

漁獲物平均營養位階能否反映海洋生態系現況？

陳瑞谷、劉國強、吳繼倫 摘譯

水產試驗所海洋漁業組

前言

平均營養位階 (mean trophic level, MTL) 是最早被生物多樣性公約採用來測量全球海洋生物多樣性的參數，目前已被廣泛運用來反映海洋環境的現存狀況。前人研究顯示，漁獲物的主要組成已由高營養位階的掠食者 (如鱈魚) 轉變成低營養位階的物種 (如濾食性的牡蠣與小型草食魚類)。Pauly (1998) 在「Fishing down marine food webs」一文中更指出，全世界各大洋的漁獲物組成正以平均每 10 年下降 0.1 個營養位階的驚人速率遞減中，位於食物網頂端之掠食者的生物量已全面性地減少，倘若按照這個趨勢繼續下去，可能會導致全球漁業全面崩潰。

然而，漁獲物平均營養位階 (catch MTL) 這項指標是否能夠確實反映海洋生態系現況早已受到質疑，因為漁獲組成會因為市場經濟、管理政策、漁撈技術與目標魚種改變而隨之異動。為了評斷 catch MTL 能否作為生態系平均營養位階 (ecosystem MTL)、海洋生物多樣性及生態系現況的良好指標，作者 Branch 定義了 4 種主要的漁業發展模式，並模擬在各模式下的 MTL 變化，再將這些理論預測值與從全球彙整的漁獲資料、長期拖網調查與漁業資源評估所估算 MTL 相比，嘗試釐清下列三個問題：(1) catch MTL 與

ecosystem MTL 是否呈正相關；(2) 從這些不同來源的資料所估出的全球 MTL 變化趨勢為何；(3) MTL 的變化趨勢是否提供充足的資訊來反映海洋生態系現況。

Catch MTL 反映生態系現況？

各種模擬結果都指出，在漁業長期發展之後，多數物種都會滅絕 (或僅存 10% 生物量)。但是，因為各個位階的物種是等比例地被移除，MTL 反而回到未漁獲利用前的原值。整體說來，當食物網內部分物種被過度利用時，catch MTL 常與 ecosystem MTL 分道揚鑣；但當所有物種都被過度利用時，catch MTL 就等同於生態系變化的指標。

再者，Branch 使用全球漁獲資料來重新計算 MTL 後，發現 MTL 的數值與變化趨勢都與 Pauly 在 1998 年提出的結果大不相同。但這主要是因為 FishBase 更新了魚種的營養位階估計值—將鯷魚由 2.2 提高至 2.7，因而顯著地改變了全球漁獲物 MTL 的變化趨勢，並不是因為漁獲組成的改變。這也點出 catch MTL 變化趨勢受到魚種營養位階估計值影響的敏感程度。

除了鯷魚，catch MTL 變化也深受生物量波動較大的小型大洋性魚類干擾，例如 catch MTL 在 1960 和 1980 年間的驟降與回

升，就分別受到鯷魚與沙丁魚漁業快速發展卻又隨後崩潰所影響，排除鯷魚與沙丁魚後，新獲得的 catch MTL 變化趨勢就會平緩許多；分別以營養位階高於 3.0、3.25、3.5 的漁獲資料進行估算，新獲得的 3 組 MTL 變化趨勢也會有所不同 (圖 1a)。再者，以 0.1 個單位營養位階為組距將各魚種分組，各組相對漁獲量變化趨勢也顯示從 1960 年開始，各種小型大洋性魚類確實在不同時間點常有大起大落的現象 (圖 1c)。1960 年起，大西洋鱈魚漁業的崩盤，對 catch MTL 影響甚劇，然而儘管大西洋鱈魚漁獲量衰減，其他高位階掠食者的漁獲量卻不斷增加 (圖 1c)，直至 1980 中葉後期，全球漁獲量才開始趨於平緩 (圖 1b)。整體而言，增加的漁撈壓力係均勻地施加在食物網中每一位階的魚種身上。

Branch 估算 ecosystem MTL 的方式為：

(1) 從 29 個長期拖網調查所得的生物量估算 (即 survey MTL)；(2) 從 242 項漁業資源評估所得的生物量估算 (即 assessment MTL)，前者提供了長期的生態系生物量資料，後者則可同時整合眾多來源的資料。整體而言，二種評估都著重於主要商業魚種，survey MTL 還會受到魚種間捕撈效率差異的影響。即便如此，survey MTL 與 assessment MTL 仍然都可直接用來衡量生態系的改變。作者發現，survey MTL 與 assessment MTL 都高於 catch MTL，survey MTL 先下降而後隨即回升，現值已高於初始值；assessment MTL 開始先下降，至 1990 年代後才逐漸回升，現值與初始值差距不到 0.05 (圖 2)。此外，當把所有的資料整合並經相關分析後發現，

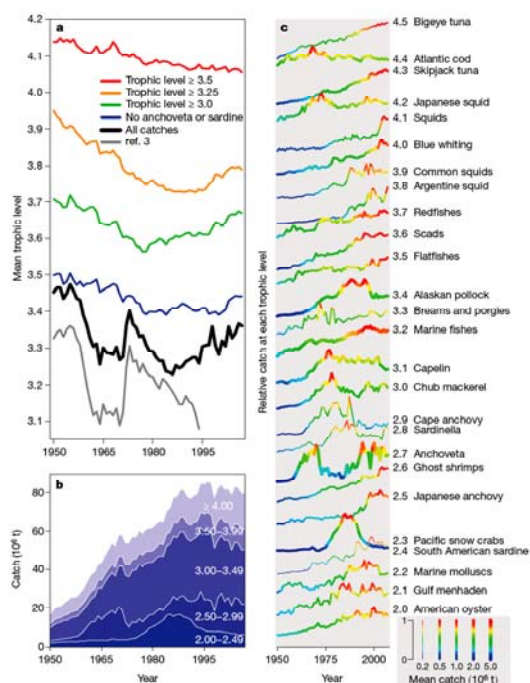


圖 1 全球漁獲 MTL 變化。圖 1a 為 catch MTL，其中灰線為 Pauly(1998)發表的結果；圖 1b 為全球漁獲量變化趨勢 (依 0.5 單位 MTL 分組)；圖 1c 為以 0.1 單位 MTL 分組後，各組相對漁獲量變動，右方顯示各組主要的漁獲魚種。

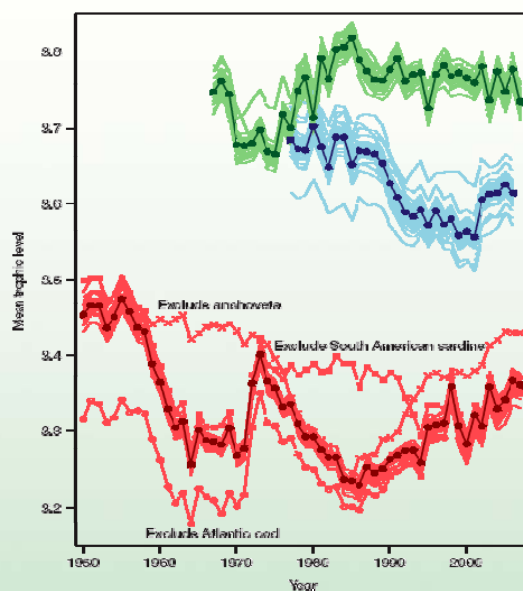


圖 2 MTL 估計值。綠粗線為 survey MTL；藍粗線為 assessment MTL；紅線為 catch MTL；叉叉為不含鯷魚漁獲，立方為不含南美沙丁魚漁獲，空心圓為不含大西洋鱈魚獲。

catch MTL 與 survey MTL 及 assessment MTL 都呈負相關，就算僅針對常見的物種集合來分析，catch MTL 仍與 assessment MTL 呈負相關。這些結果指出，catch MTL 並不能夠反應 ecosystem MTL 的變化趨勢。

