

## 花蛤人工繁殖之初步研究

### 摘要

花蛤為純海水養殖，是發展海埔地貝類水產養殖的重要種類。但是，花蛤的種苗目前仍要取自天然環境，來源不穩定而且成本頗高，因此，本研究乃進行其人工繁殖，探討其刺激排卵排精方法，觀察其胚胎發育過程與研究其種苗在急性鹽度下的活存率。在刺激排卵排精方法方面，以陰乾與溫度改變兩法並用的效果最有效穩定。卵呈圓形約 40-42  $\mu\text{m}$ ，產卵後 1 小時 2 分裂，3 小時呈擔輪子，19 小時變為 D-stage，6 天進入沈底期，為仍具浮游與底棲生活的 Pediveliger。花蛤苗進入沈底期時，必須將其移往具有細砂的育苗池繼續培育，否則花蛤苗會因堆疊而死亡。花蛤苗對急速鹽度變化甚為敏感，當鹽度急速由 30 ppt 改變至 25 ppt 以下或 40 ppt 以上，其活存率即受影響，而降至 10 ppt 以下或昇至 45 ppt 以上即降至 20% 以下。花蛤人工育苗技術尚未確立，主要是活存率無法提高，而活存率低可能受環境因子造成的影響，本文只簡述單鹽度變化對花蛤苗活存率所造成的影響，至於其他因子的影響則有待未來進一步的探討。

**關鍵詞:**花蛤，繁殖，斧足-唇瓣攝食

花蛤 *Gomphina veneriformis* 屬於軟體動物門 (Phylum Mollusca)、雙殼貝綱 (Class Bivalvia)、簾蛤目 (Order Veneroida)、簾蛤科 (Family Veneridae)、海瓜子屬 (Genus *Gomphina*) 中的一種，是本省食用貝類之一<sup>(1)</sup>，也是本省重要的經濟貝類。在中部地區其交易價格通常比文蛤高約 30%<sup>(2)</sup>。本省原以彰化縣、台中縣一帶生產量較多<sup>(2)</sup>，目前，仍以彰化縣產量最多，嘉義、雲林次之<sup>(3)</sup>。

花蛤為扁平亞三角形，厚殼質之雙殼貝，殼表平滑，帶有淡褐色或青褐色之放射帶或輪帶，極富色彩的變化<sup>(2,4)</sup> (Plate I-A)，為濾食性的雙殼貝。棲息環境與文蛤相似，通常棲息於細砂質，稍靠外邊之乾出地帶<sup>(2)</sup>。楊與丁<sup>(5)</sup>的生態調查顯示，花蛤分布以中潮線為主。有關本省花蛤的研究極為缺乏，僅有郭<sup>(2)</sup>對其棲息環境、分布、漁獲及利用情形做簡要介紹，楊<sup>(3)</sup>簡述花蛤種苗之培育，楊與丁<sup>(5)</sup>調查花蛤在西南沿海的分布。Ting 及戴等<sup>(6,4)</sup>亦提及它是本省重要養殖貝類，1980 年產量約為 3,205 噸。解剖學及生殖生態方面，戴等<sup>(4)</sup>提供了花蛤之外部形態、內部形

態、齒式、內臟、消化器官方面詳細的資料。由於花蛤的種苗目前均取來自天然環境<sup>(6)</sup>，來源不穩定而且成本頗高。為了花蛤產業的持續發展，實有必要進行花蛤之人工繁殖研究，找出刺激花蛤排卵排精的有效方法，記錄花蛤胚胎發育過程的時間、大小與形態變化等資料，並觀察沉底苗之急性鹽度變化影響，期建立花蛤之人工繁殖基礎資料，以作為將來量產技術之重要參考。

### 材料與方法

(一) 刺激排卵排精方法: 自天然產區購買具有飽滿生殖腺之成員作為種貝 (Plate I-B)，使用化學方法，如添加  $\text{H}_2\text{O}_2$ ；物理方法如溫度與鹽度改變法、陰乾法與浸泡於紫外線照射過海水等；生物刺激如加入生殖腺懸浮液以刺激排卵排精，觀察何種方法最有效與方便。

(二) 幼生發生與培育: 種貝經刺激後，置於水溫 28  $^{\circ}\text{C}$ ，鹽度 30 ppt 之海水，讓其自行排卵放精並開始進行照相，以光學顯微鏡觀察形態變化，量測胚胎大

