



海洋保育趨勢下的龍蝦人工養殖與資源復育發展

黃奕瑄¹、黃博鈺²

¹水產試驗所東部漁業生物研究中心、²國立臺東大學生命科學系

前言

龍蝦為全球重要的高經濟海洋生物之一，長期以來在國際水產市場中具有極高需求。刺龍蝦科 (Palinuridae) 物種廣泛分布於熱帶與亞熱帶海域，如錦繡龍蝦 (*Panulirus ornatus*)、波紋龍蝦 (*P. homarus*)、日本龍蝦 (*P. japonicus*) 等是臺灣沿近海常見的刺龍蝦。這些物種不僅具有重要漁業價值，也在沿岸海洋生態系中扮演關鍵角色。但近年來，龍蝦資源正受到不同程度的壓力。由於龍蝦成長慢、成熟晚，從卵孵化開始至具商業價值的成蝦體型，通常需要 3 – 4 年。一旦族群被過度捕撈，恢復速度相當有限。同時，氣候變遷帶來的海水升溫、海洋酸化，以及颱風與棲地破壞等問題，也都會影響幼體存活與族群補充能力 (recruitment)。

為了因應海洋資源衰退與永續利用的需求及符合聯合國全球 2030 海洋公約的需求，各國逐漸推動多元的漁業管理措施，例如：設立禁漁期、限制最小捕撈體長、捕撈總量管制以及設立海洋保護區 (marine protected areas, MPAs)。然而，僅靠這些方式，往往需要很長時間才能看到資源恢復。因此，科學家開始發展「栽培漁業 (stock enhancement)」—也就是透過人工繁殖與培育，將幼體放流回自然

海域，加速族群恢復。根據 Bell 等 (2006) 的研究，栽培漁業已成為現代海洋資源管理中，克服自然族群補充限制的重要工具。利用人工養殖將種蝦或種魚進行人工孵育、再將培育完成的幼苗放流至海洋，以補充自然族群並促進資源恢復。隨著相關研究逐漸突破，龍蝦人工養殖與人工育苗技術逐漸受到國際研究關注，並成為結合海洋保育與漁業發展的重要研究領域。

前人研究與技術發展

龍蝦人工養殖研究最早可追溯至二十世紀初期。與多數魚類或蝦類不同，龍蝦具有相當複雜的生活史 (圖 1)，其幼苗期需經歷一個稱為「葉狀幼苗 (Phyllosoma)」的特殊階段，此階段幼苗呈扁平透明的葉片狀結構，主要隨海流在外洋漂流，並經歷多達十餘次蛻殼，發育期可長達數月至 1 年以上。葉狀幼苗發育完成後，才會轉變為「稚蝦期 (Puerulus)」，再逐漸定棲於沿岸礁岩或珊瑚礁棲地。由於葉狀幼苗在自然環境中的漂流時間可長達數月，且對水溫、鹽度、水質及餌料等環境條件極為敏感，每個階段的葉狀幼苗營養需求可能都有所變化，因此長期以來被視為龍蝦人工培育中最困難的環節。

