

海洋生物科技

台灣是海島國家，海洋是我們依存的环境，多樣性的海洋生物是台灣生物科技產業的瑰寶。生命科學研究是生物科技產業的基礎，我們一起努力，讓海洋生物科技產業由台灣出發，在全球開花結果。

■ 蔡錦玲

海洋生物的多樣性

生物個體是由細胞所組成，細胞則是由許多不同的化學分子，如蛋白質、醣類、脂肪等所構成。這些分子不停地在生物體內進行物理、化學反應，可由大分子變成小分子，也可以由小分子變成大分子，例如由碳、氫、氧組成葡萄糖，葡萄糖也可分解成二氧化碳與水，並產生能量。這些反應提供生物體內各種物理、化學運作的需求，這就是生命形成的道理。

雖然生物都有共通的「生命形成的道理」，但生存的環境卻不盡相同。你一定了解陸地環境相對於海洋環境變化較大，以溫度為例，日夜的溫差、季節性的溫度變化，海洋較陸地小。又如生物體內用以產生能量並提供生命運作的新陳代謝反應需要氧氣，生存於陸地的生物所需的氧氣來

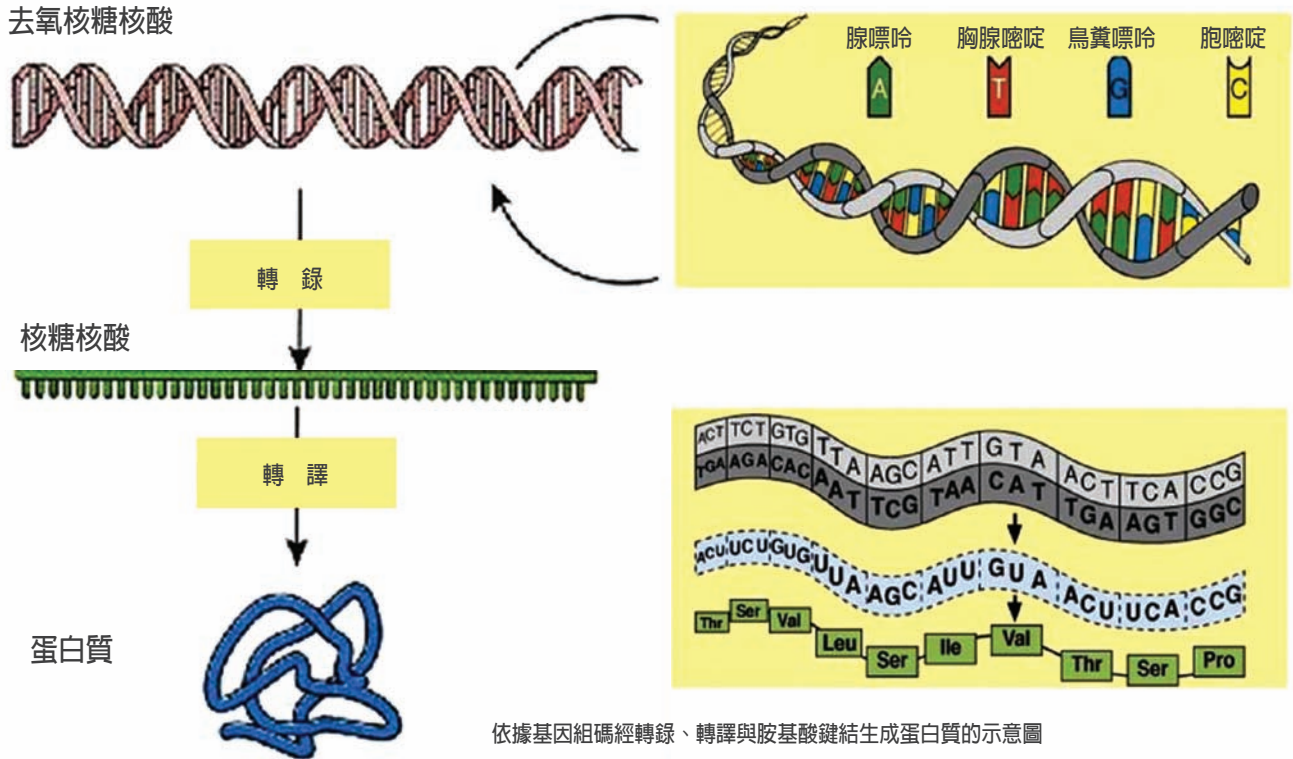
自空氣，水生生物所需的氧氣則來自於水，大氣中含氧量約為20.9%，攝氏20度海水的飽和含氧量是7.33ppm (mg/L)。

