

一種維持海洋生態的新思維

呂逸林、蔡萬生

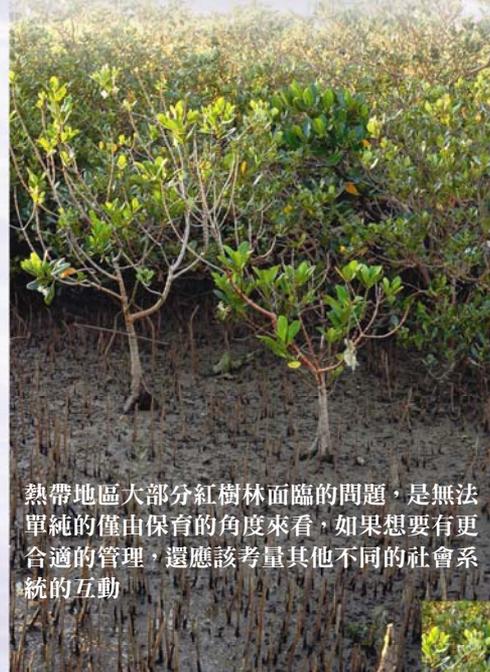
水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

由於全球環境變遷的影響，近年來人類社會對於全球性的環境災害特別的關注，資源與環境的管理不再侷限於區域性，跨區域、多層面的問題，使得當前人類社會面臨嚴重的考驗。而全世界的海洋環境同樣也面臨嚴重惡化的危機，有科學家預測，如果以目前的方式繼續使用海洋，五十年後將無魚可捕，其原因和人類全面性的過漁、環境污染的累積或氣候變遷等都有直接或間接的關聯。愈來愈多來自不同領域的資源管理者和科學家面臨挑戰，必須由不同的觀點和領域，瞭解人類各種行為對海洋生態系造成的衝擊，並減輕其可能產生的影響。

南亞海嘯的省思

南亞大海嘯是一個極端的例子，看似與資源管理無關，但其實很適合作為思考當前人類社會面對全球環境議題或資源管理困境時的借鏡。2004年12月26日耶誕節的第二天，大海嘯侵襲了中、南亞附近的幾個國家，造成當地數十萬人的傷亡與難以估計的損失。這一類難以預測的大型災難，常對社會與生態系統產生無法回復的衝擊，而使得原來系統的組成與結構徹底的改變。以南亞為例，在海嘯發生之前，該區域很多發展中的國家因為貧窮限制了資源永續利用的選項，為了提供過度密集的人口更多的生活空間，

滿足觀光產業以及設置新的養蝦場的需求，導致海岸地帶的紅樹林大量被砍伐，變得破碎化；其後果除了降低原來生態系所能提供的服務，包括像木材的供給，各種海洋生物的孵育場和棲地外，原來作為海浪侵蝕和來自陸域污染物的緩衝帶的功能也一併消失。南亞的漁業資源近年來由於不當與過度的開發利用，已出現耗竭的情形，近岸海域的珊瑚礁、海藻床和棲地都面臨嚴重退化的問題，也就是說是在海嘯發生前，當地的生態系統已出現嚴重惡化的情形。而南亞當地的社會系統，整體區域的社會狀況，例如：學校、醫院、運輸系統和媒體等社會機制與機



熱帶地區大部分紅樹林面臨的問題，是無法單純的僅由保育的角度來看，如果想要有更合適的管理，還應該考量其他不同的社會系統的互動



構都屬低度發展，政府部門的效能亦有問題。海嘯發生後，當地居民嚴重傷亡，印尼亞齊省和斯里蘭卡持續的社會不安侵蝕著當地的社會資本。

南亞海嘯之後，當地的社會生態系統形成一種新的狀態，其地方、區域和全球性的反應，將決定未來南亞是否有能力另闢路徑或開拓新的發展方式。可預見的內容將包括公民自由權、土地利用和財產權的重塑、管理的改進、減少貧窮和重建海岸生態系統等。而未來影響整體南亞生態社會系統彈性的關鍵因素，包括了政府領導力、社會遠見、持續的國家和國際援助的輸入、當地文化和生態的多樣性、各層面社會網絡的發展，以及社會不安問題的解決等。

由南亞海嘯的影響來看，如果未來只關注南亞地區海岸生態系統的重建，將不足以將該區域的發展導向永續利用的方向，除非同時強調因保育而產生的社會成本和價值，並考量當地不同層面的社會和生態系統的狀況與需求，否則未來南亞地區仍可能會形成一個不穩定的系統。

單一管理目標的省思

由南亞海嘯經驗來檢視傳統海洋資源管理的問題，長久以來海洋資源管理方法，是以「目標物種的最適產量是相當穩定」的假設為基礎，目標物種最適產量穩定的假設隱含了環境因子不變的概念。單一目標物的管理與環境因子不變的基本假設，在處理資源管理的問題時雖然較容易操作，但與真實的狀況並不相符。在南亞的例子中，我們可以

看到社會因素與生態系統之間互相影響，使得南亞在海嘯前即存在不安定的因素，在南亞地區，我們無法只處理海岸生態或資源的問題，而忽視社會貧窮問題。較新的概念，以整體的觀點來思考海洋資源的問題，認為一個社會生態系統具有複雜的動態與各種臨界值，而且系統運作會產生各種不同的結果，以及存在不確定性，故並非單一管理目標可以達成的。而傳統的社會學家對自然資源的管理，則強調資源共有的特性，也就是財產權的處理。但是社會學家也逐漸瞭解，不論是社會、法律和經濟不同資源管理的面向，除非對生態學有極為深刻的瞭解，否則不太可能永續經營資源。



海洋資源的管理不僅只是資源存量的問題，其他社會文化的因子如消費行為、飲食文化等亦與之相關



澎湖姑婆嶼野生紫菜的管理，與當地信仰文化結合，形成了較適當的資源利用模式，但這樣的機制是社會長期發展出來的，並非由保育觀點形成的管理作為

隨著人類必須面對愈來愈多環境災難的威脅及對生態系統更多的瞭解後，逐漸體會到本身其實是動態地球生態系中很關鍵的一部分，同時人類的生存也必須將環境條件視為社會和經濟發展的基礎。如何把環境限制整合到海洋資源管理的議題中，亦即擬訂涵蓋海洋生態學、漁業科學和社會科學等不同學門的管理策略，成為一個主流的方向。

傳統漁業科學的管理方式，逐漸由單一物種最大持續產量的評估，轉向以生態系管理為基礎，討論不同尺度下多物種存量的分析。如果用狹義觀點來看這樣的變化，生態系統為基礎的管理，只是把資源管理的焦點延伸到目標物種之外，其中包括漁業對非目標物種的影響及漁具對底棲環境的影響等。但如果從較廣義的觀點來看，生態系統為基礎的管理，轉變了原先針對單一物種管理的思維，而以如何維持生態運作的程序，使得資源可以持續利用的方式進行。



澎湖丁香漁業的經營與燕鷗的生態有密切的關係，丁香漁業的管理成效可能會對燕鷗族群的變動造成影響

多尺度的思惟

在面對資源問題時，過去為了研究或者管理的方便與需要，常以特定的區域或範圍

為管理、研究的對象。但其實全球環境是一個整體，除了範圍內的因子必須考慮外，由於全球化，驅動世界更頻繁互動的發展，使得在思考資源議題時，必須考慮到更大或者更小系統彼此之間相互作用的影響。隨著這樣的趨勢，海洋生態學逐漸發展出新的思惟和概念模型，開始考慮不同空間和時間的關係，整合生態系變遷的節奏和形式，與生態系統非均衡動態的特性，使得生態學的知識對資源的管理顯得更為重要。漁業科學與生態科學由不同的方向逐漸整合，對動態的海洋生態採多尺度程序導向的觀點，也就是探討不同層面間的變化與消長，例如區域與區域間，或者區域與全球間的問題，並由系統的程序與功能的角度來檢討管理的作為。

最近在澳洲進行的海洋禁漁區(marine no-take areas, NTAs) 研究，採用了一些更具實驗性、主動性社會經濟的方法，用來進行生態系的管理，這使得生態學與漁業科學的關係變得更加密切。基本上「禁漁區」的設置本來就是一種隱含社會和經濟方法的工具，把上層的「攝食者」—人類(也就是漁



禁漁區的角色正在轉變，不再只被用來做為資源保育的工具，漸漸的被視為生態系管理的工具

業行為者，包括休閒漁業與商業漁業的漁民) 排除的生態實驗。傳統上禁漁區僅被認為漁業管理工具的觀念正在式微，取代的是一種強調他們用在管理生物多樣性、營養結構和功能，以及生態系統彈性上的應用。以澳洲為例，澳洲政府因為珊瑚礁生態受到漁業、污染和氣候變遷綜合的影響，在 2004 年設立了 100,000 km² 新的禁漁區。他們以系統的觀點設置禁漁區，不僅考慮單一禁漁區的效果，同時也考慮到不同禁漁區之間物種交流的關係，而非僅是漁業資源的復育而已。

彈性管理

面對考慮不同尺度且複雜的社會生態系統，新的理論和跨科際的方法，提出管理和評估「生態系彈性」的重要性。所謂的「彈性」指的是生態系受到擾動後回復到原狀的特性，而「彈性管理」就是如何透過社會、經濟制度的設計，維持或改善生態系統面對變動後復原的能力。使生態系可以吸收或減緩一再出現的自然和人為干擾，並持續性的再生，而不會出現緩慢的環境退化與未預期的轉換到其他狀態的情形。而干擾之後，生態系再生的能力，則是建立在不同尺度下生態彈性運作的結果，我們必須同時考量不同尺度生態系統運作的情形，而非僅維持特定區域的彈性。

「彈性管理」是一個新的課題，如何進行還有待更多的研究投入，因為生態系統的彈性管理將不只是探討生態系本身的彈性問題，亦必須把人類社會系統的運作考慮在內，澳洲學者 Huges 等人，提出了一套連結



目前全世界的珊瑚幾乎都面臨了不同尺度系統的問題，全球的氣候變遷，區域性的環境惡化等，瞭解珊瑚對干擾因素的耐受力，並減少干擾因素，成為珊瑚生態系保育的重要課題

「生態系彈性」管理到經濟和社會系統的複雜概念，希望能維持和修護海洋生態系統，他們認為一個考量生態彈性管理的社會生態系統 (Social-Ecological System, SES)，必須要包含以下的特性：

一、擁抱不確定性與變化

不確定性與變動是生態系統的常態，一個功能良好的社會經濟系統必須發展出處理這種源自系統外部干擾的彈性，例如：氣候變遷效應、成長中的市場需求、突然發生的災難或政府政策與經濟補貼的改變等外部擾動。一個具彈性的 SES 可以將干擾轉換為機會並往預期的方向發展；相反的一個脆弱的系統可能因此而受到傷害，甚至導致系統的崩潰。

二、建立資源和生態系動態的相關知識

維持系統彈性需建立在對生態系統的程序和功能的瞭解，不同的時間與空間尺度的問題和生物多樣性功能性的角色，是海洋生態系統彈性的一個關鍵要素。而管理複雜的動態系統除了自然科學的知識系統之外，亦

應考慮結合其他不同的知識系統，包括傳統的知識概念，例如：原住民社會與環境互動的文化與知識等。使得資源與生態系管理的方式，可以整合不同的觀點，成為社會運作的基礎。

三、發展對生態回饋評估、詮釋和反應的管理實務

為了應付充滿變化和不確定性的複雜系統，成功的管理必須經過連續的測試、學習和修正，最近在生態學、漁業科學和社會科學的整合，將會導致更具主動性與適應性管理方式進一步發展。在澳洲，我們已經看到一些實驗性方法出現，利用反覆進行不同規模的禁漁區操作，將可提供更多的資訊和瞭解，並學習更多管理生態系的知識，包括機構和組織的運作等。

四、在多層級的管理系統內維持機構和社會網路的彈性

一個適應性的管理架構非常依賴不同社會和生態尺度下關係人 (stakeholders) 的合作，管理的權力和責任由多個機構共享，連結管理代表或非政府組織，地方到國際的層級等相關的使用群組或社群。發展漁業權和激勵制度的規劃時，如何符合不同尺度的生態操作者 (ecological drive) 的需要是主要的挑戰。漁業管理尺度較大的機構可能會忽略了地方性的異質性。相反的，管理範圍較窄的機構，則只關注特定區域或物種，就容易受到尺度規模較大的外來因素，例如：生物入添的失敗、氣候的變異和市場的需求等的影響。涉及到多機構與層級的管理，如何降低本位主義，保有彈性、免於僵化將是新的挑戰。

結語

人類文明的發展是思想辯證的過程，不同的社會典範形塑人類社會不同的面貌，當代文明的發展在資本主義的推波助瀾下，使得人和環境呈現高度緊張的關係，我們迫切需要的或許不是方法也不是技術，而是一種新的思惟。全球化的發展使得人類社會運作影響自然環境的能力愈來愈強，很多區域性發生的問題，往往由不同尺度系統的問題互相作用所造成，彼此間也有不同的關係。如何以整體系統的觀點將社會與生態系統視為一體，同時考量不同空間尺度與不同時間尺度的問題，成為不同領域科學家不得不面對的挑戰。海洋生態系的運作，如何在發展的壓力如此龐大，環境又急速惡化的情形下，恢復過去的榮景或者再生是極為嚴峻的挑戰。在本文所介紹的，以彈性的觀點進行系統的管理，其實在過去的生態學已有一些研究與討論，只是加上全球性的問題，使得問題更形複雜，面臨的挑戰將更為艱鉅，但這終究是人類必需要面對的，因為現在的瓶頸，正是人類長期發展所種下的因，五十年後無魚可捕的警訊並不是危言聳聽，而是極有可能出現的情境，是人類必須更積極面對的課題。

註：本文主要參考資料

1. Huges, T. P., David R. Bellwood, Carl Folke, Robert S. Steneck and James Wilson (2005) new paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. *Trends in ecology and evolution*, 20(7): 380-386.
2. Bellwood, D. R., T. P. Huges, C. Folke, M. Nyström. (2004) Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429: 827-833.