

海水觀賞水族的繁養殖 研發現況及進展 (三)

文/ 邱沛盛、呂明毅 .圖/ 邱沛盛、呂明毅、何秋謹、林清哲

目前已有許多研究顯示數種海馬的養殖上已得到令人滿意的活存率，例如：膨腹海馬 (*Hippocampus abdominalis*)、直立海馬、太平洋海馬 (*H. ingens*)、庫達海馬 (*H. kuda*)、亞長身海馬 (*H. subelongatus*)、三班海馬 (*H. trimaculatus*)、吻海馬 (*H. reidi*) 及懷氏海馬等。在過去幾年間，改進培養的方法已大幅提升海馬的活存率，特別是在直立海馬 (50—90%) 和吻海馬 (20—85%) 的商業化生產上也已獲得具體的成果。

一般而言，剛出生的海馬仔魚體型會比大部分的海水魚苗大許多，而且很有活力地游泳和索餌。海馬出生後會很快地開始攝食，主要是因為牠們缺乏卵黃囊。牠們會本能地上升到水體表面去吸入空氣，擴充泳鰓使之膨脹。儘管如行為表現、攝食偏好、營養需求等這些常見的特性，在培育不同種海馬之間會很大的差異，但是適合每種海馬的繁養殖方法還是必須建立。每一種海馬的稚魚應該要有不同的操作模式，例如培養於藻水或是清水中、使用自然光照或是連續性光照、使用不同類型的滋養餌料生物等等。熱帶和亞熱帶種類的稚魚通常培養在水溫23—28°C的環境下，然而事實上，牠們的最適水溫卻在13—24°C。

攝食是海馬稚魚活存上最具決定性的因子，由於生物學、出生時體型大小及種間消化能力的差異，運用全面性的飼料投餵來養殖海馬目前是無效的，海馬稚魚必須餵食活餌，如果使用其它死餌、冷凍餌或乾燥餌來投餵稚魚大都無法成功養活。吻海馬、庫達海馬或是三班海馬的稚魚可以用輪蟲餵食，但輪蟲卻不是其它低消化率的海馬之理想餌料，例如可能僅是精力充沛的直立海馬、歐洲海馬及淺黃海馬稚魚的次優餌料。橈足類是可以替代/補充豐年蝦的理想餌料，也可以增加海馬稚魚活存與成長。

不同的水質環境對於剛孵化的直立海馬稚魚來說，也會有不同的活存率和成長率。在藻水中養殖20天的海馬活存率顯著高於生物絮團 (bio-floc) [註1] 與清水養殖 (控制組)；在體重和體長的成長表現上，藻水養殖的結果也同樣優於控制組。這個結果顯示，豐年蝦幼生藉由連續攝食環境中的微藻，而在體內攜帶額外的營養，並透過調整及 (或) 穩定系統中的微生物群落，彼此產生潛在的益生作用，這對於海馬稚魚的消化道和攝食都有益處。本研究進一步假設培育綠色藻水比清水更可以造成光線在水槽中產生不同強度和分布，使作為餌料的豐年蝦聚集在水表面的情況減少，因而減少海馬形成氣泡，並有較好的攝食率。



▲ 圖1. 目前已有許多研究顯示數種海馬的養殖上已得到令人滿意的活存率，例如：庫達海馬在台灣的商業化生產上已獲得具體的成果，呂明毅攝。



▲ 圖2. 出生後約1個月的庫達海馬是個活躍的捕食者，尾部的攀附能力已形成，何秋謹攝。

有一些海馬很難飼養，其可能原因主要有二：在牠們初期發育階段對餌料的消化率較低，以及泳鰾的過度膨脹。膨腹海馬剛出生的稚魚就有能力完整消化我們所提供的餌料，包括豐年蝦第一、二期的無節幼生，稚魚從雄魚育兒囊中被釋放之後，尾部即非常快速的產生攀附能力，以減少泳鰾過度膨脹的風險。但是，剛出生的淺黃海馬雖也是個活躍的捕食者，然而牠們尾部的攀附能力卻在孵化後3—4週才形成，消化能力在第一週也是極為有限，特別是餵食豐年蝦第一、二期無節幼蟲時會產生消化上的困難。在這樣的情況下，體內儲存的能量漸漸地消耗，稚魚移動到水表面（鰾因為吸收空氣而膨脹），停止攝食並在幾天內逐漸地死亡。不同種類海馬各有不同的消化能力，可能和牠們缺乏適當幾丁質分解酵素（例如：*N-acetyl-β-glucosaminidase*）或是較長的消化週期有關。在初期發育階段的消化能力不足，可以藉由調配餌料來減少腸道通過時間，以避免餌料滯留於腸道中來改善。在這些例子中，橈足類將會穩定地取代豐年蝦及（或）輪蟲。



