

重返藍色珊瑚礁—— 珊瑚人工繁殖的最新發展

文圖—陳勇輝博士—海生館科學教育組

無可取代的珊瑚礁

珊瑚礁生態系號稱海洋熱帶森林，不僅提供千奇百怪的多樣性棲所，也是許多生物安身立命的居住環境。相對其他生態系，珊瑚礁面積雖小卻孕育了難以計數的海洋生物，除了讓海洋生物獲取食物外，也提供了逃避掠食者的躲藏空間。許多生物物種更將珊瑚礁當成產卵地與照顧幼體的孵育場所，是全球海洋生物多樣性最高的生態系。更有趣的是連在大洋洄游體型碩大的鬼狐魴都會前來珊瑚礁，讓包括蝶魚、黃高鰭鯛、龍頭魚等魚醫生清理附著在身上的寄生蟲以維持身體的健康，由此可見健康珊瑚礁生態系的重要性。

人類的生存與珊瑚礁生態有著密切不可分的關係，蘭嶼達悟族仰賴珊瑚礁生態系提供新鮮的海產食物。千萬年累積的珊瑚裙礁海岸更擔當起部落的守護神，是削弱海浪沖擊力的天然消波塊，達悟族的海洋藝術與文化也由此基礎展開延綿千年。

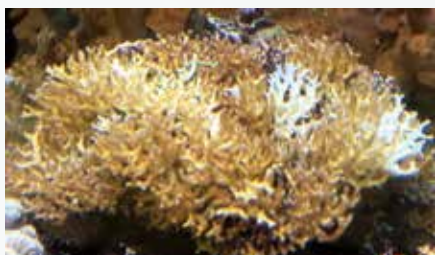
珊瑚礁孕育出五彩繽紛的魚蝦貝類，年年吸引成千上萬的遊客前往遊憩觀光，為當地注入龐大的經濟效益，單單墾丁南灣珊瑚礁的生態經濟價值就高達上億元。世界各地水族館中的珊瑚礁生態展示也是一個從不退燒的精采亮點，由此衍生的各類商機更是難以估計。

珊瑚礁生態系也是醫藥與美妝的天然寶庫，從中萃取的一些化學物質研究發現具有殺菌抗癌的效果，可能

成為許多癌症病患的未來希望。有些海藻的萃取物則可以轉換成美妝的面膜產品，深受愛美人士的青睞。

珊瑚礁的生存危機

當前的珊瑚礁生態面臨極大的生存挑戰，依照目前全球海洋暖化的速度，科學家預估2050年之前，全球珊瑚礁就有可能走入全面滅絕的厄運。自從工業革命之後，過多二氧化碳的排放所引發的溫室效應、海洋暖化與酸化直接衝擊珊瑚礁生態系，造成珊瑚大規模的白化，甚至死亡，澳洲大堡礁就是最明顯的案例。海水溫度上升淘汰了許多珊瑚種類，間接改變了珊瑚礁物種組成及降低生物歧異度，



因海洋暖化造成的珊瑚白化正威脅珊瑚礁的生存



以斷裂的無性生殖是當代最有效的珊瑚繁殖法



紫皮珊瑚是少數幾種能在人工環境下快速成長的珊瑚



抽屜式暖房式新興的珊瑚繁養科技

影響了珊瑚礁的生態功能，也引發一連串的骨牌效應。海水酸化不僅干擾減緩珊瑚碳酸鈣骨骼的形成，亦降低珊瑚浮浪幼蟲著苗成功率與後續的成長率，海洋環境惡化情況已經對珊瑚礁生態系產生莫大的衝擊。

搶救珊瑚大作戰

珊瑚是生長極為緩慢的動物，從一隻珊瑚蟲長成性成熟大小的群體少說需要至少2-3年的時間，所幸珊瑚能夠行斷裂無性生殖繁衍新的個體，只要取小片段的珊瑚群體就可以再成長出新的群體，可以大量縮短珊瑚成長的時間，並且能夠達到如此成長速度的珊瑚種類也很多，本館養殖的100多種珊瑚中，幾乎都能夠透過無性生殖的方式長成更大的群體，加上利用空間垂吊的方法將珊瑚片段穿成一串，節省養殖空間以提高生產量和復育成效。

雖然可以利用工程廢棄物如電線桿架設成井字型的人工魚礁，選擇合適的地點投放，再將每一個珊瑚物種分置固定在架上，以珊瑚農

莊大量生產的概念，生產出大量的珊瑚群體達到量產的目標；但若遇到天候不佳，浪濤洶湧的時候，有些在淺海區的人工魚礁往往會毀於一旦造成無比的損失。

澳洲的珊瑚研究團隊利用珊瑚同步排放精卵的時機，大量收集海中的珊瑚浮浪幼蟲，並將其直接放置在珊瑚礁上，讓幼蟲直接附著在基質上，減少幼蟲漂浮期的死亡率以提升著苗的成功率，這樣的作法雖已獲得些許成功，但仍遇到珊瑚成長緩慢，產量與規模皆不足的窘境，而且也不是所有的珊瑚物種都適合這樣的繁殖方式。

目前最新的突破是美國佛羅里達州莫特海洋實驗室(Mote Marine Laboratory)，一位即將退休的科學家大衛禾根(David E.Vaughan)在無意中發現，珊瑚斷裂的一小片可以在短時間內快速長成完整的個體；於是他進一步實驗，發現只要將高爾夫球大小的珊瑚群體斷裂成20-100個微片(microfragment)，每一微片在幾周內就能夠成長回原有的大小，之後將來自相同親源的群體



將特定大小的珊瑚固定在基板上作為日後移植戶外的準備



美國科學家大衛禾根以珊瑚微片的繁殖法突破珊瑚養殖生長緩慢的關鍵(圖片來源：經PLANT-A-MILLION-CORALS.COM網站授權)



重建珊瑚礁生態系才是珊瑚培育最終的目標

擺在一起，牠們的組織就會自動相連成群，不會產生相互排斥的現象。將這套培育方法運用在佛州海岸其他種類珊瑚，亦發現有相同的效果。

這是現今人工珊瑚培育困境突破的重要發現之一，原本需要百年以上的時間才會恢復整體珊瑚礁，未來可能透過此技術的突破在幾十年之內就能達成珊瑚礁復育的目標，而且還可以選擇適合未來高溫環境的物種進行培植，以因應海洋暖化與酸化的衝擊。

從EGO到ECO-重建珊瑚礁榮景

以往的海洋保育局限在單一或明星物種的保種上，但棲地的破壞仍讓物種無以為繼。近年來學界傾向於以區域為劃分設立海洋保護

區，如澳洲即提出劃分全球50個珊瑚礁生態系保護區的想法。海洋保護區除了是一個生態方舟，用以保護區域內大大小小的物種外，也將人與生態系的關係從「我是萬物管理者」(EGO)，轉變為「我是生態系中的一份子，與萬物平等不分彼此」(ECO)。

珊瑚人工繁養殖的新發現替未來海洋生態的重建開啟一線希望。但珊瑚復育計畫成功或失敗的關鍵，卻在於人類社會對海洋保育的共識是否一致，並且能夠有效地控制，減少和消除人為的污染和破壞。在珊瑚礁生態保育上唯有讓普羅大眾也重視珊瑚礁生態系，才有可能讓珊瑚礁恢復到以往美麗燦爛的榮景。