



環境變動下過度漁撈的危機

文・圖／謝志豪

根據科學研究顯示，全球漁業資源量有銳減之勢，是過度捕撈造成？抑或是環境變遷所致？

全球的漁業問題

漁業生產力占了全球自然資源中很重要的一部分，在經濟學家的估算中，全球漁業的年產值約有9,170億美金（比較Google 2008年市值1,576億美金），漁業的經濟力量，可見一斑。漁業經濟占全球經濟相當大的比例，但全球漁業資源量卻在走下坡。許多科學研究都顯示，全球漁業資源可能發生重大危機。例如，漁業科學家從過去的漁業資料中發現，鮪魚、鱈魚這類大型魚的族群量多半在70年代急劇下降，反應了漁具漁法的高科技化及過漁現象；再者，從過去的全球總漁獲量估算發現，雖然漁具漁法不斷進步，而且漁撈的努力量持續增加，但90年代以來，全球總漁獲量卻沒有多大改變，表示人類對漁業資源

的使用，已達到飽和。又例如，生態學家利用全球的漁獲組成推估出50年代初至90年代末期每年的平均漁獲食階（trophic level），他們發現長期來看平均漁獲食階有一下降趨勢，這表示過去可以捕到許多大魚（高食階），而近年來捕到的魚越來越小（低食階），因為大魚抓光了，只好抓小魚。在聯合國農糧組織針對全球商業魚種（commercial-target species）資源量的評估分析結果中，有3/4以上的魚種的漁撈程度達到完全或甚至過度（圖1），這表示

全世界的漁業資源確實有過度漁撈甚至匱乏的危機。然而，這些估算存在許多的不確定性，也有其他科學家認為這些估算太過於悲觀，亦有其他研究指出，漁業資源量的變動可能受到環境變遷的影響（例如：聖嬰現象或全球暖化）。最著名的例子是祕魯國鯷魚漁業匱乏即與聖嬰現象有密切關係。

過去100年來，全球有許多地方的漁業資源都發生大規模的變動。這些變動到底是受到環境變遷的影響亦或是過度漁撈之

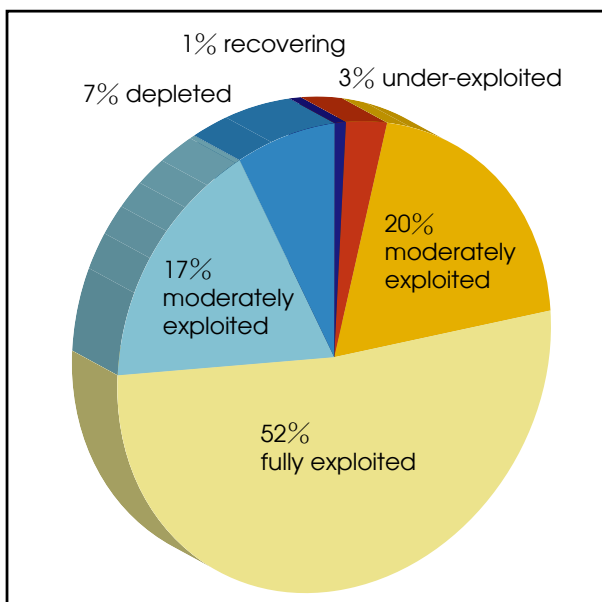


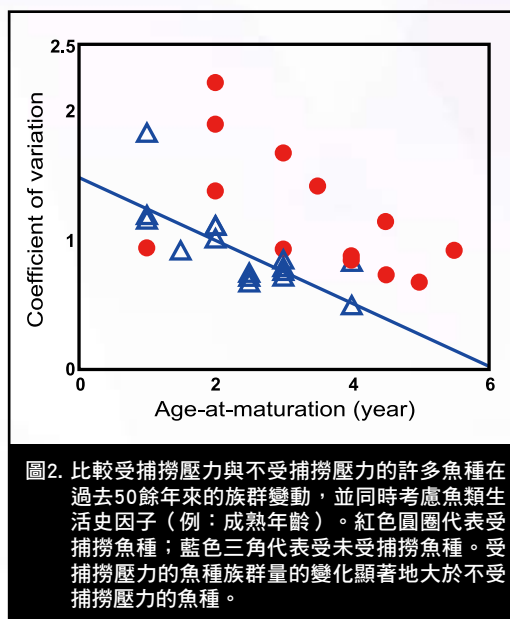
圖1.聯合國農糧組織（FAO）估計2004年的海洋漁業資源現況。高度捕撈（fully exploited）達52%、過度捕撈（overexploited）為17%，兩者合計即占69%。其他，中度捕撈（moderately exploited）占20%、低度捕撈（underexploited）占3%、匱乏（depleted）及復原中而禁漁（recovering）各為7%及1%。



謝志豪小檔案

1997年臺灣大學動物系畢業，2001年臺大動物所碩士，2006年美國加州大學聖地牙哥分校海洋研究所博士，2007年於京都大學生態研究中心擔任研究員，並於2007年返母校任教於海洋研究所及生態學與演化生物學研究所。研究興趣包含環境變遷與人為因素的交互作用對生態系統之影響，生態系統理論與模擬，動態系統分析（http://homepage.ntu.edu.tw/~complex/ecoinformatics_c.html）。

使然，在過去2、30年來，在學術界、漁業界及各國的漁政單位中爭議不斷。如果有研究證明是環境變遷的結果，那漁民便有合理的理由大肆漁撈，因為“不撈白不撈，反正隨著環境變遷魚群也會自然地大量死亡”；反之，如果有研究證明是過度漁撈的結果，那後果必定造成“禁漁或是嚴格的限制捕撈”。如前所述，漁業的經濟力量如此強大，因此這個漁業議題，受到強烈的國際重視。



我認為我們可以比較在同一時空下受捕撈壓力與不受捕撈壓力的許多魚種。不受捕撈壓力的魚種反應的是自然的環境變動；受捕撈壓力的魚種則是反應漁撈壓力與環境變動的交互作用。亦即把不受捕撈壓力的魚種當作比較的基礎點，探討“在環境變遷下，漁撈對於受捕撈壓力的魚種之效應為何”。當然不同種類的魚，對於環境變動的反應有別，而影響差別反應的因素，最可能的即是魚類的生活史（成熟體

長、成熟年齡、孕卵數等因子）和生態區位（居住棲地、溫度偏好，產卵方式、食階高低等因子），這些因子都要在分析中加以考慮。

漁業研究的新方向

要區分漁撈與環境變遷對於魚群的效應是一項困難的課題，因為我們很容易可以想像此二者之間是有交互作用的。而過去2、30年來的爭議，似乎是走錯了方向。我認為正確的研究方向，是探討“在環境變遷下，漁撈對於魚群的負面影響為何，機制為何，藉由對現象及機制的了解，進而提出有效的漁業管理及保育策略”，這個想法從我的博士研究生涯至今，一直是我的主要研究動機。

要探討這個問題，很自然的想法即是比較一個魚群在受到捕撈壓力與不受捕撈壓力時的反應為何。想起來很簡單，但實務上卻是不可能，因為世界上沒有魚群同時受捕撈又不受捕撈（邏輯上矛盾）。退而求其次，比較一個魚群受到捕撈壓力（例如：過去20年到現在）與幾乎沒有捕撈壓力時（例如：100年前）。這也幾乎做不到，因為我們沒有記載100年前魚群狀況如何，沒有資料，無從比較；再說，100年前的環境狀態與現今的環境狀態也可能大不相同。

為解決這個難題，我提出了一個天真的想法。

這個想法之可以得到驗證，歸功於一項長期生態監測計畫，這個監測計畫收集了50餘年於加州洋流中魚類族群變動與各項環境因數。從比較受捕撈壓力與不受捕撈壓力魚種在過去50餘年來族群變動（變異係數）中，（並同時把魚類的生活史和生態區位的差異加以考量），我發現受捕撈壓力的魚種，族群量高高低低的變化顯著地大於不受捕撈壓力的魚種（圖2）。這是第一個強烈的證據，證明漁撈對於魚群的負面影響，而魚群的變動絕非是單純受環境變動所驅使。正確的說應該是，漁撈壓力把魚群對於環境“變動”的反應給“放大”了。這個研究發表在《自然》雜誌並受到國際注目，美國《國家地理頻道》也對此做深入報導。

接著，大家一定會問，為何漁撈會使得受捕撈壓力魚種的族群變動增加？為回答這個問題，我對魚群的年齡組成進行探討。研究指出，漁撈具有體型的選擇性—移除魚群中的大型個體，留下小型的年輕個體。長期下來造成魚群「年齡金字塔」的低

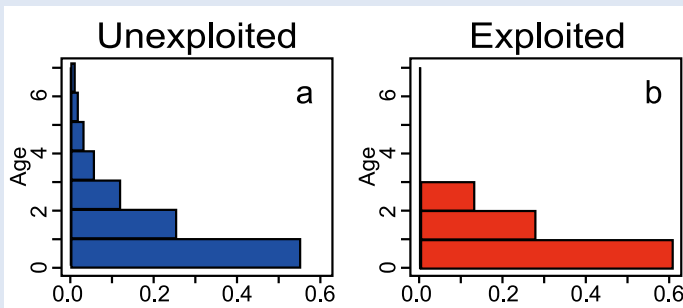


圖3. 以假設的例子說明年齡截切效應。在未經捕撈的族群中，年齡結構健康，具有一定比例的年長個體，當族群經過具有體型選擇性的捕撈後（大部分漁業都是如此），年齡結構中僅剩年輕個體。

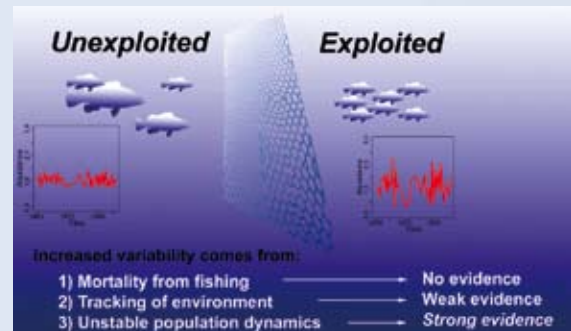


圖4. 探討漁業對魚群豐度擾動的機制—年齡組成的年輕化是造成魚群大幅波動的重要因素。

齡化，這個現象叫做「年齡截切」（age-truncation）（圖3），使得頂端高齡的魚群比例減少，而讓基部長成長快速的年輕個體增加。研究發現這些成長快速且變動性高的年輕個體，在族群豐度的動態並不穩定，亦即魚群數量隨時間的變化會大幅增加，提高族群崩解的風險（圖4）。這個研究再度發表在《自然》雜誌。這項發現對漁業管理與生態系的永續經營皆有深遠的影響，因此《自然》旗下的自然新聞與觀點都特別強調這篇研究的重要性，而科學日報與路透社等幾家媒體也做了詳細的報導。

漁業資源管理的新思惟

傳統上，漁業選擇性地捕撈年齡與體型較大的個體，而漁業規範亦多半是對最小網目作限制，以

保護小魚。如此僅以目標魚種生物量為依據的漁業政策，忽略了魚群的體型與年齡結構對魚群動態穩定的重要性，沒有考量到大魚的減少亦可能提高整個魚群崩解的風險。這個風險還可能擴及整個生態系，就像股市崩盤或是骨牌效應一樣，最後威脅到漁業本身以及相關產業。

結語

臺灣四面環海，漁業也是臺灣的重要經濟來源之一。然而，我們對臺灣周圍海域環境資源的認知卻相當有限。在全球都斥資投入海洋環境保育與漁業資源管理的同時，我們也該認清臺灣四面環海這個事實，對於海洋環境投入更多的研究和關心。（本文策畫／地理系姜蘭虹教授）

延伸閱讀：

- [1] Hsieh CH, Glaser SM, Lucas AJ, Sugihara G (2005) Distinguishing random environmental fluctuations from ecological catastrophes for the North Pacific Ocean. *Nature* 435: 336-340
- [2] Hsieh CH, Reiss C, Watson W, Allen MJ, Hunter JR, Lea RN, Rosenblatt RH, Smith PE, Sugihara G (2005) A comparison of long-term trends and variability in populations of larvae of exploited and unexploited fishes in the Southern California region: A community approach. *Progress in Oceanography* 67: 160-185
- [3] Hsieh CH, Reiss CS, Hunter JR, Beddington JR, May RM, Sugihara G (2006) Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature* 443: 859-862
- [4] Hsieh CH, Reiss SC, Hewitt RP, Sugihara G (2008) Spatial analysis shows fishing enhances the climatic sensitivity of marine fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 947-961
- [5] Anderson CNK, Hsieh CH, Sandin SA, Hewitt R, Hollowed A, Beddington J, May RM, Sugihara G (2008) Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance. *Nature* 452: 835-839
- [6] Stenseth NC, Rouyer T (2008) Destabilized fish stocks. *Nature* 452: 825-826