



模里西斯鞭腕蝦 (*Lysmata debelius*) 的量產研究

城振誠、吳玉霞、湯慕婷、謝恆毅
水產試驗所澎湖海洋生物研究中心



前言

模里西斯鞭腕蝦 (*Lysmata debelius*) 全身像火焰一般艷紅所以又稱為火焰蝦 (fire shrimp)，第 3–5 步足腕節至指節皆為白色，像穿白色襪子又稱白襪蝦，是一種雌雄同體 (hermaphrodite) 的蝦子 (Fiedler, 1998; Hettiarachchi and Edirisinghe, 2016)，不可自體受精。分布於太平洋與印度洋的珊瑚礁環境中，會成對或小群聚出現，具有清理水生動物身上異物 (包括大型魚類如裸胸鯙齒間的碎肉、身上的寄生蟲) 的功能 (Debelius, 1999)，而有魚醫生的美名，更是維護水族生物健康的好幫手。模里西斯鞭腕蝦的體型適中，外型亮麗，可單養在小型水族缸，也適合與觀賞魚類混養，是一種除了觀賞價值外亦兼具生態功能的物種。在水族市場逐漸精緻化、生態化與小型化的趨勢中，模里西斯鞭腕蝦遂成為水族市場最受歡迎的物種之一，具有潛在發展商機 (黃與何，2017; Hettiarachchi and Edirisinghe, 2016)。模里西斯鞭腕蝦在人為環境下，種蝦可順利產卵並孵化出蝦苗 (Calado et al., 2007b; 吳等，2021)；初期蝦苗不耐飢餓 (Calado et al., 2007a)，蝦苗捕獲獵物的能力取決於與餌料的相遇機率 (Calado et al., 2008)。另一個研

究顯示，初期蝦苗的餌料密度，以豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml 對孵化後 7 天的蝦苗有最佳活存率；延遲 2 天以後投餌不利蝦苗活存率及成長；蝦苗在 24、27 及 30°C 的水溫環境下有較佳的活存率，而成長則以 30°C 最佳。鹽度方面，蝦苗在 24–39 psu 的鹽度下活存率及成長較佳，但以 34 psu 表現最好 (吳等，2022)。因此，為了滿足市場的需求，又不影響野外族群數量，人工繁殖是未來提供海水觀賞蝦的趨勢。本研究擬以先前的研究結果，做為本次量產種苗之參考，建立量產技術。

材料與方法

一、種蝦蒐集及培育

模里西斯鞭腕蝦種蝦購自坊間水族館，蓄養在 51 × 37 × 40 cm 的 FRP 水槽內，光週期為 L12/D12，水溫均維持在 27–29°C，每缸 2 隻成熟的雙性個體，換水量 5 L/h，每週投餵生鮮餌料 (魚、蝦或貝肉) 2 次，每天觀察種蝦情況，若有孵化足夠蝦苗則進行培育試驗篩選種蝦。初步篩選能孵出 1,000 隻蝦苗，且蝦苗 7 dph (孵化後天數；days post-hatch) 活存率達 80% 的種蝦，作為量產試驗用。

二、量產試驗

將孵化後的蝦苗以 300 L 的 FRP 桶為飼育容器，桶內裝海水 200 L，每桶放養約 1,000 隻剛孵化的蝦苗。7 天後開始流水，換水量 10 L/h，光週期為 L12/D12；水溫均維持在 27–29°C；海水的鹽度維持在 33.5–34.5 psu；餌料為剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml，並同步以燒杯進行初期活存率檢測。

三、量產初期活存率檢測依據

蝦苗在成長的過程中會不斷脫殼，每一次脫殼都會有形態上的變化，本研究利用模里西斯鞭腕蝦蚤狀幼體 (Zoea) 第一期至第四期的形態差異做為成長指標。第一期：無眼柄；第二期：眼柄生成；第三期：尾柄與尾肢分開；第四期：內尾肢生成。第二期與第一期的成長差異在於眼柄的生成，第四期與第三期的成長差異在於內尾肢生成，第四期之後的形態差異較小不易判別。在水溫 27 ± 1°C 的環境下，達到第四期的時間約為 6–8 dph。因此以 7 dph 做為量產初期活存率檢測依據。孵化後的蝦苗以 600 ml 的燒杯為飼育容器，燒杯內裝海水 400 ml，每個燒杯放養 20 隻剛孵化的蝦苗。每天換水 1 次，光週期為 L12/D12；水溫均維持在 27–29°C；海水的鹽度維持在 33.5–34.5 psu；餌料為豐年蝦 (*Artemia* spp.) 無節幼蟲 2 隻/ml，豐年蝦卵以 27°C 的海水孵化 20 小時，孵化後採收配製成密度 100 隻/ml，投餵時再以量筒量取試驗所需的豐年蝦數量餵食。記錄 7 dph 燒杯的活存率與 300 L FRP 桶蝦苗活存天數 (超過 60 dph 以 60 dph 計)。