在不同環境下生存的生物，必須能夠調整自己的生命機能以適應環境，不能適應環境的就只能被淘汰，這就是物競天擇。換句話說，在不同的環境就會有不同特性的物種生存。

海洋環境會因各類型的地形、地質、洋流、水溫、營養鹽等的差異，形成各式各樣的水域環境。生存在不同海域環境下的物種也有所不同，這就造就了海洋生物的多樣性。

基因是生命的控制者

生物都是由細胞所組成，只要細胞活著，其新陳代謝就持續在運作。所謂新陳代謝就是小分子合成大分子，或大分子分解成小分子的



化學反應，這些化學反應大都需要酵素的催化。各種不同的酵素是依據不同的基因組碼，鍵結不同胺基酸所生成的各類型具催化作用的蛋白質，可以說「基因是生命的控制者」。

人類致力於生存所需資源的開發，更積極研究發展能延續生命的科技，目的在於讓「人」活得更好、更久。早期的生命科學是由巨觀的形態學、解剖學，延伸至生理學的研究。自從虎克使用顯微鏡看見了細胞後，生命機制的探討也由個體層次逐漸進入細胞層次。約在1990年左右，更進入分子層次的研究。2001年人體基因體草圖完成，使得生命科學的研究進入「後基因體的蛋白質體時代」。

人類幾百年來的基礎生命科學研究，累積了許多對生命了解的知識。多細胞生物個體的每一個細胞都來自

同一受精卵的細胞，也就是體內每個細胞應該有相同的遺傳基因組碼DNA。但為何會有不同形態、功能呢？這是因為存在於細胞內的遺傳基因組碼雖然重要，但基因的啟動表現與否，蛋白質生成的類型才是關鍵。

生物科技產業

何謂「科技」？「科技」顧名思義是「以科學為基礎的技術」，所謂「科學」則是「以基礎研究建構知識學問」。「科技產業」意即由基礎研究所得的知識學問所衍生的產業。21世紀以後，人類進入「知識經濟體」的模式，意即產業的研發、營運必須建立在知識基礎上。

「生物科技產業」是現在、未來人類重要的產業形式，它是由生命科學研究成果所衍生的產業。何謂「生命科學」？以海洋生物為例，海洋生態系

中物種的組成（生物相）、分類，乃至對單一物種的個體、細胞、基因、蛋白質、分子層次的生命機制的探討，或由個體擴展至生物與環境間關係的探討，或依據時間序列分析不同物種的崛起與絕滅的演化學研究，都是「生命科學」的範疇。由於基因是生物體生命現象的主宰者，因此由基因衍生的科技產業是「典型的生物科技產業」。

海洋生物的研究

人類發展科技的最終目的在於人類的永續發展，全球致力於醫療相關科技研發的共同目標是延續人類的壽命。醫療相關科學相較於其他領域顯得相當發達，而海洋生物科學的研究就顯得遲緩。海洋生物在與人類的親緣關係上不及老鼠、豬、猴等哺乳類，因此相關的研究自然不是迫切需



尖枝裂孔珊瑚 在台灣，有許多學者從事珊瑚生態系的研究，國立海洋生物博物館已建立了尖枝裂孔珊瑚的表現基因約 750 條，可做為珊瑚相關生命科學研究與產業發展的基礎。

由於人類不當的開採行為導致生態失衡，威脅到陸地資源的永續利用，才開始注意到海洋資源的重要。加上研究工具和方法的進步，海洋生物領域的研究於是萌芽並蓬勃發展，由海洋生物生命科學研究衍生的科技產業，已被視為未來人類重要的產業形式之一。