Branch 進一步探討 catch MTL 與 survey MTL 或 assessment MTL 在個別生態系內的差異，發現在 29 個拖網調查中，有 13 個 catch MTL 與 survey MTL 呈負相關；在 9 個生態系中，有 4 個 catch MTL 與 assessment MTL 呈負相關（圖 3），以三個案例來闡述其間的差異：(1)在 1970 年代晚期，阿拉斯加灣當地漁業目標魚種由低營養位階的蝦、蟹轉型成高營養位階的魚類，然而 catch MTL 與 assessment MTL 卻都因為以阿拉斯加鱈魚為主要漁獲，無法反映前述產業變化，不過在當地的小型蝦拖網調查則能看出這個轉變，survey MTL 增加了 0.8（圖 3b）；(2)1980 年代加拿大東部鱈魚漁業崩盤，轉以無脊椎生物為目標魚種的現象，由 catch MTL 可以清楚地顯現這個劇變，卻很難在當地的拖網調查中看出來，因為該調查缺乏無脊椎生物的漁獲資料（圖 3g, h）；(3)在泰國灣當地的漁業發展是以最易捕撈且收入高的牡蠣、蝦與小型魚類開始，後來才轉型捕抓高營養位階的魚種，造成幾乎所有的目標魚種資源枯竭，survey MTL 呈現下降走勢，但是 catch MTL 卻持續增加（圖 3m）。

結語

全球漁業正處於關鍵轉捩點，整個海洋生態系持續承受強大的漁撈壓力，某些地區

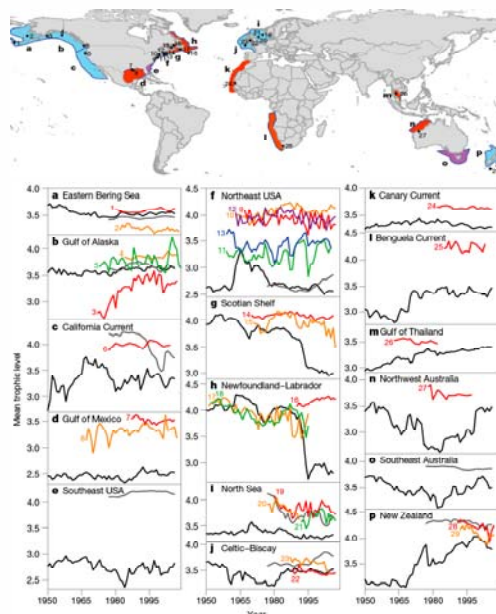


圖 3 全球大海洋生態系的 MTL。黑線為 catch MTL；灰線為 assessment MTL；彩線為各個 survey MTL。上方地圖表示出各生態系的位置，藍色表示當地有三種 MTL 數據，紅色表示有漁獲資料與拖網調查資料，紫色表示有漁獲資料與資源評估資料，數字為各拖網調查的概略中心位置。

正努力重建海洋食物網絡的完整性。為了評估這些漁業管理措施的成敗，必須找到能正確反映出漁業衝擊的生物多樣性指標。由 Branch 的理論模式與實證比較發現，目前被廣為應用的 catch MTL 雖然可以利用手邊易得的漁獲資料迅速計算出結果，卻無法可靠地測量出漁業衝擊的強度與漁撈改變海洋生態系的速率，也無法有效追蹤海洋生物多樣性的變化趨勢。因此，Branch 建議應更加重視長期的監測與調查，持續追蹤各種漁業資源的豐度以及海洋生物多樣性的變化趨勢，才能達到漁業資源保育或永續利用的目的。

註：本文摘譯自

Branch et al. (2010) The trophic fingerprint of marine fisheries. *Nature*, 468: 431-435.