記錄每次蝦苗培育到變態為後期蝦苗的時間及數量。

結果與討論

一、生殖週期及孵化時間與水溫的關係

模里西斯鞭腕蝦種蝦培育在 27–29°C 的環境下生殖週期 12–15 天 (圖 1)、孵化時間 12–14 天。蝦類是變溫動物，生理機制會隨水溫的高低而變化。模里西斯鞭腕蝦在水溫 20.9–30.1°C 時，最短的生殖週期為 12 天，平均水溫 30.1°C、最長 28 天，平均水溫 20.9°C；最短的孵化時間為 11 天，平均水溫 30.1°C、最長 27 天，平均水溫 20.9°C。而德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 最短的生殖週期為 10 天，平均水溫 28.2°C、最長 20 天，平均水溫 21.9°C；最短的孵化時間為 9 天，平均水溫 29.2°C、最長 18 天，平均水溫 22.0°C (城與蔡, 2007)。在一定的溫度範圍內，水溫越高生殖週期越短，水溫越低生殖週期越長。德班氏活額蝦的在一定的溫度範圍內生殖週期與水溫呈負相關。油彩蠟膜蝦 (*Hymenocera picta*) 孵化時間在平均水溫 24.0°C 為 23 天，30.1°C 為 12 天，水溫控制在 27–29°C 能有穩定的生殖週期 (城等, 2010)。卵的孵化時間與水溫的關係和生殖週期有相似的情況。模里西斯鞭腕蝦的生殖週

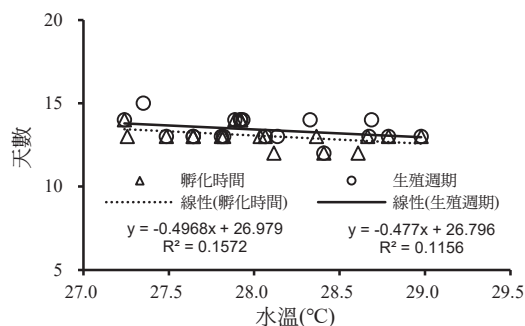


圖 1 模里西斯鞭腕蝦的生殖週期及孵化時間與水溫的關係

期與油彩蠟膜蝦類似，種蝦培育在 27—29°C 的環境下可以有較穩定的生殖週期。

二、頭胸甲長與孵化蝦苗數量關係

模里西斯鞭腕蝦頭胸甲長 13—15 mm，孵化蝦苗 886 ± 235 隻 (圖 2)。先前記錄最小頭胸甲長 8.7 mm，孵化蝦苗 143 隻；孵化蝦苗最多 2,620 隻，頭胸甲長 15.6 mm (平均頭胸甲長 12.9 ± 1.7 mm，孵化蝦苗 853 ± 463 隻)，種蝦體型與產出的蝦苗 (卵) 數量呈正相關，這和許多海水觀賞蝦實驗結果相符，如花斑掃帚蝦 (*Saron marmoratus*) 頭胸甲長介於 8.2—9.8 mm，產出蝦苗 252—1,036 隻 (城等，2008)、德班氏活額蝦的頭胸甲長 5.3—11.0 mm，產出 267—1,764 顆卵 (城與蔡，2007)、紅斑活額蝦 (*R. uritai*) 頭胸甲長 7.59—12.59 mm，產出 443—2,667 顆卵 (Maihara, 2002)、眼斑活額蝦 (*R. conspiciocellus*) 頭胸甲長 7.0—13.2 mm，產出 185—5,075 顆卵 (Hiroe and Shigemitsu, 1998)、安波托蝦 (*Thor amboinensis*) 頭胸甲長 1.70—3.43 mm，孵化蝦苗 21—251 隻 (城等，2016)。油彩蠟膜蝦成熟的雌蝦頭胸甲長 7.15—12.31 mm，孵化蝦苗 483—6,538 隻，篩選頭胸甲長 > 10 mm 可產出較合適的蝦苗供量產使用 (城等，2015a)。本研究雖然初步篩選能產出 1,000 隻蝦苗的種蝦，但不是每次都能產出 1,000 隻，不過較大的種蝦有產出較多蝦苗的趨勢，模里西斯鞭腕蝦挑選頭胸甲長 13—15 mm 其孵化蝦苗量較符合量產需求。

三、量產活存率

本研究共進行 30 次量產試驗，有 15 次蝦苗在燒杯 7 dph 存活率超過 70%，其中有 10 次蝦苗在 300 L FRP 桶可存活超過 60 dph

(圖 3)，而超過 60 dph 的蝦苗 10 次中有 8 次變態為後期蝦苗 (圖 4)。而 8 次有變態為後期蝦苗中，數量 1—10 隻的有 1 次、11—30 隻的有 2 次、31—90 隻的有 4 次、> 90 隻 (147 隻) 的有 1 次 (圖 5)，最佳活存率約 15%，平均每次產出苗 55.1 ± 45.0 隻。最快變態時間 49 dph、最慢 134 dph，會變態的蝦苗大部分 (90%) 在 50—90 dph 變態 (圖 6)，蝦苗最長可活存超過 140 dph 而未變態〔先前的記錄可活存超過 180 dph (吳等, 2022)]。

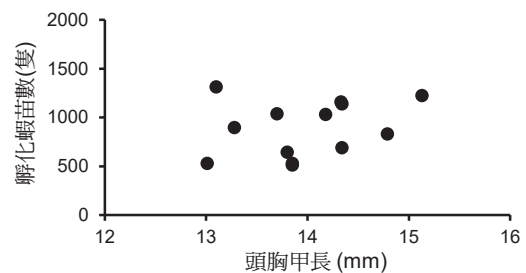


圖 2 模里西斯鞭腕蝦的頭胸甲長與孵化蝦苗數的關係

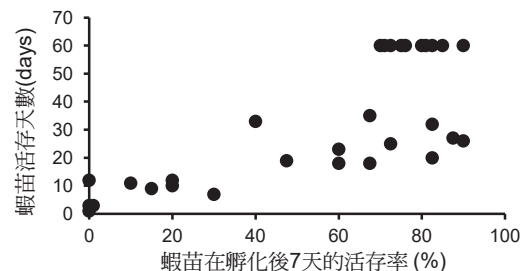


圖 3 模里西斯鞭腕蝦的蝦苗在燒杯 7 天活存率與在 300 L FRP 桶活存天數的關係



圖 4 模里西斯鞭腕蝦的浮游蝦苗 (紅色圈) 及後期蝦苗 (紫色圈) 在 300 L FRP 桶

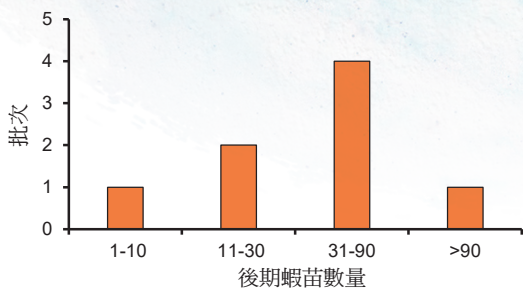


圖 5 模里西斯鞭腕蝦每批次的變態數量及累計變態批次

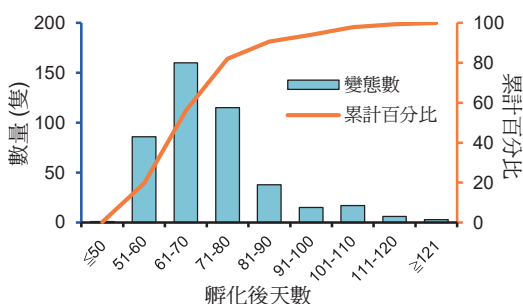


圖 6 模里西斯鞭腕蝦變態為後期蝦苗的時間及累積百分比 (n=441)

結論

蝦苗的成長會受溫度的影響，水溫高則成長快，反之則慢，但這是在蝦苗可容許的生存溫度範圍內。模里西斯鞭腕蝦蝦苗培育在 27°C，鹽度 34 psu，孵化後立即餵食 2 隻/ml 豐年蝦，在 62–122 dph 變態為底棲性的後期蝦苗 (吳等，2022)。本次最快變態時間較先前的試驗早，除了蝦苗培育時的水溫稍為高一些外 (平均水溫約 28°C)，培育容器較大 (600 ml 燒杯→300 L FRP 桶) 且較不干擾 (不因換水而移動蝦苗) 的培育方式可能也是原因之一，這與花斑掃帚蝦類似 (城等，2017)。模里西斯鞭腕蝦相關的研究也有類似的結果，分別為 75–158 天變態，活存率為 11% (Palmtag and Holt, 2001) 及 50–90

天，活存率從 $12.7 \pm 0.1\%$ – $18.35 \pm 0.15\%$ (Hettiarachchi and Edirisinghe, 2016)。這顯示模里西斯鞭腕蝦的浮游期較油彩蠟膜蝦、安波托蝦及紅線鞭腕蝦長。雖然本研究也記錄到 134 dph 才變態為後期蝦苗，但大多在 50–90 dph (90%) 變態，這與油彩蠟膜蝦在孵化後 34–70 天變態為底棲性的後期蝦苗，但大多數的蝦苗在 36–50 天變態 (城等，2015)；安波托蝦在孵化後 24–59 天變態為底棲性的後期蝦苗，但大多數的蝦苗在 26–45 天變態 (城等，2016)，花斑掃帚蝦最快在孵化後 13 天變態為底棲性的後期蝦苗，最慢為孵化後的 37 天，但與大多數的蝦苗在 16–30 天變態 (城等，2017) 類似。本研究建立模里西斯鞭腕蝦初步量產技術及管控機制 (圖 7)，結果顯示，模里西斯鞭腕蝦蝦苗飼養在水溫 28°C、鹽度 34 psu 且於孵化後即時餵飼 2 隻/ml 豐年蝦無節幼蟲，並同時利用燒杯檢測蝦苗活存率 (7 dph) 超過 70%，才有機會在 300 L FRP 桶培育成後期蝦苗。最快 49 dph 變態為後期蝦苗，會變態的蝦苗大多在 50–90 dph 變態。



圖 7 量產的模里西斯鞭腕蝦