

紅線鞭腕蝦 (*Lysmata boggei* Rhyne & Lin, 2006) 的人工繁殖

城振誠* · 吳玉霞 · 王崧華 · 吳銘湘 · 陳彥愷 · 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

為建立紅線鞭腕蝦 (*Lysmata boggei* Rhyne & Lin, 2006) 人工繁殖技術，本試驗探討種蝦頭胸甲長與蝦苗孵化數量、時間與水溫的關係以及不同溫度、鹽度、餌料密度及餵食時機對初期蝦苗 (蚤狀幼體第一期至第四期) 成長與活存的影響，並延續餌料密度試驗，探討其對蝦苗變態的影響。結果顯示，種蝦頭胸甲長 (CL) 和蝦苗孵化數量 (N_{larva}) 之關係式為： $N_{larva} = 0.528CL^{3.8559}$ 。蝦苗孵化時間與水溫呈負相關，孵化積溫為 293.4 ± 34.5 度天。在水溫 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 的環境下，初期蝦苗的餌料密度以豐年蝦無節幼蟲 0.5、1、2 及 4 隻/ml 對孵化後 6 天的蝦苗有較佳活存率及成長；延遲投餌對蝦苗活存率及成長有不利影響。溫度方面，蝦苗在 18、21、24 及 27°C 的水溫環境下有較佳的活存率，而成長則以 27、30 及 33°C 較佳。鹽度方面，蝦苗在 24、29、34 及 39 psu 的鹽度下有較佳的活存率及成長。本研究顯示，紅線鞭腕蝦蝦苗最適培育溫度與鹽度分別為 27°C 、34 psu，孵化後立即餵食 2 - 4 隻/ml 豐年蝦，可以在孵化後 36 - 104 天變態為底棲性的後期蝦苗。

關鍵詞：幼苗培育、餌料、紅線鞭腕蝦

前 言

紅線鞭腕蝦 (*Lysmata boggei* Rhyne & Lin, 2006) (Fig. 1) 屬於節肢動物門 (Phylum Arthropoda)、軟甲綱 (Class Malacostraca)、十足目 (Order Decapoda)、藻蝦科 (Family Hippolytidae)、鞭腕蝦屬 (Genus *Lysmata*)，其身體呈半透明的紅色或褐色，有縱向和斜向淺紅色條紋，同屬的一些種類都有類似的外觀，統稱為薄荷蝦 (peppermint shrimp) (Rhyne *et al.*, 2004; Rhyne and Lin, 2006; Baeza *et al.*, 2009; Baeza, 2013)。棲息時身體常左右搖晃，是一種雌雄同體 (hermaphrodite) 而且在生殖生理上先雄後雌 (protandrous) 的蝦子。紅線鞭腕蝦會吃海葵，通常會用來控制水族缸內的拂塵海葵 (*Aiptasia pallida*)，而大部分鞭腕蝦屬的物



Fig. 1 Lateral view of *Lysmata boggei* with eggs.

種也都有這種功能 (Rhyne *et al.*, 2004)。繼珊瑚之後，藻蝦科蝦類成為全世界交易量最大的海洋觀賞無脊椎動物之一 (Rhyne and Lin, 2006)，其中紅線鞭腕蝦是廣受東亞地區水族愛好者關注的觀賞蝦 (Baeza *et al.*, 2014)。本種主要分佈在美國佛羅里達州南方的 Florida Bay-Key West 以及西岸的 Naples to Panhandle 延伸至加勒比地區 (Caribbean)，棲息於披有海草、海綿及珊瑚之岩岸，水深 1 - 15 m 處都可見其蹤跡 (Rhyne and Lin,

*通訊作者 / 澎湖縣馬公市壽裡里 266 號，TEL: (06) 9953416; FAX: (06) 9953058; E-mail: chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw

2006)。紅線鞭腕蝦的體型小且行為逗趣，適合小型水族缸飼養，除了觀賞價值外亦兼具水族缸生態維護的功能，在水族市場逐漸精緻化、生態化與小型化的趨勢中，有潛在發展商機。本研究探討種蝦體型與孵化蝦苗數量的關係，及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响，旨在建立蝦苗人工培育的基礎，做為產業量產種苗之參考。

