

# 海水觀賞水族的繁養殖研發現況及進展(四)

## 珊瑚

珊瑚的無性繁殖技術已發展相當成熟，並於許多公家機關、私人企業或是狂熱的水族愛好者行之多年，且已有出版為數不少的珊瑚無性繁殖手冊。其主要方式是利用某些造礁珊瑚的碎片、斷枝等大量生產珊瑚。

珊瑚已經可以成功地飼養在陸上的循環水系統中、沿岸的循環水或流水系統中，以及近海的海底或以懸掛的方式養殖。雖然近海的養殖技術曾經被用來進行珊瑚礁復育，但現在也廣泛地被企業用來進行商業化生產。目前非常流行使用「中觀尺度」的珊瑚培育槽，它能有效地改善環境條件使珊瑚斷枝妥善成長，以及營造最佳的水流、光線，而且也無沉積物的堆積，同時也減少掠食者(嗜食珊瑚的生物)的威脅。此外，另一種為復育而提升斷枝珊瑚的成長途徑則是誘導產生礦物增積作用(mineral accretion)。這個技術使用正、負電極通以低伏特數電流去誘導海水電解，促使在陽極結構(如鋼製棒狀結構或鋼絲網)附近的水中礦物離子透過電化學過程溶解在海水中，而在陰極產生的電化學沉澱物如 $\text{CaCO}_3$ 或 $\text{Mg(OH)}_2$ 則會增強珊瑚蟲的附著，此一特色被發現可以提高移植珊瑚的活存率。然而，本技術尚未應用於大規模的石珊瑚的生產上以供應水族貿易的需求，或許因為具有物種專一性，目前對於提升珊瑚成長及活存的方法上還沒有一個共通的準則。

有關珊瑚在陸上循環水系統中的分裂和成長，已經盛行於私人水族飼養者、公眾水族館及一些商業機構。但比較可惜的是，有關此系統的繁養殖技術資訊大部分仍依賴經驗勝於科學知識，一些相關的報告已經報導在循環水系統中可以

文／邱沛盛<sup>1</sup>、呂明毅<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>行政院農委會水產試驗所海水繁養殖研究中心 助理研究員

<sup>2</sup>國立海洋生物博物館生物馴養組 副研究員

<sup>3</sup>國立東華大學海洋生物研究所 副教授

對於水族館的活珊瑚展示及復育珊瑚而言，應用有性生殖以大量繁殖的珊瑚，可獲得大量及具有遺傳變異的子代，是具有經濟和可持續性的選擇(底圖—林清哲攝)。

繁殖珊瑚，諸如：使用特定基質讓移植的珊瑚能夠固著，而且受到不同光線和水流的影響。

研究發現，使用氰基丙烯酸脂膠(cyanoacrylate glue)比使用環氧化物接合劑(epoxy putty)或海洋環氧化物(marine epoxy)對12種珊瑚附著的效果更好。另外，使用單獨軸孔珊瑚(*Acropora solitariaensis*)的斷枝進行附著實驗，發現使用大理岩或水泥材質當作附著基質，其成長率沒有顯著差異，但色溫超過14,000 K的複金屬鹵素燈則更能促進牠們的活存。實驗證明，在低光照情況下叢生棘杯孔珊瑚(*Galaxea fascicularis*)鈣化作用的增強似乎只受到光合作用的調節，而在強光下群體骨骼的成長則不受光合作用所限制。小叢軸孔珊瑚(*Acropora verweyi*)的斷枝在強光照、高溫下(400 mol/m<sup>2</sup> s和29°C)成長較好，且其成長速率和鋁元素的攝入有很大的關聯。此外還有研究指出，「水流」會影響柔軟指形軟珊瑚(*Simularia flexibilis*)的成長和形態，此顯示本種珊瑚對水流速率具一定的感受性，而使用11cm/s的水流來養殖牠們的確可以提高其成長率。然而，值得重視的是，由於物種的特異性變異可能發生於所有研究參數中，因

