上則以原生之天然林、優勢種類、道路可及又兼顧監測重點的區域，同時所選擇之區域又必須為具有代表性之生態系，其植被應為一均質化之優勢種植物，且其面積必須大於 50 公頃。利用這種準則在 GIS 下進行

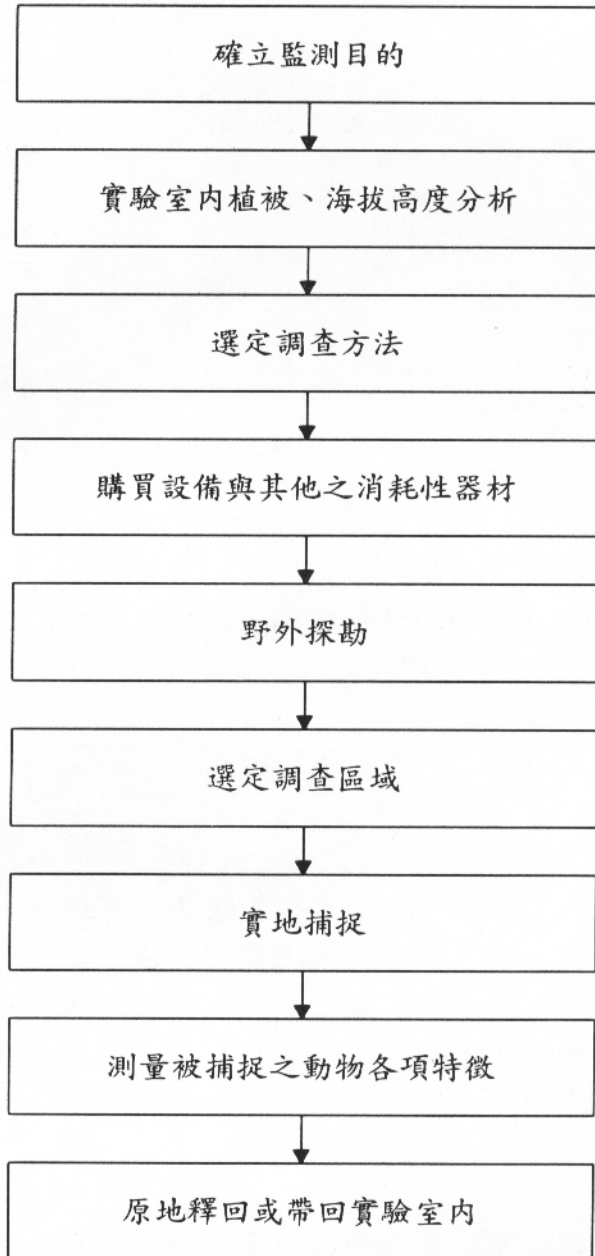
疊圖分析 (圖二十二)，並產生表三之資訊，利用本表以及各可能樣區之空間分布情形，建議小型哺乳類之採樣區域，如圖二十三。



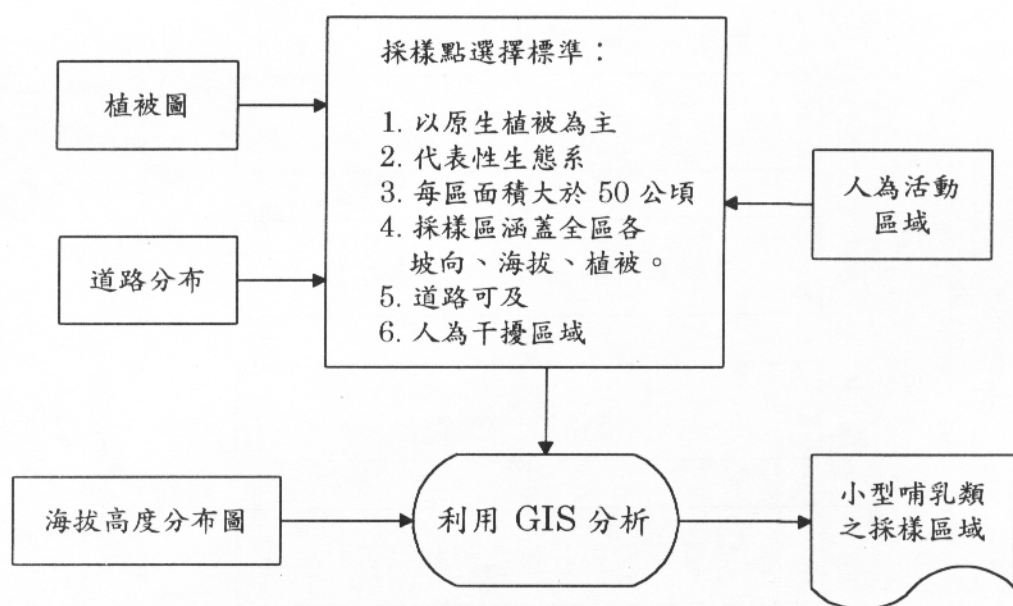
圖十九、雪霸國家公園記錄大型哺乳類出現之像片基本圖網格系統



圖二十、雪霸國家公園大型哺乳類之分布，以臺灣獼猴為例 (資料來源：林等 1989)



圖二十一、小型哺乳類之調查流程



圖二十二、小型哺乳類調查區域之選定流程

在採樣時，可因需要以活捉或夾死方式捕捉這些動物，前者可用 Sherman trap 方式捕捉，後者亦有各種鼠夾可選用，或欲將松鼠類包含於監測範圍，則可採用較大之鼠籠。在飛鼠方面可考慮使用夜間觀測法 (Lee *et al.* 1993) 進行，直接計數於固定面積下之體數，或利用動物叫聲方式，以偵測其出現與否，目前的資料顯示叫聲僅能作為出現指標，而不能作為族群量之估計值 (Lee *et al.* 1993)。

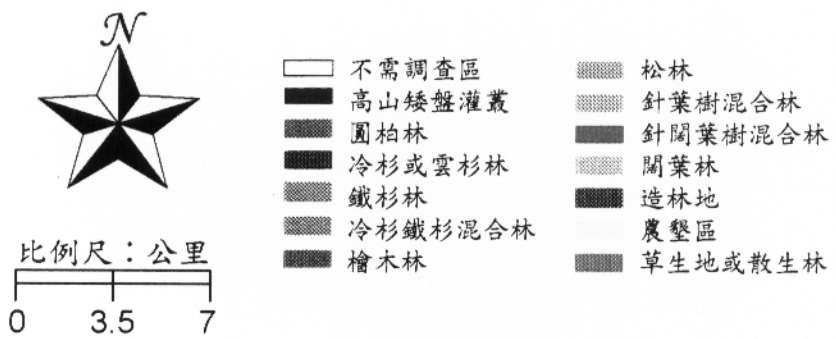
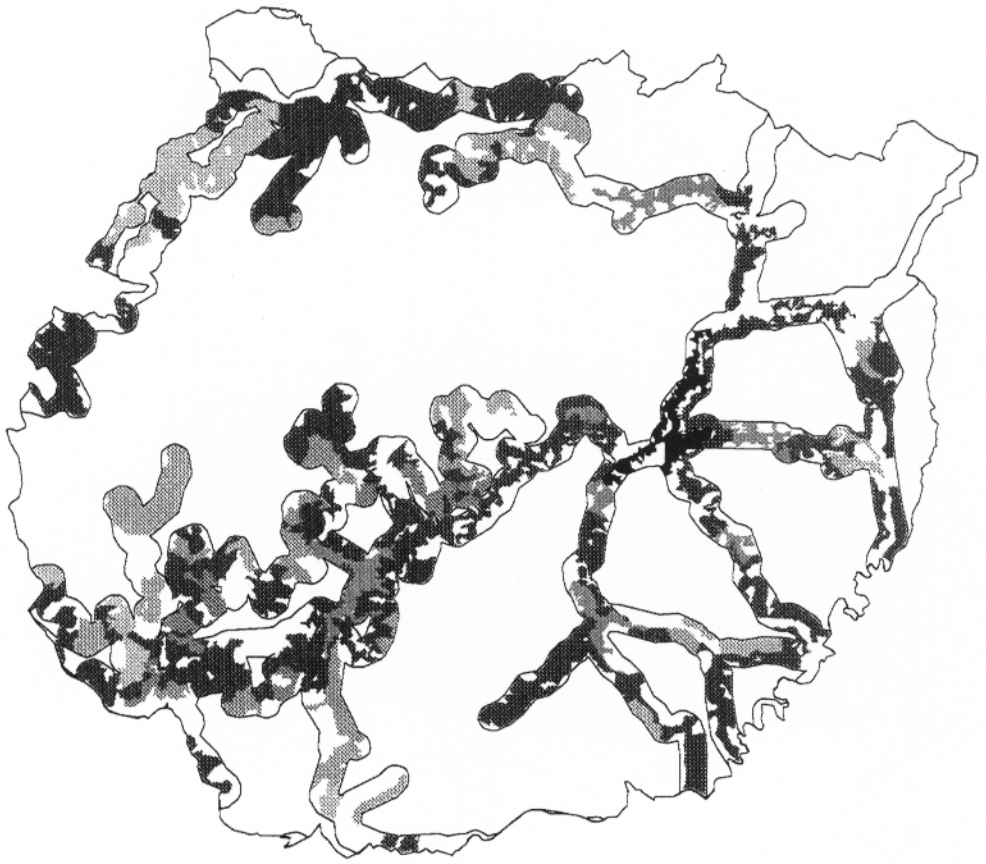
以鼠夾或鼠籠捕捉小型哺乳類可採用穿越線或網格狀佈籠方式，建議採用移去法進行族群估算，每個採集區每年僅進行約三至六天之採集，視情況而修正。根據林等 (1990) 在玉山國家公園進行的研究顯示，六天是必須的時間，但若根據我們在雪霸國家公園內的經驗，則三天應可得到代表性之樣品。有關此節有必要進行密集野外探勘作業，以決定實際捕捉天數，一旦決定後，則應每年採用固定模

式進行，方可進行比較分析。每年採樣區應大致固定，但詳細地點可因需要而稍有變化。

表三、雪霸國家公園內各海拔高度下植群面積 (公頃)

植被型態	海拔高度(公尺)							總面積
	500 至 1000	1000 至 1500	1500 至 2000	2000 至 2500	2500 至 3000	3000 至 3500	3500 至 4000	
高山矮盤 灌叢*						117.9	300.7	418.6
圓柏林						56.6	16.1	72.7
冷杉或 雲杉林*				44.3	835.5	2756.7	94.1	3730.6
鐵杉林*			3.3	311.0	577.3	214.4		1106.0
冷杉鐵杉 混合林				16.5	278.5	145.5		440.6
檜木林			22.4	84.6	7.5			114.4
松林*	2.4	80.7	64.2	1065.2	531.2	106.3		1850.1
針葉樹 混合林			38.1	370.0	363.7	21.0		792.7
針闊葉樹 混合林*		23.1	1133.2	1169.0	30.8			2356.1
闊葉林*	12.2	360.0	1121.1	396.4	7.5			1897.3
造林地	7.9	587.2	2130.0	4394.8	1181.1	206.2		8511.2
農墾區			176.4					176.4
草生地或 散生林				37.1	349.8	979.0	1.9	1367.7

*建議進行監測之植群區



圖二十三、小型哺乳類採樣點之建議地區

捕捉到的動物可採用表四之記錄表格將各種類之小型哺乳類的資訊記錄清楚，若有進行解剖，則可將各動物之生殖情形記錄於表中。若採用夜間觀察法觀察飛鼠，則可用表五之方式記錄。

小型哺乳類之監測採每兩年或三年進行一次，每次均需至各調查點一次，每年所進行之時間最好選擇 5-9 月，以避免因季節變動而影響結果。

資料收集完成後，應鍵入電腦，可依雌、雄個體資料之差異，分別建檔，建檔內容可依表四與五之內容予以格式化。建檔時，建議以資料庫軟體，如 FoxPro (DOS 或 Windows) 或 dBASE，或以試算表，如 Excel 或 Lotus 1-2-3 等進行。這些資料經過適當轉化與連接後，可成為 GIS 之格式。

族群量估算採用 CPUE (Catch per unit effort, 單位時間捕捉量) 或採用密度 (隻/公頃/單位時間) 為展現標準。群聚方面，可探討生物種數 (多樣性)、計算多樣性指標 (如 Shannon diversity index, evenness index ... 等，詳細之公式請參見 Heyer et al. 1994)、不同地區之相似性指標。待資料收集多年後，可探討各年間的族群動態、空間分布之差異，以及可能的趨勢與變化。

