

短腕岩蝦 (*Periclimenes brevicarpalis* Sehenkel, 1902) 的人工繁殖

城振誠* · 吳玉霞 · 湯慕婷 · 陳昱瑾 · 謝恆毅

農業部水產試驗所澎湖漁業生物研究中心

摘 要

短腕岩蝦 (*Periclimenes brevicarpalis* Sehenkel, 1902) 是一種可與海葵共生的海水觀賞蝦，為了開發量產技術，本試驗先建立人工繁殖的相關技術，探討種蝦生殖週期及孵化時間與水溫的關係，初期蝦苗（蚤狀幼體一至四期）投餵餌料密度、餵食時機、溫度及鹽度對成長及活存的影響。初步結果顯示種蝦生殖週期與水溫呈負相關，孵化積溫為 284.0 ± 51.2 度日，初期蝦苗（孵化後 6 天）的餌料密度以豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml 以上有較佳活存率及成長。延遲 1 天投餌不利蝦苗活存。溫度方面，蝦苗在 24 – 33°C 的水溫環境下活存率較佳，而成長則以 27 – 33°C 較佳。鹽度方面，蝦苗在 19 – 34 psu 的鹽度下其活存率較佳，而成長則以 19 – 39 psu 較佳。綜合以上，本研究顯示短腕岩蝦蝦苗培育在 27 – 33°C，鹽度 19 – 34 psu，孵化當日餵食 4 隻/ml 以上豐年蝦，可以在孵化後 15 – 43 日發現變態為底棲性的後期蝦苗。

關鍵詞：幼苗培育、積溫、觀賞水族、短腕岩蝦

前 言

短腕岩蝦 (*Periclimenes brevicarpalis* Sehenkel, 1902) 屬於節肢動物門 (Phylum Arthropoda)、軟甲綱 (Class Malacostraca)、十足目 (Order Decapoda)、長臂蝦科 (Family Palaemonidae)。其特徵為全身透明，眼柄上面白色，下面透明，兩眼柄連成一條白線，尾扇為白色末端有五個鑲褐色邊的橘黃色斑點。因全身透明所以稱為透明海葵蝦 (glass anemone shrimp)，也因為尾扇末端有五個橘黃色斑點像孔雀開屏也稱雀尾海葵蝦 (peacock-tail anemone shrimp)。大部分雄蝦除了頭胸甲兩側鰓域有一小點及第三腹節背部邊緣有細帶狀白色斑塊外，少有其它斑點；雌蝦的斑點較大且多，頭胸甲較寬且胃域頂部隆起，除了頭胸甲鰓域兩側及第三腹節背部邊緣有係帶狀白色斑塊外，第四第五胸足底節中間及第一腹節腹部各有一個斑點、第一至第

四腹節側面各有 1 個明顯的斑點，生殖巢大小會隨生殖巢的成長而變化。該物種的分布從東非、紅海和印度洋到琉球群島、馬來群島整個西太平洋地區包括澳大利亞在內的熱帶海域都有記錄 (Miyake and Fujino, 1968)。是一種與數種海葵共生的蝦類 (Suzuki and Hayashi, 1977; Fautin *et al.*, 1995)。觀察中也發現這種海葵蝦不會輕易地離開宿主海葵，屬於專性 (obligate) 共生者；而宿主海葵對於其共生者而言具有非常重要的生態意義 (段, 1997)。生長、脫殼間隔和孵化幼苗的數量都與海葵蝦是否與海葵一起飼養有關，但與是否餵食無明顯關係 (Fautin *et al.*, 1995)。短腕岩蝦的體型適中、外型亮麗，可飼養在小型水族缸，也適合與不具攻擊性或不以此食的觀賞物種混養，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 (黃與何, 2017)，短腕岩蝦是一種有商業價值的觀賞蝦 (Calado *et al.*, 2003)。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。關於人工繁殖，先前的研究記錄了短腕岩蝦幼苗完整的發育過程和成蝦的抱卵量

