

海洋生物多樣性

鄭明修

中央研究院生物多樣性研究中心 研究員

一、什麼是生物多樣性 (biodiversity)

生物多樣性是一個組合字，由生物 (bio) 和多樣性 (diversity) 所組合而成，當時的生物學家多用 biological diversity，一直到 1986 年著名的昆蟲學家威爾森 (E. O. Wilson) 在「生物多樣性國家論壇」的報告中，第一次使用 biodiversity 來代表生物多樣性。字面上似乎很簡單，但到目前為止仍然沒有一個標準定義，有超過十種的定義被提出來，廣義的來說，生物多樣性是指地球上所有形式的生命及包括所有層次組織的多樣性，而一般學者認為生物多樣性的層次需要包括：遺傳 (基因) 生物多樣性、物種生物多樣性與生態系生物多樣性等三層次，而不僅侷限於生物種類之多樣性。

在多樣性的定義上包含有豐富度與均勻度的意涵，並不是生物種類多就代表具有較高的多樣性，還需要考慮到均勻度問題，因此許多的生物多樣性指數被提出來，每個多樣性指數都有其代表性，可以用來比較不同區域間的生物多樣性。

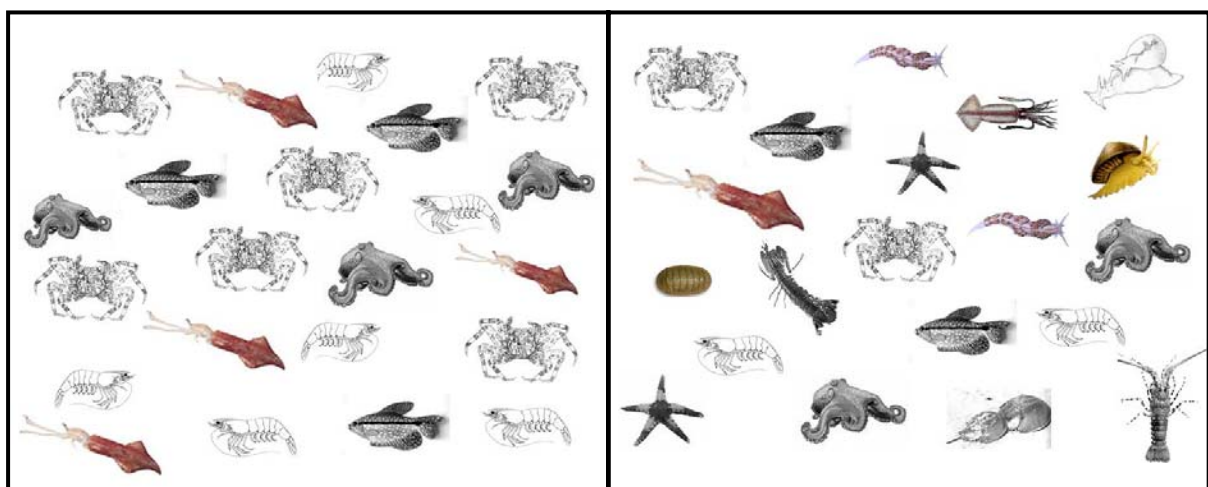
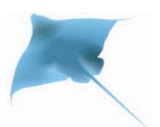


圖 1. 上方的左右二圖中哪一個生物多樣性較高？



二、地球生物的古往今來

地球已經存在四十多億年，可能在三十多億年前第一個生物出現，牠成為目前地球上所有生物的祖先，經過漫長時間的演化，可能有數千萬種的生物種類曾出現在地球上，有些是短暫的過客，有些卻可以立足在生物圈中屹立不搖，從最小的細菌到巨大的裸子植物，從數千公尺的高空到地底的油田中都可以發現生物的蹤跡，目前已經被發現且命名的種類大約有一百六十幾萬種，每年都持續增加中，生物學家估計地球現生的生物種類可能超過一千萬種（有些科學家認為可能達三千萬種）。