材料與方法

一、孵化時間與水溫的關係及頭胸甲長與孵化蝦苗數量

紅線鞭腕蝦種蝦購自坊間水族館，蓄養在 $70 \times 45 \times 50$ cm 的 FRP 水槽內，每缸 20 隻成熟的雙性個體，換水量 5L/hr。每週投餵生鮮餌料（魚、蝦、貝肉）2 次。每天觀察種蝦情況，並將抱卵的種蝦移置 $27 \times 17 \times 12$ cm 的塑膠盒內蓄養等待孵化（裝海水 4000 ml），每天換水一次。記錄從產卵到孵化的時間與水溫，孵化後計算蝦苗數量 (N_{larvae})，並測定及記錄種蝦的頭胸甲長 (carapace length, CL) (眼窩後緣至背部中線後緣)。

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 20 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 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ；除鹽試驗外，海水的鹽度維持在 34 ± 1 psu；每天記錄蝦苗的存活數目。餌料為豐年蝦 (*Artemia* spp.) 無節幼蟲，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，本研究利用紅線鞭腕蝦蚤狀幼體 (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 5 - 7 天。因此，本研究各育苗試驗的時間均設定為 6 天，待第 6 天時利用光學解剖顯微鏡 (ZEISS Stemi SV11 APO) 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。

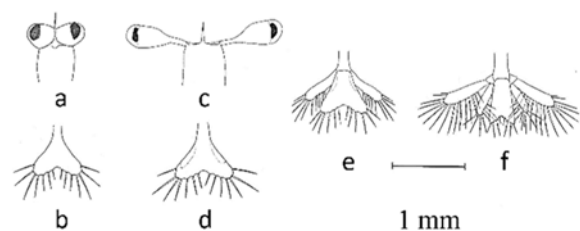


Fig. 2 *Lysmata boggei* 1st stage - 4th stage zoea. a: 1st stage zoea carapace; b: 1st stage zoea telson; c: 2nd stage zoea carapace with stalked eyes; d: 2nd stage zoea telson; e: 3rd stage zoea telson and uropods; f: 4th stage zoea with uropod endopodite.

四、初期蝦苗餌料、餵食時機、溫度及鹽度試驗

(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 0.25、0.5、1、2 及 4 隻/ml 等 5 種密度之豐年蝦無節幼蟲餵食紅線鞭腕蝦剛孵化的蝦苗。

(二) 延遲投餌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、3 天後再餵食及不餵食組，各試驗組參考前述試驗初步結果，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 小時升降 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。將蒸發至 70 psu 的高鹽海水與海水勾兌至實驗濃度，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、蝦苗培育試驗

延續不同餌料密度對蝦苗活存及成長之影響試驗，水溫維持在 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ，以剛孵化的豐年蝦無節幼蟲投餵，每天換水，記錄蝦苗培育到變態為後期蝦苗 (Fig. 3) 的時間及數量。

六、數據分析

實驗數據經由變異數分析 (one way ANOVA)，再由 Duncan's 多變域法進行組間差異比較。



Fig. 3 Postlarva of *Lysmata boggei*.

結 果

一、孵化時間與水溫的關係及種蝦頭胸甲長度與孵化蝦苗數

孵化時間與水溫的關係，依據本實驗記錄之 22 次孵化時間，水溫的範圍介於 $15.6 - 30.8^\circ\text{C}$ 。最短的孵化時間為 8 天，平均水溫 $29.9 \pm 0.6^\circ\text{C}$ ；最長的孵化時間為 17 天，平均水溫 $19.0 \pm 1.7^\circ\text{C}$ (Fig. 4)。溫度與孵化時間關係式為： $y = -0.8289x + 33.199$

$\cdot R^2 = 0.932$ 。孵化積溫為 293.4 ± 34.5 度天。頭胸甲長度及孵化蝦苗數量關係，本實驗共記錄 28 次，成熟抱卵雌蝦之最小頭胸甲長度為 7.3 mm，孵化蝦苗數量為 150 隻；孵化蝦苗數量最多為 780 隻，頭胸甲長度為 9.8 mm。雌蝦 CL 和雌蝦 CL 關係式為： $N_{\text{larvae}} = 0.0523\text{CL}^{3.8559}$ ($R^2 = 0.5205$) (Fig. 5)。

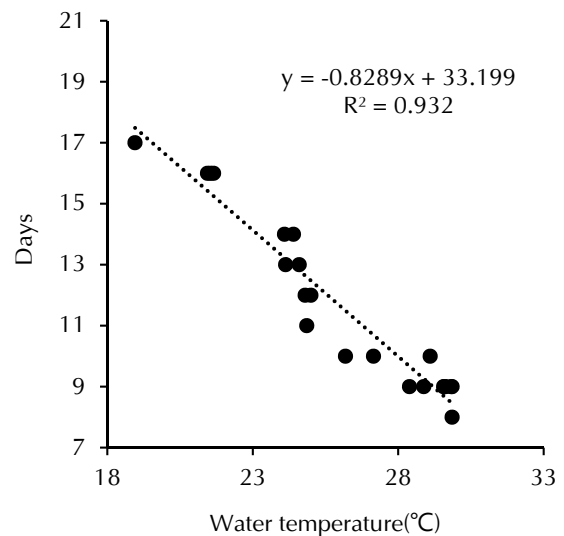


Fig. 4 Relationship between water temperature and hatching time of *Lysmata boggei*.

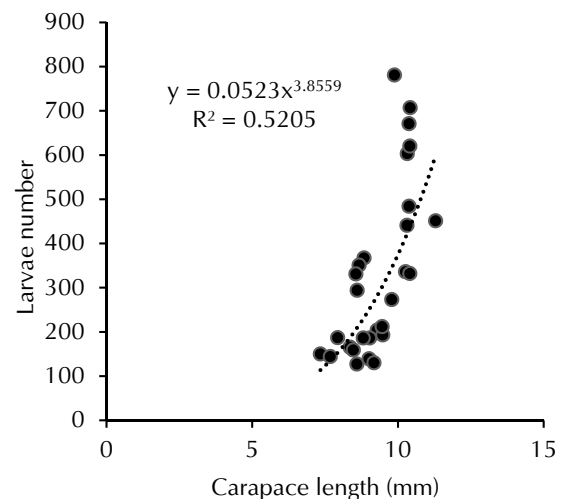


Fig. 5 Relationship between carapace length of broodstock and larvae number of *Lysmata boggei*.

二、初期蝦苗餌料、投餵時機、溫度及鹽度試驗

(一) 不同餌料密度對蝦苗活存及成長之影響

剛孵化的紅線鞭腕蝦蝦苗以不同餌料密度

Table 1 The survival and development to 4th-stage zoea rates of *Lysmata boggei* larvae fed with *Artemia* spp. nauplii at different concentrations

<i>Artemia</i> nauplius at different concentrations (ind./ml)	Survival rate of 6 dph* (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at the 6 dph* (%)
0.25	85.0 ± 8.7 ^a	66.9 ± 7.0 ^a
0.5	98.3 ± 2.9 ^b	93.2 ± 3.2 ^b
1	98.3 ± 2.9 ^b	100.0 ± 0.0 ^b
2	100.0 ± 0.0 ^b	100.0 ± 0.0 ^b
4	100.0 ± 0.0 ^b	100.0 ± 0.0 ^b

*Different superscript letters indicate significant difference ($p \leq 0.05$).

Table 2 The survival and development to 4th-stage zoea rates of *Lysmata boggei* larvae fed with *Artemia* spp. nauplii under different feeding strategies

Day of initial feeding	Survival rate of 6 dph* (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at the 6 dph* (%)
0	93.3 ± 7.6 ^c	100.0 ± 0.0 ^c
1	73.3 ± 5.8 ^b	75.0 ± 10.7 ^b
2	58.3 ± 5.8 ^a	5.6 ± 4.9 ^a
3	0	0

*Different superscript letters indicate significant difference ($p \leq 0.05$).

0.25、0.5、1、2 及 4 隻/ml 豐年蝦餵食，第 6 天蝦苗的活存率分別為 85.0 ± 8.7、98.3 ± 2.9、98.3 ± 52.9、100.0 ± 0.0 及 100.0 ± 0.0%，除了餵食 0.25 隻/ml 組與其它各組有顯著差異 ($p \leq 0.05$) 外，其餘各組間無顯著差異；在成長方面達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例分別為 66.9 ± 7.0、93.2 ± 3.2、100.0 ± 0.0、100.0 ± 0.0 及 100.0 ± 0.0%，除了餵食 0.25 隻/ml 組與其它各組有顯著差異 ($p \leq 0.05$) 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 及 2 天後再餵食組，第 6 天蝦苗的活存率分別為 93.3 ± 7.6、73.3 ± 5.8 及 58.3 ± 5.8%，各組間有顯著差異 ($p \leq 0.05$)，延遲 3 天後再餵食及不餵食組分別在第 6 及 5 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、75.0 ± 10.7 及 5.6 ± 4.9%，各組間有顯著差異 ($p \leq 0.05$) (Table 2)。延遲 3 天餵食組的蝦苗死亡前可達到第三期蝦苗，不餵食組的蝦苗死亡前可達到第二期蝦苗。

(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 6 天蝦苗的活存率分別為 88.3 ± 12.6、91.7 ± 2.9、95.0 ± 5.0、96.7 ± 2.9、68.3 ± 12.6 及 5.0 ± 5.0%，30 及 33°C 組與其它各組間有顯著差異 ($p \leq 0.05$)；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 30.4 ± 9.6、100.0 ± 0.0、100.0 ± 0.0 及 100.0 ± 0.0% (Table 3)，21°C 組僅發育至第三期蝦苗，而 18°C 組僅發育至第二期蝦苗。

(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 6 天蝦苗的活存率分別為 20.0 ± 15.0、96.7 ± 2.9、90.0 ± 10.0、96.7 ± 2.9、93.3 ± 2.9 及 73.3 ± 20.2%，除 19 及 44 psu 組外，其它各組間無顯著差異 ($p > 0.05$)；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 100.0 ± 0.0、100.0 ± 0.0、100.0 ± 0.0、96.5 ± 3.0 及 1.8 ± 3.0% (Table 4)，19 及 44 psu 組

大多為第三期蝦苗，而 19 psu 組還發現有第二期蝦苗。

Table 3 The survival and development to 4th-stage zoea rates of *Lysmata boggei* larvae raised in different water temperatures

Water temperature (°C)	Survival rate at 6 dph* (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at 6 dph*(%)
18	88.3 ± 12.6 ^c	–
21	91.7 ± 2.9 ^c	–
24	95.0 ± 5.0 ^c	30.4 ± 9.6 ^a
27	96.7 ± 2.0 ^c	100.0 ± 0.0 ^b
30	68.3 ± 12.6 ^b	100.0 ± 0.0 ^b
33	5.0 ± 5.0 ^a	100.0 ± 0.0 ^b

*Different superscript letters indicate significant difference ($p \leq 0.05$).

Table 4 The survival and development to 4th-stage zoea rates of *Lysmata boggei* larvae raised in different salinities

Salinity (psu)	Survival rate at 6 dph* (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at 6 dph*(%)
19	20.0 ± 15.0 ^a	–
24	96.7 ± 2.9 ^c	100.0 ± 0.0 ^b
29	90.0 ± 10.0 ^{bc}	100.0 ± 0.0 ^b
34	96.7 ± 2.9 ^c	100.0 ± 0.0 ^b
39	93.3 ± 2.9 ^{bc}	96.5 ± 3.0 ^b
44	73.3 ± 20.2 ^b	1.8 ± 3.0 ^a

*Different superscript letters indicate significant difference ($p \leq 0.05$).

三、蝦苗生產試驗

紅線鞭腕蝦蝦苗以不同餌料密度 0.5、1、2 及 4 隻/ml 豐年蝦餵食，培育至後期蝦苗的活存率分別為 21.7 ± 16.1、36.7 ± 7.6、71.7 ± 5.8 及 51.7 ± 12.6%；在成長方面最快變態為後期蝦苗的時間分別在孵化後 64、47、41 及 36 天，最慢分別為 137、90、104 及 92 天，平均達到後期蝦苗的時間分別為 100.9 ± 21.6、64.3 ± 12.2、55.2 ± 14.0 及 50.9 ± 13.6 天 (Table 5)。餌料密度 0.25 隻/ml 組的蝦苗沒有變態且在孵化後 114 天死亡。

Table 5 The survival rates and times of development to postlarvae of *Lysmata boggei* fed with *Artemia* spp. nauplii at different concentrations

<i>Artemia</i> nauplius at different concentrations (ind./ml)	Survival rate of postlarvae* (%)	Time of larval developing to postlarvae* (day)
0.25	0	–
0.5	21.7 ± 16.1 ^a	100.9 ± 21.6 ^c
1	36.7 ± 7.6 ^{ab}	64.3 ± 12.2 ^b
2	71.7 ± 5.8 ^c	55.2 ± 14.0 ^a
4	51.7 ± 12.6 ^{bc}	50.9 ± 13.6 ^a

*Different superscript letters indicate significant difference ($p \leq 0.05$).

討 論

紅線鞭腕蝦孵化蝦苗數和種蝦頭甲長度成正比關係。此結果和許多觀賞蝦相同；油彩蠟膜蝦 (*Hymenocera picta*) 的頭胸甲長 7.2 – 11.5 mm 產出 438 – 4,659 顆卵 (城與蔡, 2009)、德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 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*) 的頭胸甲長 7.6 – 12.6 mm 產出 443 – 2,667 顆卵 (Maihara, 2002)、眼斑活額蝦 (*R. conspiciocellus*) 的頭胸甲長 7.0 – 13.2 mm 產出 185 – 5075 顆卵 (Hiroe and Shigemitsu, 1998) 及安波托蝦 (*Thor amboinensis*) 的頭胸甲長度為 1.7 – 3.4 mm 孵化蝦苗數量為 21 – 251 隻 (城等, 2016)。本研究記錄的孵化數 (頭胸甲長度為 9.3 ± 1.0 mm，孵化蝦苗數量為 329 ± 195 隻) 較 Calado *et al.* (2007) 少 (頭胸甲長度為 8.4 ± 0.2 mm 孵化蝦苗數量為 784 ± 146 隻)，推測與餵食的次數、餌料種類及其是否具用滋養有關。

餌料密度的多寡會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、汙染水質或競爭等負面的影響。紅線鞭腕蝦初期蝦苗以 0.25 – 4 隻/ml 不同餌料密度餵食 6 天，各組都有蝦苗發育到第四期苗，但 0.25 隻/ml 組的活存及成長都顯著較差。初期蝦苗最適餌料密度因種類而異，德班活額蝦為 2 隻/ml (城與蔡, 2005)、花斑掃帚蝦 (*Saron marmoratus*) 為 0.5 – 4 隻/ml (城

等, 2008)、油彩蠟膜蝦為 2 - 4 隻/ml (城等, 2010)、亨氏活額蝦為 1 隻/ml (城等, 2012)、紅斑活額蝦為 0.5 - 1 隻/ml (城等, 2013)、安波托蝦為 0.5 - 2 隻/ml (城等, 2016)。另外, 紅斑和亨氏活額蝦在餵食 2 隻/ml 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 8 隻/ml 才會出現活存率低下的現象。本研究的最高餌料密度為 4 隻/ml, 結果並無活存率低下的現象, 若再提高餌料密度也可能會發生活存率低下的現象。

雖然初期蝦苗 (蚤狀幼體第一期至第四期) 的餌料密度試驗結果顯示餵食 0.5 - 4 隻/ml 豐年蝦對初期蝦苗的成長及活存率無差異。但持續餌料密度試驗到變態為後期蝦苗, 餵食 1 隻/ml 則在成長及活存率就有差異, 餵食 0.5 隻/ml 則更加明顯, 這顯示隨著蝦苗的成長對餌料的需求也增加。達到後期蝦苗的結果顯示餵食 2 及 4 隻/ml 在成長及活存率無統計上的差異, 但餵食 2 隻/ml 的活存率高一些, 而餵食 4 隻/ml 最快變態為後期蝦苗所需的時間短一些。若做為產業量產種苗之參考, 以 2 隻/ml 的豐年蝦無節幼蟲飼料是較經濟的餌料投餵密度。

延遲投餌結果顯示孵化後即刻投餵餌料, 第 6 天蝦苗的活存率及成長顯著較高, 而延遲餵食時蝦苗的活存率及成長顯著較低, 延遲越久影響越大。活額蝦科 (Family Rhynchocinetidae) (城等, 2012) 及安波托蝦 (城等, 2016) 的蝦苗有相似的結果。

棲息在珊瑚礁區的物種通常對鹽度變化的容忍度較低, 結果顯示紅線鞭腕蝦初期蝦苗 (蚤狀幼體第一期至第四期) 在鹽度低於 24psu 高於 39psu 的環境下成長及活存率都較差, 這與油彩蠟膜蝦 (城等, 2010) 和亨氏活額蝦 (城等, 2012) 的結果相似。

紅線鞭腕蝦初期蝦苗在溫度的試驗的結果顯示, 孵化後 6 天 18 - 27°C 有較高的活存率, 而 27 - 33°C 的成長較佳, 能同時有高活存率及成長的水溫為 27°C, 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。溫度同時也

影響卵的孵化時間, 在一定的溫度範圍內, 紅線鞭腕蝦的孵化時間與溫度呈負相關, 19.0°C 的孵化時間(17 天) 比 29.9°C (8 天) 多了 1 倍以上, 這與德班氏活額蝦 (城與蔡, 2007) 的結果相似。在初期蝦苗的試驗結果顯示適當的水溫可以同時擁有高活存率及成長, 溫度的高低除了影響孵時間外, 是否也會影響孵化出來蝦苗的健康程度, 未來可以進一步的探討。本研究顯示紅線鞭腕蝦蝦苗培育在 27°C, 鹽度 34 psu, 孵化後立即餵食 2 - 4 隻/ml 豐年蝦可以在孵化後 36 - 104 天變態為底棲性的後期蝦苗, 此結果可做為將來蝦苗量產培育過程的參考依據。

參考文獻

- 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, 蔡萬生 (2007) 德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 幼苗之發育研究. 水產研究, 15 (1):13-35.
- 城振誠, 蔡萬生 (2009) 油彩蠟膜蝦繁養殖試驗. 水產試驗所97年度年報, 46.
- 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, 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, 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, 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, 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):8 3-90.
- Andrew, L. R. and L. Junda (2006) A Western Atlantic peppermint shrimp complex: redescription of *Lysmata wurdemanni*, description of four new species, and remarks on *Lysmata rathbunae*. Bull. Mar. Sci., 79(1): 165-204.
- Baeza, J. A, C. D. Schubart, P. Zillner, M. S. Fuentes and R. T. Bauer (2009) Molecular phylogeny of shrimps from the genus *Lysmata* (Caridea: Hippolytidae): the evolutionary origins of protandric simultaneous hermaphroditism and pair-living. Biol. J. Linnean Soc., 96: 415-424

- Baeza J. A. (2013) Multi-locus molecular phylogeny of broken-back shrimps (genus *Lysmata* and allies): a test of the 'Tomlinson-Ghiselin' hypothesis explaining the evolution of simultaneous hermaphroditism. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 69: 46-62.
- Baeza, J. A., D. C. Behringer, R. J. Hart, M. D. Dickson, and J. R. Anderson (2014) Reproductive biology of the marine ornamental shrimp *Lysmata boggei* in the south-eastern Gulf of Mexico. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 94: 141-149.
- Calado, R., A. Vitorino, G. Dionísio and M. T. Dinis (2007) A recirculated maturation system for marine ornamental decapods. *Aquaculture*, 263: 68-74
- Debelius, H. (1998) Red Sea Reef Guide. IKAN-Unterwasserarchiv, Frankfurt, Germany, 268 pp.
- Guo, C. C., J. S. Hwang and D. G. Fautin (1996) Host selection by shrimps with sea anemones: A field survey and experimental laboratory analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 202: 165-176
- Hiroe, M. and S. Shigemitsu (1998) Larval development of the rhynchocinetid shrimp, *Rhynchocinetes conspicicellus* Okuno & Takeda reared under laboratory conditions. *Crustac. Res.*, 27: 40-69.
- Khan, R. N., J. H. A. Becker, A. L. Crowther and I. D. Lawn (2004) Spatial distribution of symbiotic shrimps (*Periclimenes holthuisi*, *P. brevicarpalis*, *Thor amboinensis*) on the sea anemone *Stichodactyla haddoni*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 84: 201-203.
- Maihara, Y. (2002) Larval stages of the Rhynchocinetid Shrimp, *Rhynchocinetes uritai* KUBO, 1942 (Decapoda, Caridea, Rhynchocinetidae) reared under laboratory conditions. *Sci. Rep. Mus., Tokai Univ.*, 4: 59-77.
- Rhyne A. L., Lin J., Deal K. J. (2004) Biological control of aquarium pest anemone *Aiptasia pallida* Verrill by peppermint shrimp *Lysmata* Risso. *J. Shell. Res.*, 23: 227-230
- Rhyne, A. L. and J. Lin (2006) A western Atlantic peppermint shrimp complex: redescription of *Lysmata Wurdemanni*, description of four new species, and remarks on *Lysmata rathbunae* (Crustacea: Decapoda: Hippolytidae). *Bull. Mar. Sci.*, 79: 165-204.

Artificial Propagation of Peppermint Shrimp (*Lysemata boggeffi* Rhyne & Lin, 2006)

Chen-Cheng Cheng*, Yu-Hsia Wu, Song-Hua Wang, Che-Hsiang Wu, Yan-Kia Chen
and Hernyi Justin Hsieh

Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

This study investigated the artificial propagation of peppermint shrimp (*Lysemata boggeffi* Rhyne & Lin, 2006) by exploring the relationships among carapace length, number of larvae, different feeding concentrations, starvation, salinity and temperature on the growth and survival of the shrimp. The relationship between the number of hatched larvae (N_{larva}) and carapace length (CL) of broodstock was expressed as the regression equation $N_{larva} = 0.528CL^{3.8559}$. The period from spawning to hatching was negatively correlated with water temperature, and the accumulated hatching temperature was 293.4 ± 34.5 degree-days. Larvae fed with the nauplii of *Artemia* spp. at 0.5-4/ml had better survival rate and growth at 6 dph (days posthatch). In terms of salinity, the survival rate and growth were better in salinities ranging from 24-39 psu. The survival rate and growth were decreased, however, in larvae that were not fed immediately after being hatched. Furthermore, better survival rates were obtained for larvae raised at temperatures of 18, 21, 24 and 27°C, while better growth rates were obtained for larvae raised at temperatures of 27, 30 and 33°C. Overall, the best survival rate and growth were obtained for larvae raised at 27°C, 34 psu, and fed with the nauplii of *Artemia* spp. at 2-4/ml. The larvae developed into postlarvae at 36-104 dph.

Key words: larval development, feed, *Lysemata boggeffi*

*Correspondence: Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute, 266 Shili, Magong 880, Penghu, Taiwan. TEL: (06) 9953416; FAX: (06) 9953058; E-mail: chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw