林務局向來著重自然保護區域的劃設與經營管理之業務,64年臺灣林業經營改革方案頒布後,即劃設「出雲山國有林自然保護區」,開創國內棲地保育的先例。71年文化資產保存法公布施行後,行政院農業委員會指定公告多處自然保留區,89年,林務局整合野生動物保護區與野生動物重要棲息環境及國家公園,建構中央山脈保育廊道,書寫了臺灣山林資源保育史的輝煌一頁。93年,林務局成為野生物保育及自然地景保育的主管機關;同年,森林法修正施行,增訂17條之1,賦予自然保護區法源依據。目前,臺灣共有92處各類型的自然保護區域(含國家公園),已涵蓋臺灣陸域達19%的面積,績效在全球名列前矛,各項經營管理措施、規劃及典範論述更逐漸受到國人的重視。

棲地保育,為生物多樣性保育的關鍵項目之一,而設置並妥為經營管理保護區,則是棲地保育主要政策工具,其藉由國家法制的建構可有效維護保育珍貴且具代表性的自然資源。然而,徒法不能自行,面對各類保護區天然與人為影響,保護區經營管理的基礎知識與監測技術,必須加強建構。因此,林務局特邀請國內在保護區與生態監測方面學有專長,經驗豐富之專家學者,耗費兩年時間進行深入撰述,並彙整過去幾年評量 43 處由林務局主管之自然保護區域經營管理效能的經驗,彙整成技術手冊,分為基礎篇與個案篇兩冊,以提供保護區經營管理各階層人員參考,提昇保護區經營管理能力及現場執行之依據。

本手冊的出版,呼應了國際保育社會長期倡議的保護區能力建構與經營管理效能評量,也回應了臺灣基層保育行政的迫切需求,可帶動臺灣保護區經營管理學理與實務的進展,也能藉此提昇國人對保護區經營管理的瞭解,從而結合各方能量, 共同為臺灣在地生物多樣性保育而努力。

行政院農業委員會林務局

局長多本和生

自然保護區是近百年來發展出的新觀念,雖然不如國家公園那麼興旺,但卻涵 括了更廣層面的永續發展美景。為了保持人類賴以發展的自然資本以及為了繼續擁 有生命、生活、生計的環境基礎,保護自然大地母親是我們的首要責任。

國際自然保育聯盟 (IUCN) 研提的自然保護區管理類別 (IUCN Protected Area Management Categories) 分別列出了嚴格的自然保留區及/或原野地區、國家公園、自然紀念地、棲地及/或物種管理區、地景保護區及/或海景保護區、資源管理保護區等六大類自然保護區。它們設立的目標不同,在管理的性質和嚴格程度方面也不同。為了維持各個自然保護區管理類別的品質,以達成管理目的,監測以及經營管理效能評量是必須的。盧教授的研究團隊累積多年的學習和執行林務局自然保護區的研究成果,發展出監測以及經營管理效能評量的工具。這套書就是他(她)們的心血結晶。

臺灣地區位於太平洋板塊和歐亞大陸板塊的交界上。活躍的地殼運動伴隨著亞熱帶季風氣候和多颱風的環境,在臺灣創造了多樣的自然環境。它們記載了發生在臺灣大地上的故事。生活其間的生物及人類,在時光流逝的演變中,也創造而且留下了足跡。這些臺灣人生活環境中的自然和文化現象,是認同臺灣、強化鄉土愛的依托,是國家遺產保存的重要項目。

盧教授研究團隊完成的保護區技術手冊"第一冊基礎篇"和"第二冊個案篇" 為臺灣的自然保護區經營管理確定了基調,更為未來的工作留下了指標,提出了方向。努力也是需要永續的。恭喜他(她)們留下的足跡。

> 國立臺灣大學地理系名譽教授 中國文化大學地學研究所特聘講座教授 文化部世界遺產推動委員會委員 國際自然保育聯盟 (IUCN) 保護區委員會委員



從生態原則而言,台灣是一個超重的海島。近三十年來經濟的發展已經把台灣的環境與資源壓榨至飽和點了。我們的生存必須依賴自然,自然定有某種程度的干預,但必須依據自然的生態原理來提供我們的資源利用行動的準則以及對自然干預的程度。深入瞭解自然各種不同生態體系的交互作用、自然資源的限度與環境的限制,深知經濟成長必須立足於自然生態的研究。

事實上保護(留)區的設立,就是要讓我們的自然環境免於大崩壞,想想十六世紀時西班牙人航行過台灣時,曾大聲驚呼台灣 Ihla Formosa 為美麗之島!如今我們也常常大言不慚說台灣是個美麗寶島,而究竟美麗何在?台灣雖看山可還是山、水也還是水,然而自然美景已有所變化。十八世紀以英國領事身分駐在台灣高雄且是開創台灣哺乳動物學研究的 Robert Swinhoe,他也曾如此說過:在台灣深邈的山林裡生息著無數且美麗神祕的野生動物。當然如今所謂無數與神秘的野生動物幻覺早就消失殆盡,美麗或許不再空洞的存在,它轉化成更多的自然保育與野生動物的科學研究。保護(留)區的設立,讓我們多樣性保育工作更加落實。

近年來有關保護(留)區相關的生態研究已累積一些,但是這些零星研究成果是否足以完整呈現台灣保護(留)區設立的目的?是否遺漏了重要課題?是否合乎於保護(留)區的經營管理原則?調查方法學是否正確?這些問題需要一本完整呈現保護(留)區學整體性的回顧與評估,並能有彙整各類生物多樣研究方法等等專書,清楚來釐清台灣保護(留)區學的特色面向及深度,提供未來規劃保護(留)區學研究的方向與課題。

保護(留)區的設立是人類反省對自然資源過分利用的最佳剎車器與保障,它對於土地生產力、基因保護,生物多樣性、景觀格局及生態過程可維持永續性。期待本書讓專業與非專業生物背景的人皆可瞭解台灣保護(留)區的特色,繼續為保護(留)區在保育研究與生物多樣性進行更多深入的研究課題。

感謝台大森環系盧道杰教授所啟動並邀請相關領域的教師們共襄盛舉來為美麗 寶島台灣的自然保護(留)區,盡份該有的心力。

東海大學生命科學系

林良恭謹誌

序

臺灣自 1980 年代開始依法劃設保護區,至今已有約 20% 的陸域面積及部分的 海域被納入不同的保護區系統。但卅年後的今天,除了介紹保護區內美麗的景觀、 珍貴的野生動植物外,卻少有這些保護區的保育成效或經營管理概況的公開資訊。 關於如何經營管理保護區的議題、訓練或監測機制的建立,也多分散於各雜誌期刊 媒體,少有系統的累積與呈現。感謝國科會的補助,讓我們能引進 WWF RAPPAM Methodology 在臺灣嘗試評量保護區的經營管理效能。更謝謝林務局的支持,讓 我們有機會聯合東海大學的林良恭老師、臺大的袁孝維老師、靜宜大學的趙芝良、 葉美智老師、高師大的羅柳墀、何立德老師、淡江大學的陳維立老師,在王鑫老 師的帶領下共組團隊,實際運用 WWF RAPPAM Methodology 評量林務局轄管的 保護區、探究生態系的監測機制及執行能力建構的計畫。次年王鑫老師退休位居幕 後,團隊持續運作。總計我們自 2008 年至 2011 年間,評量了林務局轄管的 43 座 保護(留)區的經營管效能。基於計畫田野累積的資料,讓我們得以對這些個案保 護區的經營管理有比較深入的瞭解與分析。也感謝林務局的持續支持,能將計畫田 野所得的經驗與知識彙整成冊。我們希望此技術手冊除了能提供各界參考,更能逐 步更新與補充累積,尤其是個案的部分,以進一步提升台灣對保護區經營管理的認 識與支持。本書分為基礎篇與個案篇兩冊,基礎篇前三章主為保護區與經營管理學 理論述的介紹,其他章節則著重保護區的調查與監測技術,係邀請東海大學、國立 臺灣大學、國立高雄師範大學、與特有生物研究保育中心的林良恭、姜博仁、張育 誠、姚正得、林德恩、葉明峰、林惠真、楊宗愈、謝長富、林宛柔、汪碧涵、施上 粟、黃國文、呂政豪、何立德、呂政豪等老師負責主筆。未來若有機會希望能進一 步增補相關內容。個案篇係以 2008-2011 年間的田野資料為基礎,簡介林務局轄 管除野牛動物重要棲息環境外的保護區,介紹其基本背景資訊、經營管理概況分析 及經營管理效能評量結果,少數個案包括部分後續的改善措施。各保護區的個案主 由賴欣欣、陳瑋苓彙整,國立臺灣大學森環系的王翎、江品君、呂郁玟、吳昀蓉、 林倢、莊欣瑜、許驊、陳安蓓、陳怡安、陳虹巧、黃咨靜、楊苡芃、廖國富、鄭光辰、 盧柏盛、顏婉婷、羅晴、羅暐菱等同學,協助資料與文稿的整理與校對工作。執行 期間感謝張弘毅主任與中原在行政與校對上的鼎力支持,期待相關保護區的知識與 技術,及個案資訊可以持續更新與累積,俾便提供使用者更即時更深入的訊息,以 能進一步提升國內保護區的效能與發展。



第一冊 基礎篇

目 錄

目錄	I
圖目錄	IV
表目錄	VI
第一章 近代保護區經營管理典範的演進	1
一、前言	1
二、黃石以前的保護區	1
三、黃石模式:美國的經驗	2
四、環保運動與永續發展	3
五、世界自然保育聯盟 (IUCN) 世界保護區大會	3
六、1990 年代參與及區域整合思維的實踐	6
七、仟禧年保護區新典範的形成	8
八、現在保育進行式	11
九、結論	13
參考文獻	14
第二章 保護區經營管理規劃	18
一、保護區的目的與任務	18
二、經營管理規劃的概念	20
三、經營管理計畫	28
四、與現行法規的格式調和	31
參考文獻	34
第三章 臺灣的保護區	35
一、臺灣保護區現況	35
二、中央山脈保育廊道	38
三、結論	40
第四章 自然保護區調查與監測總論	43
第五章 保護區哺乳動物監測方法	47
一、概述	
一、中大刑哺乳動物監測調査	49

三、中小型陸域哺乳動物調查監測	53
四、翼手目(蝙蝠)調查工具及記錄方法	59
參考文獻	68
第六章 保護區鳥類監測方法	70
一、目的	
二、實施方法	71
三、鳥類生態監測之應用	73
四、結論與建議	73
參考文獻	74
第七章 保護區兩棲爬行類監測方法	78
一、前言	
二、兩棲爬行類監測方法	78
三、總結	82
參考文獻	
第八章 保護區淡水魚類監測方法	85
一、前言	
二、魚類的監測方法	
參考文獻	
第九章 保護區水生底棲生物監測方法	
一、前言	
二、底棲動物監測方法	
三、總結	
<i>参</i> 考文獻	
第十章 保護區土棲無脊椎動物監測方法	
・ 前言	
二、底層無脊椎動物監測方法	
三、總結	
- ペペパー	
第十一章 保護區植物群落監測方法	
一、前言	
二、植物群落的監測方法 三、總結	
一、総品	
ツンゲー X I高/	119

目

120
120
121
126
128
128
130
136
137
138
139
139
140
148
149
151
151
152
157
159
159
163
167
168
168
169
171

圖目錄

圖 2-1	控管過程	22
圖 2-2	四種規劃的模式	24
圖 2-3	經營管理循環	25
圖 3-1	臺灣保護區分佈圖	36
圖 3-2	中央山脈保育廊道示意圖	41
圖 4-1	保護區調查與監測之流程	44
圖 5-1	紅外線偵測自動照相機	50
圖 5-2	紅外線偵測自動照相機	50
圖 5-3	紅外線偵測自動相機架設完成圖	51
圖 5-4	紅外線偵測自動相機架設工作圖	51
圖 5-5	臺灣鐵製鼠籠	54
圖 5-6	臺灣鐵製鼠籠捕捉到鳥類	54
圖 5-7	薛爾曼氏捕鼠器 A	55
圖 5-8	薛爾曼氏捕鼠器 B	55
圖 5-9	各種大小之掉落式陷阱	56
圖 5-10	設置完成之掉落式陷阱	56
圖 5-11	鼴鼠捕捉器 A	57
圖 5-12	鼴鼠捕捉器 B	57
圖 5-13	鼴鼠地道	58
圖 5-14	可折疊式獸籠	58
圖 5-15	霧網	60
圖 5-16	架設霧網用以支撐之伸縮鋁桿與鐵製三角支撐支架	61
圖 5-17	捕蟲網	62
圖 5-18	洞穴調查以及人工建築物內調查	62
圖 5-19	架設完成之豎琴網	63
圖 5-20	捕捉到蝙蝠的豎琴網	63
圖 5-21	各種樣式之蝙蝠音波偵測器	64
圖 5-22	蝙蝠偵測器具可調節不同頻率轉	64
圖 5-23	AnaBat II 型聲波偵測器	65
圖 5-24	野外調查以蝙蝠聲波偵測器記錄蝙蝠聲波	65
圖 7-1	Y字型圍籬搭配掉落式陷阱及雙開式漏斗陷阱的設計	81
圖 8-1	手抛網揚網瞬間	87

圖 8-2	直流電背負式電魚器	89
圖 8-3	交流電背負式電魚器	90
圖 8-4	矩形電格構造	91
圖 9-1	濕篩法之步驟	.101
圖 9-2	ABC 生物量監測法野外調查步驟	.104
圖 10-1	柏氏漏斗	.110
圖 10-2	柏氏漏斗分析圖	.110
圖 10-3	簡易型土棲動物分離法	.111
圖 11-1	位於全球 21 國家的 47 個永久樣區 (森林動態樣區)	.115
圖 11-2	位於墾丁國家公園南仁山保護區內的三處永久樣區及樣帶	.116
圖 11-3	福山永久樣區	.117
圖 12-1	大型真菌調整調查法	.123
圖 12-2A	真菌採集工具	.123
圖 12-2B	真菌採集箱	.123
圖 12-3	真菌採集記錄表	.125
圖 13-1	標準貫入試驗底質採樣照片 (無尾港水鳥保護區)	.130
圖 13-2	蒸發皿裝置完成後照片 (無尾港水鳥保護區)	.130
圖 13-3	自記水位計以 PVC 管套覆後貫入泥灘地示意圖 (挖子尾自然保留區)	.131
圖 13-4	感潮水域潮水漲退之水位變化示意圖	.132
圖 13-5	穿越線調查法調查流量示意圖	.133
圖 13-6	横向及垂向流速及水深調查示意圖	.134
圖 13-7	水位超越機率示意圖 (無尾港水鳥保護區資料)	
圖 14-1	近景攝影測量原理示意圖	.142
圖 14-2	近景攝影測量操作流程與未來發展構想	.142
圖 14-3	攝影測量拍攝方式示意圖	.143
圖 14-4	所使用的地貌監測設備	.145
圖 14-5	相機拍攝位置與數量	.146
圖 14-6	控制點與檢核點分布位置	.146
圖 14-7	大池火山頸立體模型與紋理貼圖	.146
圖 14-8	檢核點 X、Y、Z 三軸誤差量	.148
圖 16-1	社區監測架構	.161
圖 16-2	社區監測架構關係圖	.162
圖 16-3	林美石磐步道巡護單	.165
圖 16-4	無尾港文教促進會秋冬的鳥類調查路線	166

表目錄

表 2-1	傳統規劃與策略規劃的比較	27
表 2-2	保護區經營管理計畫格式	29
表 2-3	自然保留區經營管理計畫書格式	31
表 2-4	野生動物保護區經營管理計畫書格式	32
表 2-5	自然保護區經營管理計畫書格式	33
表 3-1	臺灣保護區概述	38
表 3-2	中央山脈生態廊道概述	
表 5-1	蝙蝠棲所(洞穴)記錄格式	66
表 5-2	蝙蝠調查記錄表(範例)	67
表 6-1	各種鳥類調查方法之標的物種及棲地	76
表 6-2	鳥類資源調查記錄表(例)	77
表 9-1	粒度分類表	101
表 9-2	篩選度分級表	101
表 9-3	ABC 生物量監測法之分析範例與計算	
表 14-1	常見的地景監測技術與項目	140
表 14-2	大池火山頸立體模型外部精度表	147
表 15-1	臺灣的自然地景分類與目前自然保護(留)區所涵蓋的類型	153
表 16-1	五種監測類型的主要數據收集者和使用者	160

第一章 近代保護區經營管理典範的演進

盧道杰*

一、前言

一百多年前美國黃石國家公園的成立,揭開了現代保護區的序幕。第二次世界大戰以後,隨著全球保育運動的擴展,美國黃石公園模式的保護區概念分布延伸至全世界。而由於其他社會科學領域的影響,加上現場實務工作的反映與檢討,國際保育社會的許多科學家與保育團體開始辯論黃石公園模式的保護區經營管理方式,也開始與經濟發展及社會關懷對話與互動。仟禧年後,權益關係人尤其是原住民族或在地社區的參與及權利,逐漸被納入保護區經營管理的內涵。臺灣自 1970 年代初期以來,陸續設立了國家公園、自然保留區、野生動物保護區與自然保護區等保護區體系,其所涵蓋的面積已達臺灣約 19.24% 的陸域面積。1980 年代後期以降,臺灣的民主政治制度越臻成熟開放,經濟發展接近工業國家水準,基層社會力蓬勃發展,民眾環境意識隨之成長茁壯,對保護區也有新的期待。本文藉由文獻的回顧,整理西方現代保護區思維演進與發展的脈絡及內容,做為國內相關保護區實務與研究的參考。

二、黃石以前的保護區

保護區係指為了某種公共利益,譬如説:自然保育或文化保存,而限制公眾進 入與資源利用的一塊海域或陸域空間:

「一塊為保護或維持生物多樣性與自然或相關文化資源,以法律或其他有效方式假以經營管理的海域或陸域空間」(IUCN 1994:7)。

依此定義,公元前 252 年,印度的 Asoka 王下敕劃地保護森林與魚獸,或許是歷史上最早有文字記錄的保護區。如果將因宗教理由或其他文化因素,而不准隨意進出的聖地或獵區,也視為保護區,那保護區歷史就更長遠了 (IUCN 1986)。

現代以保育與公眾共享為目的的保護區概念,可回溯至十八、九世紀時,西歐因為工業革命與浪漫主義的影響,興起開闢公園讓廣大民眾賞遊的風氣,許多位於

^{*} 國立臺灣大學森林環境暨資源學系副教授。
Associate Professor, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University.

城市裡的皇室苑園開放供民眾遊憩休閒 (Litke 1998)。接著,英格蘭與美國出現了許多屬於私人俱樂部的狩獵保留地 (game reserves)(Wright and Mattson 1996), 其以提供享樂與使用為經營管理目的。特色為:

「一般多是中等大小 (通常不超過 2,500 公頃);管制或禁止公眾進入;以繁衍特別狩獵物種為主的經營管理 - 這樣的經營管理過程經常包括棲地營造、外來種引進與天敵控制等措施」 (Wright and Mattson 1996: 6-7)。

十九、二十世紀時,歐洲遍布一時的鹿園,劃區經營管理以保護物種或供公眾享用的觀念,可說就是現代保護區學説的前身(Litke 1998)。

三、黃石模式:美國的經驗

1853 年,西歐城市公園風潮西傳美國成立紐約大都會公園 (Litke 1998)。1872 年,美國聯邦政府依黃石法案 (Yellowstone Act) 成立世界上第一座的國家公園 - 黃石國家公園,是為現代保護區的濫觴。

「一個公眾所有的公園,或能提供民眾享受與公益的遊樂區…禁止肆意為利益破壞魚獸資源,狩獵、陷捉與漁撈僅准於遊憩或提供旅客與園內居民食物之用」(Wright and Mattson 1996: 8,引述黃石法案條文)。

黃石法案條文顯示當時黃石國家公園開闢的目的與其對野生動物資源的管制,並非是完全隔離式的思考;該區也非無人居住的荒野,曾住有 Shohoe、Crow、Blackfoot 等族的印地安人 (McNeely 1994)。美國國家公園所謂現代保護區大面積、原始 (pristine) 與隔離 (set aside) 的特色,是後來經營管理取徑所致 (Hales1989, Holdgate and Phillips 1999; McNeely 1994; Wright and Mattson 1996)。

早期美國國家公園的劃設,多由少數具政治影響力的個人所促成,而與旅遊發展及建立獨有國家認同 (distinct national identity) 的紀念物主義 (monumentalism),有密切的關係 (Wright and Mattson 1996; Runte 1997; Litke 1998)。遲至 1930 年代才出現專為保育獨特生物特性的國家公園,如艾爾格瑞國家公園 (Everglades National Park)(Litke 1998)。總的來說,第二次世界大戰前美國國家公園的特色,包括:具有可代表美國土地原始風貌、大面積、風景漂亮可提供遊客遊憩享受、中央政府直接管轄與沒有永久住民 (Hales 1989; Litke 1998)。

四、環保運動與永續發展

第二次大戰後,國際環保團體與環保運動興起,現代保護區的觀念開始迅速發展與散布。特別是在 1970-1990 年代,國際社會開始重視環境議題,辯論並進行經濟開發方式的調整,形成孕育當代保護區新典範的溫床。如:1972 年的聯合國人類環境會議 (UN Conference on the Human Environment),成功地揭起人類對環境的注意 (Holdgate 1999)。1980 年,世界自然保育聯盟 (IUCN) 出版了備受歡迎的「世界自然保育方略 (World Conservation Strategy)」,以「生物資源的保育是永續發展的基礎」為副標題,呼籲整合經濟發展與保育,以有效經營管理自然資源(IUCN 1980)。1987 年,布蘭登蘭委員會 (Brundtland Commission) 出版著名的「我們共同的未來 (Our Common Future)」,提出:「永續發展是種滿足現代人需求,但不剝奪未來世代權利的發展方式」 (WCED 1987: 43)。

1980年代後期,冷戰結束醞釀出 1990年代初期全球性的環保熱潮。1992年,聯合國首屆世界環保高峰會議宣示:權益關係人 ¹ 參與協商保育與經濟開發過程的重要,呼籲將(當地)民眾納入政策運作與執行機制。其擬訂了幾項劃世紀的國際規範:里約宣言、二十一世紀議程、森林原則、氣候變遷公約與生物多樣性公約(Keating 1993)。

五、世界自然保育聯盟 (IUCN) 世界保護區大會

由於世界自然保育聯盟 (IUCN) 自 1962 年開始每十年舉辦一次的世界國家公園與保護區大會 (以下簡稱世界保護區大會)(the World Congress for National Parks and Protected Areas),本文藉其敘述 1960 至 1990 年代共四十年間,4 屆的世界保護區大會,來描述現代保護區學説的演進歷程。

(一)第一、二屆世界保護區大會

1962 與 1972 年的第一、二屆世界保護區大會都在北美地區舉行,這二十年是北美黃石模式的黃金時期,強調「國家公園運動傳統的關注所在,保存自然的地景與其遊憩或教育的用途」(Hales 1983, cited in Hales 1989: 141),呼籲強化現有保護區的經營管理與更多保護區的劃設 (Hales 1989: 141)。在這廿年中,有兩件攸關保護區典範發展的事情,一是 1969 年,世界自然保育聯盟依美國國家公園的經驗,將國家公園定義為「一塊未經人類開發、開墾、居住而改變,且由國家最

本文所謂權益關係人 (stakeholder),係指與保護區有直接、明顯與特殊利益關聯的個人、團體或機關行號。利益團體 (interest group),係指那些跟保護區有直接或間接利益相關聯的個人、團體或機關行號。這裡所指的利益不僅限於經濟利益。權益關係人與利益團體都是所謂的 "social actors" (Borri-Feyerabend 1997: 3)。

高當局採取措施保持或消弭開發行為的大面積地域」,並大力提倡推廣 (McNeely 1994: 392);另一是,1978年世界自然保育聯盟發表了包括國家公園在內的十一種保護區管理類別,賦予保護區更有彈性的適用範圍及規範,以涵蓋嚴格保護區(如國家公園)外的保育工作。這是國際保育社會首次意識到隔離式經營管理模式不能滿足現場實務的保育需求,試圖擴大保護區的架構來做調整 (IUCN 1994; McNeely 1994)。

(二) 巴里大會 (The Bali Congress)

1982 年,第三屆世界保護區大會在印尼的巴里揭幕,是國際保育社會首次於 北美以外的地區舉行,也是第一次有系統地檢討全球各地的保護區狀況,並評估其 發展趨勢 (Holdgate 1999)。各開發中國家與地區與會的學者與專業人士代表在大 會中暢所欲言,提出許多不同於北美與歐洲地區的個案經驗、想法與觀點。巴里大 會的議題著重在解決保護區引起的衝突,學者與專業人士認為保護區「不僅是個目 標或目的,而是包含人類感官與經驗的生物物理互動過程的典藏」(MacKinnon and MacKinnon 1986: 144),主張與當地社區的關係是保護區能成功經營管理的關鍵。

「如果保育要成功,就必須融入成為人類生活環境的一環,人類生態系的一部份」(IUCN 1983, cited by Hale 1989: 141)。

與會者提出以誘因降低衝突,認為保護區裡任何與當地社區有相關連的政策,都應該進行社會經濟方面的分析,以瞭解當地住民的想法,藉以降低政策執行時彼此的誤解、衝突,防止負面效應產生 (MacKinnon and MacKinnon 1986)。保護區的經理人員不僅應該關心物理環境與物種的保育,更應該思考如何推展行動 (Hales 1989)。至此,保護區的經營管理思維已不再侷限於隔離式的思考,前世界自然保育聯盟總裁 Holdgate (1999) 因而評論,巴里世界大會或者是有史以來影響保護區發展最深、最重要的會議。

(三)卡拉卡司大會 (The Caracas Congress)

1990 年代起,越來越多的實務經驗證實,全球大部份的地貌景觀都曾經且持續與人類活動密切互動。國際保育社會認知到,保育自然需要有更彈性的架構,許多國家與地區開始出現不隔離、不驅離住民的保護區 (Brandon and Wells 1992; McNeely 1994)。1992 年,假委內瑞拉卡拉卡司舉行的第四屆世界保護區大會最重要的議題,即是『爭取當地社區²支持,與其建立和諧的關係』。住民不再被保育

² 「社區可以說不只是一群居住於同一地區的民眾」。社區可以是:「工商團體、遊客、宗教團體、或是 親族。在保育界裡,社區通常可以定義為資源掌控者,以能清楚說明其與保護區的特殊利益關聯。無論 如何,一般來講,當地社區可以說就是那些居住於保護區內或鄰近地區的民眾。他們不僅跟其居住的環

人士視為管理的問題,而是管理的機會與挑戰 (IUCN 1993)。巴里大會的與會人士認知,與當地民眾合作以爭取大眾支持對保護區經營管理的重要性;卡拉卡司大會則進一步尋求:

「建立擁護群眾、將主要的利益團體納入保護區的規劃與管理中、強化財務與創造經濟利益及加強提供與量化保護區能產生的效益…擁護群所具有的廣泛社會與政治特質可以反映這些重點」(IUCN 1993: xii)。

大會以發掘保護區中人與自然的夥伴關係為目標 (McNeely 1994)。除了傳統的經費、人員與訓練不足、管理不周、面積過小與數量太少等問題,大會強調要加強保護區跟在地社區的經濟與生活間的聯繫 (Holdgate and Phillips 1999)。卡拉卡司大會有三項主要結論:保護區很重要、保護區是為人們所成立、只有保護區是不夠的 (McNeely 1992)。卡拉卡司大會全面檢討國際保育社會的傳統保護區經營管理思維,被譽為保護區新典範的轉捩點 (Holdgate and Phillips 1999)。與會者廣泛支持人文為主的觀點與區域整合性的考量,尤其以社區為基礎的管理取向。大會主張保護區經營管理應瞭解當地社區文化與社會內涵,邀請當地民眾與其他權益關係人一起加入,由規劃、推動到執行各階段的決策機制 (IUCN 1993)。1994年,世界自然保育聯盟再度修訂保護區管理目錄,反應了:

「過去幾年對自然環境及自然與人關係的新見解。這些新的見解處理原住民、自然野地與保護地景及海景的利益與互動,認知保護區體系必須有充分的彈性,以因應複雜的真實世界」(IUCN 1994: 5-6)。

其將原來十一種類型簡化合併為五種類型,還加入新的第六類型,允許較大規模的利用。世界自然保育聯盟呼籲各界要看重每一種類型的保護區,不宜說哪個類型比較重要或優先,強調類型別是「管理的工具」,「不是專一性的配方」(IUCN 1994: 6)3。這意味著保護區的經營管理思維的務實化,真切地面對人類活動為現今地球生態圈的主要影響因子之一。

境有著歷史的地域關聯,而且使用著當地的自然資源」(IUCN 1993: 8)。

³ 世界自然保育聯盟訂定的六種保護區經營管理類別: I. 嚴格保護, Ia. 嚴格的自然保留區, Ib. 荒野地; II. 生態系保育與休憩(國家公園); III. 自然特徵的保育(國家紀念物); IV. 主動型管理的保育(棲地或物種管理區); V. 地景或海景保育與休憩(地景或海景保護區); VI. 自然生態系的永續利用(資源管理保護區)(IUCN 1994: 17-23)。

六、1990年代參與及區域整合思維的實踐

1990 年代出現幾種新的保護區經營管理模式。這些包括:重新改造的生物圈保留區 (Biosphere Reserves)、地景保護區 (Protected Landscapes)、保育與發展綜合計畫 (Integrated Conservation and Development Projects, ICDP)、生態系管理 (Ecosystem Management) 及社區保育 (Community-based Conservation)。其中尤以生物圈保留區、地景保護區及社區保育受到全球的矚目。

(一) 生物圈保留區 (Biosphere Reserves)

生物圈保留區係由聯合國教科文組織 (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, UNESCO) 的人與生物圈計畫 (Man and Biosphere Program, MAB) 所推動與推廣 (Batisse 1993a; 1995; UNESCO 1996)。生物圈保留區系統正式成立於 1976年 (UNESCO 1996),至今已有超過 117 個國家與地區公告劃設了 610座。其透過核心區 (core area)、緩衝區 (buffer zone) 與過渡區 (transition area) 的分區系統,整合保育與發展的目標。核心區是為達到保育目標而需要嚴格保護的區域;緩衝區則准許因保育需要進行棲地復育或野生生物物種族群管制的區域;過渡區用於提供在地社區永續發展之用 (Batisse 1993a)。生物圈保留區有兩個特色:一是具有彈性的區域範圍,不需要所包括的範圍均宣告劃設為正式的保護區;一是其容許多個管理機構與產權所有人 (Price 1996)。

生物圈保留區多功能多目標的設計,與不同權益關係人特別是在地住民的互動關係至為重要,其層次超越像國家公園一類的傳統保護區 (Batisse 1993a)。但早期生物圈保留區採傳統隔離式的執行策略,與體制設計架構的理念不甚契合,也與其他類型的保護區產生疊床架屋的現象 (Price 1996)。受益於 1900 年代初期廿一世紀議程與生物多樣性公約的成立,生物圈保留區整合保育與社經需求的功能設計,再度受到國際保育界的青睬 (Batisse 1993b)。

1995年,聯合國教科文組織大會通過西威爾策略書 (Seville Strategy) 進行體制架構的調整,納入在地住民及參與性的運作制度 (Price 1996)。聯合國教科文組織 (1996) 公開宣布「生物圈保留區不僅僅是普通一般的保護區」,不是「生態的孤島」,而是「調合人與自然的舞臺」(p5)。因此,生物圈保留區的經營管理必須「開放、包容與調適」,才能「整合當地社區與社會的機制」,對「外在的政治、經濟與社會壓力」有更好的互動與反應 (p6)。1996年,IUCN 假加拿大蒙特婁舉行的世界保育大會 (World Conservation Congress),認定生物圈保留區為二十一世紀保護區的新典範 (McNeely 1998)。

(二) 地景保護區 (Protected Landscapes): 西歐的經驗

地景保護區是過去四十多年西歐各國棲地保護的主要思想,著名的例子包括: 英格蘭與威爾斯的國家公園,法國的區域自然公園 (regional nature park)(Lucas 1992: 7)。1994 年世界自然保育聯盟對保護地景這類的保護區正式訂定了下列的定 義:

「主為陸地或海域景觀保育與休憩成立的保護區,在這區域裡 自然與人類長久以來已發展出獨有的特質,具有明顯精神、生態與 文化價值,且通常富有高度的生物多樣性」(p22)。

地景保護區與傳統保護區的不同在於:其範圍內經常有許多住民居住,有明顯的農業活動。英國英格蘭與威爾斯的國家公園即類屬地景保護區,國家公園當局通常僅擁有區內小比例的土地面積 (Litke 1998),其設置目標常兼及鄉村發展與社區福利。地景保護區不僅保護生物多樣性,並可在嚴格保護區周邊充當緩衝區的角色,還可以維持當地傳統的生活模式,提供旅遊休閒的機會 (Lucas 1992)。發展與當地權益關係人,如地主、農民、民意機構的夥伴關係,是其經營管理上的的重要任務。1990 年代以後,由於保護區重視人文脈絡連結,地景保護區在整合保育與發展的特殊貢獻,逐漸受到各界的重視與採納 (Phillips 1999: 10)。Phillips (1999) 說:「地景是將世界視為『人與自然』的組合,可以連結我們的過去與未來,而且能與當地社區緊密地連結」(p10)。

(三) 社區保育 (Community-based Conservation)

為了增進保育活動與當地社區的互動,自 1960 年代末,1970 年代,在第三世界出現了以社區為基礎的保育計畫 (Community-based Conservation,簡稱社區保育)(Western and Wright 1994)。社區保育的崛起,肇因於環境破壞、活躍的草根性發展及人權與原住民運動等,其旨在整合保育與開發活動。這種思維在經濟活動仰賴自然資源的鄉村地區與開發中國家特別受到歡迎 (Kiss 1990; Western and Wright 1994)。社區保育致力於整合保護區的資源保育與當地社區的經濟發展,以在村落(部落)與保護區間引發更多的互動,強調在地社區傳統的權利、義務與其具有的能力 (Murphree 1994; Western and Wright 1994)。近數十年來,越來越多的保育人士認定社區是保育計畫的核心。

但社區保育也有一些負面的影響與評論,Strum (1994) 提及不是所有的保育計畫皆需要以社區為本;社區動員,就其本身而言,也不是保育的保證,每個個案都應有其自己的考量。另,Agrawal and Gibson (1999) 指出社區並不是具同質性社會結構與規範的小尺度單位,其經常包含許多差異,有複雜的社會、經濟與政治

組成。又,在當前世界裡,任一社區皆無法獨立於文明社會之外 (Murphree 1994: 418),而與經濟市場力量及政治力緊密的關連。因此,運作社區保育應瞭解社區內部社會與政治的動態,以增進不同的機構團體的連結與溝通。

七、仟禧年保護區新典範的形成

(一)保護區的新典範

仟禧年後,國際保育社會更重視參與式取徑在生物多樣性保育上的應用,Phillips (2003) 宣稱保育界終於能成就新仟禧年的保護區新典範:保護區不再僅採排除式的取徑;不主張只由中央政府管理;過去反對人們介入,現在與民眾、為民眾,甚至在某些個案裡民眾自我管理;以前忽略地方的意見,現今力求滿足在地民眾的需求;不再以島嶼方式設置與經營管理,現在納入國家、區域與國際網絡的一環;不再只是國家的資產,只有國家關愛的眼神,保護區也是社區的資產,同時是國際關切的焦點;不再採技術官僚 (technocratic) 的取徑,而多政治考量的管理;尋求多元的財源機制;不限於傳統自然科學家與自然資源專家的取徑,代以多元技術背景的專業人士,重視在地知識 (Phillips 2003)。

2003 年的第五屆世界保護區大會特別重視在地社區 (尤其是原住民族)在保育計畫與自然資源經營管理上所扮演的角色,其將除政府之外的社區、私人與共管的治理型態,即社區保育區 (Community Conserved Areas)(近年改為原住民與社區保育區, Indigenous & Community Conserved Areas)的主張,列為決議事項之一。隨後在 2004 年初舉辦的生物多樣性公約第八次會員國大會,也正式建議各會員國考慮多元的保護區治理型態,包括:除政府外的私人、共管與社區,並鼓勵設置原住民與社區保育區。Borrini - Feyerabend 在 2004 年 11 月世界保育聯盟 (IUCN)在泰國舉行的世界保育大會 (World Conservation Congress)中表示,「以槍與政府委任守衛所建構的圍籬,正逐漸被主由原住民族與在地社區組成的社會圍籬 (social fencing)所取代」(IUCN 2004)。其充分代表仟禧年後,國際保育社會對在地社區參與取徑的肯定與期盼。

(二) 共管保護區

所謂共管的保護區係指:

「與其他政府機關間及其他權益關係人,特別是那些在文化與生活生計上,倚賴該區的原住民族與在地和遷移性的社區,共享決策權力、責任與責信度,而由政府劃設的保護區」(Borrini-Feyerabend et al. 2004: 32)。

1990 年代國際間出現許多共管保護區的論述與個案,其經營管理可能包括了國家、區域與地方的政府機關,經營管理計畫則包括相關配套措施、執行細則、誘因與補償等的協定或協議,還有一個多元的經營管理機制或組織。參與者隨個案環境背景而異,但至少需要考量主要的權益關係人,其通常是該區被國家法規認可的主要權利擁有者。其主要是政府機關,及在地對該區土地與自然資源有權利主張的社區;而共管的夥伴則可能包括:半官方組織、民間團體與私人企業個體。由於不同權益關係人對保護區有不同的連結、利益及權利,其參與相關事務的權力也有不同。共管保護區涵括權益關係人的方式相當多元,但多設有一諮詢或決策的組織作為參與的機制,而當此一機制涉及決策時,又可分有多數決或共識決的運作規則。一般來講,共管保護區有一些共同的特徵:多屬探索性質的實驗個案或階段、多元多樣化、具調適性;其基本上採協調與共同決策取徑,對所有體制行動者而言,有某程度的權力分享,責任分享與利益分享;為一個有彈性的過程。

Borrini - Feyerabend, Kothari and Oviedo (2004) 建議一系列共管保護區的共管步驟與程序:首先最基本的是分享資訊、意見及利益 - 包括規劃新保護區時,諮詢相關社區的需求、期盼的目標及經營管理優先,諮詢技術上的決定,即時分享保護區的資訊,公開討論與互相學習,利益分享。再者是培力在地社區與保護區的經營管理 - 共同分析保護區的生物與社會資訊,以建構共同的願景;協助社區組織與建立能力。三是政府與夥伴分享權力與責任,與社區及其他夥伴協調共管計畫與配套的協議;發展並建立 - 可因應時間與夥伴改變需求的共管運作體制;協調土地資源及管理權與責任的分權與配置。四是持續對話與相互學習,這也是調適性經營管理 (adaptive management) 的關鍵元素 - 強化保護區成員的認知與相關技術能力;推動夥伴實行做中學,以交換經驗互相學習;促進參與式的評估程序與尋求國際機構的認證。

由於共管指涉到許多獨特的政府體制、社區、情境狀態、治理型態、治理過程,及自然生態體系所形成的複雜性 (complexities),不同個案的共管有著不同的面貌 4 (Carlsson and Berkes 2005;靳樂山等 2006)。其需要考量:體制的設計、在地社區(特別是原住民部落)有意義參與的能力、整合在地傳統自然資源的治理與知識系統等因子 (Mabee and Hoberg 2006)。近年共管相關觀點的演進亦見多元,

⁴ Carlsson & Berkes (2005) 著重國家與社區的關係,提出共管有交換系統 (exchange system)、聯合組織 (joint organization)、國家巢狀系統 (state-nested system)、社區巢狀系統 (community-nested system)與網絡系統 (network)等五種類型。靳樂山等 (2006)則由連結方式切入,認為共管的類型可分有六種,包括:1.共建組織(比較常見的共管型態);2.通過提供訊息、技術與服務等援助(鬆散共管);3.通過合同協議(利益關係明確);4.以行政與政策手段為主(行政管理取徑,中國多見);5.合資或股份制形式(商務企業多採用);6.生產或生活中的聯繫(社區中常見)。

Berkes et al. (2007) 提出適應性共管 (adaptive co-management) 的概念,強調推動 共管的過程同時也是促進社會互動的過程,必須透過信任建立 (trust building)、體制設計 (institutional design) 及社會學習 (social learning) 等動態 (dynamic) 且跨尺度 (cross-scale) 互動的過程,不斷厚實共管成功的基礎。

(三)權利為基礎 (right-based approach) 的保育

人權是為保護每一個人免於嚴苛不當的政策、法律、社會互動或其他不當的對待。每個人都具有在健康舒適環境中生活的權利,其係由當地的歷史、政治、經濟、社會、文化及生態背景所形塑。由於保育行動也有可能剝削在地社區的權利,為追求平等,保障正義,避免侵犯在地居民與社區的基本權利及傷害弱勢族群,也是參與取徑的進一步深化,2010年代後期,國際保育社會將權利為基礎的取徑 (right-based approaches, 簡稱 RBAs) 概念融入保育決策與管理系統中,擬定明確尊重人權的策略。RBAs 作為一執行架構,與其説是目標,更像是一個過程,欲透過溝通與協調,兼顧保育行動與人權訴求。

當在地社區是依靠自然資源維生或維繫傳統文化時,如何在尊重當地權力的同時,又限制自然資源的使用,關鍵在於如何將權利公平有效地分配。RBAs 是將與權利相關的規範、標準及原則整合,以多樣的尺度融入政策、計畫、執行及成果評估,以確保對保育工作實務中所有權益關係人,尤其是在地社區權利的尊重。當然RBAs 無法解決原住民或在地社區或弱勢族群原即複雜的困境,但可提供有效架構,系統性的鑑定及分析關鍵議題,創造一個溝通協調的過程,以助消除不平等的狀況。

將 RBAs 應用於保育的益處在確保弱勢族群於保育計畫或行動中的權利,分析保育與人權間的多面向連結,提供一個修正侵犯或暴力行動的平台與準則等。挑戰則是由於人權的架構相當複雜,同樣弱勢的兩方,彼此的權力可能有相斥的狀況等。

生物多樣性公約 (CBD) 是實踐 RBAs 的重要國際規範,其認為許多原住民族與在地社區的生活與自然資源相互依賴,明示自然環境、永續發展及原住民族的福祉之間的關係。特別在 8J 條款,強調尊重並保持原住民族或在地社區的傳統知識,及利用時應遵守的惠益均享原則。第七屆會員國大會決議:保護區的成立、經營管理及監測,應該要透過全面有效的參與,且完全尊重原住民族及在地社區的權利。

要能在保育行動中考量並納入原住民族與在地社區的權利,需有明確的法規與具有參與機制的社會系統,其與政府與民間團體的意願、立場態度及執行力息息相關。

將 RBAs 運用於保護區的劃設,意味著從保護區劃設前的選址、基礎資料收集、 範圍的劃定、管理的分區、經營管理計畫的發展到評估及監測計畫的實行,整個保 護區的前置作業及後續的經營管理,都應具備權益關係人的參與,且任何決策的進 行都應依據最佳的可得資訊 (無論是傳統知識或科學數據),佐以確實的權益釐清 及合法的法律地位,使保護區的劃設得以達到其效益,同時兼顧各權益關係人,特 別是在地居民的權益。

八、現在保育進行式

(一)里山倡議

2010 年第十屆生物多樣性公約會員國大會通過的里山倡議,近年受到各界的矚目,可謂是東方版的「地景保護區」。里山 (Satoyama) 指的是村落 (Sato) 周圍的山、林及草原 (山)(Yama),也就是在高山(日文:「奧山」,Okuyama) 及平原(日文:「里地」,Satochi) 間,包含村莊、森林、農作的混合地景,也就是住家周遭的農田、草原、次生林等環境;「里海」(Satoumi) 則是周遭的海岸與海域環境。里山倡議就是在維護與自然長期交互作用的生物棲地及人類土地利用的動態鑲嵌塊。全球這類與生活生計緊密連結的「社會-生態-生產地景」,有些已持續幾個世紀,具文化襲產本質,符合生態系統方法與可持續利用的原則,其願景是謀求兼顧生物多樣性維護與資源可持續利用。

里山倡議包括三個面向: 1. 收集所有能確保多樣生態系服務與價值的智慧 (wisdom); 2. 整合傳統生態知識與現代科學以促進創新 (innovations); 3. 探究共同管理系統 (co-management systems),或「公共財」(commons)架構,同時尊重部落社區傳統的共有土地權 (communal land tenure)。還指涉五個生態及社會經濟層面的觀點: 1. 在生態環境承載力與回復力的限度內,循環使用自然資源; 2. 認可在地傳統文化的價值與重要性; 3. 各方權益關係人共同參與,實踐自然資源與生態系服務的可持續性; 4. 促進可持續的社會經濟(包括:減資、糧食安全、永續生計); 5. 培力在地社區。

在日本,傳統的農村地景包含多樣環境,如:果園、稻田、旱田、灌溉用的埤塘圳溝、屋舍聚集的村落及農場等,其即里山所指的複合式農村生態系。目前,里山里海是日本政府用來進行郊區與鄉村生物多樣性與地景保育的政策工具,其最大的功能是能與正式的保護區鑲嵌連結,形塑成區域保育網絡。其既跟地景保護區有極相似的內涵,又與生物圈保留區的分區與區域整合精神相符,可謂是能呼應在地生活與文化,又創意十足的棲地保育政策工具。

由於臺灣與日本的農村地景情形相似,近年,林務局積極引進里山的概念,將其譽為「保護區外的保護區」,應用於水梯田的復育,從生態系的功能與在地產業著手,逐漸展現保育與發展整合的潛力。

(二)原住民與社區保育區 (ICCA)

原住民與社區保育區 (Indigenous and Community Conserved Areas, 簡稱 ICCA),原稱為社區保育區 (Community Conserved Areas, CCA),在 2003 年第五屆世界保護區大會時,IUCN 認定原住民族、遷徙民族及在地社區在生物多樣性保育上的重要位置,大力推動。後冠以原住民,強化原住民族在社區治理上的角色扮演。ICCA 在 2010 年後,逐漸受到世界各國的注意,而在 2012 年的第十一屆生物多樣性公約會員國大會中,成為公約秘書處大力推廣的政策工具。所謂「原住民與社區保育區」(Indigenous and Community Conserved Areas) 係指:

「為原住民族或在地社區藉傳統習慣 (customary laws) 或其他有效方法,志願保育富有顯著生物多樣性價值、生態價值與文化價值的天然或與人為因子互動的生態系」(World Park Congress, Recommendation v.26, 2003)。

其定義包括兩個重點:一是 ICCA 是原住民族與在地社區的志願性保育;二是透過原住民族的慣習法或其他有效的方法來管理,蘊含社會組織與傳統生態知識的概念。ICCA 可以是社區自主產生、在民間組織協助下產生,或由國家政府的計畫或個別人所引動。

ICCA 有三個重要的特徵,可供認定之用:

- 1. 在特定有包埋於在地文化、認同感或生計與福祉依賴的緊密且深層連結的 原住民族或社區與平等且特定的場域(領域、土地、棲地)或物種。
- 社區居民透過在地體制實際掌控或受法律支持,發展或實行決策,為主要 決策者與場域或物種的經營管理者。
- 3. 雖然經營管理的目標可能不同,經營管理決策與努力會導向棲地、物種、 基因多樣性、生態功能及文化價值的保育,如生計、安全、宗教地帶、文 化保存以及神聖地區等。

ICCA 有助於消弭貧窮、促進性別間的平等、增進環境的可持續性、維持文化的多樣性及安全。許多 ICCA 以資源可持續利用為基礎,具複雜的生態知識,可與現代知識體系相結合,而加強保育的工作成效,是國際保育社會近來大力推動,可以補充增進國家正式保護區系統的工具。其可培力身處社會邊緣的族群與團體,有效降低古典保護區型態所產生的分配不平均的現象及付出的成本 (Borrini-

Feyerabend et al. 2005)。許多 ICCA 也是宗教與精神的聖地,有助於語言、傳統知識與實作的維護,甚至可重振地方文化,與文化多樣性共存共榮 (Borrini - Feyerabend et al. 2004)。ICCA 的成立,隨著其與國家政府間的互動而有一些不同的情況:有在地社區完全自治者、有在地社區與政府機關分享經營管理權責者 (傾向共管保護區)、有政府與原住民族或在地社區關係不斷調適改變,而以某個機制持續協商者。很多原住民族部落、遷移民族與在地社區都不喜歡古典的正式保護區類型,而喜歡 ICCA。但保育人士也提醒,ICCA 的設立在其有助於保育的前提,如果社區因生活生計的需要,過度利用資源,就失去其原來的美意 (Borrini-Feyerabend et al. 2004)。

目前在國際上已經有許多國家地區在發展 ICCA,其不僅可以促進保育成效,也可以兼顧原住民族與在地社區的發展,及保存傳統文化。而就全世界 ICCAs 的發展而言,有被納入國家保護區體制的趨勢,然目前只有極少數國家地區能推展到此程度,多數以現有環境與自然資源經營法規為基礎,配合原住民族或地方發展政策計畫,在區域的環境資源治理上發展 ICCAs。Sabah 則是在保護區系統外成立 ICCA的全球典範之一,近年甚有主張整合 ICCAs 與現有保護區,架構 Sabah 生態廊道與網絡的構想 (Cooke and Vaz 2011)。

九、結論

回顧二十世紀末至今這二、三十年來,相關保護區的論述與辯論,可以很明顯地看出保護區經營管理思維已由早期單一化的中央集權隔離模式,發展成多元化、開放性、強調與社經人文連結的典範。黃石國家公園模式所代表的圍籬以避免外來或人為開發的棲地保育的模式,一直受到各界的質疑與挑戰,早已不再是國際保育社會的唯一選擇。越來越多的保育人士瞭解到,將保護區融入其周遭地景環境與社經人文脈絡裡,是比較能達到其保育目標的方法。然而,這樣的取向需要所有的權益關係人與利益團體,如:當地農民、開發機構與個人、商人、民間團體與政府單位等,一齊來參與。科學家們、保育人士與政府單位也開始注意到,排除人類活動的大地域式保護區經營管理並不見得是保護自然的最佳選擇。新近許多考古證據顯示,目前絕大多數地球上既存的生態系都跟人類的文明發展脱不了關係 (Ghimire and Pimbert 1997; Gomez-Pompa and Kaus 1992; McNeely 1994)。這意味著,人類的活動是生態過程的重要成分,不能老是被獨立切割出來,置之不理。保護區應該是一個社會的空間,充滿了自然與社會人文的互動。

「生物多樣性高的地方 (通常是保護區) 應屬於一種社會的空間,在這空間裡 文化與自然隨著當地民眾、被當地民眾,也為當地民眾所更新互動著」(Ghimire and Pimbert 1997: 6) °

Holdgate and Phillips (1999) 宣稱幾乎所有源自 1872 年黃石公園的保護區概念都已經被顛覆:

「曾經保護區被規劃來對付人們,今天他們(保護區)必須要為當地民眾規劃,與當地民眾一起規劃。曾經保護區被視為島嶼,今天他們必須被視為所屬區域的一部份。曾經他們為遊客的遊憩與精神愉悅而立,今天他們為當地民眾的福利,甚至生存而劃設。曾經他們被視為國家的焦點,今天他們是世界永續發展策略的一環」(p2)。

文獻回顧顯示社會人文與在地社群為當前保護區經營管理思維的核心,同時也透露國際保護區發展有網絡化、在地化及區域整合的趨勢。保護區網的建立需要涵括各個不同的地理尺度,重點不只是嚴格的保護區,更重要的是引進容許資源適度利用的多目標管理,以調合不同立場的權益關係人,整合保護區與人類活動,照顧不同的生物多樣性組合與管理需求。雖然社區保育及民眾參與是當前國際保護區流然不可禦的發展取向,這並不代表其他取向已不足取。相反地,每個保護區都有其獨有的特性、脈絡與問題,開放的態度、多元化的思考路徑,才是這波典範反思與移轉的核心精神。

參考文獻

- Agrawal, A. and C. C. Gibson. 1999. Enchantment and disenchantment: the role of community in natural resource conservation. *World Development*, 27 (4): 629-649.
- Batisse, M. 1993a. Biosphere reserve: an overview. *Nature & Resources*, 29 (1-4): 3-5.
- Batisse, M. 1993b. The silver jubilee of MAB and its revival. *Environmental Conservation*, 20 (2): 107-112.
- Batisse, M. 1995. New prospects for Biosphere Reserves. *Environmental Conservation*, 22 (4): 367-368.
- Borrini-Feyerabend, G. 1997. Participation in conservation: why, what, when, how? In *Beyond fences seeking social sustainability in conservation Vol. 2: a resource book*, ed. B.-F. Grazia 26-31. Switzerland: IUCN.
- Borrini-Feyerabend, G., A. Kothari and G. Oviedo. 2004. *Indigenous and Local Communities and Protected Areas: Toward Equity and Enhanced Conservation, Gland, Switzerland and Cambridge*. UK: IUCN.

- Brandon, K. E. and M. Wells. 1992. Planning for people and parks: design dilemmas. *World Development*, 20 (4): 557-570.
- Carlsson, L. and F. Berkes. 2005. Co-management: concepts and methodological implications. *Journal of Environmental management* 75: 65-76.
- Cooke, F. M. and J. Vaz. 2011. *The Sabah ICCA Review: A review of Indigenous Peoples' and Community Conserves Areas in Sabah*. Report submitted to the Japan International Cooperation Agency (JICA) as part of the project Traditional Ecological Knowledge in Sabah, under the Bornean Biodiversity and Ecosystem Conservation Phase II Programme. Kota Kinabalu: Global Diversity Foundation.
- Ghimire, K and M. Pimbert. 1997. Social change and conservation: An overview of issues and concepts. In *Social Change and Conservation: Environmental Politics and Impacts of National Parks and Protected Areas*, eds. K. Ghimire and M.P., 1-45. Pimbert, U.K.: Earthscan.
- Gomez-Pompa, A. and A. Kaus. 1992. Taming the wilderness myth. *BioScience* 42 (4): 271-279.
- Hales, D. 1989. Changing concepts of national parks. In *Conservation for the Twenty-first Century*, eds. Western, David and Mary Pearl 139-144. UK: Oxford University Press.
- Holdgate, M. and A. Phillips. 1999. Protected areas in context. In *Integrated protected area management*, eds Walkey, M. I.R. Swingland and S. Russell 1-24. UK: Kluwer Academic Publishers.
- Holdgate, M. 1999. The green web a union for world conservation. UK: Earthscan.
- IUCN. 1980. World conservation strategy. Switzerland: IUCN.
- IUCN. 1986. Managing protected areas in the tropics. Switzerland: IUCN.
- IUCN. 1993. Parks and progress. Switzerland: IUCN.
- IUCN. 1994. Guidelines for protected area management categories. Switzerland: IUCN.
- IUCN. 2004. *Can Communities Replace Guns, Guards and Fences*? News released by the IUCN at the World Conservation Congress in Bangkok, Thailand, on 21 November 2004.
- Keating, M. 1993. Agenda for change a plain language version of Agenda 21 and the other Rio agreements. Switzerland: Centre for Our Common Future.
- Kiss, A. (ed.) 1990. Living with wildlife wildlife resource management with local participation in Africa. World Bank technical paper, no. 130. African Technical Department series. USA: The World Bank,.

- Litke, S. 1998. *National parks: their origins and development*. UK: Brecon Beacons National Park Authority.
- Lucas, P.H.C. 1992. *Protected landscapes a guide for policy-makers and planners*. UK: IUCN, Chapman & Hall.
- Mabee, H. S., and G. Hoberg. 2006. Equal Partners? Assessing Comanagement of Forest Resources in Clayoquot Sound. *Society & Natural Resources* 19(10): 875-88.
- MacKinnon, J. and K. MacKinnon. 1986. *Managing protected areas in the tropics*. Switzerland: IUCN.
- McNeely, J. A. (ed.) 1992. Parks for Life report of the IVth World Congress on National Parks and Protected Areas, 10-21 February 1992. Switzerland: IUCN.
- McNeely, J. A. (ed.) 1998. *Major conservation issues of the 1990s results of the World Conservation Congress workshops*. Switzerland: IUCN.
- McNeely, J. A. 1994. Protected areas for the 21st century: working to provide benefits to society. *Biodiversity and Conservation*, 3(5): 390-405.
- Murphree, M. W. 1994. The role of institutions in community-based conservation. In *Natural connections perspectives in community-based conservation*, eds. Western, David and R. Michael Wright, 403-427. USA: Island Press.
- Pathak, N., A. Kothari and D. Roe. 2005. Conservation with social justice? The role of community conserved areas in achieving the Millennium Development Goals. In *How to Make Poverty History: The Central Role of Local Organizations in Meeting the MDGs*, eds. Bigg, T. and Satterthwaite, D. UK: IIED.
- Phillips, A. 1999. A whole landscape approach for a holistic century. In: *Policy and priorities for Ireland's landscape* conference papers, p5-14. April 1999, Ireland: Tullamore, Co. Offaly, Ireland. The Heritage Council.
- Phillips, A. 2003. Turning ideas on their head The new paradigm for protected areas. In *Innovative Governance-Indigenous Peoples, Local Communities and Protected Areas*, eds., Jaireth, H. and Smyth, D., 1-27. India: IUCN and Ane Books.
- Price, M. E. 1996. People in biosphere reserves: an evolving concept. *Society & Natural Resources*, 9: 645-654.
- Runte, A. 1997. *National parks the American experience* (third edition). USA: University of Nebraska Press, First Bison Books.
- Strum, S. C. 1994. Lessons learned. In *Natural connections perspectives in community-based conservation*, eds. Western, David and R. Michael Wright, 512-523. USA: Island Press,.

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) 1996.

 Biosphere reserves: the Seville Strategy and the statutory framework of the world network. France: UNESCO.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) 1999. List of the world network of biosphere reserves. http://www.unesco.org/mab/brlist.htm (Last accessed June 1999).
- Western, D. and R. M. Wright. 1994. The background to community-based conservation. In *Natural connections perspectives in community-based conservation*, eds. Western, David and R. Michael Wright, p1-12. USA: Island Press.
- World Commission on Environment and Development (WCED) 1987. *Our common future*. UK: Oxford University Press.
- Wright, R. G. and D. J. Mattson. 1996. The origin and purpose of national parks and protected areas. In *National parks and protected areas their role in environmental protection, eds.* Wright, R. Gerald, 1-14. USA: lackwell Science.
- 斯樂山、左停、董炳艷、唐麗霞 2006。中國自然保護區社區資源共管綜述。共管: 從衝突走向合作,李小雲、左停、靳樂山主編,79-97。北京:社會科學文獻 出版社。

第二章 保護區經營管理規劃

盧道杰*

一、保護區的目的與任務

要談保護區的經營管理規劃,首先就要釐清保護區的定義、目標與任務。根據生物多樣性公約 (Convention on Biological Diversity) 第 2 條 ¹,保護區的定義為:「一個劃定地理界限、為達到特定保護目標而指定或實行管制和管理的地區。」此公約亦描述了就地保護(保護區)的目的與任務:「保護生態系統和自然生境以及維持和恢復物種在其自然環境中有生存力的群體;對於馴化和培育物種而言,其環境是指它們在其中發展出其明顯特性的環境。」²。

世界自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature,以下簡稱 IUCN) 對保護區目的與任務的定義包含:"科研、原野地保護、物種與基因多樣性保護、維持環境功能、保留特殊自然及文化現象、旅遊及遊憩、教育、永續利用資源、維護文化與傳統資源。" (IUCN 1994)

生物多樣性公約第 8 條 3 進一步説明各國在就地保護 (保護區) 應有的作為:每一締約國應盡可能並酌情:

- 1. 建立保護區系統或需要採取特殊措施以保護生物多樣性的地區;
- 2. 於必要時,制定準則據以選定、建立和管理保護區或需要採取特殊措施以保護生物多樣性的地區;
- 3. 管制或管理保護區內外對保護生物多樣性至關重要的生物資源,以確保這些資源得到保護和持久使用;
- 4. 促進保護生態系統、自然生境和維護自然環境中有生存力的物種群體;
- 5. 在保護區域的鄰接地區促進無害環境的持久發展以謀增進這些地區的保護;
- 除其他外,通過制定和實施各項計劃或其他管理戰略,重建和恢復已退化的 生態系統,促進受威脅物種的復原;

^{*} 國立臺灣大學森林環境暨資源學系副教授。

Associate Professor, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University.

[&]quot;Protected area" means a geographically defined area which is designated or regulated and managed to achieve specific conservation objectives.

[&]quot;In-situ conservation" means the conservation of ecosystems and natural habitats and the maintenance and recovery of viable populations of species in their natural surroundings and, in the case of domesticated or cultivated species, in the surroundings where they have developed their distinctive properties.

³ 請參考: http://www.cbd.int/convention/articles/?a=cbd-08

- 7. 制定或採取辦法以酌情管制、管理或控制由生物技術改變的活生物體在使用 和釋放時可能產生的危險,即可能對環境產生不利影響,從而影響到生物多 樣性的保護和持久使用,也要考慮到對人類健康的危險;
- 8. 防止引進、控制或消除那些威脅到生態系統、生境或物種的外來物種;
- 9. 設法提供現時的使用與生物多樣性的保護及其組成部分的持久使用彼此相輔 相成所需的條件;
- 10. 依照國家立法,尊重、保存和維持土著和地方社區體現傳統生活方式而與生物多樣性的保護和持久使用相關的知識、創新和做法並促進其廣泛應用,由此等知識、創新和做法的擁有者認可和參與其事,並鼓勵公平地分享因利用此等知識、創新和做法而獲得的惠益;
- 11. 制定或維持必要立法和/或其他規範性規章,以保護受威脅物種和群體;
- 12. 在依照第7條確定某些過程或活動類別已對生物多樣性造成重大不利影響時,對有關過程和活動類別進行管制或管理;
- 13. 進行合作,就以上1至12項所概括的就地保護措施特別向發展中國家提供財務和其他支助。

Adrian Phillips 在其於第五屆世界保護區大會會期中參與發表的《創新的治理 - 原住民族、在地社區與保護區》(Innovative Governance: Indigenous Peoples, Local Communities and Protected Areas) 一書中提到,歷經三、四十年的反省、試驗與學習,三次世界保護區大會的討論與辯論,保育界終於能成就新仟禧年的保護區新典範 (Phillips 2003):

- 在目標方面:保護區不再僅採排除式的取向,而具有社會與經濟的目的; 重點不再置於特殊的野生物與地景的保護,而擴充為科學、經濟與文化的 理由;不再主為遊客休閒遊憩而立,而為如何以旅遊幫助在地社區而管理; 不再以荒野地為價值,轉以荒野地的文化重要性為依歸;不僅談保護,多 談復育與再棲地化。
- 2. 在治理方面:不主張只由中央政府管理,而可由許多夥伴一起經營。
- 在在地社區方面:過去反對人們介入,現在與民眾,為民眾,甚至在某些個案裡民眾自我管理;以前忽略地方的意見,現今力求滿足在地民眾的需求。
- 在廣度的內涵裡:過去個別設立,以島嶼方式經營管理,現在納入國家、 區域與國際網絡的一環,以綠色廊道與緩衝區連結較嚴格的保護區,以建 構廣泛的網絡。
- 5. 在認知上:不再只是國家的資產,只有國家關愛的眼神,保護區也是社區 的資產,同時是國際關切的焦點。

- 6. 在管理技術方面:不僅做短時程的回應,而考量適應長期環境的變動;不 再採技術官僚(technocratic)的取向,而多政治考量的管理。
- 7. 在財務方面:不再只由納稅人來負擔,而尋求多元的財源機制。
- 8. 在管理技巧上: 不限於傳統自然科學家與自然資源專家的取向,代以多元技術背景的專業人士,重視在地知識。

Phillips (2003) 對保護區新典範的敘述,多言及與人的互動,充滿了多元及參與的元素與精神。相同的現象也可在保育生物學期刊 (Conservation Biology) 觀察到,其近年內容居然有相當的篇幅指涉人的議題。這些都凸顯保護區經營管理大多是「人」的問題。回顧 IUCN 所歸納提出的保護區任務,也包括:旅遊遊憩、永續利用旅遊資源與文化等與人類活動息息相關的項目。因此,妥善處理人的議題可説是保護區經營管理規劃不可或缺的一環。

介紹了保護區的目的與任務,下一節開始進入保護經營管理規劃的主題。

二、經營管理規劃的概念

(一) 經營管理 (Management)⁴

在經營管理學裡,經營管理跟人有關,是一個經由有效方法達成目標的過程, 涉及運用所有的人力與技術資源,以完成特定的結果,也是一個邏輯的過程。日 常生活中,我們每天都在管理自己的生活:設定期限、擬定預算、對不同的工作 分配時間與設定優先性,以及委派周遭人的工作。

保護區經營管理的目的在於提高其目標的達成率,常見的「績效管理」 (Managing for performance) 即是藉由經營管理的規劃 (planning)、組織 (organizing)、領導 (leading)、控管 (controlling) 等四項功能,適當整合來達成最佳的效益。所謂績效 (performance) 是由效能 (effectiveness) 與效率 (efficiency) 兩個要素組成,兩個元素雖然相似,核心概念卻大不相同。效能是做對事 (do the right thing),即選擇適合、恰當目標的能力,提醒經營管理者一開始就要選對大方向。效率是用對的方法做事 (do thing right),即所謂正確執行事情的能力,在促使經營管理者思考如何在現有的人力、物力、財力限制下,又快又好的達成目標。這兩個要素缺一不可,尤其是效能。經營管理者常重視效率而忽略效能,若執行的結果與組織的目標不相符,反而需要消耗更多的時間與財務成本彌補錯誤。

⁴ 本節內容多摘自 Lockwood et al. (2006)。

經營管理的四項功能:

1. 規劃 (Planning)

規劃一般可分為 3 個階層,其由上而下 (top-down) 分別是:策略計畫 (strategic plan)、戰術計畫 (tactical plan) 與操作計畫 (operational plan),組成策略 - 戰術 - 操作模組。「策略計畫」負責組織的長期目標,約以 20 年為期程;「戰術計畫」討論如何執行策略計畫的項目,通常包含一組步驟,多由中階成員擬定,涉及組織內部資源的分配,其在區域生態系管理與地景管理方面,亦扮演較多角色;「操作計畫」則為供基層使用的直接操作計畫。

規劃包含以下項目:

- □ 做什麼? (What is the project about?)
- □ 為什麼? (Why is it to be undertaken?)
- 何時開始?結束? (When is it to be begun, and completed?)
- □ 怎麼做?在哪裡做? (How and where is it to be done?)
- □ 誰負責? (Who is responsible?)
- □ 指涉誰? (Who is involved?)
- □ 誰出錢?出多少錢? (How will it be funded and how much will it cost?)
- □ 跟外界的連結 (What logistical support will there be "desks, transportation arrangement etc.")

規劃中特別重要的是與外界的連結。

2. 組織 (Organizing)

組織是經營管理者分配與安排人力與其他資源來執行計畫的動作。特別在公部 門裡,組織架構經由設計來連結個人與集體任務,以達到組織目的,是人與人之間 互動與網絡的正式模式。

組織基本上可分為決策層 (Top-level)、中階層 (Middle level) 與基層前線 (Front-line)。「決策層」負組織權責,擬定長期的策略計畫,監管組織效能,由主管與一群核心成員組成,在人力管理上的注重大於技術層面,政治考量亦十分重要。「中階層」的主管需在技術、學理以及人力管理上進行能力均衡,因應組織扁平化的經營管理新趨勢,不時跨到基層前線協助規劃的執行,亦須進行組織的功能分工。中階主管的人數不多,卻要在規劃上費心最多,需負四大責任:法令規章,政策、遊客服務、區域操作。「基層前線」人員負責每天的運作,基層主管也少做規劃與管理,而是較多的領導,控管是基層前線重要的功能,人力與技術的需求高,對學理的需求低。

一般在政府機關裡,保護區組織多有缺人缺錢的問題,因此每個人員都十分重

要,每份資源都很關鍵。另外,由於組織中常瀰漫對其他位置誤解的本位主義,其 會造成原本已相對稀少的資源的惡性競爭,官儘量避免。適當的代理人制度與輪 調,讓成員能形成小組在不同位置流動歷練,皆為避免本位主義不錯的作法。

3. 領導 (Leading)

領導的概念很簡單:影響他人的工作行為以完成組織目標。應用在保護區經營 管理實務上,若你是計畫承辦人,負責管理承辦的計畫,當然也要領導執行計畫的 相關人員。

4. 控管 (Controlling)

第四點,也是最後一點,控管。控管的重點是設定標準與容忍度,以監測與衡 量組織績效。標準與指標必須明確,並定期檢討。當績效不符合標準時,經營管理 者藉由訓練、職權或調換等方法調整績效,並再度檢測,直到符合目標。圖 2-1 的 流程圖説明控管是一種不斷循環的動態過程。

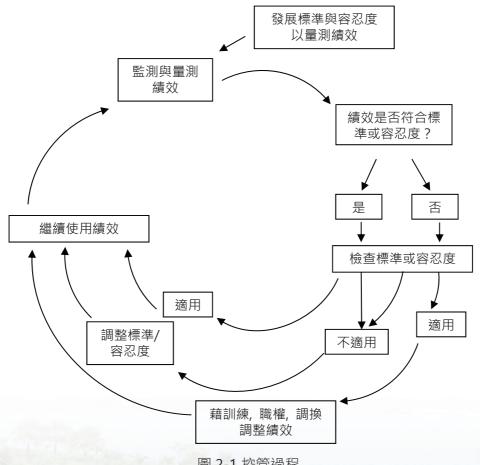


圖 2-1 控管過程

(改繪自 Lockwood et al. 2006: 161)

管理上六大決策的考量面向:環境、生態、經濟、社會、政治及合法性。其中,經濟、社會、政治與合法性等考量面向常影響到環境與生態,保護區的經營管理應予以涵蓋考量,尤其保護區指涉限制一般民眾的權利,設置與經營管理的合法性基礎至為重要。

(二)規劃 (Planning)⁵

前節介紹了經營管理學裡的一些元素與概念,本節則從規劃理論切入,討論一下規劃的定義,及傳統規劃與近年在保護區經營管理上常被提及的策略規劃間的不同。

1. 規劃的定義

規劃是思考與創造未來的工具,代表行動前的思考與系統性的思考,解釋可能 性與分析優缺點,設定目標、策劃將來-明天的發生決定今天決策的有效性,規劃 是思考與創造未來的工具。

2. 規劃的過程

傳統的規劃過程有:

- □ 認定問題
- □ 定義目標
- □ 收集資訊
- □ 分析問題並擬定可能計畫
- □ 選擇計畫並擬定行動內容
- 實行計畫
- □ 監測與評估

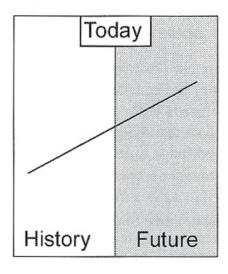
3. 傳統規劃的弱點

圖 2-2 為四種規劃的模式,傳統規劃屬比較線性的思考,即所謂的決定論 (deterministic) 的思考 (I),其認為未來的情況與現前跟過去的情況類似,任何事情皆由因果定律之結果支配,經過一段時間以後,都只有一種可能。但因為在現實社會中,大部分的狀況的未知性與多元性高,或者隨機性高 (II),更或者是有不確定性 (III),甚至是高不確定性 (IV)。傳統的規劃面臨相當的考驗。

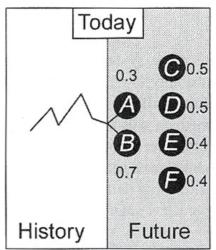
⁵ 本節內容多摘自 Amend et al. (2003)。

Planning described by four models

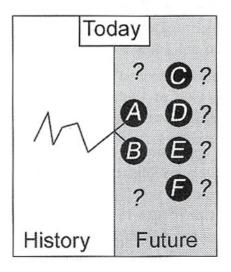
I. Deterministic



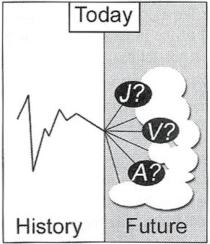
II. Estocastic



III. Uncertainty



IV. Strong uncertainty



Source: Franco Huertas(1996)

圖 2-2 四種規劃的模式 (Amend et al. 2003:20) 傳統規劃的弱點,在於忽略其他的社會觀點,缺乏正當性與社會永續性,例如依森林法劃設公告的自然保護區,在劃設的審查過程多以林務單位本身為主,就比較缺乏外在的社會觀點。傳統規劃多以規劃者為主角來設定規則,多仰賴外來專家,沒有決策權。第三,缺乏應對真實世界不確定性與驚異的能力:目標與計畫形成時少現實考量,多描述與執行,缺長期策略引導及與國家政策和發展過程的內涵,財務不永續,許多個案無法制定經營管理計畫,只有年度操作計畫;缺或較少區域與地方階層的土地利用計畫整合;空間規劃旨於保護區自己,忽視保護區與其周遭社會、經濟及文化的關聯;多重視生物、生態、物理及文化面向,少生產與組織系統的分析,診斷與管理取徑或預定的活動間缺乏一致性;屬靜態文件,為時間限制,不連續,很快就有過時老廢的狀況。

4. 經營管理循環 (Management Cycle)(圖 2-3)

經營管理循環是 IUCN 用以發展保護區經營管理效能評量的依據,其觀點也可以用來審視保護區經營管理規劃的位置。規劃是經營管理循環中一個連續的任務,經營管理意味著為了達到一個共同的願景而形塑的社會過程及資源分配的動作,經理管理的一個功能就是創造共有的目標與願景,其可藉分析與規劃來達成。

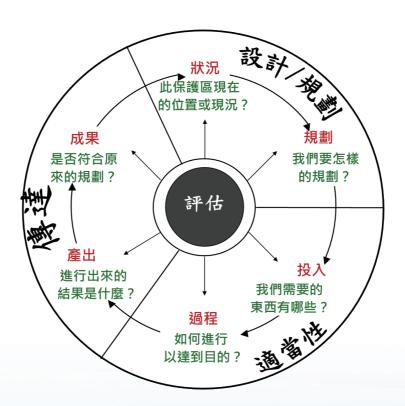


圖 2-3 經營管理循環 (改繪自 Hockings et al. 2006: 12)

規劃在經營管理循環中有承先啓後的位置,在狀況分析後,舖陳後續生產線的流程。值得提醒的是,經營管理循環仍有其缺點,若有元素一開始未放入,未來也不會被看到。這與傳統計畫缺乏社會永續的特點相同。因此我們在做經營管理議題的討論時,需要體制外的人幫忙,我們需要這個計畫相關的權益關係人一起進來。 擬出來相關的目標與規劃才不會與大家有所牴觸,我們才有一些共識。這是經營管理循環較少看到的東西。

(三)策略規劃 (Strategic Plan)⁶

除了傳統的規劃外,近年歐洲出現策略規劃的取徑,以較系統面的角度來做規 劃。

在策略規劃主張區內或周遭有住民的保護區的規劃屬於一個複雜的系統,所有的行動者都依其各別的目標、利益及期盼規劃其行動,規劃者宜謙虛,避免混亂。策略規劃的思維拋棄保護區主管應該掌控全局 (handle all the threads) 的觀點,在做決定前,每個人都可參與規劃及進行願景的分析 (大家一起規劃);以開放參與的態度與不同的行動者互動;以策略性的見解搜尋與建構共識。強調信任及與人合作,以發掘在未來未知的情況下的可接受解決方案。

策略計畫是設計(擘畫)保護區經營管理的主要工具,其將保護區視為一個複雜的系統,也認知保護區不可能解決所有的問題,凡非法律賦予的權利,非法規賦予林務局的任務,保護區沒有能力也不必一定要解決。

策略規劃的基礎如下:

- □ 收集了解所有行動者、現有狀況的知識,法律內涵,以架構行動者最大參 與的場景。
- □ 策略被預期可提供的努力、協議、威脅、行動及答案。
- □ 不要嘗試將所有的複雜納入規劃→混亂、失焦。
- □ 挑選行動者間的一些關連,以簡化輪廓俾能行動。
- □ 宜避免在行動者未有互動、遊戲規則不清、狀況不明時行動。
- □ 系統化、有計畫性、樂觀、創造性、即興安排。

此外,規劃時應降低複雜度 (reduction of complexity),以嘗試在關係的複雜中確立模式。

表 2-1 為傳統規劃與策略規劃的比較表:

⁶ 同註5。

次 C I 内心/// 图 /			
傳統規劃	策略規劃		
目標導向	考量在地問題		
規劃團隊執行	啟動團隊+在地行動者		
決定論	考量可控制性與決策		
目標診斷	狀況診斷		
單一選擇	模擬多種選擇		
技術計算	技術+政治考量		
行動者=被動的中間人	考量行動者的權益		
系統控制的理論	參與賽局的理論		

表 2-1 傳統規劃與策略規劃的比較

(Amend et al. 2003:61)

策略規劃需被理解為一伴隨一系列分析與規劃步驟的方法或過程。這些系列的 分析與規劃步驟包括:目標分析、行動者分析、問題與可能性分析、計畫定義、活 動、假設、需要的資源等。其中,適當的方法、工具與彈性也是必要的。

SWOT (strengths, weakness, opportunities and threats) 分析是策略規劃中常用的工具之一。S 代表優勢,能增進組織競爭力的內部情勢;W 代表弱勢,能讓組織可能被競爭者策略行為所傷害的內部情勢;O 代表機會,可增進組織競爭力的外在環境狀況;T 代表威脅,損害組織競爭力的外在環境狀況。這裡要強調的不是如何去施做,而是 SWOT 使用的時機、頻度及「誰做」?此外,SWOT 不要只做一次,要常做,不同階段找不同的人進來,才不會有所偏頗,效果也會比較好。(Lockwood et al. 2006)

然而,策略規劃仍有必須因應的問題:

- □ 最重要的還是「人」:我們需要跟誰互動?需要面對誰?
- □ 保護區經營管理上有哪些基本的問題與潛力。
- □ 不同的行動者與治理組織所提供的策略性可能(合作、反對、對抗)。
- □ 有什麼策略上的工具可以用來增進作用者間的相互作用。
- □ 如何組織經營管理行動的時間順序。
- □ 執行計畫所必要的人力或財務資源。

(四)分區規劃 (Zoning Plan)⁷

分區規劃是保護區經營管理一項重要的工具。過去,臺灣保護區最大的缺點是

同註 5。

面積已經很小了還要分區。就保護區而言,分區主要牽涉兩個議題:生物生態的環境議題、社會面的問題。

分區規劃即所謂保護區內的分配計畫,其常忽略社會的現實面。分區規劃最主要的影響因子是人類的活動,分區計畫是依附帶圖說的文件,其記錄保護區內某區域的使用協議,其功能在解決不同使用利益的衝突與控制違反規定的行動者。

我們會建議分區規劃以參與的方式訂定,讓大家一起來談。參與性分區規劃的 程序有五大元素:

- □ 保護區為一整體,所有分區需有聯合的定義與願景。
- □分區界線。
- □ 分區管制事項,特別是針對可能影響瀕危動植物的事項。
- □ 監測的執行(內容與執行人)。
- □ 處罰機制。

三、經營管理計畫®

經營管理計畫 (Management plan) 聽起來雖然抽象,但很重要。經營管理計畫指引與控制保護區資源的經營管理、區域的使用,與支持經營管理及資源使用的設施發展;相關計畫的核心是宗旨的宣示與指引該區域經營管理的可評量目標。總的來說,經營管理計畫是一個關於某一特殊地點,去控制、管控該地的規劃與經營管理的正式文件。

目的上,經營管理計畫的準備與執行是某特定區域整合性規劃與經營管理的工具,其提供架構予所有未來的經營管理,讓任何人可以了解相關的政策與行動方案是如何與為什麼決定的。

功能上,經營管理計畫必須提供充分研究與詳盡的參考記錄;形塑經營管理的目標與優先;分辨所需的額外資源,與相關援助申請的支持;以及在工作規劃與計畫指南中確認經營管理的連續性。

經營管理計畫應該提供以下指引:在空間上,明示某個區域什麼可以做;在時間方面,透露某個時段哪些事情可以做;在方法上,顯示事情應該怎麼做。其次,應釐清:經營管理計畫必須包含哪些項目以及如何執行;考量在地社群與其他權益關係人,及保護區現階段的管理情形;基本的情況、可用的人力及財務資源為何?經營管理計畫應如何被敘述與執行?

最後,在特徵上應認知其最有價值的觀點;藉由計畫概括條列式的提議與工作 計畫;並特別指定該地經營管理的目標。

⁸ 同註5。

表 2-2 保護區經營管理計畫林	各式
------------------	----

大類	項目	內容
	計畫描述	簡介計畫
	保護區描述	位置、範圍、面積、經營管理現況 與組織、資源環境現況
背景描述(Descriptive compendium)-保護區相關地	重要性特徴	
Temperidium 保護血相關地 理、生物、社經資訊	威脅壓力	
	願景	20-30年
	目標	精確、可量測、可達成、可操作時 間性
法律、規範與協定的背景描述 - 與法律相關的資訊	保護區描述	法律地位
分區計畫 – 建立土地使用的規範,定義在哪裡可以做什麼	分區計畫	
	工作計畫	項目、時間表、人力與經費
	監測	工作計畫的執行監測
策略計畫 – 決定活動的優先性 及做什麼、在哪裡做及如何做	回顧	每年或每隔一段時間(例如:5年)
	參考文獻	
	附錄	

表 2-2 是保護區經營管理計畫格式,可以提供擬定保育計畫時的參考。「背景描述」涵蓋保護區相關的地理、生物及社經資訊,其重要性特徵決定如何訂立保護區的保育目標,並且以威脅壓力項目釐清保護區外部因子,設定精確、可量測、可達成、在時間上可操作的目標。「法律、規範及協定的背景描述」定義保護區的法律地位,由於保護區若法律地位不夠,就無法處罰,因此法律地位有其重要性。不過處罰的重點不在輕重,而在於是否有效。「策略計畫」決定活動的優先性與做什麼、在哪裡作及如何做,必須與保育目標有緊密的應對性。

擬定保護區經營管理計畫書後,就可以發展年度工作計畫 (Annual Operational Plan, AOP)。這是基於策略計畫的每年短期計畫,計畫中重複舉辦主要的活動,是處理執行策略計畫的步驟。第一年的工作計畫由啟動團隊詳列,包括財務、監測計畫,後續的年度則由直接參與保護區經營管理的行動者決定。此外,年度工作計畫須確定操作的細節,如:每個步驟的負責實體與個人、每個主要活動舉行的時間與地點、需要的方法學與工具、所需的材料與資源,以及誰可以提供這些材料與資源。

準備經營管理計畫時,保護區內個別的區域需要個別的評估,經營管理計畫隨 著所涵蓋區域面積、特徵與不同的使用、不同的土地利用方式,其複雜度、詳細度 與長度皆不同。資料收集時,調查的一般內容包含「區域與地方背景」與「策略架構」,區域與地方背景包含區域型態與受鄰近土地利用方式的影響、可及性與在地人口;策略架構包含上位與在地計畫(都市或區域計畫)、影響該地點的法規與專區,跟該區域相關的正式政策。若能在擬定經營管理計畫時,納入當地都市計畫方向的思維,儘量溝通,避免與其他政策產生衝突,可以確保計畫在執行上的可行性。

保護區外與保護區經營管理相關的區域可劃分為緩衝區、鄰近區及影響區。緩衝區 (buffer zone) 係指保護區的周邊有管制資源利用,或採取特別的發展方式以增加該區保育價值的區域,其功用在於最小化外界加諸於保護區的負面衝擊。鄰近區域 (neighboring zone) 則指居住者的經濟狀況為保護區管理活動或法規限制所直接影響的區域。如:保護區劃設前可自由採集自然資源,劃設後則受限。鄰近區域的經營管理對其居民的社會經濟影響甚大,需要特別的方法來促進社會與環境的永續發展,以提高其對保護區的接受度。影響區 (zone of influence) 是指未以地理定義的所有與保護區有功能相關的行動者,如:在主要都市有辦公室的旅遊公司、跨國的伐木公司等。

開始擬訂經營管理計畫時,建議成立一個4到5人的小組,負責策略計畫與分區計畫的準備與發展。啟動小組成員須熟悉保育議題,對工作具有熱忱、瞭解保育是永續發展的一環。保育需要政治、經濟、社會面相的支持,所以至少有一個熟悉規劃區域的成員,其可以是社區領袖、政府官員、民間團體或區域計畫成員。最重要的是在地社區與行動者的信任與感覺,至少有一位成員可以跟他們對話溝通。小組成員宜有幾個關鍵特質:背景多元、具有公信力、正向的個人動機與優越溝通的能力。其他重要的特質包括:主動、有效率、公平、多元領域、決策透明、行動以共識與合作為基礎、有決心去促成,但非指示或主導擬定策略與分區計畫的細節過程。

要達成經營管理的目標需要工作與資源。經營管理描述所呈現的工作全貌應發 展出一系列的年度的執行工作計畫。本階段最重要的是將所需與可用的資源系統地 列表:

- □ 人力資源:多少、什麼時候、什麼形式-編制、全職或兼職、志工;所需 組織與管理階層。
- □財務。
- □機械、設備及物質。
- □可能補充資源的方式應註明,特別是經營管理計畫可以申請的經費。

執行階段連結年度經營管理計畫,顯示按照經營管理計畫的敘述以達成經營管理目標所進行的行動計畫:做什麼、誰做、什麼時候做。經營管理的敘述與執行兩階段緊密扣連,由執行的細項中產生年度的工作計畫,包括新提計畫、正在進行的工作與經常性的維護作業。以3或5年為一期,每年編定年度目標(任務)。

經營管理計畫需要有更詳細具體的工作計畫 (work of programme) 以供基層前線執行。工作計畫的長度與架構具有彈性,小區域或土地利用或形態比較限制者,可包含一執行工作進度表與一張有註解説明的地圖或計畫。相關的説明與圖表則提供經營管理的必要指南,並指引未來長期的規劃與發展。對較大與複雜包含許多特徵的區域,則需要詳盡的計畫文件。不同的章節説明不同的土地利用與利益,並附各比例尺的圖表與詳細的説明。

四、與現行法規的格式調和

介紹了經營管理計畫的概念與方法後,我們對於保護區經營管理計畫的架構提出一些建議,法定格式代表原本的架構,建議格式代表希望能夠加入的項目。

(一) 白然保留區

表 2-3 自然保留區經營管理計畫書格式

表 2-3 自然保留區經營管理計畫書格式			
法定格式		建議格式	
一、基本資料	指定之目的、依據、 所有人、使用人或管 理人、自然保留區範 圍圖、面積及位置圖 或自然紀念物分布範 圍及位置圖。	壹、基本資料	一、指定之目的、 依據 二、依有有管理的 人。 一、 人。 一、 一、 一、 一、 一、 一、 一、 一、 一、 一、 一、 一、 一、
二、目標及內容	計畫之目標、期程、 需求經費及內容。	貳、目標及內容	計畫之目標
三、地區環境特質 及資源現況	自然及人文環境、自 然資源現況(含自然 紀念物分布數量或族 群數量)、現有潛在 因子、所面臨之威脅 及因應策略。	參、地區環境特質 及資源現況	一、自然環境 二、自然資源(含 自然紀念物分 布數量或族群 數量) 三、人文環境 四、威脅壓力與因 應策略
四、維護及管制	環境資源、設施維護 與重大災害應變。	肆、維護及管制	一、管制事項 二、維護工作項目 二、人力經費 (分 項敘述)
五、委託管理規劃		伍、委託管理規劃	
六、其他相關事項		陸、其他相關事項	

(三)野生動物保護區

表 2-4 野生動物保護區經營管理計畫書格式

衣 2-4 野生 製物 保護			
),	法定格式	建語	義格式
一、計畫緣起、範 圍、目標及規 劃圖	一、緣起 二、計畫依據 三、保護區範圍與面積(比 例尺不得小於一萬分之 一) 四、保育目標	壹、計畫緣起、範 圍、目標及規 劃圖	一、緣起 二、計畫依據 三、保護區範圍與面積 (比例尺不得小於 一萬分之一) 四、保育目標
二、計畫地區現況 及特性	一、自然環境 二、人文環境 三、動物資源 四、土地使用現況及所有權 屬	貳、計畫地區現況 及特性	一、自然環境 二、動物資源 三、人文環境(包含土 地使用現況及所有 權屬) 四、壓力與威脅
三、分區規劃及保護利用管制事項	一、分理 是 1. 並和	參、分區規劃及保 護利用管制事 項	一、分區規劃:1. 説明選定理由;2. 描述分區範圍、區界線、面積、棲地特性、土地使用現況及其他有關事項。
四、執行本計畫所 需人力、經費	環境資源、設施維護與重大 災害應變。	需人力、經費	
五、舉辦公聽會者, 其會議紀錄	7765	伍、舉辦公聽會 者,其會議記 錄	
六、其他指定事項		陸、其他指定事項	

(四)自然保護區

表 2-5 自然保護區經營管理計畫書格式

	衣 2-5 目然保護區額	[2] 日垤山 重百俗」	-V	
ì	去定格式	建議格式		
一、計畫緣起	設立之目的、依據、範圍。	壹、計畫緣起	一、設立之目的二、依據三、範圍	
二、計畫目標及 內容	計畫之目標、期程、需 求經費及內容。	貳、計畫目標及 內容	計畫之目標	
三、計畫地區環 境特質及資 源現況	自然及人文環境、自然 資源及土地利用現況、 現有設施及現有潛在因 子、因應策略。	參、計畫地區環 境特質及資 源現況	一、自然環境 二、自然資源 三、人文資源(含土地 利用現況) 四、威脅壓力與因應策 略	
四、分區規劃及 保護利用管 制事項	分區規劃範圍、環境資源及環教推廣、設施維護及重大災害應變。		一、分區規劃 二、管制事項 三、重要工作項目與人 力經費 (分項敘述)	
五、分區之許 可、管制及 利用事項		伍、分區之許可、 管制及利用 事項		
六、委託管理事 項		陸、其他相關事 項		
七、圖籍資料	保護區面積在一千公頃 以下,比例尺不得小於 五千分之一;面積超過 一千公頃者,比例尺不 得小於二萬五千分之 一,可清楚顯示界線之 相關位置圖。	柒、圖籍資料	保護區面積在一千公頃 以下,比例尺不得小於 五千分之一;面積超過 一千公頃者,比例尺不 得小於二萬五千分之 一,可清楚顯示界線之 相關位置圖。	
八、附錄及其他 指定事項, 包括説明會 記錄		捌、附錄及其他 指定事項, 包括説明會 記錄		

參考文獻

- Amend, st., A. Giraldo, J. Oltremari, R. Sanchez, V. Valarezo and E. Yerena. 2003. Managment Plans-Concepts and Proposals. Parques Nacionales Y Conservacion Ambiental No. 11. Panama.
- Hockings, M., S. Stolton, F. Leverington, N. Dudley and J. Courrau. 2006. *Evaluating Effectiveness-A framework for assessing management effectiveness of protected areas 2Edition*. Switzerland: IUCN.
- IUCN 1994. Guidelines for Protected Areas Management Categories. Switzerland: IUCN.
- Lockwood, M., L. W. Graeme, A. Korthari. 2006. *Managing Protected Areas A Global Guide. Switzerland*: IUCN.
- Phillips, A. 2003. *Innovative Governance: Indigenous Peoples, Local Communities and Protected Areas*. Switzerland: IUCN.
- Romo, C. M., F. Huertas. 1996. El método PES : planificación estratégica situacional. La Paz, Bolivia: CEREB

第三章 臺灣的保護區*

林務局

一、臺灣保護區現況

臺灣地區以自然保育為目的所劃設之保護區,可區分為自然保留區、野生動物保護區及野生動物重要棲息環境、國家公園及國家自然公園、自然保護區等四類型。自然保留區目前有22處,係農委會及各地方政府依文化資產保存法所指定公告,總面積約65,493.99公頃;野生動物保護區及野生動物重要棲息環境係依野生動物保育法由農委會或各縣市政府所劃定公告,目前野生動物保護區有20處、野生動物重要棲息環境有37處;國家公園目前有9處、國家自然公園1處,係內政部依國家公園法所劃定公告;自然保護區目前有6處,係農委會依森林法劃設(圖3-1)。總計各類型保護區扣除範圍重複部分後總面積約為1,133,488.20公頃,約占臺灣陸域面積19%,分述如下:

(一)自然保留區

農委會於 1986 年 6 月 27 日起,依文化資產保存法先後指定公告了淡水河紅樹林、關渡、坪林臺灣油杉、哈盆、插天山、鴛鴦湖、南澳闊葉樹林、苗栗三義火炎山、澎湖玄武岩、臺灣一葉蘭、出雲山、臺東紅葉村臺東蘇鐵、高雄烏山頂泥火山地景、大武山、大武事業區臺灣穗花杉、挖子尾、烏石鼻海岸、墾丁高位珊瑚礁、九九峰、旭海 - 觀音鼻、北投石等 22 處自然保留區,並指定管理機關管理,以維護及管理臺灣具有代表性的生態體系,或具有獨特地形地質意義,或具有基因保存永久觀察、教育研究價值之區域。澎湖縣政府及屏東縣政府亦分別依法指定「澎湖南海玄武岩自然保留區」及「旭海 - 觀音鼻自然保留區」。農委會並逐年編列經費,分別與林務局、林試所、退輔會森林保育處、各主管縣市政府等管理機關及各學術研究機構合作,推動保留區管理維護、調查研究及教育宣導等工作。依文化資產保存法第 84 條規定:「自然保留區禁止改變或破壞其原有自然狀態」,故自然保留區已受到政府單位最嚴格的保護,以保存其原有自然狀態,並提供學術研究及教育宣導方面的功能與價值。

^{*} 本文取材自林務局自然保育網,擷取日期:2014年7月9日。

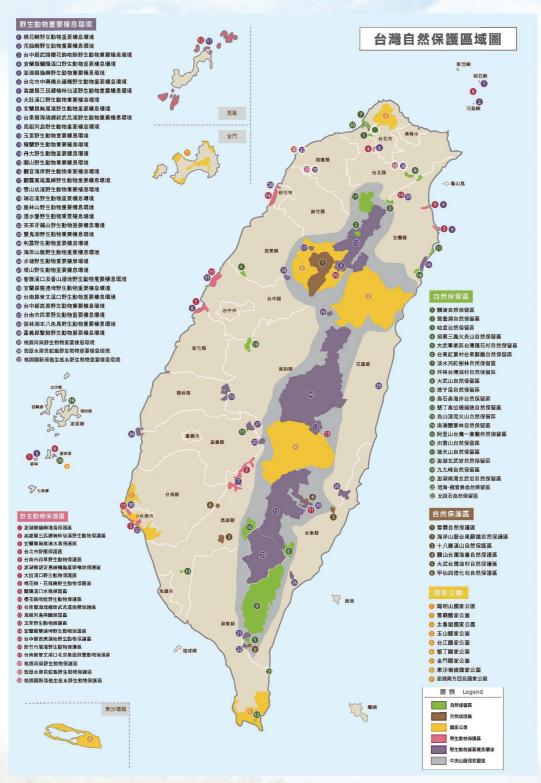


圖 3-1 臺灣保護區分布圖*

^{*} 本圖取材自林務局自然保育網。

(二) 野生動物保護區及野生動物重要棲息環境

為保護野生動物及其棲息環境,我國自 1989 年頒布野生動物保育法後,即積 極推動各項有關野生動物保育工作及野生動物保護區之設立,並自 1991 年起,依 野生動物保育法規定,由農委會核定、各縣市政府公告,先後公告劃設了澎湖縣貓 嶼海鳥、高雄縣三民鄉楠梓仙溪魚類、宜蘭縣無尾港水鳥、臺北市野雁、臺南市四 草、澎湖縣望安島綠蠵龜、大肚溪口、棉花嶼及花瓶嶼海鳥、宜蘭縣蘭陽溪口水鳥、 武陵櫻花鉤吻鮭、臺東縣海端鄉新武呂溪魚類、馬祖列島燕鷗、玉里、新竹市濱海、 臺南縣曾文溪口黑面琵鷺、宜蘭縣雙連埤、臺中縣高美、桃園高榮、翡翠水庫食蛇 龜、桃園觀新藻礁生態系等 20 處野生動物保護區及棉花嶼、花瓶嶼、臺中武陵櫻 花鉤吻鮭、宜蘭縣蘭陽溪口、澎湖縣貓嶼、臺北市中興橋永福橋、高雄縣三民鄉楠 梓仙溪、大肚溪口、宜蘭縣無尾港、臺東縣海端鄉新武呂溪魚類、馬祖八島、玉里、 棲蘭、丹大、關山、觀音海岸、觀霧寬尾鳳蝶、雪山坑溪、瑞岩溪、鹿林山、浸水 營、茶茶牙賴山、雙鬼湖、臺東利嘉、海岸山脈、水璉、塔山、客雅溪口及香山溼 地、臺南縣曾文溪口北岸黑面琵鷺、宜蘭縣雙連埤、臺中縣高美、臺南市四草、雲 林湖本八色鳥、嘉義縣鰲鼓、桃園高榮、翡翠水庫食蛇龜、桃園觀新藻礁生熊系等 37 處野生動物重要棲息環境。由農委會、林務局及各主管縣市政府逐年編列經費, 並與相關學術研究機構、地方保育團體合作推動保護區管理維護、調查研究及教育 官導等下作。

(三)國家公園及國家自然公園

自 1872 年美國設立世界上第一座國家公園 -黃石國家公園,迄今,世界上已有約一百個國家或地區設立了近千座國家公園。臺灣地區自 1981 年起開始推動國家公園與自然保育工作,迄今由內政部依據「國家公園法」之規定已相繼成立了墾丁、玉山、陽明山、太魯閣、雪霸、金門、東沙環礁、臺江、澎湖南方四島海洋等 9 個國家公園及壽山國家自然公園。國家公園不同於都市公園、遊樂園,它的設立係保護國家特有之自然風景、野生動植物及人文史蹟,並提供國民育樂及研究,依國家公園法規定,國家公園得按區域內現有土地利用型態及資料特性,劃分為:一般管制區、遊憩區、史蹟保存區、特別景觀區、生態保護區。九座國家公園中,各具不同特色的自然景觀,嚴格限制開發行為。「壽山國家自然公園」於 2011 年 12 月 6 日正式開園,此為第一座由下而上,經由地方民間保育團體發起推動而成立的國家自然公園。

(四)自然保護區

農委會林務局為保護涵蓋國有森林內各種不同代表性生態體系及稀有動植物,

依森林法經營管理國有林之需要,設立國有林自然保護區,後來各保護區經重新檢討定位後,其中大部分業由農委會依文化資產保存法或野生動物保育法先後指定公告為自然保留區、野生動物保護區或野生動物重要棲息環境。目前僅有雪霸、甲仙四德化石、十八羅漢山、海岸山脈臺東蘇鐵、關山臺灣海棗、大武臺灣油杉等 6 處自然保護區。各自然保護區現仍持續野外之調查工作,除實施經常性的生態資源調查及巡邏保護工作外,並收集各項基本生態資料等,同時針對瀕臨絕種或珍貴稀有種或具代表性之生物種實施監測計畫,設立有管理站及監測站;另應自然生態知識推廣之需求,亦於幾個自然保護區內或周邊區域設立教育解説展示館,更於其外圍辦理自然生態教育解説服務,以加強推廣生態保育之知識。

類型(個數) 面積(公頃) 自然保留區 (22) 總計:65,457.79 (陸域:65,340.61/海域:117.18) 野生動物保護區 (20) 總計:27,439.72(陸域:27,143.84/海域:295.88) 總計:326,281.17 (陸域:325,985.29/ 野生動物重要棲息環境 (37) 海域:295.88) 總計:748,949.30 (陸域:310,375.50/海域: 國家公園 (9) 438,573.80) 國家自然公園 (1) 1,122.65 自然保護區(6) 21,171.43 合計 (95) 總計:1,133,488.20,約占台灣陸域面積 19%

表 3-1 臺灣保護區概述 (統計至 2014 年 8 月)

二、中央山脈保育廊道

(一)建置源由

(扣除範圍重複及海域)

自賀伯颱風以來,土地災害頻傳,「中央山脈保育廊道」、「中央山脈綠色廊道」的觀念於焉萌發,一些重視環境保育之學者乃於「全國國土及水資源」會議中,共同倡議應建立「中央山脈綠色廊道」,接著李前總統登輝先生於 1999 年 1 月 21 日在第三屆國民大會第四次會議的國情報告中提出建構「中央山脈保育廊道」的構想,旋即由自然保育主管機關農委會指示林務局著手規劃,並於 2000 年 2 月 15 日完成了保育廊道的建置作業。中央山脈地形陡峻、高山聳峙,並不適合人類的經濟活動,但卻是孕育萬物、滋養眾生的源頭。所謂「中央山脈保育廊道」即是藉連接中央山脈地區的高山林地、自然保留區、野生動物保護區、自然保護區及國家公園,成為連綿不絕的綠色廊道,以保護國人賴以維生的心臟地帶。

(二)中央山脈保育廊道的分佈

臺灣自北到南之保護區所連接之「中央山脈保育廊道」,有插天山自然保留區、棲蘭野生動物重要棲息環境、雪霸國家公園、太魯閣國家公園、雪山坑溪野生動物重要棲息環境、瑞岩溪野生動物重要棲息環境、丹大野生動物重要棲息環境、玉山國家公園、鹿林山野生動物重要棲息環境、玉里野生動物保護區、關山野生動物重要棲息環境、出雲山自然保留區、雙鬼湖野生動物重要棲息環境、大武山自然保留區等保護區系統(圖 3-2、表 3-2),南北綿延達 300 公里,面積約 63 萬公頃,佔全島面積約 17.5%。其中棲蘭野生動物重要棲息環境、丹大野生動物重要棲息環境、關山野生動物重要棲息環境乃配合中央山脈保育廊道劃設構想,於 2000 年 2月 15 日新公告之保護區域,目的是填補此廊道於北、中、南所形成的缺口。此一保育廊道多數均位於臺灣中高海拔國有林帶,大部份均屬天然林,生物多樣性極為豐富,孕育許多珍貴動、植物。

表 3-2 中央山脈生態廊道概述

	女 J-Z 中八山瓜上浓烬垣枫远			
編號	名稱	面積 (公頃)	重要動物名錄	
1	插天山自然保留區	7,759	臺灣黑熊、長鬃山羊、水鹿、石虎、林雕、藍腹鵬、 褐林鴞	
2	棲蘭野生動物 重要棲息環境	61,081	臺灣黑熊、長鬃山羊、水鹿、黄喉貂、林雕、藍腹 鵬、帝雉、灰林鴞	
3	雪霸國家公園*	76,850	臺灣黑熊、黃喉貂、石虎、臺灣水鹿、長鬃山羊、 藍腹鷴、帝雉、櫻花鉤吻鮭	
4	太魯閣國家公園	92,000	臺灣黑熊、水鹿、長鬃山羊、帝雉、藍腹鷴	
5	雪山坑溪野生 動物重要棲息 環境	671	長鬃山羊、帝雉、藍腹鷴、林鵰、環頸雉、高砂蛇	
6	瑞岩溪野生動 物重要棲息環 境	2,574	臺灣黑熊、長鬃山羊、帝雉、藍腹鷴、褐林鴞、灰林鴞、臺灣山椒魚	
7	丹大野生動物 重要棲息環境	109,952	臺灣黑熊、水鹿、長鬃山羊、石虎、黄喉貂、藍腹 鵬、帝雉、熊鷹、褐林鴞、灰林鴞、臺灣雲豹 **	
8	玉里野生動物 保護區	11,414	臺灣黑熊、水鹿、長鬃山羊、黄喉貂、石虎、林雕、 帝雉、藍腹鷴、熊鷹、褐林鴞、臺灣雲豹 **	

9	玉山國家公園	105,490	臺灣黑熊、水鹿、長鬃山羊、黄喉貂、林雕、帝雉、 藍腹鷴、熊鷹、灰林鴞、褐林鴞、臺灣雲豹 **
10	鹿林山野生動 物重要棲息環 境	494	山羌、長鬃山羊、帝雉、灰林鴞、褐林鴞
11	關山野生動物 重要棲息環境	69,077	臺灣黑熊、水鹿、長鬃山羊、黄喉貂、林雕、帝雉、 藍腹鷴、熊鷹、褐林鴞、百步蛇
12	出雲山自然保 留區	6,248	臺灣黑熊、長鬃山羊、石虎、帝雉、藍腹鷴、熊鷹、 百步蛇
13	雙鬼湖野生動 物重要棲息環 境	43,214	臺灣黑熊、水鹿、長鬃山羊、黃喉貂、林雕、帝雉、藍腹鴨、熊鷹、褐林鴞、灰林鴞、臺灣雲豹 **
14	大武山自然保 留區	47,000	臺灣黑熊、水鹿、長鬃山羊、石虎、黄喉貂、帝雉、 藍腹鷴、熊鷹、臺灣雲豹 **
總計		633,827	

^{*} 雪霸國家公園內涵蓋雪霸自然保護區 21,033 公頃、櫻花鉤吻鮭野生動物保護區 7,124 公頃及觀霧寬尾鳳蝶野生動物重要棲息環境 23 公頃。

三、結論

依據世界自然保育聯盟 (IUCN) 的資料顯示,今日造成物種絕滅最主要的原因有:原始棲地被干擾或破壞占 67%、過度獵捕占 37% 及外來種的引入威脅到原生種的生存約 19% (其總合超過百分之百,是因為有時原因是重複的)等。由以上資料可知:保護生物的最佳途徑,應以保護棲地為主,即劃設各類保護區並加強經營管理,使物種得在自然的狀況下生存、繁衍。

我國自然保育工作在既定政策及法令下,除繼續加強推動外,並將適應國際保育趨勢,更積極地全力推動瀕臨絕種野生動植物之棲地及地景保育,加強國人教育宣導,提昇保育觀念;同時亦將積極參與各項國際保育活動,建立國際聯繫管道,以善盡國際社會一分子之責任。

目前各類自然保護區均依相關法令公告設置,由於我國制定有關保護區的法令相對於國際自然保育聯盟 (IUCN) 現行「保護區分類系統」之制定為早,如 1974年即依據「臺灣森林經營管理方案」劃設第一個「出雲山自然保護區」; 1982年

^{**} 代表目前無野外記錄,但可能分布。

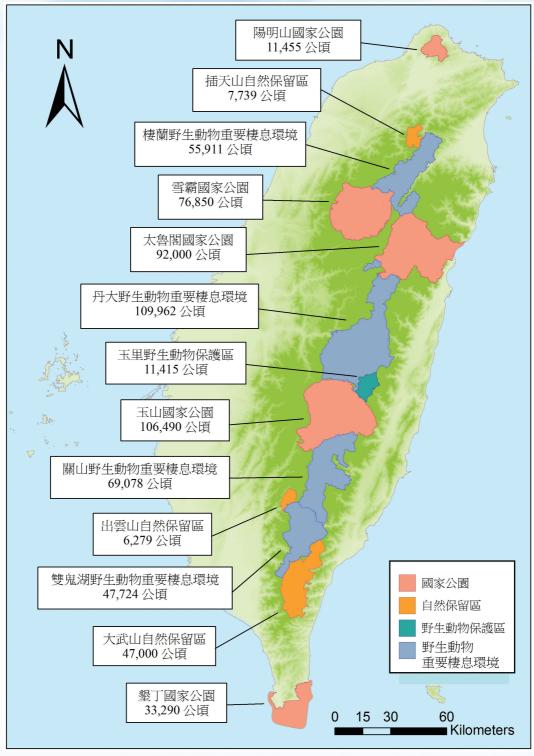


圖 3-2 中央山脈保育廊道示意圖

公告文化資產保存法後,陸續公告指定 22 處自然保留區; 1989 年公告野生動物保育法後,迄今亦已公告 20 處野生動物保護區及 37 處野生動物重要棲息環境;而 IUCN 的標準係 1994 年方制定,且現有各類保護區已涵括 IUCN 區分之六大類保護區,故尚無劃設保護區類型不足之虞。對照國際自然保育聯盟 (IUCN) 對於保護區所作之分類及定義,我國依文化資產保存法所公告的自然保留區,即已包括 IUCN 定義之第 I 類 (Ia 嚴格的自然保護區及 Ib 原野地,如大武山自然保留區),第 III 類 (自然紀念物,如九九峰自然保留區),第 V 類 (地景 / 海景保護區,如三義火炎山、烏石鼻自然保留區)等三類,依國家公園法劃設之 9 座國家公園屬第 II 類,與 IUCN 分類標準一致,依野生動物保育法公告之野生動物保護區暨重要棲息環境,符合第 V 類棲地 / 物種管理區之定義,其中部分野生動物保護區劃設永續利用區,符合第 V 類資源管理保護區之定義。

目前評估自然保護區域經營管理成效,主要透過委託專家學者進行專案檢討評估、召集管理機關定期檢討,由專家學者、野生動物保育諮詢委員及自然文化景觀審議小組暨技術組委員等赴各保護區現勘評估,以及主管機關平時之督導考核等四種方式辦理,未來亦將逐步依據以往建立之基本資料,積極建立各項管理績效評估指標,作為保護區長期經營策略修正之依據。

在保護區的長期監測方面,除於年度計畫中委請學者專家逐步建立基礎資料外,逐步訓練現場工作人員相關調查監測技術,同屬重要。建立完善監測系統,並依監測成果調整保護區經營管理方向與技術,方能提升保護區保育野生動植物與棲地之效能。因此,加強保護區基礎資料建立與監測,亦為未來工作之重點。

第四章 自然保護區調查與監測總論

林良恭*

目前臺灣及離島地區共設置之自然保護(留)區有 48 處:包括自然保留區 22 處、野生動物保護區 20 處及自然保護區 6 處,總面積公頃 114,068.95 公頃。保護區設置的目標在於透過有效的經營管理與保育措施,維護該保護區特殊的自然環境與生物多樣性完整。因此,主管單位必須明確地掌握與瞭解保護區棲地環境與生物多樣性之狀況與變化,針對可能威脅保護區內棲地與生物多樣性健全之衝擊因子加以妥善地因應與處理,同時監測與評估經營管理的成效,對於達成各類保護區設置的目標至為重要。

近年來林務局正積極推動結合當地社區團體,進行社區林業推動工作,共同維護自然保護區生物多樣性的完整,共創森林生態永續經營。自然保護區所呈現出其在自然保育的價值之一,便是能夠對保護區生態系的重要角色 - 生物資源進行妥善的保護工作。因此一個自然保護區內的生物資源的基礎生態知識的瞭解實為首要,目前大部分保護區的生物資源資料為零星片段,部分資料更是屬於陳舊。各保護區設置的目標有所不同,如何有效能掌握保護區的現況與變動因素,落實生態監測工作。因此有效進行生物資源普查時,將更能合乎保育原則。事實上,2007 年農業施政計畫專案查證之棲地保育計畫針對保護區提出建議事項為建立監測與評估指標與研究成果資料庫。

自然保護區經營管理計畫書擬定與效能評析,應詳細納入保護區調查與監測之流程(圖 4-1),達到有效率且能落實維護自然生態系統的功能,也在針對可能干擾因子的預警防範,實現國家森林資源永續經營發展之目標,落實林務局國土保育之精神。

自然保護區旨在保存棲息於自然條件下的生物,研究工作者雖被允許於保護區 內進行調查與監測工作,但在現地進行時,注意下列事項,以免影響調查資料的完 整與可靠性。

- 1. 最好不要超過三人一齊成行。
- 2. 慢走、輕步聲,速度每小時不要超過 500 至 1,000 公尺,不可講話,或盡量不要發出其他雜音。

東海大學生命科學系教授。

Professor, Department of Life Science, Tunghai University.



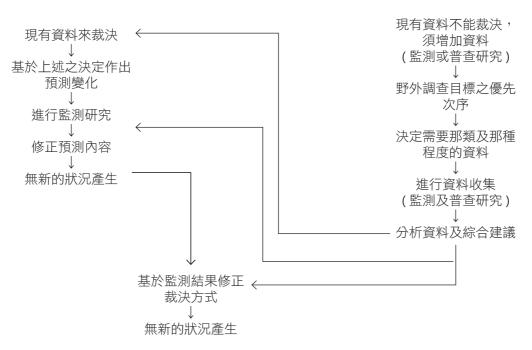


圖 4-1 保護區調查與監測之流程

- 3. 禁止抽煙。
- 4. 避免著豔麗衣裝。
- 5. 營地不可有收音機、或開音樂會而讓動物遠離。

當有必要性在野外進行生物採集活體製成標本,工作人員需確實實行收集標本的道德規範,即標本的採集必須是為釐清其在分類學或其他研究之必要需求的問題解決之用,也就是説,標本工作除須有各地主管機關採集文件的許可外,工作人員不得對採集地區造成不必要的破壞,或過度採集標本。所有工作人員必須以保育學者自居,以負責起保存並看護自然保護區內的生命為己志。

另外,因調查需要使用陷阱方式來捕獲較不易觀察得知的動物,若僅是了解物種的分布狀況,必須注意此捕捉方法對動物個體之安全無傷害性,可讓動物於原地釋放。

生物資源的調查主要都是於所需調查的現地來進行生物的種類及棲地狀況調查,因此一開始的調查與監測研究必須針對下列幾項條件來詳加考量而加以規劃:

- 1. 所要調查、監測的目的和內容必須要明確。
- 2. 需要進行多少次的調查工作(調查次數多寡常與調查經費的高低有關)。
- 3. 調查成果的預估。
- 一般而言,生物資源所進行的基礎生態調查項目包括有:
- 1. 物種及其分布區域調查

自然保留區區域內那些物種存在有否及其分布地點之資料收集,是自然保護區調查的工作的首要。

2. 族群密度、族群量調查

密度通常是指一定單位面積內具有的動物個體數。自然保護區屬於有一定範圍界線之調查區域,因此,常會被以「保護區內到底有多少隻黑熊?」之類似問題來質詢主管機關。就實際動物存在密度而言,可區分成生態密度 (ecological density) 和粗放密度 (crude density) 二類。前者是指實際動物活動範圍在內的所包含之隻數,後者則是指調查區域面積內所含之隻數。因此,在估算調查區域內動物之密度,應先區別出動物可能的活動範圍大小,如果活動範圍大過於調查樣區面積,那所估算的粗密度可能會過大,反之則過小。

3. 牛活史調查

此類調查屬於較為深入專一的主題,不過有些資料收集方法卻是相當容易可行的,只要稍加留意,所累積的生活史資料將是可觀的,如食性及所目擊到的行為表現等。

4. 棲息地調查

不同的生物生活在不同的地方,佔據著不同的棲地。同一種生物對不同的棲地 有著不同程度的利用狀況。這種差異可看作生物適應環境的一種行為。確定生物對 不同棲地的選擇程度高低,探討生物對棲地利用的機制,可直接關係到未來對生物 資源的經營管理之參考,也有助於對生物的覓食行為、族群調節機制、種間關係、 地理分布和群落的結構、動態及物種多樣性的形成等方面的了解。

通常棲地調查可分為巨棲地 (Macrohabitat) 與微棲地 (Microhabitat) 兩類,前者泛指較巨觀分類的棲地型,如森林、草原或針葉林型、闊葉林型等該物種可被發現所在地。而後者是指個體為主所佔據的棲地因子。

屬於應用生態調查項目包括有:

- 1. 棲地環境受人類干擾之狀況。
- 2. 保育對策之調查 (稀有或瀕臨絕種類)。
- 3. 經營管理對策。

在一個保護區內到底有多少隻的野生動物?或密度多大?是需要去估算的。一般而言所估算出的值最好能夠接近最實際真正的值。當然,動物真正存在的數量誰也不敢把握的說一定清楚的很。如果以某種調查方法所估算出的值比較與實際的值之差距,這種差距便是所謂抽樣誤差 (sampling error)。誤差若過大勢必影響調查所得結果之可靠性,因此在調查與監測工作進行之前,必須對如何在方法上來減少誤差,應有所認識。

有許多場合,正確度 (accuracy) 和準確度 (precision) 混為一談。但在統計學上則有比較嚴格的定義。正確度是一個測量或計算值和其真值 (true value) 接近的程度;準確度是對同一事物重複測量所得到之數據的接近程度。譬如一個有偏差但是敏感度高的秤可能得到不正確但準確度高的重量。相反的,一個不敏感的秤偶爾也可以秤得到一個正確的讀數,但是其準確度則低,因為重複稱重時不太可能得到同樣正確的重量。除非一個調查方法明顯有偏差,否則準確度高的數據,通常正確度也應該較大。

為達到調查數據越接近生物資源在自然的忠實現象,應注意:

- 1. 整個調查區域有多大?
- 2. 需要用什麼的調查方法?
- 3. 是否調查取樣次數增加後,其結果會較接近正確值?
- 4. 是否需要調查許多種類的動物?
- 5. 調查樣區或點或路線如何選定?且是否能充分代表所欲研究的區域?
- 6. 上述選定的調查樣區或點或路線是否足夠獲得較具準確性的值?

接下來共有 13 個章節邀請在相關生物資源、水文與地景研究有所專攻,且長期在野外進行調查的專家學者,提供他們第一手經驗與心得,分別彙整出監測技術與方法,作為自然保護區經營管理者的參考指南。

第五章 保護區哺乳動物監測方法

林良恭* 姜博仁** 張育誠***

一、概述

哺乳動物不易觀察,加上傳統穿越線調查不適合在臺灣崎嶇的陡峭山區與茂密森林進行,為能達到跨時空等不同尺度及整合性的保護區監測與比較評估,必須建立一套標準化的生態指標資料收集及分析方式,達到調查方法、努力量、資料辨識、分析之標準化,符合時間與空間不同尺度的長期監測與比較。

(一)中大型哺乳動物

有關一地區哺乳動物種類及族群數量之多寡,一直是該地區的野生動物經營管理相關負責單位,或是自然環境監測員所欲了解的,惟哺乳動物的族群量調查常需花費大,進行時間長,甚至還需要具有更深入的技術專長。而且在野外工作中,很多情況下既不容易見到哺乳動物,又難於捕捉到它們。通常若持續根據動物活動留下的標記以及其他跡象如糞便等來作為數量指標,因在許多情況下,調查的目的不在於精確了解動物的絕對數量,只需要比較不同時期或不同地區動物數量的多少。例如,某保護區通過一系列保護措施後,需要了解被保護動物數量增加了還是仍趨下降。並不需要了解動物現存的精確數,這就可以用一些相對數量來表示。動物的遇見率就是一個常用的相對指標。例如,在某森林裡,正常行走的速度下,每小時遇見獼猴的次數或聽見山羌叫聲,或每公里線路上遇見動物的次數,都可以用來表示動物的豐富度。

以步道作為研究路線,使用跡象計數法 (sign count) 於每季或每月以三至四天的時間進行定速 (每小時 1 至 1.25 公里) 穿越線調查,記錄動物叫聲、排遺、食痕、拱痕、足印、磨痕等痕跡及目擊數目,同時記錄發現當時可知之數量、位置、棲地型態、時間、天氣。目擊動物時若有可能,則記錄其性別、行為。以紅外線自動照相機 5 臺於穿越線及獸徑處設置,所得記錄視為痕跡計數,進行族群估計之分析,並可做為活動模式與行為觀察之輔助記錄。

^{*} 東海大學生命科學系教授。

Professor, Department of Life Science, Tunghai University.

^{**} 臺灣哺乳動物學會研究員。

Researcher, Mammalogical Society of Taiwan.

^{***} 東海大學生命科學系研究助理。

Research assistant, Department of Life Science, Tunghai University.

另外可將調查路線上的動物糞便撿拾乾淨,因此便可以確定下一次所拾獲的糞便為動物自上個月收集以來的排遺。另外糞便分析中所發現的食物種類即為該月動物所取食之食物。攜回糞便,可以以烘乾方式 (80-90℃,2-3 天),或浸泡 10% 福馬林 (formalin) 兩種方法保存,送至相關研究機構進行糞便分析。野外收集動物排遺的步驟,包括拍照、測量排遺的長度和直徑、記錄附近痕跡、初步檢視內含物、編號。記錄上述資料後,將排遺置入採集瓶,並於地圖上標示收集位置。

自動照相機是標準化的調查工具,可監測中大型哺乳動物與地棲性鳥類等習性隱密不易觀察之動物,並能在動物名錄建立之外,更進一步量化地記錄中大型哺乳動物的分布與其他生態資訊,且不分晴雨,可日夜連續 24 小時工作,已在臺灣諸多保護區之調查研究中使用 (裴家騏、姜博仁 2004;裴家騏、陳美汀 2008;姜博仁等 2009b;翁國精等 2009;林良恭等 2010;姜博仁等 2010a;姜博仁等 2011;裴家騏 2011),並已經成為環境影響評估中所規範建議執行之調查項目。

(二)非飛行性小型哺乳動物

非飛行性小型陸棲哺乳動物 (小型哺乳動物):包括食蟲性動物和囓齒動物。調查最佳的方法是捕獲研究。

1. 食蟲目

一般而言,食蟲目屬於穴居或半穴居物種,體型小、活動隱密,平時極少可以直接觀察到個體,必須使用陷阱捕捉調查,捕捉方法主要以掉落式陷阱 (pitfall trap) 為主。掉落式陷阱的設置原理主要利用食蟲目動物在地面活動時,當遇到如牆面的障礙物時會沿邊前進的習性而設計,以致於掉入人為設置之洞內而無法爬出。選擇設置之地點以森林底層或林道旁地形較平坦、土質較鬆軟之處為佳。挖掘之地洞深度以不讓掉落之動物跳出為原則(至少約 20 公分),地洞內放置杯狀器皿,底面戳洞以排除雨水。設置時圍籬向外延伸成 Y 字型放射狀,末端各有一地洞,洞與洞之間相距約一公尺。圍籬用厚塑膠板插入地面固定。

鼠類之捕捉器種類繁多,大致使用可讓動物存活之活捉器 (live trap),如松鼠籠、薛門氏捕捉器等均是。因為進行動物資源調查,故使用活捉器。設置時選擇動物可能出現之路徑、石縫樹洞旁、林道邊等處,並將入口處與籠身作清理偽裝。放置時間至少兩個捕捉夜以上,以增加捕捉機率。每個捕捉點放置兩個捕捉器,間隔一公尺以內,所使用之誘餌為地瓜 (蕃薯) 沾花生醬、燕麥片、肉類或香腸、香蕉、蘋果等水果。每日早晨檢視捕鼠籠或掉落式陷阱,視情況更換或添加誘餌,並將捕獲之個體移出捕鼠器或陷阱中。記錄捕獲個體之種類、測量形質後,取其少許耳殼組織放入 95% 酒精中保存,隨即釋放個體。野外資料的記錄完整與確實對於該

地區哺乳動物的瞭解將有莫大助益,每次進行調查後妥善將相關文字與影像記錄保存,未來必成為研究監測及教育解説最好的第一手資料。

二、中大型哺乳動物調查監測

過去調查工作(如觀察調查、痕跡調查、排遺發現調查、訪談)通常無法於較短時間或較少次數的情形下有效瞭解某地區哺乳動物相完整之組成。多數哺乳類野生動物的活動通常於夜間,其行動也較為隱密且警覺性高,所以哺乳動物調查工作常需良好偽裝、安靜行動、極長待命時間、充分掌握動物可能利用環境中各種跡象(如爪痕、足跡、排遺、獸徑與氣味)以及部分的運氣,才能較全面瞭解該區哺乳動物資源為何。

然科技產物蓬勃發展,紅外線偵測自動照相機的問世,使得長時間監測哺乳類野生動物以及完整掌握該區哺乳動物資源成為可能,也排除夜間調查之困難,以機器代為觀察,有效降低動物警覺性可能造成之調查偏差。且僅進行動物影像的拍攝,對動物可能產生之干擾影響也降至較低,能以較低的調查頻度來獲得較多之調查資料。更因相機之作用乃是連續性待命調查,可視為完整之全日 24 小時調查,不僅全面掌握白天與黑夜活動之物種,且動物活動時間可被記錄下,分析後可有效瞭解動物活動時間為何,藉以瞭解物種的活動模式。而單位時間拍攝動物之照片數可約略呈現該區各類哺乳動物相對族群數量。

(一)紅外線偵測自動照相機

紅外線偵測自動照相機(如圖 5-1、圖 5-2、圖 5-3、圖 5-4),目前可大致分為兩種,一種是以傳統底片機改良後製成之機型,另一種則是以泛焦鏡頭與記憶卡之類數位相機功能機型;後者之功能在理論上是優於前者的,因為記憶卡 (1G-2G 容量)的可拍攝張數(超過百張)多於底片(至多 36 張);另外後者之電力供應上也較前者久,因此可於野外調查更長時間;而數位型再有一不錯之功能,即可進行10-30 秒不等之錄影,如此可記錄動物受到拍攝的當下的行為為何,藉此可更為瞭解物種生態習性。國內常見的底片式紅外線偵測自動照相機有幾種,但目前市面流通性較佳且仍有持續量產為臺中市上美專業攝影器材行研發之 SM-04 型相機。而國內目前使用數位式紅外線偵測自動照相機仍未十分普遍,目前自美國引進 2-3 款測試當中。

相機之架設高度,視欲拍攝的物種大小而調整,若拍攝目標為中、大型哺乳動物,通常相機設置高度約 1.5-1.7 公尺間,通常相機稍微面向下俯瞰地面;若拍攝之目標為小型哺乳動物,則可架設約離地面 1.0-1.2 公尺高度處。設置相機地點盡量選擇不同森林棲地環境(如闊葉林、針葉林、人工林、竹林、岩壁邊或溪流流域

旁森林中),或者視有無抓痕、泥浴痕跡、足印、排遺、獸徑或動物啃咬種子發現處等各類獸跡發現地點。相機位置必須清楚熟記並且進行適當告示以免被竊。架設完成開始拍攝進行首張拍攝,首張拍攝應設置比例尺(兩條以紅色膠帶標示間隔10公分之童軍繩)及記錄紙版(可標示日期、地點與相機編號),觸發相機拍攝照片一張後即離開紅外線感測範圍,在旁確認相機是否正常運作後方可離去。耗材如電池與底片,底片式紅外線偵測自動照相機更換頻度約以一個月到一個半月;數位式紅外線偵測自動照相機約可拉長三個月,有些機型甚至電力可撐時間達半年。





圖 5-1 紅外線偵測自動照相機

主體約由五部分構成,由箭頭標示出如 A. 機殼, B. 需供電的紅外線偵測器, C. 改裝過的傳統傻瓜相機(需供電及底片), D. 供電乾電池和 E. 支撐腳架。





圖 5-2 紅外線偵測自動照相機

左圖為比較其記錄形式之不同,一使用底片,另一使用記憶卡;右圖箭頭標示出 數位型紅外線偵測自動照相機於野外可立即檢視拍攝之狀況。





圖 5-3 紅外線偵測自動照相機架設完成圖 左為底片型,SM-04 型 (上美),右為數位型,Leafriver 牌 DC-6SS 型 (產品資訊見 http://www.myleafriver.com/)。







圖 5-4 紅外線偵測自動照相機架設工作圖 中間圖箭頭處即首張拍攝之訊息填寫紙板。

自動照相機使用被動式紅外線感應器,為熱與動作感應的形式,也就是在有感應到動物移動時才會觸發,以內建的鏡頭拍攝照片或錄製影片,不同廠牌的反應時間不一,目前最快可在感應到動物後約 0.2 秒左右就啟動拍攝,但有些廠牌形式甚至慢到超過 3 秒,並不太適合調查研究所用。隨著數位自動照相機的發展,省電及拍攝張數更不受限制,大大增進自動照相機的應用與使用成本,然而隨著數位自動照相機款式變多,不同廠牌的不同款式其穩定度、感應速度與延遲、感應範圍、感應敏感度都不同,造成資料標準化的困擾 (姜博仁等 2009b)。除此之外,架設的

方式也會影響感應的範圍,也就影響到資料收集的標準化,未來在監測上的使用需留意相機的規格及架設方式,才不致影響不同時空的監測結果比較。自動照相機收回之數位資料以人工辨識,記錄物種、出現座標、拍攝時間及其他附加屬性資料(如調查人員、氣候、調查方式等),便可作為後續活動模式、出現頻度、群聚及其他生態資訊上的分析。

自動照相機的資料分析,主要包括物種名錄、活動模式及出現頻度,並可應用到群聚生態 (Chiang et al. 2012)、棲地利用及分布模式 (Chiang 2007)。活動模式部分,假設動物在某一時段越活躍,則在該時段被拍攝到的機率越高,因此每個時段某種動物的有效照片張數可以當作該動物在該時段的活動頻度指標,累積全天24個小時,每個時段的有效照片張數,則可以說明某種動物的活動模式。每一時段活動量以如下公式 (裴家騏、姜博仁 2004; Chiang et al. 2012) 計算:

某時段活動量 =(一物種在某時段有效照片總數/該物種全部有效照片數)*100%

而每一時段的自動照相機工作需校正為一樣,也就是說,每卷底片的第一個不完整工作天內所拍攝到的相片並不列入活動模式中的有效相片數,採用方法為以每卷底片的最後一張照片的時間為基準,往回推算 24 小時的倍數,將每卷底片第一天不足 24 小時部分所拍到的照片略去不計入活動模式的張數,刪除第一天的原因主要是減少第一天架設工作的人為干擾對動物活動時間的可能影響所造成的偏差。而有效照片的定義為:

- 1. 一個小時內,同一隻個體的連拍只視為一張有效照片記錄,只把第一張當 作有效的活動時間與出現頻度記錄。
- 2. 同個體,即使是同一個小時內連拍,也當作不同的有效記錄。是一張照片內有兩隻以上不同個體,每隻個體都視做一筆獨立的有效記錄。但是因為臺灣獼猴是群居動物,臺灣野豬與黃喉貂亦常拍攝到小群活動,因此以群為取樣單位,這三種動物一小時內連拍的記錄,即使是不同個體,一律視為同一群而只當作一筆有效記錄。結果將比較公路步道周遭與距離公路步道較遠環境的動物活動模式差異。

自動照相機的拍照頻度可以作為動物相對豐富度的一個指標 (Carbone et al. 2001; O'Brien et al. 2003; Rovero and Marshall 2009), 動物出現頻度則以如下公式 (裴家騏、姜博仁 2004) 計算:

OI=(一物種在該樣點的有效照片數/該樣點的總工作時數)*1000小時

臺灣野豬、臺灣獼猴、黃喉貂與地棲性鳥類因常拍攝到兩隻以上,其有效照片數建議可以群為單位以減低自相關性 (特別是臺灣獼猴),其他動物則以單隻為單位。

(二)自動錄音機

錄音調查技術隨著數位科技的發展,已逐漸成為野外可執行的資料收集方 式,大大增進了無人自動錄音設備用在調查與監測野生動物族群的應用,也開始 有研究人員探討數位錄音應用在鳥類調查的研究上 (Haselmayer and Quinn 2000; Acevedo and Villanueva-Rivera 2006; Brandes 2008)。在臺灣,陸域野生動物有比 較明顯鳴叫行為且可正確辨識到物種的包括松鼠科、偶蹄目、臺灣獼猴等哺乳動物 (姜博仁 2005),因此可彌補自動照相機無法調查到的部分哺乳動物,甚至可涵蓋 多數鳥類與蛙類,且無人自動錄音方式還有節省野外專業人力和長期監測的優點, 因此應用無人自動錄音技術在這些類群的動物調查與族群監測有其潛力。姜博仁等 (2009a, 2010b) 研究評估自動錄音技術於臺灣森林地區之應用,發現自動錄音可有 效記錄動物的出現,平均每個地點的 24 小時錄音可以記錄到 30 種物種 (19-49 種),但 24 小時錄音檔若全時間聽辨則過於耗時,因此開發出透過人工取樣監聽日間 時段中日出後 15 分鐘及日出時間為基準之每一小時取樣監聽兩分鐘,再加上頻譜 圖法目視掃瞄夜間全部時段,工作時間約在一百分鐘之內(相對全日監聽方式大約 7% 的努力量),就可以記錄到春夏季錄音檔 80.7% 的物種,秋冬季則為 71.0%, 不分季節平均 75.5% 的物種數,而保育類物種的記錄百分比則從不使用頻譜法的 34% 顯著提高到使用頻譜法的 72.5%,配合電腦搜尋稀有物種,可以補充人工監聽 遺漏的物種。姜博仁等 (2009a; 2010b) 之研究顯示自動錄音可以省去調查時之動物 專業知識限制,在野外調查人員(如志工或是巡山員)經過簡單訓練之後,便可以 進行自動錄音機的架設與資料收集,透過專業團隊的分析辨識,達到多類群物種的 調查。錄音調查將可作為長期監測模式的調查方式,且能在標準化的方式下進行錄 音。

三、中小型陸域哺乳動物調查監測

(一)捕捉工具介紹

1. 臺灣鐵製鼠籠 (Taiwan mouse trap) (圖 5-5 \ 圖 5-6)

彰化秀林鄉人發明,可謂臺灣之光。回收自行車齒輪鍊製成,構造簡單且價格便宜,可捕捉中、小型哺乳動物(如嚙齒目動物、食蟲目之臭鼩或體型較小之食肉目動物)。其缺點為沒有遮蔽陽光及雨水的功能、易造成捕獲動物之死亡,且籠具

無法折疊體積大,故攜帶不便。偶而會捕捉到森林底層活動之中小型鳥類。

2. 薛爾曼氏捕捉器 (H.B. Sherman trap) (http://www.shermantraps.com/)

國內野外採集常見使用的「活」捕捉器(如圖 5-7、圖 5-8),有多種規格可視欲捕捉物種體型大小選用。可捕捉中、小型食肉目動物,如黃鼠狼與高山小黃鼠狼或鼠類,如臺灣森鼠、高山白腹鼠、黑腹絨鼠與高山田鼠,及松鼠科之赤腹松鼠、長吻松鼠及條紋松鼠,亦可捕捉食蟲目之臭鼩、短尾鼩,放置溪流或周遭亦可捕捉亞洲水鼩,可捕捉之動物種類相當廣泛。不同規格設計的概念,如尺寸較小的捕捉器因較大型種類無法進入而可有效進行篩選,可提高目標物種的捕獲率;此外,地道居或半穴居物種亦因該捕捉器的開口類似洞穴通道而較不排斥,盒狀幾乎密閉構造可遮蔽陽光及防小雨,可於底層鑽孔用以排水,使動物排出尿液不積存不致沾濕後而失溫,亦可用小型封口袋填裝碎紙製作類似睡袋的東西,讓動物利用避免失溫,以上設計都可大為提升捕獲動物的存活率。此種為鋁製捕捉器,可折疊之設計使攜帶上十分方便,但價格則較為昂貴。有時小型、較短的捕捉器捕獲鼠類後,受食肉目動物(如黃鼠狼)侵擾時,因貂科動物身長較長,捕捉器中的動物有如甕中捉鱉,其身長亦可退出捕捉器,只是有時捕捉器會稍微夾住貂科動物,被攜帶走而失蹤。





圖 5-5 臺灣鐵製鼠籠 右圖箭頭處表示掛餌處。



圖 5-6 臺灣鐵製鼠籠捕捉到鳥類









圖 5-7 薛爾曼氏捕鼠器 A

左上圖為不同規格之捕捉器;右上圖為捕捉器設置與展開;左下圖為不同規格之 捕捉器展開後開口之差異;右下圖前方箭頭有卡榫卡住前門板,後方箭頭之踏板 即立起,誘餌放置最後方,動物進入後踏板下壓後卡住前方門口之卡榫即鬆開, 門便立即關上。





圖 5-8 薛爾曼氏捕鼠器 B

左圖為捕捉器上方;右圖為捕捉器下方,箭頭處即為底部開孔情形。

3. 掉落式陷阱 (Pitfall)

可用市面飲料店 500 或 700 毫升的飲料杯做為調查工具(如圖 5-9、圖 5-10),食蟲目動物(鼩鼱)身體結構較不易進行跳躍動作,因此掉入陷阱後不易爬出。反之,鼠類的攀爬跳躍能力較佳,容易從陷阱中跳出,因此較易捕獲到食蟲目動物(鼩鼱),有效減低捕獲囓齒目動物的機會,是一種捕獲特定種類的捕捉器,通常使用於捕獲鼩鼱類。然而鼩鼱的新陳代謝速率較快,活動時通常便是在覓食,需要補充食物與飲水。有時鼩鼱會掉落在同一陷阱內,在沒有食物的情況下通常會相互攻擊到僅剩最後一隻的情況,通常為避免此一狀況或欲捕捉活體時,杯內會置入 15-20 隻左右之麵包蟲,並以吸水海綿提供飲水。而欲捕獲所有進入陷阱的動物,可倒入 1/3-1/2 杯深的濃度 70% 酒精或水,動物掉入陷阱後便不易逃出。地點選擇設置上需要有相當的經驗與技巧,因鼩鼱類或鼠類常會依靠著棲地環境邊緣(石塊邊緣、土堆邊緣或樹幹邊緣)前進,一般會選擇環境的邊坡處或以設置擋板充作棲地環境的邊緣,來提高捕獲率。





圖 5-9 各種大小之掉落式陷阱



圖 5-10 設置完成之掉落式陷阱 通常桶子間會以擋板來充當動物依靠之邊緣,可提高捕獲率。

4. 鼴鼠捕捉器 - 鼴鼠名人 (Mole trap) (圖 5-11、圖 5-12、圖 5-13)

鼴鼠科動物為地道居物種,因此捕捉工具亦需深入土層下才可。通常鼴鼠經過的地道常會形成土層表面的龜裂。因此設置此捕捉器時,需要仔細留意鼴鼠鑽過造成地表土的龜裂,可以以手指稍微挖開洞道感覺地道內邊土是否緊實,較為緊實的地道顯示最近鼴鼠曾經過,反之若地道鬆散或已有些塌陷則顯示此通道已有較長時間未有鼴鼠經過,因此有效分辨常用的隧道與不常使用的隧道。在適當的地點(最好是經常使用或最近常用的地道)設置捕捉器,能有效提昇捕獲率。此種捕捉器有活捕捉器與死捕捉器兩個種類。





圖 5-11 鼴鼠捕捉器 A 短的為死捕捉器,長的為活捕捉器。





圖 5-12 鼴鼠捕捉器 B 左圖為設置完成圖,右圖與捕捉到動物後卡榫彈起。



圖 5-13 鼴鼠地道

5. 可折疊獸籠 (Tomahawk collapsible live trap) (http://www.livetrap.com/) (圖 5-14)

以鍍過鋅之鐵絲構成不同大小規格網格狀之可折疊捕捉器,鍍鋅可減緩其鏽蝕情況,動物踩踏後端立起之踏板後,V型彈簧機制使自動門迅速關上,上方有「口字形」鐵絲用於固定捕捉器型態,避免捕捉動物後因動物掙扎翻滾而使動物脱逃。可折疊獸籠有多種規格,可用於捕捉大型鼠類、松鼠、細長型食肉目,或用於捕捉野兔。可折疊設計便於攜帶,但單價亦高,且網格狀非密閉構造,如動物捕捉後暴露在強烈陽光下或逢雨天時,會容易使動物死亡。





圖 5-14 可折疊式獸籠 右圖箭頭處為踏板處,動物踩到踏板後會使 V 形門降下關上。

(二)資料記錄方式:

使用工具與誘餌的原則就以上介紹來選擇適切工具,再注意以下幾個細節,便可有效調查、瞭解該地區哺乳動物多樣性。

- 1. 設置及巡視捕捉工具的時間:設置工具的時間最好選在白天進行,對棲地能有較佳的掌握,視線較佳且危險較低。而巡視捕捉工具的時間最好能於翌日天一亮即刻進行,提高捕捉動物之存活率,避免捕捉動物不必要之傷亡。另檢視捕捉動物需戴棉布手套並避免動物抓傷及咬傷。
- 2. 物種鑑定:需專業人員協助,初步鑑定可參考國內出版之哺乳動物圖鑑。 精確鑑定則可暫時飼養捕捉動物,儘速尋求專業人員協助鑑定,或利用相 機拍攝照片尋求專業人員協助。照片需求清晰,各個角度拍攝數張,含整 個動物全貌照片,及臉部與特殊特徵特寫照片,並記錄該動物大致體型大 小提供專業人員鑑定。
- 3. 調查記錄及樣本保存方式:捕捉動物後至少需記錄捕獲日期、物種及捕獲地點(最好能有 GPS 資訊)以利資料長期保留。若捕捉個體不幸死亡,以報紙、封口袋或塑膠袋將個體完整包好後,儘速冰凍於-20℃冰箱(即家用冰箱上層);或將個體浸於裝有60-80%酒精濃度液體之透明糖果桶中並避免日曬,儘速通知國立自然科學博物館動物組人員或國內哺乳動物研究教授實驗室人員提供協助。

四、翼手目(蝙蝠)調查工具及記錄方法

(一)翼手目(蝙蝠)

蝙蝠非常獨特是唯一能真正飛行的哺乳動物,而且需要在洞穴和樹等特定的環境中棲息。簡易調查方法乃直接於棲息地點數算蝙蝠群的數目,一般每年進行兩次(冬眠與生殖季各一次),調查地點是蝙蝠日間棲息的地方。調查人員會點算聚合成群的靜止個體數目,或根據個別位置的族群密度推算整個靜止群落的數目。若點算飛行中個體時,則會在固定地點點算飛越的個體數目。有時候,調查人員也會記錄每晚離巢蝙蝠數目,這種計算方法適用於難以進入的山洞或單一物種棲息地點。另外也可利用霧網或豎琴網捕獲個體進行研究,使用豎琴網和霧網都是捕捉飛行中個體的好辦法。兩種裝置均在黃昏設置,調查人員設網後每20分鐘便會檢查一次,以取出捕獲的個體,然後逐一記錄性別、體長、重量和其他有關資料。蝙蝠的回聲定位超音波因物種而異,這些訊號可用超音波探測器探測,但這些裝置花費較高。

(二)調查工具

1. 霧網

蝙蝠調查研究初期,使用最普遍之調查工具是由鳥類調查使用於捕捉鳥類之鳥網改良而來,日本人將原本鳥網網線使用的尼龍塑膠線改利用以棉線作為網線,這類蝙蝠不易偵測的材質確實有效使得蝙蝠不易察覺網線而增加被捕獲的機會。霧網(如圖 5-15、圖 5-16) 通常有不同長度(如 5 與 9 公尺)構成寬度不一的網面,而網表面積的增加則通常透過數張霧網上下加以繫綁連接來達成,而每面霧網會以較粗的棉線區別出,使用時每個網格不撐緊而留下網袋,用以提高蝙蝠捕捉效益。架設時多半搭配使用兩組伸縮鋁桿(或釣魚桿),並以鐵製三角支撐支架。使用伸縮鋁桿(釣魚桿)可以彈性調整網面高度,而架設鐵製支架可穩固架設網面,亦方便排列不同網面構成形式(如 V 形網面或 N 形網面等)。

架設地點通常選擇林道或小徑,兩旁有樹林且該與林道或小徑恰可形成天然隧道為佳,最好也能看見黃昏時分蝙蝠於該處來回飛行。架設時間通常需於天黑前完成,因為蝙蝠通常於傍晚時分開始活動,但傍晚前升起的霧網有時會有鳥類中網,需要特別注意。另外,架設霧網後必須有人看守,因為蝙蝠中網後若沒有即刻解下則容易越纏越緊而使得蝙蝠受傷,蝙蝠也可能因為足夠時間咬斷網線而逃脱,網線也可能過於糾纏,需剪破才能解下蝙蝠,所以需要有人在旁守候並將中網的蝙蝠立即解下,以保護網面完整與蝙蝠安危。通常會記錄蝙蝠中網的網面高度與中網時間。處理中網之蝙蝠,應全程戴上棉布手套,避免被蝙蝠咬傷,且蝙蝠骨骼相當脆弱,從網上解下或捕捉時需要注意力道,勿造成蝙蝠受傷或是讓其過於緊張而休克。





圖 5-15 霧網

左圖為架設於橋下之霧網;右圖為鳥類誤觸霧網。



圖 5-16 架設霧網用以支撐之伸縮鋁桿與鐵製三角支撐支架

2. 昆蟲掃網

即昆蟲捕捉使用之捕蟲網(如圖 5-17),其材質特殊,尼龍絹網袋柔軟細密不易傷害蝙蝠,且彈簧框外框可折疊,方便收納。支架則為伸縮柄可彈性增減捕蟲網長度。此工具通常使用於捕捉棲息人工建築物內(防空洞、廢棄坑道和引水涵洞)或天然棲所(樹上、岩洞和珊瑚礁岩洞)之蝙蝠,伸縮柄可依蝙蝠倒吊掛著的高度調整長度進行捕捉;有時亦於霧網捕捉調查時使用,因為有些蝙蝠種類飛行能力較強,在離網具較近的地方發現網線後能快速爬升飛行而逃離網面,捕蟲網的使用時機則是在正飛行向網面的蝙蝠背後干擾其飛行,使其容易分心後方的干擾,而不易察覺前方之阻礙而增加中網的機會(圖 5-18)。進入蝙蝠棲息的洞穴進行調查,要儘量縮短調查時間,目標完成後應儘速離開,以免對蝙蝠族群之休息造成過大之干擾,也可避免蝙蝠洞內排遺產生的高廢氮氣對自身健康造成影響。進洞勘查應戴工程安全帽以及 N95 口罩,維護自身安全。





圖 5-17 捕蟲網 特殊材質尼龍絹網袋柔軟細密,彈簧框外框可折疊而方便收納,支架為伸縮柄彈 性增減捕蟲網長度。

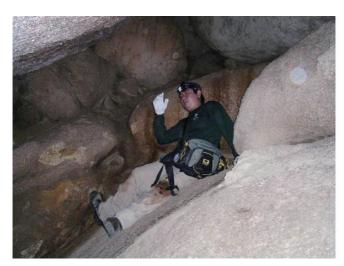




圖 5-18 洞穴調查以及人工建築物內調查

3. 豎琴網

另一種蝙蝠調查時使用的網具(如圖 5-19、圖 5-20),主體為可伸展鋁桿、主體中央有兩排互相交錯之釣魚線懸下,蝙蝠偵測到前一面網線後,無法於短距離內再偵測到第二面網線因而中網,中網後會滑落至下方的帆布袋中,布袋上方覆蓋有透明塑膠布之可供蝙蝠棲息,且塑膠布具些微擋雨功能使蝙蝠較不易淋濕而不致失溫,因此可以進行整夜捕捉調查,增長調查時間。但架設的地點則因不同規格大小之豎琴網皆有所限制,一般説來豎琴網多使用于森林中而非林道上,高度與寬度都較霧網有限。



圖 5-19 架設完成之豎琴網



圖 5-20 捕捉到蝙蝠的豎琴網 豎琴網捕捉到蝙蝠後蝙蝠會安穩停棲在帆布與塑膠布間。

4. 聲波偵測器一蝙蝠偵測器 (Bat detector)

蝙蝠特殊的除飛行能力外,在黑暗中探索外界時也非利用視覺,而是以發出高頻之超音波進行回聲定位來代替視覺。因此蝙蝠偵測器(如圖 5-21、圖 5-22)即藉由可接收高頻率音波接受器來接收環境中是否有蝙蝠發出的超音波,以瞭解該空間中是否存在蝙蝠。偵測器上的轉盤可選擇不同頻率,不同種類蝙蝠發出之超音波其頻率並不相同,轉到特定頻率若能收到超音波,代表此一音頻範圍之蝙蝠在此活動,但由於同一範圍內之音波可能之蝙蝠種類不只一種,本機器主要功能僅在偵測有無蝙蝠之活動以及發出音頻範圍,卻無法確認為何種類蝙蝠。



圖 5-21 各種樣式之蝙蝠音波偵測器



圖 5-22 蝙蝠偵測器具可調節不同頻率轉盤

左下圖可見高頻接收器;右下圖可見接收器外以集音圓桶構造強化收音效果。

5. Anabat system 聲波偵測器

此種偵測器不僅可接收蝙蝠發出的超音波,瞭解該空間中是否存在蝙蝠外,更可由記錄器記錄之超音波波形及頻率,和參考音頻資料庫比對(不同物種皆具有特定音頻及音波波形)後確認為何種類蝙蝠。算是較能完整瞭解一地區之蝙蝠多樣性全貌之調查工具。

ANABAT 的原理為將超音波除以一個基數讓蝙蝠超音波降至人耳可聽到的範圍,而此方法稱為「分頻法」(frequency division)。ANABAT 的器材主體結構包含一個超音波接收麥克風,接收範圍為 10-200 千赫,及一控制分頻法之主機,而超音波接收後端連接一處理器搭配儲存設備及記錄裝置 (Zero-Crossing Interface Module, ZCAIM),以點資料描述記錄蝙蝠之超音波頻譜 (圖 5-23、圖 5-24)。



圖 5-23 AnaBat || 型聲波偵測器

左下圖可見兩個部分,一為接收器,另一為記錄器。右下圖為記錄器後方記憶卡



圖 5-24 野外調查以蝙蝠聲波偵測器記錄蝙蝠聲波

(三)資料記錄方式

1. 蝙蝠棲所 (洞穴) 記錄格式 表 5-1

	型態	冬眠					
	洞穴使用型態	生殖與否					
		數量					
	棲息物種	飛行體型大小描述					
		種類					
-	[態描述	是否有水流經過					
	蝙蝠洞狀態描述	天然或是 人工					
	<u></u>	緯度					
	GPS 座標	經度					
	述	蝙蝠活動 出入口面向					
	蝙蝠洞位置描述	蝙蝠出入口 數量				-7 L.K.	
世を見る・・		河穴開口數量		微 张			

2. 蝙蝠調查記錄表(範例) 表 5-2

無		拙									
⋉	##	神									
丰	記状	颛				27					
#	殖狀	颛									
卅		聯									
ء											
晄		岷									
ء		岷									
世	茶	岷									
世		岷									
級	震 鋫	岷									
霊	鬥	岷									
卑	1 /2	岷									
湿	做工	岷									
型		別									
悝	\leq	佡									
悝		仏									
飅		仏									
#	\bowtie	仏									
媡		採									
幕		赵									
黨		赵									
型		証							 		
部	型	號									
Ш		解			4448						

參考文獻

- Acevedo, M. A. and L. J. Villanueva-Rivera. 2006. Using automated digital recording systems as effective tools for the monitoring of birds and amphibians. *Wildlife Society Bulletin* 34: 211-214.
- Brandes, T. S. 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International* 18:S163-S173.
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. W. Macdonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, D. J. L. Smith, M. Sunquist, R. Tilson 和 W. N. W. Shahruddin. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4:75-79.
- Chiang, P.-J. 2007. Ecology and conservation of Formosan clouded leopard, its prey, and other sympatric carnivores in southern Taiwan. Ph.D. dissertation, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, U.S.A.
- Chiang, P.-J., K. J.-C. Pei, M. R. Vaughan and C.-F. Li. 2012. Niche relationships of carnivores in a subtropical primary forest in southern Taiwan. *Zoological Studies* 51:500-512.
- Haselmayer, J. and J. S. Quinn. 2000. A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian southeast Peru. *Condor* 102:887-893.
- O'Brien, T. G., M. F. Kinnaird and H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6:131-139.
- Rovero, F. and A. R. Marshall. 2009. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal of Applied Ecology* 46:1011-1017.
- 林良恭、姜博仁、徐歷鵬、黃重期 2010。雪霸自然保護區野生動物資源調查 -- 志 樂溪流域 (行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 98-03-8-03)。臺中市: 行政院農業委員會林務局東勢林區管理處。
- 姜博仁、王建仁、鄭薏如、朱佑璽 2009a。野生動物調查自動錄音技術開發與應用評估 (行政院農業委員會林務局委託研究計畫 98 農科 -8.7.3- 務 -e1)。臺北市:行政院農業委員會林務局。
- 姜博仁、朱祐璽、鄭薏如、林宗億 2009b。塔塔加地區野生動物自動化監測可行性 評估(玉山國家公園管理處委託研究計畫,玉山國家公園叢刊編號:1186)。

南投縣:玉山國家公園。

- 姜博仁、蔡世超、吳禎祺、林宗億 2010a。玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫(玉山國家公園管理處委託研究計畫,玉山國家公園 叢刊編號:1209)。南投縣:玉山國家公園。
- 姜博仁、蔡世超、蔡哲民、王建仁、吳禎祺、蔡政修 2010b。野生動物調查自動錄音技術開發與應用評估 (2/2)。(行政院農業委員會林務局委託研究計畫 99 農科 -8.7.3- 務 -e1.)。臺北市:行政院農業委員會林務局。
- 姜博仁、蔡世超、吳禎祺 2011。玉山地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫(玉山國家公園管理處委託研究計畫,玉山國家公園叢刊編號:1244)。南投縣:玉山國家公園。
- 姜博仁 2005。森聲不息:臺灣中大型哺乳動物聲音圖鑑 (聲音 CD 及手冊)。臺北: 行政院農委會林務局。
- 翁國精、林宗以、蔡及文 2009。玉山國家公園新康山區暨南二段中大型哺乳動物調查計畫(玉山國家公園管理處委託研究計畫,玉山國家公園叢刊編號: 11836)。南投縣:玉山國家公園。
- 裴家騏、陳美汀 2008。新竹、苗栗之淺山地區小型食肉目動物之現況與保育研究 (3/3)。(行政院農業委員會林務局保育研究系列 96-01 號)。臺北市:林務局。
- 裴家騏 2011。100 年度墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查研究計畫 (1) (墾丁國家公園委託計劃 002E)。屏東縣:墾丁國家公園管理處。
- 裴家騏、姜博仁 2004。大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(三)。(行政院農業委員會林務局委託研究系列 99-06)。 臺北市:行政院農業委員會林務局。

第六章 保護區鳥類監測方法

姚正得*

一、目的

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;尤少彬 1997;許富雄2001;許皓捷、李培芬 2006;2007)。而鳥類廣泛分布的特性,也使牠成為許多區域性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;鳥類位於食物鏈生態位階的高層,可以反映較為低階物種的狀況;鳥類的群聚組成也可反映鳥種族群間的變動及趨勢。

以鳥類作為資源評估或進行環境監測時,採取標準化鳥類調查方法是最重要的 關鍵。若調查方法不一致,則不同地點或時期的鳥類調查結果可能無法比較,從而 無法進行自然資源之評估及變動原因之推論。因此,藉由固定時間與固定方法來長 期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。

很多因子會影響鳥類調查時的準確性,例如不同觀察者、棲地類型、調查努力量、一天中的調查時段、天候狀況與季節等。但是藉由對觀察者的事前訓練,建立標準化的調查程序,將可以有效地降低系統誤差,從而提高估算的準確度。

另一方面,繁殖鳥類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類組成及數量的資料(許富雄、賴肅如、姚正得、林瑞興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。此外,繁殖鳥類會利用所棲息的環境來進行繁殖,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,例如自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。

^{*} 行政院農業委員會特有生物研究保育中心副研究員兼站主任。
Associate Researcher & Chief of Medium Altitude Experimental Station, Endemic Species Research Institute, COA.

臺灣的鳥類種數超過 600 種,繁殖鳥類共有 163 種(王嘉雄等 1991;劉小如等 2010),其中包括有特有種 24 種、特有亞種約 60 種。除了少數區域性的調查(丁宗蘇 1993;李欽國 1995;姚正得 2007;許皓捷 1995;許皓捷、李培芬 2006,2007;顏重威 1997) 及部分繁殖鳥類生態習性的研究之外(林瑞興 1996;游淑鈞 1999),目前已經由行政院農委會特有生物研究保育中心結合各地區野鳥學會志工進行臺灣全島繁殖鳥類的調查研究,也有部分研究以過去的文獻資料來分析臺灣繁殖鳥類的分布模式及其與環境因子間的關係(廖倩瑜 1997;聶嘉慧 1999),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。

近年來,臺灣生物相關的大專院校、研究單位及民間團體積極從事保護區內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,不同保護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,難以長程追蹤保護區鳥類群聚的變化趨勢。

為了瞭解臺灣各保護區內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保護區鳥類的空間分布和相對數量,並提供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。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。因此,本文藉由相關資料的蒐集及分析,期能建立及推動適合臺灣保護區環境的鳥類長期調查模式。

二、實施方法

(一)在固定地點進行鳥調查

在監測調查地區選擇數個調查區(依保護區面積與交通狀況決定樣區數), 在適當地區依海拔 99 公尺以下、100 至 499 公尺、500 至 1,499 公尺、1,500 至 2,499 公尺及 2,500 公尺以上區域分別設置調查區。此外,並於每個海拔區域中各 選擇 1-2 個調查區,在第一次調查一個月後進行第二次的重複調查。

(二)在繁殖季進行調查

保護區多以森林環境為主,森林鳥類調查的主要觀察線索來自鳥的鳴聲。鳥類 在繁殖季期間,為吸引配偶及宣告領域,鳴唱及鳴叫最為頻繁,此時進行鳥調查的 誤差最小,且就鳥對環境適應及資源利用的角度而言,繁殖季所呈現的調查數據最 具有代表性。山區鳥類的調查時機以四月到六月為主,低海拔地區則提早到三月, 高海拔地區則須延長至八月。

(三)採用定點調查法來進行繁殖鳥類調查

鳥類調查方法很多,每一種方法各有其適用條例及優缺點,定點計數法及穿越線法是鳥類調查常用的兩種調查方法,其中以定點調查法比較適合臺灣大部分的棲地環境。觀察者於既有的道路或步道上的調查點之間移動,只要調點之間的距離夠遠,定點調查法的每一個觀察點都可視為獨立樣本。建議於每隔 250 公尺設置一個調查定點,每個定點分別記錄 125 公尺半徑內所聽、所看的鳥種及數量(定點計數法)。定點間採用車輛或步行行進的方式來進行移動。每個調查區約可設置 10-20 個調查定點,調查路線的總長度約 3-5 公里。

(四)採用標準化方法進行鳥類調查

定點調查法假設鳥類在調查期不會移動,如果調查時間夠久,則所有鳥類個體都會被記錄到。此外,藉由國內外相關書籍、文獻及已建立繁殖鳥類調查模式資料的蒐集,評估規劃適合保護區繁殖鳥類調查的調查時間、地點、距離估算方法及記錄方式。並且在第一次調查一個月後進行第二次的重複調查。調查結果可供比較各調查區及海拔區域所發現的鳥種差異。

(五)調查人員訓練

調查人員須具有鳥類形態辨認及鳥音辨識的基本訓練。訓練內容至少應包括鳥音辨識、距離估計,以及標準化調查方法的程序;對於調查與監測的目的、生態研究方法等基礎觀念,也需在職前訓練課程中加以講授。

(六)資料整理與密度推估

野外調查資料應於調查完畢後輸入電腦,以常用的 MS Excell 或 Access 軟體彙整即可。鳥類密度推估可用 Distance 軟體計算 (Distance 軟體可以由:http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/網址免費下載)。在計算之前,原始資料須先經過加權處理,若該種鳥類的鳴叫僅有雄鳥發出,則應將此鳴聲記錄算成 2 隻次;若某鳥種皆為成群出現,則需將該鳴聲記錄乘以該鳥種的平均每群隻數。鳥種組成相似度的分析可以利用套裝程式 EstimateS 來計算不考量數量的 Jaccard's similarity index 及考量數量的 Morisita-Horn similarity index 相似性指數。並利用無母數的Friedman test 來檢定各組間的差異,而此分析係利用 StaView 套裝軟體來進行運算 (SAS institute)。

三、鳥類生態監測之應用

(一)野外鳥類生態監測

生態監測可以分為兩部分,一是鳥類物種多樣性,另一目標是指標鳥種的族群密度。若以比較大的空間及尺度來看,鳥種多樣性可反映大部分的生態訊息,例如保護區所受的干擾或生產力的變動;指標鳥種的族群變動,則可以反映保護區內局部環境的細微變化。

(二)臺灣繁殖鳥調查方法的簡介

臺灣繁殖鳥調查方法主要根據北美繁殖鳥類調查 (North American Breeding Bird Survey) 及邱祈榮等 (2001) 對臺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 (Buckland et al.1993; Hutto 1987; 尤少彬1997; 呂光洋1997; 許富雄、賴肅如2000; 許皓捷、李培芬2000; 許皓捷、李培芬2006; 2007; 翟鵬1977; 謝寶森1986) 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。

所設立的調查方法,主要是採用沿路 (on road) 調查的設計,即於調查區內沿著長約 2.5 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,各調查定點分別以定點計數法 (point count) 進行 6 分鐘的鳥類觀察及記錄。所設立的調查方法分別就調查目的、路線的選擇、調查方法的選擇、調查的基本需求、調查頻度、調查人數、調查路線的勘查、各調查定點的位置、調查定點的標示、調查的起始點、調查季節、調查時間、調查鳥種、距離的記錄、個體數的記錄、進行記錄、調查記錄表、調查天候、結果整理、年間的一致性及棲地記錄等項目來進行規範及敘述。

四、結論與建議

根據相關研究的野外調查資料顯示,利用既有道路以定點計數法來進行鳥類的觀察及記錄,雖然可發現臺灣大多數的繁殖鳥類,但對於部分在地面活動及隱密性較高的鳥種,則不易觀察發現。此外,由於調查時間規範在清晨進行,一些隼形目及鴞形目繁殖留鳥的發現頻度也相當低。因此,若採用這類的調查方式進行保護區鳥類監測,應以雀形目的繁殖留鳥來做為主要的監測對象。

在定點間如果係以車行的方式移動,進行 20 個定點所需的調查時間約三小時 二十分。如果定點間採用步行的方式,則所需的時間將更長。如此,後方定點的調 查時間可能錯過鳥類活動的高峰期,導致其調查效率降低,可能因而影響調查的結果。如果一日內須執行的調查定點數多,也會導致整條調查路線的長度變長,其棲地及海拔的差異大,鳥種的組成便可能產生較大的差異。如果希望併合調查區所有定點的鳥種資料來進行調查區之間的比較,則可能產生較大的偏差。因此,各調查區所設置的調查定點數應詳加評量。

雖然對於調查鳥類最適合的調查時段、定點停留時間、取樣次數等等參數,國外已有相當多的研究。但由於環境棲地不同,並不適合直接來加以利用。而邱祈榮等 (2001) 利用臺灣調查鳥類資料所進行的評估,將可提供相關規劃保護區鳥類調查的參考。

參考文獻

- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P. and Laake, J. L. 1993. *Distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. United Kingdom, London: Chapman & Hall.
- Furness, R. W., and J. J. D. Greenwood. 1993. *Birds as monitors of environmental change*. London, UK: Chapman and Hall.
- Hutto, R.L. 1987. A description of mixed-species insectivorous bird flocks in Western Mexico. *Condor* 89: 282-292.
- 丁宗蘇 1993。玉山地區成熟林之鳥類群聚生態。國立臺灣大學動物學系碩士論文。 尤少彬 1997。環境影響評估中鳥類調查之可靠性探討。發表於野生動物保育教育 與經營管理研討會,臺北市。
- 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮 1991。臺灣野鳥圖鑑。 臺北:亞舍圖書公司。
- 呂光洋 1997。何謂監測?監測甚麼?發表於野生動物保育教育與經營管理研討會, 臺北市。
- 李欽國 1995。人造針葉林與天然闊葉林鳥類群聚之比較。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。

- 林瑞興 1996。繡眼畫眉生殖及鳥群生態研究。國立臺灣大學動物學系碩士論文。
- 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。評量臺灣地區生態永續發展指標一以野鳥族群為例調查計畫(行政院環境保護署委託計畫)。臺北:行政院環境保護署。
- 姚正得 2007。大雪山國家森林遊樂區步道鳥類生態調查 (行政院農業委員會林務局 東勢林區管理處委託計畫)。臺中:行政院農業委員會林務局東勢林區管理處。
- 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。
- 許皓捷 1995。臺灣中海拔山區森林鳥類群聚結構與環境因子之關係。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。
- 許皓捷、李培芬 2000。臺灣高山針葉林鳥類群聚與環境的關係。發表於高山生態 多樣性研討會,花蓮。
- 許皓捷、李培芬 2006。太魯閣國家公園鳥類群聚之研究(一)(內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告)。花蓮縣:內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- 許皓捷、李培芬 2007。太魯閣國家公園鳥類群聚之研究(二)。(內政部營建署太 魯閣國家公園管理處委託研究報告)。花蓮縣:內政部營建署太魯閣國家公園 管理處。
- 游淑鈞 1999。塔塔加地區金翼白眉生殖及覓食生態之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩十論文。
- 廖倩瑜 1997。臺灣產畫眉亞科鳥種之空間分布與預測模式。國立臺灣大學動物學 系碩士論文。
- 翟鵬 1977。臺灣鳥類生態隔離研究。東海大學生命科學系碩士論文。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。 2010。臺灣鳥類誌。臺北市: 行政院農業委員會林務局。
- 謝寶森 1986。穿越線法和圓圈法在鳥類族群密度估算之比較。國立臺灣大學動物 學研究所碩士論文。
- 聶嘉慧 1999。臺灣繁殖鳥類之種豐富度分布型態。國立臺灣大學動物學研究所碩 士論文。
- 顏重威 1997。臺灣中部高山森林鳥類群聚組成比較。臺灣省立博物館年刊 40: 15-52。

表 6-1 各種鳥類調查方法之標的物種及棲地

	建議在一般鳥類資源調查採用的方法									
編號	方法	標的物種及棲地								
1	穿越線法 (穿越帶法) (Line transect, Strip transect)	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。								
2	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)。								
3	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、雁鴨及部份燕雀目鳥類為主。								
4	時間種類計數法 (Time species counts)	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。								
5	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)						
編號	方法	標的物種及棲地						
6	群集巢位計數法 (Counting nests in colonies)	鷺科、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。						
7	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。						
8	棲所計數法 (Counting roosts)	涉禽、鸚鵡及部份燕雀目鳥類等會在夜間群 聚休息的鳥種。						
9	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。						
10	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 鳥類及部份雁鴨、猛禽及涉禽)。						
11	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。						
12	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。						
13	標放法 (Mark-release-recapture)	適用各類鳥種、棲地。						
14	排遺計數法 (Dropping counts)	獵禽或獵鳥。						
15	個體聲音辨識法 (Vocal individuality)	不易看見或捕捉而明叫聲特殊的鳥種。						
16	區域描圖法 (Spot mapping)	具有明顯繁殖領域的鳥種(大部分的燕雀目 鳥類及部份雁鴨、猛禽及涉禽)。						

表 6-2 鳥類資源調查記錄表 (例)

樣區名稱: 瑞岩溪野生動物重要棲息環境 縣市: 南投縣 鄉鎮: 仁愛鄉

調查日期:88年1月1日調查時間:06時30分至08時30分氣候:晴 氣溫:23℃

海拔上限: 2,315 公尺 下限: 2,850 公尺 東經: 北緯: 棲地類型:

調查方法: (定點調查法) 記錄者: 姚正得 記錄序號: 1

區段								
或	鳥 種 名		目視		鳴	ıЩ	其它描述	
時段		<20 m	>20 m	飛越	<20 m	>20 m		
06:30	冠羽畫眉	2+1+3	5+2	2	1+2	1+1		
	灰頭花翼	2			1			
\	白耳畫眉	2+1	1	3				
07:00	綠畫眉	7+2			2+1	1		
А	酒紅朱雀	8+4+1	1+1+5					
	紅胸啄花	3	5+1			2		
	綠鳩	2	1+4			2		
	白耳畫眉	5+2	2+1+1	5				
品	繡眼畫眉	1+7						
0	酒紅朱雀	1+8	1+9	•	1			
	酒紅朱雀	2+1+3		7+2				
	白耳畫眉		1+3		1			
300	綠鳩		2+5+3	2		2		
公尺	黃胸青鶲	2						

調查者註記:本次調查期進行時,風速強勁,有可能影響部份鳥類的活動。

第七章 保護區兩棲爬行類監測方法

林德恩*

一、前言

保護區設立後,並非畫地設限、禁止人為干擾後即可高枕無憂,仍需不斷透過野生動植物的監測,藉以瞭解區內生物多樣性資源現況,因應變化調整保護或經營策略,以達資源永續利用之方針。兩棲類和爬行類都是屬於冷血動物 (coldblooded animals) 或稱外溫動物 (ectotherms)、變溫動物 (poikilotherm),所以常被放在一起討論,並合稱為兩棲爬行類動物 (herpetofauna)。臺灣目前已發表並命名之原生兩棲類 35 種 (另有 3 種外來入侵種),原陸生爬行類 87 種 (另有 5 種海龜、13 種海蛇及外來入侵種 5 種)。兩棲爬行類雖然常被合併討論,但實質上卻存在很多差異。兩棲類生活史的一部分必需在水中完成,體表沒有鱗片、毛髮或背甲保護,以溼潤的皮膚幫助呼吸,體外受精,卵沒有硬殼保護且必需在水中或潮溼環境孵化。爬行類表皮有鱗片或盾甲,以肺呼吸,趾端有爪,行體內受精,卵有厚殼保護且在陸地上孵化。這些差異性造就兩者在棲息地要求上的不同。兩棲類高通透性的皮膚,使其對於環境變化非常敏感,而且生活史包含水域和陸域兩種環境,是整個食物網鏈中非常重要的一環,是極佳的溪流和水域環境生物指標物種。爬行類涵括水生龜鱉類、陸生及樹棲型有鱗目種類(蛇和蜥蜴),同樣在食物網中佔有重要地位,有助於自然環境的穩定,並且可為人類提供害蟲控制的生態服務。

二、兩棲爬行類監測方法

兩棲爬行類雖然常出現在同一地點,但爬行類比較常出現在乾燥的棲地,兩棲類則需要有水源、溼地或潮溼森林的棲息環境,因此在監測保育區內兩棲爬行類動物資源時,即便使用的調查步驟或方法雷同,但在樣點或樣線選擇上是略有不同的。兩棲類和爬行類的調查方法有很多種,如「限定時間調查法」(Timeconstrained searches)、「限定區域調查法」(Area-constrained searches)、「方格法」(Quadrat sampling)、「穿越線調查法」(Transect surveys)、「陷阱法」(Pitfall traps or funnel traps)、「遮蔽物法」(coverboards)、「自動錄音法」(Automated recording system)…等數十種(呂光洋 2005;關永才等 2004;Braun 2005;

^{*} 特有生物研究保育中心助理研究員。 Assistant Researcher, Endemic Species Research Institute.

Eekhout 2010; Garden, et al. 2007; Jaeger and Inger 1994; Jaeger 1994; Krebs 1989; Parris 1999),每種方法各有優缺點、適用性和限制。無論使用何種監測方法,最重要的是量化和標準化,唯有如此才能以生物統計方法,進行後續科學分析和比較。隨著近年全球兩棲爬行類多樣性受到嚴重的威脅 (Blausteis, Wake and Sousa 1994; Gibbons et al. 2000),各類動物監測調查方法標準化的議題受到廣大重視和研究比較。

以下針對學者們研究比較後,最常被建議使用的標準化和最有效益調查方法加以説明,提供國內保護區內監測兩棲爬行類時使用。文中將先就兩者都適用的監測方法説明,再介紹兩棲爬行類各別適用的輔助調查方法。

(一)共同適用之監測方法

1. 穿越線調查法 (transect surveys)

穿越線調查法是監測兩棲爬行類時最被推崇也最有經濟效益的調查方法,只要穿越線設定路線得當,能在短時間內記錄到該區 9 成以上的種類 (徐敏益 2002;關永才等 2004;Garden et al. 2007; Parris, Norton and Cunningham 1999; Pearman, Velasco and Lopez 1995; Rödel and Ernst 2004; Sung, Karraker and Hau 2011)。其基本原理是在約定時間內行走固定樣線,記錄所遇見之兩棲爬行種類與數量。然而兩棲類多為夜間活動為主,活動區域鄰近各類水源,爬行類則依種類有所不同,因此行走穿越線調查的時間和穿越線路線的設定,兩者有很大的不同,以下分述之。

(1) 兩棲類的穿越線調查

一般以穿越線調查兩棲類資源,都是在天黑後的數小時內進行,依照使用視力或聽力調查的不同,兩棲類穿越線調查法還可再細分為:(1) 目視遇測法 (visual encounter surveys):沿穿越線徒步行走時,記錄樣線兩側視力所及範圍內所遇見的兩棲類;(2) 鳴叫聲辨識法 (acoustic encounter surveys):則是沿樣線記錄所聽見之蛙鳴種類 (關永才等,2004)。這兩種記錄方式所記錄到的種類略有不同,所以最好的監測調查方式是合併使用目視遇測及鳴叫聲辨識法 (visual and acoustic encounter surveys)(Rödel and Ernst 2004; Veith, et al. 2004)。

(2) 爬行類的穿越線調查

爬行類的穿越線調查較為辛苦,白天和晚上都必需實行,一般白天的調查以早上為主,可調查到的種類為石龍子科 (Scincidae)、正蜥科 (Lacertidae)、舊大陸鬣蜥科 (Agamidae) 及日行性蛇類,夜間調查和兩棲類穿越線調查相同,都是天黑後即可實施,主要調查到的物種為壁虎科 (Gekkonidae) 和夜間活動的蛇類。由於爬行類活動快速、善躲藏,在行走穿越線調查時,除了使用目視遇測法記錄所見蛇類,

應不時翻動穿越線內可供躲藏的遮蔽物,如石頭、枯倒木、乾枯樹皮下、落葉堆或擋土牆的排水管內。有時為了提高兩棲爬行類穿越線調查法的效率,並量化努力量,可以在每一預定調查之穿越線內,每隔固定距離事先放置相同數量的人工或天然遮蔽物 (coverboards) 供動物躲藏,此遮蔽物最好是未經化學處理,大小建議在35*35 公分以上,再於穿越線調查時翻動此一固定數量之遮蔽物,記錄躲藏其下的物種(呂光洋 2005; Sung et al. 2011)。

一般而言,穿越線長度至少都在 100 公尺以上,穿越線所需數量及選定方式會依保護區面積及微棲地類型多樣性而有不同,特別要注意的是當監測區域面積過大而需先於其中設立並選取小樣區時,小樣區的設立形狀應以矩形為佳,這是因為矩型的邊際效應 (edge effect) 較方型或圓型好,且所跨越的棲地多樣性優於方型或圓型,相關細節請參考文獻中的説明 (Krebs 1989; Rödel and Ernst 2004; Veith et al. 2004)。

2. 陷阱法 (traps)

考慮到研究人員的安全性及調查樣區的可及性,在許多深山區域,夜間是難以使用穿越線調查法的,而且穿越線調查法會受到許多因素影響,如調查時的時間、天氣、季節以及調查人員的專業能力,所以需要別的輔助監測方法來彌補和減少人為所造成的誤差。陷阱法是最佳的輔助監測方法,因為陷阱法是最容易量化和標準化的調查方法,而且調查成果受調查人員野外能力差異的影響較小,只要事先耗費些成本和時間架設陷阱,之後在調查期間每日於白天巡視陷阱,採集並記錄進入陷阱中的物種和數量即可。

配合圍籬使用的陷阱法 (drift fence funnel traps or side-flap pail traps),相較其他調查法可以捕捉到較多的陸生兩棲爬行類個體,其中埋設地面的掉落式陷阱 (pitfall traps) 可以捕捉到大部分的無尾類、有尾類、蜥蜴及小型蛇類,而平行地面放置的漏斗式陷阱,特別是雙開式漏斗陷阱 (double-ended funnel traps) 則有助於捕獲大型的有鱗目種類 (Crosswhite, Fox and Thill 1999; Sung et al. 2011)。圍籬及陷阱搭配使用的方式,一般為 X 或 Y 型,建議可如圖 7-1 架設 (Crosswhite et al. 1999)。圍籬長度、高度、埋到土下的深度、掉落式陷阱的容量大小、漏斗式陷阱的開口直徑以及所需陷阱數量等細節,請參考文獻中的設計説明,再加以調整為研究所需之樣式 (徐敏益 2002;關永才等 2004; Braun 2005; Crosswhite et al. 1999; Greenberg, Neary and Harris 1994; Rödel and Ernst 2004; Sung et al. 2011)。

陷阱法尤其適用在鉛色水蛇 (Enhydris plumbea)、唐水蛇 (Enhydris chinensis)、白腹遊蛇 (Sinonatrix percarinata suriki)、赤腹遊蛇 (Sinonatrix annularis)、草花蛇 (Xenochrophis piscator) 及龜鼈類等常生活於水域的爬行類物種,操作原理同陸地

上使用的陷阱法,可藉由市售之籠具(蝦籠或蟹籠)中放置餌料(泥鰍或魚餌)的方式,於水域環境定點定量投放陷阱,再於監測調查期間每日巡視陷阱,檢視並記錄進入陷阱中的動物即可。唯陷阱必需半露於水面上,避免進入籠具的爬行類溺斃。相關細節可參考 Mao, Yen, and Norval 的改良設計(2004)。

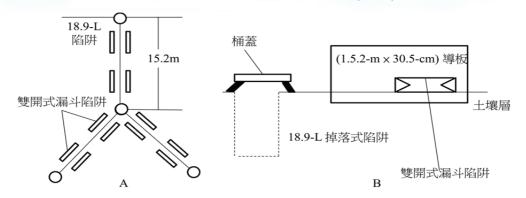


圖 7-1 Y 字型圍籬搭配掉落式陷阱及雙開式漏斗陷阱的設計 Y 字型的圍籬搭配掉落式陷阱及雙開式漏斗陷阱使用,能有效捕捉大部分的地行性 兩棲爬行類 (修改自 Crosswhite et al. 1999)

3. 方格法 (Quadrat sampling)

方格法對於監測保護區為森林環境的底棲性兩棲爬行類很有效 (Rodda and Kathryn 2002)。其原理是於監測之保護區內先取樣數個相同大小的方格,之後再針對這些小方格進行仔細的物種及數量調查,取樣監測所需方格的方式有兩種,一種是系統化將監測區域以網格方式劃分後選取調查之方格,另一種則是於監測區域內以隨機的方式選取調查所需之方格 (Braun 2005)。為了提高統計分析的檢測力,一般建議方格數量至少要 25 至 30 個 (Jaeger and Inger 1994),也因此方格法是較耗費時間的監測方式,也較容易受到調查人員能力影響結果。方格的大小可依監測目的調整所需大小,若監測的是單一物種,且體型小、分布集中,可以小方格的方式監測,大方格的監測一般是用在體型較大或廣泛分布的物種 (Jaeger 1994; Eekhout 2010)。方格法操作細節請參考文獻說明 (Braun 2005; Eekhout 2010; Krebs 1989; Jaeger 1994; Jaeger and Inger 1994)。

(二)其他輔助監測調查方法

1. 自動錄音法 (Automated recording system)

在兩棲類的監測調查中,特別是蛙類資源監測,可利用蛙類在生殖季時鳴叫的特性,使用錄音機自動錄音的方式來記錄蛙鳴(侯平君 2000)。自動錄音的好處是

可以在沒有干擾的情形下,長時間記錄兩棲類鳴叫資料,進而監測當地蛙類資源,這樣的方式有益於監測那些稍微風吹草動就停止鳴叫並躲藏的敏感蛙類。

Parris et al. (1999) 曾針對自動錄音法和穿越線法在兩棲類資源的調查效率進行比較,結果顯示穿越線法最佳,能調查到該地區 93% 的蛙種,而自動錄音法受限於無法記錄到不鳴叫的有尾類,但仍可有效記錄到當地兩棲類資源的 71%。若能同時搭配自動錄音法和陷阱法進行兩棲類監測,則可彌補彼此之缺點,有利於人力不足且需要大面積監測的區域,而對於實施夜間穿越線調查有困難度的山區,同樣能有效記錄當地兩棲類資源(徐敏益 2002;關永才等 2004)。

錄音設備、定時裝置、電源供應、錄音站所需數量、架設位置、每次錄音時間或次數,請參考文獻 (徐敏益 2002;關永才等 2004)。鳴聲資料分析請參考北美兩生類調查計畫 (North American Amphibian Monitoring Program, NAAMP)¹ 之定義 (Sargent 2000)。

三、總結

穿越線調查法普通被認為是最佳、最有經濟效益的兩棲爬行類監測方法,能在短期內調查到大部分的種類,但需要較多人力,調查成果也是最容易受調查人員野外能力影響。陷阱法和自動錄音法雖然一開始必需耗費較多人力、時間和成本架設錄音設備、陷阱和圍籬,但事後的調查較為省時、安全、節省人力且受調查人員野外能力差異的影響較小,兩種方法合併使用可以有效監測保護區內的兩棲爬行類。當調查人力、調查時間充足時,方格法是可以考慮使用的物種調查方式,能有系統的監測保護區。

U.S. Geological Survey, North American Monitoring Program, http://www.pwrc.usgs.gov/naamp/index.cfm?fuseaction=app.protocol

參考文獻

- Blaustein, A. R., Wake D. B., & Sousa, W. P. 1994. Amphibian declines: Judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions source. *Conservation Biology* 8: 60-71.
- Braun, C. E. 2005. *Techniques for wildlife investigations and management* (5th ed). Bethesda, Maryland: Wildlife Society.
- Crosswhite, D. L., Fox, S. F., & Thill, R. E. 1999. Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in upland forests of Ouachita Mountains. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 79: 45-50.
- Eekhout, X. 2010. Sampling Amphibians and Reptiles. *Abc Taxa* 8: 530-557.
- Garden, J., C. McAlpine, D. Jones, & Possingham, H. 2007. Using multiple survey methods to detect terrestrial reptiles and mammals: what are the most successful and cost efficient combinations? *Wildlife research* 34 (3), 218-227.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., *et al.* 2000. The global decline of reptiles, Déjà Vu amphibians. *Bioscience* 50: 653-666.
- Greenberg, C. H., D. G. Neary, & Harris, L. D. 1994. A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of pitfall, single-ended, and double-ended funnel traps used with drift fences. *Journal of Herpetology* 28 (3): 319-324.
- Jaeger, R. G. 1994. Transect sampling. In *Measuring and monitoring biological diversity*. *Standard methods for amphibians*, ed W. R., Heyer, M. A. Donnelly, R. W., McDiarmid, L. A. C., Hayek, & M. S. Foster, 103-107. Washington & London: Smithsonian Institution Press.
- Jaeger, R. G., & R. F. Inger. 1994. Quadrat sampling. In *Standard methods for amphibians*. Ed W. R., Heyer, M. A., Donnelly, R. W., McDiarmid, L. A. C., Hayek, & M. S. Foster. Measuring and monitoring biological diversity. 97-102 Washington & London, Smithsonian Institution Press.
- Joint Nature Conservation Committee 2004. Common Standards Monitoring Guidance for Reptiles and Amphibians, Version February 2004. JNCC, Peterborough.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. New York: Harper Collins P ublishers.
- Mao, J.-J., K.-C. Yen & G. Norval. 2004. A preliminary test and report on the efficiency of a new funnel trap for semi-aquatic snakes in a pond habitat. *Herpetological Review* 35 (4): 350-351.

- Parris, K. M. 1999. Review: amphibian surveys in forests and woodlands. *Contemporary Herpetology* 1999 (1): 1-16.
- Parris, M. K., W. T. Norton & Cunningham, B. R. 1999. A comparison of techniques for sampling amphibians in the forests of south-east Queensland, Australia. *Herpetologica* 55 (2): 271-283.
- Pearman, P. B., A. M. Velasco & Lopez, A. 1995. Tropical amphibian monitoring: A comparison of methods for detecting inter-site variation in species composition. *Herpetologica* 51 (3): 325-337.
- Rodda, G. H. & Kathryn D.-B. 2002. Excess density compensation of island herpetofaunal assemblages. *Journal of Biogeography* 29: 623-632.
- Rödel, M-O. & Ernst, R. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10: 1-14.
- Sargent, L. G. 2000. Frog and toad population monitoring in Michigan. *Journal of the Iowa Academy of Science* 107: 195-199.
- Sung, Y. H., N. E. Karraker, & Hau, B. C. H. 2011. Evaluation of the effectiveness of three survey methods for sampling terrestrial herpetofauna in south China. *Herpetological Conservation and Biology* 6 (3): 479-489.
- Veith, M., S. Lötters, F. Andreone, & Rödel, M-O. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. II. Estimation species richness from standardized transect censing. *Ecotropica* 10: 85-99.
- 呂光洋 2005。國家公園內兩棲類動物的監測。國家公園生物多樣性與環境監測研習班講義:105-110。
- 侯平君 2000。自動錄音設備在兩生類調查研究上的應用及發展。發表於公元 2000 年野生動物研究及調查方法研討會摘要集,屏東。
- 徐敏益 2002。蓮華池地區蛙類聲音群聚之研究兼論兩生類三種監測方法的比較。 國立彰化師範大學生物學研究所碩士論文。
- 關永才、巫奇勳、徐敏益、林逸賢、莊銘豐 2004。兩棲爬行動物資源調查方法及 技術。整合性生物資源調查人 培訓研習會講義。楊正澤、郭雅惠主編。臺中。

第八章 保護區淡水魚類監測方法

葉明峰*

一、前言

在臺灣地處熱帶及亞熱帶地區,因山高坡陡,雨量豐枯懸殊,河流短促湍急、短短的河段常常即包含了深潭、淺瀨、急流、緩流等不同流水型態,除造就了河川棲地高度的多樣性外,更孕育出多達 58 科 265 種河川魚類,其中純淡水魚(初級淡水魚)共有 65 種,特有種魚類至少 42 種。每種魚類在不同的生活史階段各有其不同的棲地需求,調查監測需因地制宜,適「材」(器材)適所,調查人員實在很難找到一種通用的魚類調查方法。本文針對國內較常被採用的河川魚類調查方法分別摘要簡介,以供參考。惟依調查目的不同,調查者可自行設計或改良漁具、漁法,毋須拘泥於前人之框架。

二、魚類的監測方法

(一)觀察法

1. 直接觀察法

保護區內因人類活動受到管制,污染相對較少,水體亦較為清澈,可站在岸邊 直接以肉眼觀察記錄魚種,適用於岸邊緩流及深潭等水域,淺瀨、急流等水域因水 花、波紋、氣泡面波動較多,直接觀察法較不適用。通常水面會反射陽光而影響觀 察者視線,配戴偏光眼鏡可有效改善陽光反射之干擾。本方法方便快速,不需攜帶 大量或笨重之調查器材,亦不會對魚類造成傷害,惟僅適用於清澈水域,且因無採 捕行為,無法仔細端詳魚體外在形質,觀察者需具備一定的魚種辨視能力。

2. 窺箱觀察法

「窺箱」是用玻璃、透明壓克力板或塑膠板等可透視材質為底所做成的一個上層留空的「容器」,將窺箱底部壓入水中,可克服水面反射陽光的干擾,方便於清楚觀察水下魚類的活動,是一種經濟、便捷又不會對魚類造成傷害的觀察法。此法與直接觀察法一樣僅適用於清澈水域,觀察者亦需具備一定的魚種辨視能力。

^{*} 特有生物研究保育中心助理研究員。
Assistant Researcher, Endemic Species Research Institute.

3. 潛水觀察法

潛水觀察係一種不會對魚類造成傷害水下觀察法,惟易驚嚇魚類,冷水域觀察時間受限,魚種判別容易因人而異,無法取得計量形質資料,記錄過程易漏數或重復計數。較適用於水質清澈,能見度佳之水域,水質混濁或污染水域不適用。觀察者需具備一定的魚種辨視能力並受過相當程度的潛水專業訓練,可視調查樣區流水型態特性,選擇以浮潛或水肺潛水調查方式觀察記錄。

(1) 浮潛:

觀察者浮於水面觀察記錄,所需裝備較為輕便且經濟,包括面鏡、呼吸管、蛙鞋、潛水衣、手套、記錄紙、筆、救生衣,必要時攜帶水下攝影機或相機。本法較適用於瀨區及清澈、深度較淺的潭區,棲息於水深超過3公尺以上潭區的小型或底棲魚類,因水中有效觀測及辨視距離有限,改以水肺潛水潛入水中觀察較佳。

(2) 水肺潛水

觀察者穿著防寒衣、蛙鞋及浮力調整背心,配帶面鏡、呼吸管、氣瓶、呼吸調節器及鉛帶,全身進入水中觀察。水肺潛水所需裝備不僅較多且重,價格亦相對昂貴,雖不利於長途背負跋山涉水,但對於保護區溪流的大型深潭棲地、潭底底棲魚種或大型魚類之調查,本法不僅較為可行,所獲資料亦相對精確且完整。

(二)網具法

1. 刺網

刺網常使用於靜、緩水域,張設時與水流垂直或平行,最上層浮線繫有浮子,可浮於水面,底部則為鉛製之沈線,藉由浮子與沈子的增減,將網地張設於適當的水層進行捕捉。刺網主要以網地的罹刺和纏絡效果捕捉魚類,易使魚類受傷或死亡,僅適用於深、緩水域,漁獲對象適於水層中活動性較強的魚類,如臺灣鏟額魚(Varicorhinus barbatulus)、粗首鱲(Zacco pachycephalus)、臺灣石館(Acrossocheilus paradoxus)、臺灣馬口魚(Candidia barbaus)、何氏棘魞(Spinibarbus hollandi)等。

刺網使用的網目大小與漁獲體型有關,不同網目對漁獲體型具有選擇性,通常捉大魚使用大網目,捉小魚使用小網目,因過小的魚能輕易游穿網目,太大的魚則無罹刺的效果。市售刺網以「分」為規格之基準,「分」代表網節間距,如5分網代表網節間距為0.5 英吋。刺網的捕獲率隨上網漁獲數增加而減少,故不可置於水域中過久。除非必要,儘量避免網地橫斷河川斷面張設,造成魚類的死亡之牆,萬一流失,應儘量設法尋回,以免不斷有魚類被網獲。

2. 手拋網(八卦網)

市售手拋網上端有一繩索相連於網頂,網的前緣繫有沉子,使用者利用旋轉身體與揮臂的力量,技巧性的將網具拋於空中使其張開成圓形並落於目標水域中,利用沉降過程對下方水域魚群的包圍遮斷效應,使其在收網時因逐漸縮小包圍範圍,終使魚類罹刺上網(如圖 9-1)。手拋網便宜,體積小易攜帶,適用在底質較平坦且流速緩慢的水域,流速太急(易壓縮網形)或底質粒徑較大、孔隙較多(魚類有逃竄空間)之水域較不適用。

此一漁法與個人操作技術息息相關,具技術性且不易上手,撒網離手時間與小指鉤放的控制直接影響抛出之網形,要使有效漁獲面積最大,網形要儘量趨近於圓形,操作者需要不斷的練習及長期經驗的累積才能達成。因每網次漁獲面積不一且捕捉面積有限,所以,通常用於無法涉水的深水域中的輔助採集。

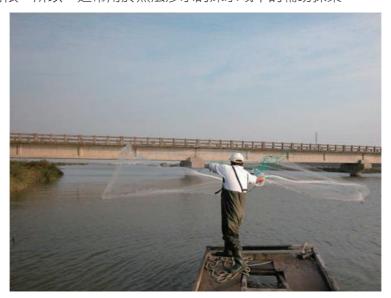


圖 8-1 手拋網揚網瞬間

(三)誘導性陷阱法

以餌料、陰影、走觸、潛入隱棲等誘因,誘導魚類游入陷阱以達成捕獲之目的,常用的陷阱有魚籠及蝦籠,市售有竹製及塑膠製兩種,以特別設計的漏斗形入口使魚類易進難出。通常入口愈大,能捕獲較大的魚類,但小魚卻進出自如,入口太小僅可捕獲小魚,大魚就算有意願亦不得其門而入。因魚類通常逆流而游,布置蝦籠時入口應朝下游,上方並加沉子或以石塊壓置,避免遭水流沖失或浮起。另魚籠俗稱蛇籠,前後兩端為袋網,中段設有數個誘魚陷阱,使用時在每一陷阱內放入少量誘餌,入水前將一端緊繩固定於岸邊,再將魚籠由水淺往水深方向展開放置。

餌料並非陷阱法有無漁獲的充要條件,可依調查需要決定是否內置誘餌,餌料 通常使用秋刀魚切塊、米糠、豆粕、粒狀狗飼料等。本法使操作時具低勞力、便宜、 人員較安全等優點,惟需一定數量以上的籠具,體積大不易攜帶,且籠內肉食性魚 類或大魚會捕食籠內之小魚,可能會造成漁獲數量或種類低估。另對漁獲種類及體 型大小亦具選擇性、滿籠即喪失漁獲能力。

(四)釣魚法

利用手竿及甩竿釣魚之採集方法,釣具規模小、易操作、方便攜帶,各種流水型態皆適用,技術入門容易,一人即可獨立作業。惟釣鉤大小具體型選擇性,餌料具魚種選擇性,入門雖易,但經驗與技術優劣落差頗大,釣法因魚種而異,不適全面普查,常用於補充調查。

(五)電魚法

1. 背負式電魚器

利用電力電昏魚類的漁法。臺灣中、上游的河川坡陡流急,棲地歧異性高,較適用背負式電魚器 (backpack shocker),具高效率、機動性強、無漁獲選擇性的優點,可涉水而過的水域皆適用,不適深水域。因電魚除試驗研究需要且經許可者外,皆屬非法行為,故調查前應向主管機關依規定申請電魚許可後方可為之。另進入保護區或封溪護魚河段捕捉魚類,亦應先經相關主管機關同意,前往樣區電魚前,除應隨身攜帶相關許可公文及身份識別文件外,最好先向當地警察機關報備,以避免不必要之誤會及困擾。

國內傳統的背負式電魚器多由私人自製,並無品牌商品,其構造簡單,依電流種類不同可區分為直流電式(圖 9-2)與交流電式(圖 9-3):

(1) 直流電式

主要由 8V 或 12V 的蓄電池為電源,輔以增壓器 (transformer)、金屬圓框的手操網 (網仔) 及棒狀電極 (東仔) 構成,並無調整電壓、電流、穩壓或自動斷電功能。 8V 或 12V 的蓄電池經增壓後可輸出約 100-200V 電壓,在網仔及東仔間之水域產生電流迴路及電場,電場中的魚會因受電擊而短暫昏迷或死亡。由於直流電有陰、陽極之分,具方向性,受電擊之魚體因趨電效應會向陽極游動,故為方便捕撈短暫昏迷順流而下的魚體,應將手操網置於棒狀電極下游處,並將其導線接在蓄電池的陽極。電捕過程因蓄電池逐漸耗電,輸出電會壓隨使用時間遞減,造成漁獲努力量前後不一。



圖 8-2 直流電背負式電魚器

(2) 交流電式

主要由 8V 或 12V 的蓄電池搭配市售直流轉交流 (DC12V-AC110V) 之電源轉換器為電源,或直接背負小型發電機 (110V) 為電源。連結金屬圓框的手操網 (網仔)及棒狀電極 (東仔)構成。因交流電無陰、陽極之分,不具方向性,受電擊之魚體沒有趨電效應,手操網棒狀電極之連接並無限制。電捕過程蓄電池雖會逐漸耗電,惟電源轉換器在蓄電池電量耗盡前皆可穩定輸出電壓 110V 的交流電,電捕過程漁獲努力量前後一致,較適合定量的調查監測及科學資料的比較分析。國外背負式電魚器產品設計較國內精良且安全,不僅可緊急斷電,亦可依調查人員需要調整輸出電壓與電流,惟價格昂貴且體積過於龐大沉重,並不適於國人體型及坡陡流急的臺灣河川環境。

背負式電魚器的使用需由調查人員背負溯溪,由下游往上游循 Z 字形路線間歇性放電採捕魚類,所形成電場面積與形狀會因調查人員手持正、負二極之間距而改變,且調查人員所持手撈網難以將電場內順流而下的所有漁獲完全撈起,可能使投入的努力量不一並低估漁獲量,故電魚者後方最好有 1-2 人隨行在後,並手持手操網撈捕「漏網之魚」。



圖 8-3 交流電背負式電魚器

部分電流流經魚體,不利於捕捉。另細長型(鰻)魚類較一般魚類怕電,大型魚因受電面積較大,較小型魚易被電昏,但因耐受力較強,卻較不易被電死。除了導電度外,水溫、日夜差別、水流速度與透明度、電池性能、人員多寡及經驗技術等都會影響漁獲效率,故調查時應詳加記錄各項重要影響因子,以利未來資料分析。

若電魚者放電控制不適,易對魚體造成傷亡,故應以「點、放」的方式控制電源開關,以間歇性的方式放電,儘量降低對受電生物的傷害。另電捕過程若有魚體入網,應立即停止放電作業,將手操網之漁獲取出另行安置後再繼續操作,以免漁獲被重覆電擊,徒增魚類不必要之傷亡。

由於過強的電流會使魚體組織出血、脊椎骨受損、泳鰾破裂,甚至造成死亡,太弱的電流僅會使魚類驚嚇而脱逃,故調查者應事先檢測電魚器在當地水體導電度下輸出電流之強度,並充分瞭解目標魚種的電擊耐受力,才能在不對魚體造成永久性傷害的情形下獲致較高的漁獲效率,可惜目前國內相關研究不多,參考資料不易獲得。電魚是一種高危險性的調查方法,最好多人同行,每人皆應著絕緣涉水褲及手套,拿取漁獲時持電魚器者切記務必將電極遠離水面,以免誤擊同伴。電魚者落水時隨行者應在安全無虞的狀況下立即拔除導線斷電,以維生命安全。

2. 電格法 (圖 9-4)

由 1 公尺長之 5 分銅管 6 根,每 3 根 1 組,藉軟質多蕊銅線與 O 型端子連接,組合成 3 截式之 3 公尺長銅管共 2 組,方便野外調查時折疊攜帶與敷設於河床。供電系統由 12V 蓄電池、市售 1,000W、DC12V-AC110V 之電源轉換器與定時器組

成,該電源轉換器具穩壓功能,在蓄電池電力不足時會發出聲音示警,在此之前的 耗電過程經實地測試可以穩定地將 12V 直流電轉換為 110V 交流電輸出,輸出電壓 不會隨蓄電池電量的減少而改變。電流輸出端裝置 - 精密定時器,使供電系統放電 30 秒即自動斷電,除固定每次調查放電時間,亦避免不同調查人員所造成的人為 計時誤差 (葉明峰 2005)。

電格法的操作,首先在選定的調查樣區範圍內再細劃多個小樣格,每一小樣格長3公尺、寬1.5公尺,以系統逢機取樣方式從中選擇10個小樣格,將2組3公尺長銅管相距1.5公尺,分別放置於樣格兩長邊並固定於河床上,下游端各以絕緣多蕊銅線連接至岸上之供電系統,組成所謂之「電格」。當供電系統放電時,會在電格內形成長3公尺、寬1.5公尺的矩形電場,經預備試驗證實,在一般溪流裡,此一電格系統通電瞬間足以使電格內的魚暈厥,暫時喪失逃逸能力(Yeh, Ho, & Lee 2011)。

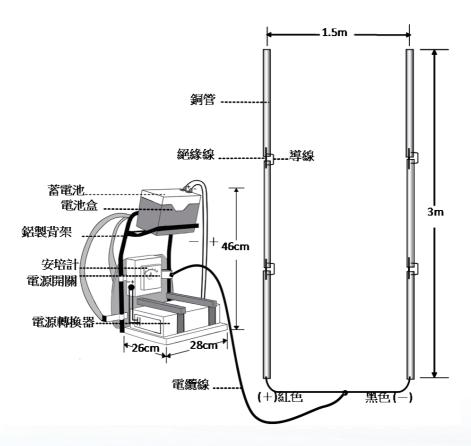


圖 9-4 矩形電格構造

完成電格敷設後人員應儘量遠離以避免干擾,每一電格至少靜候 11 分鐘以上的時間待棲地環境恢復常態 (Bain, Finn and Booke 1985),再由一人於岸上控制供電系統,當放電之瞬間由另兩人手持大型手操網,迅速移至電格下游處將暈厥順流而下的漁獲撈起。

傳統背負式電魚器具機動、方便、無選擇性之優點,卻同時有輸出電壓隨使用時間遞減與放電時間、電場面積及形狀不同、漁獲努力量不一等缺點。電格法雖機動性與方便性不如背負式電魚器,卻有電壓、放電時間、電場面積及形狀、漁獲努力量固定的優點,較利於魚類與微棲地環境因子關係之分析與探討。

參考文獻

- Bain, B. B., J. T. Finn, and H. E. Booke, 1985. A quantitative method for sampling riverine microhabitats by electric fishing. *North Am. Fish. Manage*. 5: 489-493.
- Yeh, Ming-Fong, Chuan-Huang Ho and Ming-An Lee. 2011. Seasonal responses in water velocity and water depth preferences of the cyprinid fishes *Acrossocheilus paradoxus and Varicorhinus barbatulus* in Choushui River of Taiwan. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan* 38 (2): 161-174.

葉明峰 2005。河川魚類棲地適合度調查技術。農政與農情 155: 79-82。

第九章 保護區水生底棲生物監測方法

林惠真*

一、前言

底棲生物 (benthos 或 benthic organisms) 是泛指生活在各種水體的底層的生物,包括植物、無脊椎動物與脊椎動物。水體可以包括湖泊、溪流、河川、濕地與海洋等。本章以監測調查底棲動物為對象,依居住的位置可分為居住在底層沉積物表面的底表動物 (epifauna),以及居住在底層裡的底內動物 (infauna)。一般而言,當這些底層消費者的體長大於 1.0 公釐者,被視為大型底棲動物 (macrofauna),0.1 至 1.0 公釐者為中型底棲動物 (meiofauna),小於 0.1 公釐者為微生物。底棲植物或微生物方面,本章並不特別討論。

目前我國行政院農業委員會林務局所劃設的 20 處野生動物保護區,至少有 12 處是屬於海岸濕地或岩礁地形、3 處溪流地形、以及 2 處沼澤或淡水濕地地形。由於本書其他章節並未涵蓋陸生底層無脊椎動物之調查方法,下一章將介紹常用陸域土壤或草叢落葉堆之底層動物調查方法,這些方法經過部分修改亦可應用於部分水域棲地。

二、底棲動物監測方法

不同棲地的底棲動物種類差異很大,不過調查步驟或方法有許多相似之處。 目前常用的調查方法至少包括:直接調查法、撈網法、誘餌陷阱法、敲擊採樣 法、直接挖掘和基質採樣法、濕篩法、ABC 生物量監測法 (abundance biomass comparison)。每種方法各有優缺點、適用性和限制。無論使用何種監測方法,最 重要的是量化和標準化,唯有如此才能以生物統計方法進行後續科學分析與比較。

(一)直接調查法:適用於陸生或水生各種無脊椎動物群

直接調查法是尋找較無活動力的水生無脊椎物的最簡單方法。搜尋石頭的上下,如:蜉蝣 (Plectoptera)、草蛉 (Neuroptera)、蜻蜓 (Odonata)、石蠅 (Plecoptera)、石蠶 (Trichoptera) 等幼蟲和水蛭 (Clitellata)、水生植物,特別是在挺水植物葉片的葉腋、高大的單子葉植物的葉基部保護層或植物的枝條和根部外緣,

^{*} 東海大學生命科學系教授。

Professor, Department of Life Science, Tunghai University.

皆可發現較多的水生無脊椎物種。採集生活於水生植物中的無脊椎動物時,可將植物放置到裝有一層水的白色托盤上,若想獲得更好的效果,可以將托盤塗成白底黑色棋盤狀,因為部分無脊椎動物較容易在黑色的背景下被發現。雖然,為了更進一步獲得較多種類的無脊椎動物,可將植物移至裝滿水並蓋上蓋子的筒中放置隔夜,隨之而來的氧氣消耗和輕微汙濁的水質,可較容易在水表面觀察到原先隱藏的無脊椎動物。

調查海邊無脊椎動物時,可以利用退潮,特別是在大潮時(即在滿月和新月)潮差最大,使得海岸低潮線附近的無脊椎動物也有機會被調查到。礁石潮池 (rock pools)中的藻類、莖、可附著物或石頭下,最容易有收穫。而螃蟹依不同物種的活動時間不同,夜行性的物種必須在晚上利用手電筒沿著海岸線進行調查。

許多水生無脊椎動物是很脆弱的,應利用小吸管、細油漆刷將其拾起,若沒有時,則可使用一片草或小樹枝代替。

除了記錄物種名錄外,當調查需要做不同地點、季節、生態條件等比較時,採 樣時需要經過嚴格的量化和標準化,後續才能進行統計分析與比較。透過詳細説明 調查方法,才能估算出相對的族群量,經過一段長時間調查之後,不同批的調查人 員的調查結果得以比較,討論時空變化下的族群動態。以下為一些例子:

1. 單位努力度調查法

為一種定時調查方法,主要用在計算水生棲地及快速評估池塘中無脊椎動物的動物群。舉例來說,利用此方法調查一小池塘 (<1 ha),總共 15 min,使用雙手或網子採樣,每個池塘內的棲息地按其面積比例來決定其時間。

2. 單位面積調查法

在選定的區域內,徹底搜尋目標明顯的無脊椎動物,或者可以在棲地內選定較小的區域進行調查,例如,隨機放置採樣方格在其中。這種方法可用於一些容易搜尋且移動性較低的類群,如:多毛類 (多毛綱 Polychaeta)、軟體動物或文蛤 (Meretrix spp.) 等。退潮後,這些動物洞穴的通道會顯露出來,但隨後會開始崩壞,其速率依海岸底質的水分含量而異,因此最好每次在固定的時間內 (如退潮後 3-4 小時內)計算此類型動物的洞穴數目。

3. 穿越線調查法

對於水域棲地的生物,穿越線主要被用來估計潮間帶的固著性或是有固定洞穴的無脊椎動物的數量 (Lasiak 1991)。對於池塘、湖泊、溪流與潮間帶濕地的穿越線調查,其設置方法是以垂直於水緣的方向劃設。

穿越線調查以樣狀方式記錄無脊椎動物來相互比較,需要在一天中相似的時間 和類似的天氣條件下執行。如果能有等高線的資料,可以比較相同潮位、水深、離 岸距離等條件下,不同穿越線之間的差異。

4. 優點和缺點

在大多數情況下,直接調查法為最有效測量無脊椎動物的方法,因為它可以快 速輕鬆地調查適當棲地和微棲地。這個方法使被捕獲的個體在鑑定與記錄後能被釋 放。然而,相較於放置陷阱的調查,這種方法的調查人員必須現地在單位時間單位 面積下,所抓到的數量來做記錄的方法,較為費時費力,效率上較不理想。

儘管進行樣區調查時可以很快的計數,不需要任何設備,但調查人員需要已經 具備辨認此區大部分無脊椎物種的知識與能力。從許多樣區調查中,需要進行翻動 植被這類具破壞性的動作,乃至於要將植被、表層碎屑、腐植質、濕地底質等帶回 實驗室等,需要花費更多時間並且要保存生活於其中的生物。不論是成體或是幼 體,群聚的族群只有在適當的密度情況下,才能得到快速且有意義的估算,特別是 估算一些容易被看見的無脊椎動物類群的數量;但是當族群量過大或是密度太低且 是零星出現者,可信度就會大打折扣。

調查人員的能力也是應該要考量的問題,由於不同人員之間調查效率的不同, 為了能彼此比較,理想的情況是由同一個人擔任所有的調查,但現實的情況很難做 到一個人負責全部調查。那麼如何安排人員輪替進行就很重要。解決之道是利用實 驗設計的方式,將不同人員輪流分配到不同樣區,例如:事先排定人員調度,避免 相同的人員只重複進行整個計畫中某個面向、季節、穿越線等調查。且在上傳資料 時,必須附註該次調查工作,每一位調查人員的調查年資、過去經驗與訓練等資料, 以便未來不同批調查資料分析與比較,納入考量。

5. 可能的誤差

直接調查法可能因為視覺上容易找到活動力高和體型大(雖然可能不易捕捉)的物種。體型小或彩色較不起眼的物種可能會被低估。此外,在調查過程中的干擾可能會導致一些活動力較高的昆蟲直接逃逸,導致低估了數量。

計數的缺失或缺陷在一定程度上反映了不同類群的活動力以及豐富度。例如:軟體動物的改變體型的速率造成計數時的偏差;另外埋在基質上的軟體動物也可能因在不同季節、時間、天氣條件下,移動到更深的底質,因此更難估計數量。

(二)撈網法:主要是在基質表面上棲息之自由游泳 (nektonic) 的無 脊椎動物和浮游動物

撈網為一種快速捕捉大量的水生無脊椎動物之方法。採樣時,最好輪流使用各種不同的撈捕技巧:(1)在稍微高於底部水處,以數字 8 的符號移動網子,在基質上的無脊椎動物被擾動後,當他們游泳遠離時即可順利捕捉;(2)靠著長滿青苔的

石塊邊,按壓網子邊緣,緊握不放,以不同的速度和深度移動網子通過水中和水生植物。(3)把網子拿出水面後,把網子的水排除並將內容物倒到白色的托盤,小心的清洗所有的樣品。

撈網法可以在相同長度的網子拖行相同距離或採樣時間的情況下,比較樣區間或樣區內不同時間下的無脊椎動物數量。一個簡單估算網子拖行長度的方法:在水中以竹藤標記兩個點,然後盡可能在兩個點中,以固定速度拖行網子。在水深少於2公尺的柔軟基質,可使用手網捕抓水底樣品。樣品的標準化可以由撈起底棲生物後,然後從中取固定體積的小樣本 (Mason 1977)。

拖網法亦可以乘坐小船的方式,進行開放水域的浮游生物數量的估算。各種拖網的設計不外乎一個已知大小的錐形網加上末端一個收集器,還有一個流量計來測量網子被拖行時的距離。特別重要的是網子的開口必須保持與水流垂直、降低擾亂,並在每次進行拖網時都維持同樣大小的網子開口。

在拖行結束後,收集器的內容應被清空到容器中,而且要由網子外部向裡面 潑水(不是由裡面往外面灌水)將所有網子內部黏著的浮游生物沖洗下來。儘管這個動作可能相當耗時仍要小心進行,以免樣本被沖走。最後再從收集器中的內容物 取出固定體積的樣本,進行無脊椎動物、浮游動物的鑑定。

1. 優點和缺點

撈網易於使用在堤岸或可以涉入的淺灘等開放水域,特別用在對某樣區進行快速調查。例如, Furse et al. (1981) 發現使用手持網在池塘採樣僅 3 min,可以收集到以網捕 18 分鐘所可以發現的約 62% 的科和 50% 的物種。但是這種方法的缺點是很難進行單位努力度的標準化。

另外,拖網在較大開放區域且無雜草的水域較為可行。它必須搭小船或舢舨操作,因此通常需要兩個人;一個控制船的速度,另一個照顧拖網。然而,船的速度是不易控制的¹,而且網子可能因浮游植物和浮游動物等沉澱物變的堵塞,這將減少其捕捉的效率。網子的深度與位置也難以固定,使它不受船引起的水擾動所影響。然而,拖網法適用於大面積的棲息地、浮游動物取樣分佈不均匀時。

2. 可能的誤差

網子通過水被拖行時,不易以相同的速度進行捕撈。太緩慢的移動網子會使無脊椎動物可以躲開向其靠近的網子;太快的移動會使網子正前方的水體被明顯推動,使這個位置的無脊椎動物游向其他方向而躲開撈網。無脊椎動物種類依深度而不同,網子通過水中拖行的深度難以保持固定。除非拖行時只針對水底部,否則經常會低估生活於基層之上的無脊椎動物(例如:蝦子)的數量。

請參閱本書「保護區土棲無脊椎物動物監測方法」一文。

(三)誘餌陷阱法:搜尋渦蟲、水蛭和甲殼類動物

以肉誘捕用來捕捉搜尋各種肉食性的無脊椎動物。將餌料(例如:蚯蚓(貧毛綱 Oligochaeta)、新鮮肝、肉、罐頭沙丁魚等)放置在一個果醬瓶大小的罐子裡,並將蓋子上鑽一個或多個洞。洞的開口徑大小決定了哪些種類的無脊椎動物會被抓到,例如:小洞將會抓到渦蟲(渦蟲綱 Turbellaria),但會將水蛭(蛭亞綱 Hirudinea)和螯蝦(螯蝦亞目 Astacidea)排除在外。陷阱設置完成後,應定期檢查陷阱。

1. 優點和缺點

此方法廉價且容易,但難以標準化並比較兩個地點間或同一地點不同時間無脊椎動物的數量。

2. 可能的誤差

此方法會偏向抓到某物種被某一特定誘餌吸引的物種、或是某些會進入陷阱的物種。而此法捕獲的數量可以反映出無脊椎動物的活動力和其可以發現誘餌的距離。

(四) 敲擊採樣法 (Kick sampling): 用於水流快速的淺灘無脊椎動物

敲擊採樣法是以敲撞的方式將位於水流湍急的溪床河流的石塊之間和河床上 礫石的無脊椎動物擾動出來,同時並在一小段距離的下游以網子捕獲這些無脊椎動物。該技術是很容易被標準化,並被廣泛地被使用在水質評估中,依捕捉種類來給予大型無脊椎動物不同的計分,進而推估水質狀況。例如:在設定的三分鐘內,沿河段的各類微棲地,以 0.9 公釐網目的池塘網敲擊採樣,每個樣點以相同的時間自行採樣。對大型底棲動物類群的個別計分,則是根據牠們對氧氣消耗的相對容忍度,然後相加,產生對該河段的生物得分 (Armitage et al. 1983)。在白色 (或黑白相間的棋盤)的托盤上,很容易就可以找到無脊椎動物,然後進行分類。

一個更精確的敲擊抽樣法是使用蘇柏氏網 (Surber sampler)。由於網面積固定,可以上述相同的步驟,進行靜置在基質上的框架範圍內採樣,即可得到單位面積內的無脊椎動物數量。

1. 優點和缺點

這種方法是快速的,但是因為敲擊的程度差異以及動物附著度的差異,只有一定比例的特定類群的無脊椎動物可被發現。因此,雖然是一個方便的方法,但不能 用於估計族群密度。

2. 可能的誤差

採樣方法會低估牢固地附著在石頭或沉重的物種,因其不太可能被水攜帶並抓 入網中,如住在石縫或洞穴中的石蠶的幼蟲。

(五)直接挖掘和基質採樣法:適用在靜止或緩慢移動的淺水、 沙和泥中底棲無脊椎動物

在河口、沙地或泥濘的海岸,有大且密度低的無脊椎動物,如各種多毛綱和貧毛綱環節動物等,直接以挖掘土壤的方式進行調查和監測。之後,可以濕篩法收集無脊椎動物(見下一項方法)。大的多毛綱動物,如:沙蠶(沙蠶科 Nereidae) 當感應到干擾時,會迅速退縮深入到基質中,所以使用這些挖掘撬開時,動作要很快速,如果勘測到較大的軟體動物,可以直接用手進行採樣。

小型無脊椎動物以及以高密度的方式聚集出現的物種,最好以採取小體積的基質核心方式進行採樣。採土器(直徑與深度依採樣需求而異)應該插入基質至所需的深度。如果基質足夠牢固,其核心可以簡單地抬起。否則,應以薄薄的一片金屬或木材滑過取樣器的底部和取樣器一起抬起,以防止物質掉出。

在深水中的底棲無脊椎動物可以由搭船採樣,採土器的長度要足夠使其順利壓入基質,然後以塞子推入其頂端產生真空,可以防止取樣器的內容物掉出。採土器推至基質的深度應大於需要採樣的樣品(例如:5公分深的樣品為10-15公分)。基質盡可能小心的取出,避免損壞脆弱的無脊椎動物,不需要的最底層土壤可以被丟棄。用水慢慢沖洗篩網時,建議最後一層均以網目為0.5公釐篩子過濾,以免遺漏體型較小的無脊椎動物。

1. 優點和缺點

這是一個相對快速目簡單的方法,然而在深水採樣底棲生物可能產生困難。

2. 可能的誤差

有些體積大而有活動力的無脊椎動物,可以偵測到由採樣所引起的擾動,退縮 在較低的基質上,所以可能被低估。此外,採樣中應小心避免底棲無脊椎動物從基 質上脱落。

(六)濕篩法:適用在靜止或緩慢移動的淺水、沙和泥中底棲無 脊椎動物、海岸濕地螃蟹的幼生調查

底棲無脊椎動物的最佳採樣方法是濕篩法,例如:網目尺寸 4.0 公釐、2.0 公釐、 1.0 公釐和 0.5 公釐的篩子,層層收集不同大小的無脊椎動物,例如:體型小於 1 公釐的物種,將通過 1 公釐網篩,但留在 0.5 公釐篩網上。有時藉由添加 1%的 Rose Bengal dye 染劑,染成半透明的粉紅色,可以更快和更有效地找到篩網上

的動物。由於濕篩法是最廣泛運用在海岸濕地的底棲動物的監測方法,以下詳細説 明。

在這裡以濕篩法分析特定區域底棲蟹類幼生期族群分布情況為例。這種方式可用以 (1) 探討區域內底棲蟹類幼生期族群的季節性變化;(2) 藉由隨機劃設樣區,分析各類型棲地底質特性並估算各樣區之物種歧異度。進而探討底棲蟹類分佈之限制因子,是鹽度?是底質粒度?底質的有機質含量?底質含水量?或是棲地類型?可以進一步針對最優勢種或選取幾個特定物種,個別分析其族群分佈型態。這樣的結果可作為濕地保護區內部規劃分區(例如核心區之界定)時之參考。

1. 底棲蟹類物種豐富度及生物量研究

依序選擇各類型棲地,分別隨機劃定 1 至 4 個 10 公尺 × 10 公尺樣區,再將之等分為 25 小格,從中隨機選取 10 小格進行實驗,記錄項目包括每一小方格內螃蟹種類、每一種之個體數。隨後分別抓取每一物種約 20-30 隻個體秤量體重求取平均值,用以估算整個 10 公尺 × 10 公尺區域內所有物種之總重量 (生物質量biomass)。

2. 底棲蟹類幼生期族群之季節性變化

在樣區隨機劃設 50 公分 × 50 公分的樣區,以鏟子掘取長寬各 50 公分、深度 20 公分之土樣置於採集箱中。採用網目為 4 公釐、2 公釐、1 公釐及 0.5 公釐之生物分析篩,分批篩選土樣中之蟹類,並將各尺寸分析篩所得之生物樣本分別保存於裝有 70% 酒精的樣本瓶中,生物樣本攜回實驗室內鑑定並計數。面積大小與深度的決定,視調查目的與生物特性而異(圖 9-1)。

3. 野外底土採樣與特性分析

野外採樣方式是以固定截面積之不鏽鋼採土管垂直插入底土中 10 cm 深 (圖 9-1 步驟 4),旋緊蓋子後拔出採得土樣,土樣以封口袋留存並隨即置入冰桶中,攜回實驗室內進行土壤特性分析。同一樣區內之底土採樣重複數為三,分別作為粒度、有機物含量及含水量、土壤酸鹼度三項測定之用。底土溫度是以筆型電子式溫度計 (Wisewind EM-W5321) 直接在選定樣區內測得。

實驗室內分析操作:參考謝蕙蓮等人於 1993 年提出的潮間帶底棲生態調查法,分析項目包括粒度分析、有機物含量及含水量測定、土壤酸鹼度測定。粒度分析的部分以濕篩方式處理底泥土樣(參考 Buchanan and Kain 1971; Hsieh and Chang 1991),粒度分類可分為-極粗砂(粒度大小2-1公釐)、粗砂(粒度大小1-0.5公釐)、中等粗砂(粒度大小0.5-0.25公釐)、細砂(粒度大小0.25-0.125公釐)、極細砂(粒度大小0.125-0.0625公釐)(表 9-1);粒度小於0.0625公釐之粉泥(silt)和黏土(clay)分析方法為收集通過0.0625公釐分析篩網之顆粒,以定量吸管及孔目為

0.0012 公釐的濾紙測量,可進一步將粉泥和黏土分為三個等級-顆粒介於 0.0012 公釐至 0.0039 公釐的黏土、顆粒介於 0.0039 公釐至 0.0156 公釐的黏土、顆粒介於 0.0156 公釐至 0.0625 公釐的黏土。底土之物理特性以粒度大小之中間值及篩選係數 (sorting coefficient) 來界定,此兩值之計算可由上述顆粒大小分布頻度圖獲得。藉由 Sigma Plot 運算後可得到一篩選係數,此值可對照篩選分級表 (sorting class) 得出各底值泥樣篩選程度 (表 9-2),分成極佳、佳、中度佳、尚佳、不佳等等級 (Folk 1966)。底土有機物含量 (簡稱 Co) 測定方法參考 Crisp (1971) 提出的灰化法 (Loss-in-ignition) 將於低溫下 (-20°C) 保存過的土樣,置於 60°C 烘相中烘乾至重量不變(記錄此時重量為 W60),再將此土樣置入 500°C 灰化爐中烘烤 4 小時之後秤重(記錄此時重量為 W500),經過 Co = (W60 – W500) / (W60 – Wp) 公式運算可得出此土樣的有機物含量百分比 (Wp 代表裝載土樣的坩堝重量)。土壤酸鹼度測定是將土樣風乾約一星期,秤乾重 30g (重複數為 2) 分別加入 1:1 的 RDW 攪匀,靜置 1 小時後用 pH 測定儀測量上清液之 pH 值。

表 9-1 粒度分類表

英文名稱	中文名稱	粒度大小 Md (mm)
Boulder	岩	>256
Cobble	大卵石	256-64
Pebble	石礫或小卵石	64-4
Granule	細粒	4-2
Very coarse sand	極粗砂	2-1
Coarse sand	粗砂	1-0.5
Medium sand	中等粗砂	0.5-0.25
Fine sand	細砂	0.25-0.125
Very fine sand	極細砂	0.125-0.0625
Silt	粉泥	0.0625-0.0039
Clay	黏土	<0.0039

表 9-2 篩撰度分級表

篩選情形 (Sorting term)	等級 (Level)	篩選係數 (Sorting Coefficient)
Very well sorted	極佳	<0.35
Well sorted	佳	0.35-0.50

Moderately well sorted	中等佳	0.50-0.71
Moderately sorted	尚佳	0.71-1.00
Poorly sorted	不佳	1.00-2.00
Very poorly sorted	非常不佳	2.00-4.00
Extremely poorly sorted	極度不佳	>4.00



步驟 1、在劃設 50×50 平方公分樣 區,以鏟子掘取深度 20 公分之土樣置於採集箱中。



步驟 2、採用網目為 4 公釐、2 公釐、1 公釐及 0.5 公釐之生物分析篩,分批篩 選土樣中之蟹類。



步驟 3、將各尺寸分析篩所得之生物 樣本分別保存於裝有 70% 酒精的樣本 瓶中。



步驟 4、以固定截面積之不鏽鋼採土管 垂直插入底土中 10 公分深,旋緊蓋子 後拔出採得土樣,土樣以封口袋留存並 隨即置入冰桶中,攜回實驗室內進行土 壤特性分析。同一樣區內之底土採樣重 複數為三,分別作為粒度、有機物含量 及含水量、土壤酸鹼度三項測定之用。

圖 9-1 濕篩法之步驟

(七)ABC 生物量監測法 (Abundance Biomass Comparison Method)

1. 基本介紹

這個方法的原理是 - 物種間個體數的分布曲線異於生物質量的分布曲線;此概念源自 Connell (1978) 所提出的中度干擾假説。Warwick (1986) 提出以 ABC method 監測汙染源對海洋底棲生物群落結構的影響,之後此方法被廣泛應用於監測環境壓力 (stress) 對底棲生物群落結構的影響。所謂環境壓力可包括自然的環境變化,例如:潮汐作用或人為的干擾或破壞,例如:垃圾場、工業區、海堤等。

Meire and Dereu (1990) 進一步提出 ABC index 的計算公式,作為監測環境壓力的指標。指標為正值代表環境良好,若為負值表示環境正面臨汙染的壓力。計算公式如下:

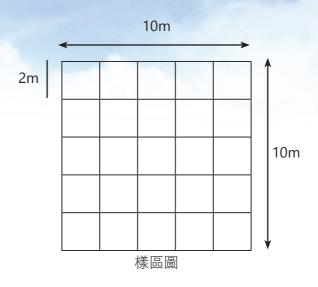
ABC index=
$$\frac{\sum_{i=1}^{N} Bi - Ai}{N}$$

B:生物量 (biomass); A:豐度 (abundance);

N: 物種總數;i: 順序(最高為 1, 次之為 2, ……最低為 N)

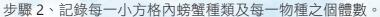
2. 方法

- (1) 設定樣區:選定實驗物種,考量生物因子、環境因素、人力、時間等, 選取適當樣區。
- (2) 採樣:在選定的樣區中隨機採樣。
- (3) 計算樣本的生物量 (每一物種的總重量) 及豐度 (每一物種的總隻數)
- (4) 代入公式求出 ABC index。
- (5) 利用 ABC index 評估環境壓力。
- 3. 實例:以 ABC index 評估臺中市沿海濕地的環境壓力。
 - (1) 設定樣區:選定濕地上最常見的底棲生物螃蟹為實驗物種,考量生物因子、環境因素、人力、時間等,在臺中市沿海,北起船頭埔,南至大肚麗水村,共計38個監測站,在每個監測站中圍出一個10公尺×10公尺的樣區。
 - (2) 採樣:在 10 公尺 \times 10 公尺的樣區中,畫出 25 個 2 公尺 \times 2 公尺 的 小樣區,其中隨機選 10 個小樣區進行採樣。



步驟 1、劃定一至四個 10 公尺 $\times 10$ 公尺區域,再將之等分為 25 小格。







步驟 3、分別抓取每一物種約 20-30 隻個體秤量體重求取平均值,用以估算整個 10 平方公尺區域內所有物種之總重量。



圖 9-2 ABC 生物量監測法野外調查步驟

物種	А	В	С	D
生物量 (g) 平均重量 × 隻數	3	25	18	9
重量百分比 (%)	5.45	45.45	32.73	16.36
豐度(隻數)	2	32	5	1
個體數百分比 (%)	5	80	12.5	2.5

表 9-3 ABC 生物量監測法之分析範例與計算

i. 將小樣區中採到的螃蟹,鑑定種類,記錄項目包括每一小方格內螃蟹種類及每一種之個體數(豐度,Abundance),隨後分別抓取每一種約 20-30 隻個體量體重,求取平均值估算生物量 (Biomass)(圖 9-2)。再針對每一個物種的個體數所佔所有物種之總個體數的百分比進行排序(由大到小);接著針對每個物種的總生物質量所佔所有物種之總生物質量的百分比進行排序(由大到小)。例如:樣區中有 A、B、C 及 D 四種螃蟹。

依照物種重量百分比 (%),由大到小排序 (生物量)為 B (45.45%)、C (32.73%)、D (16.36%)、A (5.45%);依照物種個體數百分比 (%),由大到小排序 (豐度)為 B (80%)、C (12.5%)、A (5%)、D (2.5%)。

代入公式求出 ABC index:

$$[(45.45 - 80) + (32.73 - 12.5) + (16.36 - 5) + (5.45 - 2.5)] \div 4 = -0.0025$$

- ※ABC index 為 -0.0025,接近 0表示環境壓力小,環境狀況尚佳。
- ※ 注意:並非是 A 物種的生物量 (%) 減去 A 物種的豐度 (%),而是排名第一物種的生物量 (%) 減去排名第一物種的豐度 (%)。
- ii. 將計算出的生物量及豐度代入公式求出 ABC index。
- iii. 本實驗室於 2002 年,利用 ABC index 評估環境壓力,調查結果顯示:大安溪口地區 ABC index 為 -2.22,負值表示汙染對於環境呈現壓迫狀態;大甲溪口地區 ABC index 為 -3.09,顯示汙染嚴重。大肚溪口地區 ABC index 達到 -7.74,相較於大安溪及大甲溪口地區,ABC index 指數超過此二區兩倍以上,顯示本區為臺中市沿海汙染最嚴重之地區。

三、總結

不論哪一種調查方法都有其優缺點與限制。特別提醒的是調查時,一定要記錄 調查的時間、面積/體積、人力、調查人員的相關專業訓練的年資、經驗等資料。 以便後續調查進行不同計畫間、不同年份間等面向的比較。

參考文獻

- Armitage, P. D., D. Moss, J. F. Wright and M. T. Furze. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macro-invertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333-347.
- Buchanan, J. B. and J. M. Kain. 1971. Measurement of the physical and chemical environment. In *Methods for the study of marine benthos. International Biological Program Handbook no. 16*, ed. N. A. Holme and A. D. McIntyre, 30-58. Oxford and Edinburgh: Blackwell Scientific Publications.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Crisp, D. J. 1971. Energy flow measurements. In *Methods for the study of marine benthos*. *International Biological Program Handbook no. 16*, ed. N. A. Holme and A. D. McIntyre, 197-279. Oxford and Edinburgh: Blackwell Scientific Publications.
- Folk, R. L. 1966. A review of grain-size parameters. Sedimentology 6: 73-93.
- Furse, M. T., J. F. Wright, P. D. Armitage and D. Moss. 1981. An appraisal of pond net samples for biological monitoring of lotic macroinvertebrates. *Water Research* 15: 679-689.
- Hsieh, H. L. and K. H. Chang. 1991. Habitat characteristics and occurrence of the spionid Pseudopolydora sp. on the tube-caps of the onuphid *Diopatra bilobata* (Polychaeta: Spionidae, Onuphidae). *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica* 30: 331-339.
- Lasiak, T. 1991. The susceptibility and/or resilience of Rocky Littoral molluscs to stock depletion by the indigenous coastal people of Transkei, Southern Africa. *Biological Conservation* 56: 245-264.
- Mason, C. F. 1977. Populations and production of benthic animals in two contrasting shallow lakes in Norfolk. *Journal of Animal Ecology* 46: 147-172.
- Meire, P. M. and J. Dereu. 1990. Use of the abundance/biomass comparison method for detecting environmental stress: some considerations based on intertidal macorzoobenthos and bird communities. *Journal of Applied Ecology* 27: 210-223.
- Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology* 92: 557-562.
- 謝蕙蓮、黃守忠、李坤瑄、陳章波 1993。潮間帶底棲生態調查法。生物科學 36 (2): 71-80。

第十章 保護區土棲無脊椎動物監測方法

林惠真*

一、前言

土棲無脊椎動物 (litter invertebrates) 對於落葉的分解與土壤營養的補充有非常重要的角色。有別於能飛行、樹棲或色彩繽紛的昆蟲,這群無脊椎動物包括:小型昆蟲(昆蟲綱 Insecta、蝴蜱(蝴蜱亞綱 SubClass Araci)、馬陸(倍足綱 Diplopoda)、蜈蚣(唇足綱 Chilopoda)、蚯蚓(貧毛綱 Oligochaeta)、鼠婦(球鼠婦科 Armadillidiidae)、跳蟲(彈尾目 Collembola)、蜘蛛(蛛形綱 Class Arachnida)等)多半不起眼,需要特定方法採樣,才能有效的記錄。本章將介紹常用陸域土壤或草叢落葉堆之底層無脊椎動物調查方法,這些方法有一部分可能與前一章所描述之方法重覆,特別是靠近水邊的環境之採樣方法,經過部分修改應用於陸域棲地。

二、底層無脊椎動物監測方法

本章將介紹常用於陸生底層無脊椎動物之採樣方法,包括:直接調查法、化學 誘導法、漏斗分離法、直接挖掘和基質採樣法、掉落式陷阱法(楊正澤等 2001; 唐立正 2003)。部分的直接調查法以及直接挖掘和基質採樣法,不再贅述¹。每種方 法各有優缺點、適用性和限制。無論使用何種監測方法,最重要的是量化和標準化, 唯有如此才能以生物統計方法進行後續科學分析和比較。

(一)直接調查法:適用於陸生或水生各種無脊椎動物群

要發現特定的無脊椎動物最簡單的方法,是尋找適合牠們的棲地或微棲地。許多陸生無脊椎動物的群體需要庇護和濕潤的氣候,因此,可以在石頭、樹木樹皮下、植物的基部附近、牆壁和岩石的縫隙中、腐葉、鳥巢、海濱線的腐物、死亡和腐爛的真菌、糞便或腐屍下發現他們的蹤跡。在搜索石頭或樹木時,特別重要的是,要將石頭或樹木放回到其原始位置,防止留在其下的生物變的乾燥,便對棲地之干擾降到最小。

低矮的草叢與土壤提供大量無脊椎動物的生存空間,尤其是在冬季活動量低的

^{*} 東海大學生命科學系教授。

Professor, Department of Life Science, Tunghai University.

請參閱本書「保護區水生底棲生物監測方法」一文。

時刻,提供過冬的庇護所。採集無脊椎動物時,可以利用小刀割去固定面積(如: 10 公分 x 10 公分) 草叢的根部,放置在白紙上或淺色托盤中加以搖晃並切開(或以手鬆開)草叢塊。收集小型無脊椎動物最佳方法,是將草叢或落葉帶到室內放到柏式漏斗 (Berlese funnel) 中,並從漏斗上方照射強光,藉由這類昆蟲的避光性,由漏斗下方所承接的裝有固定液、甘油或 70% 酒精之收集器收集之。採集土樣時,亦是以採取固定深度的土壤進行以上步驟。

除了記錄物種名錄外,當調查需要做不同地點、季節、生態條件等比較時,採 樣就需要嚴格的量化和標準化,後續才能進行統計分析與比較。詳細説明調查方 法,才可能獲得相對的族群估計數字,並且可以讓經過一段長時間之後,不同批的 調查人員的調查結果得以比較,討論時空變化下的族群變動。常用的三種標準化的 方法,包括:單位努力度調查法、單位面積調查法、穿越線調查法、單位植被調查 法等四種。前三種方法請見前一章,不再贅述;以下介紹單位植被調查法。

單位植被調查法可用於個別的葉、莖或整棵植物調查無脊椎動物和植物蟲癭。 例如:調查葉片最簡單的方法為檢查連續葉片的兩側,同時,從一個分支的一端的 葉片移動到其他葉片。這可以通過簡單批次的計數,例如,十片葉子在同時間檢查 最後一片葉子。

(二)化學誘導法 (chemical extraction):適用於蚯蚓和大型幼蟲

甲醛溶液對許多生活於土壤中的動物是一種刺激,因此可用來將牠們從土壤中驅逐出。一般建議使用 0.2% 的甲醛溶液;而且處理甲醛時應格外小心,最好戴上面罩和手套。舉例來說:定量的甲醛溶液均勻噴灑在面積 0.5 平方公尺的土壤。使用灑水器或噴霧瓶,使土壤能有足夠時間徹底滲透。收集在一個標準的時間(例如 10 分鐘)之內所有出現的無脊椎動物。使用的濃度要固定,而且必須小心不要使用濃度過高的溶液,因為這將殺死土壤中的無脊椎動物。拾起驅趕出來的無脊椎動物(最好使用鑷子,因甲醛會導致他們分泌大量黏液),並用乾淨清水簡單清洗,這樣牠們即可恢復。其它溶液如:福馬林和過錳酸鉀亦有被使用來進行噴灑誘導。

1. 優點和缺點

化學誘導法是快速的,但它不可用來量化特定面積或特定深度下溶液對於土壤的影響,所以也無法計算出每一已知體積土壤的無脊椎動物密度。其主要原因是化學物質對於已知土壤面積的影響,是依土壤水份而不同,因此這方法不能用在不同水份含量的土壤之無脊椎動物的密度。另外一個缺點當然就是可能對土壤造成短期的毒害。

2. 可能的誤差

以這種方法誘導,對於滯育狀態的蚯蚓 (通常是在一年中的乾旱時期)的效果較差。

(三)漏斗分離法:從土壤、落葉或其他碎屑中分離無脊椎動物

固定孔徑的漏斗可以用於區分任何類型的底質中的無脊椎動物。以篩網篩選乾的樣本時,可以在白紙甚至於報紙上進行,一開始由 3-4 公釐篩孔的篩子,操作到下降至 0.5 公釐篩孔的篩子。有一些無脊椎動物受到干擾時,會變得一動不動,所以最好在丟棄區分材料前等待一下,以便確認。在強光下篩選也是可行的,除了使無脊椎動物更容易被看到,在強光下一些具有負趨光性的個體,加上升溫刺激,牠們變得更加有活動力,使其更容易被找到。

如果是非常細並且特別濕的基質,可以使用附近的水源慢速沖洗篩網,在篩選 時因水通過時射流而過,個體往往更容易被區分出來。

利用加水在水桶攪動以收集浮在水面的無脊椎動物,也是一種快速由土壤或枯枝落葉等區分出來的方法。如果樣本中有大量碎屑沾黏,就必須不斷攪拌,以致無脊椎動物從中被釋放出來才能浮到水面上。個體較小的樣品可用小吸管或畫筆拾起。這個方法對於收集甲蟲很有效,但通常必須藉由添加糖或鹽以增加水的比重,使其它無脊椎動物漂浮,如果需要活體樣本,應盡快將其由水表面拾起,並以清水清洗。

如果此溶液要使用於比較兩地點或不同時間同一地點中無脊椎動物的數量,那麼維持相同比重、浮力強度的溶液是很重要的,如此才可以確保收集到浮力相當的無脊椎動物。浮力的確認可以使用比重計,事先配製設定的溶液比重,初步篩選並移除較大的顆粒會使此方法更有效率與準確。

柏氏漏斗 (Berlese funnel),可以從鬆動或大顆粒的基質 (如:土壤,枯枝落葉,大量碎片,或舊鳥巢),利用無脊椎動物的趨光性或是避光性,將之誘導出來 (楊正澤等人 2001);主要收集線蟲 (線蟲動物門 Nematoda)、跳蟲 (彈尾目 Collembola)等土壤中或土壤表層落葉層的無脊椎動物。其設計是在漏斗上方頂部創造出溫暖、乾燥和有光的條件,以促進喜愛寒冷、陰暗和水份的無脊椎動物向下遠離光源,直到最終跌入漏斗的底部進入裝有酒精的收集瓶中 (圖 10-1、圖 10-2、圖 10-3)。如果需要活體,可在收集容器放置一張輕微潮濕的濾紙,漏斗法通常會被靜置一段固定的時間,例如:一般約 2 至 7 天。如果需活體則必須每天收集。



圖 10-1 柏氏漏斗 (黃博森攝)



圖 10-2 柏氏漏斗分析圖 各樣品獨立放入漏斗中,在實驗室中排開,逕自分析。(黃博森攝)



圖 10-3 簡易型土棲動物分離法 在自製紙盒的上方加上燈源、下方接上收集瓶即可。(黃博森攝)

1. 優點和缺點

濕篩法和浮力篩選法,不太可能在野外完成,同時往往需要大的水槽。優點是當乾燥漏斗被用在等待蟲子掉入漏斗時,並不需要大量人力,尤其是不須捕捉活體時。

2. 可能的誤差

體型小或不起眼的無脊椎動物,網篩過程中可能會被遺漏。特別是從搬動過程中回復回來的物種,很可能在篩網篩選過程的移動中被遺漏而產生偏差。此外,已經死亡或腐敗的無脊椎動物,也比較可能被忽略。

無脊椎動物浮到水面上被收集的效果,取決於在溶液中固體物質的量和性質,因為固體材料阻礙向上往表面的路徑,進而會影響到無脊椎動物以漂浮程度與速度,因此區分時,單位時間內的回收率會因材料數量和質量將有所不同。

漏斗捕捉的獲得量將受到漏斗大小的影響,大的漏斗趨於找到較多大型無脊椎動物。這樣的結果,有一部份的原因,其實可能是因為較大的漏斗內變得乾燥,使得小型的無脊椎動物在到漏斗底部時,已經乾燥而死亡。

(四)掉落式陷阱法:適合活動於低矮植被或裸露的地面的無脊 椎動物

掉落式陷阱法是將陷阱埋設在地下、頂端齊於或稍微低於地面,使經過的無脊椎動物掉進去的方式,對爬行於地表的無脊椎動物進行採樣。只要是邊緣平滑、較為筆直的容器都可以做為陷阱。雖然容器的開口愈大愈可採集到較多的樣本,但為求代表性需考慮一個棲地中要放置幾個陷阱。一般而言,陷阱之間,應距離至少2公尺以上,以維持陷阱採樣的獨立性。為了避免掉到陷阱中的動物,互相打架、被捕食或死亡後腐敗,通常會在容器中放一些保存液,例如:乙二醇 (ethylene glycerol)、酒精、福馬林等。保存液濃度與體積決定於檢查陷阱的頻率與樣品的用途(如要做成標本展示,就需考慮褪色問題);濃度太高可能氣味太濃,可能吸引或排除某些物種,引起偏差。許多程序都需要標準化,以便日後可以做樣區間的比較;例如:陷阱是否加蓋,以防其他較大型的脊椎動物掉進其中或是捕食容器中的動物。遇到雨季或大雨過後,更需趕緊檢查,因為陷阱中的動物可能溢滿出來。

為了捕捉特定的物種,有時會在陷阱中放腐肉或水果等餌料,但這時候就比較不建議同時放保存液,以免兩種味道混合,降低或增強氣味引誘的效果,造成偏差。

1. 優點和缺點

掉落式陷阱法是最常用來捕捉無脊椎動物的方法之一,特別是因為此方法相對較為便宜而且可以在短時間內輕鬆捕捉到大量的個體。不過在進行陷阱間比較時,卻可能因為陷阱周圍的細微差異(很可能是設置樣區時造成的)、無脊椎動物的活動力等因素,對捕捉率造成很大的影響。

2. 可能的誤差

此法的捕捉率受到無脊椎動物的活動力與密度同時影響。由於這種方法較易捕捉到體型較大的動物,可能引發一些動物在被捕捉後釋放特定的費洛蒙,不論是吸引或是警告其他個體,都將造成更多採樣的偏差。

三、總結

不論哪一種調查方法都有其優缺點與限制。特別提醒的是調查時,一定要記錄 調查的時間、面積/體積、人力、調查人員的相關專業訓練的年資、經驗等資料。 以便後續調查進行不同計畫間、不同年份間等面向的比較。

參考文獻

唐 正 2003。昆蟲採集與保存技術。 植物重要防檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊,行 政院農業委員會主編。臺北:行政院農業委員會。

楊正澤、陳明義、江英煜 2001。關刀溪森林生態系著生植物基質中無脊椎動物群 聚之生物多樣性。臺灣昆蟲 21: 99-117。

第十一章 保護區植物群落監測方法

楊宗愈*謝長富**

一、前言

美國史密松尼亞熱帶研究所 (Smithsonian Tropical Research Institute) 於 1980 年在巴拿馬 Barro Colorado Island (BCI) 設立第一個永久樣區 (森林動態樣區),隨著全球氣候變遷的認知與對暖化現象的瞭解,近年來人類越來越重視這一項重要課題。基於上述的理由,許多生態學家在世界各地開始設立永久樣區,監測這些森林樣區內的物種與植群變化。為了便於更多資訊的交換與互相了解,於是成立了「熱帶森林科學研究中心」(Center for Tropical Forest Science,簡稱:CTFS),該中心標榜是一個全球熱帶及溫帶森林研究樣區的網路資訊平臺,現今囊括非洲、亞洲、歐洲、拉丁美洲、北美洲及大洋洲地區,已經包括 21 個國家共 47 個永久樣區 (森林動態樣區)在內,臺灣共有三個永久樣區,包括南仁山、蓮華池及福山植物園(圖11-1)。CTFS 經營這些永久樣區及大尺度的研究,期望增加對全球森林生態系的瞭解與認知,制定合適的森林經營指引與自然資源政策,監測氣候變遷對其的衝擊與影響,及增進吾人對森林科學的理解力。到目前為止,CTFS 正持續監測此 47 個永久樣區中的 8,500 個物種及將近 450 萬株樹木的生長、變遷、死亡等等改變。

臺灣除了已經正式設立的三個永久樣區外,尚有許多的保護區及不同的植被帶可提供監測,然這些不同地段所要監測的目的、對象及方法其實有所不同,而一般平原地區及郊山等人為干擾眾多之處,在自然生態的角度上,其監測效果並不會顯著,分述如後。

^{*} 國立自然科學博物館植物學組副研究員、國立中興大學生科系副教授。
Associate Curator, Department of Botany, National Museum of Natural Science & Associate Professor,
Department of Life Science, National Chung Hsing University.

^{**}國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所教授。

Professor, Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University.



圖 11-1 位於全球 21 國家的 47 個永久樣區 (森林動態樣區) 資料來源: Smithsonian Tropical Research Institute 檢自 http://www.ctfs.si.edu/plots/

二、植物群落的監測方法

植物群落由多數物種所組成,其監測點主要位處在天然狀態之下的森林、灌叢或草原,人為干擾較少,監測內容包括植物種類變化、植群面積改變、物種更替等等。但平原、郊山、市區近郊等受人為因素干擾強烈的地區,影響植物群落變化的因素,由於人為環境因子的介入,很不容易判斷監測的結果是否全歸咎於全球環境變遷或氣候暖化的因素。故本文主要針對位於天然林區的永久樣區、保護區及多樣的植被帶,介紹通常採用的植物群落監測方法。植物群落的調查法多採納樣區的設立及穿越線調查法,由於其方法與其他物種相似,故將於其下分別述說。

(一)永久樣區植物群落的監測

永久樣區的設立,原本就是要了解該樣區森林的物種及族群的長短期改變,其面積多數是 20-55 公頃,調查時樣區內胸徑一公分以上的木本植株的種類、胸徑大小、分布位置等基本資料都必須清楚標記,並掛上號碼牌。其他相關研究亦視狀況同時進行,例如樹種的組成、結構與分布類型、小苗更新與生長、地被層植物之組成、土壤種子庫、花果葉片等凋落物及分解、生理生態、土壤性質等(謝宗欣1990;王國雄1993;楊嘉政1994;王俊能1995;李松柏1995;周順軍1995;廖啟政1995;宋國彰1996;張和明1996;賴宜鈴1996;陳毓的1998)。永久樣區設置後,至少每五年須進行一次每木複查,以確定該樣區森林樹種之存活、生長、死亡、新增等變化。永久樣區的植物監測,是最直接最有效地,可以説明、比對、瞭解這塊大樣區中植物受到氣候變遷所產生的影響。不過由於必須投入大量的

人力、物力、時間、金錢等,且選取樣區的地區必須受人為干擾影響較小之處,且 必須能夠長期的持續調查監測,所以並不是任何一個地區都可以設立永久樣區。

以臺灣這三個永久樣區的屬性與地區來看,南仁山樣區(圖 11-2)位於墾丁國家公園範圍內,所以樣區的選取與長期調查是沒有問題,代表臺灣南端熱帶、亞熱帶闊葉林相。蓮華池位於南投魚池,為行政院農業委員會林業試驗所用地,所以樣區的維持及調查也都沒有問題,其森林組成代表中部中低海拔闊葉林相。福山植物園永久樣區(圖 11-3)亦為林業試驗所用地,其氣候潮溼,海拔 700 公尺左右,然東北季風所帶來的大量雨量及潮濕的空氣,使得該樣區屬於「恆濕型氣候」(Su 1985),代表臺灣北部低海拔闊葉樹林相。由於當時投入相當大的人力、物力,再加上地域特殊、物種代表性足夠、調查時間夠長,故在全球的永久樣區中,被認可足以代表亞熱帶低海拔的常綠闊葉森林。



圖 11-2 位於墾丁國家公園南仁山保護區內的三處永久樣區及樣帶 其中長條狀的樣帶跨越榕楠林帶(熱帶森林)及楠櫧林帶(亞熱帶森林)

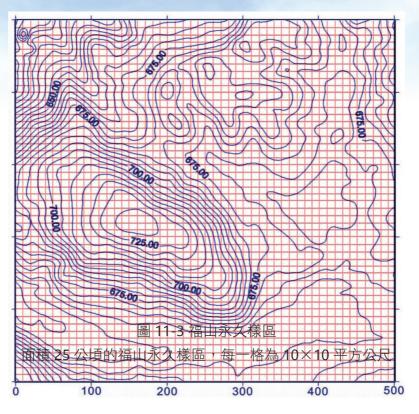


圖 11-3 福山永久樣區 面積 25 公頃的福山永久樣區,每一格為 10×10 平方公尺

(二)保護區植物群落的監測

保護區的設立都有預設的保護對象,不論是植物或動物,甚至是族群,只要是設立在野外地區,則多與森林脱不了關係。故對於保護區植物群落及其生境的監測,主要就是採取方格取樣法 (Quadrat sampling),而此取樣法對於監測保護區內森林環境的植物群落明確且有效。其監測步驟是先在保護區內選取數量足夠且大小相同的樣方,再針對這些樣方進行其內所有植物物種、覆蓋度、胸高直徑等的調查;由於植物有四季之變化,故在某些項目的監測應區分季節或月份時段調查。所選取的樣方邊界要標示清楚,至少在一、兩年內可以持續調查記錄,如此才可真正監測到該區之植物群落及族群的改變。

取樣監測所需設置的樣方原則大致如下:先將保護區範圍界定出來(紙上作業),依據保護區的面積大小或性質,決定選取樣方的數量、大小及分布位置。若保護區屬草生地物種較單純者,一般樣方大小可為 1 × 1 平方公尺,若為森林環境則樣方面積至少為 10 × 10 平方公尺。保護區範圍界定後,可以將監測區域以網格方式劃分。再於監測區域內以隨機取樣的方式選取調查所需之樣方位置,或選

取與保護區(監測區域)長軸垂直的穿越線,而樣方則沿線的同一側邊或兩側設置。然第一次選取樣方後,其位置要標示清楚,讓下一次調查時可節省找尋的時間。每次詳細記錄樣方內喬木、灌木、草本、藤本物種,木本植物胸徑大於 1 公分者便記錄其胸徑,其他每一物種的覆蓋度等資訊皆需記錄。每一樣方調查後,要將資料建檔,以備每季、每年複查時比對之用。如此可以對保護區的植物群落做精確的監測,若再增加其他相關的研究(如同永久樣區),並配合氣象資料,則可以知道此段期間(5年、10年)氣候對此保護區的植物群落之影響,甚至可依據調查監測成果,訂定未來保護區經營之保育策略。

(三)植物群落交匯帶之監測

穿越線調查法 (transect surveys) 是監測植物群落交匯帶時,最經濟且最有效益的調查方法。所謂植物群落交匯帶主要是指兩種不同的天然植物群落的交匯地區,例如高山針葉林與高山灌叢或草原的交匯帶、針葉林與闊葉林的交匯帶等。以臺灣地區而言,該植物交匯帶受人為干擾也比較少,故能真正監測出植物受環境變化(主要是氣候)所產生的結果。次生林或人工林,除非已經長久處於「原始」狀態,否則其內物種經常遭受人為大量干擾,較難釐清何種自然環境因素導致監測的結果。

如同上一段保護區植物群落的監測方法,穿越線的設定也必須是與植物交匯帶垂直(如圖 11-2 南仁山樣帶是垂直跨越兩種森林帶),可以依據文獻資料或前人經驗,先在地圖或植被圖上作業,選取樣帶位置,再沿樣帶設置連續樣方,也可沿樣帶在一定的間距之下設置分離的樣方。各樣方設置後,須詳細標定位置及邊界。至於植物交匯帶監測樣帶及樣方的面積及數量,則必須視不同狀況、不同需求而定。

三、總結

植物群落的監測法,除了在永久樣區有一定且詳細的記錄外,不論是在保護區或植物交匯帶地區,方格取樣法及穿越線調查法都是比較普遍被認為是可行及有效的方法。第一次樣方的位置選取、大小及數量的確定是比較辛苦及麻煩的,但選定之後的調查須定期執行,如此才可獲得長期可信的資訊。雖然調查過程需要較多的人力及時間,然而此種精準的調查及監測方式,是保護區監測上最有效的方法之

參考文獻

- Smithsonian Tropical Research Institute 2012. Location. (Last accessed 27 September 2012).
- Su, H.-J. 1985. Studies on the climate and vegetation types of natural forests in Taiwan (III), a scheme of geographical climatic regions. *Quart J. Chin.* Forest 18: 33-44.
- 王俊能 1995。南仁山區亞熱帶雨林植物葉片水份狀態在不同生育地反應的研究。 國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。
- 王國雄 1993。南仁山亞熱帶雨林小苗不同生育地存活、生長研究。國立臺灣大學 植物學系碩士論文。
- 宋國彰 1996。臺灣中部北東眼山溫帶常綠闊葉林樹種的組成及分佈類型。國立臺灣大學植物學系碩士論文。
- 李松柏 1995。南仁山區亞熱帶雨林小苗更新之研究。國立臺灣大學植物學研究所 碩士論文。
- 周順軍 1995。臺灣北部福山地區低海拔闊葉森林地被植物級數種小苗分佈類型之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。
- 張和明 1996。臺灣北部福山地區天然闊葉林土壤種子庫與樹種更新之研究。臺灣 北部福山地區天然闊葉林土壤種子庫與樹種更新之研究
- 陳毓昀 1998。南仁山低地雨林凋落物分解之研究。國立臺灣大學碩士論文。
- 楊嘉政 1994。南仁山區熱帶季節性森林的組成、結構及分佈類型。南仁山低地雨 林凋落物分解之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。
- 廖啟政 1995。南仁山區亞熱帶雨林海拔踢度與植被組成、結構、歧異度及分佈類型的關係。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。
- 賴宜鈴 1996。南仁山亞熱帶雨林小苗動態及地被層植物組成之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。
- 謝宗欣 1990。南仁山區亞熱帶雨林樹種的組成和分佈類型。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。

第十二章 保護區大型真菌監測方法

林宛柔* 汪碧涵**

一、前言

真菌普遍存在地球上的空氣、水、土壤及各類生物體表或體內,是地球上僅次於昆蟲,最多種類、最多樣化的生物。多數真菌由菌絲形成菌絲體,菌絲產生孢子,完成有性或無性生殖。無性生殖是透過菌絲體斷裂、細胞分裂及孢子生殖來進行。有性生殖則通過細胞結合,減數分裂與產生有性孢子來完成 (Ingold & Hudson 1993)。

真菌以腐生、寄生或共生的形式來獲得營養。許多真菌參與有機物的分解過程,加速自然界中元素之循環利用。約有 90% 的陸棲植物與真菌共生形成菌根 (Smith and Read 1997),菌根真菌幫助植物吸收水分和礦物質,有益於森林植物健康 (Koide and Dickie 2002; Yun and Hall 2004)。菌根真菌的種類和分布與森林種類、樹齡和棲地條件等因素有密切的關係 (Ishida, Nara and Hogestsu 2007),因此,菌根真菌的群聚結構影響林相演替。有些真菌則寄生於其他生物而造成病害,例如冬蟲夏草為蟲草菌寄生昆蟲、靈芝寄生於樹木上造成木材腐朽,降低樹木強度。除此之外,真菌也是許多昆蟲、動物之食物來源,某些大型真菌也藉由動物的排遺將其孢子傳播到其它地方。真菌種群數量、動態是真菌個體生存能力與外界環境相互作用之結果,且在生物多樣性、生態功能與植物或動物之交互關係,真菌都扮演著重要之角色,所以在研究真菌多樣性、生態功能或是評估人類對於環境之影響時,可以做為研究和監測之目標。

真菌生活史中,大部分的時間都是以菌絲體的狀態存活,僅有在他們行有性生殖產生子實體時,才得以藉由肉眼觀察。一般常見的菇是真菌的子實體,就是真菌行有性生殖後產生孢子的構造,子實體的存活時間很短,僅有數日,也有木質化多年生的子實體。大型真菌是指子實體較大且可以肉眼觀察的真菌,非真菌分類類群,這些大型真菌於生態環境中易於觀察,適合做為生態調查之目標物。

^{*} 東海大學生命科學系博士候選人。

PhD candidate, Department of Life Science, Tunghai University.

^{**}東海大學生命科學系教授。

Professor, Department of Life Science, Tunghai University.

二、大型真菌監測方法

(一)大型真菌之棲地

森林生態系、草原地區及空曠的山區都是大型真菌棲息的大環境。不同棲息環境,有不同的真菌種類。大型真菌的分佈與植被有密切的關係,越高多樣性的植被,其大型真菌多樣性越高 (Mullan-Fisher et al. 2002)。除了植被之外,生長基質與微氣候環境對於大型真菌之分布、多樣性與生態習性有更直接的關聯 (Smith and Read 1997)。草地、大樹枝幹、枯木、腐木、土壤腐植層等都是真菌可以生長之基質,除此之外,有些毬果、動物屍體或排遺上也可以發現真菌。根據棲息的基質,大型真菌可分成五種生態習性,分別是木生菌、土生菌、外生菌根菌、糞生菌和蟲生菌。不同的生長基質往往有不同真菌群落。

真菌以其生長的棲地與基質分為幾類功能群。木生菌指以木材為生長基質,生長於活樹的樹幹或地上的枯倒木及殘留樹頭之真菌,分解利用木材纖維素與木質素,大多數此類真菌為木棲腐生菌,僅腐生於沒有生命的木材組織中,對活樹不會造成傷害。另外,有些生長於活樹樹幹基部或根部的木棲寄生真菌,會讓寄主樹木生長力變弱,腐朽其木材組織。土生菌分解土壤中和地表的腐植質。另外還有一些也出現在林地的真菌,是與附近的樹木根部共生形成菌根,有利林木健康,為外生菌根真菌。生長繁殖於動物糞便上或以糞便為堆肥上的泥土稱為糞生菌。蟲生菌是指生長繁殖在昆蟲體上或與昆蟲的活動有密切聯繫的真菌。

(二)大型真菌調查方法與樣區設計

大型真菌調查方法與樣區設計必須符合研究或調查之目的。主要應用方法有任 意調查法、樣區調查法與調整調查法。

1. 任意調查法 (Convenience Sampling)

如果是為了建立某個地區大型真菌之初步多樣性資料的話,任意調查法是最有效之採樣方式。這類型的採樣設計,需由經驗豐富的調查者參與,藉由他們對於調查區域的了解,由他們帶領,尋找常出現大型真菌的地點,記錄他們發現之物種,這是傳統的分類學家常用之方法,可以快速有效地評估一個地區之大型真菌多樣性。例如美國的大型真菌多樣性研究,研究主持人招募志願之真菌採集者,請他們一週進入實驗樣地一次,記錄採集途中發現之大型真菌 (Ammirati et al. 1994)。透過這樣的調查方式,可以累積調查所得之物種多樣性。

2. 樣區調查法 (Plot Sampling)

任意調查方法應用廣泛,但非標準化的方法,在進行大型真菌多樣性與群聚結

構的比較時,無法排除樣區間或是單一樣區不同時間點間的影響,除此之外,調查者之主觀認定,可能使採樣過程中有被忽視的棲息地或分類群。樣區調查法可以解決任意調查法的這些問題。樣區調查法是設計明確定義的區域或時間量以及標準化之取樣工作來進行之調查採樣,可以提供定量的數據。設立永久樣區與長期調查,則可以監測隨著時間推移,物種多樣性與族群之變化。

首先視調查需要,將研究樣區分成小樣區來進行調查。小樣區的設計可以為正方形或圓形,大小從 900 平方公尺、1 平方公尺、4 平方公尺、25 平方公尺到 100 平方公尺,然後利用隨機取樣或是系統取樣法選取數個小樣區,仔細地進行物種及數量調查 (Lodge and Cantrell 1995; Mueller et al. 2004; Schmit et al. 1999)。另一種方法為設計多條長度相同、不重疊之穿越線穿越樣區,調查穿越線上與兩旁的物種及數量,做為樣區內多樣性代表 (Cantrell 2004; Schmit et al. 1999)。

由於許多種類大型真菌子實體為成群的叢聚分布,使得相鄰小樣區間調查到相同物種之機率大於距離較遠之樣區間 (Murakami, 1987)。因此,若使用隨機取樣法選取小樣區時,選取到連續的小樣區可能低估物種多樣性與豐富度 (O'Dell et al. 1999),使用系統取樣法選取樣區可以避免這個狀況發生。

3. 調整調查法 (Adaptive Sampling)

大型真菌研究通常使用固定區域的採樣設計。也就是說,在採樣之前,研究人員就必須視資源與研究需要決定設置多少樣區、樣區大小、位置等等細節。大型真菌子實體叢聚分布的特性,使得調查大型真菌的採樣設計有一定的困難度。為此真菌學家提出了一項創新的採樣方法,就是調整調查法,它指的是調查方法可以根據調查情形提出修改。適應性調查法的實際操作過程如下:一開始先在研究樣區設立相同大小之採樣單位,利用隨機抽樣法或系統抽樣法選取幾個採樣單位進行調查,當目標族群或目標大型真菌在一個採樣單位內發現多個族群或多種,則將發現目標物的採樣單位附近之採樣單位也納入調查樣區。適應調查法用於增加目標生物之觀察數量,適合用於稀有種以及呈現叢聚分布物種的調查 (Thompson 1992; Thompson and Seber 1996)。

舉例來說,將研究樣區分成幾個小樣區後,隨機選取 10 個小樣區進行調查, 調查後發現大型真菌分布狀況如圖 12-1A,圓點代表大型真菌發現位置,則將調查 樣區調整成圖 12-1B,發現大型真菌小樣區附近一個單位小樣區都列入調查。調整 採樣法有助於研究不同群體的大型真菌在空間上之分布模式。

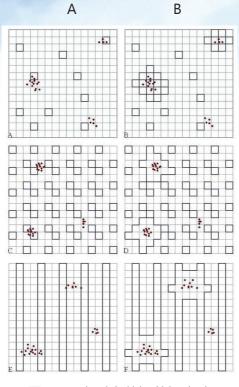


圖 12-1 大型真菌調整調查法

(資料來源:修改自 Thompson, 1990; 1991)

(三)菌類調查、記錄、採集、樣本處理與保存

1. 準備工具

開始調查工作之前,需先準備一些採集調查之工具(圖 12-2A)。相機、三腳架及反光板可以拍下菇類的特徵及生態狀況。放大鏡方便進一步觀察蕈褶、孔洞以及蕈柄的細微特徵。隨身攜帶圖鑑可以即時查閱常見菇的相關資料。枝剪、小鏟子、刀、鋸、紙袋、油性筆、採樣盒、鋁箔紙、手提袋便於採集樣本。如果要調查之路程超過一天,則需要攜帶保冷箱及烘乾器,如果可能的話,顯微鏡也要攜帶。



圖 12-2A 真菌採集工具 (汪碧涵 攝)



圖 12-2B 真菌採集箱 (汪碧涵 攝)

2. 記錄

影像記錄是野外觀察菇類重要的記錄方法。由於菇類特徵多較細微,因此需要有可以近距離攝影的相機。拍照時,先拍生態照,照相時要保留生態環境,並能在同一張相片內清楚顯示出蕈蓋、蕈褶、蕈環或蕈托等部位。如果背景太亂要先整理,整理的時候小心不要破壞蕈傘,然後近拍蕈褶部分。需注意光線,防止照片色彩與實物有差距,太暗應補光;要當場檢查相片是否因手晃而模糊,即時重拍。近距離拍攝時,景深受限,可以調低快門,放大光圈,以增加景深。利用三腳架輔助拍照效果很好。

到野外尋找大型真菌時,帶著筆記本和鉛筆,以便記錄發現的大型真菌。先畫下發現的真菌,並將其特徵記錄下來,詳細準確記錄為調查時的準則。每次採集都要攜帶紀錄表(圖 12-3),詳細記錄以下各點:樣本的編號、採集地點、採集日期、採集人、生育地與分佈狀況、每個種的著生基質、分布和數量等。特別是蕈菇的棲地:包括生長在哪種樹種上或是鄰近有哪些樹木或者是真菌生長的方式:為單一出菇、散生、群生還是簇生;有無任何特殊的氣味、味道或乳汁;蕈傘、蕈柄、蕈褶、蕈孔或是蕈齒的顏色,顏色在採集後可能發生變化。記錄蕈菇破損後的任何顏色變化。記錄越多觀察到的特徵,將此種真萬鑑定出來的機會越大。

3. 樣本採集

一般田野調查不需要採集標本,以紙筆記錄或影像記錄為主,以保育這些大型 真菌,尤其避免採集已知的罕見真菌物種。當研究與保存有採集標本的需要時,必 須先完成文字或是影像的記錄後,才進行採集工作。你需要一個採集籃或採集盒放 置採集到的真菌樣本(圖 12-2B)。隨身攜帶有底的紙袋,將發現到的每種真菌分別 包裹起來,將不同種類的真菌分開,並保持其新鮮。小型易碎的真菌,可使用鋁箔 紙保護。不可將真菌放入塑膠袋中,它們會快速腐爛。真菌放入採樣盒時,可同時 放入葉片或苔蘚,可避免脱水。

採集時盡量保持菇體完整,如長在腐木上需連同菌索與附帶部分木材,長在土壤中,則需使用鏟子深入土壤挖掘出完整蕈柄。小心採集,避免干擾地下的根系與其他子實體,保障此種真菌的生存與繁殖。當採集真菌時,必須確定取得整個蕈柄,才能得到完整形態特徵,確認該種真菌是否有蕈托。記住,絕對不要食用任何採集到的真菌,除非有專家確保它是絕對安全的。採集完成可於標本袋上寫下相關的記錄。如採集種類很多時,最好提早返回,保留足夠時間做後續處理。一般是早上採集,下午處理,最好當天可以處理完,否則要放入冰箱保存。

4. 樣本處理

許多蕈菇的鑑定必須要有孢子印。選取一個蕈菇,切除靠近基部的蕈柄。將蕈

採樣編號:採集者:	紀錄者:日期:/採集地:	_
小樣區: 數量/頻率:/	習性:地上・腐木・腐枝・腐葉・枝葉・立木・糞上・地下	
生態:單生、散生、群生、簇生、其他:	孢子印:白・淡紅・黄・褐・黒・其他:	
菌蓋 顔色:白・紅・黄・紫・黒・褐・橙・灰・	綠·其他 直徑: cm/mm 菌肉:變色嚐味	
▲形狀 平滑 半球形 中凹形 湯斗形 (杯型)	▲表面 角鱗(翅鱗) 鐵維蘇膜 毛鱗 逸裂紋 颗粒结晶(小疣)	N.
中勝形 中凸形 鐘形(圓錐形) (是型)	集 東 東 東 東 東 東 東 東 東 東 東 東 東	
扇形(貝形) 半圓形 吊鐘形	平滑 條紋 殘膜 淡混狀 溝紋 圭	19 20
菌柄 颜色:白·紅·黃·紫·黑·褐·橙·灰· 菌肉:變色 其他 柄肉	緣·其他 大小:長 cm/mm 寬 cm/mm 丰	18
◆ 菌柄著生方式		16 17
中生 傷生 照例生 無柄	图 柱: 紡錘形 和筒形	15
	有假根形 建四中實 通過中空	13 14
平滑 除點 網紋 角鳞(翹鱗) 一般	叢生 假根狀 著生 strigose pad 連接根狀菌素	0 11 12
菌褶 顔色:白・紅・黄・紫・黒・褐・橙・灰 變色:黒・藍・紫・紅・其他 乳汁	· · 綵 · 夬他 鬼 · = = = = = = = = = = = = = = = =	9 10
◆菌褶箸生方式 _{1,700} 。 ◆菌褶或菌管排	列方式	.00
迎生	none	7
液 折.	3 展質可移動 嫌膜狀	5 6
連接直生 菌管 幽社	有横脈或分叉 菌環顏色:	4
環管 歯狀	◆菌托形狀	· W
◆褶線 全線 鋸歯狀 斑紋狀 波浪狀		7
	菌托颜色:	. 0

圖 12-3 真菌採集紀錄表

(資料來源:修改自 Lodge and Cantrell 1995)

傘的蕈褶或是蕈孔面朝下,置於紙片上,於蕈傘上滴一滴水,或放置吸了水的棉花球,避免蕈菇乾燥,有利孢子成熟與釋出,將碗覆蓋上去,使孢子落在紙上形成孢子印,不被氣流帶走,造成印跡模糊。如果蕈褶顏色是暗色,使用白色紙片;蕈褶顏色是白色,使用黑色紙片,使用投影片效果立體。有些蕈菇在數個小時內完成孢子印,有些花更多的時間,有時候可能需要一整夜。當你將蕈傘移開時,從蕈褶落下的孢子在紙上形成孢子印。可以噴上少許固定劑保存,試著用刷子刷看看孢子印邊緣,如果孢子移動則必須噴灑更多的固定劑,直到刷子不會使孢子模糊。

描述完特性,要製備成標本保存,乾標本是首選。多數真菌只能保持很短的時間就開始腐爛。一般採 30-40℃ 烘乾,製成標本。有些木質硬菇靜置溫暖乾燥處,數日便成了乾標本,不失顏色、不改形態。有些擔子菌需審慎處理,60℃快速烘乾可以保存顯微結構。子囊菌子座、木質標本常溫或中溫乾燥皆宜。太厚的標本宜切片保存,夾在吸水紙間壓平,一兩天即成。標本分別裝袋。標本烘乾後放置於-20℃或-80℃冰箱冷凍 24-48 小時,去除蟲與蟲卵,避免標本保存過程中遭蟲蛀。使用紙袋,或封口袋,或透氣塑膠袋加乾燥劑抽氣封口保存,使用標籤註明,再依序放入標本櫃或防潮櫃,建檔保存或貼一片標本在手繪圖旁。另一選擇是浸液標本,其配方為 1,000 毫升 70% 酒精加 6 毫升的福馬林液,標本投入前先以細線穿繫玻片或鉛塊在菌柄基部,置於標本瓶底部,使標本完全浸在浸液中,用蠟封住瓶口。

完成以上一連串之調查步驟後,可以得到不同環境下之大型真菌多樣性、族群量等等資料,這些資料需建檔保存,如果可以,建議製成 metadata 資料庫,以利後續研究或保育使用。

參考文獻

- Ammirati, J., Ammirati, S., Norvell, L., O'Dell, T., Puccio, M., Sedl, M. and Walker, G. 1994. A preliminary report on fungi of Barlow Pass, Washington. *McIlvainea* 11: 10-33.
- Ingold, C. T. and Hudson, H. J. 1993. The biology of fungi. Oxford, UK.
- Ishida, T. A., Nara, K. and Hogestsu, T. 2007. Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight host species in mixed conifer-broadleaf forests. *New Phytologist* 174: 430-440.
- Koide, R. T. and Dickie, I. A 2002. Effects of mycorrhizal fungi on plant populations. *Plant and Soil* 244:307-317.
- Lodge, D. J. and Cantrell, S. 1995. Diversity of litter agarics at Cuyabeno, Ecuador: calibrating sampling efforts in tropical rainforest. *Mycologist* 9: 149-151.

- Mueller, G. M., Bills, G. F. and Foster, M. S. 2004. *Biodiversity of Fungi-Inventory and Monitoring Methods*. USA, MA: Elsevier Academic Press.
- Mullan-Fisher, S. J. M., May, T. W. and Keane, P. J. 2002. The macrofungal community and fire in a Mountain Ash forest in southern Australia. *Fungal Diversity* 10: 57–76.
- Murakami, Y. 1987. Spatial distribution of Russula species in *Castanopsis cuspidata* forest. Transaction of the British Mycology Society 89: 187-193.
- O'Dell, T. E., Ammirati, J. F. and Schreiner, E. G. 1999. Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycetes sporocarps on a moisture gradient in the Tsuga heterophylla zone. *Canadian Journal of Botany* 77: 1699-1711.
- Schmit, J. P., Murphy, J. F and Mueller, G. M. 1999. Macrofungal diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany* 77: 1014-1027.
- Smith, S. E. and Read, D. J. 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Thompson, S. K. and Seber, G. A. F. 1996. *Adaptive Sampling*. New York: J. Wiley,
- Thompson, S. K. 1990. Adaptive cluster sampling. *Journal of the American Statistical Association* 85: 1050-1059.
- Thompson, S. K. 1991. Adaptive cluster sampling: Designs with primary and secondary units. *Biometrics* 47: 1103-1115.
- Thompson, S. K. 1992. Sampling. New York: J. Wiley.
- Yun, W. and Hall, I. R. 2004. Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany* 82: 1063-1073.

第十三章 保護區水文監測方法

施上粟* 黃國文**

一、水文循環及常見水文名詞解釋

水文學 (hydrology) 這個字眼是取自希臘字的「水」(hydro) 及「學科」(logy) 組合而成,因此,亦可稱為「研究水的科學」(王如意、易任 1992),舉凡有關水方面的任何研究,都屬廣義的水文學範疇,如水資源工程、水利工程、生態水文、生態水利、水質工程、水域生態等。另根據美國科學技術聯邦委員會 (Federal Council for Science and Technology) 的定義:水文學是研究地球上有關水的發生、循環、分佈、物理化學特性及其對環境的反應,包含對生物反應的科學。由此可知,水文學可涵蓋至生物棲息環境及生物對水的取用、需求等面向(王如意、易任1992;施上粟 2009)。

傳統水文學是應用水文分析方法,推估某一區域的水資源蘊藏量及極端水文事件,以作為工程開發、避災防險之用,近代水文學的研究則開始朝向生態面向發展,如「生態水文學」、「生態水利學」等 (Bockelmann, Fenrich, Lin and Falconer 2004)。許多棲地復育工程的成敗關鍵,常在於能否正確掌握當地的水文循環中的重要水文因子,如溫度、濕度、入滲量、降雨量、地下水位、潮汐等。水體主要有固、液、氣三態,即冰、水、水蒸氣的型態,在臺灣以水及水蒸氣的型態最為常見,這些型態的變化過程是受到太陽能的驅動使然,當太陽能以輻射方式傳遞能量至地球時,可融化冰化為雪水,亦可促使液態的水蒸發形成氣態的水蒸氣,水蒸氣因密度降低因而往上飄移,在逐漸往上空移動過程中受到冷空氣冷卻,能量再次降階形成小水滴,無數個小水滴集結成密度逐漸變大的大水滴時,就會因此形成降水,降下的水落到地面扣除截流、窪蓄、入滲後形成河流,河流匯集後受到重力影響往下游前進,最後在河口地帶出海(施上粟 2009;李鴻源、胡通哲、施上粟 2012)。水文循環過程中不但會帶動水體的運動,而且會伴隨許多營養鹽及泥沙的移動,是生態系統賴以健全的重要能量及動力來源。

^{*} 國立臺灣大學水工試驗所副研究員。

Associate Research Fellow, PhD, Hydrotech Research Institute, National Taiwan University.

^{**} 國立臺灣大學水工試驗所技士。

Researcher, PhD, Hydrotech Research Institute, National Taiwan University.

水文及水利工程上常使用幾個簡易參數,用來表示上述的物理現象,以下摘錄 幾個比較見的水文名詞加以説明:

- 1. 流速:河槽斷面內各部位的水流速度並不均匀。由於水流的阻力來自河槽 周邊,因此離周邊愈遠,阻力的影響愈小,流速被減降的程度也愈小。當 洪水漫過高灘地時,河槽流速將大於高灘地流速。由於高灘地流速較小, 因此,由河槽往高灘地的水流所挾帶的大部分泥沙將在高灘上淤落,導致 灘面逐漸升高。
- 2. 水深:河槽之水深一般以平均深度來代表,亦即以過流面積除以流寬所得之值。愈深則水流受河槽周邊阻力之影響愈小,因此流速較大。另一方面,水流愈深則單位槽床面積上之水體愈重,其在水流方向之作用分力也愈大,流速也自然愈高。
- 3. 河寬:河槽內水流寬度通常以水面的寬度來代表。流寬愈大則水流愈分散、水深愈淺,受河槽周邊阻力之影響也愈大,流速也相應愈小。從水流作用力之平衡角度來看,寬淺水流之重力大量被河槽周邊阻力所抵銷,用來推動水流的淨重力變小,流速也自然相應變小。
- 4. 流量:為影響河川水理特性的重要因素。流量大,則水深必大、河寬也大。 如前所述,水較深則流速相應較大。枯水期時流量較小,水流僅侷限於深 槽內。當流量大於平灘流量時,水流會漫流至高灘,形成河槽內急流與高 灘上緩流同時存在的流況。
- 5. 豐水期及枯水期:臺灣的降雨受颱風影響極大,在每年 7 月至 10 月間是颱風好發時期,此時稱為豐水期,這時會有比較大的降雨事件,河川中通常會有比較多的流量,水流呈現比較湍急的現象,水位也比較高。而每年11 月至隔年 3 月間則通常會有比較低的流量,大部分是豐水期時蓄積於上游集水區表土下的地下水所流出,此時稱為枯水期,常可見河床露出水面。
- 6. 洪水頻率:洪水是指流量較尋常流量為大而可能造成災害之水流,但其數值在水文學上並無明確定義,大部分發生於豐水期時。在分析上,一般是將一水文站每年所測得最大的洪水尖峰流量組成一由大至小的序列。再利用統計分析方法計算獲得發生大於該洪水流量之機率(或稱為頻率);而機率之倒數即為洪水的重現期距(再次發生所需的統計時間)。如:1%機率的洪水即為100年重現期距之洪水。
- 7. 洪水歷線:歷線 (hydrograph) 是指一特定水文事件的時間變化過程。因此 洪水歷線是指一場洪水事件的發生經過,由洪水歷線可獲得許多寶貴的水 文資訊,如洪峰流量 (peak flow)、洪水稽延時間 (retention time)、漲退水 時間等。

8. 福祿數:一般縮寫為 "Fr. no.",在物理意義上是指水體運動時內在重力 (gravity force) 與慣性阻力 (inertia force) 關係的特徵量。當福祿數大於 1 時,稱為超臨界流 (supercritical flow),通常發生在上游坡陡流急的水域,福祿數小於 1 時,稱為亞臨界流 (subcritical flow),通常發生在下游水深流緩的水域。

二、水文資料蒐集及調查

(一)降雨量

降雨量、降雨時間、降雨強度、雨型分布等資料,攸關保護區的水量估算、水量維持,對於部分不與河川等長流水系直接連通的區域,降雨量更是維持生態系統健全的主要關鍵,如陽明山夢幻湖、桃園地區埤塘系統等。降雨量可就近引用中央氣象局、經濟部會銜水利署、臺灣電力公司、農田水利會、臺灣糖業公司或其他相關單位雨量站資料,或自行設置雨量站進行監測。

(二)地下水

地下水的調查主要目的在瞭解該區域的地下水位,若地下水位接近濕地或保護區水位,則地下水有維持濕地或保護區水位的功用,地下水位調查若於經費始可下,可接續進行床質調查,一般採用標準貫入試驗方式進行底質採樣,採取河床以下數米深的底質,分析其床質為沙、礫或泥等,以推估是否有水體滲漏的問題(圖13-1)。亦可就近引用經濟部會銜水利署、農田水利會、臺灣糖業公司或其他相關單位地下水相關資料,或自行設置地下水位監測站。



圖 13-1 標準貫入試驗底質採樣照片 (無尾港水鳥保護區)

(三)蒸發量

蒸發量可就近引用中央氣象局、經濟部會銜水利署、臺灣電力公司、農田水利會、臺灣糖業公司或其他相關單位蒸發量資料,或自行設置蒸發皿進行蒸發量監測。而裝設蒸發皿可較準確估算蒸發量(如圖 13-2),蒸發皿裝置完成後,亦可配合自動紀錄器,進行水位及溫度的自動記錄。



圖 13-2 蒸發皿裝置完成後照片 (無尾港水鳥保護區)

(四)地表水

1. 水位

濕地水位監測可分為自動記錄及人工觀測,儀器自動記錄則可裝設壓力式、超音波式、雷達波式、浮筒式及電磁式等水位計,配合自動記錄器,即刻完整自動記錄水位資料(圖 13-3);而人工監測方式,則需於現場設置水尺,再以人工至現場讀取水位資料,並記錄於記錄紙。



圖 13-3 自動記錄水位計以 PVC 管套覆後貫入泥灘地示意圖 (挖子尾自然保留區) (資料來源:施上粟等 2012)

2. 流量

流量的計算除需進行水深調查(亦可由前述之水位調查結果進行轉換),也需同步進行流速調查。部分水域如河口地帶,因為受到潮水漲退的影響,水位會有明顯起落現象(圖 13-4),此時流速會於漲退潮時呈現出不同流向,流量也因受到流速的流向影響,而有正、負之分,因此流量調查前宜先釐清調查區域是否為感潮區。

潮水漲退是以潮汐波傳的方式,將動能往上游河川傳遞,造成水位起落及流向變化外,也同時將河口的水體鹽分往上游帶動,鹽分的傳輸牽涉到比較複雜的對流及擴散行為,在此不予詳述,讀者若有興趣,可自行查閱相關書籍。前述鹽分的傳遞有時會造成水體在水深方向上的密度差異,稱為層化現象 (stratified),這種密度差異的層化現象會造成水體表層及河床表層的水流,在漲退潮時有不同的流向,而增加流量的量測困難及誤差。本文所討論的感潮水域之水文調查是假設該區域的層化現象不明顯,基本上處於鹽分均匀混合的狀況 (fully-mixing)。

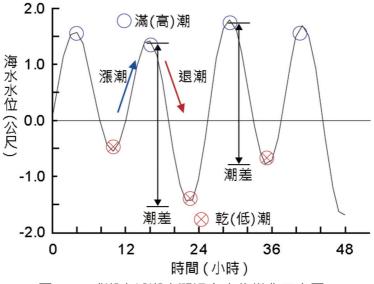


圖 13-4 感潮水域潮水漲退之水位變化示意圖

(1) 非感潮水域

一般採用穿越線法進行水深及流速調查,每個斷面每隔若干距離調查一點流速、水深值(如圖 13-5),流速調查可採用較簡易之一維旋槳式流速儀或其他型式流速儀,惟流速儀最好能有 0.01 m/sec 精度,水深由調查人員以刻度尺於水中直接量測而得,若水深過深或流速過快無法涉水時,另需以較精密儀器進行調查(如測深儀)。數據攜回實驗室後,再以梯型積分法計算斷面流量值,流量與水深及流速的關係如下式。

$$Q = \sum A_i \times \bar{U}_i \tag{1}$$

$$A_i = B^i \times (H_{i-1} + H_i)/2$$
 (2)

$$\bar{U}_{i} = (V_{i-1} + V_{i})/2 \tag{3}$$

其中, V_i 為該測點流速、 \bar{U}_i 前後測點的流速平均值、 H_i 為該測點水深、 B_i 為 前後測點寬度、 A_i 為前後測點間之水體面積、Q 為該斷面流量。

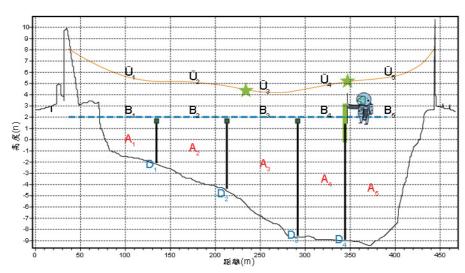


圖 13-5 穿越線調查法調查流量示意圖

(2) 感潮水域

感潮水域需進行一個完整潮週之流量量測,稱為全潮測量。全潮測量作業可於 汛期做一次測量(大潮),非汛期時選一個水文狀態不同的時間點(小潮),再做一 次藉以比對。每個調查點配合斷面地形設定 2-3 個橫向調查點(如圖 13-6)。流量 計算方法及調查流程説明如下(盧道杰等 2012):

$$V_L \stackrel{\text{de}}{\otimes} V_R = (V_{0.8H} + V_{0.2H})/2$$
 (4)

$$V_{\text{average}} = (V_L + V_R)/2 \tag{5}$$

$$Q_i = A_i \times V_{average}$$
 (6)

式中, V_L 為左岸流速、 V_R 為右岸流速、 $V_{0.2H}$ 為 0.2 水深位置之流速、 $V_{0.8H}$ 為 0.8 水深位置之流速、 $V_{average}$ 為平均流速、 Q_i 為 i 時刻某斷面之流量、i 時刻某斷面之通水面積 $A_i = H_i \times B_i$ ' H_i 為 i 時刻某斷面之水深, B_i 為 i 時刻某斷面之河道寬度。 $L_i = (L_1 + L_2)/2$ 為控制長度, L_1 :該斷面至上游次一斷面之河心距離, L_2 :該斷面

至下游次一斷面之河心距離。

- i. 水深量測:每小時量測一次。
- ii. 流速量測(流速儀):每小時量測一次。若水深超過60公分(大約是膝蓋的高度),量測四點不同水深的流速以瞭解分層現象(0.2H, 0.4H, 0.6H與0.8H,由水面往下算),流速為V0.2 + V0.8/2。若未超過60公分,則量測三點(0.2H, 0.6H與0.8H),流速為V0.6。
- iii. 鹽度量測:每小時量測一次。垂向(水深方向)採樣,若水深超過 60 公分(大約是膝蓋的高度),量測兩點(0.2H與 0.8H,由水面往下算);若未超過 60 公分,則量測一點(0.6H)。
- iv. 懸浮顆粒濃度量測:各調查點每次採樣僅取一個樣本。每次調查時,各調查點僅需優先在第一個或具代表性的橫向調查點,採取 0.6H 深度的水樣。

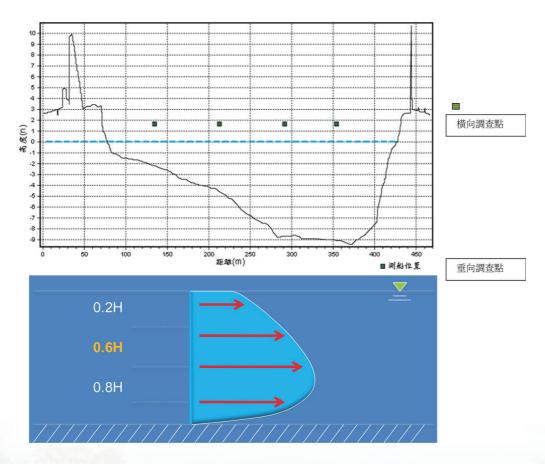


圖 13-6 橫向及垂向流速及水深調查示意圖

以作者曾主持及參與過的淡水河及無尾港濕地全潮測量為例,其作業步驟可概 分為行前準備、現地前置、調查作業與後續作業四部分,簡述如下:

(1) 行前準備:

- i. 進行兩次教育訓練;第一次主要內容是任務編組、儀器操作、流程講解 與教學;第二次主要內容是實際操作、確認執行正確性與故障排除。反 覆執行流程,直到所有步驟皆正確無誤。
- ii. 水文量測一週前,人員至現場勘查完成各斷面繩索固定事宜,並確認裝備。
- iii. 校正水質量測儀器, 並確認可正常操作。
- iv. 確認各流速儀皆可正常操作。
- v. 準備所需的設備清單,重複確認。

(2) 現地前置:

- i. 組裝流速儀,確認其可正常操作。
- ii. 各小組成員重新檢視一次調查流程,並想像模擬操作所有動作,確認所有步驟皆無疑慮。
- iii. 確認無誤後,以對講機告知機動組。
- iv. 進行測試調查,再進行正式進行第一次調查。

(3) 調查作業

- i. 流量量測小組 3-4 人,每隔一個小時進行一次水深、流速、鹽度與懸浮 質濃度調查。
- ii. 水質調查組 2 人,輪流到各調查點,將水質量測儀器 1 置入採樣瓶中, 以順時針緩慢旋轉儀器至讀數穩定,並記錄 pH、Temp、EC、鹽度與懸 浮顆粒濃度於記錄紙中。
- iii. 機動組 2 人, 視作業情況進行資料繕打, 並初步檢視資料是否有誤, 負責處理所有突發狀況, 支援各調查小組。

(4) 後續作業:

- i. 全潮測量後,進行儀器設備的拆卸與清點確認。
- ii. 儀器攜帶回實驗室後,立即進行儀器的清洗工作,以免儀器設備遭鹽水 侵蝕損壞。
- iii. 清洗完畢後,置放於實驗室之固定位置。

三、水文分析

(一)水文收支模式

濕地或保護區的水文監測包含各項水文因子,根據水流的連續性原理,可建立水文收支模式 (water-budget model)。本文依據水文收支模式各因子之特性,區分為降雨量、地表水、地下水及蒸發量等因子,完成前述之水文資料蒐集及調查後,可將各項水文因子套用在水文收支模式中,分析各項水文因子所佔比重,及影響保護區或濕地的主要水文因子,可用以擬定相關之保護計畫。水文收支模式公式如下:

$$P + I + G_I = E + O + G_O + d_S$$
 (7)

其中,P 為降水量;I 為地表水入流量; G_I 為地下水入流量;E 為蒸發量;O 為地表水出流量; G_O 為地下水出流量; d_S 為濕地蓄水體積改變量。

(二)頻率分析

選用相關機構或單位適合的雨量站歷年年最大降雨量資料,經轉換成雨量強度後進行頻率分析,採用各歷時的降雨資料進行頻率分析,求得各重現期的降雨強度。例如水利署與臺灣電力公司的雨量站資料可採用 10、30、60、90、120、180、360、720、1,440 及 2,880 分鐘,共 10 個歷時的降雨資料進行頻率分析。此外,氣象局雨量站無短歷時(分鐘)資料,則可採用 1、2、3、4、6、8、10、12、18、24、48 小時,共 11 個歷時的降雨資料進行頻率分析,最後求得重現期 2、5、10、25、50、100 及 200 年的降雨強度。

(三)降雨逕流分析

降雨逕流分析是指經由一場降雨事件,即可推算獲得該集水區的流量歷線或洪峰流量值。降雨逕流分析有許多方法可以選擇,跟雨型設計、頻率分析方法、逕流歷線等有關,一般簡化上可採用合理化公式進行推估。

合理化公式為 Kuichling (1889) 所推演的經驗式,因為應用簡單,常被使用於小型集水區的洪峰流量推估。在沒有實測資料的地區應用合理化公式時,需先求得集流時間,令集流時間等於設計暴雨歷時 (duration),再選定設計暴雨的重現期,根據選定地區的降雨強度歷時頻率曲線,即可決定設計降雨強度。合理化公式如下:

$$Q_{p} = \frac{1}{3.6} CIA$$
 (8)

其中, Q_p 為洪峰流量 (cms);A 為流域面積 (km²);C 為逕流係數;I 為平均降 雨強度 (mm/hr)。

(四)超越機率分析

經由資料蒐集或調查所獲得之水文統計資料(如水位記錄),可再以韋伯法 (Weibull method)分析各水文值的發生機率 (Chow 1988)。將所有水位值依大小排序,以韋伯法計算超越機率 (exceeding probability),用以推估保護區或濕地的某種水位等水文值所佔百分比(示意如圖 13-7)。超越機率公式如下:

$$P(\%) = m/(N+1) \times 100$$
 (9)

其中,P 為第 m 筆水位之超越機率、m 為該筆水位之資料序位,N 為全部水位之資料總數。

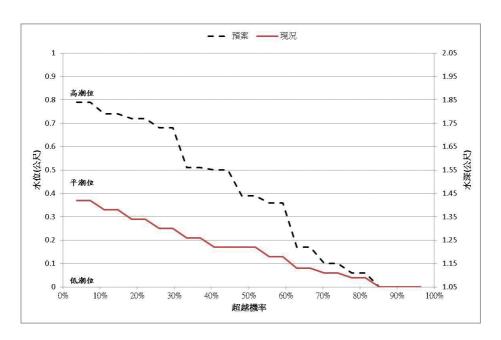


圖 13-7 水位超越機率示意圖 (無尾港水鳥保護區資料) (資料來源: 盧道杰等 2012)

四、結論與建議

水文循環過程造就許多重要的地球生態系統,水文學理論的掌握能讓生態工程專家對修復生態系統擁有更佳的自信。這些水文資料的掌握也能作為分析特定物種棲地需求的基礎,對保護區的保育目標實踐相當重要。過去的經驗顯示,若無法正確掌握濕地的水文現象,無法瞭解為何某些濕地會呈現快速陸化現象,也就難以提出比較具體可行的改善方案。因此建議,在經費許可下,並視個別保護區的特色及

保育重點,規劃一套可行的水文監測計畫,水文監測計畫應區分短期特定調查及長期監測調查,兩者同樣重要,但目的略有不同。

參考文獻

Bockelmann B. N., Fenrich, E. K., Lin, B. and Falconer, R. A. 2004. Development of an ecohydraulics model for stream and river restoration. *Ecological Engineering* 22: 227-235.

王如意、易任 1992。應用水文學 (新編上冊)。臺北:國立編譯館。

李鴻源、胡通哲、施上粟 2012。水域生態工程。北京:中國水利水電出版社。

施上粟 2009。生態旅遊:保育、水利與環境。臺北:華都文化。

施上粟、袁孝維、黃國文、盧道杰、洪崇航 2012。新北市挖子尾自然保留區 100 年度生態資源監測作業委託服務 (新北市政府農業局委託研究計畫)。新北市: 新北市政府農業局。

盧道杰、施上粟、黃國文、楊勝崎、游紫晴、蔡博文、鍾明光 2012。宜蘭無尾港 濕地全潮調查及陸化原因探討。農業工程學報 58 (4): 41-50。

第十四章 應用近景攝影測量於特殊地景 景點之監測

呂政豪* 何立德**

一、常用的地景監測項目與方法

臺灣的地景保護區需要什麼樣的地景監測項目與監測方法?監測範圍與頻率為何?是保護區經營管理者經常思考的問題。如何立德與呂政豪 (2012) 所述,監測工作與景點的特性、景點的良好狀態 (favourable condition status, FCS) 與景點的保育目標息息相關,常需要依保護區個案情況與需要來設計。表 14-1 整理了常用的地景監測項目與方法,包括大空間尺度的遙感探測(如衛星影像和航空照片)與航空測量(航空照片與航空光達),到小尺度的地面測量(如全站儀、公分至公釐級的 GPS 測量、地面三維雷射掃描儀、地面光達等),可針對保護區與鄰近地區的地表覆蓋 (land cover) 與特殊地貌與作用進行監測(林俊全 2003、2004、2005、2006、2007、2008、2009、2010;童傳浩 2011;齊士崢等 2012)。

然而,上述監測方法經常需要使用昂貴的測量儀器與遙感探測資料,使用者也需要有一定的專業知能,才能進行操作與分析。由於這些監測方法的專業知識與技術的門檻太高,使得自然保護區第一線工作人員或地方社區團體志工不容易參與投入。因此,本文將介紹另一種相對較容易進行的地景監測方法:近景攝影測量法(close-range photogrammetry, CRP),期望未來能逐漸發展成社區團體參與保護區監測工作時的工具之一。

^{*} 國立高雄師範大學地理學研究所博士候選人。通訊作者:valjean1816@gmail.com。
PhD candidate, Institute of Geography, National Kaohsiung Normal University, Corresponding author.

^{**} 國立高雄師範大學地理學系副教授。
Associate Professor, Department of Geography, National Kaohsiung Normal University.

區內分區

監測頻率 *

監測項目

監測方法

农 14-1 市先的地景血剧文情英项目					
變動頻繁的地區 (天然或人為)	變動不頻繁的地區				
季~年	3~5年				
保護區重要地貌與地質剖面露頭的變化					
保護區與鄰近地區的地表覆蓋與變化					

尺度

大

小

表 14-1 常見的地景監測技術與項目

地面測量(全站儀、GPS、地面三維雷射掃描儀,地面光達,

衛星影像判釋(地表覆蓋與分區)

近景攝影測量,局部地貌監測 **)

航照判釋(地貌分類與分區) 航空光達測量(地貌變遷)

二、近景攝影測量

(一)什麼是近景攝影測量

同樣利用傳統航空攝影的基本原理,攝影測量專家已可以從三腳架上的相機 (Matthews et al. 2006) 或者是從無人空中飛機 (UAV)、氣球上的相機 (黃灝雄、林士淵 2003),所拍攝出的照片生產出立體圖像與數值地表模型,並進行相關的量測工作 (digital surface model, DSM)。由於拍攝物與相機鏡頭之間的距離小於 300 公尺 (1,000 呎),因此稱為近景攝影測量法。近景攝影測量法的解析度或地元解析度為 0.25 公厘,空間精度可達到 0.025 公厘,因此對於近景攝影的圖資而言,其解析度是沒有受限的 (Matthews et al. 2006)。

過去近景攝影技術雖然能生產出高品質成像,但其生產過程相當繁瑣且費時,主要是因為需要應用傳統的技術、工作流程和設備,才能生成近景的圖像資料。但近幾年來,隨著三維立體測量的軟體與演算法(像機率定、影像匹配)的改善、以及高解析度的數位相機和電腦的發展與普及,徹底改變了近景攝影測量的技術與使用的門檻。有了這些新發展,近景攝影可從實驗室移動到野外進行,也可從訓練有素的攝影專家手中,移轉到一般田野工作者的手中,及時記錄偏遠地區的地景影像資訊。日後透過室內的三維影像軟體處理,產製出的數值地表模型,量測地物的幾何型態,成為地景研究或監測上的重要工具 (Matthews 2008)。

^{*}特定事件後(地震、颱風、人為大規模開發等),亦進行地貌與地表覆蓋監測。

^{**} 考慮可以發展簡化模組,成為管理單位或社區可執行的監測方法。

(二)近景攝影測量的原理與進展

近景攝影測量主要的目的,除了可量測拍攝物體(地景)的形狀、位置等幾何型態資訊外,更重要的功能是可從兩張重疊的影像重建地物的三維立體模型。倘若賦予這模型三點以上的絕對座標後,即可成為一幅具有絕對空間資訊的數值立體模型。如此一來,此模型可與其他相同座標系統的圖資或影像,進行疊合或處理相關的空間分析。

近景攝影測量是如何產生三維立體模型?人有兩隻眼睛,左眼獲取左側影像, 右眼獲取右側影像,在大腦重疊同時影像後,就能看到三維的立體景觀。也只有用 雙眼同時觀察地物時,才能判斷景物的遠近。在此立體視覺的原理下,相機相當於 人的眼睛,透過從不同攝影地點對同一地物拍攝了兩張影像後,由於地物相對於相 機有距離遠近的不同,因而產生視差的效果,進而得知地物的相對位置,生產出立 體模型。因此,相機畫質、焦距、兩攝影點之間的距離與相機和攝影物體之間的距 離,都會影響近景攝影測量成果的精度。

早期近景攝影測量所採用的相機,為光學特性佳、機身結構穩固的量測專用相機,以符合高精度的測量需求。近年來因為數位相機與個人電腦的普及,以及處理軟體和演算法的進步,非量測性的消費相機應用於近景攝影測量上的想法,也證實是可行的(鄒芳諭 2009;廖彥舒 2004)。於是近景攝影測量逐漸轉變為低成本、高精度的測量工具,在邊坡監測、古蹟與文物建模展示、考古學、工業管線測量、生物醫學測量與刑事案發場等領域有了廣泛的應用。對於地形地物的測量精度上,若在正確的操作流程與良好的測量控制下所產製的三維立體模型的精度,甚至可與動輒數百萬與繁瑣處理流程的地面雷射掃描儀相媲美,達到公釐級的測量水準(吳笛豪 2008; Cardenal et al. 2008)。

(三)近景攝影拍攝流程與規劃

近景攝影測量的原理為測量的交會方法,當投影光線通過透鏡中心(相機與鏡頭)、在相片上及實際地物所對應的位置,也就是這三個點應會連接成一直線,數學上即可用此三點共線所組成的共線方程式來進行像點座標的量測(圖 14-1)。簡單而言,重建地物三維模型的流程,需對地景拍攝一組以上的重疊影像,重疊範圍須在 60%以上,獲取影像上足夠的共軛點 (tie point),進行空間後方交會,藉此得知相機在拍攝時的空間位置與姿態。當兩攝影點的相機皆還原其拍攝方位,即可進行空間前方交會,解算兩影像相應的像元點三維座標,重建依原比例縮小的地物立體模型。在實際的操作上,為達到合乎測量需求的精度,需依照圖 14-2 的流程進行操作。

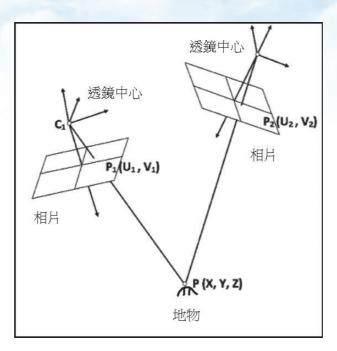


圖 14-1 近景攝影測量原理示意圖

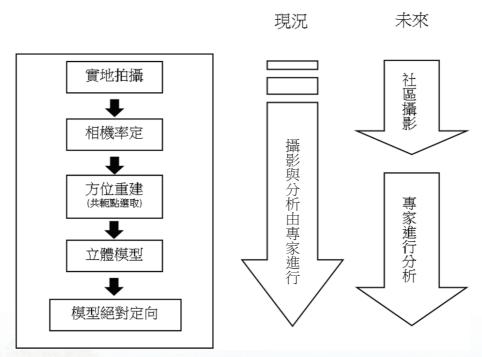


圖 14-2 近景攝影測量操作流程與未來發展構想

近景攝影工作流程的第一步就是要瞭解拍攝目標物的特性,如地景的規模、範圍、拍攝物體周圍的環境情形、天氣狀況與陰影區、圖像的精度和格式…等。基本上,照片拍攝需涵蓋整個目標地景區,以獲取完整的影像。當掌握拍攝目標物特性後,後續的拍攝規劃可分以下三個部分説明:

- 1. 拍攝器材:今日主要的拍攝像機可分為單眼相機與消費型相機,大抵上, 單眼相機因具有較高的畫素與穩定的光學特性,其精度會較佳;而單眼相機若採用 定焦鏡頭,亦可有效提升其量測成果。此外,拍攝時需手動將焦距調製至無限遠。
- 2. 拍攝方式:拍攝目標物的方式,可分為平行拍攝、交會拍攝、等偏或等斜拍攝與旋轉多基線法,其拍攝示意圖可見圖 14-3。由於平行拍攝則對於電腦運算較為容易,為目前主流的拍攝方式。拍攝時相鄰攝影站重疊率須達 60% 以上,攝影站的個數至少要 3 個以上,可達較佳的精度。理論上,攝站距離 (B) 與物距 (H) 之間的比率 (B/H) 將會決定測量精度。B/H 值越大越佳,而交會拍攝則可增加 B/H 值及影像重疊區域,精度較高,但卻比較不利進行影像自動匹配。因此折衷的辦法是,首尾攝影站距離應大於物距的 55%,以確保最大交會角不小於 30 度而確保精度;相鄰攝影站的基線長度應小於物距 20%,確保交會角小於 10 度,以利於影像自動匹配。旋轉多基線則為近期較為新興的拍攝方式,其原理類似今日的全景拍攝方法,在一地旋轉拍攝全景後,再至相鄰點拍攝全景,從鄭芳諭 (2010) 與龍治平(2008) 的實驗數據得知,旋轉多基線的精度較平行拍攝尤佳,適用於遠距離或拍攝地形複雜時,但須拍攝較多照片,後續處理較為繁雜為其缺點。

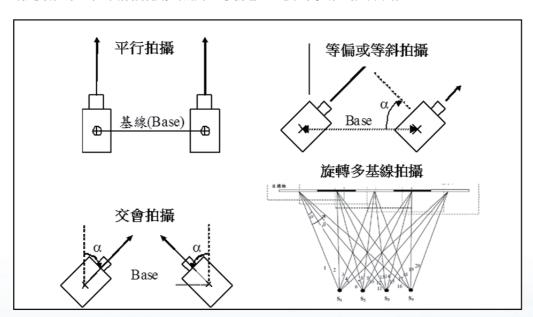


圖 14-3 攝影測量拍攝方式示意圖 (資料來源:柯濤 2008)

3. 其他應注意事項: 近景攝影測量的精度除受上述兩者的影響外, 尚應注意以下的拍攝事項, 如拍攝仰角盡量不超過 30 度, 因當仰角越大時, 將會造成影像傾斜與影像遮蔽的問題。此外, 須注意拍攝時的光線, 若有大部分的陰影區或逆光, 亦可能造成影像匹配與後續解算的問題。拍攝時應縮小光圈與確保快門不會造成晃動, 確保目標物完全在景深之內。

(四)方位重建與三維立體模型建立

除現地的拍攝外,近景攝影測量最主要的兩個步驟是方位重建及地物三維模型重建。方位重建的目的是為還原拍攝時相機透鏡中心的位置及相片的位態,其中又可分為內方位重建與外方位重建。透過相機的率定,可得知相機焦距、像主點位置以及鏡頭的透鏡變形改正值,此即為相機的內方位重建,由此可還原拍攝時透鏡中心與相片的關係。現行許多商用軟體,如 iWitness、PhotoModeler等,均提供相機率定的校正。

而外方位重建則是想要恢復相片與拍攝地物之間的相互關係。每張照片均有六個外方位參數 (X0,Y0,Z0,ω,φ,κ),除透過量測三個以上的絕對空間座標,可獲取此六個參數,另一個方法就是透過共軛點的選取,暫時還原兩照片間的相對位置與姿態,此稱為相對定向。一旦恢復了透鏡中心、相片與被攝體的相對關係,即可投過空間前方交會法與影像匹配技術,解算未知的空間三維座標,獲得立體模型。當立體模型建立後,若欲還原成地面座標系統的位置,則必須進行座標系統的轉換。此一程序則需要藉由測量地面控制點來完成模型的平移、比例尺縮放與旋轉量,以完成絕對座標系統的空間定位。

(五)澎湖大池海岸柱狀玄武岩火山頸地貌的監測

1. 個案介紹與使用設備

澎湖大池海岸位於澎湖西嶼島西側海岸,此段海岸主要由矽質玄武岩與下伏的泥岩層所構成。在波浪與風化作用的侵蝕下,形成多樣性的海崖與濱臺地形。在地質景觀上,本段海岸柱狀節理發達,特別是在大池中段的海崖出露一高約6公尺的玄武岩柱狀節理,其節理構造呈百褶裙狀,依據柱狀節理構造與當初岩漿冷凝收縮接觸面之關係,此柱狀節理構造可能為一火山頸遺跡(莊文星、陳汝勤、林長興、洪清林2007),指示此地為當時在岩漿通道中侵入的岩漿匯聚並上引的位置。故此一火山頸地景除了具有彎曲柱狀節理的線型特徵外,亦具有火山學上的地質意義,為一處特殊的地形景觀。

此外,海崖的後退模式、作用與崩塌量間的關係,一直是岩石海岸研究的重點。若能對此海岸進行長期的監測,瞭解其崩塌量體與其作用、岩石抗力間的關係,將

有助於理解海崖的後退機制,也有助於該特殊地景的經營管理。因此本文選擇大池 海岸的火山頸地貌進行近景攝影測量,主要目的為建立此一地質景觀的數值地形模型,並檢核其精度,以此驗證近景攝影測量應用於地景監測的可行性。

本次監測所使用的儀器有數位相機、色球、全測站與高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統 (e-GPS),如圖 14-4 所示。數位相機是 Olympus EP3 搭配 Panasonic 20mm F1.7 的定焦鏡,最高畫素為 1230 萬畫素。色球則是帶有鐵釘的著色乒乓球(直徑 3 公分),可插入岩石裂縫中做為標示控制點與檢核點之用。全站儀與 e-GPS 則為檢驗精度的儀器,其中 GPS 是採用 Leica 1200,與國土測繪中心所建置的 e-GPS 系統進行 VRS-RTK 的測量,以獲得當地的絕對空間座標。接下來再以全測站 Trimble 5600 量測佈設於岩體上的色球(即控制點與檢核點),最高精度可達 2mm ± 2ppm。

2. 拍攝計畫與檢核點的設置

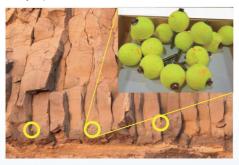
本拍攝方式主要採用平行拍攝法,並在兩側增用交會拍攝,以增加 B/H 值與影像重疊區域。相鄰相片重疊率均達 60% 以上,已滿足立體像對之基本要求。本次拍攝一共有 11 個攝影站,其拍攝時的位置與姿態可見圖 14-5。當拍攝完畢後,馬上於野外進行相機率定,以記錄拍攝時的相機與鏡頭參數,作為重建內方位所用。為檢核所重建的火山頸立體模型精度,共佈設 20 個檢核點與 3 個控制點,控制點是作為立體模型的絕對定向所用,其點位分布可見圖 14-6。



Olympus EP3 數位相機與 20mm 定焦鏡



e-GPS 佈測控制點



使用色球佈設控制點與檢核點



全測站量取座標

圖 14-4 所使用的地貌監測設備

攝影測量的兩大工作是方位重建與立體模型建立,在內方位求解的部分是採野外相機率定,將率定參數輸入商用軟體內。而外方位重建,本文則採用兩相片的共軛點選取,來還原相機的相對位置與姿態,求解相片的相對定向。每幅像對均選取5個以上的共軛點,當共軛點數量足夠時,軟體會以共面條件式使所有共軛點投影光線相交,完成影像的相對定位。當共軛點的精度滿足軟體要求時,即可進行影像匹配,建立立體地形模型。

3. 立體模型生製與精度檢核

本文由以上步驟所建立出的三維點雲與紋理貼圖可見圖 14-7。為了檢驗近景攝影測量所產製的火山頸三維模型的精度,由軟體所生產的專案報告可得知模型的內部精度,其總誤差為 0.608 pixel,符合軟體限定的 1 pixel 以下的精度需求。

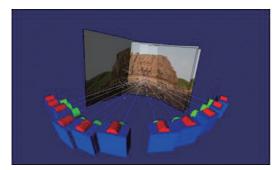


圖 14-5 相機拍攝位置與數量



圖 14-6 控制點與檢核點分布位置

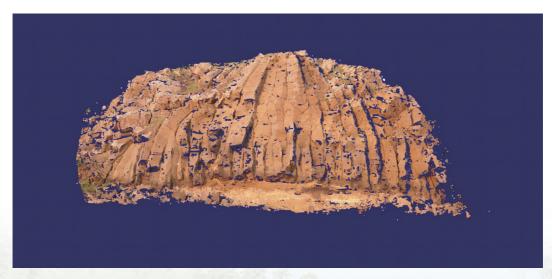


圖 14-7 大池火山頸立體模型與紋理貼圖

一般在探討模型的外部精度時,則採用均方根誤差 (root mean square error,RMSE) 公式計算檢核點的精度。均方根誤差的原理為經由計算被檢核點位座標(立體模型)與相對應的高精度檢核座標(全測站座標),兩者座標在 X、Y、Z 任一方向差值之平方和平均值的平方根,透過檢驗 X、Y、Z 方向與總均方根誤差數據,以了解被檢驗的立體模型精度。均方根誤差公式如下:

$$\begin{aligned} & \text{RMSE}_{\mathbf{X}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(X_{data,i} - X_{check,i})^2}{n}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \Delta X_i^2} \\ & \text{RMSE}_{\mathbf{y}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(Y_{data,i} - Y_{check,i})^2}{n}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \Delta Y_i^2} \\ & \text{RMSE}_{\mathbf{z}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(Z_{data,i} - Z_{check,i})^2}{n}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \Delta Z_i^2} \\ & \text{RMSE}_{\mathbf{r}} = \sqrt{RMSE_X^2 + RMSE_Y^2 + RMSE_Z^2} \\ & = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{((X_{data,i} - X_{check,i})^2 + (Y_{data,i} - Y_{check,i})^2 + (Z_{data,i} - Z_{check,i})^2)}{n}} \end{aligned}$$

n 為檢核點總數 RMSEr 為三軸方向總體誤差

X_{data,i}、Y_{data,i}、_{Zdata,i} 為檢核點 i 在立體模型的座標

X_{check,i}、Y_{check,i}、Z_{check,i} 為檢核點 i 在全測站的座標

△Xi為檢核點i在X方向座標值的差值

 $\triangle Y_i$ 為檢核點 i 在 Y 方向座標值的差值

△Zi為檢核點i在Z方向座標值的差值

本文所建置大池火山頸立體模型,其三軸的均方根誤差皆在 10 公分以下 (表 14-2),平面精度稍較高程精度佳,整體誤差則為 14 公分左右 (各檢核點之均方根 誤差可見圖 14-8),如此精度已足以用於玄武岩海崖的監測上,往後若能有分布良好的控制點與共軛點,以及改善絕對定向的座標轉換演算法,將可進一步提高立體模型的精度。

表 14-2 大池火山頸立體模型外部精度表

	檢核點	X-RMSE	Y-RMSE	Z-RMSE	Total-RMSE
	數量	(m)	(m)	(m)	(m)
外部精度	20	0.080	0.081	0.094	0.142

三、結語

由大池火山頸的案例可見,由近景攝影測量所建立的立體模型已可滿足基本的地景監測需要。在後續的延伸應用上,除了可將照片貼附在模型上以做視覺化的展示外,另可在軟體上進行幾何型態的量測,或者可進一步將點雲輸出至GIS軟體上,進行相關圖資的疊合與地形分析。日後若有相同區域的立體模型即可得知海崖的型態變化,並可計算其崩塌量體積,以此理解海崖後退的機制。

由於此種監測方法所使用的相機,已從昂貴的專業相機發展成一般消費型相機即可操作,加上拍攝過程僅需注意一些原則,因此對於第一線工作人員與地方社團成員來說,是十分容易上手的測量方法。但後續的監測影像處理與分析仍需專業的軟、硬體配合,目前整個近景攝影測量監測工作要完全讓現場工作人員或團體成員來進行,仍有其限制在。因此,現階段可以培訓現場工作人員與地方團體成員熟悉近景攝影測量的拍攝與相機率定流程,訓練他們成為野外觀察記錄者,拍攝的相片除了可以進行地景的質性描述外,成對的相片資料也可以回傳給專家學者進行後續的資料處理與分析,以達到量化地景變遷的目的(圖 14-2)。

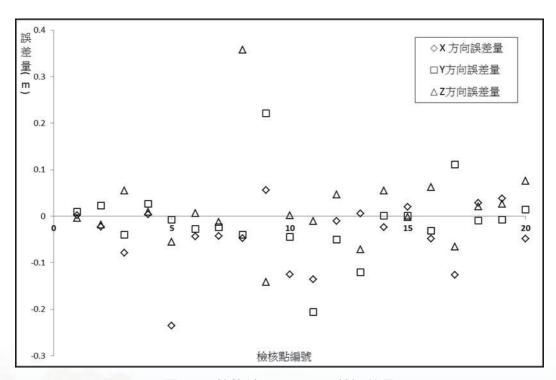


圖 14-8 檢核點 X、Y、Z 三軸誤差量

參考文獻

- Cardenala, J., Mataa, E., Perez-Garciaa, J. L., Delgadoa, J., Hernandeza, M. A., Gonzalezb, A. and Diaz-de-Teranb, J. R. 2008. Close Range Digital Photogrammetry Techniques Applied to Landslides Monitoring. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XXXVII: 235-240.
- Matthews, N. A. 2008. *Aerial and Close-Range Photogrammetric Technology: Providing Resource Documentation, Interpretation, and Preservation* (Technical Note 428). Colorado: U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center.
- Matthews, N. A., Noble, T. A. and Breithaupt, B. H. 2006. The application of photogrammetry, remote sensing, and geographic information systems (GIS) to fossil resource management. *In Fossils from Federal Lands*, eds. S. G., Lucas, J. A., Spielmann, P. M., Hester, J. P., Kenworthy and V. L., Santucci, 34: 119–131. New Mexico: New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin.
- 何立德、呂政豪(出版中)。如何研擬地景保護區的管理與監測計畫?本書專文。
- 吳笛豪 2008。應用近景攝影與地面雷射掃描於地物量測精度及三維建模之研究。 國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所碩士論文。
- 林俊全 2003。火炎山地形變遷監測計畫 (1) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2004。火炎山地形變遷監測計畫 (2) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2005。火炎山地形變遷監測計畫 (3) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2006。公路工程對火炎山自然保留區的影響 (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2007。火炎山自然保留區土石流演變監測 (1) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2008。火炎山自然保留區土石流演變監測 (2) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2009。火炎山自然保留區土石流演變監測 (3) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。

- 林俊全 2010。火炎山自然保留區土石流演變監測 (4) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 柯濤 2008。旋轉多基線數字近景攝影測量。武漢大學遙感信息工程學院博士論文。 莊文星、陳汝勤、林長興、洪清林 2007。澎湖火山頸中玄武岩柱狀節理多樣性 之成因探討。經濟部會銜中央地質調查所彙刊 20:71-99。
- 童傳浩 2011。高雄縣烏山頂泥火山錐體外形變動之監測研究。清雲科技大學空間 資訊與防災研究所碩士論文。
- 黃灝雄、林士淵 2003。氣球載具數值航空攝影測量。航測及遙測學刊 8 (2):55-68。
- 鄒芳諭 2009。以非量測性相機進行近景攝影測量探討。國立交通大學土木工程學 系碩士論文。
- 廖彥舒 2004。非量測型數位相機應用於近景攝影測量之研究-使用三~六百萬畫素相機。逢甲大學土地管理學系碩士在職專班碩士論文。
- 齊士崢、任家弘、何立德、林建偉、呂政豪 2012。高雄市的泥火山地形景觀與變遷。 臺灣林業 38 (1): 39-43。
- 龍治平 2008。變焦攝影系統應用在多基線近景攝影測量之研究。逢甲大學環境資訊科技碩士學位學程論文。

第十五章 如何研擬地景保護區的管理與 監測計畫?

何立德* 呂政豪**

一、前言

在自然保護區的經營管理工作中,監測 (monitoring) 是一項不可或缺的重要工作。透過監測計畫,經營管理者可以判斷當初保護區劃設時所希望達到的保育目標是否已經達成。監測結果可以協助管理者判斷保護區的管理工作是否恰當? 所做的改變是不是必要的? 另外,不同保護區的監測計畫結果也能協助管理者與決策者判斷整體的保護區系統是否達到當初預期的目標? 並判斷目前的法令、行政與獎勵措施是否是有效的? 因此,管理者除了瞭解保護區的狀況與變化趨勢外,更重要的是,經營管理者能根據監測結果來調整保護區的經營管理工作,達到調適管理 (adaptive management) 與提升工作成效的目的 (Hockings et al. 2006)。

然而,監測一詞在文獻中經常與其他名詞交換使用,如普查 (census)、監視 (surveillance)、調查 (survey)、調查 (investigation) 等,因此容易造成意義上混淆不清 (李美慧 2006)。什麼是監測 (monitoring) ?它跟調查、監視或普查有和不同? 根據英國自然保育聯合委員會 (Joint Nature Conservation Committee, JNCC) 的定義,監視指的是「有系統進行連續的調查計畫,目的是為了提供一段時間內的一系列觀察 (a continued programme of surveys systematically undertaken to provide a series of observations over time)」(JNCC 1998)。相對的,監測則是希望「瞭解特定標準是否符合所進行的觀察 (the making of an observation to establish whether a standard is being met)」(JNCC 1998)。換句話說,監測與一般調查最大的差別在於:調查通常沒有先入為主的觀念或預期目標,目的是為了蒐集資料來了解自然現象;而監測則需要與特定目標或標準扣連,蒐集資料的目的是為了評估工作的效率,或檢驗是否符合管理或法規的要求 (Goldsmith 1991,引自李美慧2006)。因此,監測必須與經營管理目標緊緊扣連,否則監測計畫只會產生一堆沒有意義的監視調查資料。

^{*} 國立高雄師範大學地理學系副教授。通訊作者: geodiversity@gmail.com。

Associate Professor, Department of Geography, National Kaohsiung Normal University. Corresponding author.

^{**}國立高雄師範大學地理學研究所博士候選人。

PhD candidate, Institute of Geography, National Kaohsiung Normal University.

臺灣現有的自然保護(留)區中,有11處保護(留)區是為了保護特殊地質、地形景觀而劃設的,包括:依照「文化資產保存法」指定公告的苗栗三義火炎山自然保留區、烏山頂泥火山地景自然保留區、九九峰自然保留區、澎湖玄武岩自然保留區、澎湖南海玄武岩自然保留區、墾丁高位珊瑚礁自然保留區、烏石鼻海岸自然保留區與北投石自然保留區;依照「森林法」所劃設的十八羅漢山自然保護區與甲仙四德化石自然保護區;依照「野生動物保育法」所劃設的棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區。這些地景保護(留)區的中央主管機關是林務局,地方主管機關是保護(留)區所在地的縣市政府或林區管理處。上述地景保護區在劃設前都進行了自然資源的調查,除了少數的地景保護區外(林俊全2003、2004、2005、2006、2007、2008、2009、2010;童傳浩2011;齊士崢等2012),絕大部分的地景保護區在劃設後普遍缺乏監測計畫與工作,因此無法瞭解這些地景保護區的變化情況與經營管理成效。為了提升保護區經營管理的效能與管理人員的知能,本文將簡介地景保護區的景點類型與管理原則,保護區管理人員可依據景點特性規劃保育目標與管理計畫,並透過監測工作了解景點的變化情形,適時啟動經營管理措施與調整經營管理目標,以達成保護區調適管理的概念。

二、地景保護區的管理與監測

監測與保護區的管理目標及工作項目是密不可分的,因此在説明地景監測計劃之前,有必要先介紹地景保護區管理計畫的擬定原則。Wimbledon, Barnard and Peterken (2004) 建議地景保護區的管理計畫可依照以下步驟來擬定:

- 1. 界定保護區內所要保育的重要地質、地形現象;
- 2. 替保育對象設定管理目標:界定景點的良好狀態 (favourable condition status, FCS),也就是我們希望特殊地質、地形現象應該維持在什麼樣的狀態,才不損其重要價值。如果我們不清楚景點過去的情況,也可以把景點現況當作 FCS,作為評量經營管理的基準 (baseline)。
- 3. 界定管理表現指標 (performance indicators), 讓我們可以具體瞭解管理目標與成果之間的落差,探討經營管理的成效。指標的界定方法如下:
 - (1) 界定影響保育對象的因子;
 - (2) 根據保育對象的分布情況,將保育對象分割成較小的範圍;
 - (3) 為細分的保育對象定義可量化的屬性 (attributes),例如:多少平方公尺的岩石出露面積,或占總面積的百分比,據此可以量測保育對象變好或變壞的情況。
- 4. 評估景點的整體保育狀態;
- 5. 擬定經營管理計畫與執行工作。

(一) 地景保護區的分類與管理目標

李光中 (2011) 參考地質類世界自然遺產的 13 項主題類別 (Dingwall, Weghell and Badman 2005)、臺灣的地形景觀分類系統 (王鑫 1980) 與臺灣地景保育景點登錄與評鑑計畫之分類系統 (王鑫 1996),認為臺灣的自然地景可分為 12 種主題,而臺灣 10 處地景保護區可分別歸類在 7 類主題當中 (表 15-1)。主題式分類雖然有助於瞭解臺灣地景多樣性的整體保育狀況與保育空缺 (conservation gap),但對於個別保護區的經營管理幫助不大。

臺灣自然地景分類 自然保護(留)區 板塊構造現象 火山地景 高山地景 重要地層或化石景點 甲仙四德化石自然保護區 河、湖泊或河口三角洲地景 隆起珊瑚礁和洞穴地景 墾丁高位珊瑚礁自然保留區 海岸地景 烏石鼻海岸自然保留區 澎湖玄武岩自然保留區 珊瑚礁、環礁和海洋島嶼 澎湖南海玄武岩自然保留區 棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區 冰河遺跡 苗栗三義火炎山自然保留區 火炎山地景 九九峰自然保留區 十八羅漢山自然保護區 泥岩惡地與泥火山地景 烏山頂泥火山地景自然保留區 九九峰自然保留區 地質災害遺跡

表 15-1 臺灣的自然地景分類與目前自然保護(留)區所涵蓋的類型

有些特殊地質現象是必須挖開地表才能看見內部特徵,有些則是外觀特殊而不容更動。根據地質、地形現象的特性所做的分類,對於地景保護區的經營管理是比較有意義的。特殊地景現象基本上可分成兩大類 (Wilson 1994):

- 1. 出露性 (exposure): 部分露出地表的岩層剖面或地質構造 (褶皺或斷層)。 對於出露性的特殊地質、地形現象,其經營管理的目標是:維持這些現象 的露出,讓它們不受到植被或人工建物覆蓋,才能彰顯其價值。
- 2. 完整性 (integrity): 完整性現象包括:獨特的化石與礦物、洞穴與喀斯特地 貌、具有歷史性地貌活動證據的現象、靜態的地貌美景、持續活動中的地

貌作用等。其經營管理目標是維持這些地表形貌的完整性與地表作用的活動性,使其免於破壞。

每一處地景保護區可能同時包含這兩種的特殊地質、地形現象,因此經營管理 時必須細分保育對象的特性、它們在保護區內的分布範圍與所在的地理環境(如廢 棄礦場、運作中的礦場、河岸或海岸陡崖、海岸前灘、公路剖面…等),分別擬定 保育目標、管理措施與監測項目。

(二)界定特殊地景現象的良好狀態與保育目標

瞭解了特殊地景現象的特性之後,為了後續的經營管理與監測工作,我們必須 了解特殊地景現象的 FCS 與變化趨勢。因此,在進行經營管理與監測工作之前, 管理者應該對保護區與特殊景點內容進行一系列的調查工作,並回答下列問題:

- 1. 保育對象的 FCS 為何?是否有合理的屬性量化指標可以代表 FCS 的狀況, 並作為日後的監測指標?
- 2. 保育對象的現況為何?保育對象過去的變化記錄與未來可能的變化趨勢為何?與 FCS 相比,保育對象的狀態將會變得越來越好?越來越糟?還是持平?
- 3. 如果保育對象狀態的趨勢是越來越好或持平,我們該如何維持其品質?
- 4. 如果保育對象狀態的趨勢是越來越差或破壞殆盡,它所面臨的威脅與壓力 為何?我們該如何修復或提升保育對象的品質?
- 5. 保育對象對周遭自然環境與社會環境可能產生什麼樣的正面或負面影響? 我們該如何因應處理?

釐清上述問題之後,將有助於設定保護區的地景保育目標。對於出露性景點來說,這些問題可能相對容易回答,但當保育對象為完整性景點時(特別是活動中的地形作用),因為牽涉到地形系統因子與系統結構本身的複雜反應(Schumm 1979),比較不容易釐清狀況。在這種的情況下,保護區的保育目標可能需要視情況進行調整。

- 一般來說,常見的地景保育目標如下 (JNCC 1998):
- 1. 整體地貌及其元素沒有受到掩蓋與損壞;
- 2. 重要地貌與沉積物的組成物、形貌與內部結構保持完整,並且沒有受到人 為活動的破壞與干擾;
- 3. 特殊地貌現象的重要性並不會因為自然損壞與崩解而產生損失;
- 4. 自然的地貌作用運作順暢:維持地貌作用的活動性與其空間範圍,讓地貌作用能夠自行發展出各種結果。換句話說,保育的重點是在於地貌作用運作的機制,而非作用所產生的形貌結果。

- 5. 維持地質剖面的出露範圍與完整程度,降低人為作用所造成的改變;
- 6. 不損及特殊地質現象的重要性:維持或增加垂直與水平的出露範圍。
- 7. 雖然說可及性 (accessibility) 並非特殊地景現象的重要科學價值,但由於科學研究與教育推廣是地景保護區設置的重要目的,因此確保人們可以安全地抵達與觀察特殊地景現象所在地區,也是重要的地景保育目標。

地景保護區的保育目標是讓保育對象與價值受到妥善的保護,理論上特殊地景的 FCS 是不該有任何變動與破壞,但實際上它們仍會受到自然作用(如風化、侵蝕作用)而損害,因此界定合理的 FCS 變動容忍範圍是必要的。

(三)地景保護區的監測工作

在確認特殊地景現象的特性(出露性或完整性)、特殊地景現象的 FCS 和屬性量化指標、保育目標之後,接下來將規劃監測工作,需要思考的問題包括:

- 1. 誰來監測? 用什麼方法監測?:對於出露性景點(地質剖面)或靜態的特殊地貌而言,如果只是判斷景點出露範圍是否縮減,或者是景點外貌是否有明顯的改變,通常不太需要複雜與專業的監測方法,請一般保護區經營管理人員定期在定點拍照記錄,填寫簡單的調查表,即可取得有用的監測資料。如果監測的對象是複雜的動態地形作用,或者需要知道精確的地貌變動速率,才需要請專家學者使用適合不同時空尺度的儀器與方法進行景點調查與監測。
- 2. 在哪些地方進行監測?:出露性的地質剖面與靜態的特殊地貌的監測地點較為單純,在景點附近選擇適當的定點進行監測即可。若保育對象為動態的地形作用,則需要考量地形作用系統的整體影響因子與範圍,可諮詢專家學者的意見後再決定監測地點與方式。
- 3. 多久做一次監測工作?:監測的頻率可視特殊地景現象的變動情況,與經營管理計畫的檢討週期而定。對於變動頻率相對較低的特殊地景現象,配合保護區經營管理檢討週期,每三至四年進行一次景點監測工作即可。對於變動頻率相對較高的特殊地景現象,則以每年一至兩次的頻率進行監測工作。另外,也應該針對突發事件(如颱風、地震、洪水等自然危害)或土地開發計畫進行監測工作,以瞭解它們對於特殊地景現象所造成直接或間接的影響。

(四)威脅與壓力及管理工作記錄

在保護區內或鄰近保護區,可能對特殊地景價值產生威脅或壓力的天然/人為活動,也應該納入監測記錄中。這些資訊將有助於我們釐清特殊地景現象變動的原

因。釐清保護區所面臨的威脅與壓力,除了從文獻資料與調查報告獲取外,保護區權益關係人亦可提供重要的資訊與看法。這些資訊需要一套共同的分類系統來統整與比較,IUCN-CMP的「威脅分類 (Threats Taxonomy)」(Conservation Measures Partnership, 2010)與 Salafsky et al. (2008)所提供的「直接威脅與保育行動統一分類 (Unified Classifications of Direct Threats and Conservation Actions)」可做為分類的依據。另外,對於特殊地景現象產生正面保育效應的經營管理措施,也應當詳加記錄。除了彰顯其重要性外,也可提供未來經營管理時的參考。威脅與壓力及有效管理措施的記錄,配合上特殊地景現象的監測記錄,能讓保護區經營管理者對於法令、行政、現場管理與員工管理等方面的工作措施進行檢討,找出成功、有效的保護區經營管理模式。

(五)案例說明:出露型景點

假設有一處重要的地層剖面露頭,維持地層剖面的出露性是經營管理的重要目標之一,地層剖面出露的面積就是保育目標的可量化屬性。由於該剖面過去沒有出露範圍面積的資料,而且現在出露的範圍足以彰顯景點的重要價值,因此可定義現在的出露面積範圍為 FCS。因為風化與侵蝕作用將使得邊坡的岩屑崩落而覆蓋該地層剖面,邊坡上的植被生長也可能覆蓋該剖面,是降低 FCS 的主要原因。但植被生長與岩屑崩落這兩種天然的威脅是無法避免的,因此界定可容忍的掩蓋面積比例,做為是否啟動剖面清除工作的依據,是比較務實的做法。管理單位與專家學者討論之後,決定以 20% 的掩蓋面積作為可容忍的變動範圍。

管理單位決定監測工作是以每兩年在定點拍照與填寫記錄表的方式進行,調查 剖面出露面積的變化,來決定是否執行因應的管理工作,以維持景點的價值。當監 測結果顯示崩落岩屑或植被所掩蓋的範圍不大 (例如掩蓋了 15% 的出露面積),影 響景點價值的程度不高時,則暫時無需清理該剖面。但如果覆蓋面積持續擴大,超 過 20% 的可容忍面積,明顯影響了景點出露情況時,則因應問題狀況進一步的處 置:

- 因應對策一:如果覆蓋程度尚低,可利用人力或機械設備移除岩屑或修剪 植被,讓地層剖面重新露出。
- 2. 因應對策二:如果覆蓋程度略高,而這裡的岩層是傾斜且連續的,在該剖面的附近也可以找到與掩埋處相同的岩層露出於地表,補足了該剖面重要的科學資訊與價值時,那受掩蓋的部分剖面就不一定非得清理了。
- 3. 因應對策三:如果覆蓋程度過高,破壞了整個剖面的價值時,請求專家學者協助找尋另一個替代剖面,可能是較好的處置辦法。

參考文獻

- Conservation Measures Partnership 2010. Threats Taxonomy, http://www.conservationmeasures.org/initiatives/threats-actions-taxonomies/threats-taxonomy. (last accessed 9, September 2012).
- Dingwall, P., Weghell, T. and Badman, T. 2005. *Geological World Heritage: A Glogal Framework*. A Contribution to the Global Theme Study of World Heritage Natural Sites. Gland: IUCN.
- Goldsmith, B. 1991. Monitoring for conservation and ecology. London: Chapman & Hall.
- Hockings, M., Stolton, S., Leverington, F., Dudley, N. and Courrau, J. 2006. *Evaluating effectiveness: A framework for assessing management effectiveness of protected areas (2nd edition)* UK: IUCN.
- JNCC 1998. Statement on Common Standards Monitoring (CSM). http://jncc.defra.gov. uk/page-2198. (last accessed 5, September 2012).
- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield A. J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S. H. M., Collen, B., Cox, N., Master, L. L., O'Connor, S. and Wilkie, D. 2008. A Standard Lexicon for Biodiversity Conservation: Unified Classifications of Threats and Actions. *Conservation Biology*, 1-15. doi: 10.1111/j.1523-1739.2008.00937.x
- Schumm, S. A. 1979. Geomorphic thresholds: the concept and its applications. Transactions of the Institute of British Geographers New Series 4 (4): 485-515.
- Wilson, A. eds. 1994. Earth Heritage Conservation. Milton Keynes. UK: The Open University.
- Wimbledon, W.A.P, Bernard, A. F. and Peterken, A.G. 2004. Geosite management a widely applicable practical approach. In Natural and Cultural Landscapes the Geological *Foundation*, ed. M. A., Parkes, 187-192. Dublin: Royal Irish Academy.
- 王鑫 1980。臺灣的地形景觀。臺北市:渡假出版社。
- 王鑫 1996。地景保育景點評鑑及保育技術研究計畫 (行政院農業委員會委託計劃)。 臺北市:行政院農業委員會。
- 李美慧 2006。生態監測概論。臺北市:明文。
- 林俊全 2003。火炎山地形變遷監測計畫 (1) (行政院農委會林務局新竹林區管理處 委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2004。火炎山地形變遷監測計畫 (2) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2005。火炎山地形變遷監測計畫 (3) (行政院農委會林務局新竹林區管理處

委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。

- 林俊全 2006。公路工程對火炎山自然保留區的影響 (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2007。火炎山自然保留區土石流演變監測 (1) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2008。火炎山自然保留區土石流演變監測 (2) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2009。火炎山自然保留區土石流演變監測 (3) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 林俊全 2010。火炎山自然保留區土石流演變監測 (4) (行政院農委會林務局新竹林區管理處委託計畫)。新竹市:行政院農委會林務局新竹林區管理處。
- 童傳浩 2011。高雄縣烏山頂泥火山錐體外形變動之監測研究。清雲科技大學空間 資訊與防災研究所碩士論文。
- 齊士崢、任家弘、何立德、林建偉、呂政豪 2012。高雄市的泥火山地形景觀與變遷。 臺灣林業 38 (1): 39-43。

第十六章 如何進行社區監測計畫?

盧道杰*

一、前言

所謂監測是系統性地測量動態的變數和過程 (Spellerberg 1991),其重點在系統性與持續地蒐集、分析資訊,以了解特定目標或釐清現象,以為決策的參考 (Hellawell, 1991; Gosling and Edwards, 1995)。監測一般都有幾個基本的元素:明確的目標、指標(或是基準)、量測的方法、測量頻率、持續反思、回饋決策等 (Abbot & Guijt, 1998)。Abbot and Guijt (1998) 認為監測與一般資源調查不同處,在資源調查只是提供了解資源現況、分布等資料,監測則可提供資源的變化與趨勢,從而可了解那些項目有作用或是怎麼作用,俾支持決策與計畫。

監測隨不同時間點、目的、方法、對象、尺度與複雜度,可分為不同類型的監測,其中以生態系為對象的監測類型,稱為生態監測。其是在觀察自然與人類活動所造成的生態系結構或功能的變化,藉由所偵測到的生態改變,探討其原因與可能造成的影響 (Freedman 1995)。傳統的生態監測多由科學家及政府規劃與施行,由於政府缺乏足夠的資金、時間、人力等資源,也是因為政府提供的監測資料往往不符民眾需求、不易瞭解、缺乏時效性,為掌握狀況、維護環境,敦促在地社區與社會大眾有高意願參與監測,國際間開始倡導在地社區或社會大眾參與監測(李美慧2006;Yarnell and Gayton 2003; EMANCO and CNF 2003)。以社區為基礎的監測(community-based monitoring,以下簡稱社區監測)即是指由非政府組織、社區團體或個人,或跟官署、企業與學術單位合作,長期監測目標物種、棲地或生態系,改善生態系與自然資源的經營管理,並反映社區關注的過程 (Yarnell and Gayton, 2003; EMANCO and CNF, 2003)。

社區監測透過資料收集、評估與共享訊息,增進社區對於環境的知識與了解,確定共同的關切,討論可能的解決方案,加強了地方的治理結構。其提高了公眾參與社會決策及處理複雜問題與選擇的能力,除建立社區內部的社會資本¹外,也提供在地決策者所需的訊息及工具,以能增進決策的適應性與回應性 (Conrad and Daoust 2007; EMANCO and CNF 2003)。社區監測既要考量在地社區參與者關心

^{*} 國立臺灣大學森林環境暨資源學系副教授。

Associate Professor, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University.

社會資本是指技能、共同價值觀、尊重和社區內部互信的結合,可以促進合作,互惠互利 (CCMN 2003)。

的面向,也應該與相關政府機關緊密連結,以標準程序收集資訊,其資料才能為管理機關所信任與使用 (Yarnell and Gayton 2003)。確定執行監測人員有足夠的能力進行監測,是社區監測的基礎,也是社區監測計畫能力建構的重點 (WWF 2006)。

Canadian Community Monitoring Network (CCMN)(2003) 提出社區監測的核心原則應包含以下幾點: A) 應包含多樣與可變通的監測方式,以反映社區的背景,尊重當地文化; B) 可反覆操作與修正,有動態相互回饋; C) 具彈性、能因應變化而調整、以建立社會資本。Danielsen et al. (2008) 根據在地權益關係人與學者專家的相對參與程度,將監測分成下列五種類型: (1) 外部驅動,專業執行; (2) 外部驅動,在地民眾參與數據收集; (3) 協同監測,外部詮釋數據; (4) 協同監測,在地詮釋數據; (5) 自主的在地監測(表 16-1)。以前述社區監測的核心原則,類型 1 與類型 2 都不能算是社區監測。

監測	的類型	主要數據收集者	主要數據使用者
1	外部驅動,專業的執行	專家學者、研究員	專家學者、研究員
2	外部驅動,在地民眾參與數 據收集	專家學者、研究員、在地 居民	專家學者、研究員
3	協同監測,外部詮釋數據	在地居民,但學者專家會 給予意見	在地居民與專家學 者、研究員
4	協同監測,在地詮釋數據	在地居民,但學者專家會 給予意見	在地居民
5	自主的在地監測	在地居民	在地居民

表 16-1 万種監測類型的主要數據收集者和使用者

(Danielsen et al. 2008)

CCMN (2003) 彙總加國超過一百個案擬定社區監測架構,包括四個相互關聯的重要面向:社區作圖、參與者評估、能力建構、以及資訊收集和傳遞(圖 16-1)。此社區監測架構主張,藉由了解社區背景脈絡、需求和彼此間關係,來建立夥伴關係,並促進參與及資訊的傳遞。

- (1) 社區作圖 (Community Mapping): 收集社區資訊,規劃符合社區特色、價值、 觀點和興趣的社區監測。
- (2) 參與評估 (Participation Assessment): 了解參與監測的團體或人的知識及如何促進他們參與,並利用參與者的技術和能力,滿足他們的需要,以找到能力建構的最佳方式。
- (3) 能力建構 (Capacity Building): 加強社區執行監測的能力,包括社會和科學方面的資源和技術,並提供好的合作、訓練和資訊傳遞機制。

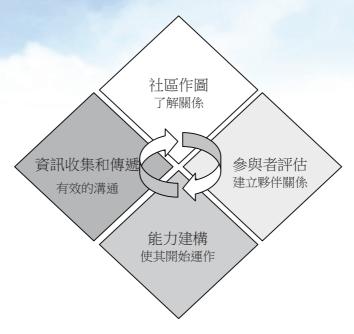


圖 16-1 社區監測架構 (CCMN 2003)

(4) 資訊收集及傳遞 (Information Gathering & Delivery): 社區監測的所有面向都要有效溝通,以支持民眾監測教育、確認當地重要議題及回報結果。

Conrad and Daoust (2008) 根據前述的架構,再加入其他個案的調查結果及討論,提出社區環境監測功能性架構 (Functional Community-based Environmental Monitoring Framework)(圖 16-2)。建議先定義與邀集權益關係人,發展互信和夥伴關係及良好的溝通,再進一步檢視可用資源,評估成員和鑑定擁有者、資源後,才進入發展監測計畫及溝通計畫,定義目標、對象和方法,最後是執行綜合性監測計畫,包含生態監測、交流、公開結果及分析結果(盧道杰等 2011)。

綜合以上兩個架構,可以得知要建構一個有效的社區監測,應該包含下列元素: (1) 社區須有意願參與和執行監測計畫; (2) 了解社區背景、能力和興趣; (3) 評估每個參與者的興趣、能力和需求; (4) 促進社區能力,使其能夠進行監測; (5) 建立良好的溝通機制和夥伴關係; (6) 確保資訊能夠相互傳遞; (7) 監測計畫能隨結果調整,不同執行階段間,能相互作用、回饋。

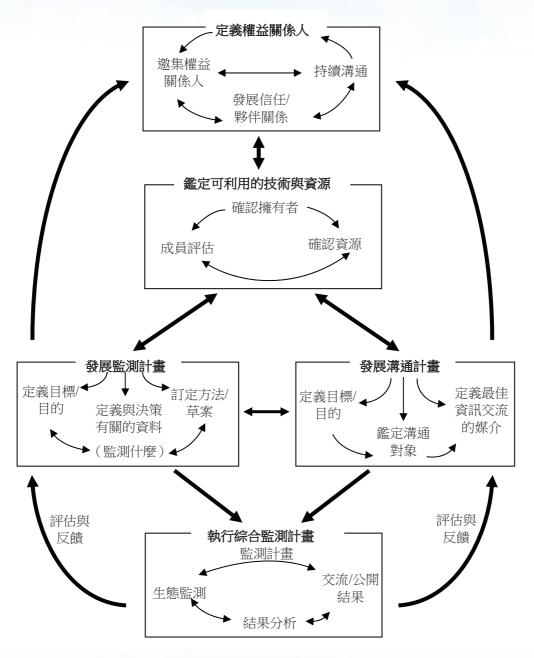


圖 16-2 社區監測架構關係圖 (盧道杰等 2011,修自 Conrad and Daoust 2008)

二、相關執行經驗與國內其他個案回顧

國內也有不少指涉社區監測的個案,以下以宜蘭縣礁溪鄉林美社區的石磐步道 監測及宜蘭縣無尾港野生動物保護區的水鳥監測為例,進一步説明社區監測的施行:

(一)林美石磐步道監測2

宜蘭縣林美社區組織運作順遂,社區營造成果斐然,其認養位於社區內的石磐步道的維護管理工作。石磐步道是羅東林管處(簡稱羅東處)於 2005 年 5 月整建完工,由於交通易達性高,遊客量相當大,尤其週末假日,動輒超過數千人,短短 1.7 公里的步道,擠滿了遊客。為顧及步道生態及健行品質,羅東處於 2007 年 3 月 1 日起,委由林美社協進行步道內 350 人的總量管制。社協為深入瞭解石磐步道的環境狀況,也自 2003 年開始申請社區林業計畫。三年內陸續完成社區綠美化、生態解説員訓練、生態解説員進階訓練、社區解説導覽摺頁製作與林美社區網頁製作等計畫。2006 年,林美社協開始執行第二階段社區林業計畫,以社區遊客服務系統規劃、林美石磐步道維護與社區產業推動作為三大重點項目,更進一步協助步道內環境維護與遊客管控的工作。為接續施行未來社區林業第三階段的山林資源共管,林美社協有意與林管處步道經營管理體制進行進一步的連結,步道監測便成重點工作。由於宜蘭地區每年均有颱風侵襲,常因為暴雨或步道崩塌導致步道封閉,對遊客安全產生威脅,故林美社協的石磐步道監測遂以步道設施與清潔為監測的主題。

2008年2月底至4月中,已與林美社區保持經常性的接觸一兩年、產生彼此信任的學術團隊,著手發展並測試步道巡護表單,再與社協,進行調整、修改。監測表單初步完成後,與社區商定頻度與方式,由社協巡護人員實際操作執行第二階段實測。過程中,研究團隊與社區保持密切聯繫,以瞭解實際操作時可能遇到的問題,並隨時針對社協對表單的意見回饋進行討論與表單調整。後研究發展出巡護表與巡護圖各乙份:巡護表內容包含巡護基礎資料、固定監測項目、里程標示、狀況記錄表格與填寫説明等;巡護圖則是圖像化步道與沿線的設施,記錄時直接圈畫有狀況的地點與設施,並在空白處簡要説明(圖 16-3)。時學術團隊與社協議定,每隔 1~2 天由巡護人員執巡護圖執行監測一次,以即時取得步道內的狀況變化;每隔 1~2 週則由社協幹部施用填寫巡護表一次。

² 相關林美石磐步道監測的個案,請參考盧道杰、梁宇暉、謝小恬,(2011)。

從 2008 年 4 月開始,林美社協自行施作 9 次以上,後遇社協人員異動,且步道受天災影響封閉整修,遂於 7 月中旬後暫停執行。初步監測結果呈現出步道內需時常修護的地點與狀況,主要為積水、設施損壞或水管裸露等。這些結果提供了步道經常修繕、維護的設施、地點與項目,不僅可作為步道經營管理的基礎,也是每年步道預算編列時的參考依據。巡護圖表的填寫與累積顯示社協人員能正確填寫表單、評估狀況、判斷程度等的執行能力。2009 年春節前,石磐步道再度開放,從該年 2 月至 6 月底,林美社協共執行了 14 次的平日巡護與 3 次的定期巡護。平日巡護監測固定由 1 位多元就業方案留用的人員,於步道環境整理時同時進行;每個月定期巡護則由社協幹部負責。林美社協自該年 3 月起彙整步道監測記錄,將步道監測與遊客人數、天氣狀況等,製成月報表,回報礁溪工作站,提供了後續經營管理的重要參考。2009 年 6 月後,林美社協取消巡護表,每週一次使用巡護圖表進行巡護監測的記錄。後來雖然林美社協的巡護監測並沒有穩定常態地實施,但2008-2009 年,甚至到 2010 年期間的成果,為羅東處所肯定,確也顯現社區在步道巡護監測上可扮演的積極角色,可謂社區監測順利施行的個案。

審視本案例,學術團隊原即與林美社協有不錯的互動基礎,也相當瞭解其背景脈絡與組織運作;當初學術團隊先徵得社協首肯合作,參與過程,分享決策,共同規劃與發展監測機制;同時,引入空間資訊,讓在地參與監測與巡護的門檻降低,易懂易填,在聚會場所以 Google Earth 討論相關事宜,一起詮釋監測的結果;林美社協對步道管理也有相當的知識與能力等,這些都是林美石磐步道社區監測的正面因子。其比較需要加強的項目包括:步道監測工作仍以多元就業的人員為主,在地志願力量可投入度有限,監測頻度難以提高;巡護人員仍須具備識字、視力尚佳的能力;對潛在危險點或崩塌地的判斷標準也需一致化;巡護圖遇雨操作不易。檢討林美社協缺乏可持續人力派遣的原因,或許是經營管理的誘因不足,或者是需要經濟誘因。

(二)無尾港保護區鳥類監測調查3

宜蘭縣無尾港文教促進會(簡稱促進會)於每年候鳥季(每年10月至翌年3月),在無尾港野生動物保護區,進行水禽候鳥的定期調查由來已久,宜蘭縣政府(簡稱宜縣府)也多有補助,然其多僅記錄鳥種與數量,少提及空間分布。2008-2009年間,藉 PPGIS的培訓機會,促進會與學術單位合作,在鳥類調查中加入空間資訊。首先學術團隊輔導促進會志工使用衛星定位系統(GPS)與相機,配合基本空間資訊與地圖的提供,將定期鳥類調查的結果直接描繪記錄於紙本地圖上;回到促進會會

³ 本個案細節,請參考蔡博文等(2009)、彭安琪等(2011)。

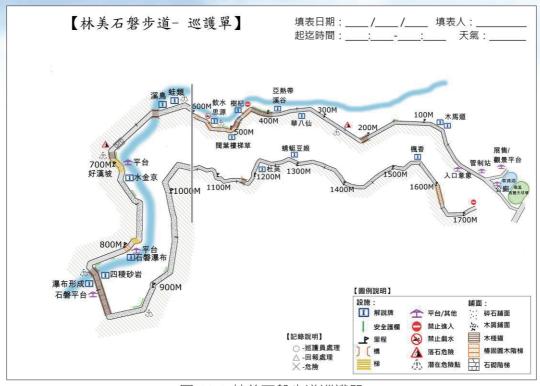
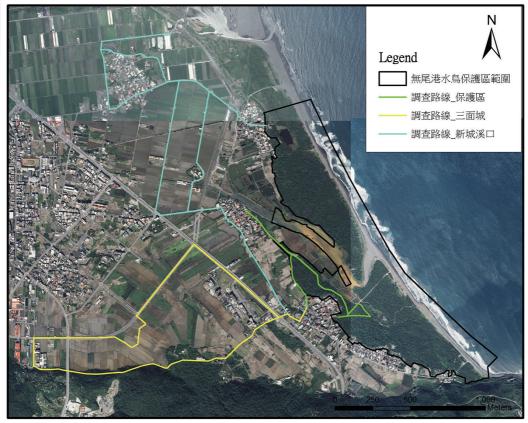


圖 16-3 林美石磐步道巡護單

館,掃描儲存原紙本地圖,將記錄於地圖上的鳥類種類、數量及分布區域,轉錄到表單;學術團隊協助將這些訊息轉錄於地理資訊系統 (GIS)中;每季(每年10月至翌年3月)依鳥種、分布區域繪圖表分析。

現場鳥類調查監測係將參與調查的志工分為三組,每組約 3-4 名調查人員,同時以步行或開車的方式,沿著三條不同路線將周圍看到的鳥種、數量及分布,記錄於紙本地圖上。 用紅筆主依據「大致相同棲地」的範圍,直接在地圖上圈選畫記,並寫上鳥種與數量。促進會志工在調查結束後,將各路線的圖資掃描儲存,並且套疊至 Google Earth 上,再透過數位化的工作使其成為可供分析的 GIS 資料。一開始曾輔以 GPS 定位路線,後來就都以紙本地圖為主。

整個鳥調監測記錄方式的調整過程,是在學術團隊與促進會相關人員初步規劃擬定紙本地圖與相關流程後,2008 年 12 月與 2009 年 1 月,研究團隊與促進會志工共同進行鳥調,鳥調仍由促進會志工執行,學術團隊則在行前解說與提醒,鳥調時則帶領示範操作記錄方式,以使志工逐步熟悉作業流程。歷經 3 個月的陪同與練習,2009 年 2 月促進會正式接手操作新的鳥類調查記錄法,研究團隊轉為輔助角色。新的記錄法在幾次的調查結束後討論中,獲得促進會參與志工的普遍好評,接受程度很高。之後促進會專職人員資料儲存與疊圖的操作也漸入狀況。2010 年 10



i 新城溪路線:會館→港口路→水田→港口大 排→水田→會館;

ⅱ保護區路線:會館→湧泉區→賞鳥平臺→城隍廟→港口生態池→會館;

ⅲ三面城路線:會館→海山路→山腳下→三民路→會館。

圖 16-4 無尾港文教促進會秋冬的鳥類調查路線 (修改自彭安琪等 2011)

月新的鳥季開始,鳥調後的討論也轉由促進會志工自行主持,由各組整理及報告該路線的鳥況與特殊狀況,以增進參與志工對鳥況、種數變化與空間分布的認識,提升大家對鳥類辨識的能力及對環境變化的觀察,跟參與鳥調的氛圍。2010年底,促進會成員已可完全自行操作新的鳥調記錄法,學術團隊轉向協助建立後端數據儲存的資料庫及分析與報告的機制。

本案因為學術團隊長期陪伴,對其社區與組織的掌握完整,先前即與促進會的幹部、志工與專職,建立深厚的互信關係。由於促進會本身擁有素質不錯的志工,有能力辨識在賞鳥季鳥類調查的雁鴨科鳥類,相關鳥類調查、監測與記錄施行順遂。相關成果提供宜蘭縣政府在修訂無尾港野生動物保護區保育計畫書時的重要參考。

參考文獻

- Abbot, J. and Guijt, I. 1998. *Changing views on change: participatory approaches to monitoring the environment*. London: International Institute for Environment and Development.
- Canadian Community Monitoring Network, 2003. Linking Community Based Ecosystem Monitoring to Local Decision Making and Policy Development on Sustainability. Report prepared by EMAN Coordinating Office, Burlington, Ontario, Canada and the Canadian Nature Federation, Ottawa, Ontario, Canada. http://www.ccmn.ca/english/library/vsi/intro.html
- Conrad, C. and Daoust, T. 2008. Community-Based Monitoring Frameworks: Increasing the Effectiveness of Environmental Stewardship, *Environmental Management*, 41 (3): 358-366.
- Danielsen, F. et al., 2008. Local Participation in Natural Resource Monitoring:a Characterization of Approaches, *Conservation Biology*, 23 (1): 31-42.
- Ecological Monitoring and Assessment Network Coordinating Office and the Canadian Nature Federation 2003. *Improving Local Decision Making through Community Based Monitoring: toward a Canadian community monitoring network*. Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- Freedman, B. 1995. Environmental Ecology. 2nd edition. San Diego: Academic Press.
- Gosling, L. and Edwards, M. 1995. *Toolkits-A Practical Guide to Assessment, Monitoring, Review and Evaluation*. London: Save the Children Fund.
- Hellawell, J. M. 1991. Development of a rationale for monitoring. In *Monitoring for Conservation and Ecology*, ed, Goldsmith, F. B. London: Chapman and Hall.
- World Wide Fund for Nature 2006. *Community-based natural resource management manual*. Ivan Bond, A. Davis, C. Nott, K. Nott and G. Stuart-Hill. Wildlife management series. Harare, Zimbabwe: WWF-World Wide fund for Nature, Southern African Regional Office (SARPO).
- Yarnell, P. and Gayton, D. V. 2003. Community-based ecosystem monitoring in British Columbia, *Forest Research Extension Partnership (FORREX Series)*, 13: 1-37.
- 李美慧 2006。生態監測概論。臺北:明文書局。
- 彭安琪、盧道杰、林雅、蔡博文、鍾明光 2011。社區監測的建置與施行:以宜蘭縣無尾港水鳥保護區為例。國家公園學報 21(1): 59-74。
- 蔡博文、盧道杰、丁志堅、林俊強、鍾明光 2009。 用公眾參與式地理資訊系統協助社區林業業務推動與應用 以 PPGIS 進行社區自然、人文資源永續經營之培力(行政院農委會林務局補助研究計畫報告)。臺北市:臺灣地資訊學會。
- 盧道杰、梁宇暉、謝小恬 2011。社區參與自然步道監測之研究 以宜蘭縣礁溪鄉林美石磐步道為例。中華林學季刊 44 (2): 265-284。

第十七章 新世代的監測技術

林良恭*

一、前言

自然保護區向來即是生物多樣性保育的重要領域,近年雖然全世界保護區的面積已超過地表陸域面積 10%,但生物多樣性流失與棲地劣化情形依然嚴重,為免保護區的劃設流於形式,國際保育社會逐漸重視保護區的經營管理效能。另,為加強科學管理與參與式管理在保護區的應用,國際保育社會特別強調生態資料的彙整與分析,以建構長期的監測機制,並配合經營管理效能評估作業,整體提升保護區的經營管理,發揮其在保育的功能。

自然保護區的權責單位所欲了解的乃是能夠清晰掌握區內各項自然資源的變化,不論是來自自然因素或是人為干擾的影響,尤其是可以迅速回應擬定對策或進行相關調查。保護區內資源面甚多樣,平常資料調查累積需要時間,甚至還需要具有更深入的技術專長。雖然臺灣過去自然保護區相關監測或技術手冊亦有所整理或出版,如 1998 年林試所出版的「自然保護區域資源調查監測手冊 - 哺乳動物」或2006 年屏東科技大學彙編成冊的「野生動物研究實習手冊」、2009 年特有生物研究保育中心出版的「生物資源調查作業程序參考手冊」等,但隨著調查技術及新式工具介入,調查與監測技術需要時時更新。一般而言每隔兩三年得建立一套新的、迅速,且誤差性小、易操作的自然保護區調查與監測技術,提供相關單位之工作人員在一定時間內獲得資源狀況,作為經營管理的最佳參考依據。

生物資源的監測主要目標常常表現在需掌握所謂生物族群的大小,例如,當面 臨處理稀有或瀕臨絕種的物種時,保護區經營管理者常常希望能增加其族群量。一般而言,生物資源數量分析目的在於:第一,確實掌握這一地區族群數量;第二,了解不同的時間與空間的數量與分布動態變化。探討所謂生物資源監測變化的「趨勢」,這種趨勢是一種統計數字但可反映出在經過一段特別的時間,其生物資源變化的方向與變化尺度的大小。因此必須注意的是,在相同地區長期對生物資源的監測計畫是很重要的,且監測技術應盡量是標準化。

監測為一種瞭解環境變化過程與生物資源變化趨勢的方法,為提供瞭解保護區 生態系統狀況的重要手段。而環境如何改變,改變過程的快慢等皆是提供調整環境

^{*} 東海大學生命科學系教授。

Professor, Department of Life Science, Tunghai University.

經營的重要依據,更而使保護區獲得最佳、最理想的經營。所以監測是必要的,可以有效經營魚類、野生動物、戶外遊憩、景觀、土壤與水分等。保護區經營的精髓即利用資源調查來掌握資源狀況,並使用監測來瞭解經營管理措施所造成生態系的衝擊,以為調整經營方法與管理、措施,以便做好適應經營。針對田野生態學技術發展,面對多數自然保護區處於臺灣崎嶇陡峭的山區,調查極需自動化的資料收集方式,以節省人力、交通與時間成本。監測雖然重要,但是我們不能監測所有東西,所以如何去選擇監測的對象就成為相當重要的事。以往監測以物理屬性如溫度,化學變數如重要養分的濃度,重要污染物的濃度等物化因子為對象,雖然這些屬性很容易獲得,資料圖表亦容易繪製,但是這些屬性是否能反應自然保護區內生態系和生物種類的變遷,相當有限。所以直接進行保護區生物資源與生態系統的監測,便成為必要的對象。

生物資源與生態系統監測的目的與重要性有下列幾點:

- 監測為自然保護區經營生物資源與永續發展的基礎 保護區生物資源需要經營管理,為永續經營這些自然資源,需要監測這些 生物資源的現況與改變趨勢,並以其為基礎建立保育永續的模式策略。
- 2. 監測結果是提供生態系與生物族群,有效的經營與保育的依據 生物與生態監測在自然保護區經營管理上佔相當重要的角色,若沒有自然 族群改變、種類狀況的變遷、棲息地消失影響的監測,則無法有效地實施 保育及經營的策略。
- 3. 監測可以瞭解生態系時空動態的變化 過去少有長期生態的研究,以致對生態系長期發展的過程所知道的相當有限。然而監測計劃則可提供生態系動態變化過程的瞭解。例如景觀亦為監測的重要內涵,而景觀改變的研究,愈來愈依賴良好的監測技術,如精良航空的照片判釋、遙感探測的影像分析,以及資料庫管理系統、地理資訊系統、統計軟體的綜合使用。

二、保護區監測技術

目前保護區監測重要關鍵技術之發展,包括有:自動錄音技術(Parker 1991;Parris et al. 1999;Evans 2000;Evans and Rosenberg 2000;Haselmayer and Quinn 2000;Hobson et al. 2002;Hsu et al. 2005;Penman et al. 2005;姜博仁 2005;Acevedo and Villanueva-Rivera 2006; 陸 聲 山、 林 朝 欽 2006;Brandes 2008;Marcarini et al. 2008;姜博仁等 2009、2010);自動照相設備(裴家騏等 1997; 裴家騏 1998;Lai et al 2003;裴家騏、姜博仁 2004;Chiang 2007);非侵入性

調查方法 (DNA 技術的進步);遙測技術及地理資訊系統;新的統計分析 (分布模式、棲地利用及 Niche、Occupancy modeling、ENFA = Ecological niche factor analysis、MAXENT = Maximum Entropy)······等等。

俗謂「工欲善其事,必先利其器」,臺灣的自然保護區的設置已近三十年,透 過新的監測技術檢視保護區生物資源面貌時,可瞭解:

- 1. 保護區內所分布生物資源種類
- 2. 生態資訊,從物種、族群至群聚的參數
- 3. 棲地的組成因子
- 4. 生存危機的因子
- 5. 時間序列的資源變動

監測指標之分析內容則包括有:

- 1. 保護區的生物資源的多樣化、稀有性、分布與數量、重要繁殖習性。
- 2. 保護區內棲地連接度、破碎化程度、干擾程度。
- 3. 整合分析:生物多樣性是生物的多樣化和變異性以及生境的生態複雜性的 總和。它可以從容量和質量二個方面來考察。
 - (1) 容量 (capacity of diversity) 指自然保護區內生物資源物種數的絕對多度和相對多度,等同于自然保護區的生物資源總量。
 - (2) 質量 (quality of biodiversity) 指自然保護區的保護對象的價值、特色與 脆弱性。

所謂生物多樣性指標共有十四項之多,這包括有國家生物多樣性指數、受威脅物種、外來種、物種豐度趨勢、保護區、陸域綠資源、海洋綠資源、濕地、災害敏感地、耕地、基因多樣性、生態足跡、過漁及國家行動策略目標等等。上述指標範圍著重於全臺且尺度大,較難適用於小尺度的自然保護(留)區。由於保護區設置的目標有所不同,監測技術的發展必須清楚定義出保護區內的生態指標為何,指標的建立將有效能掌握保護區的現況與變動因素,更能落實監測工作。到底保護區內有什麼?重要性在哪裡?有無衝擊因子?如何確實掌握到生物資源保護的實質?與其他保護區的關聯度 (network) 如何?有無遺漏的未設置 (gap) 的保護區?這些問題也才有可能以整體統合的觀點出發來一一釐清,其對此區域內監測與經營管理的方案擬定,或重新進行生物資源普查時,將更能合乎保育原則。

保護區生態指標之建立,大致上是針對:(1)土地利用及經營的狀況會對生物生息及棲地利用產生影響一些特定的種類(如觀光客自由餵食關係而造成影響獼猴的分布);一些特定的植物種類(如野牛過多啃草影響山羌之食物來源);一些特定的棲地組成(如森林砍伐造成棲地的改變變化);生物群聚組成的變化(如狩獵使一些常被狩獵對象的動物消失)。(2)自然界氣象因子影響物種或棲地(如颱風)。

(3) 已有預測模式之資料收集。(4) 修正預測模式之資料收集。(5) 因增加緩衝地所 佔比例大小對生物資源及棲地之影響變化。(6) 因增加棲地改善工作而針對有利此 的某些物種及棲地之影響變化等所設置。

進行自然保護區監測工作需事先規劃準備工作及調查設計,並實地勘察目標調查區現況、進行人員任務編制及工作訓練,依照規劃實際去執行野外監測工作,取得資料建檔,進而處理與分析資料以獲得結果。監測資料庫分為圖層資料、屬性資料及文書資料。監測進行後,建立資料檔儲存,分析比較此檔案內容項目定義的一致性及關鍵鍵設立。土地利用型圖繪製及樣區動植物調查完成後,即進行資料的建檔、修正、儲存。採集或調查到的成熟個體分類鑑定至種、型態種或科。用陷阱法採集到的標本以70%酒精保存,並將有系統的記錄、建檔及保存。

現行有關臺灣自然保護區監測指標建立仍未明確,更缺乏保護區監測所得結果之分析與其應用對策,此狀況也就無法進行保育效益評估。自然保護區過去所委辦投入之研究調查計畫結果,甚少轉化成為林區管理處對於保護區經營管理所需之資訊。部分所轄保護區範圍因時空變化可能需有所調整其保育屬性的定位區分,但多缺乏整合生物資源分析。

本手冊初步提供各類生物資源及水文、地景等監測新技術,且可依各保護區特性作為生態指標建立的參考,透過指標生物資源調查與監測的結果,作為瞭解保護區棲地特性與其生物資源質量的變化過程,提供保護區經營管理規劃的重要參考 (Spellerberg 1991)。有完整的保護區的生態基準線資料方能有效掌握環境衝擊及其造成改變的強弱,如此一來,保護區的監測才可成為經營管理的重要參考依據 (Wright 1996)。

參考文獻

- Acevedo, M. A., and L. J. Villanueva-Rivera. 2006. Using automated digital recording systems as effective tools for the monitoring of birds and amphibians. *Wildlife Society Bulletin* 34:211-214.
- Chiang, P. J. 2007. Ecology and conservation of Formosan clouded leopard, its prey, and other sympatric carnivores in southern Taiwan. Ph.D. dissertation, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, U.S.A.
- Evans, W. R. Applications of Acoustic Bird Monitoring for the Wind Power Industry, Pages 141-152 in Conference Applications of Acoustic Bird Monitoring for the Wind Power Industry.

- Evans, W. R. and K. V. Rosenberg. 2000. *Acoustic monitoring of night-migrating birds:* a progress report. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Haselmayer, J. and J. S. Quinn. 2000. A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian southeast Peru. Condor 102: 887-893.
- Hobson, K. A., R. S. Rempel, H. Greenwood, B. Turnbull, and S. L. Van Wilgenburg. 2002. Acoustic surveys of birds using electronic recordings: new potential from an omnidirectional microphone system. *Wildlife Society Bulletin* 30:709-720.
- Hsu, M. Y., Y. C. Kam and G. M. Fellers. 2005. Effectiveness of amphibian monitoring techniques in a Taiwanese subtropical forest. *Herpetological Journal* 15:73-79.
- Lai, Y. C., J. C. Pei, L. T. Hsu and P. J. Chiang. 2003. A preliminary study on integrating geographic information system and multivariate statistical method to model muntjacs habitat use in mountain area of Southern Taiwan. *J. Photogrammetry and Remote Sensing* 8(4): 1-8.
- Marcarini, M., G. A. Williamson and L. D. Garcia. 2008. Comparison of methods for automated recognition of avian nocturnal flight calls. 2008 Ieee International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vols 1-12:2029-2032.
- Parker, T. A. 1991. On the use of tape-recorders in avifaunal surveys. Auk 108:443-444.
- Parris, K. M., T. W. Norton and R. B. Cunningham. 1999. A comparison of techniques for sampling amphibians in the forests of south-east Queensland, *Australia*. *Herpetologica* 55:271-283.
- Penman, T. D., F. L. Lemckert and M. J. Mahony. 2005. A cost-benefit analysis of automated call recorders. *Applied Herpetology* 2:389-400.
- Spellerberg, L. F. 1991. Monitoring ecological changes. University Press, Cambridge.
- Wright, R. G. 1996. *National parks and protected areas-their role in environmental protection*. Blackwell Science press.
- Brandes, T. S. 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International* 18:S163-S173.
- 姜博仁 2005。森聲不息:臺灣中大型哺乳動物聲音圖鑑 (聲音 CD 及手冊)。臺北: 行政院農委會林務局。
- 姜博仁、王建仁、鄭薏如、朱佑璽 2009。野生動物調查自動錄音技術開發與應用評估(行政院農業委員會林務局委託研究計畫 98 農科 -8.7.3- 務 -e1)。臺北:行政院農委會林務局。

- 姜博仁、蔡世超、蔡哲民、王建仁、吳禎祺、蔡政修 2010。野生動物調查自動錄音技術開發與應用評估 (2/2) (行政院農業委員會林務局委託研究計畫 99 農科-8.7.3- 務-e1)。臺北:行政院農委會林務局。
- 陸聲山、林朝欽 2006。聽見了嗎?聲音做為生態與環境監測指標的可行性。林業研究專訊 13: 38-41.
- 裴家騏 1998。利用自動照相設備記錄野生動物活動模式之評估。臺灣林業科學 13 (4): 289-296。
- 裴家騏、姜博仁 2004。大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(三)(行政院農委會林務局保育研究 92-02 號)。臺北:行政院農委會林務局。
- 裴家騏、陳朝圳、吳守從、滕民強 1997。利用自動照相設備與地理資訊系統研究 森林野生動物族群之空間分布。中華林學季刊 30 (3): 279-289。
- 蘇鴻傑 1989。臺灣生態系及保育 初評保護區系統。生態原則下的森林經營研討會論文集,夏禹九、趙榮臺、金恆鑣編, 165-176 頁。

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

保護區經營管理技術手冊.基礎篇/何立德等作.--初版.

-- 臺北市: 農委會林務局, 2014.08

188面; 19 x 26公分

ISBN 978-986-04-2065-4(精裝)

1. 生態保育區 2. 自然保育 3. 環境保護

367.7 103016263

保護區經營管理技術手冊-基礎篇

發 行 人: 李桃生

策 劃:楊宏志、管立豪、張弘毅、夏榮生、黃群策、王中原

主 編: 盧道杰

執行編輯: 陳瑋苓、賴欣欣

作 者: 何立德、呂政豪、汪碧涵、林良恭、林宛柔、林惠真、林德恩、

姚正得、姜博仁、施上粟、張育誠、黃國文、楊宗愈、葉明峰、

盧道杰、謝長富

審 定:林良恭

出版 者: 行政院農業委員會林務局

國立臺灣大學森林環境暨資源學系

地 址:臺北市杭州南路一段2號

臺北市羅斯福路四段 1號

出版日期: 2014年8月(初版)

定 價:新台幣 400元

展 售 處: 國家書局 台北市松江路 209 號 (02-25180207)

五南文化廣場(台中總店) 台中市中山路 6號 (04-22260330)

GPN: 1010301541

ISBN: 978-986-04-2065-4