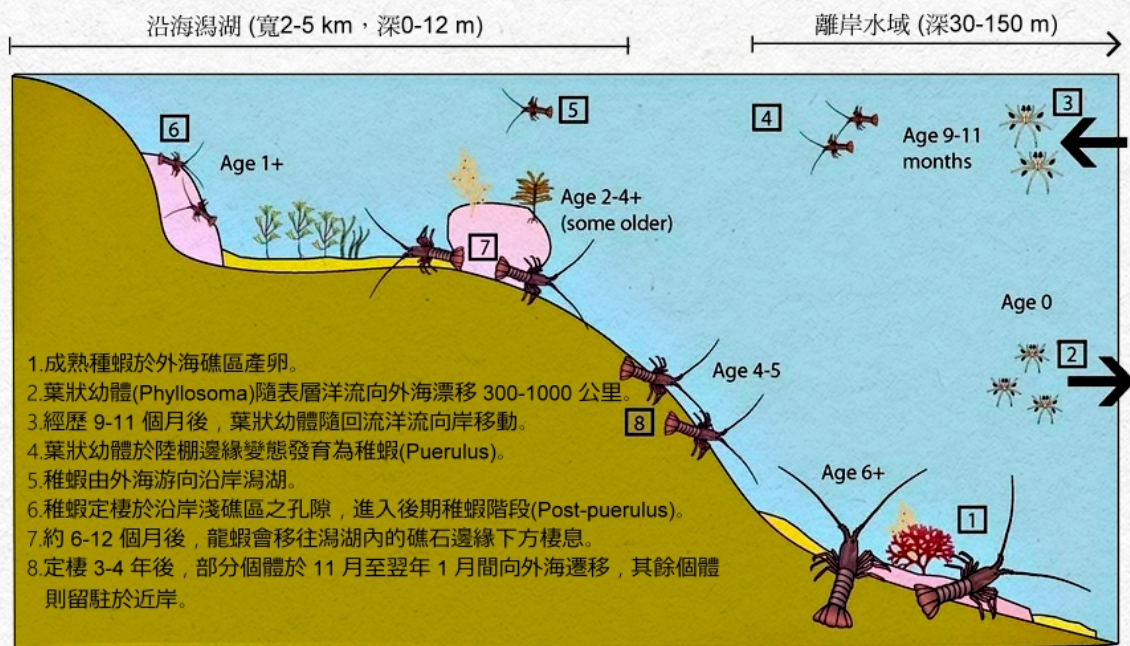


圖 1 西澳岩龍蝦生命週期 (修改自 MacArthur et al., 2007)

國際上，早期研究多集中於觀察幼體發育過程與餌料需求，並嘗試建立適合的人工培育環境。日本作為最早投入龍蝦人工育苗研究的國家之一。自 1970 年代起日本水產研究機構開始針對日本龍蝦 (*P. japonicus*) 進行人工培育試驗，以餵食餌料生物的方式成功建立葉狀幼苗的培養方法。部分研究甚至成功將葉狀幼苗培育至稚蝦階段，為龍蝦人工養殖研究奠定重要基礎。

澳洲亦在龍蝦研究方面具有豐富經驗，例如 Phillips 等 (2006) 強調，龍蝦漁業的永續必須結合科學監測與棲地優化 (如人工魚礁)，才能確保放流個體的生存空間。而澳洲西部岩龍蝦 (*P. cygnus*) 漁業為全球最成功的龍蝦漁業之一，當地透過長期資源監測與科學管理，建立完善的漁業制度。此外，澳洲研究機構亦積極發展龍蝦幼苗培育與海洋

牧場 (sea ranching) 技術，希望透過人工介入提高族群補充效率。

在養殖技術方面，近年來循環水養殖系統 (recirculating aquaculture system, RAS) 的應用逐漸受到重視。RAS 系統可透過生物與物理過濾維持穩定水質，並降低外界環境變動對幼苗培養的影響。此外，研究人員也持續探索適合龍蝦幼苗的餌料組成，例如橈足類 (Copepods)、豐年蝦 (Artemia) 及人工配方餌料，以提高幼體活存率與生長效率。

龍蝦人工養殖的發展現況

目前全球龍蝦產業仍以捕撈野生為主，人工養殖尚未形成完整產業鏈。然而，隨著水產養殖技術與分子生物學研究的進步，龍蝦人工養殖的可行性正逐漸提升。在人工

育苗方面，部分研究已能於實驗室環境中成功培育葉狀幼苗。透過 RAS 系統與精確的水質控制，可維持穩定的水溫、溶氧與氮循環環境，顯著降低培育過程中的死亡率。此外，餌料管理亦是影響龍蝦幼苗活存的重要因素，因此餌料營養組成與餵食策略仍是目前研究的重要方向。

近年來，國立臺灣海洋大學研究團隊亦成功建立龍蝦人工蓄養與中間育苗技術，將幼苗培養至可定棲的稚蝦階段，並且已著手全面的建立種蝦以及葉狀幼苗的一條龍培育技術，為未來人工養殖與資源復育提供重要基礎（圖 2）。

另一方面，遺傳分子生物學技術亦可為龍蝦放流管理提供新的工具。例如透過粒線體 DNA (mitochondrial DNA)、微衛星標記 (microsatellite markers) 及單核苷酸多型性 (single nucleotide polymorphism, SNP) 分析，可了解不同海域龍蝦族群的遺傳結構與遺傳

多樣性。這些資訊不僅有助於資源管理，也能避免人工養殖過程中發生近親繁殖或遺傳多樣性降低的問題，並且亦可以幫助我們了解放流個體是否成功補充至野外族群，提升栽培漁業評估之準確性。

臺灣東部本土龍蝦資源復育潛力

臺灣沿近海擁有豐富的刺龍蝦資源，以東部海域捕捉到的波紋龍蝦（俗稱青龍）與長足龍蝦 (*P. longipes*) 最具代表性。東部海岸受黑潮北上影響，海水交換良好，水質清澈，且沿岸岩礁地形發達，提供龍蝦幼體定棲與成長之適宜棲地條件。在此基礎上，若能整合人工育苗、基因監測與放流管理策略，建立穩定之幼苗供應與評估機制，東部海域具潛力發展為龍蝦栽培漁業之重要示範區域，並為臺灣海洋資源復育提供具體模式。

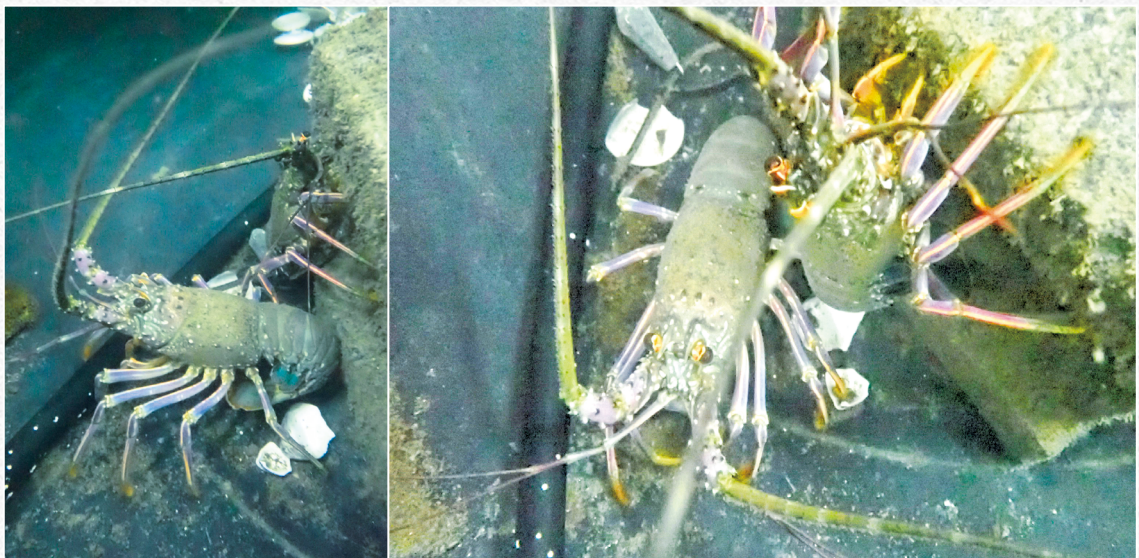


圖 2 人工蓄養長足龍蝦

未來發展方向

未來龍蝦人工養殖的發展可從多個面向持續推進。

- (一)人工育苗技術方面，如何提升葉狀幼苗的活存率仍是最關鍵的研究課題。透過改良餌料配方、優化水質管理與建立更精確的養殖系統，有望逐步提高幼苗培育成功率。
- (二)基因與分子生物技術的應用將在龍蝦資源管理中扮演更加重要的角色。例如建立龍蝦族群基因資料庫，作為未來人工放流與資源管理的重要依據。透過基因追蹤技術，也可評估放流計畫對野生族群的長期影響。
- (三)龍蝦人工養殖可與海洋保護區管理及漁業政策相結合。例如在海洋保護區內進行稚蝦放流，並透過長期監測評估族群變化，將有助於建立更完善的資源管理策略。同時，若能結合漁民合作與地方產業參與，也可提升社會對海洋保育與永續漁業的認同。
- (四)結合智慧養殖與環境監測技術，透過感測器監測水質與環境條件，並利用自動化系統調整養殖環境，提升養殖效率並降低管理成本。整合科技與管理策略，龍蝦人工養殖有望在保育與產業發展之間取得平衡。

結語

龍蝦為兼具經濟價值與生態意義的重要海洋資源，但其生活史特性使族群恢復

相對緩慢。面對海洋環境變遷與捕撈壓力增加的情況，單純依靠傳統漁業管理措施已難以完全解決資源衰退的問題。因此，結合人工養殖、栽培漁業與分子生物技術之整合策略，已成為國際保育的發展趨勢。雖然目前龍蝦人工養殖仍面臨幼苗培育困難與成本等挑戰，但隨著養殖技術、基因研究與環境監測技術的持續進步，龍蝦人工養殖的可行性正持續提升。

透過研究機構、政府部門與漁業產業的跨領域合作，建立完善的龍蝦資源管理與復育管理模式，不僅有助於保護海洋生態，也能促進漁業資源的永續利用。結合科學研究與合理管理，人類有機會在利用海洋資源的同時，兼顧海洋生態之長期健康與穩定。進一步建立穩定且具規模化潛力之龍蝦栽培與養殖體系，除可提升臺灣海洋資源管理效能外，亦有機會發展為具國際示範意義之龍蝦產業模式，提供全球相關產業參考。

本文主要參考文獻：

1. Bell, J. D., K. M. Leber, H. L. Blankenship, N. R. Loneragan and R. Masuda (2006) Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. *Reviews in Fisheries Science*, 14(1-2): 173-202.
2. Phillips, B. F. (Ed.). (2006) *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Blackwell Publishing Ltd.
3. MacArthur, L. D., G. A. Hyndes and R. C. Babcock (2007) Western rock lobster in ecosystem processes of south-western Australia. Final Report to Department of Environment, Water, Heritage and the Arts. Edith Cowan University & CSIRO.