

自然生態保育製圖的未來發展

文：馮豐隆 / 國立中興大學森林系教授

閱 讀 Ronald I. Miller. (1994) 編輯，Chapman & Hall 公司出版之《自然歧異度的製圖》(Mapping the Diversity of Nature) 一書後，有感於其內容—自然歧異度製圖的快速發展及製圖對自然生態保育的貢獻，特將自然生態保育製圖的未來發展撰文說明如下，以供自然生態保育參考。

製作生物物種圖、環境生育地圖及人類文明影響圖(人口、使用經營管理土地、自然所造成的影響)為保育與發展活動決策的重要依據。而此圖籍的製作來自於整合遙航測、衛星定位系統和地理資訊系統等3S工具及應用現代化田野取樣調查技術(Sampling Field Survey)的4S，更而利用模擬模式、假設情境模式於狀況、功能與變遷的推估、預測，而成為5S的科際整合。

物種保育策略，其決策因子宜考慮：1、物種的生物習性、生活史等物種生物學知識以及物種空間分佈和遷移途徑；2、物種的食餌種類、分佈及其物候遲期、現象等生態保育的地景特徵；3、人類群落居住、活動、利用資源所造成物種生育地的分佈格局，凡此圖籍皆是實際保育計畫中，需考慮、依據以為成功執行措施之保證。而資料的型態、品質、密度及精度，皆頗值得吾人重視，而資料收集、處理、地理資料庫的建立與分析、解釋，為科研與經營管理的重要步驟。

一、前言

今日世界保育自然，要考量在不同空間、時間尺度下，收集分析資料，以為保護相似受衝擊的自然單元。也就是說：在單一地區或國家？，需整體地考量、確保單一型態的生態系或生育地或物種的保育。不管時間或空間尺度，皆需要權衡各種尺度，以確保可永續未來的自然單元適當大小。

對單一物種而言，考量預測環境變異穿越空間(如演替或人類發展)和時間(如氣候或水文改變)對長期保護是相當重要的，對物種整體自然單元變異格局的衝擊，可以利用地圖、統計圖表來展示和有效地模擬。在保育規劃上，圖籍可以用來表示時間、空間尺度對類似自然單元的影響。由科學精確度來看，表示地圖內自然元素的空間變異，地點、範圍需要謹慎地選擇。

調整自然因素中空間變異的因子，需要考慮適當的尺度(Jensen, 1992)，只有具有相容性適當尺度的因素才可放在相同的一張圖內，性態值的尺度與生態系過程的頻度需要辨認，以決定是否可以？集由其他生態研究所得的知識。

二、應用GIS

雖然GIS技術有長足的發展，但保育學家對GIS的使用，有許多實際因素限

制。譬如說：有關追、了解，由GIS產生資訊是否清晰，以及其資料處理步驟對資訊的影響(Davis et al., 1991)，其他尚需要訓練人員、培育人才，以有效地應用GIS技術，實際地應用這些技術於全球的保育問題上。另外尚需要時間去發展資料庫，需要成本去購置軟、硬體和延請專家處理。有限的田野調查資料，亦是限制吾人以地圖表示自然特徵的詳細程度及GIS功效的發揮。

未來在物種和生育地分布格局的精確製圖上，需對資料的精度和不確定性，投入更多的研究，且需要訂定基於田野已知狀況的資料，獲取與利用此資料建立空間模式的適當策略。對地區或全球尺度而言，(1)對尺度有關的地表徵象和遙航測環境的絕對與相對尺度的問題，需再加強研究；(2)使用資料時，資料受空間變異的影響，以及其在空間、光譜和時間的解析度，需要加以判別。同時吾人亦應對地面調查資料所採取的取樣和尺度策略加以重視。

自然資源的有效經營需有關人類對自然衝擊的監測與檢視的知識，過去生態模擬皆著重一個地區時間歷程裡狀況的改變，而GIS技術，則可以使生態學家去考慮在動態環境中，物種的時空變遷(Johnson & Worobec, 1983)，如Kessell (1990)，利用GIS監測火災危害情形，以為土地經營管理決策，未來模式可以用來連結保育與開發、經營上之決策。

三、未來在生態學上之應用

生態學的資料較生物學來得複雜，且受環境異質性影響，需分析的資料也較多。生態資訊相當複雜，而遙測影像卻只能提供有限的資訊，所以需有許多修正、輔助，才能使遙航測發揮更大功效。其方法如下：

- 1、分層取樣過程可以說明在不同空間的生物歷程；
- 2、判釋控制因子以為地區推估(extrapolation)之用；
- 3、由梯度變化，來探究遙測所獲資料的空間性質；
- 4、遙測的時間系列資料(全球變遷研究需要)；
- 5、空間解析度的量測層級來說明全球的中尺度異質性及一般性；
- 6、建立如土壤、植生、土地利用的全球地理資料庫；
- 7、整合過程層級的生態模式，以便由地方推估到地區。

未來在地區尺度及全球尺度，有效的模擬生態系統，將成為可能。然而，要知道如何有效地經營及保護自然資源，則需要知道災害的規模尺度及其對生態過程的影響，配合生態學家的觀點、想法，才可以定義地景的自然單位或某單元的現況。如何影響其他單元的未來狀況時，才可能將空間維度整合到生態模式？更重要的，在地區尺度與全球尺度上，生態學家需要測驗該研究經營地景單元的狀況，是否與其鄰近的單元狀況有關。於現今保育與發展模式？的尺度、解析度，皆需與所要面對解決問題的尺度一致。

四、未來製圖的幾種潛在利器

生態格局與過程構成自然世界的基本組成(Perry, 1993)，通常可以用地圖表達在時空的自然格局。近幾年來，由於GIS的發展，使地圖的生產與自然徵象的分析格局得以充分的表達。GIS工具與方法，使得科學家得以執行生態格局與過程更精確的分析，並提供自然空間格局分布原因的解析。這些了解，將促進執行生物多樣性保育措施與計畫的進展，然以下的科學技術工具，在保育規劃上將有相當大的潛能。

(一)錄影技術(Videography)

衛星資料與地面觀察間資料，仍有相當大的間隙。由於吾人無法利用田野地面調查的資料來製作大尺度的地圖，亦是繪製自然徵象(圖徵)的很大障礙。然而，整合GPS與錄影技術，將提供搭建這個間隙的橋樑，這個方法係透過空載GPS／錄影(Video)系統的序列資料收集、解析與驗證的過程。

目前這個技術方法已成功地應用驗證分類TM影像，以建立Arizona的植生圖(Graham, 1993)。此種方法提供在短時間獲得大範圍，且不貴的資訊，這些資訊使生產精密度高的自然特徵圖籍得以驗證與證實(verification & validation)。

(二)新的影像技術(AVIRIS)

有關由影像資料來辨認、判釋植生元素，一般是由圖徵的光譜反射與吸收資料來加以解析。過去，常應用紅外光譜的衛星影像資料，如AVHRR、MSS、TM和SPOT技

術，亦皆基於光譜內的紅外光部分的影像。航空影像過去較少利用長於紅外光波長的波段以及可見光波段部分，所以應用這些波段來剖析地覆、土地利用型，未來宜再加強研究應用。每像元的紅外光的空間解析度，一般較低(TM為30m²)，尚需整合足夠的像元，以獲得足夠的解析度。像元如何提供全部的可見光譜，以提供製作地覆具植生的高解析度影像。利用AVIRIS資料可以獲得細微尺度的高解析度資料，以供大地景觀範圍的多種植物物種的解析。

(三)網格製圖(Grid mapping)

物種分布圖是生態科學很重要的工具，等面積網格(Equal-area grid)資料的安排，在表達物種的有無，以供物種分佈格局分析上是相當有用的架構。此方法最近在東非的鳥類研究上應用很多(Miller et al., 1989; Pomeroy, 1989, 1993)，亦有利用網格方法來監測珊瑚魚類瀕臨滅絕物種的探討。

五、空間資料在保育的未來應用

有關自然監測與保育需要標明地理位置的資訊，豐富空間資料在環境模式?扮演了催化劑與孕育者的地位，將不同來源的資訊彙集，以供環境研究與規劃之用。

有許多國際保育組織應用快速的評估策略(Abate, 1992; Hassan & Hutchinson, 1992)，這個策略包括派遣一小隊專家到世界值得保育的地方，專家們合作生產辨認需要立即保育的生育地、物種。最近國際保育(Conservation International)成功地利用此方法

在Manaus, Brazil (1990)和Papua, New Guinea (1992), 在美國建立國家生物調查(National Biological Survey), 可正面提升美國對生物資源的經營與保育, 這個組織將集中其精力於美國生態系及美洲資訊的獲得與諮詢, 並提供製圖及資料庫建立、資料提供。

六、全球尺度的製圖與模式化

當全球現象模擬時, 空間尺度將會是相當困難的問題, 其中之一的原因是需利用大尺度圖籍的樣區資料外推估至大範圍的小尺度圖籍, 即尺度放大(Scale-up), 以供大範圍地區之機構使用。這樣的外推增加了地區性模式描繪資料的不確定性, 但這個有效式與地圖的創製, 使得全球溫室效應、氣候變遷的問題, 得以透過可能的假設情境(Scenarios), 將轉化的預測結果予以展現(Wessman, 1992)。

大部分所謂的地圖資料基於一定數量的觀測值, 係以等高線方法(contouring methods)推導產生明顯問題, 資料是不確定的, 透過空間模式將明顯問題的資料擴散(Hunsaker et al., 1993)。解決這個問題, 可以透過利用不同型圖尺度間的資料, 在每一個尺度下建立獨特唯一的模式。

Colorado State University在這方面的發展應用, 具有領先的地位, 這種方法稱做中尺度模式(mesoscale models), 在每一個特別尺度下, 使用不同分類架構Evans & Albert, (1993)。

七、保育與發展

世界銀行的環境部門目前負責一系列的製圖計畫, 以為整合生物歧異度保護(biodiversity protection)、保護區(protected areas)和原住民(indigenous peoples)的需要。這個計畫重點在世銀提供生物歧異度保護計畫和大且不同族群的原住民保護計畫的三個國家, 這個計畫尤其重視原住民參與和保護區所在的地方社區人民參與規劃經營的意見資料收集。

生物歧異度製圖將由公共政策產生, 類似的計畫將在未來幾年內, 在開發中國家推展, 許多生物歧異度製圖的方法在這些計畫中, 將扮演相當重要的角色, 未來電腦硬軟體發展一日千里, 但大部份人類文明則大大落後在現代觀念框架之後, 開發中國家成功計畫, 要著重在幫助人民改善他們的生活方法, 並同時保護其周遭的自然。

過去, 生物歧異度計畫多比較重視電腦科技, 其實更需要重視GIS和有關資料庫的使用, 他們如何整合使用這些工具於經營管理決策中? 電腦、GIS僅是工具, 可以幫忙我們去解決問題, 使用簡單和實際製圖技術和資料庫的方法, 去整合保育與發展。

不管保育或經營組織, 都可以使用製圖和資料庫技術, 去表現生產美國的圖籍, 進行熱點的判釋、生物歧異度的監測、發展規劃及保育策略, 以改善經營與保育的效率。△