

餌料、投餵策略及溫度對德班氏活額蝦初期蝦苗成長之影響

城振誠* · 蔡萬生

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

德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 是一種色彩艷麗的蝦子，具有高度觀賞價值。為了建立人工繁殖技術，本試驗探討不同的餌料種類、不同的餌料密度、延遲餵食及溫度對初期蝦苗成長及活存的影響。在水溫 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 下，單以輪蟲餵飼蝦苗，密度 15 隻/ml 組的效果較佳，至第五期蝦苗的活存率為 35 %；單以豐年蝦無節幼蟲餵飼，密度 2 隻/ml 組的效果較佳，至第五期蝦苗的活存率為 73 %。以輪蟲及豐年蝦混合餵飼，輪蟲密度 15 隻/ml 混合豐年蝦無節幼蟲密度 2 隻/ml 的餵飼組活存率最佳，至第五期蝦苗的活存率為 88 %。延遲投餌對活額蝦苗活存率有不利的影響，延遲 1 日蝦苗活存率即有顯著降低，且至第五期蝦苗的時間顯著較長 ($p < 0.05$)。延遲 2 日以上蝦苗就無法活存。在溫度試驗上， 24°C 組及 27°C 組時達到第五期蝦苗的活存率最高， 27°C 組及 30°C 組達到第五期幼苗的時間最短。本次試驗結果顯示：將活額蝦苗飼養在 27°C 的水溫下，且於孵化後 1 日內同時餵飼輪蟲及豐年蝦無節幼蟲，成長及存活率最佳。

關鍵詞：幼苗培育、溫度、餌料、德班氏活額蝦

前 言

德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 屬於節肢動物門、甲殼綱、十足目、活額蝦科。成蝦體長約 4 cm。額角長且側扁，基部有一關節可上下擺動，上緣前端緊密長著 6 ~ 8 枚小齒，後有 3 齒，下緣有 15 ~ 21 齒。頭胸甲上有 2 齒。眼上刺與觸角上刺大，前側角刺小。第 1、2 對步足形成螯足，第 2 對螯足較細小，成熟雄性的第 1 對螯足粗大。身體有紅白相間的斑點和線條。頭胸甲背、側面有白色的縱帶，後緣有白色環帶。第三腹節背面有白色縱帶向前延伸至第一腹節側面。因額角可以上下擺動的特色，故稱為活額蝦。此蝦活動行為非常小心，行動時會移動一下、躊躇一下、再移動，看起來像是在跳探戈，因此又稱為舞蹈蝦 (dancing shrimp) (Debelius, 1999)，在台灣則稱為機械蝦。活額蝦分布在熱帶、

亞熱帶及溫帶海域 (林, 1999)，常在夜間集體出現在珊瑚礁區的岩縫中。本試驗探討餌料種類、餌料密度、延遲餵食及溫度對初期蝦苗成長及存活的影响，以利此蝦人工繁殖技術之建立。

材料與方法

一、蝦苗養殖方法

每個試驗皆以 600 ml 的燒杯為飼育容器，燒杯內裝 400 ml 海水，每個燒杯放養 20 隻將剛孵化的蝦苗 (zoea)。開始試驗後每天換水一次，海水的鹽度維持在 33 ± 1 ppt。除溫度試驗外，水溫維持在 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 。每天記錄蝦苗的存活數目。

二、成長指標

剛孵化的活額蝦苗全長約 2.2 mm。第五期蝦苗的第 2 觸角鞭發達，長度約為 2/3 體長，末端膨大呈扁紡錘狀。此期蝦苗利用張開的第 2 觸角鞭平衡身體，以仰式倒游的方式運動，游泳能力明顯較前一期強，肉眼即可辨識。基於第四期與第五期

*通訊作者 / 澎湖縣馬公市 880 興港北街 8 號, TEL: (06) 927-7101~2; FAX: (06) 927-7334; E-mail: chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw

蝦苗型態明顯的差異，並且可由肉眼分辨，故以第五期蝦苗型態作為初期的成長指標 (Fig. 1)。

三、試驗方法

(一) 不同餌料及密度對活額蝦苗活存及發育之影響

本試驗分別以 4 種密度之輪蟲 (5、15、45、80 隻/ml) 及 5 種密度之豐年蝦無節幼蟲 (0.25、0.5、1、2、4 隻/ml) 餵食活額蝦苗，每種密度各 3 重複。

(二) 不同餌料混合餵飼對活額蝦苗活存及發育之影響

本試驗分別以輪蟲 15 隻/ml 單獨投餵、豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml 單獨投餵及輪蟲 15 隻/ml 與豐年蝦節幼蟲 2 隻/ml 混合餵食活額蝦苗。每組試驗各 3 重複。

(三) 延遲投餌對活額蝦苗活存及發育之影響

試驗分 5 組，分別為孵化當日即餵食、延遲 1 日後再餵食、延遲 2 日後再餵食、延遲 3 日後再餵食及不餵食 (對照組)，各試驗組均以豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml 投餵。每組試驗各 3 重複。

(四) 不同溫度對活額蝦苗活存及發育之影響

溫度試驗共 6 組，每組各 3 重複，分別為 18、21、24、27、30 及 33 °C。各試驗組均以輪蟲 15 隻/ml 與豐年蝦無節幼蟲 2 隻/ml 混合餵食。為了達到試驗溫度而不造成蝦苗緊迫，每日溫度升降不超過 5 °C。

結 果

一、不同餌料及密度對活額蝦苗活存及發育之影響

活額蝦苗以不同密度的輪蟲餵飼，活存率以 15 隻/ml 組最高，達 $40.0 \pm 2.9\%$ ，5 隻/ml 組為 $5.0 \pm 2.9\%$ 、45 隻/ml 組為 $5.0 \pm 0\%$ ，80 隻/ml 組及對照組在到達第五期前就全數死亡 (Fig. 2)。前三組蝦苗到達第五期的時間相當，各組間無顯著差異 ($p > 0.05$) (Table 1)。

以不同密度的豐年蝦無節幼蟲餵飼活額蝦

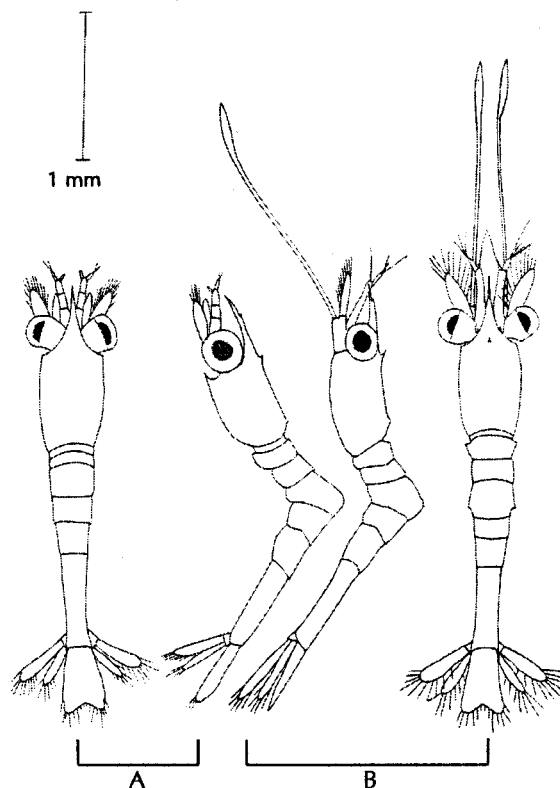


Fig. 1 Fourth-stage zoea and 5th-stage zoea of *Rhynchocinetes durbanensis*. A: 4th-stage zoea; B: 5th-stage zoea.

Table 1 Time for *Rhynchocinetes durbanensis* larvae to develop to 5th-stage zoea when fed rotifers of *Brachionus* sp. at different diet concentrations

No/ml	Time for larvae to develop to 5 th -stage zoea (day)
5	10.0 ± 1.7
15	9.6 ± 0.5
45	9.0 ± 1.2
80	—

All data are expressed as mean $\pm$ SE.