鳥類之監測

由於鳥類非常容易發現，且鳥種和環境棲地狀況有非常明顯的相關性，在台灣地區的野生動物研究中也以鳥類研究資料較多 (顏 1992, 李與林 1994)，因此建議選用鳥類作為國家公園內的長期生態監測指標，以下我們依據美國行之有年的繁殖期鳥類調查 (Breeding Bird Survey, 簡稱 BBS) 為範例，參酌台灣的狀況，修改而成為建議模式。有關 BBS 的簡介，請參閱附錄三。

表四、雪霸國家公園小型哺乳類採集記錄表格(本表格可依實際需要放大)

採集者：			記錄紙編號：															
日期	編號	種類	性別	體重	體長	尾長	後足長	耳長	年齡	雄性			雌性			採集地	備註	
										睪丸	貯精囊	副睪	乳頭	卵巢	子宮			重量
										位置	長度	重量	發育情形	重量	胚胎數目	胎鼠長度	胎痕數	

表五、雪霸國家公園夜行性動物 (如飛鼠) 之觀察記錄表格與範例

日期：			
天候狀況：			
觀察地區：			
植被狀況：			
海拔高度：			
起迄時間：			
時間	種類	記錄事項	備註
19:40	大赤鼯鼠	在大葉校櫟上，約在 10 至 15m 高處休息	範例
19:49	白面鼯鼠	叫聲	範例
19:52	白面鼯鼠	叫聲 (連續)	範例

目的

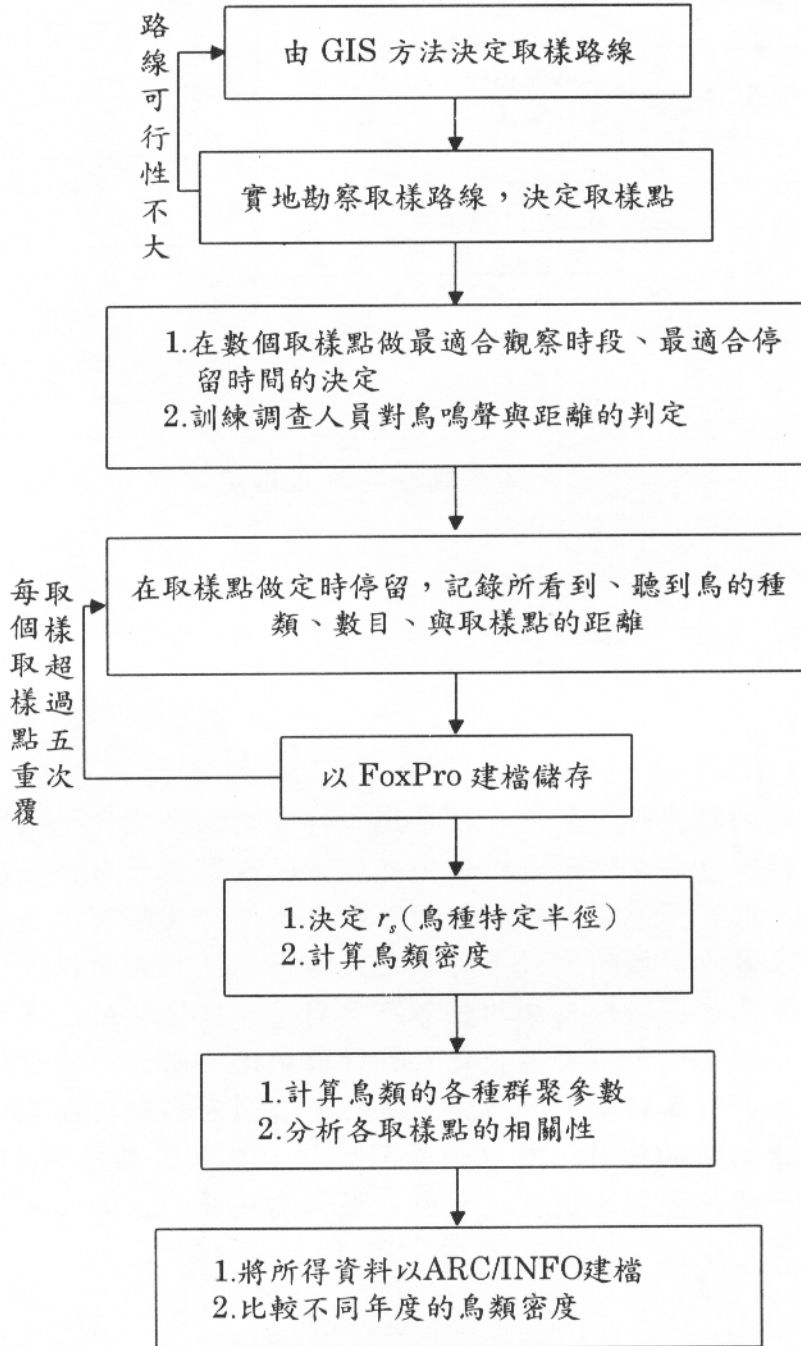
以鳥類作為生態指標，利用每年一次之繁殖季鳥類調查，來偵測園內生態體系之狀況及保育成果。

調查區域的選擇

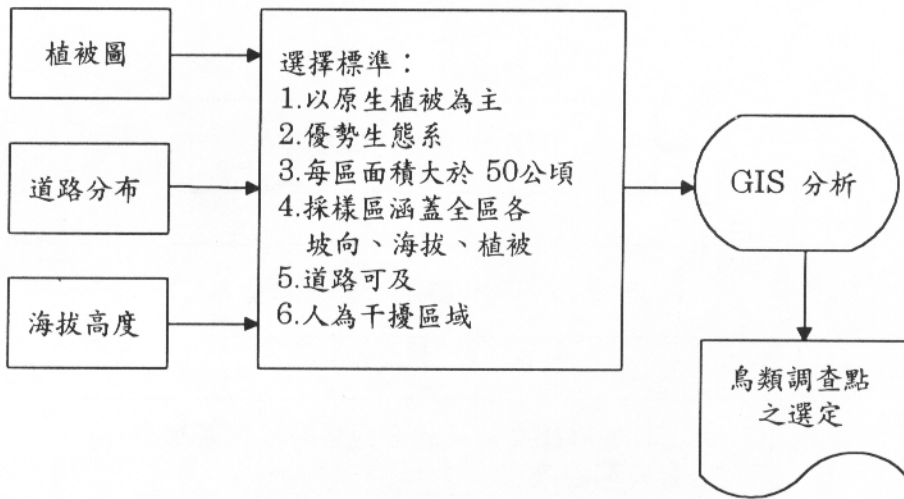
鳥類調查流程如圖二十四。所調查的區域應儘可能地包含國家公園內各種生態棲息地(景觀)，區域的選擇因子包括土地利用型態、植被、地形、海拔高度、坡度和坡向，簡言之，即以地理景觀(Landscape)為選取之標準，土地利用型態和植被之資料可以利用遙測資料(如人造衛星 Landsat 或 SPOT，或航空照片)，加以判釋而得，或可採用圖八之圖為基礎，並修正某些改變之區域，而地形資料則可由 DTM (Digital Terrain Model) 或圖八的資料經過處理而成。這些資料建成後可利用 GIS 的疊層分析(圖二十五)，找出每一個國家公園內特殊景觀，鳥類調查區域的選擇，即可依據這些資料，以及參與調查的人力安排，而完成選定，如圖二十六。由於臺灣地區的賞鳥人口頗多，因此有關此節之調查，建議與鳥會合作，採用固定時間、地點和標準方法進行。

穿越線的設置

在雪霸國家公園內，應先行利用各個不同的棲地形態或地理畫分，配合已有的步道系統或山徑，規畫出可代表或包括各區域(圖二十五)的穿越線，在每一條穿越線上設置 5-10 個取樣點，每點相距應在 200 公尺以上(避免造成重覆計數)，以圓圈法(Circular plot method)來調查鳥類的種類及數量，方法於調查方法一節有描述。



圖二十四、鳥類調查之流程

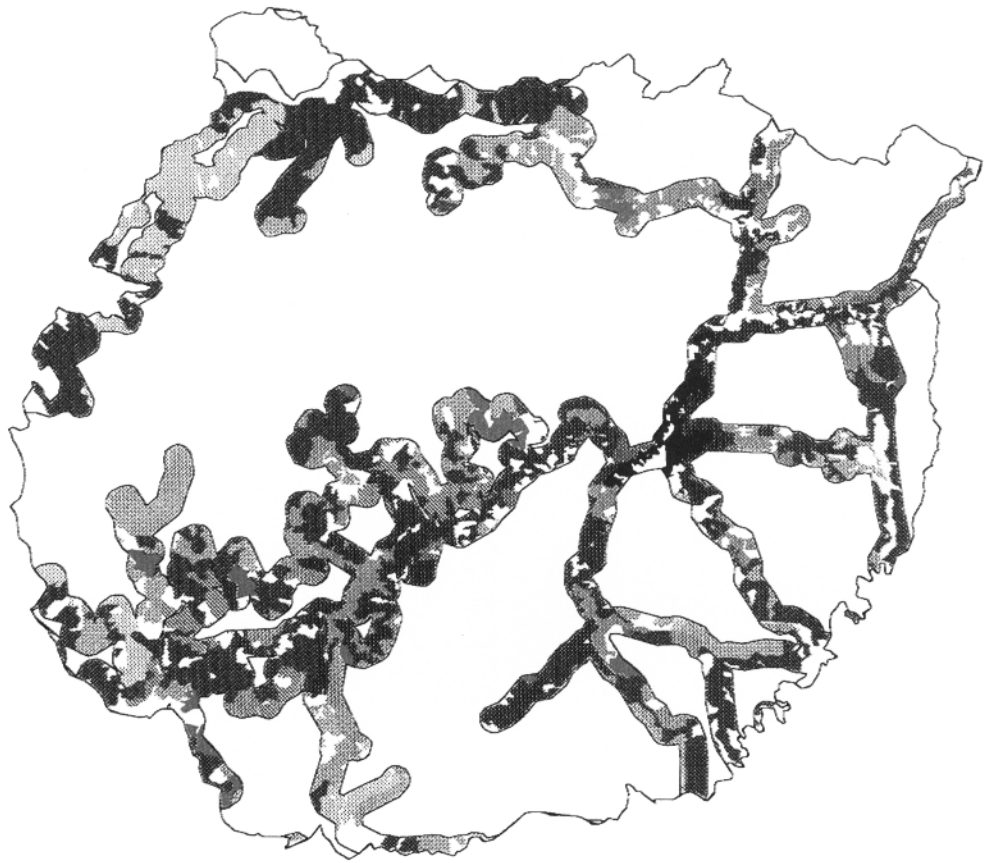


圖二十五、鳥類調查區域之選定流程

需求條件

在進行鳥類的調查時，利用各種鳥類的特有鳴唱聲及目視個體的確定和計數非常重要。縱使是一位極有經驗的觀察者，對於一些極少見的鳥類，也有可能產生辨識上的困難。而進行鳥類的調查若無法利用聲音來做為辨識的方式，將會喪失許多可獲取的資料，因此調查者必須要熟悉區域內鳥類的外形及鳴唱聲，建議利用已有之鳥類鳴聲錄音資料，給予參與調查之人員行前訓練，以達到減少誤差之目的。另外，對鳥類密度的估算，觀察者必須對鳥類與觀察者本身的距離做出正確的估計，所以調查開始前，在取樣點每隔 10 公尺的距離設一標誌，訓練調查人員由目視和鳥鳴聲的方向及大小來估計距離。

探勘



比例尺：公里
 0 3.5 7

- | | |
|-----------|-----------|
| □ 不需調查區 | ▨ 松林 |
| ■ 高山矮盤灌叢 | ▨ 針葉樹混合林 |
| ■ 圓柏林 | ▨ 針闊葉樹混合林 |
| ■ 冷杉或雲杉林 | ▨ 闊葉林 |
| ■ 鐵杉林 | ■ 造林地 |
| ▨ 冷杉鐵杉混合林 | ■ 農墾區 |
| ■ 檜木林 | ▨ 草地或散生林 |

圖二十六、鳥類調查點之選定地區

對於調查路線的不了解，往往會浪費時間，同時也會影響到調查的結果。因此，在進行正式的調查之前，調查者最好能夠先到調查路線進行探勘的工作，尤其是對於新的路線或是第一次進行觀察的調查者。這樣不僅可以避免調查時因迷路浪費時間，也不致影響到調查的結果。如果所要調查的路線太遠，而不便進行探勘的工作，也必須要在 1:10,000 像片基本圖上作確切的辨認，並查訪所設定調查路線的現況。同時，調查者也需要在調查路線鄰近區域上練習調查的方法。