▲圖3. 出生後約6月的庫達海馬，已具有和成魚般多樣化的體色，何秋謹攝。



▲圖4. 小規模的海馬養殖可在陸地上使用流水或循環水系統生產，並置放海藻或人工製品供其攀附及棲身，邱沛盛攝。

將不同餌料生物滋養後再投餵海馬，能在成長上得到令人滿意的結果。儘管一些海馬種類的培育上已有若干進展，但是在營養需求方面還有許多是未知的。投餵的餌料一般都富含海馬所需的n-3高度不飽和脂肪酸，但是關於n-3高度不飽和脂肪酸和蛋白質的營養需求仍尚未確立，不過用不同的餌料混合投餵可以改善魚的營養狀態並增加對非活餌的適應能力。在海馬商業化生產的例行工作中，孵化後30—70天稚魚已可以欣然接受冷凍餌料（糠蝦、毛蝦、端足類及豐年蝦成蟲）。

雖然吾人可以在室內的水槽中將海馬養大，但是有愈來愈多的地區開始嘗試以箱網養殖海馬，因為在箱網中可以營造一個更貼近自然的飼養環境。最好的例子就是在巴西的里奧格蘭（Rio Grande），在養殖池的箱網中養殖吻海馬，用最低的人工成本和攝食自然產生的餌料生物（橈足類、端足類及真蝦類），結果得到高的育苗存活率，顯示海馬的集約式養殖前景可期。

海馬稚魚主要的死亡原因是由一些原生動物和病原性細菌感染（弧菌*Vibrio* spp.、柱狀菌*Flexibacter*及分枝桿菌*Mycobacterium*）所產生的疾病。紅細菌科*Rhodobacteraceae*（褐色桿菌*Phaeobacter*、魯杰氏菌*Ruegeria*）通常為健康的海馬成魚表皮黏液中之優勢種，而海馬成魚的排泄物中的優勢群落則為弧菌科，其受到食物中微生物群的影響很大。在幼魚也會有相同的細菌模式，而活餌的消毒可以處理大部分這類的疾病。然而在有關細菌相中優勢種的親緣關係及某些特定微生物群可能扮演的生理功能還有待進一步的確定及研究。

總而言之，海馬的商業化養殖生產是相當近期才活躍起來的，而且對培養新的物種有很大的潛力。目前，商業化生產的海馬種類泰半為熱帶和亞熱帶的物種，其充分應用吾人研發這些物種及其它海水魚的知識。然而，因為不同種間在生物及生理上具有差異性，所以並不是所有的海馬都能適用於同樣的養殖條件。這就是一個限制因子，限制了海馬物種間養殖資訊的互相流通，特別是在熱帶/亞熱帶和溫帶海域間不同的物種。

雖然有效的培養技術能夠顯著地提升某些海馬種類的活存率，但仍有更多的研究需要去進行，特別是關於營養需求和微生物學方面。了解攝食和營養需求是成功培養最重要的關鍵。基於這個方向，我們必須要去了解天然餌料的生物化學組成和海馬胚胎/仔稚魚（在野外或是在人工環境）的營養需求，同時也可以增進我們繁殖其它受歡迎的海水觀賞魚之基礎知識。

海洋觀賞性無脊椎動物

大約有超過700種的海洋無脊椎動物在水族貿易上流通，而珊瑚（包括軟珊瑚和石珊瑚）是其中最受歡迎、最昂貴的海洋觀賞性生物。但是多種海洋無脊椎動物遭到過度的採捕，例如刺絲胞動物（大部分的海葵）、軟體動物（砗磲貝和螺類）、甲殼十足類（觀賞蝦、蟹、寄居蟹）及活岩石（雖然活岩石不算是海洋無脊椎動物，但常以石珊瑚目（Scleractinia）的名目一起被輸入）。另外還有一些觀賞性無脊椎動物，雖然數量很少，但也被採捕到水族館，例如多毛類（管蟲）和棘皮動物（陽遂足、海星、海參、海膽）。

大部分的海洋無脊椎動物因為牠們炫麗奪目的色彩和嬌貴的外形（例如珊瑚、砗磲貝和清潔蝦）而在貿易上流通。然而，現在的水族愛好者購買許多海洋無脊椎動物的目的不是因為牠們的色彩和外形，而是因為牠們具有其它特殊的功能，像是清除令人厭惡的藻類和撿拾殘餌。近年來，研究人員、政策決策者、有良心的水族貿易業者、採捕者及水族愛好者已經開始憂心，倘若人們持續地從珊瑚礁環境中去採捕這些生物，那麼海洋觀賞性水族貿易究竟能夠持續維持多久？由於全球關切這個產業的永續性，已促進了大部分被過度採捕種類的人工養殖需求，但是應用人工繁養殖的方式來適當的補充野外採捕的族群並非輕而易舉之事，主要是因為缺乏大部分物種的繁殖和仔稚苗的生物學知識，因而造成不少瓶頸，以至於限制了商業化的養殖生產。但是，學術界和產業界之間的合作已經促成了數種海洋無脊椎動物繁養殖技術的發展，因而可能促成數種海洋無脊椎動物在人為環境下繁殖的數量逐漸增多，將可供應海洋水族貿易的需求。

活岩石

活岩石是珊瑚礁岩石的一個俗稱，在水族箱中具有生物過濾和美觀造景功能。活岩石上棲息著多樣化的無脊椎動物、藻類（鈣化紅藻又稱殼狀珊瑚藻）及有益的微生物（硝化細菌和脫氮細菌），可有效地改善水質。