小，並記錄胚胎發育過程的時間。浮游期以 *Isochrysis* sp. 藻類餵飼。

(三) 急速鹽度的變化對沉底苗活存率的影響：每 200 毫升海水置入 30 隻的 18 天沉底苗 ( $632 \pm$

$132 \mu\text{m}$ )，原海水鹽度為 30 ppt，急速鹽度變化為 0、5、10、15、20、25、30、35、40、45 ppt，觀察 3 天後的活存率。每天以 *Isochrysis* sp. 藻類餵飼。

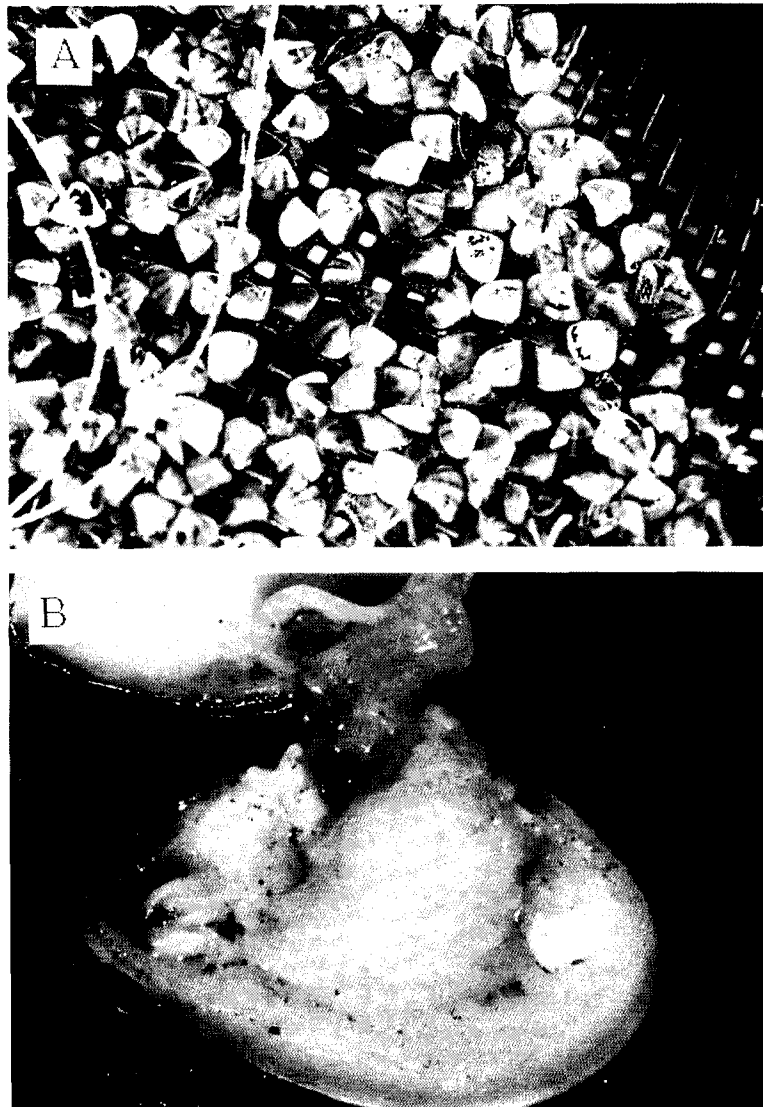


Plate I. A. The shell color pattern of *G. veneriformis*.  
B. The gonad of *G. veneriformis*.