調查的時間

一般來說，鳥類調查的期間最好是當地大部分鳥類都已經進入繁殖季，而且尚未開始營巢育雛的期間。在這段期間內，鳥類的鳴唱最為頻繁，行動也比較活躍，而在鳥類的計數誤差也最小。台灣的留鳥繁殖季節，雖然會因為海拔的差距而有所不同，但仍以三到七月為主。因此，四月初到六月底應是可以接受的一個調查時期。重要的是每一年的調查時間最好都能夠在相同的時段裏進行。每年只進行一次，或時間許可，可在不同日期，至同地區調查4次以上，以擴大樣品之基礎。

取樣點的設置

在穿越線上設置 5-10 個取樣點，取樣點的設置以每點間隔兩百公尺以上為原則，選擇調查者應能有效察覺鳥類及其鳴聲的地點設置取樣站，所以在懸崖邊、擋土牆下方均不是理想的地點。其次，取樣點的周圍 100 至 200 公尺的植型為均質 (homogenous)，以避免邊際效應 (edge effect) 產生的誤差。因此各取樣點周圍避免任何人為設施 (如公路、建地、垃圾箱)、裸露地及溪澗等其他異質的植被類型。各個取樣站最好都能夠在事前於地圖上標示清楚，而往後各年的調查都能夠在同一地點進行觀察。

調查方法

由於臺灣的山區地形崎嶇，植型複雜，鳥類隱蔽性高，故以圓圈法較為適合。圓圈法是於取樣點做定時停留，記錄在時間內所看到、聽到的鳥類種類數量 (n)、及與樣點的水平距離 (r)，及被察覺的方式。以下列算式估算密度：

$$D = \frac{n}{\pi r_s^2 C} * 10,000$$

其中

D：估計密度值，每公頃鳥隻數

r_s ：鳥種特定基礎半徑 (Species Specific Basal Radius)

C：在此一植型內所有樣點所調查的總次數

其中鳥種特定基礎半徑 (r_s) 代表在此半徑下大部份的鳥類可被察覺。所以在不同的植型和不同的鳥種， r_s 值會有所變動。 r_s 值的決定是當調查人員判斷鳥類鳴聲與取樣點的距離，而計算出各個距離 (以10公尺為一單位，定為一環帶) 的密度，當在某一環帶，其密度較前面的各個環帶有顯著減少時，此環帶的內半徑即為 r_s 值。附錄四為玉山國家公園境內利用圓圈法所得到之各種鳥類之 r_s 值。

影響密度估算的因子除了 r_s 之外，尚包括取樣點停留時間的長短。停留時間的長短決定所記錄鳥種及數量的多寡，一些隱蔽性較高的鳥種 (如小翼鶇、鷓鴣等) 往往需要較長的時間才能察覺，但停留的時間增長又容易對已記錄的鳥重覆計數。建議在一些取樣點做先期試驗 (preliminary test)，決定可記錄 80% 的鳥種及數量的時間，做為在樣點的停留時間。以臺灣山區的鳥類而言，最適合停留的時間約在 6 至 10 分鐘，隨著植型愈複雜，所需的時間也愈長。

調查工作

調查工作需於日出前的半小時內開始進行，從穿越線的第一個取樣點開始進行觀察，分別記錄各取樣點的鳥種、數量、被查覺的方式及取樣點的距離（以隔 10 公尺為一個單位），而整個調查行程必須在四個小時的時間內完成。觀察的進行必須僅由一人來進行，以避免人為上的偏差。在每一個取樣點上停留特定的時間，記錄在 100 公尺半徑內所能夠看到和聽到的鳥種及數量。每一個取樣點的停留記錄時間是固定的，即使看到極為少見的鳥類，或是該區可能會有某些特殊的鳥種，也不能刻意的加長停留時間。因為本調查所主要希望獲得的是各年之間鳥類群聚的比較，而不是要將一個點所有可能出現的鳥類完全記錄清楚。在本年度所沒有記錄到的鳥種，可能會在往後的調查中陸續記錄到。同時，在取樣點與取樣點之間的路線中所觀察到的鳥類也不能加到觀察的記錄裏，因為我們的記錄是以各取樣點為準。

鳥類計數

確實的記錄停留時間內所看到和聽到的所有鳥種及數量。除非是發現較大鳥群而難以計數時，才可採用估計。但是所有資料絕對要數量化，不可以相對數量記錄。另外，對於一些少見的鳥類，不管是否曾在記錄名單上出現過與否，觀察者都應該給予較為詳細的描述。記錄時建議採用表六之格式。

記錄保存

最好所有的記錄都能夠使用標準的記錄表格（如表六），儘可能的避免使用錄音機之類的電器設備，因為錄音帶較容易產生一些失誤的狀況，而比記錄紙不易保存，同時最好是原子筆之類的防水性筆來書寫資料，最好不要使用鋼筆或墨水筆之类的水性筆，這種筆所寫出來的字，極可能因為雨水或露水使記錄變得模糊不清。另外，在

記錄紙上也需要記錄各取樣點的調查始末時間，以及當時的天候狀況。

表六、鳥類監測所建議採用之記錄表格

鳥類野外記錄表

國家公園：

氣溫：

風速：

調查者：

天候：

路線編號：

路線名稱：

調查日期：

取樣點代號：

開始時間：

結束時間：

鳥種代號	鳥種	察覺方式	數量	距離	備註

調查許可天候

調查最好能夠在視線佳，風速小且不下雨的天候狀況下進行。一般來說，毛毛雨及短時間的陣雨，對於鳥類的活動影響不致太大，但是絕對要避免在濃霧、長時間降雨或豪雨的狀況下進行調查。調查時的風速最好能夠低於 8 mph，在風速高於 12 mph 時，便應該放棄調查的工作。

風速等級區分

利用蒲福 (Beaufort) 風級來記錄風速狀況，其分級狀況表七：

表七、蒲福 (Beaufort) 風級記錄風速狀況之標準

蒲福級數	風速(哩/小時)	指引
0	<1	煙垂直上升而不飄動。
1	1~3	煙上升後，慢慢單向飄移。
2	4~7	臉可感到風的吹拂，樹葉會相互摩擦而發出嗦嗦聲。
3	8~12	細小樹枝會搖動。
4	13~18	可吹起灰塵或紙張，較粗的樹枝亦會搖動。
5	19~20	小樹被吹斜，水面起小浪花。

天候狀況的記錄：(亦以記號為之)

天候之狀況會影響鳥類之觀察，因此在進行調查時亦應記錄當時之天候，以提供資料分析人員之資訊。表八為建議使用之記錄標準。

表八、天候狀況記錄之格式

0：表無晴或僅少量雲絲	1：少數雲塊
2：雲量多或陰天	3：起霧
4：下毛毛雨	5：下雨
6：下雪	7：暴雨

資料整理

各資料收集處的負責人員每年在完成所有的調查工作後，均需儘快的檢查核對各筆資料，找出任何可能之錯誤，無誤後即彙整至雪霸國家公園管理處，以進行資料分析工作。如此，在逐年的有系統資料累積，將可以獲得相當多的鳥類群聚資訊。

處內人員收到資料後應請人輸入電腦，並作核對工作，輸入時亦可採用小型哺乳類之模式，使用資料庫或試算表軟體，建成電腦檔，並備份永久保存。這些資料可整合為當年之鳥類資料，製成表格，並可與 GIS 連結，作進一步之分析。每一年鳥類觀察資料可作以下的分析：

- 每一種鳥之空間分布情形 — 在 GIS 下畫出其密度，配合各種環境因子之疊圖，了解當年這種鳥類分布與環境因子關係。
- 每一種植物社會 (如冷杉、鐵杉 . . .) 下之鳥類組成、多樣性、均勻度等。
- 各植物社會下之鳥種相似度，採用相似度指標計算，相關公式請參見 Digby and Kempton (1987) 和 Heyer *et al.* (1994)。

若將數年之資料累加分析，可得：

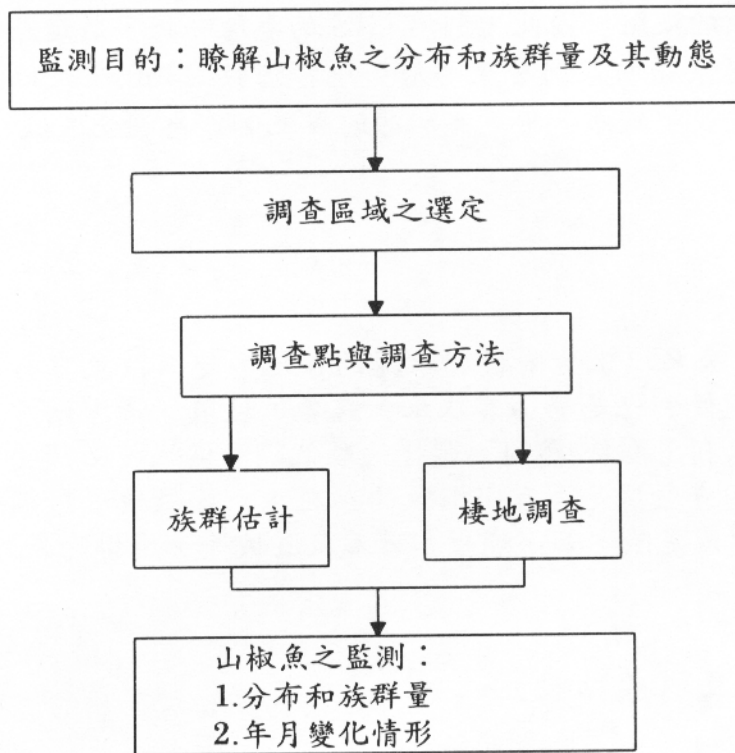
- 每一種鳥類之族群量變動情形與環境變化之關係 (配合遙測之分析)、族群之趨勢。
- 生物多樣性之各年間變化。

山椒魚之監測

台灣山椒魚 (*Hynobius formosanus*) 是農委會依據野生動物保育法中所規定的珍貴稀有保育類動物，分類地位上屬於兩生綱 (AMPHIBIA) 中的有尾目 (Urodela)。它們分布在台灣2300公尺以上的山區，北從雪霸國家公園的轄區，南至北大武山區。山椒魚平時棲息在水邊的石縫及枯木下的潮濕地表，生殖時期回到水中交配產卵。最適合生活於8~15°C的溫度中，是溫帶地區的動物。在動物地理的分布上，台灣是全世界山椒魚屬 (*Hynobius*) 分布的最南限。從古氣候學看來，亦證明了冰河時期台灣全島的溫度相當於今日的溫帶地區，山椒魚可經由陸橋由大陸來到台灣。當冰河撤退，海水上漲淹沒陸橋，平地氣候漸趨暖和，山椒魚只遺留在台灣的高山地區而存活至今。

由於山椒魚的數量稀少，又只棲息於高海拔的山區，有關的研究並不多，特別是台灣山椒魚詳細的分布、對棲息環境的需求等生態學上的研究更是缺乏，而且本島產山椒魚之分類至今仍不清楚，因此無論就學術上或稀有性上非常重要。另外，在今日全球溫室效應的情況下，山椒魚這種冰河時期子遺的兩棲類，是否因此而族群急速衰退？各種污染和人為干擾，對山椒魚的發育、成長及存活率是否有決定性的影響？這種種的問題，益發顯示出對台灣山椒魚的族群及分布的了解，和對其棲息環境監測的重要性。山椒魚之監測流程如圖二十七。

目的



圖二十七、雪霸國家公園山椒魚之監測流程

為了了解山椒魚在雪霸國家公園詳細內的分布情況，以及對棲息環境的需求等生態學上的問題。在今日溫室效應、環境污染等全球變遷下，山椒魚是否因此而族群急速衰退？其生態及棲地環境是否有影響？這些都是我們調查和監測的目的。

調查區域之選擇

根據我們對山椒魚之環境需求的了解，其主要分布在海拔 2300 公尺以上的水域附近 (圖二十八為已知之分布情形)，對周圍的植被類型並沒有嚴格的選擇性，在原始林邊緣及箭竹草原的底層，較容易

發現山椒魚的蹤跡。因此，利用 GIS 的疊層分析，將道路、河流、等高線及植被等四個圖層來疊層，選擇海拔 2300 公尺以上、交通便利、植被沒被破壞、附近有水源的谷地，作為調查區域。

