

## 海洋生物的多樣性及其保育

邵廣昭

中央研究院動物研究所 研究員

### 一、海洋生物多樣性的意義

#### (一) 物種多樣性及門的多樣性

生物多樣性可分成遺傳、物種和生態系的多樣性三個層次。就「物種多樣性」而言，雖然陸域的昆蟲佔了目前已命名種類的一半，但很少人了解海洋生物其實遠比陸上生物來的更為豐富珍貴。如目前所發現的 34 個動物門中，海洋生物其實就佔了 33 個門，而且其中有 16 個門的動物只能生活在海洋的環境，包括棘皮、半索、毛顎、腕足、星蟲、蠕蟲、櫛水母動物門等等，這還不包括 95% 均在海中的海綿、刺胞、苔蘚、紐形及內肛等動物門在內。相反的，34 個動物門裏只有一個有爪動物門是只分佈在陸地上。又如在植物界的藻類中，褐藻門和紅藻門亦幾乎全部只生活在海洋中。這些懸殊的比例顯示其實海洋才是保存了地球上絕大部份生物多樣性的地方。它所能提供人類未來探索學習的機會，和利用這些多樣性的潛力，要遠比陸地上的生物來的更大。這是因為不同「門」的生物代表血緣關係很遠，而血緣關係愈遠的生物，它們彼此間基因的歧異度和生物特性的差異就會更大的緣故。最近隨著深海採樣工具的不斷進步和一些最新的探勘報告，以及 DNA 技術的精進可用來鑑識過去無法分辨的超微之微生物之品種。因此近五年來在深海不斷有新的生物類群被發現，特別是超微的微生物。這正應驗了過去科學家所言：在大陸棚的海底或更深的海域所孕育的物種可能高達百萬種之多。這也不禁令人想起前人所云：人類對「內太空」的了解恐怕還不如「外太空」來的多。

舉例而言，在二十世紀所發現的四個新種的動物門中，全都存在於海洋，包括 1955 年正式發表鬚腕動物門 (Pogonophora)，1956 年發表之顎口動物門 (Gnathostomulida)，1983 年發表之兜甲動物門 (Loricifera) 及 1995 年在龍蝦的口鬚上找到的環口動物門 (Cycliophora) 等。上述四門中除了顎口動物門是陸海產均有外，其餘三個門都有只存活在海洋中。其實微生物的世界裏，包括濾過性病毒 (Viruses)，原核生物界 (Monera)，原生生物界 (Protista)，真菌界 (Fungi) 等才是真正未知亟待研究開發的領域，特別是原核生物中的細菌、藍綠藻及古生菌 (Archaea) 其物種多樣性及歧異度之高才令人嘆為觀止。如最近幾年的研究

發現地球上數量最豐富的生物，應該是海洋中體長在  $0.2-2.0 \mu m$  的微微浮游生物 (Picoplankton)，如原綠球藻屬 (*Prochlorococcus*)，每毫升海水中有 7-20 萬個細胞。2002 年科學家又在熱泉區的太古菌上發現另一群寄生在太古菌上的全新生物 (*Nanaurchaem*)。因此相信未來會有許多足以改寫生物分類系統或演化樹的生物將不斷地從海洋中被發現。當它們在整個地球生態系中所扮演的角色陸續被闡明之後，許多生態學教科書中被奉為佳臬的內容也將會不斷地再被修正或改寫。

生物不論分成幾界，絕大多數的生物均仍存在於海洋，這主要是因為地球上的生命均起源於海洋，最古老的化石出現在 35 億年前、5.7 年前出現海洋無脊椎動物、4.25 億年前陸上才開始有生物出現，在此之前地球上只存在有海洋生物。雖然絕大多數的古海洋生物迄今均已滅絕，但相信仍有不少可稱為「活化石」的海洋生物仍存活在海洋中，包括出現在西班牙的峭壁上的蜂窩狀化石最近竟然在深海熱泉周圍軟泥底海床上所發現到活體，因為牠們在蜂窩構造下還有精細的管狀通道的結構，究竟是何種生物，目前仍是個謎。

## (二) 生態系的多樣性

在「生態系的多樣性」方面，不但不同的生態系在群聚的物種組成上有所不同，其物種的習性，形成之機制或是功能運作 (如食物鏈) 亦都不相同。譬如河口的沼澤區、紅樹林、潟湖、珊瑚礁、岩岸、大洋和深海沉積平原、乃至於深海熱泉 (hydrothermal vent) 或是海底冷泉 (cold seep)、其種類組成、結構及功能都甚為不同。如鹽沼地區是以氮等高的營養鹽為基礎，利用光合作用將  $CO_2$  大量合成有機物故有很高的初級生產量；而珊瑚礁是生活在貧養海域，但卻可有效地反覆利用稀有的營養鹽來維持高初級生產量。又在深海環境因缺少陽光，故除熱泉或冷泉可利用細菌的化合作用分別將  $H_2S$  或  $CH_4$  合成有機物外，其他深海地區根本沒有初級生產量。此外即使是相同類型的生態系在不同地理區其組成及運作方式也都不盡相同。如同樣的河口灣在秘魯、挪威和台灣會十分不同。又即使在同一個地理區內，因海流及淡水流量的自然因素或是人為因素干擾的影響也會使得同一類型生態系的組成和功能有所差異。只是目前在生態系多樣性方面的研究仍少，也還沒有已被大家普遍接受的海洋生態系的分類體系。