要的。另一方面，人類是陸生生物，對地球自然資源的開採以陸地資源為主，忽略海洋生物的研究也是理所當然的。

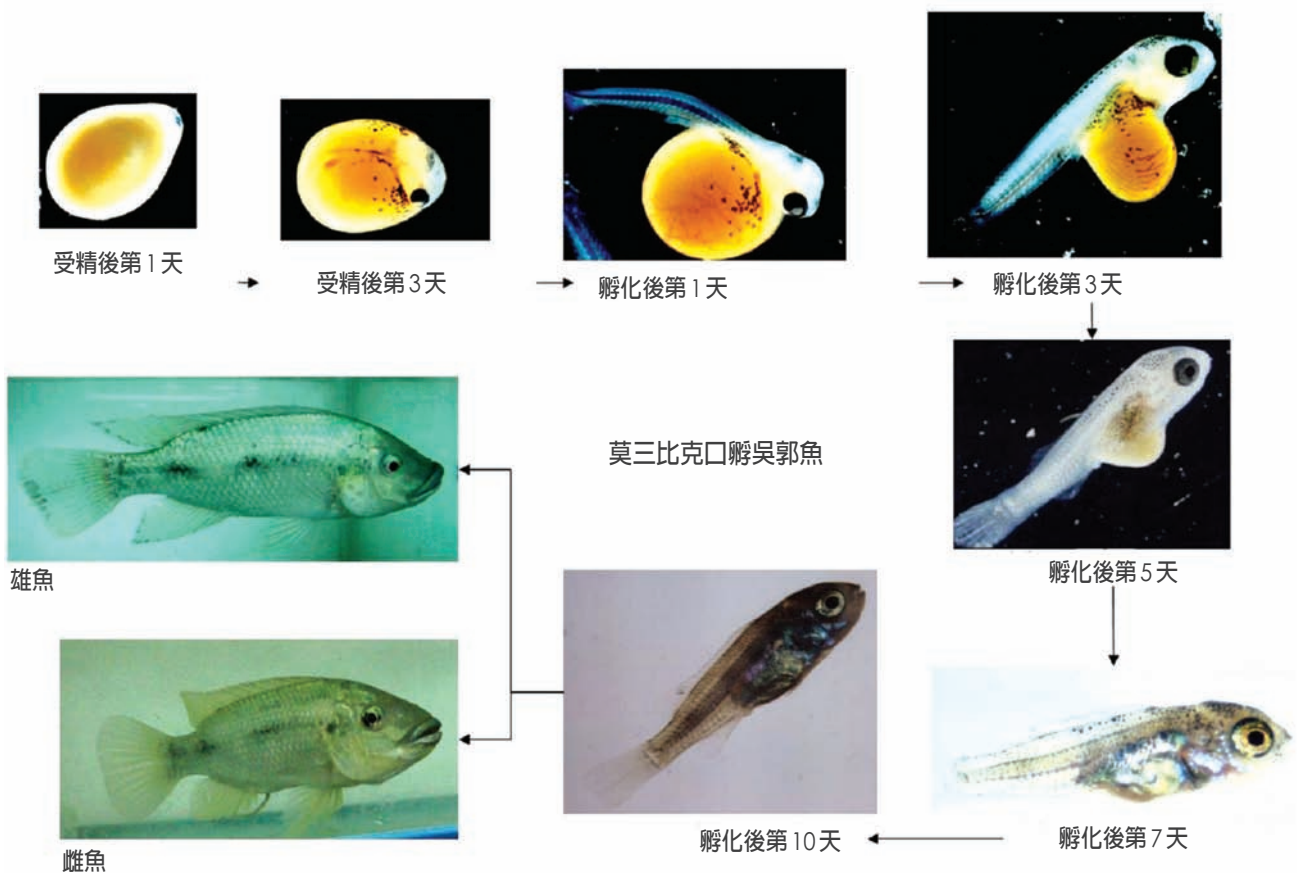
由於人類不當的開採行為導致生態失衡，威脅到陸地資源的永續利用，陸地資源日漸匱乏，才開始注意到海洋資源的重要。加上研究工具和方法的進步，海洋生物領域的研究於

是萌芽並蓬勃發展，由海洋生物生命科學研究衍生的科技產業，已被視為未來人類重要的產業形式之一。

海洋生物的生命科學研究，大致由物種的發現、物種在生態系的角色，再進一步探討個體生命運作。由於海洋生物種類繁多，研究人力、資源分散，導致研究進展落後。幸運的是，由於分子生物科技方法在生命科

學研究中的應用，各國得以針對特定物種進行基因體（genome）解碼或建立表現基因資料庫，由基因層次切入探討生命運作機制，加速了海洋生物生命科學的研究。

以德國的卓越海洋生物科技中心為例，他們主要對海綿的生態、個體、細胞、分子、基因體及蛋白質體層次進行縱向整合研究，並以其成果進行演化分析研究和產業研發。例如進行基因體解碼或建立表現基因資料庫，尋找具功能性的基因組碼，並把功能性基因轉殖到細菌內，讓細菌表現蛋白質，也就是以細菌為生物反應器生產特定蛋白質。另一方面，也培



養海綿細胞，更成功地從海綿的幹細胞培養出神經細胞，生產可供人類應用的物質。

以日本為例，大肚魚的研究開始於與生理相關，諸如生殖、性別分化、發育等的研究，之後在2006年完成基因體解碼，進行尖端的生命科學研究。又日本發展河魴的研究，則源自河魴致毒的研究，於2002年完成基因體解碼，並進行海洋天然藥物的開發和生技製藥研發。