苗，其活存率以 2 隻/ml 組之 $73.3 \pm 4.4\%$ 最高，其次依次為 1 隻/ml 組的 $70.0 \pm 2.9\%$ 、0.5 隻/ml 組的 $63.3 \pm 1.7\%$ 、4 隻/ml 組的 $51.7 \pm 1.7\%$ ，而 0.25 隻/ml 組的 $25 \pm 2.9\%$ 最低 (Fig. 3)。蝦苗到達第五期的時間，除 0.25 隻/ml 組及 1 隻/ml 組較長外，其餘各組間均無顯著差異 ($p > 0.05$) (Table 2)。

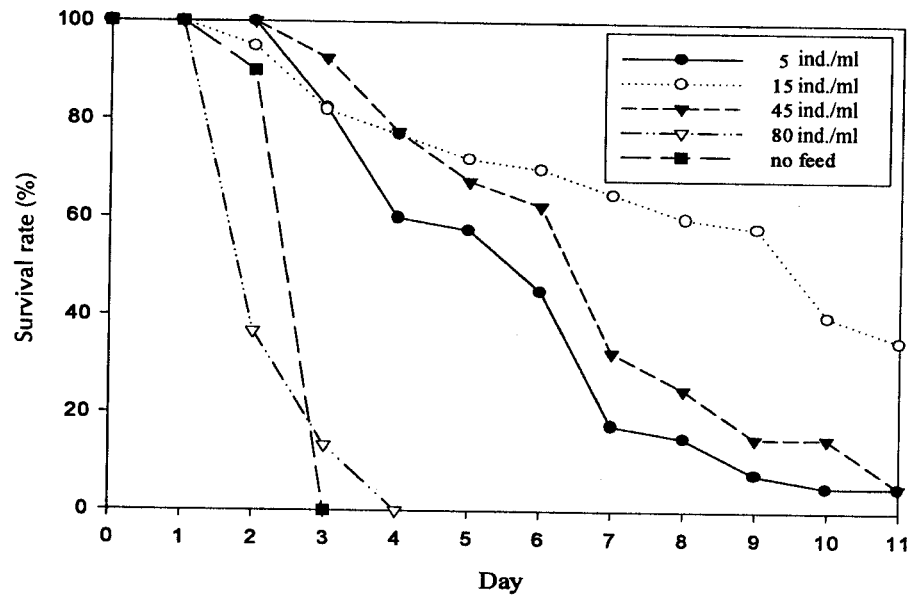


Fig. 2 Survival rates of *Rhynchocinetes durbanensis* zoea fed rotifers of *Brachionus* sp. at different diet concentrations.

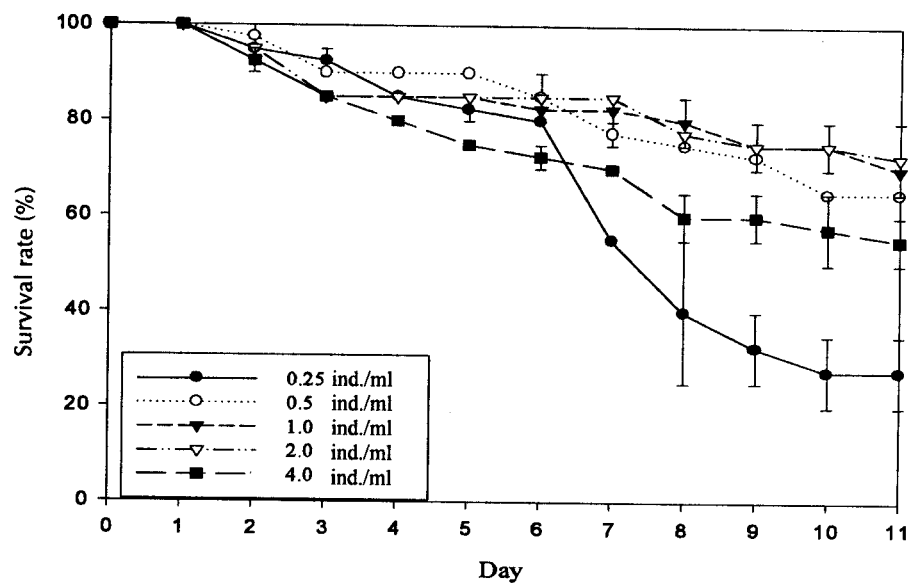


Fig. 3 Survival rates of *Rhynchocinetes durbanensis* zoea fed *Artemia* nauplii at different diet concentrations. All data are expressed as the mean $\pm$ SE.

