

模里西斯鞭腕蝦 (*Lysmata debelius* Bruce, 1983) 的人工繁殖

吳玉霞·湯慕婷·城振誠*·謝恆毅

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

摘要

為建立模里西斯鞭腕蝦 (*Lysmata debelius* Bruce, 1983) 人工繁殖技術，本試驗探討初期蝦苗(蚤狀幼體第一期至第四期)在不同餌料密度、餵食時機、溫度及鹽度對成長及活存的影響，並延續餌料密度試驗探討對蝦苗變態的影響。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，餌料密度低於 1 隻/ml 成長顯著低於其他組別 ($p < 0.05$)；延遲 2 天以後投餌不利蝦苗活存率及成長。溫度方面，蝦苗在 24、27 及 30°C 的水溫環境下活存率均佳，其三者間無統計上的差異，而成長則以 30°C 最佳。鹽度方面，蝦苗在 24 - 39 psu 的鹽度下其活存率及成長優於其他組別，此四組間無統計上的差異，但以 34 psu 表現最好。綜合以上，本研究顯示模里西斯鞭腕蝦蝦苗培育在 27 - 30°C，鹽度 24 - 39 psu，孵化後 1 天內餵食 1 - 2 隻/ml 豐年蝦，可以在孵化後 62 - 122 天發現變態為底棲性的後期蝦苗。

關鍵詞：幼苗培育、餌料、溫度、鹽度、模里西斯鞭腕蝦

前言

模里西斯鞭腕蝦 (*Lysmata debelius*) (Fig. 1) 屬於節肢動物門 (Arthropoda)、軟甲綱 (Malacostraca)、十足目 (Decapoda)、鞭腕蝦科 (Lysmatidae)、鞭腕蝦屬 (*Lysmata*)。模里西斯鞭腕蝦全身像火焰一般艷紅所以稱為火焰蝦 (fire shrimp)，或在水族市場中以其第 3 - 5 步足腕節至指節皆為白色而稱為白襪蝦，是一種雌雄同體 (hermaphrodite) 的蝦子 (Fiedler, 1998; Hettiarachchi and Edirisinghe, 2016)。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鯨齒間的碎肉或身上的寄生蟲)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。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，具潛在發展商機 (Hettiarachchi and Edirisinghe, 2016; 黃與何, 2017)。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。先前的研究模里西斯鞭腕蝦在人為環境下種蝦可順利的產卵並孵化出蝦苗 (Calado *et al.*, 2007b; 吳等, 2021)；初期蝦苗的培育顯示蝦苗不耐飢餓 (Calado *et al.*, 2007a)，且光照週期不會影響鞭腕蝦屬蝦苗捕獲獵物的能力，而是取決於與餌料的相遇機率 (Calado *et al.*, 2008)。本研究擬探討初期蝦苗餌料的密度、餵食策略、溫度及鹽度對蝦苗成長及存活的影響，旨在建立蝦苗人工培育的基礎，做為產業量產種苗之參考。



Fig. 1 *Lysmata debelius*.

*通訊作者 / 澎湖縣馬公市壽裡里 266 號; TEL: (06) 995-3416 ext. 235; FAX: (06) 995-3058; E-mail: cccheng@mail.tfrin.gov.tw

材料與方法

一、種蝦培育

自菲律賓進口之模里西斯鞭腕蝦種蝦購自坊間水族館，蓄養在 $51 \times 37 \times 40$ cm 的 FRP 水槽內，每缸飼養 2 隻頭胸甲長介於 13 - 15 mm 的成熟雙性個體，換水量 5 L/hr，每週投餵生鮮餌料（魚、蝦、貝肉）2 次，每天觀察種蝦情況，若有孵化足夠蝦苗（ >600 隻）則進行試驗。

二、試驗容器、環境條件及餌料

孵化後的蝦苗進行餌料與溫度等相關試驗，每個試驗皆以 600 ml 的燒杯為飼育容器，燒杯內裝海水 400 ml，每個燒杯放養 30 隻剛孵化的蝦苗。試驗開始後每天換水一次，光週期為 L12/D12；除溫度試驗外，水溫均維持在 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ；除鹽度試驗外，海水的鹽度維持在 34 ± 1 psu；每天記錄蝦苗的活存數目。餌料為豐年蝦 (*Artemia salina*) 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。

三、成長指標

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 (Fig. 2)，第四期之後的形態差異較小不易判別。在水溫 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 的環境下，達到第四期的時間約為孵化後 6 - 8 天。因此，本研究各育苗試驗的時間均設定為 7 天，待第 7 天時利用光學解剖顯微鏡 (ZEISS Stemi SV11 APO 及 AxioCam 105 Camera) 依據分期特徵進行形態判別並加以記錄，以達到第四期蝦苗的比例做為成長的依據。

四、初期蝦苗餌料密度、投餵時機、溫度及鹽度試驗

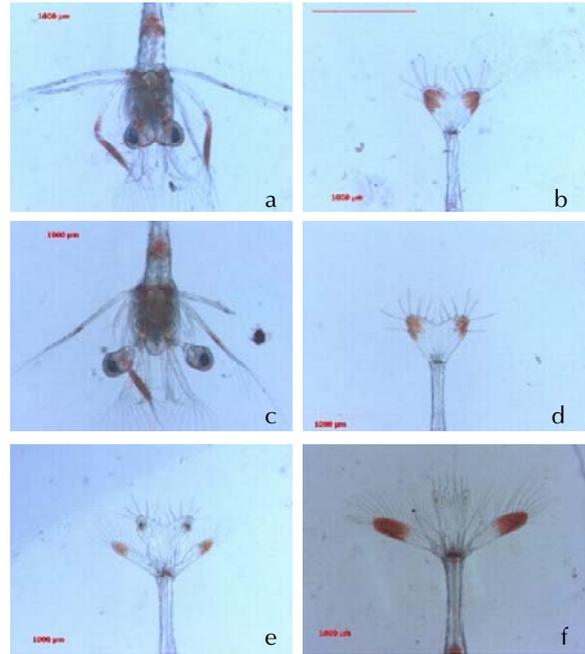


Fig. 2 *Lysmata debelius* 1st stage - 4th stage zoea, a: 1st stage zoea carapace; b: 1st stage zoea telson; c: 2nd stage zoea carapace with stalked eyes; d: 2nd stage zoea telson; e: 3rd stage zoea telson and uropods; f: 4th stage zoea with uropod endopodite.

(一) 不同餌料密度對蝦苗活存及成長之影響

本試驗分為 5 組 3 重複，以 5 種密度之豐年蝦無節幼蟲 0.5、1、2、4 及 8 隻/ml 餵食模里西斯鞭腕蝦剛孵化的蝦苗。

(二) 延遲投餵對蝦苗活存及成長之影響

試驗分 5 組 3 重複，分別為孵化後即時餵食、延遲 1、2 及 3 天後再餵食及不餵食組，依餌料密度試驗結果對蝦苗存活及成長的結果各試驗組均以剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml 投餵。

(三) 不同溫度對蝦苗活存及成長之影響

溫度試驗共分 6 組 3 重複，分別為 18、21、24、27、30 及 33°C ，各試驗組均以剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml 投餵。為了達到試驗溫度而不造成蝦苗緊迫，溫度每 2 hr 升降 1°C ，每天升降最多不超過 5°C 。

(四) 不同鹽度對蝦苗活存及成長之影響

鹽度試驗分 6 組，每組各 3 重複，分別為 19、24、29、34、39 及 44 psu。將海水與蒸發至 70 psu



Fig. 3 Larva (left), postlarval (middle) and juvenile (right) of *Lysmata debelius*.

Table 1 Survival and development rate of *Lysmata debelius* larvae fed *Artemia salina* nauplius at various concentrations

<i>Artemia</i> nauplius at different concentrations (ind./ml)	Survival rate (%) of 7 dph	Larvae developing to 4 th -stage zoea (%) at the 7 dph
0.5	72.2 ± 3.8 ^{bc}	35.3 ± 14.7 ^a
1	76.7 ± 3.3 ^{bc}	92.9 ± 4.7 ^b
2	91.1 ± 1.9 ^c	96.9 ± 0.1 ^b
4	68.9 ± 13.9 ^b	93.6 ± 1.9 ^b
8	33.3 ± 20.8 ^a	100.0 ± 0.0 ^b

Values were showed as mean±SD.

Different superscripts indicate significant difference ($p < 0.05$).

的高鹽海水或 RO 水勾兌至實驗濃度，直接進行實驗。各試驗組均投餵剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml。

五、蝦苗培育記錄

以 600 ml 的燒杯為飼育容器，燒杯內裝海水 400 ml，為了減少因成長而造成空間緊迫遂蝦苗密度降低為 10 隻，並依上述試驗最佳結果作為培育依據：水溫 27°C，海水鹽度 34 psu，孵化後即時餵食豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml，試驗開始後光週期維持 L12/D12，每天換水一次，記錄蝦苗（浮游）的活存數量，及變態為後期蝦苗（底棲）(Fig. 3) 的時間和數量。

六、數據分析

實驗數據經由單因子變異數分析 (one way ANOVA)，再由 Duncan's 事後檢測進行組間差異比較，顯著水準設定為 $p < 0.05$ 。

結 果

一、不同餌料密度對蝦苗活存及成長之影響

剛孵化的模里西斯鞭腕蝦蝦苗以不同餌料密度 0.5、1、2、4 及 8 隻/ml 豐年蝦餵食，第 7 天蝦苗的活存率分別為 72.2±3.8、76.7±3.3、91.1±1.9、68.9±13.9 及 33.3±20.8%，餵食 2 隻/ml 組有最佳的存活率；在成長方面達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例分別為 35.3±14.7、92.9±4.7、96.9±0.1、93.6±1.9 及 100.0±0.0%，除了餵食 0.5 隻/ml 組與其它各組有顯著差異 ($p < 0.05$) 外，其餘各組間無顯著差異 (Table 1)。

二、延遲投餌對蝦苗活存及成長之影響

延遲投餌試驗結果，蝦苗孵化後即時餵食、延遲 1、2 及 3 天後再餵食組，第 7 天蝦苗的活存率分別為 90.0±3.3、84.4±3.8、12.2±7.7 及 1.1±1.9%，除即時餵食及 1 天後再餵食組外，其它各組間有顯著差異 ($p < 0.05$)，不餵食組在第 7 天死

亡；在成長方面，即時餵食、延遲 1 及 2 天餵食組達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例分別為 100.0±0.0、95.9±4.2 及 22.0±20.0%，即時餵食及延遲 1 天餵食組組間無顯著差異與延遲 2 天餵食組有顯著差異 ($p < 0.05$) (Table 2)。延遲 3 天餵食組第 7 天的蝦苗為第二期蝦苗，不餵食組的蝦苗死亡前亦達到第二期蝦苗。

Table 2 The survival and development rate of *Lysmata debelius* larvae to the fourth zoea stage as a function of feeding strategy (immediately, after the first, second, and third days, then fed with *Artemia salina* nauplius)

Day of initial feeding	Survival rate (%) of 7 dph	Larvae developing to 4 th -stage zoea (%) at the 7 dph
0	90.0 ± 3.3 ^c	100.0 ± 0.0 ^b
1	84.4 ± 3.8 ^c	84.4 ± 3.8 ^b
2	12.2 ± 7.7 ^b	12.2 ± 7.7 ^a
3	1.1 ± 1.9 ^a	0

Values were showed as mean±SD.

Different superscripts indicate significant difference ($p < 0.05$).

三、不同溫度對蝦苗活存及成長之影響

在不同溫度設定下，18、21、24、27、30 及 33°C 組在第 7 天蝦苗的活存率分別為 72.2±12.6、74.4±2.9、91.1±5.0、93.3±2.9、93.3±12.6 及 31.1±5.0%，除 24、27 及 30°C 組外，其它各組間有顯著差異 ($p < 0.05$)；在成長方面，24、27、30 及 33°C 組達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例分別為 47.7±2.6、94.2±3.6、98.8±2.1 及 36.3±14.1%，除 27 及 30°C 組外，其它各組間有顯著差異 ($p < 0.05$) (Table 3)，21°C 組皆為第三期蝦苗，而 18°C 組大部分為第二期蝦苗。

四、不同鹽度對蝦苗活存及成長之影響

在不同鹽度設定下，19、24、29、34、39 及 44 psu 組在第 7 天蝦苗的活存率分別為 10.0±8.9、87.8±5.1、92.9±5.1、95.6±1.9、85.6±3.8 及 30.0±12.0%，除 19 及 44 psu 組外，其它各組間無顯著差異；在成長方面，24、29、34、39 及 44 psu 組達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例分別

為 95.0±1.9、96.2±6.7、100.0±0.0、98.7±2.3 及 64.7±13.1% (Table 4)，19 psu 組無達到第四期蝦苗，大多為第三期蝦苗，少部分為第二期蝦苗。

Table 3 The survival and development to the fourth zoea stage of *Lysmata debelius* larvae at various temperatures of water

Water temperature (°C)	Survival rate (%) of 7 dph*	Larvae developing to 4 th -stage zoea (%) at the 7 dph*
18	72.2 ± 12.6 ^b	0
21	74.4 ± 2.9 ^b	0
24	91.1 ± 5.0 ^c	47.7 ± 2.6 ^b
27	93.3 ± 2.9 ^c	94.2 ± 3.6 ^c
30	93.3 ± 12.6 ^c	98.8 ± 2.1 ^c
33	31.1 ± 5.0 ^a	36.3 ± 14.1 ^a

Values were showed as mean±SD.

Different superscripts indicate significant difference ($p < 0.05$).

Table 4 The survival and development rate of *Lysmata debelius* larvae to the fourth zoea stage at various salinities

Salinity (psu)	Survival rate (%) of 7 dph	Larvae developing to 4 th -stage zoea (%) at the 7 dph
19	10.0 ± 8.9 ^a	0
24	87.8 ± 5.1 ^c	95.0 ± 1.9 ^b
29	92.9 ± 5.1 ^c	96.2 ± 6.7 ^b
34	95.6 ± 1.9 ^c	100.0 ± 0.0 ^b
39	85.6 ± 3.8 ^c	98.7 ± 2.3 ^b
44	30.0 ± 12.0 ^b	64.7 ± 13.1 ^a

Values were showed as mean±SD.

Different superscripts indicate significant difference ($p < 0.05$).

五、蝦苗培育記錄

模里西斯鞭腕蝦蝦苗最快變態為後期蝦苗的時間在孵化後 62 天，最慢為 122 天，沒變態的蝦苗 (浮游) 最長活存 185 天。變態的蝦苗平均達到後期蝦苗的時間為 76.8±19.4 天 (Fig. 4)。

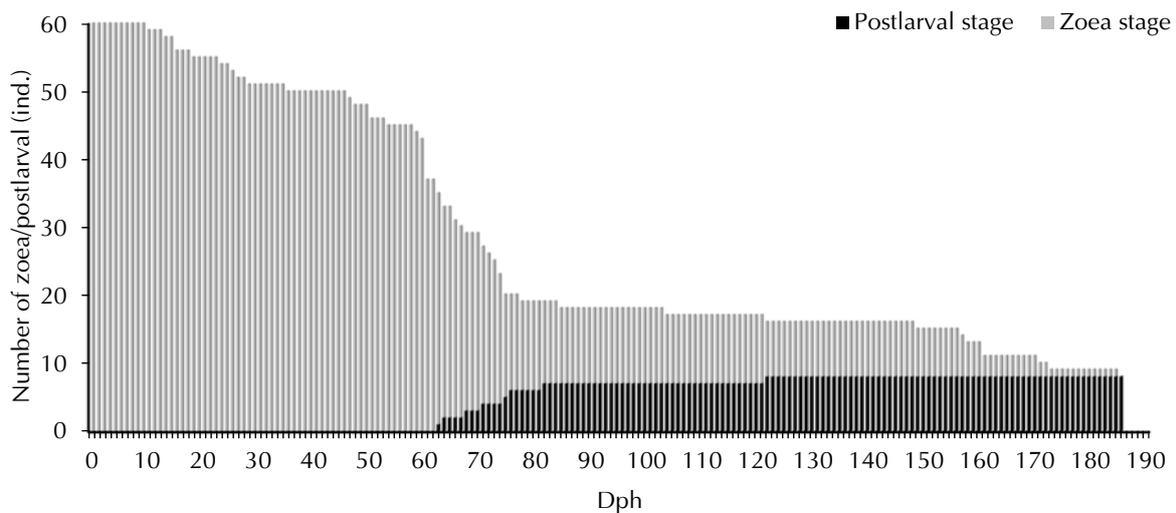


Fig. 4 The number of *Lysmata debelius* zoea/postlarvae after hatch day.

討 論

餌料密度的多寡會影響蝦苗的攝食機率並影響蝦苗的活存及成長，過低會導致成長緩慢甚至活存率低下，但過多的餌料除了造成浪費外也可能有形成騷擾緊迫、汙染水質等負面的影響（城與蔡, 2005; 城等, 2010, 2013, 2016, 2019）。模里西斯鞭腕蝦初期蝦苗以 0.5 – 8 隻/ml 不同餌料密度餵食 7 天，各組都有蝦苗發育到第四期苗，但餵食 0.5 隻/ml 組達到第四期苗的比率較低，這表示蝦苗攝餌量不足，而超過 4 隻/ml 組的活存率不佳，這表示蝦苗受到緊迫。初期蝦苗最適餌料密度因種類而異，花斑掃帚蝦 (*Saron marmoratus*) 為 0.5 – 4 隻/ml (城等, 2008)、油彩蠟膜蝦 (*Hymenocera picta*) 為 2 – 4 隻/ml (城等, 2010)、紅斑活額蝦 (*Rhynchocinetes uritai*) 為 0.5 – 1 隻/ml (城等, 2013)、安波托蝦 (*Thor amboinensis*) 為 0.5 – 2 隻/ml (城等, 2016)、紅線鞭腕蝦 (*Lysmata boggei*) 則為 0.5 – 4 隻/ml (城等, 2019)。除了紅斑活額蝦在餵食 2 隻/ml 及以上就會有活存率低下的現象，而油彩蠟膜蝦初期蝦苗要餵食 1 隻/ml 及以下才會出現活存率低下的現象外，上述蝦種初期蝦苗的合適餌料密度約為 1 – 2 隻/ml，本研究也有相似的現象，這樣的結果可做為新開發蝦種的餌料密度依據。

延遲投餌結果顯示孵化後即刻及延遲 1 天投餌料，第 7 天蝦苗的活存率及成長顯著較高，而

延遲餵食的時間越長則蝦苗的活存率及成長顯著較低，延遲越久影響越大。與其它觀賞蝦比較，油彩蠟膜蝦延遲 2 天內投餌料對初期蝦苗的活存及成長無差異 (城等, 2010)，而活額蝦科 (*Rhynchocinetidae*) (城與蔡, 2005; 城等, 2012)、安波托蝦 (城等, 2016) 及紅線鞭腕蝦 (城等, 2019) 的初期蝦苗只要延遲餵食其活存及成長皆顯著較差。雖然本研究顯示初期蝦苗即刻及延遲 1 天投餌料的結果沒有統計上的差異，但不代表對蝦苗未來的發育無影響，若是餌料準備無虞還是以及時餵食為佳。