▲圖5. 克里蒙氏海馬 (*Hippocampus colemani*) 是有海中小精靈之稱的豆丁海馬 (pygmy seahorse) 中的一種，分布於印度-太平洋海域，主要棲息於仙掌藻叢中，最大體長約2.2公分。目前生態習性未知，亦未有人工養殖成功之案例，林清哲攝。



▲圖6. 活岩石是珊瑚礁岩石的一個俗稱，在水族箱中具有生物過濾和美觀造景功能，林清哲攝。



▲圖7. 活岩石上棲息著多樣化的無脊椎動物、藻類及有益的微生物，可有效地改善水質，林清哲攝。



▲圖8. 屬於紅藻門 (Rhodophyta) 珊瑚藻科 (Corallinaceae) 的中葉藻 (*Mesophyllum mesomorphum*) 是活岩石中最常見的鈣化紅藻，其層層相疊，往往覆蓋整個活岩石表面，林清哲攝。

現在活岩石可說是海洋性觀賞水族出口國家的重要收入，然而持續的採集活岩石被大部分的研究者認為是破壞及嚴重減少重要魚類棲地的潛在原因。在某些地區，活岩石的採集已經被禁止（如美國的佛羅里達州）或是受到嚴密監控與法令規範，這無疑是為活岩石的養殖開了一扇窗。

活岩石的養殖可能很簡單，只要提供適當的環境，使有益的微生物和殼狀珊瑚藻能夠在岩石上生長就可達成。活岩石可在陸地上用流水或循環水系統生產，也可以在海中以開放系統



▲圖9.屬於紅藻門 (Rhodophyta) 珊瑚藻科 (Corallinaceae) 的寬珊瑚藻 (*Mastophora rosea*) 為鈣化較少的珊瑚藻，林清哲攝。



▲圖10.由於持續的採集活岩石被認為是破壞及嚴重減少重要魚類棲地的潛在原因，故使用環保型的介質製作人工活岩石是目前普遍的做法，呂明毅攝。

生產，成功的陸地活岩石養殖設施需要很大的表面積和適當的光照。因為這個緣故，大部分的養殖水槽都做的又寬又淺，在室內的養殖設施會安裝螢光或鹵素燈以確保光照充足（提供行光合作用的珊瑚藻生長），並提供熱源（例如地熱或電能）以維持適當的水溫。而在室外養殖常見的水槽是水泥做的水道式水槽，也有玻璃纖維的水槽，水槽有遮蔽設施去避免光和熱的緊迫。在海中的活岩石生產中有個錯誤的觀念，即認為活岩石是放在水底部即會完全地拓展而毋需任何干預。事實上，養殖在海中也必須要定期去巡視、檢查（至少一個月一次），特別在暴風雨之後更要去巡視，也要監控藻類、沉積物覆蓋是否有過量的情形。

有些養殖業者會選擇使用內陸採集的石灰岩，其他則採用加工物質，例如：混合石灰砂（文石）、碎石、貝殼及適當的水泥。儘管在網路上有大量有趣的資訊提供水族愛好者如何「營造屬於自己的活岩石」，但是仍然缺乏科學性的研究報告比較使用這些不同材料及方法所製作的活岩石之生物過濾效果。有些學者曾進行一些初步的試驗，使用環保型

的介質【白水泥和海砂以2：1的比例混合，加上塑膠球（直徑0.5mm）以不同比例（0、15、30及45%）混合】製作人工活岩石，評估人工岩石在陸地的流水式養殖系統內拓殖的程度，並比較不同加工方法的活岩石和天然活岩石的體積、重量及耗氧量。由於預期在近年內空運的費用即將增加，進口的活岩石將會使海洋水族飼養者的花費更為昂貴。在這種情況下，可能會促使貿易商嘗試開發接近他們的目標市場的活岩石生產（例如使用陸上的循環水養殖系統）及降低運費成本（如考慮採用接近消費者的陸運方式）。由這個經濟觀點，再加上大多數的國家正對於活岩石採收的限制愈來愈多，可能會促使海洋觀賞性生物養殖中的活岩石養殖變得更為普遍。

~待續~

【註1】生物絮團 (bio-floc) 主要由浮游動植物、微生物等組成，在水體絮凝懸浮成團，直徑約為0.1 mm，有研究指出絮團營養組成合理，適口性強，可用作水生動物的餌料。

延伸閱讀

- ※Cato, J. C. and Brown, C. L. 2003. Marine Ornamental Species: Collection, Culture and Conservation. Iowa State Press, Ames, Iowa, USA. 395 pp.
- ※Yuen, Y. S., Yamazaki, S. S., Nakamura, T., Tokuda, G. and Yamasaki, H. 2009. Effects of live rock on the reef-building coral *Acropora digitifera* cultured with high levels of nitrogenous compounds. *Aquacultural Engineering* 41(1), 35–43.
- ※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.
- ※Ahnesjö, I. and Craig, J.F. 2011. The biology of Syngnathidae: pipefishes, seadragons and seahorses. *Journal of Fish Biology* 78(6), 1597–1602.