

臺灣森林濕地的保護網評估初探

文／圖 ■ 陳子英 ■ 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系教授

蘇夢淮 ■ 中國文化大學森林暨自然保育學系副教授

曾彥學 ■ 國立中興大學森林學系副教授

王志強 ■ 國立屏東科技大學森林系副教授

洪宗泰 ■ 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系教授研究助理

一、前言

根據林務局委託文化大學與宜蘭大學研究團隊所進行的「臺灣森林型濕地資源調查先導計畫」成果，臺灣共有 276 個森林濕地，數量上相當豐富。理論上來說，全面將這些濕地納入保護區，是萬無一失的做法。但是，這種想法在實行面上有實質的困難。因此目前森林濕地的保育，最大的一個難題就在於哪些濕地需要列入保育的範圍？

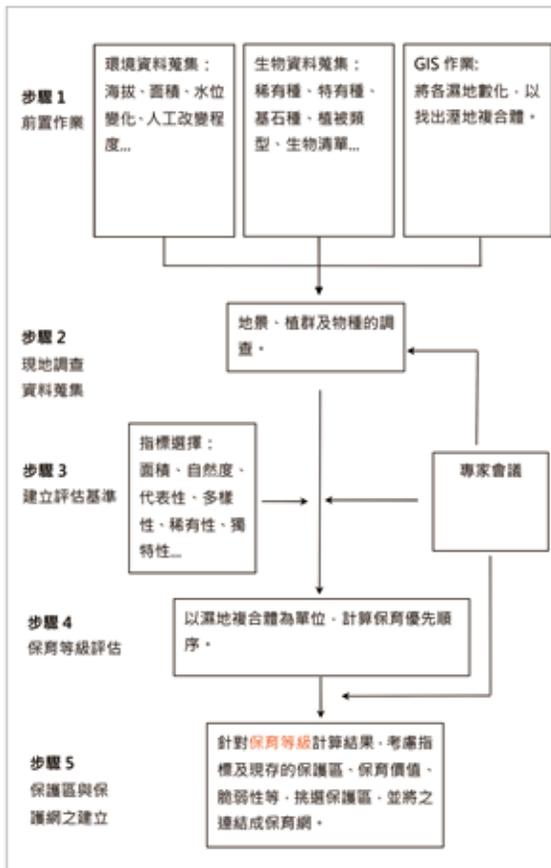
為了區分濕地在保育上的價值，進行保育分級是一個有效的做法。將濕地進行保育分級，除可了解其保育價值外，更深層的意義在於用做保護網的決定。保護網的概念在濕地特別重要，因為濕地生物的生存往往無法倚靠單一濕地。拉姆薩公約強調國際共同合作精神，最終目標也是為了國際濕地保護網的設立。臺灣的森林濕地保育，理應採用這種思維，除可符合濕地保育法的精神之外，更大的用處在於可以對於濕地生態進行更為周全的保護。

評估是決定保育的重要手段。國內目前對濕地保育重要性的評估，是由營建署所提出

之「國家重要濕地評選與調查機制」，但是此機制對於納入評選之濕地乃是被動取得（譬如，由團體推薦），且以專家會議討論為主。因此，端賴參與評選者之主觀意識，缺乏較客觀的評估指標。

為避免濕地保育價值落入主觀判定的困境，選用客觀的評估指標是一個可行的方式。所謂客觀指標，是指濕地的自身特性。彙整過往發表的研究，發現生物多樣性、稀有性、自然度、面積、代表性、人類干擾之威脅、代表性、科學價值、生態脆弱性等特性被使用的頻度較高。前述各項指標，必須經由現地的調查來蒐集資料。由於這些指標可以轉化為實際的數字，因此就可以利用保育評估的作業，得出各個濕地的保育價值（等級）。

整個評估作業的流程，共可分成前置作業、現地調查、建立評估基準、保育等級評估、保護區與保護網之建立等 5 個步驟（圖 1），以下針對各項步驟進行簡要說明。



▲圖1、森林濕地保育評估流程

二、前置作業

在前置作業方面，主要是蒐集與整理已發表之森林濕地生物及環境資料，以及建置濕地之 GIS 系統。在資料蒐集上，著眼在如稀有物種、特有物種、外來種或完整物種清單報告。之後，將資料彙整成資料庫，並將生物之稀有性與特有性，進行標示。若有進一步以定量調查得到之生物群聚資料，例如植被類型、動物群聚等，亦一併建置。環境資料，則包含各濕地之位置、海拔、面積、水位變化、人工改變程度、水溫、pH 值、導電度等分級中可能有

用之資訊。在 GIS 之建置上，可以航空照片、衛星影像逐區搜索，搭配文獻與登山紀錄等資訊，先找出濕地位置，再進行邊界數位化。同時，若有生物與環境資料，也一併鍵入 GIS 資料庫。



▲圖2、GIS數位化是保育評估的第一階作業

三、現地調查

包含地景、植群及物種的調查。地景部分主要是補足受到森林遮蔽而無法於圖面進行 GIS 數位化之濕地資料，若有必要，也可同時監測所需之水文資料。植群調查主要是建立植被類型資訊，以做為生態型之代表。物種調查則是進行生物種類清單之建立。臺灣主要的水棲生物包含維管束植物、苔蘚植物、藻類、哺乳類、鳥類、爬行類、兩生類、魚類、昆蟲、甲殼類、螺貝類等。至於要調查哪些類群，可以先施行調查試作進行評估，亦可藉由專家會議決定。此外，為使未來資料可統整分析，此階段應先建立統一或標準之調查方法。

四、建立評估基準

Margules & Usher 於 1981 年提出 18 項常用的保育評估指標（表 1），其中以多樣性、稀有性、自然度、面積、人類干擾之威脅、代表性、科學價值、生態脆弱性等之平均重要值較高。通常，權重的設定與面積大小有關，大



▲圖3、生物調查是保育評估的必要方法

型保護區常以保存完整之生態系及多樣性為主要目標，重點著重在代表性、面積大小、生態及地理上之地位、自然度及動物保護潛力；小型保護區則可能以某一特殊物種為保育對象，則著重在於生態脆弱性、人類干擾的威脅、稀有性及獨特性。



▲圖4、稀有物種是經常被採用的評估基準（圖為黃花狸藻）

表 1 保育評估基準之使用頻率及重要性比較

評估準則	研究使用次數	評估者採用人次	平均重要值
多樣性（包括物種及生育地）	8	9	11.0
稀有性	7	9	10.0
自然度	7	8	7.7
面積	6	8	9.3
人類干擾之威脅	6	8	5.7
代表性	4	9	9.1
地點適切性	3	3	2.6
過去歷史檔案	3	3	1.0
教育價值	3	2	1.0
獨特性	2	9	7.0
科學價值	2	7	8.5
生態脆弱性	1	9	6.4
發展潛力	1	6	3.9
動物保護潛力	1	5	4.8
生態及地理單位上之地位	1	5	4.6
經營因素	1	5	4.6
替代可能性	1	4	3.6
可行性（土地所有權等）	1	1	0.3

五、保育等級評估

客觀式的保育等級評估，乃以數學方法來運算資料，再根據結果進行選擇。此外，必要時也有可能將指標資料做分級及加權。至於保育等級之計算方法，常用的有指標累計法、遞迴法及線性規劃法，以下分別簡略說明。

（一）指標累計法

由英國的自然保育委員會早期提出指標法，以事先決定之保育指標，先進行分級，給予分數之後，再將分數累計。得分越高者，即為優先需進行保育的濕地。最後，再由這些分數排名中取前幾名歸入保護區系統。本方法之缺點為除非事先給予物種或棲地權重，不然不易區分保育指標的重要性，以致可能造成實際保育需求不同但結果為同分之情況。



▲圖5、鴛鴦湖因為擁有豐富的溼地生態，早已劃設為保護區

（二）遞迴法

遞迴法是從各個角度來探討保育的因素，如國際形象、經濟價值、濕地的重要性及多樣性等，然後再依所列出的條件一一刪除不符合資格的地區，所剩的地區即是所需保育

的保護區。本法由 Margules & Nicholls 於 1988 年首先提出，並採用「以最少的保護區組合讓所有的物種都出現 1 次以上」之原則進行。

（三）線性規劃法

線性規劃是先行列出所要保育地區的條件，依條件列出限制式（但會因資料多寡而影響限制式的個數），再利用聯立方程式求出最適解，所得的解即為所要保育的地區。其做法大抵可分為兩類：

1. 保護區個數極小化問題（Set covering problem, SCP）：以最少的保護區，容納所有物種，各種物種至少出現 1 次。
2. 物種數極大化問題（Maximal covering problem, MCP）：指限制保護區的個數，求出物種數目的最大量。本方法之觀念為在至少 k 個保護區的前提下，保護最多的物種，因此並非所有物種都保護得到。

六、保護區與保護網之建立

保護區的選擇除考慮所有物種或稀有物種的族群外，也要考慮到這些物種的生存棲地，同時也希望這些有群聚性的物種群所組成的代表性地區能被首先圈選下來，同時彼此間的棲地能串聯。選擇不同等級的保護區，需考慮指標及現存的保護區、保育價值、脆弱性等，以區分出不同保育等級的湖沼。小型保護區可能以某一特殊物種為保育對象，為小區域的保護區；大型保護區主要以保存完整之生態系及多樣性為主要目標，可再區分為區域性保護區及國家級保護區。參考面積對保護區的影響，在小型的湖泊中建議小地區若有稀有性、

獨特性高的濕地，則優先列入保育等級中，如崙埤的蓴菜。而大型的湖泊中若經評估具有代表性植群、自然度高、生態及地理上地位重要，則可劃入區域或國家級保護區。

七、森林濕地保護網初探

前述之森林濕地保育評估作業，乃是一種概念，需要將之轉化為實際的行動，才能真正達到保育的目標。因此，現階段林務局正委託由宜蘭大學、文化大學、中興大學、屏東科技大學等 4 個大學組成的研究團隊執行「全國森林濕地多樣性調查及監測計畫」，預計選擇全臺 276 處森林濕地中的 105 處，進行快速的生物多樣性普查，再依照調查結果，進行保護網的評估。

在此，我們利用計畫前兩年所調查的 76 處濕地資料，來對上述的保育評估方法，進行初步探討。評估方法暫定使用線性規劃法，指標則選擇稀有性（稀有種數）、植物特有性（特有種數）、自然性（稀有種及特有種且外來種）、代表性（原生植群型數）與人為干擾（外來種及外來植群型數）等 5 項作為限制式條件。



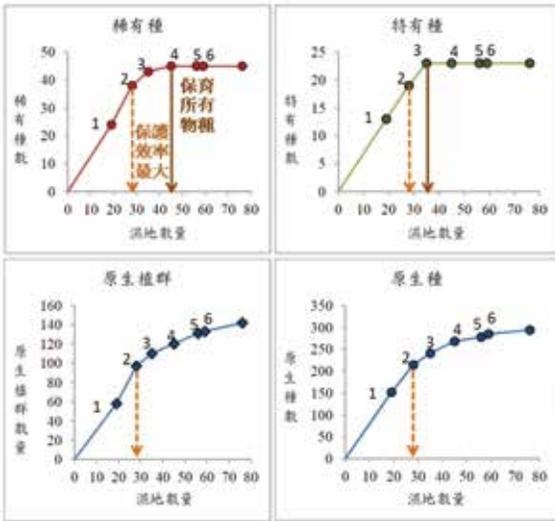
▲圖6、普遍見於低海拔森林濕地的外來種李氏禾，可以做為自然度的指標

評估過程首先納入已在保護區內之濕地，目的在於不必再考量該濕地是否應受保護，這階段共有 19 個濕地入選；第二階段針對含有 2 種以上稀有種的濕地納入保護，這階段有 9 個濕地入選；第三階段針對含有 2 種以上特有種的濕地納入保護，這階段有 7 個濕地入選；第四階段針對含有稀有種及特有種且外來種比例低的濕地來作篩選，這階段有 10 個濕地入選；第五階段針對原生植群比例高的濕地，這階段有 11 個濕地入選；最後剩下 20 處濕地未被選入。



▲圖7、豌豆蜆是臺灣高山森林溼地的代表性動物

將每個限制式所篩選的濕地數量進行繪圖（圖 8），當圖中曲線逐漸趨緩，代表可得到保育濕地數量與物種之最大效益值。由圖 8 可得知在限制式 2 時可以用最少保護區（28 個）保護到最多的稀有、特有及原生物種，且其中目前已有 19 個濕地位於保護區中。但如果目標是要保護所有稀有種，就要考量限制式 4；要保護所有特有種則要考量限制式 3。



▲圖8、4種不同限制條件與濕地數目之關係

評估試算結果，也呈現幾個有趣的現象：

(一) 以草埤為例，該濕地雖然未被劃為保護區，但是在第二階段的稀有種限制式中，即被選入作為保護網的一員，代表其為現在保護區設立的缺漏。檢視草埤的生物資料，可發現除有多種稀有水生植物之外，甚至有目前所知僅分布於該地的小紅蜻蜓，顯示其確實有保育的價值。這樣的結果，可以支持本計畫有關保護網評估做法的適用性。



▲圖9、臺灣仍有生態豐富但未被列為保護區的森林濕地，草埤即為其中之一



▲圖10、水生植群型可代表溼地生態的完整性

(二) 在未被選入的濕地中，顏氏湖擁有現在不易見到的魚類史尼氏小鯽，然而因為該魚種並未被列入保育類動物名單，使得顏氏湖被排除在建議受保護的名單中，也連帶導致史尼氏小鯽的棲地可能無法獲得保護。類似的情況，也發生在其他幾處濕地。由此可知目前提出的評估方法，應該還有改善的空間。



▲圖11、部分物種因為稀有性尚未清楚，可能會影響保育評估的結果（圖為史尼氏小鯽）

八、結語

未來全部 105 處森林濕地的調查完成後，預期可以利用更為完整的生物多樣性資料，調整評估的方法，以做出更加完善的保護網配置建議，再搭配後續的專家會議，相信可以為臺灣的森林濕地保育，奠定根基。🌱