二、不同餌料混合餵飼對活額蝦苗活存及發育之影響

以輪蟲與豐年蝦混合餵飼活額蝦苗的活存率為 $88.3 \pm 1.7\%$ ，較以輪蟲單獨投餵組之 $13.3 \pm 6\%$ 與豐年蝦單獨投餵組之 $73.3 \pm 4.4\%$ 為高 ($p \leq 0.05$) (Fig. 4)。蝦苗到達第五期的時間在各組間沒有差異 ($p > 0.05$) (Table 3)。

三、延遲投餌對活額蝦苗活存及發育之影響

延遲投餌對活額蝦苗的發育及活存有很大影響。蝦苗孵化當日投餵組 20 日後的活存率為 $68.3 \pm 4.4\%$ 。延遲 1 日投餵組於第 2 日起明顯下降，20 日後的活存率為 $25.0 \pm 2.9\%$ ，較前者低 ($p \leq 0.05$)。延遲投餌 2 日、3 日及不投餌組分別在第 3

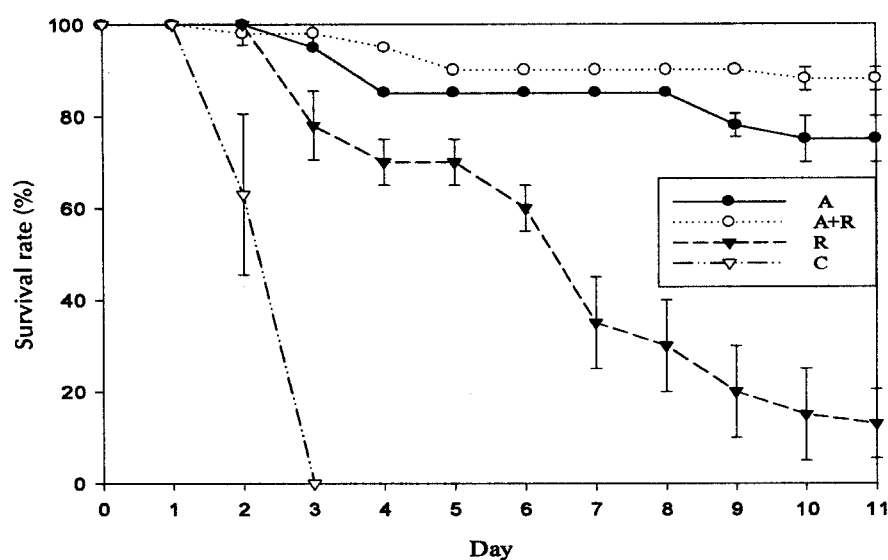


Fig. 4 Survival rates of *Rhynchocinetes durbanensis* zoea fed rotifers, fed *Artemia* nauplii, or fed the combination of *Artemia* nauplii and rotifers. A: *Artemia* nauplii-fed group; R: rotifer-fed group; C: no feeding group. All data are expressed as the mean $\pm$ SE.

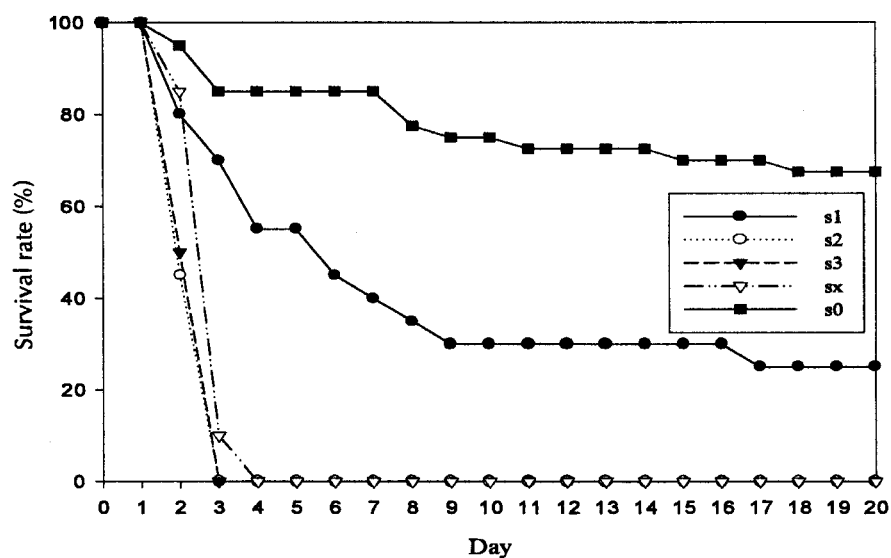


Fig. 5 Survival rates of *Rhynchocinetes durbanensis* zoea starved in the first 1, 2, or 3 day, and then fed *Artemia* nauplii. s0: fed group; s1, s2, and s3: starved group for 1 to 3 day, respectively, after hatching; sx: no feeding group.

