

棲地類型分類與生物多樣性保育 ---以美國加州為例

林旭宏、彭國棟

臺灣省特有生物研究保育中心

一、緣起

在多樣性的物種多樣性(species diversity)層次中，幾乎沒有一種物種是可以單獨存在的，各物種必需與其它的物種生存在同一棲地或生育地中形成群落(community)，配合當地的理化環境，各自扮演其在群落中的角色，例如生產者、掠食者、被補食者或分解者，如此才能使此一群落運作正常，因此在談到物種層次的多樣性保育時，不能單獨以物種為保護對象，而是應該以該物種生存的群落作為整體的保護目標，如此不僅可以對於標的物種提供完整的保護，連帶也使得標的物種棲息的群落中其他物種及環境也受到保護；地球上整個的生態系事實上便是由不同的群落所構成，不同的環境建構不同的群落，群落則由不同的生物共同組成，整個生物圈由物種而群落而生態系形成井然有序的層級結構(hierarchical scheme)；所謂生態系多樣性(ecosystem diversity)正是反應地球圈中不同環境所孕育的高歧異度的群落。

過往的保育運動，多著重在所謂的旗艦物種(flag-ship species)的保育，例如熊貓(panda)便是一個最明顯的例子，這種保育明星物種的方式，初期的確可以吸引最多民眾的關注，在經費的獲取和風潮的帶動常可收事半功倍之效，當然藉由保育標的物種，該標的物種生存的環境也可能受到保護，但這種保育的方式卻常在經費的分配上造成排擠的效用，有許多在生物多樣性保育上極為重要的棲地，卻因缺乏引人注目的明星物種而無法獲得合理的重視，然而就保育的成本看來，事實上保護棲地實在是遠比保護單一或少數物種來得經濟而有效，但癥結就在於如何選定應保護的棲地，特別是在財政及人力資源有限的情況下如何排定棲地保育的優先次序，這方面的問題可能必需由棲地分類這個方向來著手解決。本文將以美國林務署進行的生態分區分類(Ecoregions Classification)為例，說明他們如何推動這項棲地分類工作，以及如何將其運用在經營管理上，期望它山之石可以攻錯，我們可以從這項美國經驗獲得若干啟示。

二、美國的生態分區

1995年 Bailey 為美國農業部林務署出版一份文件，用以描述一份 1:7,500,000(1 inch=118mile)的全美國生態分區地圖中所分出的生態分區(ecoregion)，這項生態分區是根據 Crowley(1967)所提出的層級結構修正而來。而這份文件最原始的版本是 Bailey 在 1978 年出版者，其內容主要是描述一份 1976 年出版的美國生態分區地圖，這件最原始版本曾由美國林務署在 1980 年印行出版，於 1995 年再修正出版。這項生態分區的分級單位共分為 3 層，由最高階層的 Domain 開始，以下分次展開為 Division 和 Province，在 1995 年的這份地圖中，全美國共區分為 4 個 Domain、14 個 Division 和 52

個 Province，這項分類是屬於高層次的分類，主要是利用氣候(climate)及植被(vegetation)兩項指標。其中的 Domain 和 Division 的分界是根據 Koppen(1931)所提出而由 Trewartha(1968)所修正的大區域生態氣候帶(large ecological climate zone)；Domain 是以全球為尺度，以具有相似緯度及大氣候狀況之區域設為同一 Domain，全美的四個 Domain 分別是 Polar Domain、Humid Temperate Domain、Dry Domain 及 Humid Tropical Domain，這四個 Domain 分別以 100、200、300、400 為代碼，由於此項分類系統具有層級性，因此只要是以 1 開頭的生態分區，也就是代表這個生態分區是屬於 Polar Domain，其餘則類推。Division 則是 Domain 以下的次級分類單位，它是以洲(Continental)為尺度，同一 Division 具相似的地區性氣候，若是該地區有山區，也就是說有海拔差異所造成的氣候變異，則其代碼前再加入 M，例如在 Polar Domain(100)中有 Tundra Division，其代碼是 120，但在這個 Division 的山區 Tundra Regime Mountain 則編為 M120。Province 則是 Division 以下的次級分類單位，它是以地區性(regional)為尺度，也是一個生態單位(ecological unit)，例如編號為 124 的 Arctic Tundra 這個 Province，由其第一碼及第二碼，便可知道它是屬於 Polar Domain (100)中的 Tundra Division(120)。這三種大尺度的分類單位適用的面積達數百萬到數千平方英哩，而其一般的應用及目的則是在廣大地區進行模組化(modeling)及取樣(sampling)時的參考，並供為研擬及評估策略方案以及國際性計畫的基本資料。

三、美國林務署推動生態單位層級式架構

1992 年 6 月，美國林務署決定推動生態系經營(ecosystem management)，並且將此項工作運用在國有森林、草原及其管轄之研究計畫中，同年的 7 月，在該署位於美國首府華盛頓的本部便成立一“生態系分類及製圖工作小組”(Ecological Classification and Mapping Task Team, ECOMAP)，專責研究於不同地理尺度(geographic scales)中進行生態系分類(ecosystem classification)與製圖(mapping)的工作，該署署長極為重視本項工作，認為這是計畫與實施生態系經營工作所必要建立的基本工具與科學基礎。隨後在 ECOMAP 底下又成立一次級組織，它的成員來自包括林務署所屬之全國各林區(Forest Service Regions)、兩個研究站、美國農業部自然資源保育署(Natural Resource Conservation Service)及自然保育聯盟(Nature Conservancy)等。同年 9 月，這個工作團隊在 Lincoln 聚會討論，開始發展一項土地分類系統(land classification system)，在這次聚會中，工作小組提出一項“生態單位層級式架構”(Hierarchical Framework of Ecological Units)，這個架構在 1993 年的 11 月 5 日獲得林務署的同意並採用，其架構如下表所示。

Planing and Analysis Scale	Ecological Units	Purpose, Objectives and General Use	General Size Range
Ecoregion		Broad applicability for modeling and	Millions to tens of
Global	Domain	sampling, strategic planning and	thousands of square
Continental	Division	assessment and international	miles.
Regional	Province	planning	
Subregion	Section	Strategic, multi-forest, statewide, and	Thousands to tens of
	Subsection	multi-agency analysis and	square miles.
		assessment.	
Landscape	Landtype association	Forest, area-wide planning and	Thousands to tens of
		watershed analysis	square miles.
Land unit	Landtype	Project and management area	Hundreds to less than ten
	Landtype phase	planning and analysis	acres

依照 ECOMAP 的說法，這項架構簡單的說就是要將地球上具有一致生態潛勢(uniform ecological potentials)的地區予以逐步的建立分類及圖示系統，生態型的分類及生態單位的圖示是根據生物與環境因子，這些因子直接或間接的影響到能量、水分及養分梯度，而這正是控制一生態系功能與結構的關鍵因素，這些因子包括氣候(climate)、地文(physiography)、土壤、水、空氣、水文(hydrology)及潛在的自然群落(potential natural communities)。

1992 年 11 月，工作小組開始著手進行亞區(subregion)尺度中屬於節(section)的生態單位分類與製圖工作，在進行 section 的大致分界過程中，各生態區邊界(ecoregion boundary)也加以檢討修正，1993 年 12 月完成”Ecoregions and Subregions of the United State”的地圖編製，並且在 1994 年的 6 月印出(Baily and others 1994)，隨後也完成該地圖所分出各 section 之文字描述，同年也將 Bailey 在 1980 年出版的全美 Domain、Division、Province 層級的生態分區圖再作修正，並於 1995 年出版。

1993 年美國林務與其它機構也開始著手推動 section 的次層分區 subsection 的分類工作，1994 年 8 月出版 1：1000000 比例尺的”Ecological Units of California, Subsection”，此外也在加州的國有森林及若干選定的地區發展 landscape 和 land unit 這兩個層次的分類工作，以為其改善經營計畫提供更詳細的資訊。因此將各生態分區各分類階層之範圍加以界定及描述各分區之狀況，將是未來仍將繼續進行的工作，而這項工作的成果將是出版各階層各分區的地圖及其描述文件以吻合經營管理計畫的擬定及分析經營成果的需求，每件地圖及描述文件均將包含該分區現有的資訊，以提供未來進行研究的基礎資訊及讓自然資源的經營者及計畫者在溝通時都能有一致的背景資料。

總而言之，美國的這項生態單位層級式架構是要提供一項科學性的基礎，以鑑別出等質性更高且範圍逐漸縮小的生態系；在 section 這個層次的生態分區分類系統中，可讓林務署的經營者、計畫者、科學家及與該署合作的其他單位的專家，在推動森林多目標利用與以全州為單位的經營計畫時能夠探討經營上的問題，並且在大區域的自然資源普查工作中也可有效的組織所收集到的資料。

四、加州生態區分區的製圖及文件說明

1993 年間，三組由不同領域的專家所組成的工作團隊分別就加州的北、中、南三區製作 subsection 這個階層的生態分區地圖的草圖，其比率為 1：250,000，這項製圖是整合自 1：250,000 的地質圖、土壤圖、地形及植群圖等，再參考同比例的 LANDSAT 衛星影像及當地人士的意見，當然也有一些資訊是來自其它比例尺的地圖；這三件草圖再由林務署及自然保育署的代表將其整合起來，並於 1994 年出版 1:1000000 的地圖，這張地圖共將加州分為 2 個 Domain、4 個 Division、8 個 Province、19 個 Section 和 242 個 Subsection。1997 年 9 月美國林務署西南太平洋林區(Pacific Southwest Region, Forest Service, USDA)出版了 Ecological Subregions of California：Section and Subsection Description，這份文件就是要描述 1994 年所出版的生態單位地圖，在這份文件中是以每一個 Section 作為一章節(chapter)，其下再將該 Section 以下的各 Subsection 分小節描述，每一個 Section 均描述其中最主要的環境因子與生物相，並加上該 Section 所屬的特殊因子，當然這些描述並不會非常詳細，只是要表現出代表該 section 的足夠資訊而已，這些描述主要的內容如下：

(一) 概述(Introductory paragraph)：簡短的描述這個 section 和它所在的位置，而這個 section 在自然資源保育署所用的 The Major Land Resource Area(MLRA)系統中相對的代碼也放在概述當中。MLRA 是自然資源保育署在 1981 年所擬定，它是結合氣候、土壤、植被、經營需求和可以生長的作物等資訊所作的地理分區。

(二) 地形(Geomorphology)：地形是指現有地貌(landform)的分類、描述、本質、起源及發育，這個部分是要敘述在這個 Section 中主要的地貌特性，某些 Section 則將發育出該特有地貌的地形變化過程也加以敘述。

(三) 岩石(Lithology)：本項是用於描述岩石狀況，包括岩石的某些物理特性例如岩石的起源、岩石的組成分以及結構，每個 Section 中主要的岩石種類及其年代均在這個項目下描寫。

(四) 土壤分類(Soil Taxa)：每一 Section 中所包含的土壤種類均予依序描述，土壤的濕度及溫度狀況也加以敘述。

(五) 植被(Vegetation)：這個項目的第一段列出該 Section 中主要或典型代表的潛在自然群落序列(potential natural community series)，這些序列是根據加州野生植物學會所出版的”A Manual of California Vegetation(Sawyer & Keeler-Wolf, 1995)”中所描述者。在這個項目中並不是要列出在該 Section 中所有的植被序列，而只是將最常見或具代表性或獨特的植被列出。如果某些植被序列在這個 Section 中都普遍出現但並不會局限在某一 subsection 時，這些植被序列便以其名稱的英文字母順序依序在本項目的第二段中列出，這些序列可能是潛在的自然群落或者是具優勢的現存植被或是以外來種為優勢的植被。

(六) 動物相(Fauna)：列舉該區具代表性的哺乳動物、鳥類、爬蟲類及兩棲類。某些上述種類以外的常見或特別的動物也加以列舉。另在若干 Section 也舉出在該區有出現的受威脅動物。

(七) 氣候(Climate)：盛行的氣候是以英吋為單位的年平均雨量及以華式為單位的年平均氣溫表示，有時也列出季節性雨量分布及降雪時間及降雪量，生長季則定義為晚春及早秋之間白天氣溫在華式 32 度以上的期間。

(八) 地表水的特性(Surface Water Characteristics)：本項目列出該分區之河川、溪流、湖泊及濕地的明顯特性及出現的季節，某些主要河川則特別予以說明。

(九) 干擾程度(Disturbance Regimes)：這個項目列出在可預見的將來會明顯影響該區生態系動態的自然干擾因子及其強度。

(十) 人文生態(Cultural Ecology)：本項目例舉人類與自然環境的歷史性互動關係中如何導致景觀的改變。

Section 的代碼是在其所屬的 Province 下再加上一個大寫的英文字母，例如 261A，表示這個 section 是屬於 Humid Temperate Domain(200)、Mediterranean Division(260)、California Chaparral Forest and Shrub Province(261)中的 Central California Coast Section(261A)，而在 Section 以下的 Subsection 則是在該 Subsection 所屬的 Section 的代碼下再加上一碼小寫的英文字母，例如 261Aa 是 Suisun Hills and Valleys，就是代表這個 Subsection 是在前述各階層生態區下的一個 Subsection。

Subsection 描述的項目與上述 Section 大致一樣，但同樣的在 Subsection 這個階層描述的內容也不會非常詳細，只是將足以代表這個 Subsection 的資訊列出以突顯

該 Subsection 的特徵，這些敘述提供使用者關於該 Subsection 植被及環境因子簡單而明瞭的資訊，可供使用者在研擬及評估經營計畫時參考之用，而且在比較該 subsection 中所屬的景觀(landscape)階層的差異時也相當有用。

美國林務署認為在完成 Section 及 Subsection 這個階層的生態區製圖和描述後，將提供許多的用途，其中最重要的用途可能是在進行大區域的評估和監測計畫時，這些資料可作為比較各 Section 或 Subsection 各種環境狀況的基礎；而當有不同層次的政府單位或民間組織要進行合作或有爭議要溝通的時候，這些資料也可以作為共有的基礎資訊。另一項用途則是在研擬與許多地區有相關的整合性計畫，特別是關於廣泛的資源利用計畫的時候，這些資訊將可提供一致的背景資料。

應用單一項目所作的土地分類，例如地質、土壤或植被型，往往不能滿足使用者所有的需求，但上述的生態分區分類則是整合各種資訊所得的結果，並且該系統是採用層級的方式，各層級間有如築巢狀的關係，因此其應用範圍可涵蓋大區域的計畫評估到小區域的計畫執行。

五、結論

美國林務署在推動生態分區分類工作時，是結合各方面的專家，整合許多已進行多時且已有研究成果發表的資料，再應用電腦及地理資訊系統的技術，使這項工作能從計畫推動到提出成果間沒有很大的時間落差，這當然要歸功於美國已有非常完備的基礎資訊，並且有林務署出面進行整合的工作。近年來國內林業主管機關也非常重視林地分類的工作，期望能建立一套適合台灣使用的林地分級體系，因此在 1994 年 6 月召開的第三次全國農業會議林業組就對有關「加強森林資源規畫，建立永續發展之經營體系」之議題獲致建立林地分級作業體系之結論(謝漢欽等，1997)，也開始有國內的學者應用第三次森林資源調查的資料，嘗試對國有林事業區進行分群的研究(邱祈榮，1997a,1997b)，台灣大學森林系的蘇鴻傑教授在提出山地植群帶與地理氣候區(Su,1984a,1984b,1985)的架構之後，不但將其應用於評估台灣地區保護區系統的適足性(蘇鴻傑，1989)，並且再將地理氣候區依據集水區系統再作更細的分區，計得 41 個小區，小區內再以山地植群帶作垂直分割，得到 230 個生育地單位(habitat units, HU's)，作為植物產地分類及繪製分布圖的基本單位(Su, 1992)，蘇鴻傑教授更進一步的應用生育地單位來為本省受威脅及稀有的種子植物進行生態評估(Su, 1998)；綜合上述，我們可以說有關臺灣棲地分類的架構、方向及可能的應用，已經有了初步的雛形，未來則有待主管機關再邀集相關的單位及學者專家進行整合，建立一套不僅只是適於林業經營的林地分類系統，更重要的是能建立結合生物多樣性保育、評估保護區系統及森林資源永續利用的棲地分類系統。

六、參考文獻

- 邱祈榮，1997a. 國有林事業區高程及土地利用型分群之研究. 台大實驗林研究報告. 11(1):99-119.
- 邱祈榮，1997b. 國有林事業區分群之研究. 台大實驗林研究報告. 11(3):53-77
- 謝漢欽，鄭祈全，陳燕章，. 1997. 林地分類專家系統之建立. 台灣林業科學12(3): 255-268
- 蘇鴻傑，1989. 臺灣之生態系及其保育---初評保護區系統. 生態原則下的林業經營研討

會論文集第165-176頁, 臺灣省林業試驗所林業叢刊第31號.

- Bailey, R. G., P.E. Avers, T. King, and W.H. McNab, eds. 1994. Ecoregions and Subregions of the United States (map). Washington, DC, U.S. Geological Survey. Scale 1:750,000; Accompanied by a supplementary table of map unit descriptions compiled and edited by W.H. McNab and R.G. Bailey. Prepared for the U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Bailey, R.G. 1995. Description of the ecoregions of the United States. 2d ed. rev. and expanded (1st ed. 1980). Misc. Publ. No. 1391(rev.), Washington, DC. USDA Forest Service. 108p. with separate map at 1:7,500,000
- Crowley, J. M. 1967. Biogeography. Canadian Geographer 11: 312-326
- Miles, S. R., Goudey, C.B. 1997. Ecological Subregions of California: Section and Subsection Descriptions. Publ. No. R3-EM-TP-005, San Francisco, CA, USDA Forest Service, Pacific Southwest Region.
- Sawyer, J.O., and T. Keeler-Wolf. 1995. A manual of California Vegetation. Sacramento, CA. California Native Plant Society. 471p.
- Su, H.J. 1984a. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan(I). Analysis of the variation in climatic factors. Quart. J. Chin. Forest. 17(3):1-14
- Su, H.J. 1984b. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan(II). Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. J. Chin. Forest. 17(4):57-73
- Su, H.J. 1985. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan(III). A scheme of geographical climatic regions. Quart. J. Chin. Forest. 18(3):33-44
- Su, H.J. 1992. Geographical data organization system for the botanical inventory of Taiwan. In C.-I. Peng (ed.), Phyto geography and Botanical Inventory of Taiwan. Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Ser. 12, pp. 23-36
- Su, H.J. 1998. An Ecological Evaluation of The Threatened Seed Plants of Taiwan. In C.-I. Peng & P.P. Lowry II, (eds.), Rare, Threatened, and Endangered Floras of Asia and the Pacific Rim. (1996) Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Ser. 16, pp. 47-64