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

(Nagai and Shokita, 2003)，本研究則探討種蝦脫殼週期及卵孵化時間與水溫的關係，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試驗，旨在建立種蝦及幼苗人工培育的參數，作為產業量產之參考。

材料與方法

一、種蝦培育

種蝦 (Fig. 1) 採集自澎湖周邊海域，蓄養在 $51 \times 37 \times 40$ cm 的 FRP 水缸內，換水量 5 L/h。缸內放置四色蓬蘽海葵 (*Entacmaea quadricolor*)，當海葵觸手明顯減少或萎縮時就替換。每週投餵足夠生鮮餌料 (魚、蝦或貝肉) 2 次，並於餵食隔日清除殘餌。每日觀察記錄水溫，並將抱卵種蝦移置單獨的 FRP 缸中 ($30 \times 20 \times 25$ cm) 等待孵化，每日換水一次。記錄孵化及脫殼時間與水溫的關係，並計算孵化積溫 [積溫 = 時間 (日) $\times$ 水溫 ($^{\circ}\text{C}$)]。



Fig. 1 Female and male of *Periclimenes brevicarpalis*.

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 $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；除鹽度試驗外，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 (Nagai and Shokita, 2003)，本研究利用短腕岩蝦蚤狀幼體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。預備試驗結果顯示在水溫 $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的環境下，蝦苗 4 dph 達到第四期的比例為 0%、5 dph 達到第四期的比例為 70%、6 dph 達到第四期的比例為 90% 以上、7 dph 達到第四期的比例接近 100%。因此，本研究各育苗試驗的時間均設定為 6 dph，記錄達到第四期蚤狀幼體的比例做為成長的依據，待 6 dph 時利用光學解剖顯微鏡 (ZEISS Stemi SV11 APO 及 AxioCam 105 Camera) 進行形態判別並加以記錄，以達到第四期蝦苗的比例作為成長的依據。

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

試驗分為 5 組 3 重複，以 5 種密度之豐年蝦無節幼蟲 1、2、4、8 及 16 隻/ml 餵食剛孵化的蝦苗。

(二) 延遲投餌對蝦苗活存及成長之影響

試驗分為 5 組 3 重複，以 5 種投餵時間，分別為孵化當日餵食、延遲 1、2、3 天後再餵食及不餵食組。各組餵食量均依餌料密度對蝦苗存活及成長試驗的最佳結果以豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml 投餵。

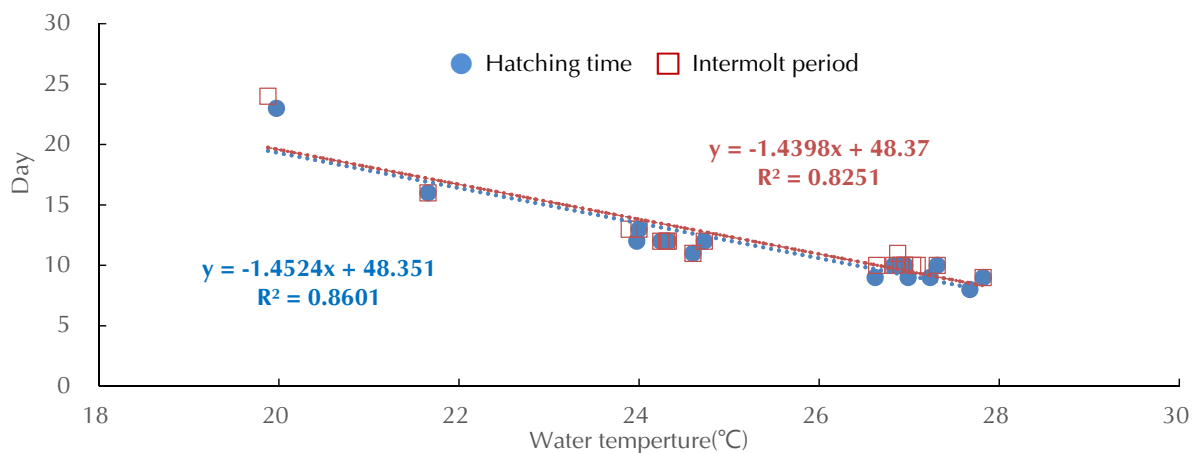


Fig. 2 Effect of water temperature on hatching time and molting interval of *P. brevicarpalis*.