在兩百萬年前人類開始出現在地球上，逐漸改變原有的生物生存、發展的脚步，從一萬年前的數百萬人，目前地球上已經有六十幾億人口，消耗地球上四分之一的基礎生產力、超過一半的淡水資源，成為地球上的超級優勢物種。這個結果帶來了地球生物的浩劫，地球生物滅絕的速度從每年的數種，到現在每年可能有超過一千種的生物從地球上永遠消失，如果按照這種速度發展下去，到 2050 年會有三分之一的生物種類滅絕或瀕危，而另外的三分之一會在本世紀末消失。

對比一下每年新種的發生速度，每年可能僅有幾個新種會產生，遠遠不及生物滅絕的速度，由於我們對生物多樣性瞭解仍然有限，雖然提出的自然永續概念受到相當的重視，但面對這種情形，目前仍未有積極有效的辦法。

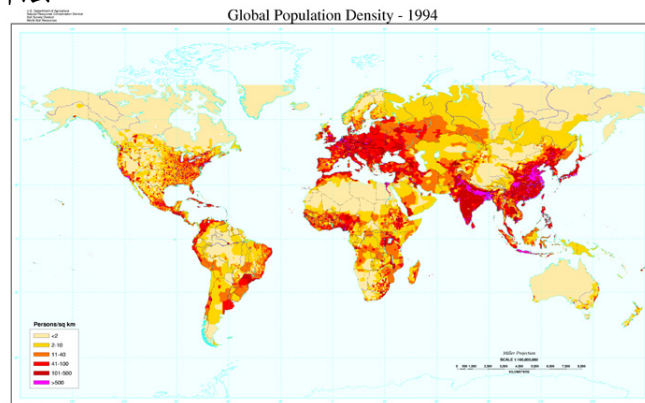
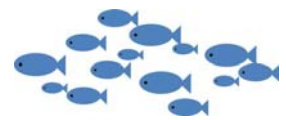


圖 2. 不斷增加的人口是解決生物多樣性問題所需面對





三、海洋在生物多樣性上的意義

地球表面積有 70.8% 是海洋，大約是三億六千萬平方公里，最深的海溝可達一萬一千多公尺，共容納了十四億立方公里的水，以生存空間來說，被稱為內太空的海洋比起陸地大得多，在陸地上每年都會有新的生物種類被發現，但海洋中不僅可以發現新種生物，還可以發現新的動物門，從 1955 年發表的鬚腕動物門 (Pogonophora) 到 1995 年發現的環口動物門 (Cycliophora)，五十年來有四個動物門被發表，這些動物門僅其中一門有部分的陸生種類，其他三個門都只有存活於海洋，可見得我們對於海洋還有更多的未知，特別在生物多樣性的相關研究仍有相當的進步空間。

更大範圍的以目前全球生物分類來看，目前已記錄 34 個動物門中，有 33 個門都有物種生活在海洋中，其中還有 16 門的動物只生存於海洋，而僅有有爪動物門只在陸域環境生存，可以看出海、陸域的明顯差別。若以時間軸來看海洋的生物多樣性，三十多億年前生物開始出現在海洋，經過許多環境改變後，一直到四億年前生物才登陸成功，當時的海洋中已經存在許多的生物種類。若以顯微鏡進入微生物的領域中，海洋中有相當豐富的微浮游生物 (Picoplankton)，每毫升海水有 7-20 萬個生物個體。另外，在近年來發現的深海熱泉，如發現地球上的另一個生境，有相當多的生物種類生存，每次的深海探索都可以發現新的生物種類，上述的例子說明海洋生物在演化時間、物種歧異度、生境的多樣上都高於陸域環境，因此在生物多樣性的研究發展上，應該比陸域更為重要。

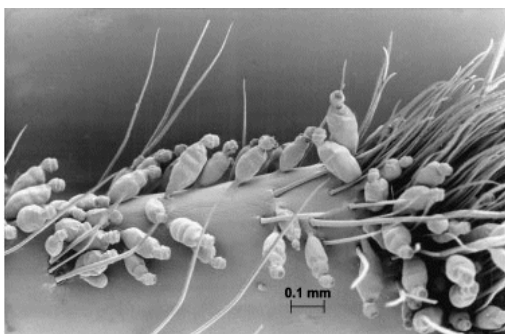
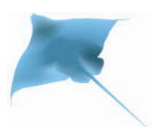


圖 3. 龍蝦鬚上的環口動物
(*Symbion pandora*) Courtesy of P.

Funch and R. M. Kristensen



四、海洋生物多樣性的意義與價值

生物多樣性對地球的生態與人類的生存都有積極的意義與價值，在生態上，綠色植物扮演生產者的角色，行光合作用產生生物可以利用的能量，供給消費者使用，動物扮演消費者的角色，物種間的競爭維持著一個穩定的動態平衡，另外還有清除者，分解動植物的屍體與廢物，讓物質可以不斷的更新、循環，各種生物扮演不同的角色形成一個綿密的食物網，也維持整個生態的平衡。

以生物多樣性的三個層次：遺傳、物種與生態系生物多樣性來看海洋生物多樣性。以遺傳來看，海洋是一個很大的生態系，生物族群數量通常較陸域龐大，因為有較大族群所以遺傳變異也比較多，遺傳生物多樣性通常高於陸域上的種類；海洋因為許多的地理或物理因素，將海洋做了很多的區隔，因此造就同種生物間不同的系群，可以增加遺傳上的變異，也有助於物種的演化。在物種多樣性上，也是因為廣大而且有很長的演化時間，加上環境的變化較陸域和緩，因此演化出各種物種，相對的生物滅絕的速度也比較慢，海洋中因此存在多樣且複雜的生物種類。在生態系多樣性上，海洋雖然都是相通，但其間仍有許多隔離的小型生態系，從與陸域交會的各種海岸、紅樹林、珊瑚礁等，一直到近年來才發現的深海熱泉，雖然有相通的海水，但都是有一定程度隔離的生態系。

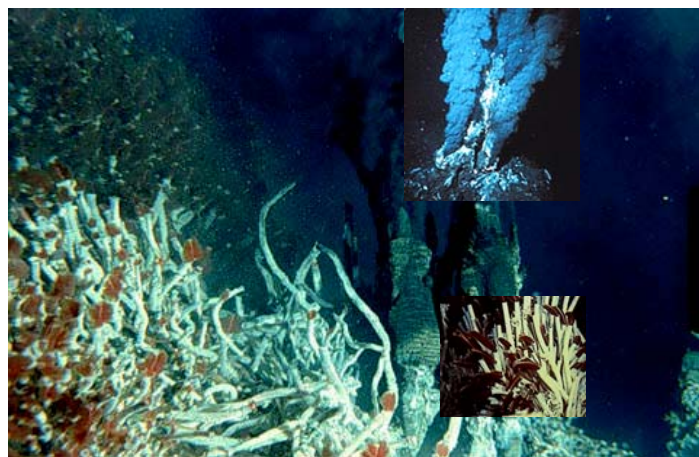
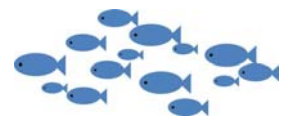


圖 4. 深海熱泉的噴口，周邊生長茂盛的管蟲





海洋生物多樣性的價值可以分為以下幾類：

1. 生態上的價值：

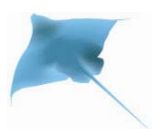
陸域與海域似乎有相當大的區隔，但是兩者間卻是息息相關，海洋在地球上所佔的表面積數倍於陸地，雖然我們居住於陸域環境，但是海洋在生態平衡上的價值不輸陸域，例如生物代謝所需要的氧氣，需要由植物行光合作用產生，以往認為熱帶雨林是地球之肺，提供地球上生物所需要的氧氣，但海洋中有一隱形的森林，海洋表面可以行光合作用的浮游植物，牠們行光合作用產生的氧氣與陸域環境的植物相當，重要性絕對不輸熱帶雨林。在海洋中生物多樣性最高的地方在珊瑚礁，雖然珊瑚礁僅佔全球表面積的 3%，但在生態平衡上相當重要，珊瑚礁區是許多海洋生物育幼的場所，加上珊瑚礁的立體結構，孕育出相當高多樣性的生物種類；珊瑚礁的石灰質骨骼會一直累積，可以形成島嶼，也可以在陸地邊緣堆積，具有保護海岸的功能。

2. 提供人類生物資源

雖然人類不是海洋生物的一份子，早期並不易從海洋中取得資源，但目前人類已經是海洋食物網中最重要的成員之一，人類從海洋中捕捉的生物所含的蛋白質總量，早已經超過人類養殖家畜所提供的蛋白質量，隨著漁獲量的減少，人類大量在海域進行養殖，目前海洋生物已經成為人類營養與經濟的重要來源。除了單純的養殖魚貝類以外，海洋還提供其他的資源，近年來生物技術的發展，海洋生物成為重要的開發來源，例如：養殖生物的育種、養殖飼料的改進與新藥的研發，特別是海洋天然物的開發，許多除了具有藥物價值，還有一些可以促進健康。

3. 遊憩、休閒的精神價值

海洋不僅僅是一大片深藍色的水域，可以提供相當多的遊憩功能，近年來與海洋相關的休閒活動不斷增加，例如：釣魚、遊艇、浮潛、水肺潛水，讓我們可以有許多機會可以探索「內太空」，其中代



表的精神價值並不易以物質價值來評斷，而美麗的海洋無私的提供這個無價的價值。

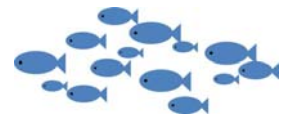
五、台灣海洋生物多樣性的過去與現況

生物的分佈在地球上是非常不均勻的，有生物種類繁多的熱帶雨林，也有生物種類不多的沙漠與凍原，同樣的情形也發生在海洋中，在 1988 年由 Myers 等多位科學家，以大尺度的全球觀點，提出全球十個植物生物多樣性最高的地區，稱為生物多樣性的熱點 (hotspot)，主要是因為當時熱帶雨林大量被砍伐，因此以植物為主要的考量點，當時台灣未被劃入熱點，但隨後全球性海洋生物熱點的劃設台灣都沒有缺席，台灣的面積僅佔全球陸域的千分之三，但生物的種類卻可達全球生物種類的十分之一，有些迴游性的海洋生物種類，有高達三分之一到二分之一可以在台灣發現，因此台灣是生物多樣性的熱點一點都當之無愧。

過去的台灣有很好的環境、很高的生物多樣性，但隨著人口增多、工業發展，自然棲地逐漸減少、人為污染日益嚴重，加上交通頻繁導致外來種入侵問題不斷發生，嚴重影響台灣的生物多樣性，在陸域的生物種類中，大型的哺乳類大多消失或瀕危，許多的兩棲類、鳥類也因為棲地的消失，都有隨時滅絕的可能。近年來外來入侵種的問題嚴重，許多原生種類都遭遇到嚴重的衝擊，從早期養殖的淡水魚類、福壽螺到最近的泰國鱧魚、紅火蟻與多線南蜥，問題一而再的發生，也嚴重影響台灣的生物多樣性。在工業污染方面更為嚴重，台灣在污水排放上一直未有良好的控管，因此污染源排放可以經由河川到達海洋，特別在台灣的西部沿海密佈工業區，對於生物多樣性較高的沿海區域造成嚴重的影響。

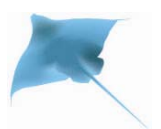
台灣因為地理位置適中，擁有美麗的珊瑚礁海域，有海洋中熱帶雨林之稱的珊瑚礁，有非常多樣的生物種類，台灣的南部墾丁海域、





澎湖海域、綠島、蘭嶼、小琉球等，都曾經是美麗的珊瑚礁海域，還為了保護這些珊瑚礁成立的墾丁國家公園、澎湖國家風景區、東海岸國家風景管理處等，但目前這些珊瑚礁海域由於人為的開發與氣候變遷，在相關單位沒有良好因應對策下，也都受到一定程度的破壞與衝擊。