探勘

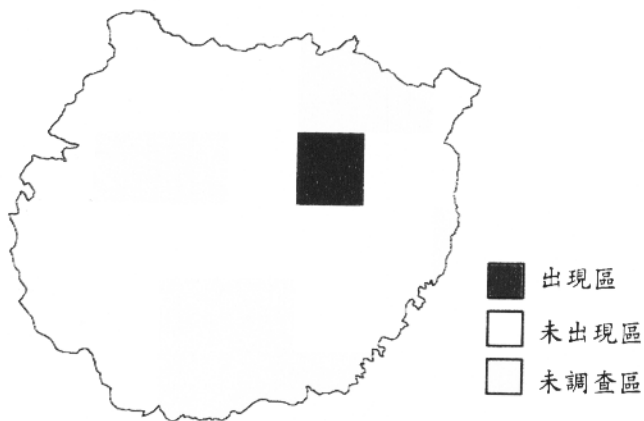
海拔 2300 公尺以上、附近有水源的谷地，是山椒魚容易出現的地方，但交通便利也是登山客取水、露營，垃圾、清潔劑污染嚴重的區域，所以利用 GIS 疊圖、選擇的數個調查區域，必須要再去探勘，以確定調查區域是否有山椒魚的存在。一些微地形對調查者可能會造成困擾或危險，如小崩壁、落石及陡坡等，應排除在外。

調查方法及取樣點設立

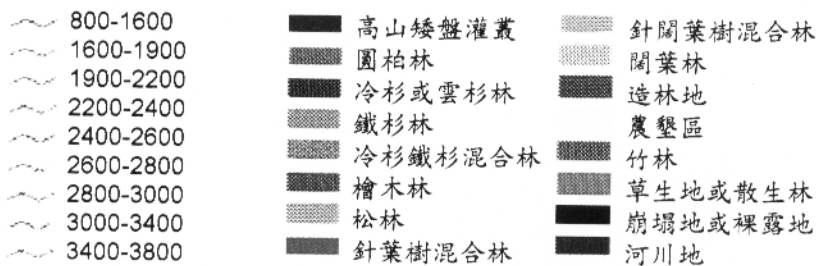
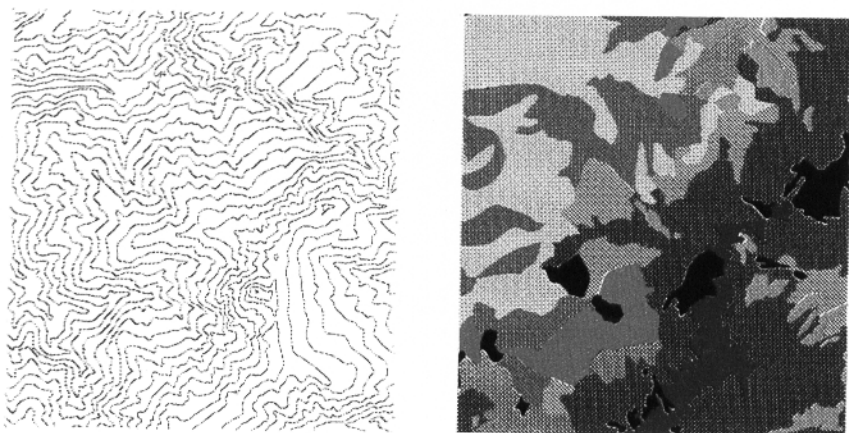
由於山椒魚屬較隱匿的兩棲類，非得對樣區做地毯式的搜索，不易有所結果，所以我們建議採用塊區取樣法 (quadrat sampling)。塊區取樣法對森林底層及溪流旁邊的兩棲類研究非常有用 (Jaeger and Inger 1994)，特別是長期研究溫帶林中，山椒魚族群的變遷 (Mathis 1990)。塊區取樣法是在調查區域中隨機選取足夠的正方形小區域，在區域內記錄所發現的山椒魚，並測量記錄此樣點的各種特性。由各個樣區不同的特性，及不同的山椒魚密度，則可利用統計的分析求得山椒魚對棲地的需求。由相同區域、不同年度的資料，得以監測環境變遷及對山椒魚族群的影響。在野外工作上，首先是到調查區域，沿水流邊緣設立 10×10 m 的大塊區數個，在大塊區內分割成 16 個 2.5×2.5 m 的小塊區，各有編號。調查開始時，以隨機方式在調查區域內選擇 30 個以上的小塊區，作為代表此調查區域的取樣點。

調查之進行

山椒魚分布

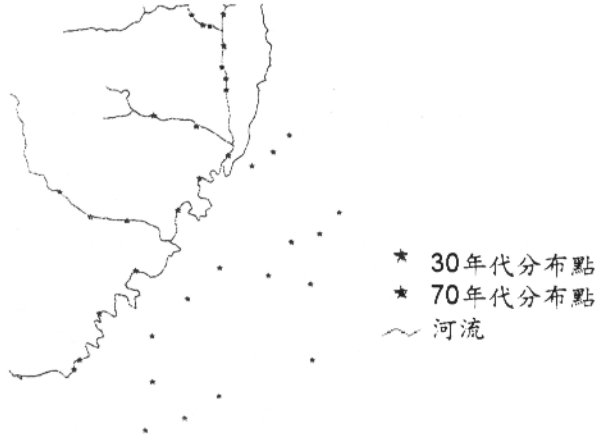


山椒魚海拔分布與植被

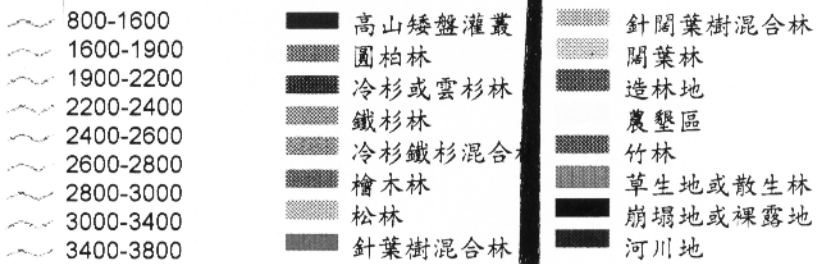
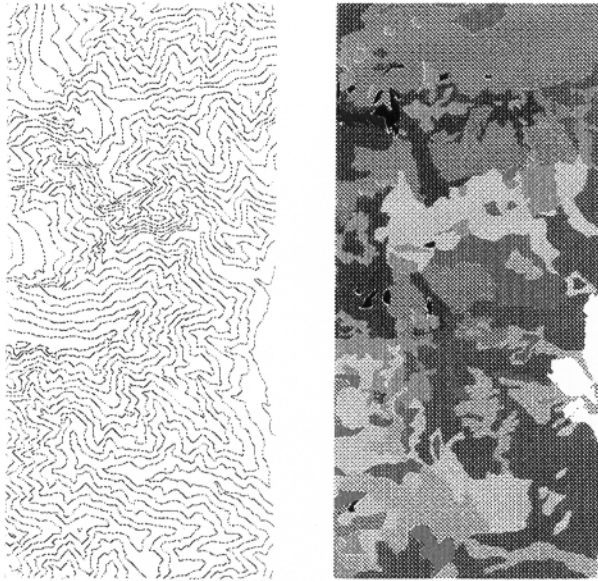


圖二十八、雪霸國家公園內山椒魚之已知分布區域環境

櫻花鉤吻鮭之分布



櫻花鉤吻鮭海拔分布與植被



圖二十九、雪霸國家公園櫻花鉤吻鮭之分布情形

在選擇的取樣點，以徒手的方式捕捉山椒魚。山椒魚白天通常躲在覆蓋物下方，這些覆蓋物大多為石塊和枯木，平時不易受自然力量而移動。調查人員一人迅速翻遍小塊區內的石塊、枯木等，尋找山椒魚。搜索時小心移開覆蓋物，完畢後將環境儘量復原。另一人則測量在此小塊區內捕獲的山椒魚形質，並對山椒魚標識後原處釋放。第三人擔任小塊區內之各種棲地因子的記錄，並擔任記錄。調查人員在尋獲山椒魚後，填表、剪趾標識(見下段說明)，並於原地放回。

調查日期的天候

山椒魚對溫度和溼度極為敏感，在乾燥或久旱的時候，會使其往地下更深層或水邊移動，因而影響到族群密度的估算。因此，在一連串的調查展開時，最好避免調查的時期太長、調查前後的天候相差太大，而影響資料間比較的客觀性。建議多分幾組人員，在同一時期的不同區域調查，為了避免人為的誤差，調查人員的互換也可考慮。

山椒魚的標識

標識對動物的研究助益頗大，包括成長、遷移、領域大小及行為等等，都可以從標識的資料中獲得。標識的方法有許多種，在兩棲類最常用的方法是剪趾法(Toe Clipping)。在此我們推薦一種編碼方式，不與數目字相關連，而以剪趾的序列來區別。這種方法是以腳的前、後、左、右(Front、Rear、Left、Right)，及趾頭的位置(內側為一，往外依次累加)，所以前18隻山椒魚只需剪一趾(記為LF1, LF2, LF3, LF4, RF1, RF2, ……，RR3, RR4, RR5)。在一趾剪完後，以剪二趾不同的組合來編碼。例如左前1趾剪後，再剪其他腳趾頭(記為LF1-RF1, LF1-RF2, LF1-RF3, ……，LF1-RR5)，全部用完後，再以前2趾起頭，依同樣順序剪二趾。二趾的組合用完，再以剪三趾來做。以此方式，在每腳不剪超過2趾的情況下，可以標識上千隻以上的山椒魚。推薦此法的另一個原因是臺灣山椒魚的指、趾式並不是固定的，有些個體的趾

頭數只有 3 或 4，用數字相加組合來編碼並不方便。另外，剪趾的斷面避免和原來的趾頭垂直，如此可使再生出來的趾頭與原來的趾頭有一夾角，而方便辨識。剪趾後，也應以酒精對山椒魚的傷處消毒。

記錄的要項

山椒魚監測記錄之表格如表九。

表九、山椒魚野外記錄表

山椒魚野外記錄表

國家公園：

調查者：

調查日期：

調查時間：

區域編號：

區域名稱：

取樣點編號：

取樣點記錄：

海拔	風速	風向	溼度	氣溫(乾)	氣溫(溼)	水溫	pH值	離水距離
底質溫度	底質形態	石塊(%)	人為干擾	共棲生物				
植被形態	優勢植物	地表優勢植物	樹冠密度	地表覆蓋度				

山椒魚記錄

編碼	石塊 長徑	石塊 短徑	出口 寬度	離水 距離	TL	SVL	HL	BW	趾式	尾部 情形	顏色 型	禦敵 行為	備註

天候狀況

為了研究和監測的資料，不只研究調查時間的天候需要記錄，如果能得到一段時期內的天候變化那就更好。所以放置高、低溫度或自動溫度記錄器有助於了解一天內溫度的變化，而設置小型氣候站或取附近氣候站的資料則可了解長期天候的變化。以下是短期研究必要的資料：

風速及風向：風速直接影響到水分的蒸散，而對山椒魚造成很大的影響。測量風速可用手持風速計或蒲福風級來記錄風速狀況（請參閱鳥類相的調查之風速等級的區分，表七），另外風向也應予記錄。

濕度：由乾、溼溫度計得出相對溼度。測量時儘量靠近地表。

氣溫（乾、溼）：溫度直接影響到山椒魚的發育、成長、和生殖，如果已有高、低溫度計或自動溫度記錄器，就可加以利用，沒有的話則以溼度計量氣溫和溼球的溫度。

水質

山椒魚幼體及交配時都在水中，水質及水溫對山椒魚的影響極大，測量時選取最接近取樣點的水源測量。

水溫：避開有被陽光曝曬的水源，測量時溫度計儘量貼近底層。

pH 值：酸雨對兩棲類的發育、成長及存活率有決定性的影響，而造成族群急速的衰退 (Pierce 1985)。水中 pH 值可因酸雨、落葉腐化而隨季節改變，測量方法是以 pH-meter 度量，不要用酸鹼指示試紙，因為試紙不夠精確，而且可能造成誤判。

棲息環境

海拔高度：以校正過後的高度計，輔以一萬分之一的地圖，測量取樣點所在高度，或是利用全球衛星定位系統 (GPS) 來定位。

植被型態：山椒魚可能出現在極為鬱閉的植被內，也可能出現在開闊的箭竹林裡，不同的植被型態是否會造成山椒魚型態、體色或族群密度的差異，這些是記錄植被型態的原因。記錄植被類型 (如冷杉林、紅檜—闊葉樹混淆林、箭竹) 和優勢植物、地表優勢植物、樹冠密度、地表植物覆蓋度等，以百分比表示。