(三) 不同溫度對蝦苗活存及成長之影響

試驗分為 6 組 3 重複，以 6 種溫度，分別為 18、21、24、27、30 及 33°C。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。各組餵食量均依餌料密度對蝦苗存活及成長試驗的最佳結果以豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml 投餵。

(四) 不同鹽度對蝦苗活存及成長之影響

試驗分為 6 組 3 重複，以 6 種鹽度，分別為 19、24、29、34、39 及 44 psu。>34 psu 組別利用蒸發至 70 psu 的高鹽海水與一般海水配製至實驗濃度；<34 psu 組別利用 RO 水勾兌至實驗濃度進行實驗。各組餵食量均依餌料密度對蝦苗存活及成長試驗的最佳結果以豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml 投餵。

五、蝦苗生產試驗

孵化的蝦苗以 600 ml 的燒杯為飼育容器，內裝海水 400 ml，每個燒杯放養 20 隻，水溫維持在 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ，以剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml 投餵，每日換水，記錄蝦苗自孵化培育到變態為後期蝦苗的時間及數量。

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、種蝦脫殼間隔與水溫的關係

總共記錄 19 次，結果顯示，最短脫殼間隔為 9 天，記錄到 1 次，平均水溫為 27.8°C；脫殼間隔 10 天，記錄到 8 次，平均水溫分別為 26.6 – 27.1°C；脫殼間隔 11 天記錄到 2 次，平均水溫為 24.6 及 26.9°C；脫殼間隔 12 天，記錄到 4 次，平均水溫為 24.2 – 24.7°C；脫殼間隔 13 天，記錄到 2 次，平均水溫為 23.9 及 24.0°C；脫殼間隔 19 天，記錄到 1 次，平均水溫為 21.3°C；最長脫殼間隔 23 天，記錄到 1 次，平均水溫為 19.9°C。脫殼間隔與水溫的關係式為 $y = -1.4398x + 48.37$ ； $R^2 = 0.8251$ (Fig. 2)。脫殼間隔積溫為 294.3 ± 49.5 度天。

二、卵孵化時間與水溫的關係

總共記錄 19 次，結果顯示，最短孵化時間 8 天，記錄到 2 次，平均水溫為 27.6 及 27.7°C；孵化時間 9 天，記錄到 4 次，平均水溫為 26.6 – 27.2°C；孵化時間 10 天，記錄到 4 次，平均水溫為 26.8 – 27.0°C；孵化時間 11 天，記錄到 1 次，平均水溫為 24.6°C；孵化時間 12 天，記錄到 5 次，平均水溫為 24.0 – 24.7°C；孵化時間 13 天，

Table 1 The survival rate at 6 days post-hatching (dph) and the development rate to the 4th zoeal stage of *P. brevicarpalis* larvae fed with *Artemia* nauplii at varying concentrations

<i>Artemia</i> nauplii at different concentrations (ind./ml)	Survival rate of 6 dph (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at the 6 dph (%)
1	30.0 ± 5.0 ^a	19.0 ± 33.0 ^a
2	43.3 ± 2.9 ^a	58.3 ± 3.0 ^b
4	65.0 ± 0.0 ^b	100.0 ± 0.0 ^c
8	71.7 ± 5.8 ^b	100.0 ± 0.0 ^c
6	60.0 ± 15.0 ^b	100.0 ± 0.0 ^c

Values are shown as the mean ± SD; Different superscripts indicate significant differences ($p < 0.05$).

Table 2 The survival rate at 6 days post-hatching (dph) and the development rate to the 4th zoeal stage of *P. brevicarpalis* larvae according to feeding strategy

<i>Artemia</i> nauplii at different concentrations (ind./ml)	Survival rate of 6 dph (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at the 6 dph (%)
0	73.3 ± 7.6 ^b	97.6 ± 4.0
1	27.0 ± 5.8 ^a	86.0 ± 12.8
2	—	—
3	—	—

Values are shown as the mean ± SD; Different superscripts indicate significant differences ($p < 0.05$).