以美國為例，斑馬魚的研究是因其生命週期短，易於人工繁殖，適合發展成模式魚種。其相關研究是由基因解碼開始，在2005年完成基因解碼，並應用所得的基因資訊探討生理、生化、發育等，供治療人類疾病的醫學研究使用。

在台灣，有許多學者從事珊瑚生態系的研究，國立海洋生物博物館已建立了尖枝裂孔珊瑚的表現基因約750條，可做為珊瑚相關的生命科學研究與產業發展的基礎。另外，還有

許多水生生物研究的成功例子，以吳郭魚研究為例。吳郭魚又名「台灣鯛」，是重要的經濟魚種，也是魚類生命科學研究的重要材料。筆者的研究室由一系列研究，發現吳郭魚在孵化後20天內會長成雌的神經網路或雄的神經網路，這就是所謂的「腦的

性別分化」。雌化的腦可以誘使卵巢發育，雄化的腦可以誘使睪丸發育。

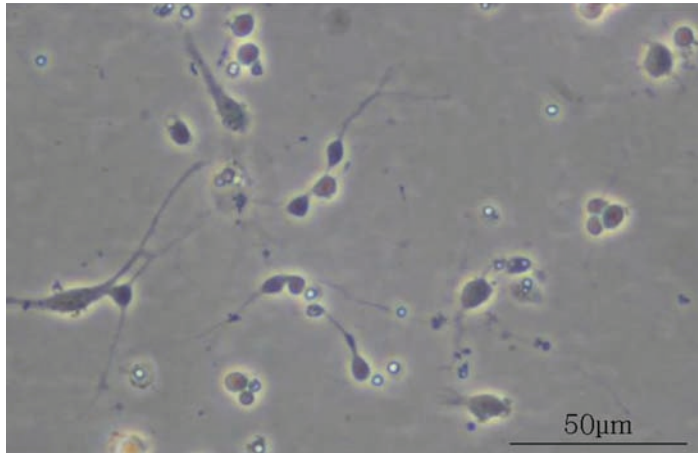
為何會有「腦的性別分化」呢？主要是源自腦中表現基因的差異，也就是「腦雄化」和「腦雌化」時，腦

為了避免對海洋生態的衝擊，減少擷取海洋生物的漁撈產業，改以人工培養方式量產海洋生物，提供人類需求，或開發「海洋生物資訊資源」，如海洋生物基因資訊，是未來的主流策略產業。

中啟動的基因有所不同。由此，建立腦在性別分化時期的表現基因資料，尋找可以影響神經細胞發育，如再生、分化等相關的基因與蛋白質，以應用在人類神經性疾病的 research 上，也可以應用這項生命科學研究成果培育單一性別的吳郭魚。



莫三比克口鱒吳郭魚（上）雄魚及（下）雌魚



吳郭魚腦的神經細胞

基於生物的生命運作有其共通性，不易以哺乳類進行的研究，需要尋找適合的海洋生物做為研究的材料。另外，開發海洋生物資源供人類應用的同時，為避免捕撈造成生物的浩劫，必須發展海洋生物的人工培養技術。要建立人工培養技術，首要了解其生命運作的機制，因此海洋生物的生命科學研

究有其重要性與必要性。

海洋生物的科技產業

由海洋生物的科學研究成果所衍生的產業，都是廣義的「海洋生物科技產業」，由海洋生物的基因資訊所衍生的科技產業，便是「典型的海洋生物科技產業」。由於人口的增加及陸地資源的超限利用與開發，人類轉向海洋爭取

生存資源已成產業趨勢。

隨著人類經濟活動的發展，加速自然環境的耗損，造成全球氣候的變遷，海洋生態系也受到嚴峻的衝擊，人類開始意識到自然環境永續發展的重要性。「經濟利益」和「生態環境的維繫」兩者間的權衡，會成為產業發展的重要決策依據。因此，為了避免對海洋生態的衝擊，減少擷取海洋生物的漁撈產業，改以人工培養方式量產海洋生物，提供人類需求，或開發「海洋生物資訊資源」，如海洋生物基因資訊，是未來的主流策略產業。

台灣是海島國家，海洋是我們依存的環境，多樣的海洋生物是台灣生物科技產業的瑰寶。我們一起努力，讓海洋生物科技產業由台灣出發，在全球開花結果，您也將成為海洋生物科技產業的「新貴」。 □

蔡錦玲

中山大學海洋生物科技暨資源系



圖片來源：李男設計