地表底質：粗分為砂質、壤土、腐葉三種，山椒魚密度會因不同底質造窩的容易性與安全性而有所差別。石塊佔地表的百分比及底質的溫度也須一併記錄。

窩的結構與位置：大部分發現的山椒魚是躲在石頭下，石頭的長徑和短徑，窩的長度、最寬處和出口處的寬度，都有必要加以記錄，離最近水源的距離也應一併記上。

人為干擾：視人為活動的頻率和程度而定。例如完全沒有人為干擾、登山步道 20 公尺內，公路旁 100 公尺內、人工水潭、人為碎石堆等。在依不同的程度分類，分析山椒魚本身對人為干擾的影響和適應。

共棲生物：記錄在樣點中是否有看到其他山椒魚，其他兩棲類、爬蟲類等。

山椒魚的測量

在發現山椒魚後，首先觀察是否為已標識的個體，決定是否給予標識。再以游標尺測量山椒魚下列的形質，並對其體色分類後放回原位。

全長 (TL)：頭前的吻端到尾巴末端，精確至 0.1cm。

吻肛長 (SVL)：吻端到肛門的長度。

頭長 (HL)：吻端到上下顎交點的長度。

體重 (BW)：以彈簧秤 (10 克或 20 克重) 測量，精確至 0.1 克。

趾式：記錄趾的數目，先左後右，先前再後。如 4445 代表前肢均為 4 趾，左後肢 4 趾、右後肢 5 趾。記錄趾式可以分析不同區域的趾式有無不同。

尾部情形：因被掠食者捕食或禦敵行為，山椒魚尾部會發生有缺刻的情形。比較不同年度或海拔的尾部缺刻比例，可以比較出不同的捕食壓力。

體色類別

據師大呂光洋教授的區分方式 (呂等 1989)，山椒魚可分為七種顏色型，區分方式如下：

顏色型1：整個身體外表為淺褐色或褐色，經仔細端詳，在皮膚底下有不明顯淡色但規則的小圓點。此小圓點為腺體，在偶然的情況下，在身體會散生一些不規則白色麻花狀的花紋。

顏色型2：身體底色為極淡粉紅或淡黃白色，上面散生著非常不規則的粗褐色斑紋。

顏色型3：身體底色為黃褐色，上面散生著不規則的細褐色斑紋。

顏色型4：身體為深黑褐色，上面散生著不規則細黃褐色斑紋或不明顯的雲狀紋。

顏色型5：身體土黃色或綠黃褐色，上面散生著不規則粗褐色斑紋。

顏色型6：身體為土黃色或綠黃褐色，上面散生著不規則之細褐色斑紋。

顏色型7：為幼小的個體，體色為黑色或深褐色。

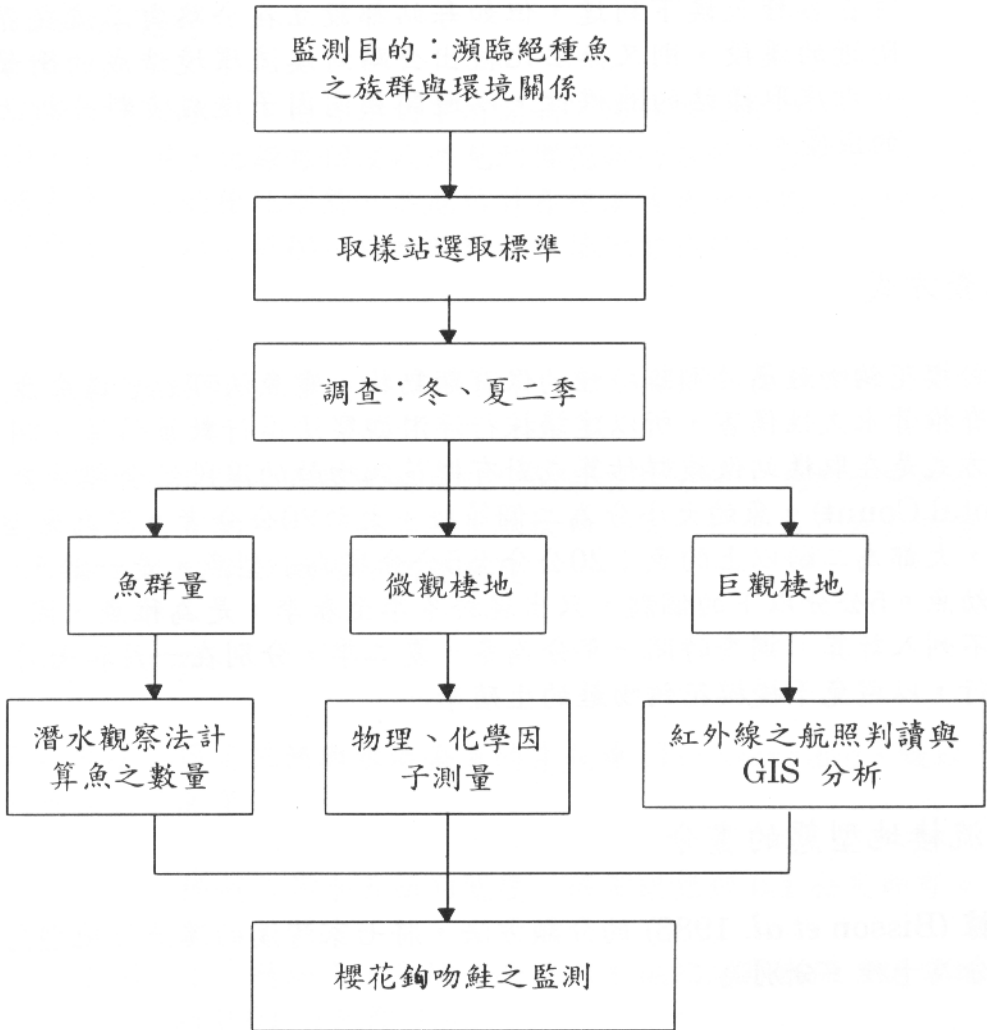
櫻花鉤吻鮭之監測

櫻花鉤吻鮭是非常稀有珍貴之「國寶魚」，是臺灣瀕臨滅絕種動物之一，目前僅存在於七家灣溪約七公里左右的溪段(武陵農場迎賓橋上至七家灣溪上游桃山西溪六號壩底下約七公里，圖二十九，見第64頁)，此溪段在武陵吊橋以下多處與遊憩區及農業用地毗鄰，溪流的水質受到各種污染直接的影響。全段因溪谷陡峭，自然崩塌容易發生，攔砂壩工程的興建，造成河流物理性質的改變。這些因素均影響到櫻花鉤吻鮭的族群。因此，欲調查櫻花鉤吻鮭的族群，亦需對其微觀棲地的理化因子和巨觀棲地進行長期監測，流程如圖三十。

取樣站的選取

櫻花鉤吻鮭利用溪流的各種棲地，常因不同的時期和不同的季節而有所差異。所以取樣站的選取，除了必須是集水區的有效樣本，能反應出集水區的特性和自然現象外，並應包含櫻花鉤吻鮭的各種棲息地。以下為取樣站決定的幾點原則：

- 各取樣站的長度或面積應該一致 — 利用相同的面積或長度，可以計算出各站櫻花鉤吻鮭的密度，這樣才能比較各站間的棲地品質。也可以利用單位時間的調查量 (Catch per unit effort, CPUE) 來對各站比較分析。



圖三十、雪霸國家公園櫻花鉤吻鮭之監測模式

- 各站所包含的範圍應有各類型的魚類棲地——粗略區分魚類的棲地可分為水潭 (Pool)、平瀨 (Raceway) 和急瀨 (Riffle)，通常取樣站長度為100公尺即可包含這三大類棲地。
- 取樣站的交通狀況與隨機性——各取樣站的交通狀況應能容許在各種天候下到達，但如每站都設立在公路與溪流交界附近的溪段，則又無法比較出公路對溪流環境造成的衝擊。考慮取樣站的隨機性，以避開相同因子造成資料分析上的困擾。

調查方式

由於櫻花鉤吻鮭屬於瀕臨絕種的保育類動物，電魚法可能會造成魚體脊椎骨永久性傷害，所以建議採行浮潛觀察法進行數量估算。調查方式是在取樣站做族群估算或對有櫻花鉤吻鮭的溪段做全部計數 (Total Count)。魚的大小分為二個等級，大於20公分者，定為大型魚，大都為二齡以上的魚；20公分至5公分定為小型魚，是一齡魚及幼魚。5公分以下的個體，只出現於冬季至春季，是為稚魚，因此不列入計算。調查時間一年分為冬、夏二季，分別在一月和七月執行，以避免干擾櫻花鉤吻鮭的生殖季。

溪流棲地型態的畫分

依據 (Bisson *et al.* 1988) 的分類方法，將七家灣溪的溪流棲地型態畫分為十種，分別為：

- 「平瀨」 (glides)
- 「緩坡瀨」 (low gradient riffles)
- 「快急瀨」 (rapids)
- 「階瀨」 (cascades)
- 「次河道」 (secondary channels)
- 「側刷潭」 (lateral scour pools)
- 「溝潭」 (trench pools)

- 「下蝕潭」 (plunge pools)
- 「洄水潭」 (back water pools)
- 「壩潭」 (dammed pools)。

調查的進行

調查者著潛水衣，由各站的下游開始，用浮潛觀察法以“Z”字型向上游前進，記錄每個溪段所見到櫻花鉤吻鮭的數量及大小，並記錄各魚所在的棲地型態。並應估計各種溪流棲地型態佔各取樣站的百分比，用以分析櫻花鉤吻鮭對各種棲地型態的偏好。

溪流微觀棲地之監測

溪流棲地理化因子是監測棲地改變的最直接方法，此部分可配合相關計畫施行。物理因子每季測量取樣站一次，化學因子每月測量一次，但在生殖季時應增加調查頻度。

物理因子

在各取樣站選定三條與水流垂直的穿越線 (Transect line)，做以下的物理因子測量：

溪寬：橫越二岸水表面的寬度。通常記錄到 0.1 公尺即可。

溪深：沿穿越線上，每隔一公尺以木棍尺測得水深，通常記錄到 0.01 公尺即可。

流速：對測量水深的點，在水面以下水深約三分之二處，測該點的流速，即為該點溪深的平均流速。流速以炸彈型流速計測量。

流量：穿越線上的各測點流速和水深乘積的總和，即為該垂直剖面的水流總量。由於短距離內流量往往不會有太大變化，因此流量的計算只要在取樣站上各做一條穿越線。

底質：底質直接影響魚類的棲地和產卵場，間接影響到魚食物來源的水棲昆蟲等的生存，所以相當重要。底質可區分為：

1. 細沙 (sand) (包括有機碎屑)，直徑小於 0.2 cm
2. 小礫石 (gravel)，直徑於 0.2 至 1.6 cm 間
3. 大礫石 (pebble)，直徑於 1.6 至 6.4 cm 間
4. 卵石 (cobble)，直徑於 6.4 至 25.6 cm 間
5. 小巨石 (small boulder)，直徑於 25.6 至 51.2 cm 間
6. 大巨石 (large boulder)，直徑大於 51.2 cm

在測水深的每一點，估計半徑 0.5 公尺範圍內，各底質石所佔的百分比。

化學因子

化學因子可記錄：

水溫：屬於冷水性魚類的櫻花鉤吻鮭，對水溫的要求相當嚴格，過高或過低均有不良的影響，而櫻花鉤吻鮭的主要棲息地水溫在 16°C 以下。水溫的測量以溫度計在主流測量，或是以鐵籠保護高低溫度計，埋在溪水下方的石堆中，量取一段時期內的最高、最低溫。

導電度：其強度以在當時溫度下，總離子濃度的導電量來決定，與水中溶解之營養鹽及無機鹽有直接的關係。測量的方法是以導電度計直接放入水中測量，其常用的單位為 ms/cm 或 microhos/cm。

混濁度：溪流會因懸浮物及浮游性生物的多寡，而影響水的混濁度。魚類的行為及生理狀況，常因混濁度的改變而有極大的影響。混濁度的測量需採水樣，依不同的濁度計之特定步驟測量，其單位為 NTU (Nephelometric Turbidity Unit)。

硝酸鹽及磷酸鹽：硝酸鹽和磷酸鹽直接影響溪流的初級生產量，是造成水質優養化的主要化學因子。其來源通常為土壤中硝酸鹽及磷酸鹽直接流入溪中，或是降雨中溶解的硝酸鹽。硝酸鹽及磷酸鹽在水中的濃度，與農業區的存在有絕對的關係，集水區內農業區所佔比例愈大，硝酸鹽及磷酸鹽的含量就愈高。測量硝酸鹽及磷酸鹽的方法是將所採的水樣攜回，加入各種試劑逐一分析。濃度單位多以百萬分之一 (ppm) 來表示。

巨觀棲地之監測

巨觀棲地之監測工作，以遙測方式進行，利用彩色式紅外線航空照片取得本區域之航空照片，範圍應至少包含圖二十九之區域，比例尺約在 1:20,000，取得之時間每年可配合魚群調查時間，委請農林航空測量所進行資料之取得，交由專業人員分析。分析時，可將航照判圖之結果轉繪於像片基本圖 (或其他比例尺相似之透明圖上)，再利用 GIS 建檔，於 GIS 下分析棲地之變遷情形，如不當之開發情形、人為開發之面積、森林覆蓋情形、河道變化等等，然後與魚群估算之資料一併討論。

監測系統執行之優先順序

在考量雪霸國家公園之生物資源特性，以及系統所需之時間、人力、經費之後，建議採取之優先順序，如表十，逐步實施。櫻花鉤吻鮭為非常迫切需要研究之動物，故列為第一優先；第二優先者包括遙測監測、大型哺乳類和鳥類，這些資料可反應出園內生態系和指標生物之概況，且所需之經費並不太高（每年約在 300 萬以內），故建議先行開發；山椒魚因目前的資料不夠清楚，必須先進行全區之調查後，才可決定重點區域，以及小型哺乳類在生態系之角色有待進一步之釐清，故並列為第三優先。

結論與建議

表十、雪霸國家公園保育監測系統之監測項目及進行調查時間、方式與優先順序

監測項目	時間	進行方式	地點	優先順序
遙測監測	一年一次或二次	取得遙測影像由處內人員進行	全區	2
大型哺乳類	持續進行	由處內人員與各學術團體進行	全區	2
小型哺乳類	一年一季(濕季進行)	由學術單位進行	人為干擾區	3
鳥類	一年一季(繁殖季進行)	和各地之鳥會合作	人為干擾區	2
山椒魚	約二年一次	由學術單位進行	重點區域*	3
櫻花鉤吻鮭	一年二季(一、七月)	由學術單位進行	七家灣溪流域	1

* 有關山椒魚之調查區域，有待進一步之研究

由於雪霸國家公園幅員廣大，且有許多地區交通不便，不易調查，要進行監測系統之建立，必須有充分之規畫針對園內各區域之資源特性，予以利用，找出最適宜之因子(指標)，經過有系統且標準化的資料收集過程，所累積的資料，方可提供國家公園人員作為決策經營之參考。

本研究提出六項監測項目，以作為雪霸國家公園保育監測系統之主題，並分別介紹各種項目之目的、範圍與對象和方法。這六項分別是

- 遙測系統之監測
- 大型哺乳類之監測
- 小型哺乳類之監測
- 鳥類之監測
- 山椒魚之監測
- 櫻花鉤吻鮭之監測

依據其功能和急迫性，建議先完成櫻花鉤吻鮭，然後進行遙測系統大型哺乳類和鳥類之監測，再其次為小型哺乳類和山椒魚之監測工作。

近年來長期性生態資料系統的建立，這種長期生態資料的建立，已蔚為風氣，不僅可以了解生物族群在時間上的變異情形，更可以用以推測整個群聚在長時間下的可能變化趨勢，這對於一個區域資源的了解是非常重要的。因此我們這次的研究和資料整理，參酌國外發展狀況，提出一套適合於雪霸的長程生態監測模式，希望藉由這些固定調查工作的長期執行，使我們能夠對國家公園內的各項生態資源有更詳盡的了解。

生態監測是一項長程的工作，而其效果也必須在施行數年後才能顯現出來，為了能使雪霸國家公園保育監測系統進行順利，茲作以下的建議：

- 擬定中、長程計畫，將監測系統所需之項目納入，使之制度化，避免因人事異動而被迫取消。
- 成立遙測資料分析室 — 雪霸地廣且許多區域人跡罕至，亟需遙測資料，以為經營管理之輔助。遙測資料的分析工作繁瑣，且需要較專業的人員進行分析，為了能使管理處之人員能即時掌握園內生態景觀之變遷，有必要考慮於管理處本部增加本項配置。遙測資料分析必須藉助影像處理軟體，目前國內較有名的軟體，如 ERDAS、INTERGRAPH 或 ER Mapper，甚或是非常便宜之 IDRISI 或 Public domain 之軟體亦可考慮。所採用之工作平台應兼顧個人電腦及工作站，如 Sun Workstation，目前在硬體方面，管理處內已有部份設備。另外亦可考慮增購掃描器、彩色噴墨畫圖機，以及 Microsoft Windows 版之 GIS 軟體，如 ARC/INFO 和 Arc/View 等工具。人員方面可考慮採用短期密集訓練之方式完成。
- 設立資料彙整與分析中心 — 資料的彙整是一項繁重的工作，必須由專人負責，理想上應由管理處的人員負責為佳，若無法達成，則應考慮以委託方式由專人負責。而資料分析工作則需較專業性的人員，這部分可採合作方式，由處內與受委託單位之人員一起完成。為了能落實保育監測系統，管理處的人員勢必與受託單位進行密切連繫，並接受適當之訓練，才能完成分析之工作，預估 3-5 年後這些人員應可獨立作業。
- 添購大容量之資料儲存設備 — 監測工作勢必產生大量之資料，為了能使資料分析運作順利，有必要將資料妥為存放，因此建議購買大容量硬碟機 (1 GB 以上) 或可改寫之光碟機。
- 調查方法標準化 — 標準方法的建立，可使得不同研究人員之資料，得以在較客觀的模式下，互相比較與討論。雖然本規畫報告已將可採用之方法詳細說明，但未來可能有新的方法產生或在試用後必須作某一程度的修正，為了能維持監測工作之流暢

與品質，建議應將調查方法標準化，以利監測資料之分析工作。

- 資源登錄工作 — 利用 GIS 儲存生物資源調查資料，已是世界性的潮流，生物資料要能與 GIS 連接，必須了解所在地之經緯度座標，研究者可採用全球衛星定位系統或利用臺灣地區像片基本圖模式，記錄其座標位置，只要有這個資料，生物採集即可轉成 GIS 之格式。因此建議管理處在委託動、植物方面的研究案時，請各負責之計畫主持人能記錄上述資料，這些研究成果將可為保育監測系統補充更新的資料。
- GIS 的使用 — 使用 GIS 以整合各種調查資訊是非常重要的事項，為了能落實保育監測系統，管理處可考慮購買 GIS 軟體，以搭配規畫中之「雪霸國家公園地理資訊系統」，由於目前市場的佔有率以 ARC/INFO 較高，且國內之研究單位、各大學和政府機構亦大多使用這種軟體，又由於本系統亦採用相同的格式，因此建議管理處未來添購時，最好購買此套軟體或其他相容性高的軟體。

全球環境變遷問題已是全世界所觀注的重點，生態系會受到區域性氣候改變而造成改變，如生物種組成改變、分布界限改變...等等。要了解這些改變，建立基礎性的生物資料，刻不容緩。監測系統的建立正是收集這些資料的好方法，因此，雪霸國家公園保育監測系統的建立，除了可以提供管理處的人員一份完整的經營決策資料和模式外，亦可為台灣地區受到全球環境變遷衝擊提供一份重要的生物性基礎資料。在台灣地區嚴重缺乏相關資料之下，更是重要。

監測是一項繁雜但必須進行的工作，其成效不是短時間可見，但就長遠之效益而言，將是非常值得的。

引用文獻

- Baillie, S. R. 1991. Monitoring terrestrial breeding bird populations. Pages 112-126 in B. Goldsmith (Editor), *Monitoring for conservation and Ecology*, Chapman and Hall, London.
- Bisson, A.P., K. Sullivan, and J.L. Nielsen. 1988. Channel hydraulics, habitat use, and body form of juvenile Coho salmon, steelhead and cutthroat trout in streams. *Transaction of the American Fishery Society* 117:262-273.
- Clarke, R., editor. 1986. *The handbook of ecological monitoring*. Clarendon Press, New York, New York. 298pp.
- Conkling, B. L., and G. E. Byers, editors. 1993. *Forest health monitoring field methods guide*. Internal report, U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, N.V.
- Digby, P. G. N., and R. A. Kempton. 1987. *Multivariate analysis of ecological communities*. Chapman and Hall, London.
- Goldsmith, B., editor. 1991a. *Monitoring for conservation and Ecology*. Chapman and Hall, London.
- Goldsmith, B. 1991b. Monitoring overseas: Prespa National Park, Greese. Pages 213-224 in B. Goldsmith (Editor), *Monitoring for conservation and Ecology*, Chapman and Hall, London.
- Harding, P. T. 1991. National species distribution surveys. Pages 133-154 in B. Goldsmith (Editor), *Monitoring for conservation and Ecology*, Chapman and Hall, London.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek, and M. S. Foster, editors. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

- Jaeger, R. G., and R. F. Inger. 1994. Standard techniques for inventory and monitoring. Pages 97-102 in W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek, and M. S. Foster (Editors), *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Lee, P.F., D.R. Progulsk, Y.S. Lin. 1993. Spotlight counts of giant flying squirrels (*Petaurista petaurista* and *P. alborufus*) in Taiwan. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica* 32:54-61.
- Lillesand, T. M., and R. W. Kiefer. 1987. *Remote sensing and image interpretation*, 2nd edition. John Wiley & Sons, New York, New York.
- Mathis, A. 1990. Territoriality in a terrestrial salamander: The influence of resource quality and body size. *Behaviour* 112:162-175.
- Norton, D. J., and E. T. Slonecker. 1990. The Environmental Monitoring and Assessment Program's landscape characterization data base: new opportunities in spatial analysis. In *Technical Paper of GIS/LIS '90*, Anaheim, CA.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-365.
- Pierce, G.R. 1985. Acid tolerance in amphibians. *BioScience* 35:239-243.
- Pollard, E. 1991. Monitoring butterfly numbers. Pages 87-111 in B. Goldsmith (Editor), *Monitoring for conservation and Ecology*, Chapman and Hall, London.
- Slater, W. R., and S. J. Noble. 1991. ERIN program brief, June 1991. Australian National Parks and Wildlife Service, Canberra.
- Spellerberg, I. F. 1991. *Monitoring ecological change*. Cambridge University Press, New York, New York.

- The Nature Conservancy. 1992. An overview of the biological and conservation data (BCD) system. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia.
- 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.
- 呂光洋、張巍薩、林政彥. 1989. 太魯閣國家公園大合歡山地區山椒魚調查. 太魯閣國家公園管理處, 花蓮.
- 林曜松、楊懿如、黃光瀛. 1989. 雪山、大霸尖山地區動物生態資料先期調查研究. 內政部營建署, 台北.
- 林曜松、郭城孟、李玲玲. 1990. 小型哺乳類動物與植物環境間關係之研究. 玉山國家公園管理處, 南投.
- 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.
- 行政院農業委員會. 1990. 臺灣野生動物資源調查手冊(1):臺灣哺乳動物(I). 行政院農業委員會, 台北.
- 內政部. 1992. 雪霸國家公園計畫. 內政部, 台北.
- 顏重威. 1992. 台灣鳥類學文獻目錄. 台灣省立博物館年刊 35:91-150頁.
- 丁宗蘇. 1993. 玉山地區成熟林之鳥類群聚生態. 國立臺灣大學碩士論文, 台北.
- 吳啓南. 1993. 八十二年度空載多譜掃描數據資料轉換計畫報告. 工業技術研究院能資所, 新竹.
- 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.

附錄

附錄一

本研究所使用之相關動物文獻資料 (依年代)

- Kano, T. 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaka mountain of Formosa. Shibusawa Institute for Ethnographical Research, Tokyo.
- 杜銘章、呂光洋. 1982. 十一種台灣產兩棲類食性之研究. 省立博物館年刊 25:225-234.
- 陳世煌. 1984. 台灣產山椒魚之生物學研究. 碩士論文. 台灣師範大學. 台北. 96頁.
- 懸川雅市、飯塚光司. 1985. 台灣產山椒魚兩生爬蟲類研究誌. 31:21-22.
- 林曜松、楊平世. 1986. 自然文化景觀保育論文集(二)鮭鱒魚保育專輯. 行政院農業委員會, 台北. 98頁.
- 陳世煌、呂光洋. 1986. 台灣產山椒魚之研究(二)阿里山地區山椒魚之族群生態研究. 師大生物學報 21:47-72.
- 陳世煌、呂光洋. 1986. 台灣產山椒魚之研究(一)-研究歷史、分布和形態學之初步研究. 野生動物保育研討會專集(一). 行政院農業委員會. 台北. 79-104頁.
- Lee, P.F., D.R. Progulsk, Y.S. Lin. 1986. Ecological studies of two sympatric *Petaurista* species in Taiwan. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 25:113-124.
- Seto, T., and T. Utsunomiya. 1987. Chromosome analysis of *Hynobius arisanensis* Maki, a salamander endemic to Taiwan. Herpetologica 43(1):117-119.
- 呂光洋、黃郁文. 1987. 台灣長鬃山羊 (*Capricornis crispus swinhoi*) 生態學上之初步探討(二). 行政院農業委員會, 台北. 38頁.
- Yeh, K.C., K.S. Chuang, and K.Y. Lue. 1988. The study of antipredator behaviors of Formosan salamanders

- (*Hynobius formosanus*). Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 27:37-48.
- 李玲玲、林曜松. 1988. 台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 的分布與現有族群之初步調查. 行政院農業委員會, 台北. 29頁.
- 呂光洋、黃郁文. 1988. 台灣長鬃山羊 (*Capricornis crispus swinhoei*) 之生態學研究. 行政院農業委員會, 台北.
- 曹先紹. 1988. 武陵農場櫻花鉤吻鮭族群分布與環境因子間關係之探討. 國立臺灣大學動物學研究所碩士論文, 台北. 93頁.
- 莊鈴川. 1988. 櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 資源生物學的基礎研究. 國立臺灣大學漁業科學研究所碩士論文, 台北市. 93頁.
- 林曜松、楊懿如、黃光瀛. 1989. 雪山、大霸尖山地區動物生態資料先期調查研究. 內政部營建署, 台北.
- 趙榮台. 1989. 台灣穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*) 之繁殖保存研究I.一般生物學與現況分析. 行政院農業委員會, 台北. 57頁.
- 王敏男. 1989. 台灣山羌之生物學研究-分布現況及性別與年齡的辨別. 國立台灣師範大學, 台北. 76頁.
- Lin, Y.S., and K.H. Chang. 1989. Conservation of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masou formosanus* in Taiwan, a historical review. *Physiol. Ecol. Jap. Spec.* 1:647-652.
- 呂光洋、林政彥、莊國碩. 1990. 台灣區野生動物資料庫(一)兩棲類(II). 行政院農業委員會, 台北. 157頁.
- Jan, R.Q., L.C. Jaung, Y.S. Lin, and K.H. Chang. 1990. A morphometric and meristic study of the landlocked salmon in Taiwan, in comparison with other members of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae). *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica* 29(3,supplement):41-59.
- Numachi, K.I., T. Kobayashi, K.H. Chang, and Y.S. Lin. 1990. Genetic identification and differentiation of the Formosan landlocked salmon, *Oncorhynchus masou formosanus*, by restriction analysis of mitochondrial DNA. *Bulletin of the*

- Institute of Zoology, Academia Sinica 29(3,supplement):61-72.
- Lin, Y.S., S.S. Tsao, and K.H. Chang. 1990. Population and distribution of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichiawan stream. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 29(3,supplement):73-85.
- 戴永禎. 1992. 臺灣櫻花鉤吻鮭之族群生態學研究. 國立臺灣大學動物學研究所博士論文, 台北. 121頁.
- Lee, P.F., D.R. Progulsk, Y.S. Lin. 1993. Spotlight counts of giant flying squirrels (*Petaurista petaurista* and *P. alborufus*) in Taiwan. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 32:54-61.
- Lee, P.F., Y.S. Lin, and D.R. Progulsk. 1993. Reproductive biology of the red-giant flying squirrel, *Petaurista petaurista*, in Taiwan. Journal of Mammalogy 74(4):982-989.
- 李培芬、林曜松. 1994. 臺灣地區國家公園動物生態資料庫建立研究. 內政部營建署, 臺北.

附錄二

雪霸國家公園動物名錄

中文名	學名	特有種或保育類
哺乳類		
臺灣鼯鼠	<i>Mogera insularis</i>	
山階氏鮑鼯	<i>Anourosorex squamipes yamashinai</i>	
水鼯	<i>Chimarrogale himalayica</i>	
臺灣大蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus luctus formosan</i>	
臺灣小蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus monoceros</i>	特有種
寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis latirostris</i>	特有種
臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	特有種、珍貴稀有
臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosanus</i>	
赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>	
臺灣長吻松鼠	<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	
臺灣條紋松鼠	<i>Tamiops swinhoe formosanus</i>	
小鼯鼠	<i>Belomys pearsoni kaleensis</i>	
大赤鼯鼠	<i>Petaurista petaurista grandis</i>	
白面鼯鼠	<i>Petaurista alborufus lena</i>	
高山白腹鼠	<i>Rattus culturatus</i>	特有種
刺鼠	<i>Rattus coxinga niviventer</i>	
臺灣森鼠	<i>Apodemus semotus</i>	特有種
巢鼠	<i>Micromys minutus</i>	
臺灣黑腹絨鼠	<i>Eothenomys melanogaster</i>	
臺灣高山田鼠	<i>Microtus kikuchii</i>	特有種
臺灣黑熊	<i>Selenarctos thibetanus formosanus</i>	瀕臨絕種
黃喉貂	<i>Martes flavigula chrysoaspila</i>	珍貴稀有
黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taivana</i>	
鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	
白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	珍貴稀有
棕葉貓	<i>Herpestes urva</i>	珍貴稀有
石虎	<i>Felis bengalensis chinensis</i>	珍貴稀有
穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>	珍貴稀有
臺灣野豬	<i>Sus scrofa taivanus</i>	
山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	珍貴稀有
水鹿	<i>Cervus unicolor swinhoei</i>	珍貴稀有
臺灣長鬃山羊	<i>Capricornis crispus swinhoei</i>	珍貴稀有

附錄二 (續)

中文名	學名	特有種或保育類
鳥類		
綠蓑鷺	<i>Butorides striatus</i>	
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	
鴛鴦	<i>Aix galericulata</i>	珍貴稀有
鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	珍貴稀有
大冠鷺	<i>Spilornis cheela</i>	珍貴稀有
深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>	特有種、其他應子
竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>	
藍腹鵝	<i>Lophura swinhoii</i>	特有種、瀕臨絕種
帝雉	<i>Syrmaticus mikado</i>	特有種、瀕臨絕種
磯鶺鴒	<i>Tringa hypoleucos</i>	
灰林鴿	<i>Columba pulchrocollis</i>	
金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	
綠鳩	<i>Treron sieboldii</i>	
鴝鶲	<i>Glaucidium brodiei</i>	其他應子
領角鴉	<i>Otus bakkamoena</i>	其他應子
黃嘴角鴉	<i>Otus spilocephalus</i>	其他應子
褐林鴉	<i>Strix leptogrammica</i>	瀕臨絕種
小雨燕	<i>Apus affinis</i>	
白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	
針尾雨燕	<i>Hirundapus caudacuta</i>	
翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	
五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>	
小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	
大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>	珍貴稀有
綠啄木	<i>Picus canus</i>	珍貴稀有
毛腳燕	<i>Delichon urbica</i>	
紅山椒	<i>Pericrocotus solaris</i>	其他應子
小卷尾	<i>Dicrurus aeneus</i>	
巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>	
樹鴉	<i>Cypsirina formosae</i>	
松鴉	<i>Garrulus glandarius</i>	其他應子
星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	
台灣藍鶇	<i>Urocissa caerulea</i>	特有種、珍貴稀有
黃羽鸚嘴	<i>Paradoxornis gularis</i>	
粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbiana</i>	
紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	其他應子
煤山雀	<i>Parus ater</i>	其他應子
青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	其他應子

附錄二 (續)

中文名	學名	特有種或保育類
茶腹鵙	<i>Sitta europaea</i>	
紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	特有種、其他應子
頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>	
灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>	
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	
白喉笑鶇	<i>Garrulax albogularis</i>	珍貴稀有
金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	特有種、其他應子
竹鳥	<i>Garrulax poecilorhynchus</i>	珍貴稀有
白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	特有種、其他應子
藪鳥	<i>Liocichla steeri</i>	特有種、其他應子
鱗胸鷓鴣	<i>Pnoepyga pusilla</i>	
大彎嘴	<i>Pomatorhinus erythrogenys</i>	
小彎嘴	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	
冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	特有種、其他應子
紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	
白環鸚嘴鶇	<i>Spizixos semitorques</i>	
河鳥	<i>Cinclus pallasii</i>	
鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes</i>	
小翼鶇	<i>Brachypteryx montana</i>	特有種、其他應子
小剪尾	<i>Enicurus scouleri</i>	珍貴稀有
紫嘯鶇	<i>Myiophoneus insularis</i>	特有種、其他應子
黃尾鷓	<i>Phoenicurus aureus</i>	
鉛色水鶇	<i>Rhyacornis fuliginosus</i>	其他應子
藍尾鷓	<i>Erithacus cyanurus</i>	
白眉林鷓	<i>Erithacus indicus</i>	
栗背林鷓	<i>Erithacus johnstoniae</i>	特有種、其他應子
灰鶇	<i>Turdus cardis</i>	
虎鶇	<i>Zoothera dauma</i>	
白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>	
棕面鶇	<i>Abroscopus albogularis</i>	
褐色叢樹鶇	<i>Bradypterus seebahmi</i>	
深山鶇	<i>Cettia acanthizoides</i>	
短翅樹鶇	<i>Cettia diphone</i>	
小鶇	<i>Cettia fortipes</i>	
斑紋鷓鶇	<i>Prinia criniger</i>	
火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>	特有種、其他應子
黃胸青鷓	<i>Ficedula hyperythra</i>	其他應子

附錄二 (續)

中文名	學名	特有種或保育類
黑枕藍鶺鴒	<i>Hypothymis azurea</i>	
紅尾鶺鴒	<i>Muscicapa ferruginea</i>	
黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>	其他應予
岩鶺鴒	<i>Prunella collaris</i>	
樹鶺鴒	<i>Anthus hodgsoni</i>	
白鶺鴒	<i>Motacilla alba</i>	
灰鶺鴒	<i>Motacilla cinerea</i>	
黃鶺鴒	<i>Motacilla flava</i>	
紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	其他應予
綠啄花鳥	<i>Dicaeum concolor</i>	
紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>	
綠繡眼	<i>Zosterops japonica</i>	
白腰文鳥	<i>Lonchura striata</i>	
黃雀	<i>Carduelis spinus</i>	
酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	
灰鶯	<i>Pyrrhula erythaca</i>	
褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	
黑臉鵪鶉	<i>Emberiza spodocephala</i>	
麻雀	<i>Passer montanus</i>	
山麻雀	<i>Passer rutilans</i>	
爬蟲類		
斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhonis</i>	
雪山草蜥	<i>Takydromus hsuehshanensis</i>	珍貴稀有
麗紋石龍子	<i>Eumeces elegans</i>	
印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	
過山刀	<i>Zaocys dhumnades</i>	
紅斑蛇	<i>Dinodon rufozonatum rufozonatum</i>	
斜鱗蛇	<i>Pseudoxenodon macropus</i>	
白腹遊蛇	<i>Natrix percarinata</i>	
臺灣赤煉蛇	<i>Natrix tigrina formosana</i>	珍貴稀有
紅竹蛇	<i>Elaphe porphyracea</i>	珍貴稀有
錦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>	珍貴稀有
帶紋赤蛇	<i>Hemibungarus sauteri</i>	珍貴稀有
龜殼花	<i>Trimersurus mucrosquamatus</i>	珍貴稀有
菊池花龜殼花	<i>Trimeresurus gracilis</i>	珍貴稀有
兩棲類		
盤古蟾蜍	<i>Bufo bufo</i>	
莫氏樹蛙	<i>Rhacophorus moltrechti</i>	珍貴稀有

附錄二 (續)

中文名	學名	特有種或保育類
艾氏樹蛙	<i>Chirixalus eiffingeri</i>	
斯文豪氏蛙	<i>Rana narina swinhoana</i>	
梭德氏蛙	<i>Rana sauteri</i>	特有種
臺灣山椒魚	<i>Hynobius formosanus</i>	特有種、珍貴稀有
淡水魚類		
臺灣纓口鰍	<i>Crossostoma lacustre</i>	特有種
臺灣間爬岩鰍	<i>Hemimyzon formosanum</i>	特有種
泥鰍	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	
脂鯢	<i>Leiocassis adiposalis</i>	
櫻花鉤吻鮭	<i>Oncorhynchus masou formosanus</i>	瀕臨絕種
虹鱒	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
大肚魚	<i>Gambusia affinis</i>	
極樂吻鰕虎	<i>Rhinogobius giurinus</i>	
褐吻鰕虎	<i>Rhinogobius brunneus</i>	
白鰱	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	
黑鰱	<i>Aristichthys nobilis</i>	
鯽	<i>Carassius auratus</i>	
臺灣石鱚	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	
臺灣鏟頰魚	<i>Varicorhinus barbatulus</i>	
草魚	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	
粗首鰻	<i>Zacco pachycephalus</i>	