## 結果

刺激花蛤種貝排卵排精的方法中，其中添加  $\text{H}_2\text{O}_2$  法、紫外線照射海水法、生殖腺懸浮液法、單獨使用

陰乾、溫度、鹽度法均無效，但似以陰乾與溫度改變兩法並用的效果最有效且穩定，但是產卵量不多，推測其原因可能為種貝成熟度不夠。種貝經刺激排卵排

精後，會產生大量死亡現象。

花蛤種貝經過刺激時，出入水管會極端延伸，而後自出水管進行排卵排精，精子與卵子在水中行體外受精。花蛤的精子頭部圓大，而體小且呈彎曲狀 (Plate II-A)，大小約 2-3  $\mu\text{m}$ ；卵子為沉性卵，呈圓形，約 40-42  $\mu\text{m}$ ，受精時，精子附著在卵膜上 (Plate II-B)，隨後會產生第一極體 (1st polar body) 的受精卵，約 52  $\mu\text{m}$  (Plate II-C)；於受精 1 小時，細胞分裂成一大一小的二細胞期 (2-cell stage) 胚胎，約 82  $\mu\text{m}$  (Plate II-D)；受精 1 小時 30 分鐘時，細胞分裂成一大三小的四細胞期 (4-cell stage) 胚胎，約 82  $\mu\text{m}$ ，較大的細胞為極葉尚未完全收縮的狀態 (Plate II-E)；受精 2 小時，為八細胞期 (8-cell stage) 胚胎，約 94  $\mu\text{m}$  (Plate II-F)；於受精 2 小時 30 分鐘時，可以見到 16 細胞期 (16-cell stage) 胚胎，約 79  $\mu\text{m}$  (Plate III-A)；受精 2 小時 45 分鐘時，可以見到 32 細胞期 (32-cell stage) 胚胎，約 72  $\mu\text{m}$  (Plate III-B)；受精 3 小時，可以見到原地微微轉動的擔輪子 (Trochophore)，尚未有面盤 (Velum) 出現，約 60x80  $\mu\text{m}$  (Plate III-C)；受精 4 小時可以會游動的擔輪子，具有一圈面盤 (Velum)，面盤邊緣有一圈纖毛 (Cilia)，中間並有二根鞭毛，可游動，約 (65-72)x105  $\mu\text{m}$  (Plate III-D and E)；受精 19 小時後，發育成 D-stage 胚胎，具有兩個原殼 (Protoconch)，腹面有捲曲狀鞭毛，約 75x104  $\mu\text{m}$  (Plate III-F、Plate IV-A)，1 天 1 小時，D-stage 胚胎腹面具有一大一小的纖毛圈，1 天 8 小時，D-stage 胚胎胃內可見杵晶體旋轉；6 天後，胚胎進入沉底期，腹面有一大一小的纖毛圈，大者為尚未退化之面盤，小者將來發育成斧足 (Foot)，此期被面子可兼具浮游與沉底生活，稱為 Pediveliger，進入沉底期必須將花蛤苗移往具有細沙的較大面積育苗池繼續培育，否則花蛤苗會因底面積不足，彼此堆疊而死亡；9 天，花蛤苗 (Plate IV-B) 面盤消失，出入水管尚未產生，外套膜形成，鰓的形狀為三條狀突起，10 天時，即成為稚貝 (Plate IV-C)，約 400  $\mu\text{m}$ ；11 天，鰓部更加發達但未彎曲；15 天，約 542.7  $\pm$  78.6  $\mu\text{m}$ ；17 天，約 632.7  $\pm$  133.0  $\mu\text{m}$ ；19 天，約 752.1  $\pm$  158.8  $\mu\text{m}$ ，此時，可藉由斧足進行直立與翻身 (Plate IV-C)，及有斧足-唇瓣攝食 (Pedal-palp feeding) 行為，亦即當斧足彎向口邊時，唇瓣會前後拍動幫助食物顆粒進入口中，同時，有外套膜凸起如火山口的出水管形成 (Table 1)。

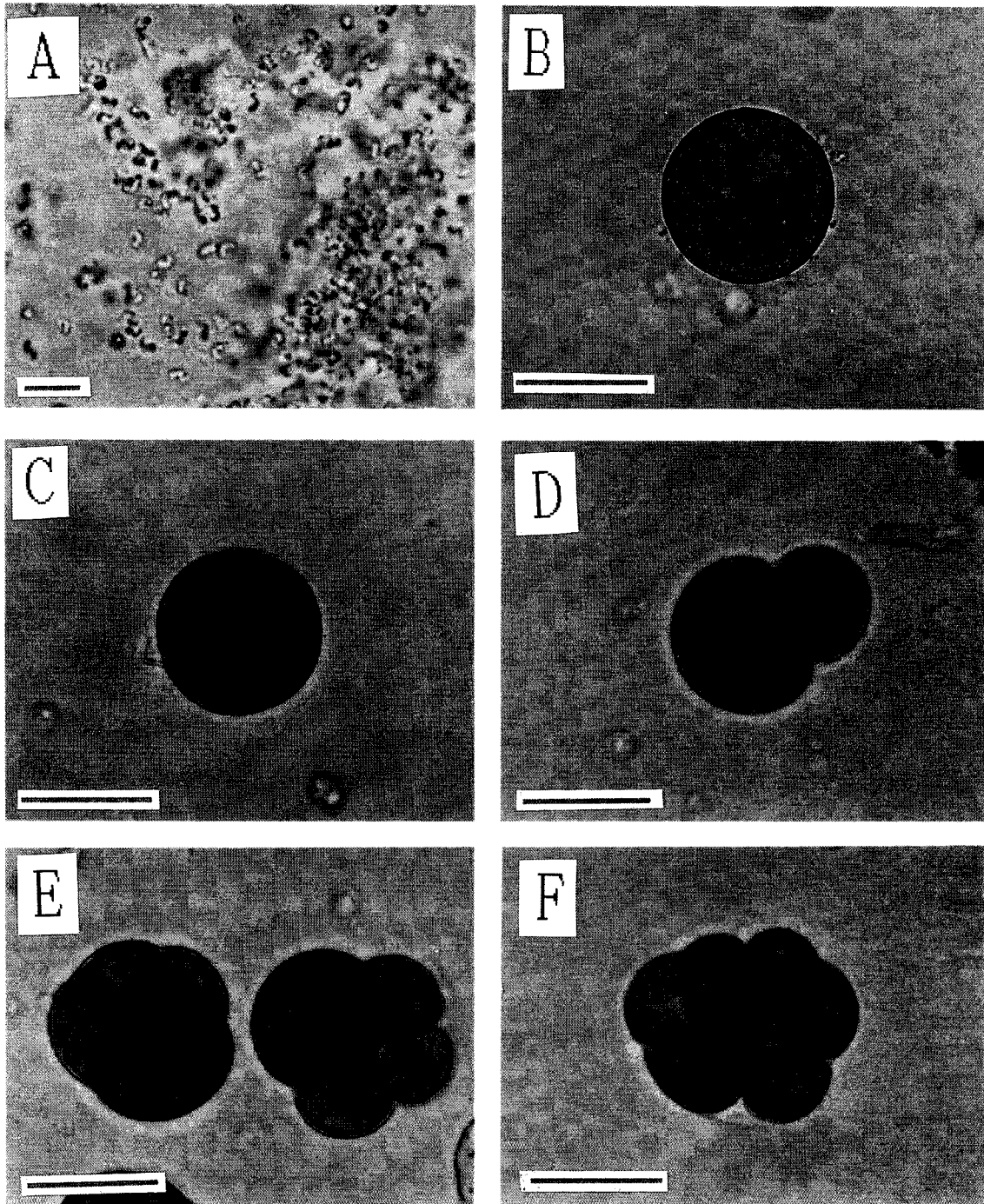
花蛤苗的活存率對急速之鹽度變化甚為敏感，由

Table 2 來看，花蛤苗於 30 ppt 的海水沒有馴化而直接移入 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ppt 的海水三天後，0 及 5 ppt 活存率均為 0%，10 ppt 為 8.3%，45 ppt 為 20.0%，其中，以原來 30 ppt 海水仍維持 92.3%，而 15, 20, 25, 35, 40 的活存率分別為 59.3, 50.0, 58.6, 59.2, 47.2%，約在 50-60% 左右。因此，當鹽度有急速變化即 30 ppt 改變至 25 以下或 35 ppt 以上，活存率即有很大的下降，而改變至 10 ppt 以下或 45 ppt 以上，花蛤苗的活存率更低。

