

螞 苗 人 工 培 育 之 研 究

I. 溫度鹽度對螞卵孵化及螞苗活存和成長之影響

陳 弘 成* · 鄭 金 華**

Studies on the Larval Rearing of Serrated Crab, *Scylla serrata*

I. Combined Effects of Salinity and Temperature on the Hatching, Survival and Growth of Zoeae

Hon-Cheng CHEN* and Jin-Hua CHENG**

(Received June, 1985)

Artificial propagation of the crab, *Scylla serrata*, has been urgently undertaken due to the depletion of the natural resources and increasing demand of the larvae. The present study emphasizes two important ecological factors, temperature and salinity which influence the success of larval rearing.

The hatching rates were not significantly different within the salinity range of 25-35‰, and the temperature range of 21-30°C. There was a negative correlation ($r = -0.936$) between hatching rate and frequency of prezoal appearance.

The optimum ranges of temperature and salinity for the larval development are 26-30°C and 25-30‰ respectively. The duration of the larval stages could be related to temperature, but was not affected by salinity ranging from 20 to 40‰. The 1st metamorphosis completed within 17-23 days at 26°C, and 15-19 days at 30°C.

緒 言

螞 (*Scylla serrata*) 屬甲殼綱 (Class crustacea), 十足目 (Order decapoda), 螞科 (Family portunidae)。本省漁民依其外部特徵, 將它分為三類: (1)花脚或稱砂螞, (2)紅脚螞, (3)白螞或稱粉螞或正螞⁽¹⁾。在越南螞也被分為三類⁽²⁾, 在菲律賓^(3,4)及馬來西亞⁽⁵⁾則分為四類。但這都屬於同一種^(6,7)。

螞遍布於印度太平洋沿岸, 主要生長在河口瀉澤區⁽⁸⁾, 是一種體型大, 成長迅速, 經濟價值高昂的蟹類。普遍受到此區居民的喜好。但由於沒有得到適當的管理, 而且棲息環境又遭受破壞, 因此螞的天然資源日益減少⁽⁹⁾。近年來引起人們養殖的興趣^(10,11,12)。

本省養螞起步較早⁽¹⁾, 加上養殖利潤優厚, 因此養螞業已相當發達。但是因污染情形日益嚴重而使得天然稚螞產量逐漸減少, 造成稚螞供不應求。雖然近年來可在海邊捕得到剛抵岸邊的螞苗 (Megalopa 及 Crab I) 而緩和螞苗短缺的問題。但是天然產螞苗受季節或其他環境因子影響, 產量頗不穩定⁽¹³⁾。阻礙了養螞事業的發展。若能實施人工繁殖螞苗供應大量便宜的螞苗, 則能够使本省

* 國立臺灣大學動物研究所 (Dept. of Zoology and Institute of Fishery Biology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.)

** 現在通訊處: 臺灣省水產試驗所東港分所 (Present address: Tungkan Marine Laboratory, TFRI, Tungkan, Pingtung, 92804, Taiwan, R.O.C.)

養蠓事業像草蝦養蠓一樣的迅速發展。

蠓的人工幼苗培育在國外已有人嘗試過，並得到初步的成功^(5,14,15)；但仍有許多問題尚未解決。本文乃針對幾種基本生態因子對於蠓卵孵化及其幼苗培育之影響作一番探討，尋求蠓苗人工繁殖之最佳環境因子，藉以作為日後大量繁殖之參考。

材 料 與 方 法

一、抱卵母蠓之採集

抱卵母蠓可在養蠓池裏捕獲，或由沿海漁民在外海以流刺網捕獲。通常選擇卵塊乾淨具有光澤而母蠓活力旺盛附肢健全者。帶回實驗室途中，將母蠓置於裝有乾淨海水的水桶中，附以打氣並使水溫不要太高。若沒有打氣設備，則將母蠓取出水面，然後在其鰓部及卵塊附近以潮濕的水草或海藻等覆蓋，以保持其濕潤。

二、蠓卵之孵化及溫度對卵孵化的影響

抱卵母蠓携回實驗室後，置於 30%海水中，充分打氣，水溫維持在 27-28°C。在孵化期間為防止水質惡化，並不餵飼任何飼料。每天觀察胚胎之發育情形並清除桶底污物。根據胚胎之發育情形預測孵出之日期。孵出之蠓苗供作培育試驗用。

為尋求最適合蠓卵孵化的溫鹽環境，以 7 種不同鹽度 (7, 15, 20, 25, 30, 35 及 40‰)，4 種溫度 (21, 24, 27 及 30°C) 組合成 28 種溫鹽處理。每組溫鹽處理各有 2 個重覆。所使用的蠓卵採自同一集母蠓。參照 Costlow and Bookhout⁽¹⁶⁾ 的方法，將蠓卵從卵塊上剪下，再以探針將一串串的蠓卵逐一分開。每一串附有蠓卵約一百粒左右。在顯微鏡下計算每一串的卵數，然後分別放入 500 ml 的燒杯中，內裝有 200 ml 海水。試驗開始時蠓卵內胚胎之心臟已明顯跳動。蠓苗孵出後計算孵化率及 *Prezoea* 出現率。

三、幼苗培育

(1) 蠓苗之收集及飼育方法

蠓苗孵出後，放入 500 ml 燒杯中飼養。每杯裝有海水 200 ml，飼養蠓苗 20 隻。每組各有兩個重覆。每天換水一次，換水時以大口徑吸管將蠓苗吸至另一杯裝有相同溫度鹽度的海水中，然後加入新鮮的餌料，並記錄脫殼及死亡情形。變態後，將 *Megalopa* 取出以防止殘食。試驗過程中均不打氣，並以透明塑膠布覆蓋以防止水分蒸發。試驗用水均先經打氣後使用。

(2) 餌料之種類與使用

豐年蝦無節幼蟲，乃由加州豐年蝦耐久卵 (*Metaframe*) 孵化而得。所使用的輪蟲 (*Brachionus* sp.) 係培養於室外塑膠桶中，以浮游生物網撈取。培養輪蟲所使用之餌料以麵包酵母為主，綠藻 (*Chlorella* sp.) 為輔。

(3) 溫度鹽度對蠓苗活存及發育之影響

將蠓苗分別置於 6 種鹽度 (20, 22.5, 25, 30, 35 及 40‰) 3 種溫度 (22, 26 及 30°C) 所組成的 18 種溫鹽處理下飼養。蠓苗第三期以前以輪蟲 30 隻/cc 餵飼，第三期以後則以輪蟲 20 隻/cc 及豐年蝦 10 隻/cc 混合餵飼。

(4) 資料分析

活存率分別以變態前活存率、變態成功率及變態後之活存率表示。變態前活存率為到達變態前之活存數，除以試驗開始時之總數。變態成功率為成功地變態為 *Megalopa* 之總數除以到達變態前之活存總數。變態後之活存率則為 *Megalopa* 總數除以試驗開始時之總數。

各組平均值之比較，先以 F-test 分析，若有顯著差異，再進一步以鄧肯式多變距測驗新法 (Duncan's new multiple-range test) 分析各組間之差異性，分析時以百分之五或然率為度。

結 果

一、鹽度溫度對蟳卵孵化之影響

蟳卵在溫度 21~30°C，鹽度 15~40‰下孵化，其孵化率在溫度間、鹽度間均有顯著差異，而且溫度鹽度間也有顯著之互涉作用存在（表一）。進一步分析，溫度 21~30°C，鹽度在 25~35‰間無顯著差異，低於 25‰或高於 35‰則有顯著降低的現象；但在 30°C 下則不如此。在 15‰下，蟳卵幾乎不能孵化，在 10‰下則完全不能孵化。

表一 蟳卵在不同溫度鹽度組合下的孵化率

Table 1. Percentage of hatching of *S. serrata* eggs at various salinity-temperature combinations.

Salinity (%)	Temperature (°C)							
	21		24		27		30	
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	7.2	5.0	4.9	2.2	3.0	2.8	2.5	2.1
20	75.2	67.8	76.0	71.0	52.9	62.5	57.8	66.7
25	88.5	87.0	81.4	89.4	92.6	96.5	94.3	94.6
30	88.8	90.6	87.4	91.8	84.0	88.9	91.7	84.7
35	80.6	81.8	92.1	86.6	85.3	84.1	93.5	86.6
40	72.6	64.1	83.5	77.5	64.6	73.4	86.8	90.3

在溫度 21~30°C，鹽度 15~40‰下，Prezoea 出現率在鹽度間有顯著差異，在溫度間則沒有顯著差異，溫度鹽度間也沒有顯著之互涉作用存在（表二）。進一步分析，鹽度 25~35‰間無顯著差異，但高於 35‰或低於 25‰則有顯著增加的現象，在鹽度 15‰下孵出的蟳苗全為 Prezoea。

表二 在不同溫度鹽度組合下 prezoea 的出現率

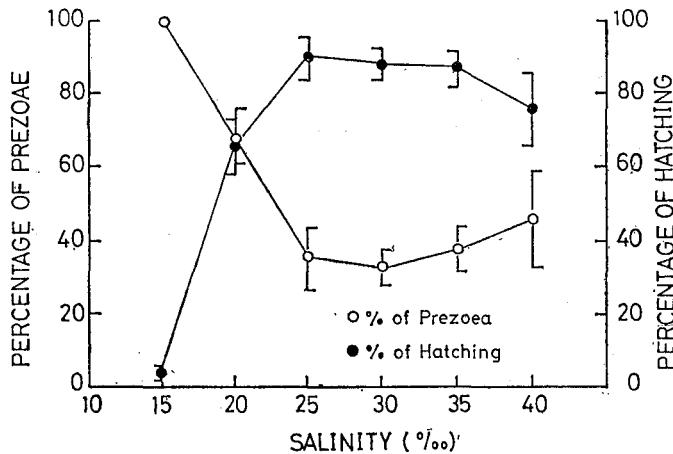
Table 2. Percentage of prezoea of *S. serrata* larvae hatched at different salinity-temperature combinations.

Salinity (%)	Temperature (°C)							
	21		24		27		30	
15	100	100	100	100	100	100	100	100
20	66.0	62.4	68.9	73.9	56.4	54.5	77.9	79.2
25	32.4	50.9	43.4	41.8	29.7	30.5	36.2	24.3
30	28.7	41.7	36.4	36.1	23.6	31.3	38.0	30.0
35	40.0	34.7	40.7	38.0	49.3	31.8	28.4	40.7
40	32.5	59.2	50.4	54.4	60.9	37.3	20.2	55.0

將蟳苗在各溫度下孵化所得之孵化率及 Prezoea 出現率合併示於圖一，圖中顯示孵化率愈低則 Prezoea 出現率愈高，兩者之間呈顯著之負相關 ($r = -0.936$)。

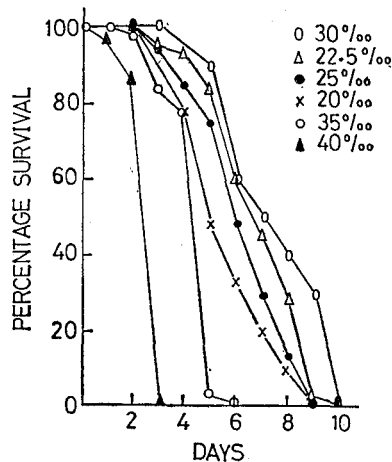
二、溫度鹽度對蟳苗活存、發育之影響

圖二表示溫度 22°C 時蟳苗在不同鹽度下飼育每日的活存情形。蟳苗在孵化後 10 天內全數死亡。在 10 天內的活存情形以鹽度 30‰最佳，其次依次為 22.5‰, 25‰, 20‰, 35‰ 及 40‰。



圖一 鹽度對繭卵的孵化率及 prezoa 的出現率的影響

Fig. 1. Effects of salinity on the percentage of hatching and the occurrence of prezoal *S. serrata* at 21–30°C. The vertical bars represent ± 1 S.D.

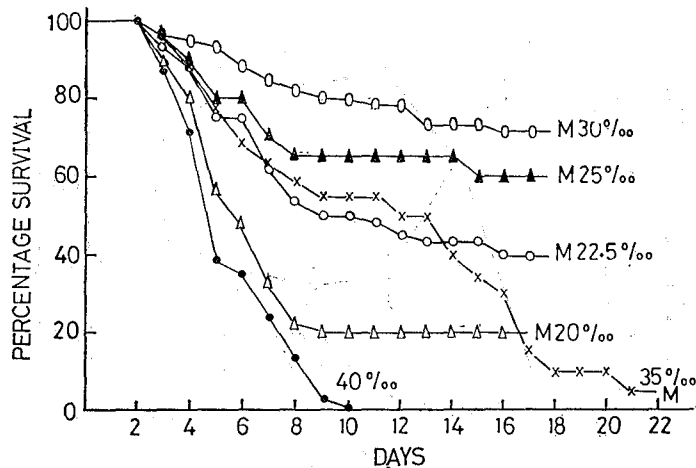


圖二 繭苗在溫度 22°C，鹽度 20 至 40‰ 下的活存情形

Fig. 2. Daily survival of *S. serrata* larvae reared in different salinities at 22°C.

圖三表示溫度 26°C 時後苗在不同鹽度下飼育每日活存情形。在孵化後 10 天內的活存情形以鹽度 30‰ 最佳，其次依次為 25‰，35‰，22.5‰，20‰ 及 40‰。其中 35‰ 在 10 天後活存仍然繼續減少，另有 1 隻在孵化後 22 天完全變態，其餘的在孵化後 21 天內死亡。而 30‰，25‰，22.5‰ 及 20‰ 四組在 10 天後的生存情形很穩定，分別在孵化後 17 天，18 天開始變態。到達變態所需時間平均為 19.72~20.93 天（表三，26°C）。變態成功率則以鹽度 22.5‰ 最高，20‰，25‰，30‰ 次之。

圖四表示溫度 30°C，繭苗在不同鹽度下飼育每日的活存情形。繭苗 10 天內活存仍以 30‰ 者最高，其次依次為 25‰，20‰，22.5‰，35‰ 及 40‰。其中 35‰ 和 40‰ 兩組分別在孵化後 13 天和 8 天內全數死亡，而 30‰，25‰，20‰ 及 22.5‰ 四組在孵化後 15 天開始變態。到達變態所需時間平均為 16.36~17.00 天（表三，30°C）。變態成功率則以鹽度 22.5‰ 最高，20‰，25‰ 及 30‰ 次之。



圖三 蟳苗在溫度 26°C，鹽度 20 至 40‰ 下的活存情形

Fig. 3. Daily survival of *S. serrata* zoeae reared in different salinities at 26°C.
M: Megalopae found.

表三 在溫度 20 及 26°C，鹽度 20 至 40‰ 下蟳苗的活存及成長

Table 3. Summarized results of larval survival during metamorphosis and duration of zoeal stages of *S. serrata* reared in different salinities at 26°C and 30°C.

Salinity (%)	Premetamorphic survival* (%)		Successful metamorphosis** (%)		Postmetamorphic survival* (%)		Duration of zoeal stages (days, mean±S.D.)	
	26°C	30°C	26°C	30°C	26°C	30°C	26°C	30°C
20	20.0	40.0	50.0	31.3	10.0	12.5	19.7±1.5	17.0±1.1
22.5	40.0	37.5	81.3	53.3	32.5	20.0	20.9±1.1	16.4±0.9
25	60.0	45.0	54.2	38.9	32.5	17.5	20.7±1.7	16.6±1.1
30	72.5	65.0	48.2	38.5	35.0	25.0	20.6±1.5	17.0±1.0
35	17.5	0.0	14.3	—	2.5	—	—	—
40	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—

* % of initial number (40 zoeae).

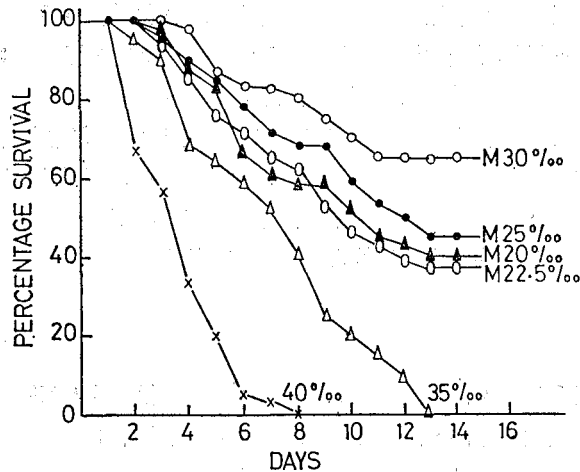
** % of premetamorphic survival.

蟳苗在鹽度 20~30‰ 間，變態前活存率在溫度 26°C 與 30°C 間無顯著差異 ($p>0.05$)，但變態成功率則有顯著差異 ($p<0.05$)，變態後之活存率則沒有顯著差異 ($p>0.05$)。

討 論

蟳雖然在河口等鹽度較低的地區生長，但是適當的孵化鹽度却在 25~35‰ 之間。Arriola⁽⁸⁾ 發現蟳有產卵洄游的行為，通常母蟳在交配後卵巢成熟時，開始向外海移動，然後在外海產卵。因此在河口地區很難捕得卵巢十分飽滿的母蟳，抱卵的母蟳更不可能在河口地區出現。Escritor⁽¹⁰⁾ 亦發現在養殖池裏成熟而抱卵的母蟳，經常尋找機會溜出池塘而向外海游去。這些都說明了卵孵化的正常鹽度應與外海鹽度一致。本試驗之結果與此頗為符合。

蟳卵在不適當的鹽度（高於 35‰，或低於 25‰）下孵化，其孵化率降低而 Prezoea 比例增加。Sandoz and Rogers⁽¹⁷⁾ 研究青蟹 (*Collinectes sapidus*) 也得到相似的結果。Broeknuysen⁽¹⁸⁾ 研



圖四 蟳苗在溫度 30°C，鹽度 20 至 40‰下的活存情形

Fig. 4. Daily survival of *S. serrata* zoeae reared in different salinities at 30°C.
M: Megalopae found.

究 *Carcinides maenas* 在不同鹽度下的孵化情形則發現在不適當的鹽度範圍下，會產生不正常的幼苗。本試驗中亦發現卵在鹽度 40‰下有皺縮的現象，而在鹽度 20‰以下則有脹水的現象。這兩者均可能影響胚胎的正常發育，而造成蟳卵的死亡或產生不正常的幼苗。

蟳卵雖在適當的鹽度 (25‰~35‰) 條件下孵化，仍有相當比例的 prezoa 出現 (27.5~42.6%)。這可能是蟳卵膜受到微小生物附著所致。在本試驗中發現蟳卵很容易受到許多種附著性微小生物 (epibiotic microbes) 之附著 (fouling)。這些微小生物包括細菌、原生動物、菌類、藻類以及線蟲等。這些與 Sandoz and Rogers⁽¹⁷⁾，Rogers-Talbert⁽¹⁸⁾ 及 Nilson *et al.*⁽²⁰⁾ 在不同蟹類的卵塊中所發現的生物大致相同。這些生物附著使得蟹卵受到傷害。Sandoz *et al.*⁽²¹⁾ 發現青蟹 (*C. sapidus*) 的卵受到寄生性細菌 (*Lagenidium callinectes*) 寄生。被寄生的卵比健康卵小。健康的卵在適當的條件下有 70~90% 可孵化為正常的幼苗 (Zoea)。被寄生的卵則不能孵化，或孵化為 Prezoa 而在 48 小時內全數死亡。Nilson *et al.*⁽²⁰⁾ 則認為附著生物覆蓋於螃蟹 (*Cancer magister*) 卵膜上，會阻礙蟹卵的呼吸而使卵窒息死亡。另外，Fisher⁽²²⁾ 亦發現附著生物的多寡與 *Cancer magister* 卵的死亡率間有正的相關。這些不外說明了微小生物附著於螃蟹卵膜上，間接地或直接地傷害了蟹卵，而造成不能孵化或孵化為不正常的幼苗。

蟳在 25~35‰下之孵化率及 Prezoa 出現率，在各溫度間均無顯著差異。這與蟳周年均可產卵的事實⁽⁸⁾ 頗為符合。在本試驗開始時，胚胎內心臟已明顯地跳動；因此難以推算在不同溫度下胚胎發育所需時間，但是胚胎發育是隨溫度升高而加快的。

蟳苗在不同溫度下飼育之活存情形以 26°C 最佳，30°C 次之而 22°C 最差。故知蟳苗之最適溫度在 26~30°C 之間。Arriola⁽⁸⁾ 在菲律賓發現蟳終年可以產卵，但以 5 月下旬至 9 月底為最盛。臺灣中南部沿海蟳苗 (Megalopae) 盛產期為 4 月至 9 月⁽¹³⁾。亦即蟳苗之出現與水溫有關；水溫較高的月份蟳苗出現較多。臺灣中南部沿海平均水溫，以民國 68 年為例，全年各月份平均水溫均在 20°C 以上 31°C 以下。而 5 月至 9 月各月份平均水溫則在 25°C 以上。因此蟳苗生長之適合溫度當在 25~31°C 之間，與實驗結果大致相符。

蟳苗在 22°C 下飼育，還未達到第二期就已死亡。這可能是蟳苗在 22°C 下生長發育遲緩，遲遲

未能脫殼，如此易受到微小附著生物附著於鰓上導致呼吸困難，同時病菌入侵機會增加，最後導致死亡。Brick⁽¹⁵⁾ 在溫度 21~23°C 以下以輪蟲飼養蟳苗，結果蟳苗也未能脫殼；而以豐年蝦餵飼，雖然部分蟳苗到達變態，但必須使用抗生素及紫外線照射等處理。

由以上試驗結果顯示早期蟳苗之最適鹽度在 25~30‰之間，而後期蟳苗之最適鹽度則在 20~25‰之間。Ong⁽⁶⁾ 發現降低鹽度可以增加 *Megalopa* 的活存率。Arriola⁽⁸⁾ 指出蟳有生殖洄游的行為。根據筆者在野外的觀察，多數蟳苗在抵達岸邊前即完成第一次變態，在抵達岸邊後完成第二次變態。這說明了蟳苗的生活環境是由鹽度較高的水域換至較低的水域。

摘 要

鑑於本省蟳苗需求日益增加，而蟳苗來源日益減少，因而進行蟳苗人工繁殖試驗。本研究係尋求蟳苗人工培育上的兩個重要生態條件，溫度及鹽度的影響，結果如下：

1. 蟳卵之孵化率及 *Prezoea* 出現率在 21~30°C 下都沒有顯著差異，在鹽度 25~35‰ 下也都沒有顯著差異。鹽度在 25‰以下則孵化率降低，*Prezoea* 出現率增加；兩者呈顯著之負相關。

2. 蟳苗生長之較適溫度在 26~30°C 之間，較適鹽度在 25~30‰ 之間。在 26°C 下蟳苗到達變態所需時間為 17-23 天。在 30°C 下則為 15-19 天。至於鹽度則與到達變態所需時間無關。

謝 辭

本報告由農發會經費補助，因而得以完成。在試驗進行期間，陳同白顧問、闕壯狄組長與袁柏偉處長更時與關懷與鼓勵。農發會李健全與李媽彬等諸位博士之惠予討論，丁雲源、林清龍、陳章波與劉擎華諸位先生提供意見。黃本、張金豐、趙國孝、曲敬正、謝紀及高孝偉等先生之協助採集種蟳，臺南杜丁吉先生、鹿港吳炯虹先生與八里魏聰敏先生熱心提供種蟳。在此一併致最大之謝意。

參 考 文 獻

1. 黃丁郎·洪金抱 (1971). 蟳養殖。水產養殖, 1(2), 31-35.
2. SCRENE, R. (1951). Les especes du genre *Scylla* a Nhatrang (Vietnam). *IPFC Proc.*, 3(2), 133-137.
3. ESTAMPADOR, E.P. (1949a). Studies of *Scylla* (Crustacea: Portunidae) I. Revision of the genus. *Phil. J. Sci.*, 78(1), 95-108.
4. ESTAMPADOR, E.P. (1949b). *Scylla* (Crustacea: Portunidae) II. Comparative studies on spermatogenesis and oogenesis. *Phil. J. Sci.*, 78(3), 301-353.
5. ONG, K.S. (1964). The early developmental stages of *Scylla serrata* reared in the laboratory. *Proc. I.P.F.C.*, 11th Session, document IPFC/64/Tech., 135-146.
6. STENPHENSEN, E. and B. CAMPBELL (1960). The Australian Portunids (Crustacea: Portunidae). IV. Remaining genera. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 11(1), 73-122.
7. 游祥平 (1979). 臺灣產蟳類之研究。水產養殖, 2(3), 41-47.
8. ARRIOLA, F.J. (1940). A preliminary study of the life history of *Scylla serrata*. *Phil. J. Sci.*, 73(4), 437-456.
9. VARIKUL, V., S. PHUMIPHOL and M. HONGPROMYART (1970). Preliminary experiment on pond rearing and some biological studies of *Scylla serrata*. *Proc. I.P.F.C.*, 14th Session, document IPFC/C70/Sym. 49, 18pp.
10. ESCRITOR, G.L. (1970). A report on experiments in the culture of the mud crab (*Scylla serrata*). *Proc. I.P.F.C.*, 14th Session, document IPFC/C70/Sym. 46, 11pp.
11. RAPHAEL, Y.I. (1970). A preliminary report on brackish water pond culture of *Scylla serrata* in Ceylon. *Proc. I.P.F.C.*, 14th Session, document IPFC/C70/Sym. 21, 10pp.

12. HILL, B. J. (1976). Natural food, foregut clearance-rate and activity of the crab *Scylla serrata*. *Mar. Biol.* **34**, 109-116.
13. 陳弘成、鄭金華 (1980) 蟳苗培育之研究。中國水產, **329**, 3-8.
14. ONG, K. S. (1966). Observations on the post larval life history of *Scylla serrata* reared in the laboratory. *Malaysian Agr. J.*, **45**, 429-443.
15. BRICK, R. W. (1974). Effects of water quality, antibiotics, phytoplankton and food on survival and development of larvae of *Scylla serrata*. *Aquaculture*, **3**, 231-244.
16. COSTLOW, J. D., JR. and C. G. BOOKHOUT (1960). A method of developing brachyuran eggs in vitro. *Limnol. Oceanogr.*, **5**, 212-215.
17. SANDOZ, M. D. and R. ROGERS (1944). The effect of environment factors on zoea larvae of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *Ecology*, **25**, 216-228.
18. BROEKNUYSEN, G. J. (1937). On development, growth and distribution of *Carcinides maenas* (L.). *Arch. Neerl. Zool.*, **2**, 292-399.
19. ROGERS-TALBERT, R. (1948). The fungus *Lagenidium callinectes* Couch (1947). On eggs of the blue crab in Chesapeake Bay. *Biol. Bull.*, **94**, 214-228.
20. NILSON, E. H., W. S. FISHER and R. A. SHLESER (1974). Filamentous infestations observed on eggs and larvae of cultured crustaceans. *Proc. 6th World Mariculture Soc.*, **6**, 367-374.
21. SANDOZ, M. D., R. ROGERS and C. L. NETWCOMBE (1944). Fungus infection of eggs of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *Science*, **99**, 124-125.
22. FISHER, W. S. (1976). Relationships of epibiotic fouling and mortalities of eggs of the Dungeness crab, *Cancer magister*. *J. Fish. Res. Board. Can.*, **33**, 2849-2853.