在鹽度試驗方面模里西斯鞭腕蝦初期蝦苗 (蚤狀幼體第一期至第四期) 在鹽度低於 24 psu 高於 39 psu 的環境下成長及活存率都較差，這與紅尾蝦 (*Penaeus penicillatus*) 的幼苗會隨著鹽度的降低，蝦苗變態時間有縮短的趨勢 (Pan, 1993) 不同，而與油彩蠟膜蝦 (城等, 2010)、亨氏活額蝦 (*Cinetorhynchus hendersoni*) (城等, 2012) 及紅線鞭腕蝦 (城等, 2019) 的結果相似，這顯示珊瑚礁區的物種通常對鹽度變化的容忍度較低，且降低鹽度並不會縮短脫殼間隔。

模里西斯鞭腕蝦初期蝦苗在溫度的試驗的結果顯示，孵化後 7 天 24 – 30°C 有較高的活存率，而 27–30°C 的成長較佳，這與許多棲息在熱帶海域的種類有相似的結果，如油彩蠟膜蝦 (城等, 2010) 和亨氏活額蝦 (城等, 2012) 及安波托蝦 (城等, 2016)。溫度影響變溫動物的代謝速率，溫度升高

時，代謝速率加快，成長速度也加快；反之溫度太低代謝速率太慢，也會導致成長低下甚至死亡。

蝦苗培育在 27 - 30°C，鹽度 34 psu，孵化後立即餵食 1 - 2 隻/ml 豐年蝦，在孵化後 62 - 122 天變態為底棲性的後期蝦苗，最晚變態的時間幾乎是最早變態的 2 倍，相關的研究也有類似的結果分別為 75 - 158 天 (Palmtag and Holt, 2001) 及 50 - 90 天 (Hettiarachchi and Edirisinghe, 2016)。顯示這種蝦的浮游期較油彩蠟膜蝦、安波拖蝦及紅線鞭腕蝦長。雖然記錄到孵化後 122 天變態為後期蝦苗，但大多在 90 天前變態，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)；安波脫蝦在孵化後 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) 類似。除了蝦苗的浮游期很長外，從蝦苗活存數量的結果發現，在大多數蝦苗會變態的期間 (孵化後 60 - 90 天)，蝦苗死亡數也較高。此外，發現有蝦苗變態為後期蝦苗 (孵化後 62 天) 後，觀察未變態蝦苗的脫殼週期，顯示每 3 - 4 天規律的脫一次殼 (蝦苗初期為每 2 天脫殼一次)，浮游蝦苗最久活存了 185 天仍未變態，是營養、環境的因素導致不變態，還是有其它生態上的意義，值得再進一步的探討。無論如何，本研究的水溫、鹽度、餌料密度及餵食策略結果將可作為蝦苗量產的參考依據。