記錄到 1 次，平均水溫為 24.0°C；孵化時間 16 天，記錄到 1 次，平均水溫為 21.7°C；最長孵化時間 22 天，記錄到 1 次，平均水溫為 19.9°C。孵化時間與水溫的關係式為 $y = -1.4524x + 48.351$ ； $R^2 = 0.8601$ (Fig. 2)。孵化積溫為 284.0 ± 51.2 度天。

三、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

以不同餌料密度 1、2、4、8 及 16 隻/ml 豐年蝦餵食，6 dph 蝦苗的活存率分別為 30.0 ± 5.0 、 43.3 ± 2.9 、 65.0 ± 0.0 、 71.7 ± 5.8 及 $60.0 \pm 15.0\%$ ，除了餵食 1 及 2 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；在成長方面達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例分別為 19.0 ± 33.0 、 58.3 ± 3.2 、 100.0 ± 0.0 、 100.0 ± 0.0 及 $100.0 \pm 0.0\%$ ，與活存率類似除了餵食 1 及 2 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

蝦苗孵化當日餵食及延遲 1 天後再餵食組，6 dph 蝦苗的活存率分別為 73.3 ± 7.6 及 $27.0 \pm 5.8\%$ ，組間有顯著差異 ($p < 0.05$)，延遲 2 及 3 天後再餵食及不餵食組分別在 2 dph 大量死亡，3 dph 全部死亡；但在成長方面，即時餵食及延遲 1 天餵食組達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例分別為 97.6 ± 4.0 及 $86.0 \pm 12.8\%$ ，組間無顯著差異 ($p \geq 0.05$) (Table 2)。

(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 6 dph 蝦苗的活存率分別為 50.0 ± 18.0 、 46.7 ± 7.6 、 56.7 ± 7.6 、 70.0 ± 8.7 、 71.7 ± 7.6 及 $61.7 \pm 7.6\%$ ，18 及 21°C 組與 27 及 30°C 組有顯著差異 ($p < 0.05$)；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 3.3 ± 5.8 、 100.0 ± 0.0 、 100.0 ± 0.0 及 $100.0 \pm 0.0\%$ (Table 3)，18°C 組 6 dph 大多為第三期蝦苗 (77%)，但還有第二期 (20%) 及第一期蝦苗 (1%)。21°C 組全數為第三期蝦苗。24°C 組大多為第三期蝦苗但有

少部分達到第四期蝦苗。

(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 85.0 ± 5.0 、 86.7 ± 2.9 、 78.3 ± 5.8 、 80.0 ± 10.0 、 51.7 ± 7.6 及 $16.7 \pm 2.9\%$ ，除 39 及 44 psu 組外，其它各組間無顯著差異 ($p \geq 0.05$)；在成長方面，19、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 98.0 ± 3.4 、 98.0 ± 3.4 、 98.0 ± 3.4 、 100.0 ± 0.0 、 100.0 ± 0.0 及 $52.8 \pm 41.1\%$ (Table 4)。

Table 3 The survival rate at 6 days post-hatching (dph) and the development rate to the 4th zoeal stage of *P. brevicarpalis* larvae kept at different water temperatures

Water temperature (°C)	Survival rate of 6 dph (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at the 6 dph (%)
18	50.0 ± 18.0^a	—
21	46.7 ± 7.6^a	—
24	56.7 ± 7.6^{ab}	3.3 ± 5.8^a
27	70.0 ± 8.7^b	100.0 ± 0.0^b
30	71.7 ± 7.6^b	100.0 ± 0.0^b
33	61.7 ± 7.6^{ab}	100.0 ± 0.0^b

Values are shown as the mean $\pm$ SD; Different superscripts indicate significant differences ($p < 0.05$).

Table 4 The survival rate at 6 days post-hatching (dph) and the development rate to the 4th zoeal stage of *P. brevicarpalis* larvae kept at different salinity

Salinity (psu)	Survival rate of 6 dph (%)	Larvae developing to 4th-stage zoea at the 6 dph (%)
19	85.0 ± 5.0^c	98.0 ± 3.4^b
24	86.7 ± 2.9^c	98.0 ± 3.4^b
29	78.3 ± 5.8^c	98.0 ± 3.4^b
34	80.0 ± 10.0^c	100.0 ± 0.0^b
39	51.7 ± 7.6^b	100.0 ± 0.0^b
44	16.7 ± 2.9^a	52.8 ± 41.1^a

Values are shown as the mean $\pm$ SD; Different superscripts indicate significant differences ($p < 0.05$).

四、蝦苗生產試驗

在相同條件下 (600 ml 燒杯，400 ml 海水，20 隻/杯，水溫 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ，鹽度 34 psu，孵化當日

即以剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml 投餵，每日換水) 培育，共產出 335 隻後期蝦苗，蝦苗變態為後期蝦苗 (Fig. 3) 的時間，最快為 15 dph、最慢為 43 dph。在 15 dph 變態為後期蝦苗 (底棲) 的有 6 隻，佔後期蝦苗總數的 1.8%；16–20 dph 有 53 隻，佔 15.8%；21–25 dph 有 132 隻，佔 39.4%；26–30 dph 有 104 隻，佔 31%；31–35 dph 有 28 隻佔 8.4%；36–40 dph 有 24 隻佔 2.7%；41 dph 以後有 3 隻佔 0.9% (Fig. 4)。



Fig. 3 Post-larva (20 days post-hatching) of *P. brevicarpalis*.

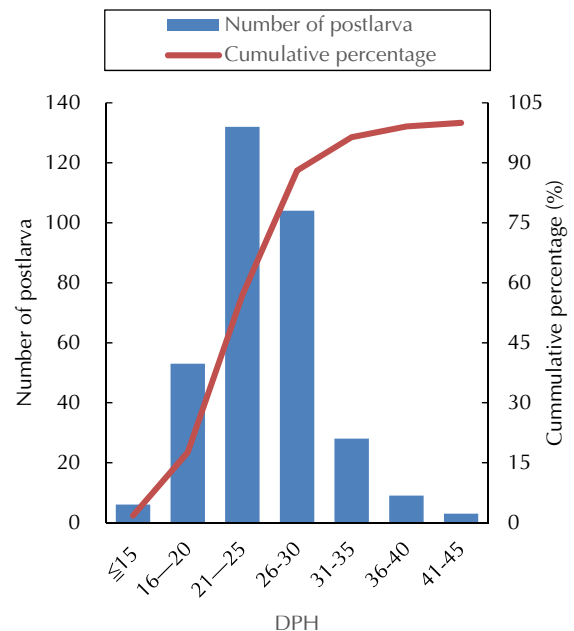


Fig. 4 Time for the metamorphosis of *P. brevicarpalis* larvae into post-larvae (bars) and its cumulative percentage (line) ($n = 335$).

討 論

結果顯示水溫越高短腕岩蝦的脫殼間隔越短，越低則脫殼間隔越長，亦即脫殼間隔與水溫呈負相關，這與德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) (城與蔡, 2007) 及模里西斯鞭腕蝦 (*Lysemata debelius*) (吳等, 2022) 有相同的趨勢。孵化時間與水溫亦呈負相關，與脫殼間隔的結果相似，這也與德班氏活額蝦 (城與蔡, 2007)、紅線鞭腕蝦 (*Lysemata boggessi*) (城等, 2019) 及模里西斯鞭腕蝦 (吳等, 2022) 有相同的趨勢。依據孵化時間與水溫的關係，可在發現產卵後推算孵化時間，進行蝦苗餌料的準備工作。

對餌料的需求量會因種類而不同，餌料不足會導致成長不良及活存率低下，但餌料過多除了造成騷擾緊迫、汙染水質等負面的影響外也造成浪費 (城與蔡, 2005; 城等, 2010, 2013, 2016, 2019, 2022)。結果顯示岩蝦的初期蝦苗對餌料需求高，餵食 16 隻/ml 豐年蝦無節幼蟲尚未因餌料過多而導致活存率低下。雖然餵食 4、8、16 隻/ml 豐年蝦的活存及成長皆無差異。因此餵食 4–8 隻/ml 豐年蝦比較適合。

延遲投餌試驗結果得知，對短腕岩蝦蚤狀幼體而言延遲投餌結果並無正向效果。根據蝦苗的屬性，短腕岩蝦蝦苗應屬於以浮游生物為營養的幼生，蝦苗孵化後體內所儲存的養分不多，因此必須馬上攝取充足的營養。延遲 1 天投餌造成活存率大幅下降，延遲 2 天就全數死亡，這與很多海水觀賞蝦類似 (城與蔡, 2005; 城等, 2013, 2016, 2019, 2022)，但延遲 1 天餵食的蝦苗成長卻與即時餵食的蝦苗相當，沒有統計上的差異。顯示這種蝦的攝食量大且不耐飢餓，與油彩蠟膜蝦 (*Hymenocera picta*) 延遲 2 天餵食尚不會對蝦苗造成影響 (城等, 2019) 顯然不同，因此在蝦苗孵化前應準備好餌料，待蝦苗孵化後即時餵食才能有較佳的活存與成長。

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。短腕岩蝦初期蝦苗在溫度的試驗的結果顯示，24–33°C 有較高的活存率，而 27–33°C 能同時有較佳的成長，最適水溫的範圍較油彩蠟膜蝦 30°C (城等,

2010)、安波托蝦 (*Thor amboinensis*) 27–30°C (城等, 2016)、紅線鞭腕蝦 27°C (城等, 2019)、模里西斯鞭腕蝦 27–30°C (吳等, 2022) 廣，更能適應高水溫環境。另外在 18°C 的成長表現與安波托蝦類似，同樣有第二及第三期蝦苗 (城等, 2016) 外，低溫除減緩成長的速度外還導致個體成長差異大 (還有第一期蝦苗)。因此，短腕岩蝦適合培育在較高溫的環境。

短腕岩蝦初期蝦苗在鹽度試驗方面顯示，19–34 psu 有較佳的活存率，而成長則是 19–39 psu 較佳。無論在活存率或成長，短腕岩蝦初期蝦苗在較低鹽度 (19 psu) 的表現都較油彩蠟膜蝦 (城等, 2010)、紅線鞭腕蝦 (城等, 2019)、模里西斯鞭腕蝦 (吳等, 2022) 佳；在較高鹽度 (39 psu) 的活存卻不如油彩蠟膜蝦 (城等, 2010)、紅線鞭腕蝦 (城等, 2019) 及模里西斯鞭腕蝦 (吳等, 2022)。試著將 19 psu 鹽度試驗延續，發現在 18 dph 開始變態為後期蝦苗，與 34 psu 的時間相同，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，且在 19 psu 環境的後期蝦苗活存 2 天後死亡。這顯示雖然初期蝦苗可以在比較低的鹽度下生長，但低鹽度並沒有縮短脫殼間隔的趨勢，且對後期蝦苗的活存不利。

短腕岩蝦蝦苗培育在 27°C，鹽度 34 psu，孵化後立即餵食 4 隻/ml 豐年蝦，在 15–43 dph 變態為底棲性的後期蝦苗，Nagai and Shokita (2003) 的結果也在這範圍內。雖然最晚變態的時間幾乎是最早變態的 2 倍以上，但大多在 16–35 dph (90% 以上) 變態，相關的研究如花斑掃帚蝦 (*Saron marmoratus*) 會在 13–37 dph 變態為底棲性的後期蝦苗，但大多數的蝦苗在 16–30 dph 變態 (城等, 2017)；安波托蝦會在 24–59 dph 變態，但大多在 26–45 dph 變態 (城等, 2016)；油彩蠟膜蝦會在 34–70 dph 變態，但大多在 34–50 dph 變態 (城等, 2015)；模里西斯鞭腕蝦會在 49–134 dph 變態，但大多在 50–90 dph 變態 (城等, 2023) 也有類似的結果。本研究無論是脫殼週期或孵化時間與水溫的關係、餌料的密度、餵食策略、溫度及鹽度對蝦苗成長及變態的時程，其結果將可做為量產研發之參考依據。另外，利用人工培育的方式提供不依賴海葵的種蝦也是未來量產的課題。