此上述的研究結果不應套用在其它所有的珊瑚物種上。

許多受到威脅的珊瑚(像是軸孔珊瑚*Acropora palmata*)已經普遍在人為環境中，透過斷枝養殖並且還能恢復自然族群的數量，公眾水族館從此不必再從野外採集珊瑚來展示。然而，使用珊瑚斷枝的無性生殖方式來恢復受威脅的野外族群數量及促進珊瑚礁的保育，還必須考慮一併恢復其遺傳學上的多樣性才具有實際的效果。應用有性生殖以大量繁殖的珊瑚以供應水族館展示是另一種永續的方法。在公眾水族館內飼養的珊瑚幼生可來自珊瑚群體所釋放的幼生，也可以就地收集配子以進行幼生的生產。對於水族館的活珊瑚展示及復育珊瑚而言，這個方法可提供一個比較經濟和可持續性的選擇。



目前非常流行使用「中觀尺度」的珊瑚培育槽，能有效地改善環境條件使珊瑚斷枝妥善的成長，以及營造最佳的水流、光線等條件，而且也沒沉積物的堆積，並減少掠食者的威脅(呂明毅攝)。

海生館長期投入人力物力從事海水觀賞水族生物的飼育與繁殖研究，希望其成效能轉化為產業，達到減輕野外撈捕水族生物的壓力，進而對保護海洋生態做出貢獻。本系列蒐集不同海水觀賞水族生物的繁殖殖研發現狀及進展介紹給大家，前三期分別刊載於館訊第78期、第79期、第80期，有興趣歡迎上本館網站搜尋閱讀。



館訊QRcode



[圖1]



[圖2]



[圖3]



[圖4]

此外，有關長距離的運輸珊瑚幼生亟需進一步研究。曾有報告描述超過90%的珊瑚幼生在低於4 larvae/mL的密度下進行船舶的運輸，可以活存10天，但運輸時間若少於4天則有最佳的活存率。珊瑚在10 μm網目過濾的海水中受精後，其幼生在沒有氧氣或任何消毒劑的情況下，仍可以被運輸達4-6天。珊瑚有性生殖的另一顯著突破，則是陶瓷磚片的發展讓珊瑚幼生的沉降成功率大幅上升。

雖然生物膜的出現(即殼狀珊瑚藻和海藻覆蓋所形成的斑塊)與珊瑚幼生沉降在特定基質上(例如特製的陶瓷磚片)是相關的，但是這些附著基質的物理特性也很重要。例如：在水泥磚上壓碎的珊瑚碎片(濃度只有10%)，會顯著的增加珊瑚幼生的附著。這些發現更加確定了自然珊瑚礁的多樣性可能會誘導珊瑚幼生的沉降。實驗同時也證明添加豐年蝦無節幼生可以顯著的促進有性生殖的珊瑚幼生之成長，並減少牠們在沉降初期的死亡率。目前正在進行的珊瑚有性生殖幼生之標準化流程，將會達到珊瑚永續生產的目的，以供應未來的水族貿易需求。

## 海葵

海葵一直是水族貿易中最受歡迎的海洋無脊椎動物之一，主要原因是海葵和小丑魚(例如海葵魚 *Amphiprion* spp.和棘頰魚 *Premnas biaculeatus*)，以及其它無脊椎動物(如海水觀賞蝦)共生的生態行為。然而，在貿易流通上最受歡迎的海葵(例如異輻海葵 *Heteractis* spp. 和列指海葵 *Stichodactyla* spp.)由於牠們具有較長的生命週期、緩慢的成長速率及較低的繁殖速率，讓牠們可能對於過度採捕會有高度敏感性。另一個方面，則是在水族貿易上過度採捕與海葵共生的生物，例如小丑魚和觀賞蝦，也可能會對海葵的活存產生負面的影響。海葵的覆蓋和分布

[圖1] 在水族貿易上大量流通的四色鐘錐海葵(又稱奶嘴海葵)，其繁殖生物學上的許多研究數據已被陸續公諸於世，相信很快就可以供應海水觀賞水族貿易需求(林清哲攝)。

[圖2] 水流會影響柔軟指形軟珊瑚的成長和形態，使用11 cm/s的水流來養殖牠們的確可以提高其成長率(邱沛盛攝)。

對於小丑魚的分布扮演重要角色；而事實上也證明，採捕野生海葵來供應水族貿易的確會顯著地影響與其共生的魚類族群。人類毫無節制地採捕海葵，可能會讓新出生的小丑魚稚魚缺乏適當的棲地。因此，嚴格調控海葵的採捕，將不只減少海葵族群所受到的直接衝擊，也降低與海葵共生的魚類族群的壓力。