天及第 4 天全數死亡 (Fig. 5)。蝦苗到達第五期的時間，孵化當日投餌組為 9.8 ± 0.1 日，延遲 1 日投餌則延長為 13.7 ± 0 日 ($p \leq 0.05$) (Table 4)。

四、不同溫度對活額蝦苗活存及發育之影響

活額蝦苗成長至第五期之活存率，以 24 °C 組

最佳，為 $93.3 \pm 1.7\%$ ，其次依序為 27 °C 組之 $88.3 \pm 1.7\%$ 、21 °C 之 $70.0 \pm 5.8\%$ 、30 °C 組之 $63.3 \pm 4.4\%$ 、18 °C 組之 $17.0 \pm 2.1\%$ ，33 °C 組最差，於第 6 日即全數死亡 (Fig. 6)。活額蝦苗成長至第五期的時間和水溫成反比，30 °C 組達到第五期的時間最短，為 8.8 日；18 °C 組最長，為 24.5 日。除 30 °C 組及 27 °C 組間無顯著差異外 ($p > 0.05$)，其餘各組間均有顯著差異 ($p \leq 0.05$) (Table 5)。

Table 2 Time for *Rhynchocinetes durbanensis* larval development to 5th-stage zoea when fed *Artemia* nauplii at different diet concentrations

No/ml	Time for larvae to develop to 5 th -stage zoea (day)
0.25	10.9 ± 0.7 ^a
0.5	10.3 ± 0.2 ^b
1	9.9 ± 0.06 ^b
2	9.8 ± 0.09 ^b
4	10.1 ± 0.2 ^b

All data are expressed as mean ± SE.

Table 3 Time for *Rhynchocinetes durbanensis* larvae to develop to 5th-stage zoea when fed rotifers, few *Artemia* nauplii, and few a combination of *Artemia* nauplii and rotifers

Feed	Time for larvae to develop to 5 th -stage zoea (day)
<i>Artemia</i> nauplii	9.8 ± 0.3
Rotifer (<i>Brachionus</i> sp.)	9.6 ± 0.5
<i>Artemia</i> and rotifer	9.5 ± 0.3

All data are expressed as mean ± SE.

Table 4 Time for *Rhynchocinetes durbanensis* larvae to develop to 5th-stage zoea when starved in the first 1, 2, and 3 day, and then fed *Artemia* nauplii

Day of initial feeding	Time for larvae to develop to 5 th -stage zoea (day)
0	9.8 ± 0.1 ^a
1	13.7 ± 0.0 ^b
2	—
3	—
No feed	—

All data are expressed as mean ± SE.

Table 5 Time for *Rhynchocinetes durbanensis* larvae to develop to 5th-stage zoea when reared at different temperatures

Water temperature (°C)	Time for larvae to develop to 5 th -stage zoea (day)
30	8.8 ± 0.2 ^a
27	9.5 ± 0.1 ^a
24	11.6 ± 0.1 ^b
21	16.6 ± 0.3 ^c
18	24.5 ± 0.9 ^d

All data are expressed as mean ± SE.

討 論

單以輪蟲餵飼德班氏活額蝦苗，蝦苗到達第五期的活存率偏低；若再持續只以輪蟲餵飼，活額蝦苗可能達不到變態。在蜆 (*Scylla serratus*) (鄭與陳, 1985)、石蟹 (*Menippe mercenaria*) (Yang and Kranz, 1976) 及蜘蛛蟹 (*Libinia emarginata*) (Bigford, 1977) 的報告中皆指出，以輪蟲餵食蟹苗皆不能達到變態，因為蟹苗越來越大，相對地輪蟲可能太小，捕食效率降低；另外，輪蟲的營養價值也可能不足以應付蟹苗所需。以豐年蝦餵食的活存率較以輪蟲餵食者為高，不過豐年蝦密度太低 (0.25 隻/ml) 時會造成活存率降低，蝦苗到達第五期的時間也延長。可能是餌料密度低，使蝦苗捕食效率降低所造成的影響。相反的，餌料密度過高 (4 隻/ml) 時活存率也降低。在美人蝦 (*Stenopus hispidus*) 也有同樣的情形 (城, 1997)。此外，本試驗上也曾使用模糊許水藻 (*Schmackeria dubia*)、南極蝦 (*Euphausia superba*) 肉碎片及草蝦微粒飼料 0 號，這些餌料皆不能使活額蝦蝦苗到達第五期。