附錄三

北美洲繁殖鳥類調查 (Breeding Bird Survey)簡介

前言

北美洲繁殖鳥類調查 (Breeding Bird Survey, 簡稱BBS) 是由美國內政部漁業與野生動物署 (U.S. Fish and Wildlife Service) 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。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 2000 多人參與此項計畫，在這將近 28 年的調查歷史中，共有 3181 條調查路線。

目的

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築巢鳥類的長期性分布情形和族群動態。當然，BBS 不僅可以讓我們了解各種當地留鳥的空間分布和相對數量，同時也提供各地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 的資料也做為地理資訊系統 (GIS) 的圖層，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 和聖誕節鳥類計數 (Aubudon Christmas Birds Counts) 計畫相互連接，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。美國漁業與野生動物署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。

調查方法

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(圖一)。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 39.4 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 400 公尺 (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，直到走完全程止。

資料分析

每一調查路線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，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、記錄員之名字、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(表一)。

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的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。

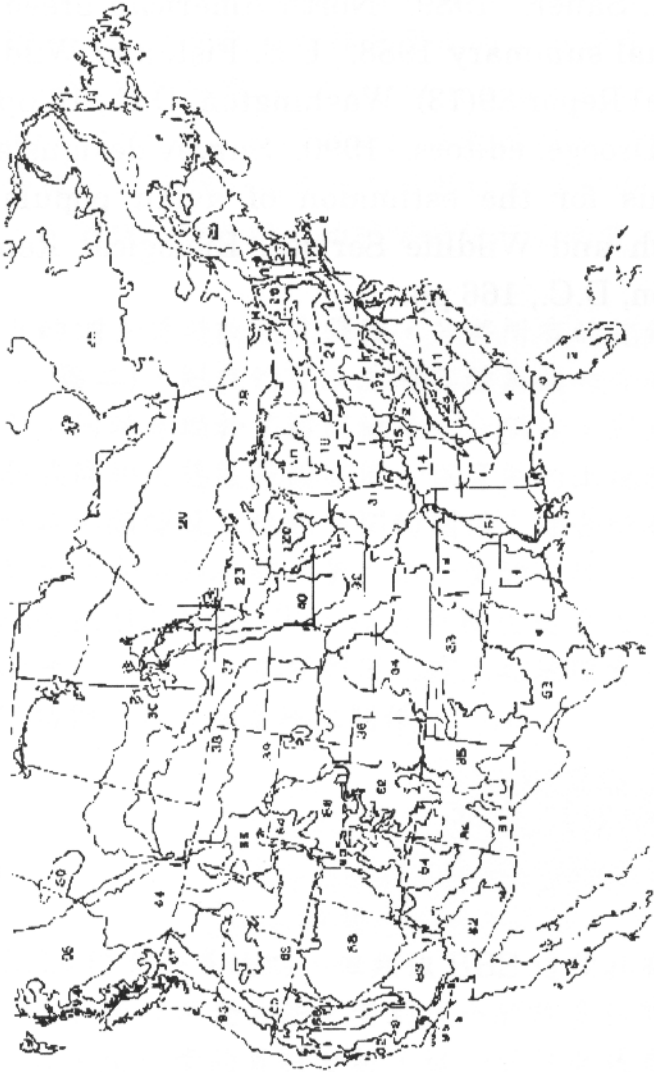
在所有的調查資料收集完畢後，若將所有的記錄轉換成圖形式的分布顯示(圖二)，則我們可以看到各種鳥類的分布範圍以及族群的改變情形，同時有助於了解因棲地被分隔後，對鳥類族群之影響，以及鳥類族群的生態區範圍界定、保育區的土地利用情形、鳥類族群分布和森林類型及土地利用間的關係；綜合所有的資料而得以看出所有鳥類的分布和族群數量。進一步的分析則可以利用遙測資料，如大地衛星 (LANDSAT)，結合景觀生態學之資料，探討地理景觀與鳥類分布之關係，或可利用已建立之地理資訊圖層，如土地利用，研究動物分布與棲息地之關係。

結論

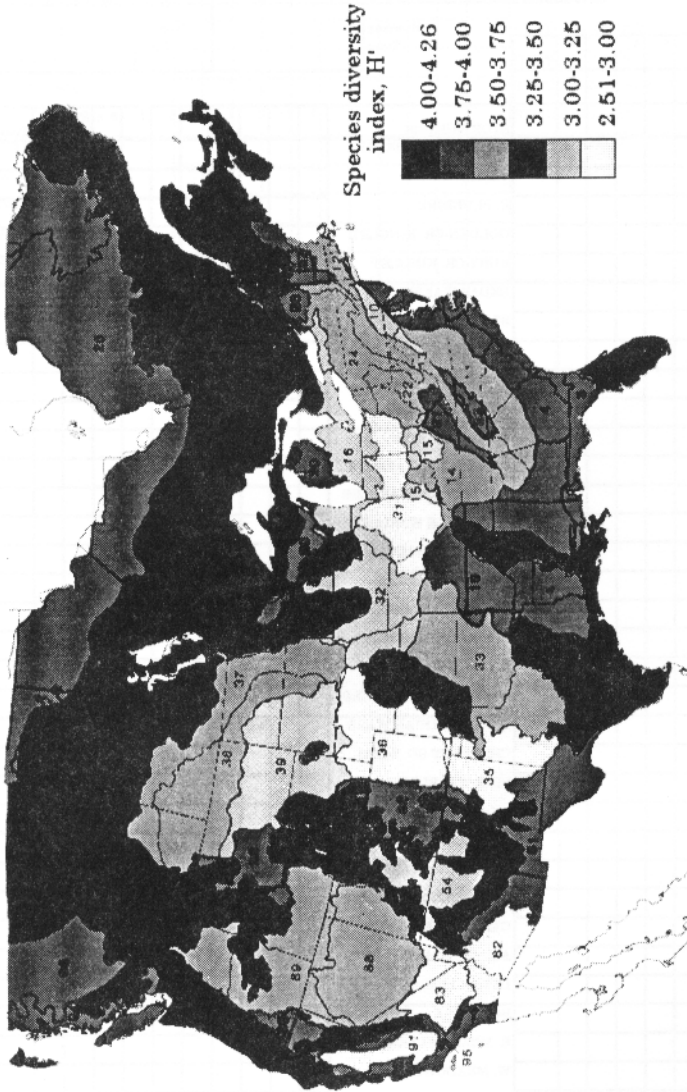
儘管 BBS 仍有許多缺點，但類似 BBS 這種具有妥善規畫，而長期、標準化的族群調查方法，受到現今的許多族群和群聚生態學家的推崇。經由進一步的資料分析，這些資料也確實可提供給研究者許多的鳥類生態資訊及經營管理的參考。

參考文獻

- 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.
- 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.
- Sauer, J. R., and S. Droege, editors. 1990. Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1), Washington, D.C., 166 pp.



圖一、北美洲繁殖鳥類調查之分區 (仿 Robbins et al. 1986)



圖二、1966-79 年北美洲繁殖鳥類調查所得到之鳥類 Shannon 多樣性指標 (仿 Robbins et al. 1986)

表一、北美洲繁殖鳥類所使用之野外記錄表格 (仿 Robbins et al. 1986)

BBS FIELD SHEET

CANADIAN WILDLIFE SERVICE AND
U. S. FISH AND WILDLIFE SERVICE
PROV. _____
STATE _____

OBSERVER'S NAME _____

FIELD SHEET BREEDING BIRD SURVEY

ROUTE NO. _____ ROUTE NAME _____

DATE _____ Mo Day Year PAGE _____

Starting Time _____ Ending Time _____

STOP NUMBER	_1	2	3	4	5	6	7	8	9	_0	Total
TIME											
SPEEDMETER											
COMMON LOON...											
GREAT BLUE HERON.											
GREEN HERON....											
AM. BITTERN....											
MALLARD....											
DUCK											
DUCK											
RED-TAILED HAWK..											
BROAD-WG. HAWK..											
AM. KESTREL.....											
GROUSE											
RING-NK. PHEASANT											
KILLDEER.....											
AM. WOODCOCK											
COMMON SNIBE..											
SPOTTED SANDPIPER											
HERRING GULL											
RING-BILLED GULL											
ROCK DOVE											
MOURNING DOVE											
CUCKOO											
CHIMNEY SWIFT											
RUBY-T. HUMMINGED											
BELTED KINGFISHER											
YEL-SHAPTEF FLICKER											
FILEATED WOODPECKER											
RED-HEADED WDPKR											
YEL-BEL. SAPSUCKER											
HAIRY WOODPECKER											
DOWNY WOODPECKER											
E. KINGBIRD ...											
GT.CREST. FLYC...											
E. PHOEBE....											
YEL-BEL. FLYCATCHR											
WILLOW FLYCATCHR											
ALDER FLYCATCHR .											
LEAST FLYCATCHR											
E. WOOD PEWEE											
OLIVE-SD. FLYCATCHR											
HORNED LARK....											
TREE SWALLOW..											
STOP NUMBER	_1	2	3	4	5	6	7	8	9	_0	Total
SWAINSON'S THRUSH											
VEERY											
E. BLUEBIRD											
GOLDEN-CR. KINGLET											
RUBY-CR. KINGLET											
CEDAR WAXWING											
STARLING											
YEL-THR. VIREO											
SOLITARY VIREO											
RED-EYED VIREO											
WARBLING VIREO											
BLK-&-WHT. WARBLER											
GOLDEN-WG. WARBLER											
NASHVILLE WARBLER.											
N. PARULA WARBLER											
YELLOW WARBLER											
MAGNOLIA WARBLER											
BLK-THR. BLUE WARB											
MYRTLE WARBLER											
BLK-THR. GREEN WARB											
BLACKBURNIAN WARB											
CHESTNUT-SD. WARB											
PINE WARBLER											
OVENBIRD											
NO. WATERTHRUSH											
MOURNING WARBLER											
COM. YELLOW THROAT											
CANADA WARBLER											
AM. REDSTART											
HOUSE SPARROW											
BOBOLINK											
E. MEADOWLARK											
W. MEADOWLARK											
RED-WG. BLACKBIRD											
BALTIMORE ORIOLE											
BREWER'S BLACKBIRD											
COMMON GRACKLE											
BROWN-HD. COWBIRD											
SCARLET Tanager											
CARDINAL											
ROSE-BR. GROBEAK											
INDIGO BUNTING											

附錄四

利用圓圈法調查玉山國家公園境內之鳥類所得到
之 r_s (特定基礎半徑，單位 m) 值 (丁 1993)

鳥名	特定基礎半徑 (m)
大冠鷲	50
深山竹雞	100
竹雞	100
藍腹鵲	20
帝雉	20
灰林鴿	70
筒鳥	100
鷹鵑	120
鸚鵡	80
五色鳥	60
小啄木	50
大赤啄木	50
綠啄木	60
紅山椒	50
小卷尾	50
巨嘴鴉	100
松鴉	50
星鴉	80
紅頭山雀	30
煤山雀	50
黃山雀	40
青背山雀	40
茶腹鵲	30
紋翼畫眉	30
頭烏線	50
灰頭花翼	30
繡眼畫眉	40
金翼白眉	60

附錄四(續)

鳥名	特定基礎半徑 (m)
竹鳥	30
白耳畫眉	60
藪鳥	50
鱗胸鷓鴣	50
大彎嘴	70
小彎嘴	60
山紅頭	50
冠羽畫眉	50
綠畫眉	40
紅嘴黑鵯	60
白環鸚嘴鵯	30
鷓鴣	50
小翼鵯	60
白尾鵯	40
白眉林鵯	30
栗背林鵯	50
白頭鵯	50
棕面鶯	40
褐色叢樹鶯	60
深山鶯	40
小鶯	60
火冠戴菊鳥	20
黃胸青鵯	40
黑枕藍鵯	30
紅尾鵯	30
黃腹琉璃	50
岩鵯	30
紅胸啄花鳥	40
酒紅朱雀	40
灰鶯	50
褐鶯	50