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.
- 吳玉霞, 湯慕婷, 城振誠, 謝恆毅 (2022) 模里西斯鞭腕蝦 (*Lysmata debelius*) 的人工繁殖. 水產研究, 30 (2):55-61.
- 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, 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):8 3-90.
- 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, 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, 吳玉霞, 湯慕婷, 謝恆毅 (2023) 模里西斯鞭腕蝦 (*L. debelius* Bruce, 1983) 的量產研究. 水試專訊, 82: 26-29.
- 城振誠, 陳彥愷, 王崧華, 劉素華, 林金榮 (2017) 花斑掃帚蝦的量產研究. 水試專訊, 59: 10-15.
- 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 boggei*) 的人工繁殖. 水產研究, 27(2): 55-62.
- 段文宏 (1997) 海葵蝦與其宿主海葵共生行為之研究. 國立海洋大學海洋生物研究所 碩士論文, 47 pp.
- 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.
- Calado, R., J. Lin, A. L. Rhyne, R. Araújo and L. Narciso, (2003) Marine ornamental decapods - popular, pricey, and poorly studied. J. Crustac. Biol., 23(4): 963-973.
- Fautin, D. G., C. C. Guo and J. S.Hwang (1995) Costs and benefits of the symbiosis between the anemoneshrimp *Periclimenes brevicarpalis* and its host *Entacmaea quadricolor*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 129: 77-84.
- Miyake, S. and T. Fujino (1968) Pontoniid shrimps from the Palau Islands (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). J. Fac. Agric., Kyushu Univ., 14(3): 399-431.
- Nagai, T. and S. Shokita (2003) Larval Development of a Pontonine Shrimp, *Periclimenes brevicarpalis* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) Reared in the Laboratory. Jap. Soc. Sys. Zool., 8: 237-265.
- 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.
- Suzuki, K., and K. I. Hayashi (1977) Five caridean shrimps associated with sea anemones in central Japan. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 24: 193-208.

Artificial Propagation of Anemone Shrimp (*Periclimenes brevicarpalis* Sehenkel, 1902)

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

Penghu Fishery Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Periclimenes brevicarpalis Sehenkel, 1902, known as the spotted cleaner shrimp, is a marine ornamental shrimp that forms symbiotic relationships with sea anemones. This study aimed to establish artificial breeding techniques by investigating the broodstock's reproductive cycle and the effects of water temperature on hatching time. It also assessed the impact of feed density, feeding timing, temperature, and salinity on the growth and survival of early-stage larvae (zoeal stages I-IV). Preliminary results showed that the broodstock's reproductive cycle was negatively correlated with water temperature, with a cumulative hatching temperature of 284.0 ± 51.2 degree-days. Early-stage larvae (6 days post-hatching) had the best survival and growth at a feed density of over 4 *Artemia* nauplii per ml; delaying feeding by one day reduced survival. Optimal survival occurred at 24-33°C, and optimal growth at 27-33°C. Salinity ranges of 19-34 psu supported better survival, while 19-39 psu promoted optimal growth. In conclusion, rearing larvae at 27-33°C and 19-34 psu salinity, with over 4 *Artemia* per ml on the hatching day, supports metamorphosis into benthic post-larvae within 15-43 days post-hatching.

Key words: larval development, accumulated temperature, ornamental aquarium, *Periclimenes brevicarpalis*

*Correspondence: 266 Shili, Magong 880, Penghu, Taiwan. TEL: (06) 9953416; FAX: (06) 9953058; E-mail: cccheng@mail.tfrin.gov.tw