## (三) 遺傳的多樣性

「遺傳的多樣性」即物種內由於空間和時間 (如產卵期) 的不同，而使群族彼此沒有機會相互交配，以致於在基因型上造成愈來愈大的差異，甚至各自獨立演化為不同的種。同樣在同一種群內也有遺傳的多樣性存在，這才是生物得以隨環境改變、物競天擇、產生進化的基礎。許多過去根據形態被認為是同一種或不

同種的海洋生物，後來經過分子序列分析發現結果不然。而遺傳多樣性更是改良養植物種或發展生技工業的基礎。

## 二、海洋生物多樣性的價值

### (一) 食用及醫藥民生之用途

雖然人類不屬海洋物種，但我們卻是海洋食物網中的一個重要組成，因為我們每天消耗掉大量的海洋魚類，無脊椎動物和藻類。目前全球的漁獲量大約是一億噸，其蛋白質供應量已超過了牛、羊、家禽和蛋的總產量，對落後的第三世界國家更是主要的營養和經濟來源。除了食物外，海洋生物多樣性在遺傳資源上之利用，或是生物技術的開發更是明日之新興產業。如 1998 年全球海洋生物技術產值約 2.7 億美金，預估到 2010 年將成長到 8.6 億美金。其中包括水產養殖之育種，試劑檢驗、育苗、飼料、製藥費的抗癌、抗病毒、診斷試劑或治療心血管疾病之藥物、以及一些抗附著物、酵素、清潔劑或黏著劑之特殊化學品等等。目前海洋天然物之開發速度甚快，從 1971 年的 200 個增加到 2001 年的 12000 個。第一個研發成功的海洋天然藥物 Ziconitide（一種止痛藥）將正式上市。由於海洋生物的開發潛力無窮，因此各國政府包括台灣莫不積極投入大量研發的基金，希望在此明日之星的產業中搶得先機。

### (二) 生命科學的基礎研究之材料

海洋生物多樣性除了食物與生技產業的價值外，在從事基礎生命科學研究，探討生命演化及適應環境的奧妙；或是應用在改善人們的生活福祉各方面也是功不可沒。譬如 1963 年及 2000 年分別獲得諾貝爾獎的 Hadgkin 及 Huxley 及 E. Kandel 即曾利用烏賊的巨大神經索發現量測神經細胞傳導的工具，以及利用海蝸牛了解生物行為會受神經細胞的化學物質傳導所改變等等。又繼人類之基因圖譜在 2002 年被完全定序及破解後，第二個脊椎動物被解明的即是一種日人喜食的海洋魚類虎河豚。此外海洋生物多樣性在生態旅遊或觀光方面的價值也開始受到大家的重視，因為它的收益不但可超過漁獲食用之價值，而且同時符合生物多樣性保護，及其資源可永續利用的原則，譬如潛水賞魚、海底攝影、或賞鯨等活動，每年全球收益可達數十億美金。

### (三) 地球的最大維生系統

這些經過長期演化而來，豐富多樣化的海洋生物不但提供人類食物、醫藥與休憩等多功能的需求，也藉由保護海岸、分解廢棄物、調節氣候、提供新鮮空氣

等等，成爲地球上最大的生命維生系統。這些多樣性極高的海洋生物大多分佈在俗稱「海中熱帶雨林」的珊瑚礁或是紅樹林、陸棚、海草床及河口等沿岸地帶，而這狹窄的沿岸地區，卻又最容易受到人爲活動的干擾與破壞。

#### （四）拯救海洋生物多樣性的全球行動

據估計到 2020 年人類對沿岸及海洋環境之需求，包括再生性資源、廢棄物處理，生活空間及農工業之發展等更會達到目前的兩倍。因此維護海洋生態已是目前各國皆有的共識。爲了積極拯救「海洋」一人類共同的資產不再惡化，爲了地球生態能夠永續生存，以及人類更繁榮的未來，國際間紛紛提出許多相關的宣言、條約及行動。譬如 1992 年的「里約宣言」及「二十一世紀議程 — 永續發展行動計畫」中第十七章即爲海洋及海洋環保課題。並在 1994 年聯合國第四十九屆大會中正式宣佈 1998 年爲「國際海洋年」。2002 年在約翰尼斯堡舉行的地球高峯會更通過了多項與漁產保育及海洋生物多樣性復育的行動計劃希望最遲在 2015 年前可恢復已告枯竭的魚類數量，2010 年前顯著降低物種瀕絕的比例，2012 年前建立海洋保護區網路等等。同年 11 月的華盛頓公約組織更通過了鯨鯊、象鯨及多種海馬列入第二類保育類動物，進行貿易之監控與管制。爲了防範基因改造有機體（GMO），不慎流入自然界成爲另類的「入侵種」，對生物多樣性造成潛在的威脅，生物多樣性公約第 19 條要求制定的「生物安全議定書」也將在 2003 年 6 月正式生效，9 月 11 日將正式開始實施。

### 三、台灣原本豐富的海洋生物

#### （一）分布不均勻的海洋生物多樣性

海洋生物多樣性在全球的分布並不平均，最豐富的地區其實是在印度西太平洋的印尼、婆羅洲、菲律賓一帶，其次是西太平洋的加勒比海但只有前者六分之一不到，東大西洋最低。大概除了海星和巨藻、鯨豚、鱈腳類、海鳥等少數類別的海洋生物是以溫帶及寒帶的水域較多外，其餘皆以熱帶地區最多。

台灣面積雖小，佔全球陸地面積的比例可能只有千分之三，但台灣海洋生物的種類之多，卻可高達全球物種的十分之一。譬如台灣魚類總數現已累計達 2600 種以上，且發現世界新種的數目亦名列前茅。如蝶魚及棘蝶魚兩科之總種數即居全球之冠，故台灣在陸地上不僅是「蝴蝶王國」，在海裏也稱的上是「蝶魚王國」。根據國外保育期刊 *Sea Wind* 之資料，台灣及琉球也是全球珊瑚礁魚類的最熱點（hot spot）即分佈廣的特有種數最高的區域。除魚類外，珊瑚、海藻、甲殼類等幾個調查及分類工作作的較爲完整的生物類別均是如此。至於那些洄游範圍廣的種類，如海龜或海豚，則比例更可高達 1/3~1/2。因此相對而言，台灣海洋生物

種類之多比起其他沿海國家而言，其平均值要高出 500 倍之多。

## (二) 何以台灣的物種多樣性高

造成台灣海洋生物資源豐富的主要原因，包括：(1) 台灣地理位置優越，正好位在全球最大歐亞大陸板塊及陸棚區的邊緣，同時具有深海及陸棚的海洋環境；(2) 全球海洋生物物種最繁茂的東印度群島的北緣；(3) 位於東海、南海及菲律賓海三個大海洋生態系 (Large Marine Ecosystem) 的交會處，具「生態交會帶」(ecotone) 之效應，水產經濟物種逾 2000 種以上；(4) 台灣海域棲地的多樣性非常高。這包括了複雜的底質、地形、水深、海流與水溫等的生態因子的多樣化，造就出珊瑚礁河口、紅樹林、沙灘、潟湖、岩岸各種不同海岸海洋生態系，適合各種不同海洋生物棲息成長。如本省西岸皆為沙質淺灘，台灣海峽平均不過 50 公尺，除水中表層的洄游魚種外，均為沙泥底棲魚種。此外西海岸還有不少河口與紅樹林。東岸則水深可達數千公尺以上，孕育著許多鮮為人知奇形怪狀的深海生物，據中研院最近在國科會及農委院支持所作的調查下，2000~2002 已發現 150 種之新紀錄，至少 10 種以上的新種。至於俗稱「海中熱帶雨林」物種最多的珊瑚礁，在全球海域面積雖僅佔不到 0.3%，但台灣卻何其有幸，在南北兩端及澎湖、小琉球、綠島及蘭嶼幾個離島也同時都有。(5) 由於東部、南部及小琉球等離島主要受到溫暖黑潮北上的影響，與北部及澎湖受大陸閩浙沿岸冷水流南下影響不同，造成溫度在冬季時南北可差到 4~5°C。也因此台灣南北海域海洋生物物種也有著明顯的差異。此外，台灣也有不少由冰河期海面升降所造成種化，形態極為相似、血緣關係最近的姐妹種的太平洋種及印度洋種的「成對種」，同時在台灣的東、南及北、西兩側出現像這樣只有 394 公里長的島嶼卻可以同時擁有兩種不同的海底景觀與生物種類的確難能可貴，這也提供了學者從事系統分類、地理分布、生態保育、資源利用等等最好的研究地點和材料。

## (三) 物種流失從量的減少開始

但是台灣累積的物種多並非表示台灣的資源還很豐富，相反的，其中有將近一半到 2/3 的物種均已從過去的數量豐富、常見，變成今天的偶見、稀有，甚至絕跡。也就是說過去每次潛水可以看到的魚種，現在可能五年十年都看不到一尾。這也難怪台灣的魚種總數雖比起帛琉、馬爾地夫、大堡礁等潛水勝地要來得多的多，但大家仍一窩蜂的花大把銀子捨近求遠跑到國外去潛水的原因。這其中代表的意義是：台灣原本的海洋生物甚為豐富，但卻被我們在這短短的卅、四十年裏，重經濟輕環保、重陸域輕海洋，肆意地掠奪及到處污染和破壞下給逐漸葬送掉了。生物消失了除了較大的明星物種會受人注意外，其實更多小型、隱秘的物種，甚至於尚未被人發現和命名之前即已消聲匿跡。威爾森估計目前地球正

面臨有史以來第六次的大滅絕，也是惟一一次純粹由於人為因素所造成的大滅絕，其速率約每小時 3 種，每天 74 種，一年 27000 種，如此下去，50 年後地球上可能 1/3 的物種要絕滅。許多物種的消失已在不知不覺中發生，以台灣為模式產地所命名的魚種（很可能是特有種），迄今不下 150-200 種，但絕大多數都已甚久未再發現，很可能早已滅絕，如淡水河口的「台灣下鱚」標本採自 1906-1969 年存放在國外三處大博物館，但直到 1989 年才被國外學者發表為新種。但目前此種魚早已不見踪影，料想是這三十年來由於淡水河口的汙染把這種全球只有台灣才有的物種消滅掉了。

#### 四、海洋生態系遭受破壞的原因

海洋生物多樣性及全球之漁產量早已在迅速衰退，惟印度洋區因開發較遲，仍有略為增加，其它各大洋早在十幾年前起即每況愈下。造成原因已公認為：人為因素的（一）過漁及誤捕、（二）棲地破壞、（三）污染、（四）外來種；以及自然因素之（五）全球變遷。

##### （一）過漁（overfishing）及誤捕（bycatch）

目前全球的漁獲量平均每年約不到一億噸，而漁獲能力卻在兩億噸以上，在競相捕撈、違規作業的情況下，全球漁業自然會每況愈下，其結果是(1) 魚體的小型化，包括捕撈尚未達成熟體長的小魚，或是魚類本身為了求種族延續，而很快演化出早熟早產體型小的族群較優勢等；(2) 大型魚種的數量愈來愈少，如黑鮪、鯨鯊、象鯊、旗魚、翻車魚、石斑等一些成熟率較晚、生育力低的種類。最近政府為了要推動觀光提振漁村經濟，非常積極地在舉辦黑鮪魚季（祭），曼波魚（翻車魚）季，飛魚季等等促銷活動，但卻不去思考資源是否已不敷供應。如黑鮪魚目前之產量已是 15 年前的 1/5，鯨鯊的數量也在逐年遞減，這些大型魚類終將和史德拉海牛一樣瀕臨滅絕。史德拉海牛，是史上最大的素食（吃海藻）的動物，漁民只花了 26 年（1741-1767 年）就把它消滅了。此外如音響集魚，利用石首魚集結產卵會發聲的習性把石首魚的親魚一網打盡；大力推動富麗漁村及假日漁市，鼓勵消費；或是推動淺海箱網養殖，但餵飼餌料如仍來自於大海捕撈的下雜魚為原料等等，這些只知「開源」不知「節流」的政策是否永續值得深思。此外「混獲」及「棄獲」的嚴重「誤捕」問題，也是造成今日許多魚種已是「商業性滅絕」的原因。亦即捕撈時，上網了許多非漁獲對象的魚種或小型未成熟的魚類常被作為下雜魚處理或直接拋棄，譬如台灣過多的底拖漁船，密集地在沿近海拖網作業，浪費了至少 1/4-1/3 的資

源。誤捕最早受到關切乃是因鯨豚、海狗、海牛、海龜、海鳥等保育類動物。其實誤捕在許多漁具漁法都普遍存在，包括底拖網、流刺網、圍網等等。台灣的魷魚漁業在每年 3-7 月亦會混獲不少其他重要經濟性魚類之仔稚魚，如狗母、笛鯛、石鱸、鯛、龍占、金線魚、石首魚、帶魚、石斑等等。此外更多體型小，數量少，經濟價值較低，大多連種名都還分不清楚的水產生物，遭到誤捕和破壞的問題更為嚴重。

非法毒、電、炸魚，違法底拖，過多及毫無節制及管理的海釣、飼養捕撈自海中的熱帶魚，潛水打魚、幽靈漁業（ghost fishing），以及吃活海鮮、海馬、海龍的中藥，海膽、海參、及稀有的螺、貝類、蝦蟹類、以及捕食珊瑚礁魚種都是在直接間接地破壞海洋生態。根據最近的調查發現，台灣遊客到珊瑚礁海域的觀光大多不是下海賞魚，而都是去吃魚，每年消耗掉珍貴的珊瑚礁魚類估計不下三十萬公噸。台灣同胞由於喜食海鮮，不但吃的量排名全球第二，而且吃的種類之多之雜令人嘆為觀止，不但大魚吃、仔稚魚和魚卵也都不放過，如烏魚子、飛魚卵、旗魚卵等各種魚卵，如殺雞取卵般地在趕盡殺絕。也因此我們消耗魚類的方式可說是到了無所不吃，無所不釣，無所不養的境界，嚴重破壞海洋生物的多樣性。

## （二）污染

污染的來源不外乎是來自家庭都市廚餘的廢水，或養豬、養雞、養魚(包括淺海養殖在內)等農漁牧業的廢水，造成沿岸海水的優養化，或引發「赤潮」(red tide)造成海洋生物大量死亡。而工業廢水中的有毒物質，特別是重金屬、油質或有毒化合物，農藥等亦常隨河水沖入海中，每每造成魚類的大量死亡。特別是在半日潮<sup>7</sup>為主的台灣西海岸，魚類季節性暴斃的新聞是屢有所聞，這主要是因為我們下水道及污水處理的建設非常落後，可說是有比野蠻國家，比起馬來西亞或印尼均遠遠不如。此外許多船舶為了防止附著生物（Biofouling）所塗的含有機錫的塗料，對海洋生物具殺傷力，特別是使貝類雄性化，破壞其資源。此外，垃圾亂丟或由河川沖入海洋，也使台灣的海岸不但到處可見垃圾，在珊瑚礁也到處充斥，即使再多義工投入淨灘或淨海也清不完。底拖網由淺海到上千公尺的深海，每次拖上來都是垃圾愈來愈多，漁獲愈來愈少，拖上來的垃圾又再被丟回到海中，如此反覆下去，而不思改善，則遲早台灣會變成垃圾堆中的島國。

## （三）棲地破壞

如在砂泥地海底甚至深海大陸棚斜坡的密集底拖網作業，則是有如在陸上砍伐森林一樣，會鏟平消滅許多海底難以計數且多半尚未經過科學家所調查發現

過的底棲生物，同時也摧毀了許多經濟性魚苗孵育、庇護、成長的重要微棲地。許多珊瑚礁被違法入侵區的底拖網或流刺網覆蓋後，整片的珊瑚礁即宣告死亡。在海岸或陸地高山上的濫墾濫伐，種植檳榔、高山茶、果樹等等，或是在河床上盜採砂石等，每逢下雨，沙泥或是土石流所夾帶入海的泥砂亦對岩礁附著生物造成衝擊。此外在海岸地帶常有許多大型工業區、淺海養殖池、漁港、道路、新市鎮、垃圾掩埋場、海邊遊憩區等開發案；或在海邊過量且毫無管制的遊憩活動，特別是對珊瑚礁、潮間帶破壞最烈。或是為了防止海岸侵蝕、海潮侵襲、海水入侵所投置的消波塊及興建的海堤，正逐漸將台灣的自然海岸變成了人工海岸，不但剝奪了人民親海的機會，也使「寶」島變成水泥化的「堡」島，海洋生物更因為喪失了天然潮間帶的棲地環境，這也是牠們繁殖或幼年期成長庇護的重要場所，而使其族群的存活率大大降低。譬如鬻、椰子蟹、海蛇、海龜、海星、各種貝介類及魚類的稚魚等等當然會隨著自然海岸的淪陷而在台灣迅速消失。

#### （四）外來種（Alien species, exotic species, introduced species）的引入

外來種若已能在自然界存活，繁殖形成野外種群（feral population），並已擴散造成生態及經濟之損害時，則改稱為入侵種（invasive species）。海生物的外來種的來源，包括：（1）船底攜帶的附著生物，如大西洋的沙飾貝由巴拿馬運河引入太平洋及印度洋；（2）貨櫃輪的壓艙水（ballast waters）會攜帶幼生在全球各地的港口四處運搬；（3）或是隨著淺海養殖或水族觀賞業所引入的外來種，有意或無意的逸出或宗教放生行為；（4）潮間帶隨海流飄來或人為引入的濕地植物，如互花米草、大米草、孤米草等等，也會改變本地海生物群聚結構。最近常在台灣淡水河口捕獲養殖之歐洲鰻，高屏溪口的美洲鰻，以及彰化台中一帶釣到紅鼓魚，不禁令人憂心外來種的破壞生態問題已不只有在淡水水域，海洋也將不能倖免。大陸最近的整理發現中國海岸已有 12 個門，137 種外來種之記錄。台灣目前尚未詳加調查，但已知似殼菜蛤已在全省海洋及潟湖大量出現。

#### （五）全球變遷

在自然因素方面，海洋生物所可能遭受的危害除了全球變遷的溫室效應所引起的水溫上升使珊瑚礁白化，漁場變遷，漁獲減少，海流氣候急遽變化，海平面上昇，紫外線增加殺傷浮游幼生等因素。此外還有赤潮、魔鬼海星大量繁生，聖嬰(El Nino)之效應等等，這些因素其實也可能和人為因素所導致的全球變遷有關。1997-1998 之聖嬰及反聖嬰現象，已使全球 35 個以上國家的 50 個地區的珊瑚面臨白化的嚴重威脅。其實科學家們所擔心的倒不是聖嬰本身所造成的白化，因為自然的災害如颱風、聖嬰所造成的破壞，雖然劇烈，但恢復的很快。但是因



爲人爲污染的慢性且不可逆的破壞，把環境污染毀壞了才是造成珊瑚真正萬劫不復的主因。

## 五、海洋生物多樣性的保護策略

### （一）漁業資源的供過於求

又根據專家之估計，全球海洋生物資源利用之上限每年爲 1 億噸，養殖可提供 1500~2000 萬噸，故到 2010 年時尚短缺 2000~2500 萬噸。在此需求壓力下，可以預期漁業對環境的衝擊將會持續受到全球的關注。而從物種與基因保護的觀點來看，更多的海洋生物物種是在尚未調查、了解和發現命名之前即已消聲匿跡。譬如珊瑚礁的生物已命名的種類約八萬九千種，但據估計仍有九十五萬種的生物尚未被命名，而珊瑚礁的面積卻在近年來大幅減少，而使得約 58% 的珊瑚礁生物已面臨危急存亡之秋，因此如何來拯救我們的海洋生物已是我們這一代不可旁貸的重責大任。

### （二）爲何要遵守預防原則

2003 年 5 月 Nature 報導全球在漁船機械動力化之後，所有大型魚類，如鮪、金梭、旗魚、鱈魚等只剩下約不到一成，延繩釣的捕獲量均大幅衰退

。此外在分析全球 38 種 90 個系群的經濟性魚類資源量之變化時，更發現過去認爲只要維持資源量在原有的 50% 即可達到最大持續生產量 (MSY) 的原則，在 15 年後並未奏效，特別是壽命長，成熟晚，生殖率低的大型魚類爲然。也因此特別突顯了「預防原則」的重要。亦即在科學研究尙無法下定論時，應該要採取較保守的保育優先之策略。

### （三）海洋生物多樣性的保護策略

1. 棲地保護 -- 基因是由生物個體或物種所承載，而物種又是生態系的基本成員，故保護基因的遺傳多樣性需保護物種，但物種之保護又必須以保護生態系，即劃設海洋保護區或海洋公園才是最直接最有效的方法。因爲海洋生物物種繁多，各種之習性、及種間交互作用複雜，目前所知甚少，傳統針對明星物種之保育方法以及限漁或建立種原庫等效果均有限，亦不切實際。此外設種原庫尙有近親繁殖（亂倫）的缺點，故惟有劃設保護區、保護棲地，讓所有生物不分大小、貴賤，或是捕食者或被掠者都有一塊可以孳養生息，不被趕緊殺絕的地方，整個生態系獲得保存，生物的資源才能生生不息地被永續利用。這也是生物多樣性公約中特別強調「棲地保護」重於「物種保育」的主要原因。CITES 之物種保育是成本和風險最高的策

略，因此他們總是要等到最後關頭才著手，卻不知要先珍惜和照顧目前情況尚佳的種群，一定要等到好的種群淪入到差的行列時才願意去面對，但卻往往是大勢已去，無力回天了。更何況 CITES 所訂定需要列入保育類動物的標準頗高，還必須要有精確的族群現存量到達某一限度後才會通過，更遑論需與開發利用資源團體的脣槍舌劍。因此海水魚要列入保育類動物的名錄內真可謂比登天還難，這也難怪海水魚能列入第一類保育動物，禁止捕抓和買賣的迄今也只有活化石的腔棘魚和美州西岸之加州犬型黃花魚兩種了。

陸域生態的復育可以透過「封山」來調養生息，海域資源的復育更需要以「封海」，亦即在漁期、漁法及漁區上給予調節管理，才能成功。至於何處需優先劃設，劃設範圍大小等等則有待於進行海洋生物之普查，了解其種類組成、分布、數量之時空變化，結合 GIS 建立資料庫等基礎的調查研究。因此目前政府在推動的國土規劃的工作亦必須包括海洋國土在內。保護區劃定後，仍需訂定海域分級及不同目的使用之管理辦法，嚴格執行管理與取締工作才能奏效。此外投放人工魚礁、保護礁，實施種苗放流也是可行的資源培育和復育的方法。

2. 加強調查研究、建立海域生態監測網 - 過去台灣海洋生態及魚種組成、分布、迴游路線等資料多半零星片段不完整，以致於政府在推動限漁（漁區、漁法、漁期、漁種；體長大小、數量）或禁漁區、保護區（繁殖區）時，均難以舉出可靠數據作為憑藉。過去漁獲統計資料亦不夠詳實完整，可信度不足，缺少可信長期之背景資料來說服漁民及漁業主管單位制定推動保育措施。因此加強相關之調查研究亦甚為重要。此外亦應結合各單位的力量全面監測所有沿岸海域水文與水質、水理資料（不只是沿海養殖水域），包括水溫、營養鹽、有毒物質、濁度、沈積物、海平面、海洋變化、紫外線、氣象及指標生物之資料，以確實掌握海域生態品質長短期變遷之趨勢，並可監控污染物之不當排放，或作為偶發公害事件之補償依據。

3. 推動以生態為基礎之永續漁業經營管理 -- 強調適正漁獲，而不僅是傳統之最大持續生產量，並建立預防法則之觀念，以改善目前因「過漁」與「誤捕」所造成海洋生物多樣性之破壞。此外尚需：(1) 切實執行國內外相關漁業管理法規，及責任制漁業；(2) 減少漁船數量，輔導漁民轉業或轉型，推動娛樂漁業或生態觀光；(3) 研究改進現有不符保育之漁具、漁法、漁區、漁期及漁獲對象等；(4) 開發利用海洋生物及其基因庫之高科技生物產業。

4. 加強宣導教育 -- 建立全民共識，使能配合政府施政，自我約束及共同監督管理。包括：(1) 經由媒體告訴民眾海洋生物也是野生動物，也是全民重要的自然資產，必須留給下一代；(2) 推動生態標章 (Eco-labeling) 計畫，要求消費者在購買水產品時，必須是不破壞資源，且符合海洋生態保育的理念，不吃、不養、不釣、不捕稀有、瀕危及生態關鍵物種；(3) 發展海洋遊憩活動，但需事先制訂各種遊憩活動之管理辦法，且需顧及環境容忍量及要求使用前之解說教育；(4) 加強本土海洋生物與生態之學校與社會教育，特別是中小學生。鼓勵及獎勵相關之研究、訓練及教育宣導活動。

## 六、劃設海洋保護區的理論與實際

在拯救海洋生物多樣性的各種方法中，仍以劃設海洋保護區(Marine Protected Areas, 簡稱 MPA) 最為簡單有效，花費最少，就是只要劃設「完全保護區」(Fully Protected Area)，禁止人為之捕撈、開採或干擾破壞，也相當於一般所稱的” no-take zone”，但允許經妥善管理的非破壞性之生態旅遊或科學調查研究以及教育宣導活動。海洋生物有了一個安全的家後，即可以在此安全無慮地生長、繁衍，達到保護生物多樣性的目的。

### (一) 為何需要劃設海洋保護區

今日劃設海洋保護區已是全球各國政府已有的共識及共同努力的目標，其主要理由是：

1.由於科學技術及漁具漁法之進步，已使得海洋魚類，不分大小、種類、習性，特別是中表層巡游性的魚類無所遁形，無處逃避，一網打盡結果自然資源面臨枯竭。

2.長期持續過漁的結果不但使資源量銳減，甚至使海洋生態系發生改變，使生態系的食物鏈營養層級減少(每二十年減少0.1)，可謂由「相變」到了「態變」。

3.目前全球海洋保護區之總面積不到 0.5%，且大多均未予妥善之管理。而其中大概只有 1%的海域真正有作到禁止各類漁獲。因此劃設 MPA 之工作甚為迫切需要。

4.過去的漁業管理大多失敗，亟需新的管理策略與思維。這些新的思維包括了：(1) 預防原則 (2) 生態系管理 (3) 生態觀光利用 (4) 生物多樣性保護 (5) 棲地保護優於物種保育。

5.劃設海洋保護區也將可使生態旅遊更加蓬勃發展，使當地漁村或社區的經濟更加繁榮。根據國外的經驗，在珊瑚礁劃設保護區後，這裏很快就會成為潛水

活動最熱門的賣點，平均一公里的珊瑚礁一年可以為地方帶來至少一百萬美元的觀光收益。又如國內目前風行今天的賞鯨豚活動所帶來的觀光收入早已遠超過過去獵捕宰殺的收入。像這樣把傳統消耗性的漁獲轉變成非消耗性的生態觀光或休閒漁業的型態，正是今天政府努力輔導漁民轉型的主要工作。它不但有效地保護了生物多樣性，避免物種滅絕，同時也可以使海洋生物資源逐漸恢復，讓資源可以持續地利用。

6.有助於保育之教育宣導及科學研究。劃設保護區有助於從事學術研究工作，特別是監測海域生態的長短期變遷，釐清影響海洋生態環境因子的必要方法。在教育上，保護區內所保存豐富多樣的生命也可以讓大家有機會去了解什麼才是 "真實" 的世界，什麼才是 "自然" 的環境，因而能激發大家更珍惜我們周遭的生態資源。當科學研究的證據及保護區內資源豐富美麗的景觀再度呈現在國人的眼前，令事實勝於雄辯時，這才是推展保護區劃設最有力的工具。

## (二) 國外劃設的成功經驗

根據國外的許多研究也已證明劃設海洋保護區的確成效卓著，包括：(1) 成長率及繁殖量增加，高價的魚增加更多；(2) 溢出效應；(3) 提供保障及預估能力；(4) 多種漁業管理等。過去許多人都誤以為劃設保護區會限制它們原來捕魚和遊憩的權利，使他們的權益受損，因此表示反對。事實上結果正好相反，因為保護區的面積有限，雖然，在屬於嚴格管制的保護區內，不能夠入漁，但因為海水無藩籬，這些在保護區內孳生繁衍的魚類仍然會跑到周圍附近的非保護區而被漁民所捕獲。這好比今天我們在銀行存錢 最好是不用本金 而只享用利息，如此則可永遠不愁沒錢可用，沒魚可抓。

1. 國外已有甚多實施之成效及研究調查的證據，證明保護區的確可在短期內即使當地的物種多樣性增加，包括大型經濟性之石斑、笛鯛、龍占等魚類，以及龍蝦、扇貝等經濟性無脊椎動物之尾數呈直線而體重呈指數增加，其中小型掠食者、草食性或壽命短的魚類恢復的速度要比大型掠食者或壽命長的魚類恢復的更快。過漁情況不嚴重的地區恢復的比過漁已嚴重的地區要快成長緩慢的大型魚種如石斑在保護區內可以長的更大，產更多品質更好的魚卵，對資源的復育更為重要。茲舉例如下：

- 美國佛州保護區內之龍蝦資源顯著增加，無保護區的龍蝦漁業大多已崩潰。
- 貝里斯將古巴笛鯛之繁殖區劃為保護區，使資源不致枯竭。
- 所羅門島國漁民主動告知政府石斑之產卵場及繁殖期，列入禁漁期，確保石斑之永續利用。
- 加拉巴哥群島之海參於 1992 年開始捕獲供亞洲市場需求，但 1996 年即因資源枯竭而關閉，目前當地已劃為保護區。

- 南非、聖路西亞等地保護區劃設後三年成效卓著。

2. 溢出效應 (spill-over effect) 可使保護區周邊海域的單位漁獲努力量明顯地提昇。根據國外標識放流的實驗，以及在保護區內外不等距離的調查結果均顯示離保護區中心愈近單位漁獲量愈高。保護區劃設後不僅區內族群量恢復，區外之非保護區亦因溢出而間接受惠。也因此國外漁民都喜歡在保護區的周邊捕魚 (Fishing-the-line)。

### (三) 海洋保護區應如何劃設

海洋保護區應如何劃設最為有效？根據國外的研究與例證已有下列若干原則：

1. 保護區沿著海岸帶來劃設最為有效，亦即帶狀優於方形或圓形。
2. 如能劃設網狀聯結(network)成效更大。
3. 劃設之範圍愈大愈能保護更多的物種，特別是那些活動範圍較廣的物種，以及其幼生靠海流漂送距離較遠的物種為然。
4. 保護區的劃設最好長期永久，而非暫時或輪替。
5. 至少應有 20% 的海域被劃設為保護區，以確保保護區內之族群所需要其他保護區幼苗之供應無虞。
6. 如人為衝擊因子愈大則保護區之面積應更大，此需與當地漁民妥協，並加強教育宣導或予以補償。
7. 不同生態系之交會區應優先劃設。
8. 選擇劃設位置時亦需考慮海流之類型，因海流決定卵、幼生、種苗可能擴散之方向和聚集位置。
9. 保護區應加強管理與取締。
10. 與當地居民、漁民或利益團體合作，發展生態旅遊，以求達到共存共榮，永續經營之目的。

## 七、台灣海洋保護區的問題

台灣過去根據文資法、野動法、國家公園法、沿岸自然保護區計畫及漁業法等等雖也曾劃有六、七十處所謂的「保護區」，但多半是只針對少數保育或經濟水產物種，並非保護區內之所有物種，且亦缺乏妥善的管理維護，故可說是全然形同虛設，只是徒具虛名而已。這也難怪 IUCN 之資料中，在全球具規模的 1300 處海洋保護區中，台灣只有墾丁國家公園名列其中（但最近亦遭除名或根本未列名其中），實在令人汗顏。目前台灣周邊海域真正發揮一點保護區功能的

大概只有極少數海軍基地之港口或核電廠的入水口面積甚小的水域，但這卻已可證明了保護區的功效。最近所劃設或推動的保護區措施，如 1999 年金門縣政府所劃之鸞保護區、澎湖望安鄉所劃之綠蠵龜保護區，乃至於大肚溪水鳥、新竹客雅溪溼地，東沙於 2000 年劃為禁漁區等等若能落實執行，則多少能發揮一些復育資源的功效。目前仍亟須推動之保護措施還包括應將各地珊瑚礁列入禁漁區，龜山島海底熱泉應劃入保護區等。此外應加強魚類產卵繁殖區之調查並制定限漁或禁漁措施；推動將生物多樣性最豐富但卻破壞最烈，且漁業總產值不到 3-5% 的沿岸漁業應優先納入保護或娛樂或休閒漁業之經營等等。行政院永續會下之生物多樣性工作分組所推動之「生物多樣性行動方案」已在 2000 年 8 月正式通過。其中包括了海洋生態之監測、熱點之選定、珊瑚礁群圖、漁業資源之保護，劃設海洋濕地保育軸，以及近期內應至少將 5% 沿近海域劃入保護區等工作項目，已使得政府各部門開始積極展開行動。但目前仍因缺乏人力物力，及整合之機制，其成效如何仍有待觀察。在此更希望內政部所提之「海岸法」能在立法院早日審議通過，海洋事務之專責機構得以早日設立，政府之國土規劃可以將大於陸地 4.7 倍的海岸及海洋國土納入，才是根本解決之道。

## 八、結語

總之海洋生物資源是人類共同的資產，也和人類的生存息息相關，海洋生物多樣性必須妥善保護，資源才能永續利用，才能有機會留給我們的下一代來享用。但不幸地在這短短的卅、四年裏由於各種人為因素的破壞，使得資源衰退、物種絕滅十分嚴重，再不遏止恐將萬劫不復。因此我們大家應由加強研究、立法及教育三方面來共同努力，一切政策均能符合生物多樣性保育及永續發展的前提來推動，同時全體國民都能從自己的生活態度來改變，加強對海洋生物的認識與關心，更多人關心海洋，加入海洋生態保育義工的行列，相信台灣原本美麗、豐富多樣的海洋生物將會很快有恢復昔日繁華景象的一天。