

生態式的漁業管理

張可揚、劉國強、吳繼倫

水產試驗所海洋漁業組

前言

近年來對於海洋漁業資源的管理，漁業研究人員提出了許多理論與模式，然而許多處於管理，甚至非漁業標的物種，其資源量還是會隨著時間而變動，顯示除了漁業行為，還有其他因素造成資源變動，這種漁業資源所呈現的豐度波動現象，隨著漁業研究的進展，漸為世人所知 (Rothschild and Shannon, 2004)。

研究顯示，此一變動主因在於漁業資源除了受其本身生殖與成長等生物因素影響外，也受到外在環境的影響，而呈現波動的狀態。此一波動反映出單一的漁業生物學研究，將無法達到資源保育的目的，唯有將環境變遷對生態系或生物多樣性可能造成的衝擊納入考量，才能對資源做有效的管理。

引入 Regime shift 概念

環境變遷對漁業資源的影響早已是重要的研究課題之一，1983 年日本川崎健教授發現氣候變遷與浮魚資源及魚種組成的變動，似乎存在某種的律動關係，因而提出了生態系統結構轉換 (Regime shift) 的概念 (李與劉，2009)。

所謂 Regime shift 是指系統在一個穩定

狀態跳躍至另一個穩定狀態的現象，且其跳躍過程的時間遠短於穩定狀態維持的時間 (羅，2010; Brad deYoung et al., 2008)。近年來，Regime shift 概念開始被納入有關海洋生態系的研究，並認為與漁業資源的變動有關 (Jiao, 2009)。由於魚類生活史中的各個階段均受環境所影響，因此細微的環境，例如水溫、鹽度、洋流等的改變，均會直接或間接的影響其豐度、分布與可利用性 (Jiao, 2009)。也因此，將環境 Regime shift 所造成的變化，納入資源評估的模式，被認為是必須的 (Steele, 1996; Rothschild and Shannon, 2004)。Jiao (2009) 指出，海洋生態系是動態的，Regime shift 在海洋生態系上的意義在於說明了改變的因果關係，並與其他非商業物種相連結。簡言之，變動的海洋環境造成海洋生態系的變動，漁業資源因而隨之波動。

舉例來說，Tian 等 (2008) 的研究顯示，在 1980 年代後期，東日本海，特別是在 Tsushima 暖流區，發生了突然的氣候 Regime shift，氣候由冷轉暖，造成海洋生態系的改變。許多物種，包括浮游生物到掠食性的魚類都受到影響，進而也影響了暖水域的遠洋漁業及冷水域的底拖漁業。而在東北太平洋，沙丁魚 (*Sardinops sagax caerulea*) 及鯷魚 (*Engraulis mordax*) 的巨幅波動，已觀察與監測超過 50 年，並與其過去 2000 年的資

特別報導

源上升與下降相似 (Jiao, 2009)，顯示此一現象並非漁業所造成，而是源於氣候的變遷 (Finney et al., 2002)。這些例子表明漁業資源的變動，並非單純受到人為漁業的影響，氣候所造成的環境改變也是重要關鍵之一。

造成 Regime shift 的原因

Jiao (2009) 指出，可能造成海洋生態系產生 Regime shift 的原因有下列幾點：

一、氣候與海洋十年期的波動

因為海洋生態系的 Regime shift 與氣候的 Regime shift 之間有相同的時間尺度，因此氣候變遷被認為是造成海洋生態系 Regime shift 的主要因素之一。一般來說 Regime shift 發生在 10—30 年間，其變化巨大而與氣候-海洋生態系相連結。

十年期的 Regime shift，通常發生在數千平方公里的範圍內，其主要受旋渦、湧昇流、水體界線與氣候-海洋波動（例如聖嬰現象 ENSO）的影響。而如此一種海洋物理環境十年期的改變，成為影響陸棚及沿岸水域的主要因素，同時對生物群聚與生態系階層造成影響。

二、漁業

除了氣候環境造成的海洋生態系的 Regime shift 外，另一個重要的因子就是漁業，特別是過漁所造成的影響。而一個趨於衰退的環境，如果加上過漁，將導致其族群量低於最小族群量的水準，對於一個處於變動的系統來說，將使資源難以恢復。這些例子已發生在沙丁魚、鱈魚等漁業上。因此，在進行漁業管理時，必須考量資源的波動是

否單單只是因為漁業行為。研究顯示，近來一些原屬於週期性變動的資源，其異常波動可能就是由於在不利的氣候狀態下，仍然進行激烈的漁業行為所造成 (Steele, 1996)。

三、外來種

外來種一直以來被認為是影響/改變一個地區區域生態系的重要因子之一，這點在海洋生態系上也不例外。諸如軟體動物、海草及魚類外來種均已被觀察記錄到造成原有海洋生態系的巨幅改變，而這樣的改變往往是難以復原與重建的。

四、河川水流

河川水流對沿岸生態系有重要的影響，以中國的黃海及渤海為例，近 50 年來，由於陸域所注入的水流量因氣候及人為因素所造成的減少，已造成該海域生物群聚的巨大改變，而在演替過程中的優勢物種其週期已有所不同。某些喜好低鹽度的物種已不復存在。另一方面，人為活動造成的河川水流水質優養化現象，亦對生態系造成嚴重改變。

五、其他因素

其他可能造成海洋生態系巨幅改變的因子包括污染、疾病與優養化。

從生態系出發的漁業管理

如前所述，魚類族群的豐度同時受環境與漁業所影響 (Rothschild and Shannon, 2004)，因此單純就漁獲量進行管理就顯得不足，另一方面，海洋生態系的 Regime shift 是全面性的，其影響範圍從浮游生物到食物鏈頂端的掠食者，因此，在考量 Regime shift 的影響之下，新一代的經營管理，就必須轉

變為以生態系為取向的管理 (Ecosystem Approach to Fisheries, EAF)，也就是說，除了對於單一物種的管理外，更重要的是將目標放在受管理物種所處的環境及整個生態系統的管理與保護 (圖 1)。



圖 1 死寂的海底說明環境的改變與生態系統的崩壞

以生態系為基礎的管理 (Ecosystem-Based Management, EBM)，意味著被管理的物種須被視為是變動的生態系的一部分，而受其他非目標物種直接與間接的影響。對於海洋生態系的管理，目標則是朝向維持其恢復力 (resilience) 發展，使生態系能吸收干擾，並在一個變動的環境下得以自我恢復，維持其功能、結構、特性與回饋機制 (BraddeYoung et al., 2008)。未來的漁業行為，除了必需顧及對底棲生物、非經濟物種、海鳥、海洋哺乳動物等其他海洋生物直接和間接的衝擊，並設法予以減輕或防止外，更重要的是對整個海洋生態系或當地海域的環境及所有生物，包括掠食者、被捕食者、競爭者、共生者、寄生者等等，不論是目標或非目標物種，做整體的保護 (邵，1999)。

執行 EBM 的一個重要手段就是劃設海

洋保護區 (Marine Protected Areas, MPA)，世界自然保育聯盟 (IUCN) 所屬之全球保護區委員會 (WCPA) 在 2003 年於南非德班所召開之「第五屆世界公園大會」(5th World Parks Congress) 中即表明在 2013 年前，應將全球 MPA 面積增加到 12%。

理論上，海洋保護區劃設後是禁止人為活動的，對於保護區中的物種保育與生物多樣性維持是其最主要目標。例如，在加勒比海巴哈馬群島的研究資料顯示，禁採區設立後，因為食物鏈中下層螺類和海膽等以藻類為主食的物種受到保護，控制藻類滋生讓珊瑚幼苗的入添成功率增加，維持了珊瑚生態系的健全，而使得食物鏈中主要大型掠食性與草食性魚類的多樣性增加 (陳，2011)。

而完全禁捕的保護區對漁民又有何助益呢？菲律賓阿波島 (Apo Island) 的研究顯示，花費 75,000 美金保護 1 km² 的珊瑚礁可以創造出每年 31,900 美金漁業和 113,000 美元的觀光回饋 (陳，2011)。這其中最主要的運作機制在於，經由保護區的設立與有效保護，使保護區中魚類族群健全發展，超過保護區所能負荷的族群量就會游出保護區，形成「滿溢效應 (spill-over)」，這些資源就成為設立與有效管理保護區的「報酬」，類似銀行的本金與利息的概念，當我們把錢 (漁業資源) 存在銀行 (保護區) 中，其所滋生的利息 (滿溢效應) 就可以為我們所用。而更進一步，除了直接的漁業收益，觀光經營的業者又可因為保護區的劃設，吸引海洋遊憩的觀光客，而得到高附加價值的觀光回饋，可說是一舉數得。

我們可以拖網漁業為例來看 EBM 與

特別報導

MPA 的漁業管理。過去在討論拖網漁業管理時，著重於某些經濟物種漁獲量或是漁獲體型的管理，而以網目大小的控制作為主要手段。然而拖網漁業，特別是底拖，在作業時，往往是連其他非目標物種也一網打盡，因而造成整個底棲生態系的破壞（圖 2），如此一來，當環境產生 Regime shift 時，生態系對其變化所應有的恢復力將不復存在，進一步造成整個生態系的瓦解。因此在考慮拖網漁業的經營管理時，應以維持作業漁區的生態系穩定為主要目標，降低漁業行為對生態系的影響。



圖 2 大小通吃的拖網混獲，代表的不只是物種的耗損，更是整個生態系統的消失

海陸兼顧

雖然考量 Regime shift 所進行漁業資源管理，必須要從設立海洋保護區著手，然而所謂生態系是一個整體的概念，是從陸地、河川到海洋的一個完整系統，海洋環境往往會受到陸地環境的影響，例如陸地上過多的營養鹽，經由河川被洗入海洋，對沿岸珊瑚

礁生態系造成危害，早已不是新聞。而因為陸地過度開發，水土保持不良，使得大量泥沙湧入海洋造成淤積，更是珊瑚礁等重要海洋生態系的主要殺手之一。

1997 年 6 月墾丁國家公園海域發生多次嚴重泥沙污染，在颱風的肆虐下，大量泥沙沖入南灣海域，沉積海底後蓋住珊瑚，使得珊瑚白化，甚至死亡。為什麼會有這些泥沙，最主要的原因莫過於成立國家公園後，快速而不受控制的旅遊業發展。為了收納更多的遊客，在國家公園的一般遊憩區中大量開發土地，興建旅館，破壞水土保持，自然使得墾丁南灣海域在颱風過後一片黃濁，嚴重影響珊瑚礁的生存。

墾丁的例子顯示出，要有一個健康的海洋生態系保護區，不能只是劃設海域而已，如果海洋保護區接鄰的陸地生態，未能一併加以保護，以控制來自於陸域的污染源，海洋生態系保護區的效果將會大打折扣。也因此，下一個世代的漁業資源管理，不單單只以海洋生態系為基礎，劃設海洋保護區，而更應將眼光放遠，進行跨生態系的保護，從源頭開始保護起！

結語

總結來說，現在已有清楚的證據說明海洋環境的 Regime shift 對於漁業資源的影響一直存在 (Brad deYoung et al., 2008)。唯有把生態系視為保育的主體，將其納入漁業管理的範疇，才能進一步維持生態系統的恢復力，以面對環境變遷的不斷挑戰，達成漁業永續經營的目標！