現生珊瑚礁是從二億多年前的中生代形成，經過長期的演化與蛻變形成現代的形式。珊瑚礁生態系可以說是地球上生物歧異度最高的生態系之一，其豐富程度只有熱帶雨林可以比擬。根據學者估計，每平方公尺的珊瑚礁生產力約為周遭熱帶海洋生態系的 50~100 倍。珊瑚區的龐大生產者是無法用肉眼看到的，牠們是與珊瑚共生的共生藻，加上一些大型藻類與微細藻，造就珊瑚礁生態系的傲人生產力，也建構出複雜的生物網。根據估計每公畝的珊瑚礁，每年可生產 400~2000 噸的碳酸鈣。澎湖的硓古石建材也是取自淺海珊瑚礁。珊瑚礁對海岸最大的貢獻是它本身的礁體構造，不但能捍衛陸地，也對沿岸的水土保持和島嶼的形成，具有重要的貢獻。其複雜的空間結構，創造出許多微棲地，提供許多海洋生物繁衍的棲所，潛水人員經常可以看到數以億萬隻的小魚和小蝦圍繞在珊瑚礁四周，因此珊瑚礁區也提供人類豐富的漁業資源，所孕育出豐富的魚類、蝦、蟹、貝類等各門各類的生物，其中有許多具有食用價值，例如洄游性的烏尾冬、鰲、龍占、水針；底棲性的石斑魚、石鱸、笛鯛、鸚哥魚等，以及龍蝦、鐘螺、碑磔貝、章魚、烏賊等；至於嬌小可愛的珊瑚礁魚類，如蝶魚、小丑魚、雀鯛、棘蝶魚、獅子魚等常被當做水族寵物飼養。珊瑚礁提供人類一部分的食物來源、氣體的循環、廢棄物的涵容，甚至建造出更多的陸域面積。現代珊瑚礁的生物多樣性還提供豐富的生態觀光資源，也是進行新藥研發時發現新化合物的寶庫，因此珊瑚礁不但具有重要生態上的意義，也與一般民眾生活息息相關。



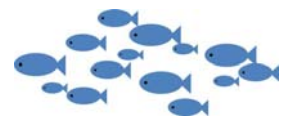
海洋中的珊瑚，有如沙漠中的綠洲一樣，提供各種生物生存所必須的養分和居所。珊瑚礁與其鄰近的開放海域相比，在生產力的差別可以達到千倍以上，因而珊瑚礁的生存也就維繫著整個生態系內數以萬計生物種類的生存。對於現代人而言，珊瑚礁也扮演著經濟上的綠洲角色，因為世界上 8% 的人口居住在距離珊瑚礁生態系一百公里以內的區域。然而環繞在珊瑚礁海域的觀光業所帶來的經濟利益更是相當可觀。以美國佛羅里達州的觀光營收高達 25 億美元，澳洲大堡礁每年約 30-40 億美元，從澳洲政府與人民都有環境保護與生態保育與永續發展重於經濟發展的理念，雖然澳洲的工商業並不發達，卻擁有舉世稱羨的居住與生活的環境品質，以及豐富多樣的自然景觀與資源。

國際珊瑚礁總體檢在 1998 年 11 月所發表的報告指出，許多生生不息已數百年的珊瑚礁突然死亡，熱帶地區勘察珊瑚礁的潛水人發現某幾類珊瑚死亡數量甚至高達百分之九十，這在 1980 年以前沒有見過珊瑚如此大規模白化。尤其在 1998 年全世界一共有 35 國 55 個地區有大規模珊瑚白化現象，而台灣南部及其他離島地區也是在 1998 年 9 月發生大量珊瑚白化死亡，主要原因是海水水溫反常上升，科學家歸究於聖嬰現象所造成，這種全球氣候的大變遷正逐年加劇，非常值得我們注意，並且要著手調查台灣海洋生態環境所受到的衝擊與影響到底有多大。

六、台灣海洋生物多樣性的展望

為了一個區域的生物多樣性，最重要的就是生態保育，為什麼一再強調生態保育的重要？從 2002 年 8 月在南非約翰尼斯堡召開之「永續發展世界高峰會議」(World Summit on Sustainable Development, WSSD) 所披露之情形可以看出：在全球已命名 180 萬種物種中，由於人類的農業及工業活動以及全球氣候變遷，已經造成 20% 的淡水





魚類瀕危或滅絕，有 75% 農作物的基因多樣性消失，於 1970 至 1999 年間，造成全球 50% 的濕地消失，也因此導致有 50% 的內陸水域與濕地之物種消失；全球的珊瑚礁生態系有三分之一遭到破壞或消失；全球有 24% 的哺乳類及 12% 的鳥類遭受絕種威脅，因此生態保育與維持生物多樣性實在刻不容緩。

從全球開始重視生態保育，最早的目光焦點在一些瀕臨絕種的物種，保護這些快要消失的生態系基本成員，例如：貓熊、無尾熊、白犀牛、孟加拉虎等，保護單一物種的教育意義大於實質意義，主要告知人類這些著名的動物正一步步走向滅絕，需要大家伸出援手。在建立大多數人的保育觀念後，更積極的方法開始展開，很快的生態保育的重點著重於棲地的保護，保護生物棲息的地方，讓棲地內的生物可以生生不息。

在棲地保護的精神下，更積極的作為是加入法律規範，即成立保護區與國家公園，從 1872 年全世界第一個黃石國家公園成立，其他國家亦紛紛仿效成立許多的國家公園，台灣也在 1984 年成立了第一個國家公園---墾丁國家公園，到 2007 年成立了第七座國家公園---東沙環礁國家公園(海洋國家公園)，代表政府對於生態與生態多樣性重視的作為。

在台灣的五座國家公園中，最早的墾丁國家公園與剛成立的東沙環礁國家公園是具有海域部分，其他國家公園都是陸域環境，經過各方努力而成立的東沙環礁國家公園更是遠方離島且主要為珊瑚礁海域的國家公園，對於台灣在海洋生物多樣性的保護上是一個里程碑。

七、海洋生物多樣性資源永續之道

過去海洋保護我們和養育我們，現在我們應該要積極保護海洋。台灣人口眾多，人人都喜歡海洋和溪流的遊憩活動，卻有許多開發案



要與海爭地，未來各種海岸開發案和河川整治工程，應該審慎將「人與河海爭地」的開發問題納入以“人”為污染源中心的思考方向，也許才能減輕環境被開發所造成的社會衝擊面和影響自然生態的根本問題。現今若要台灣河海生態環境停止惡化，而且能留給子孫一些海洋生物資源，只能盼望我們的政府早日落實與全球海洋保育政策同步，如此才能創造海洋新契機，然而未來該做的五大目標是（1）建立與有效管理的海洋保護區。（2）瀕臨絕種海洋生物的保育與復育。（3）降低並排除污染物進入海洋。（4）長期的漁業管理。（5）加強海岸和山坡地的管理。惟有確實執行上述五點，藍色星球的未來才有希望。亡羊補牢猶未晚矣，當務之急是建立新的海洋生態保護區，用優質管理防止過度捕撈海洋生物，並對污染加強管制。根據研究調查就發現在用來改善海洋物種多樣性的全球 48 處保護區，物種多樣性恢復得非常明顯，生態系統的生產力與穩定性亦然。2006 年 6 月美國總統布希以行政命令將夏威夷北方諸島長約 2300 公里寬 60 公里劃設為海洋生態保護區，其保護範圍比澳洲大堡礁還大，廣為 36 萬多平方公里，約為台灣十倍大海域。並且又在卸任前 2009 年 1 月 6 日宣布在太平洋設立總面積約 14 個台灣(50 萬平方公里)大的世界最大海洋保護區。環保團體綠色和平組織在 2006 年 11 月 3 日趁勢呼籲將全球 40% 的海洋列為海洋物種保護區。至於生活在海島上的我們，更應該體認到海的重要，未來推動珊瑚礁禁魚的政策，大幅增加海洋保護區的面積，儘速完成海岸法之立法程度，並能落實管理與取締非法，珍惜海洋的資源，海洋的救援行動才能落實。