海葵與其共生的魚類、無脊椎動物的野外採捕行為亟需進行管理，珊瑚礁的衰退和人為干擾之間的交互作用越來越明顯(例如水族貿易上的採捕)。海葵的自然族群易受損害的意識催促著有良心的研究人員、貿易商及水族愛好者開始提倡進行水族貿易上大量流通海葵的人工繁殖。目前已有紀錄，在人為環境下透過將海葵一分為二，並且讓牠們附著在合適的介質上行無性生殖而繁殖成功的例子。然而，依舊沒有研究描述最佳的海葵無性繁殖細節(例如能夠成功繁殖的海葵最小體型、最好的附著技術及最適當的附著基質等)。

最近相關研究已經提供了在水族貿易上大量流通的海葵〔四色篷錐海葵(又稱奶嘴海葵)*Entacmaea quadricolor*和異輻海葵*Heteractis cripa*〕，許多繁殖生物學上有價值的數據，諸如胚胎和幼生的發育、沉降及稚體成長等。海葵的

親種(broodstock)從海洋中取得，蓄養在室外的流水式水槽中。蓄養親種水槽的外溢流管再架設一組250- $\mu$ m網目的網子以收集產出的配子。將產出的配子分裝到60-L充滿海水的塑膠桶中，而過多的精子則由塑膠桶中沖洗掉。將塑膠桶放置室內，光照週期為12L:12D，溫度範圍在23.5-24.5°C，在塑膠桶的每個角落以緩慢的氣泡連續打氣。溫和的打氣不只能確保水中足夠的溶氧，也能穩定水流循環和水質。幼生可以培養在33-L的水槽至沉降，主要以流水式的過濾海水飼養(大約0.6 L/min)，同時在水槽邊裝設4個250- $\mu$ m的沉降網板，或者在水槽底部放置陶瓷磚提供幼生沉降著床。被飼養的幼生也許可以吸收溶解在海水中的營養成分，以及顆粒物質和接受共生的蟲黃藻(zooxanthellae)進行的光合作用所得到能量。澳洲生產的Aquasonic液態無脊椎動物飼料也可以應用在海葵的種苗培育，在產卵後10天是幼生沉降並由浮浪幼蟲(planulae)變態為一期水螅體(primary polyps)的高峰期。上述這些結果顯示，海葵的有性生殖將可以很快地供應海水觀賞水族的貿易需求。~待續~

【註1】生物降解(bioremediation)是一種使用生物體來移除或中和污染現場內污染物的技術或方法，又稱為生物修復。

#### 延伸閱讀

- 1.Calfo, A. R. 2007. Book of coral propagation Volume 1 Edition 2: reef gardening for aquarists. Reading Trees, USA.
- 2.Giangrande, A., A. Cavallo, M. Licciano, E. Mola, C. Pierri, and L. Trianni. 2005. Utilization of the filter feeder polychaete *Sabella spallanzanii* Gmelin (Sabellidae) as bioremediator in aquaculture. *Aquaculture International* 3:129 - 136.
- 3.Gomez, E. D. and S. S.Mingoa-Licuanan. 2006.Achievements and lessons learned in restocking giant clams in the Philippines. *Fisheries Research* 80:46 - 52.
- 4.Olivotto, I., Planas, M., Simões, N., Holt, G.J., Avella, M.A. and Calado, R. 2011. Advances in breeding and rearing marine ornamentals. *Journal of the World Aquaculture Society* 42(2), 135 - 166.

【圖3】珊瑚的人工養殖，已經盛行於私人水族飼養者、公眾水族館及一些商業機構，圖為擬束形真葉珊瑚在紫外光照射下會發出綠色螢光(邱沛盛攝)。

【圖4】珊瑚有性生殖的另一顯著突破，是利用陶瓷磚片的特性讓珊瑚幼生的沉降成功率大幅上升，圖為尚未附著珊瑚的空白陶瓷磚片(呂明毅攝)。