參考文獻

- 吳玉霞, 湯慕婷, 城振誠, 謝恆毅 (2021) 模里西斯鞭腕蝦的種蝦培育研究. 水試專訊, 75 : 26-29.
- 城振誠, 蔡萬生 (2005) 餌料、投餵策略及溫度對德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 初期蝦苗成長之影響. 水產研究, 13(1): 45-52.
- 城振誠, 林佳樺, 鄭淳予, 蔡萬生 (2008) 花斑掃帚蝦 (*Saron marmoratus*) 繁殖初探. 水試專訊, 21: 11-13.
- 城振誠, 顏夢華, 陳延親, 蔡萬生 (2010) 溫度、鹽度與餵食對油彩蠟膜蝦初期蝦苗培育之影響. 水產研究, 18(2): 57-64.
- 城振誠, 林佳樺, 陳彥愷, 蔡萬生 (2012) 投餵策略與環境因子對亨氏活額蝦初期蝦苗成長與活存之影響. 水產研究, 20(1): 27-34.
- 城振誠, 陳彥愷, 顏孟華, 蔡萬生 (2013) 紅斑活額蝦的人工繁養殖, 水試專訊, 42 : 7-11.
- 城振誠, 陳彥愷, 王崧華 (2015) 海水觀賞蝦 (油彩蠟膜蝦) 量產技術研發. 水產試驗所2014年報, 49.
- 城振誠, 王崧華, 陳彥愷, 林金榮 (2016) 安波托蝦的人工繁殖. 水產研究, 24(1): 83-90.
- 城振誠, 吳玉霞, 王崧華, 吳緒湘, 陳彥愷, 謝恆毅 (2019) 紅線鞭腕蝦 (*Lysmata boggessi*) 的人工繁殖. 水產研究, 27(2): 55-62.
- 黃之暘, 何源興 (2017) 觀賞水族包裝與運輸. 行政院農業委員會水產試驗所編印, 基隆, 臺灣, 113 pp.
- Bruce, A. J. (1983) *Lysmata debelius* new species, a new hippolytid shrimp from the Philippines. *Revue française d'Aquariologie*, 9: 115-120.
- Calado, R., G. Dionísio and M. T. Dinis (2007a) Starvation resistance of early zoeal stages of marine ornamental shrimps *Lysmata* spp. (Decapoda: Hippolytidae) from different habitats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 351: 226-233.
- Calado, R., A. Vitorino, G. Dionísio and M. T. Dinis (2007b) A recirculated maturation system for marine ornamental decapods. *Aquaculture* 263: 68-74.
- Calado, R., G. Dionísio, C. Bartilotti, C. Nunes, A. D. Santos and M. T. Dinis (2008) Importance of light and larval morphology in starvation resistance and feeding ability of newly hatched marine ornamental shrimps *Lysmata* spp. (Decapoda: Hippolytidae) *Aquaculture*, 283: 56-63.
- Debelius, H. (1999) *Crustacea guide of the world*. IKAN-Unterwasserarchiv, Frankfurt, Germany, 127 pp.
- Fiedler, G. C. (1998) Functional, simultaneous hermaphroditism in female-phase *Lysmataamboinensis* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Pac. Sci.*, 52: 161-169.
- Hettiarachchi, H. A. S. U. and U. Edirisinghe (2016) Captive Breeding of Fire Shrimp (*L. debelius*) under Sri Lankan Conditions. *Trop. Agric. Res.*, 28(1): 88-99.
- Palmtag, M. R. and G. J. Holt (2001) Captive rearing of fire shrimp (*L. debelius*). A Texas Sea Grant College Program Research Report. National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, Washington, DC, USA.
- Pan, C. H. and H. P. Yu (1993) Effects of temperature and salinity on the larval development of the red tailed prawn, *Penaeus penicillatus*. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 20: 329-337.

Artificial Propagation of Fire Shrimp (*Lysmata debelius* Bruce, 1983)

Yu-Hsia Wu, Mu-Ting Tang, Chen-Cheng Cheng* and Hernyi Justin Hsieh

Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The objective of this study was to develop techniques for artificially propagating fire shrimp (*Lysmata debelius* Bruce, 1983). The effects of feeding concentration, feeding strategy, temperature, and salinity on growth and survival were examined. The larvae feeding on *Artemia salina* nauplii at a density of 2 individuals/ml had the highest survival rate, while the larvae feeding on less than 1 individual/ml of nauplii grew significantly slower than the other groups ($p < 0.05$). Two-day delays in feeding were detrimental to the survival rate and growth. The survival rate improved as the water temperature rose to 24°C, 27°C, and 30°C. There was no significant difference between the three temperatures, and growth was greatest at 30°C. Survival and growth rates were better in the 24-39 psu salinity group than in the other groups, and there was no significant difference between the four groups. Overall, survival rate and growth would be improved at 27-30°C, 24-39 psu, and 1-2 individuals/ml *A. salina* nauplii feeding. In addition, postlarval development occurred between 62 and 122 dph (days post hatch).

Key words: larval development, feed, salinity, temperature, *Lysmata debelius*

*Correspondence: 266 Shili, Magong 880, Penghu, Taiwan. TEL: (06) 995-3416; FAX: (06) 995-3058; E-mail: cccheng@mail.tfrin.gov.tw