輪蟲和豐年蝦混合餵飼活額蝦苗比單獨以輪蟲或豐年蝦有較佳的活存率。這與輪蟲和豐年蝦混合餵飼蜆 (鄭與陳, 1985)、青蟹 (*Callinectes sapidus*) (Sulkin, 1975, 1978) 及蜘蛛蟹 (Bigford, 1977) 等幼苗的結果相似。混合不同種類的餌料主要目的在於提供蝦苗攝取適合的食物及藉由各種餌料不同的營養成分提供蝦苗的營養需求。本試驗除了混合輪蟲與豐年蝦外，同時也進行了混合豐年與蝦橈腳類、混合豐年蝦與人工飼料、混合豐年蝦與碎蝦肉、混合蝦碎肉與人工飼料的試驗，但效果皆差。

根據蝦苗的屬性，德班氏活額蝦苗應屬於以浮游生物為營養的幼生 (planktotrophic larvae)，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 (Vance, 1973)。由試驗結果得知，延遲 1 天投餌就會造成活存率明顯下降，這與旭蟹 (*Ranina ranina*) 的結果 (Minagawa, 1988) 相似；而延遲 2 天以上投餌，就會導致蝦苗全數死亡。蜘蛛蟹的研究也顯示，孵化後的特定時間內，若未得到充分的食物供應，則在第一次脫殼時會大量死亡 (Bigford, 1977)。此一特定

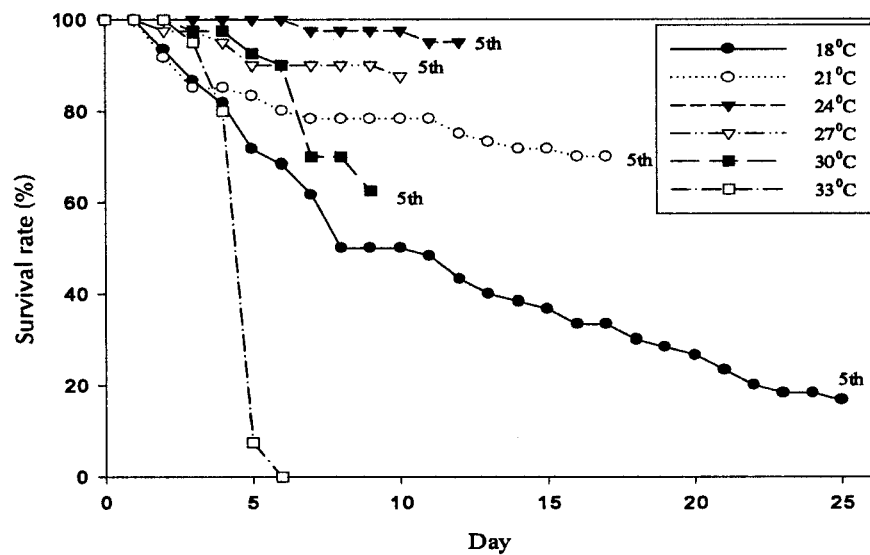


Fig. 6 Survival rates of *Rhynchocinetes durbanensis* larvae developed to 5th-stage zoea after rearing at different temperatures.

時間會依種類而不同，本試驗結果顯示，蝦苗孵化後不立刻投餌會對蝦苗的成長造成不良的影響。

溫度影響變溫動物的代謝速率，溫度升高、代謝速率加快，成長速度也加快。不過，溫度太高時，代謝速率會大於能量蓄積的速率，而導致生物不能成長甚至死亡；反之溫度太低代謝率太慢，也會導致成長低下甚至死亡。本試驗的結果顯示，蝦苗在水溫 33 °C 下全數死亡；蝦苗在水溫 30 °C 時，到達第五期的時間與 27 °C 者相當，但活存率較 27 °C 者低。在水溫 24 °C 時，蝦苗到達第五期的時間較 27 °C 慢 2 天，但活存率高達 92.5 %。水溫 18 °C 下，蝦苗雖仍能成長，但活存率偏低，成長也慢。活額蝦是一種分佈很廣的蝦子，從溫帶到熱帶都可發現牠的蹤跡，也因此對於水溫應該有很大的適應性。本試驗的結果指出，最適合成長的水溫應該在 24 ~ 27 °C 之間，這與美人蝦苗的最適生長水溫為 27 °C 相似 (城, 1997)。

另一種眼斑活額蝦 (*R. conspicicellus*) 的報告 (Hiroe and Shigemitsu, 1998) 指出蝦苗從孵化後到後期幼苗需要 62 ~ 114 天。本研究飼育的結果顯示，德班氏活額蝦苗的浮游期頗長，在室內水溫 27 ± 1 °C 的環境下飼養，約經過 55 天才能變態成後期幼苗。從第五期蝦苗到後期蝦苗的活存

率低，因此，這個階段的餌料需求，需要再進一步的研究。

謝 辭

本文承蒙澎湖海洋生物研究中心吳玉霞小姐協助整理資料，生物技術組鄭金華研究員及水產養殖組林金榮組長的不吝指正，特此致謝。

參考文獻

- 林建一 (1999) 日本產エビ類の分類と生態. 海洋と生物 121: 219-223.
- 城振誠 (1997) 美人蝦的幼苗培育研究. 國立台灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文, 71 pp.
- 鄭金華, 陳弘成 (1985) 蟳苗人工培育之研究 II. 輪蟲及豐年蝦無節幼蟲在蟳苗培育上之餌料價值. 台灣水產學會刊 12(2): 78-86.
- Bigford, T. E. (1977) Effect of several diets on survival, development time, and growth of laboratory-reared spider crab, *Libinia emarginata*, larvae. Fish. Bull., U. S., 76: 59-64.
- Debelius, H. (1999) Indian Ocean Reef Guide. IKAN-Unterwasserarchiv, Frankfurt, Germany, 254 pp.

- Hiroe, M. and S. Shigemitsu (1998) Larval development of the rhynchocinetid shrimp, *Rhynchocinetes conspiciocellus* Okuno & Takeda reared under laboratory conditions. *Crustacean Res.*, 27: 40-69.
- Kon, T. (1979) Ecological studies on larvae of the crab belonging to the genus *Chionoectes* — I. The influence of starvation on the survival and growth of the Zuwai crab. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 45(1): 7-9.
- Minagawa, M. (1988) Influence of starvation on survival, growth, feeding success and external morphology of larvae of *Ranina ranina*. *Suisanzoshoku*, 36: 227-230.
- Sulkin, S. D. (1975) The significance of diet in the growth and development of larvae of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathban, under laboratory condition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 20: 119-135.
- Sulkin, S. D. (1978) Nutritional requirements during larval development of the portunid crab, *Callinectes sapidus* Rathban. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 34: 29-41.
- Vance, R. R. (1973) On reproduction strategies in marine benthic invertebrates. *The Amer. Natur.*, 107: 339-352.
- Yang, W. T. and G. Kranz (1976) Intensive culture of the stone crab, *Menippe mercenaria*. *Sea Grant Tech. Bull. Miami Univ.*, No. 35, 17 pp.

Effects of Diet, Feeding Strategy, and Temperature on the Development of Dancing Shrimp (*Rhynchocinetes durbanensis*) Larvae

Chen-Cheng Cheng* and Wann-Sheng Tsai

Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Different diets, feeding concentrations, starvation conditions, and temperatures were applied to the zoea of dancing shrimp (*Rhynchocinetes durbanensis*), and obtained the following results. The survival rate was the highest for the 5th-stage zoea when fed a combination of *Artemia* nauplii at 2/ml and rotifers at 15/ml. The survival rate of zoea was significantly related to the time of feeding after hatching. The survival rate decreased for zoea that was not fed on the first day after hatching. All zoea died within 2 days without feeding. The survival rate was the highest for 5th-stage zoea which had been raised at 24~27 °C. The period for development to 5th-stage zoea was the shortest for larvae which had been raised at 27~30 °C. The optimum rearing conditions were the combined feeding of *Artemia* nauplii at 2/ml together with rotifers at 15/ml, fed on the first day after hatching at 27 °C.

Key words: larval development, temperature, feed, Rhynchocinetidae, *Rhynchocinetes durbanensis*

*Correspondence: Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute. TEL: (06) 927-7101~2; FAX: (06) 927-7334; E-mail: chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw