

## 遙感

探測、  
地理資訊系統、衛星定位儀

## 在自然保護區管理上之應用

◎陳朝圳／國立屏東科技大學森林系主任

## 壹、前言

人類自生存於地球以來，即不斷的利用地球上的資源以維持生活與繁衍後代，自然生態也因人類的大量消費而不斷的調整其結構。在十八世紀發生工業革命後，人類不僅在人口上急遽擴增，其科技發展所製造的污染及漫無止境的對自然資源開發利用，已威脅到原有適合於人類生存的自然生態結構。有鑑於此，國際自然及天然資源保育聯合會（IUCN）、聯合國環境計畫組織（UNEP）及世界野生動物協會（WWF）等三個國際組織聯合提出「世界自然保育方略」（World conservation strategy），其目的在促使全世界共同集中力量，來經營管理生物資源以達成「維護



基本之生態過程與維生體系」、「保存遺傳基因之多樣性」及「保障物種與生態系之永續使用」（IUCN, 1980）。自然保護區的設置即是為了維護區內的珍貴生態資源及系統，進而保持物種的歧異度，以維持環境及生物資源的永續利用。故設置自然保護區來維護自然資源，為世

界各地政府及民間人士共同追求之目標。

目前我國也分別由內政部、農委會、林務局等保育相關單位設立生態保護區、自然保留區、自然保護區，而本文所提「自然保護區」即為上述所提之保育相關區劃，並討論如何以地理資訊系統（GIS）、遙感探測（RS）

及全球衛星定位系統 (GPS)，來輔助調查及規劃管理自然保護區。

在自然保護區的選定規劃及經營管理工作中，必需調查瞭解自然保護區的環境及資源內涵，建立其環境生態資料庫，並從事其硬體架構的設置、監測及經營管理等工作。在這一連串保育工作中，從事野外調查取得樣區資料固然重要，但如何應用空間性資料及現代化科技進行資料蒐集、分析、儲存已是自然保護規劃及經營管理不可或缺之工作。

目前遙感探測運用其光譜特性分析，可迅速正確獲得大尺度的環境資訊；全球衛星定位系統具備快速精準的定位功能；地理資訊系統則具備空間資料建立、更新、展示、分析等功能。保護區之經營管理若能整合此三項現代科技應用於調查、建立、分析，則對於管理資訊之提供將增加廣度與深度。

## 貳、自然保護區的設立及規劃

### 一、自然保護區之保育目標 自然保護區的設置目標

除為了維護某特定區域內生態基本過程及系統外，也因各個自然保護區內特有的生態環境屬性，而有其不同的保育目標。而自然保護區之經營管理，應以其各個不同的保育目標，而設定不同的經營管理重點，而本文所討論之範圍係以自然資源保育為主體之自然保護區，其大體上可分為以物種保育為對象之保護區，以及以生態系為保護對象之保護區，兩種類型之保護區，在經營管理過程中，皆需藉由系統化的空間生態模式建立資料庫，才能達成生態保育之目標。因此如何應用快速準確及系統化工具完成此項工作將是重要的課題。

### 二、自然保護區的資源環境調查

自然保護區的環境資源為保育之主體，也就是保護區經營管理的對象。我國為確立自然生態保育政策，健全自然資源管理制度，行政院於1983年指示內政部會同相關機關，共同研商如何有效推動台灣地區自然生態保育工作，研擬「台灣地區自然生態保育方案」，供為推

動之依據。在保育方案內容中，保育政策第一條即明定，為落實生態保育工作，必須建立台灣地區自然生態資料系統。因此自然保護區的規劃管理之重點工作將包括永久樣區的設立、自然保護區的物理環境調查、自然保護區的生物資源調查及自然保護區的生態介量與結構調查等。

#### (一) 永久樣區的設立

由於自然保護區的面積廣大，未來為達成監測之目的，除以遙測影像所獲得之大尺度生態環境資訊外，通常因限於經費及時間，無法做全面性的地面調查，故需倚賴永久樣區之設立及調查。即從廣大的生態系中抽取足以代表該生態系的樣區，以為估測。永久樣區之設立涉及定位問題，GPS可配合雷射測量儀，進行樣區的設置及立木調查，其為一可行之方法。而對於樣區設立之代表性問題，GIS可快速的提供相關資訊以供分層取樣使用(馮、蔡，1997)。

#### (二) 自然保護區的物理環境調查

自然保護區設置目的在於維持生態系或珍稀物種，因此所佔面積廣闊，區內因地形之變化會產生區域性或微棲地之物理環境，而該物理環境資訊之掌握為探討生態區位之基礎。在此種大尺度之空間資料建立，必須藉由地理資訊系統之分析能力才能快速有效的掌握。目前對於空間物理環境的推導方式係以數位高程(Digital Elevation Model, DEM)為材料，利用 GIS 之分析能力，推導與生態環境有關之地形因子或複合性因子包括坡度、坡向、濕度指數、水分梯度、全天光空域、日輻射潛能等(陳,1993;謝,1997))。另外為掌握保護區之水文現象，則可利用 DEM 配合 GIS 可進行集水區範圍之劃定及河流萃取等(鄭,1993)，更可由農業非點源模式(AgNPS)，模擬空間性之水文資料(Chen and Lee,1997)，其對於自然保護區之生態環境掌握，提供了一快速有效之分析方法。

### (三)自然保護區的生物資源調查

自然保護區的保育對象

除維護其環境屬性與結構外，生物資源通常為自然保護區主要的保育對象。生物社會中各種動植物的分佈位置、結構及其數量，則為生物資源調查的主要項目，而於不同時間的重複調查則可獲得其於時間上的動態變化。生物資源在生命層譜中的組成順序為：生物個體、生物族群及生物社會。由動物及植物共同棲息的區域所形成的歧異社會，便是自然保護區主要的保育主體，而於其於空間及時間上的分佈結構，是為維持生態過程的架構。因此空間性與時間性的生物資源調查，將是保護區進行評估監測之主要依據。由於遙測資料具有時間解析力、空間解析力及波譜解析力，其對於大尺度之空間資訊建立，將是一有效資料。另因單一物種在區內之分佈狀態，亦為自然保護區管理之重要工作，尤其是稀有物種的分布狀況，因此以 GPS 進行物種定位，再藉由地理環境資料庫之套疊功能，將可推導物種之空間分佈模式(陳,1993;斐等,1997)，其結果對保護區之物種管理將可提供更完整之資訊。

### (四)自然保護區的生態介量與結構調查

物理環境加上所孕育出的生物資源，即形成整個生態系，是為生命層譜的最高層次，在生態系階層中可形成其特有的生態介量與結構，如：植物群落、演替階段、物質循環及能量的流動等。有了上述種種的生態介量，再加上物理環境的描述，便可掌握生態系的主要結構。所以定期的綜合評斷生態介量，便可得到生態演替的指標。一般所謂生態介量包括族群結構、豐富度、歧異度、優勢度等，此等生態介量與結構因受空間物理環境之影響，因此以 GIS 所建立之地理資料庫，將是建立空間性生態介量與結構之基礎(陳,1997)。另因遙測資料確實的記錄地表狀態，因此藉由波譜特性推算各種指標以解釋生態現象、結構或變遷已有豐碩成果(鍾,1996;謝,1996;鄭等,1997)。

### 三、自然保護區之階段性管理

自然保護區之管理，必須依據資源調查資料，配合適當的管理措施，才能將自



發的大尺度環境變遷，可反應於生態景觀結構與分佈上。經由大地資源衛星週期性的偵測，可獲得即時性大尺度之生態景觀資料，而生態系的變遷（構建於地理資訊系統中），可由分析前後的遙測影像的改變得之，且進一步以內建於系統中的空間性分析模式，更可將變遷的分佈圖與其他如數位地形、野生動物分佈圖及人類活動區域分佈與其性質等，加以逐項分析，有助於判定引起變遷的因子。

而於遙測影像所分析出的生

態景觀變遷處，可於地理資訊系統中取得其大地座標之位置，GPS 全球衛星定位系統則可幫助工作者，於現場找到發生變遷處，進行實地微尺度之觀察與資料之蒐集。

另一即時性監測的應用是阻止人為不當的開發利用，自然保護區常地處偏遠，且因其地形地物的阻隔

而無法由管理者全面性的實地監視，即使是大面積的開發行為亦很難被管理者及時發現，此時利用遙測影像週期性的監測特性，可使不當的開發無所遁形。

有關遙測資料於自然保護區之應用模式可示如圖三：



## 二、自然保護區稀有植物資料庫的建立

保育正逐漸消失的物種基因庫，為生態保育的主要目標。稀有植物的單株立木位置、立木屬性及其生長模式之建立，為保育工作的第一步。正因其稀有性，稀有植物的分布位置無法顯示於遙測影像中，此時必須由實地調查才可獲得資料。GPS

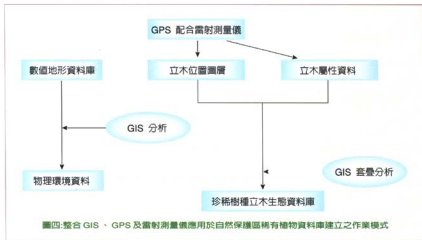
可供為稀有植物之逐棵定位，並建立為GIS中的一個圖層。而GPS於山區森林中因地形、地物之阻隔，常無法順利獲得正確的座標資訊，此時可配合雷射測距儀迅速精準的定出立木位置。空間性之立木資料配合GIS

之物理環境資料庫，藉由GIS之套疊分析，可確實掌握各立木之生育環境，其對於物種監測工作將是一可用之方法。其應用模式可示如圖四。

## 三、野生動物分佈調查

野生動物對於環境變遷的敏

感性遠比植物要高，故目前世界上野生動物的種類及數量正急遽下降。自然保護區內之野生動物常因覓食及尋找棲所，而棲息於特定之植群型及地形因子所形成的特定棲地，但也因競爭及地理區隔而有所限定其分布範圍。因野生動物無法直接以遙測影像判釋，故必須實施地面調查，且因野生動物具



遷移特性，故其調查方法比植物困難，常需輔以地面之偵測工具或儀器，如自動照相機、自動錄音機、陷阱、無線電發報器等。以自動照相機為例，調查者欲調查某區域野生動物相，可於不同之棲地設置自動照相機，自動拍攝野生動物，藉以證實野生動物種類之出現，而其出現頻度則可推估其族群大小。在野生動物族群調查中，自動照相機裝設位置之規劃與定位，GPS 與 GIS 將可扮演著照相機裝設地點的選擇與定位，而在野生動物族群分布模式之推導中，GIS 與遙測影像資料將可供

為空間基本資料，藉由樣區資料可建立野生動物族群分布模式，其作業模式如圖五。

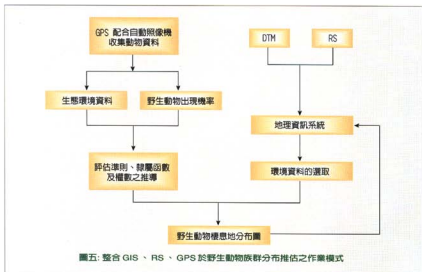
#### 四、自然保護區監測站最佳設立地點之選擇

自然保護區為執行各項經營管理工作，常於區內設置監測站，以作管制作業之根據地，並兼具保育相關研究之據點，故監測站之最佳設施地點為自然保護區之制高點，以獲取良好的視野，監控並掌握全區的狀況。然並非視野最好的制高點便適合設置監測站之硬體設施，必須再考量其他如可及性、

安全、水電及地質等問題。由 RS、GPS 所蒐集而建立於地理資訊系統中的各項環境、生態資訊的圖層，提供了模式計算的依據及規劃者空間視覺之規劃界面，使得監測站的最佳設立地點的選擇，可在充分提供各項物理、生態環境參考因子的狀態下，於室內正確的選取。

#### 伍、結語

二十世紀末期的人類，警覺於生態環境的急速惡化，並發現科技並不能解決人類所面臨的生態問題，生態環境的調查，有助於人類瞭解生態的結構與特性。二



十一世紀為科技連綿的時代，生態介量的調查應跳脫過去傳統人工調查方式，應用現代化科技，建立一套整合性資源調查的系統模式，以作業流程的方式蒐集、處理、分析、展示正確精準有效率且具生態意義的資訊。

地理資訊系統最大的特色即為資料庫的時空化，使應用者得於具時空意義的界面中儲存、分析、展示各類資訊，配合資訊科技的快速發展可虛擬自然界的真實架構。然而地面上發生於周遭的事物，是人類關心及研究的主體。因此如何迅速、正確的蒐集自然界龐雜之物理、生物、人文等資訊，便為發展地理資訊系統最迫切

的課題。

目前 RS 所提供資源遙測影像，可週期性獲取大尺度地面資源及其座標資訊，與地理資訊系統的時空需求十分契合，可為大尺度生態環境規劃及監測的最佳大地資訊之蒐集工具。然其目前亦受限於氣象及空間、時間、波譜解析力等問題，尚無法獲得所有研究工作必要的資訊，所以有其應用上的限制，而須配合地面調查工作。全球衛星定位系統的應用，能使實地調查的工作者，接收一定精確度的大地座標位置，這使調查的成果能符合地理資訊系統空間座標的需求，輕易地為其所應用。而其因地形地物之影響

無法迅速順利獲得座標資訊的缺點，則可以雷射測距儀來紓解。

自然保護區的規劃是為自然保護區往後經營管理的依據，而其環境資源調查又為規劃案的先期工作，如何使自然保護區內的環境資源在時間及空間上做合理的安排，是規劃工作的內容及目標。地理資訊系統為整合地面資訊，具時空架構的工作平台，配合遙感探測的大尺度資源監測，以及地面調查工作中全球衛星定位系統的輔助，GIS、RS、GPS 三項現代科技，是為目前自然保護區規劃相關工作的最佳整合。

## 陸、參考文獻

- ◆ 行政院農委會，1997，自然保留區經營管理手冊，行政院農委會，第43-46頁。
- ◆ 李久先、陳朝圳，1993，台灣自然保護區之經營管理，中興大學實驗林研究報告 15(1):23-42。
- ◆ 陳朝圳，1993，地理資訊系統在森林經營管理上之應用—以自然保護區為例，國立中興大學森林研究所博士論文，234頁。
- ◆ 陳朝圳，1996，數值高程模型應用於日輻射潛能之推估—以大武山自然保護區為例，中華林學季刊 30(1):93-104。
- ◆ 陳朝圳，1997，生物資源生態資料庫之建立與管理，台灣林業 23(4):29-39。
- ◆ 陳朝圳、吳守從、陳永寬，1996，Weibull 機率密度函數應用於天然林林份結構動態變化之研究，國立台灣大學農學院實驗林研究報告 10(4):21-32。
- ◆ 陳朝圳，1994，模糊地理資訊系統應用於台灣山羌棲息地分析，第九屆全國技職教育研討會論文，1-10頁。
- ◆ 馮豐榮、黃志成，1994，全球衛星定位系統在永久樣區定位之研究，中興大學森林系研究報告 17頁。
- ◆ 葉慶龍、陳朝圳、鍾玉龍、范貴株，1990，地理資訊系統應用於台灣櫻花杉族群變化之研究，遙感探測 16期:28-51。
- ◆ 裴家驊、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):278-289。
- ◆ 劉榮瑞、蘇鴻傑，1961，森林植物生態學，台灣商務印書館，台北市。
- ◆ 鄭祈全，1993，數值地形資料應用於集水區區化和河川網路分析之研究，林業試驗所研究報告季刊 8(4):331-343。
- ◆ 謝漢欽，1996，應用數值地形資料推導福山地區森林生育地因子，台灣林業科學 12(1):1-14。
- ◆ 鍾玉龍，1996，地理資訊系統與遙測資訊應用於植群生態變遷之研究—以霧頭山自然保護區為例，國立台灣大學森林研究所博士論文，204頁。
- ◆ Black J., 1970, The Dominance of Man: the Search for Ecological Responsibility, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- ◆ Chen C. C., Lee C. Y. 1998, Using GIS and AgNPS Model to Study the Water Resources Conservation of Nan-Haw Reservoir Watershed in Taiwan, Federal Interagency Hydrological Modeling Conference, April 19-23, 1998, Las Vegas, Nevada, U.S.A.
- ◆ IUCN, 1978, Categories, Objectives and Criteria for Protected Areas. Final Report by the Commission on National Parks and Protected Areas. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Garland, Switzerland.
- ◆ IUCN, 1980, World Conservation Strategy International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
- ◆ Stenback, J.M. C.B. Travlos R. H. Barrett, and R.G. Congalton, 1987, Application of Remotely Sensed Digital Data And a GIS in Evaluating Deer Habitat Suitability on the Tehama Deer Winter Range. GIS'87, Second Annual International conference on GIS, San Francisco, CA, USA. 26-30.P. 440-445. October 1987. HGFD'
- ◆ Usher M. B., 1986, Wildlife Conservation Evaluation: Attributes, Criteria and Values. In Usher M. B., 1986, Wildlife Conservation Evaluation, Chapman and Hall, New York. ■