## 討論

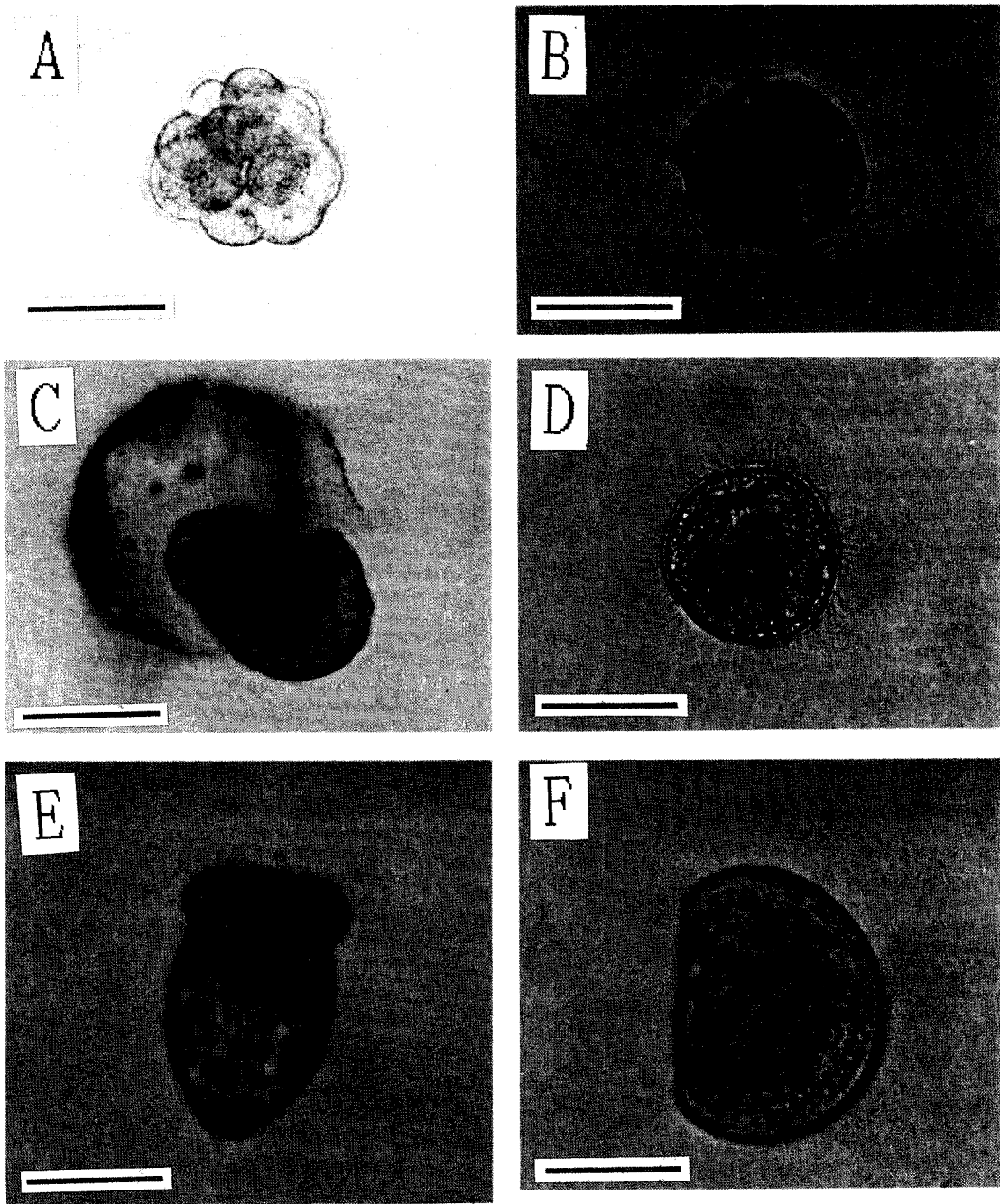
花蛤與文蛤<sup>(7)</sup>、西施舌<sup>(8)</sup>相同，均以溫度改變的刺激產卵的方法為最佳。但是，在產卵比例與數量均偏低方面，則與西施舌相同<sup>(8)</sup>，因此，今後仍必須對如何提高產卵比例之刺激方法做進一步的探討。另外，在試驗中發現，種貝必須選擇生殖腺發育良好的，並先蓄養一段時間較易進行。其原因是否為天然種貝長期暴露於溫度、鹽度變化較大的天然環境，而較易忍受人為條件的刺激。然而，經蓄養後，由於習於養殖條件變化較穩定的池塘環境，經人為條件刺激下較易成功，亦有待進一步的探究。

發育至 19 天時 (752.1  $\pm$  158.8  $\mu\text{m}$ )，後端有出水管形成，尚未有入水管，攝食水流是由前端進入的，這種現象稱為前端入水流 (Anterior feeding current)，它長久以來被認為是一種原始狀態，它也普遍發現於 Lucinacea<sup>(9)</sup> 及一些屬於 Galeommatacea, Veneracea<sup>(10)</sup> 的微小種。這種水流的描述例子有 *Pandora inaequalvis* (Pandoridae)<sup>(11)</sup>，3 種 *Nucula* spp. (Protobranchia: Nuculidae)<sup>(12)</sup>，*Macoma balthica* (Tellinidae)<sup>(13)</sup>，*Mytilus edulis*<sup>(14)</sup>，*Abra alba* (Semelidae)<sup>(15)</sup>，*Panope abrupta* (Saxicavidae)<sup>(16)</sup>。這種經由前方開口獲得食物的能力是普遍存在於稚貝與小型的雙殼貝的。以前端入水流與斧足及唇瓣的作用之關聯，是不同於以後端入水管與鰓過濾之懸浮性攝食與沉澱物攝食模式的攝食習性<sup>(17)</sup>。本研究中花蛤苗此時可藉由斧足而直立與翻身，亦有斧足-唇瓣攝食 (Pedal-palp feeding) 行為，即當斧足彎向口邊時，唇瓣會前後拍動，幫助食物顆粒進入口中，Reid et al.<sup>(17)</sup> 認為，這種攝食水流由前方進入，而以斧足、唇瓣輔助的攝食行為是原始雙殼貝之功能，僅限於變態後早期發生，這是鰓未完全發育成有效率器官之前所使用的方法。



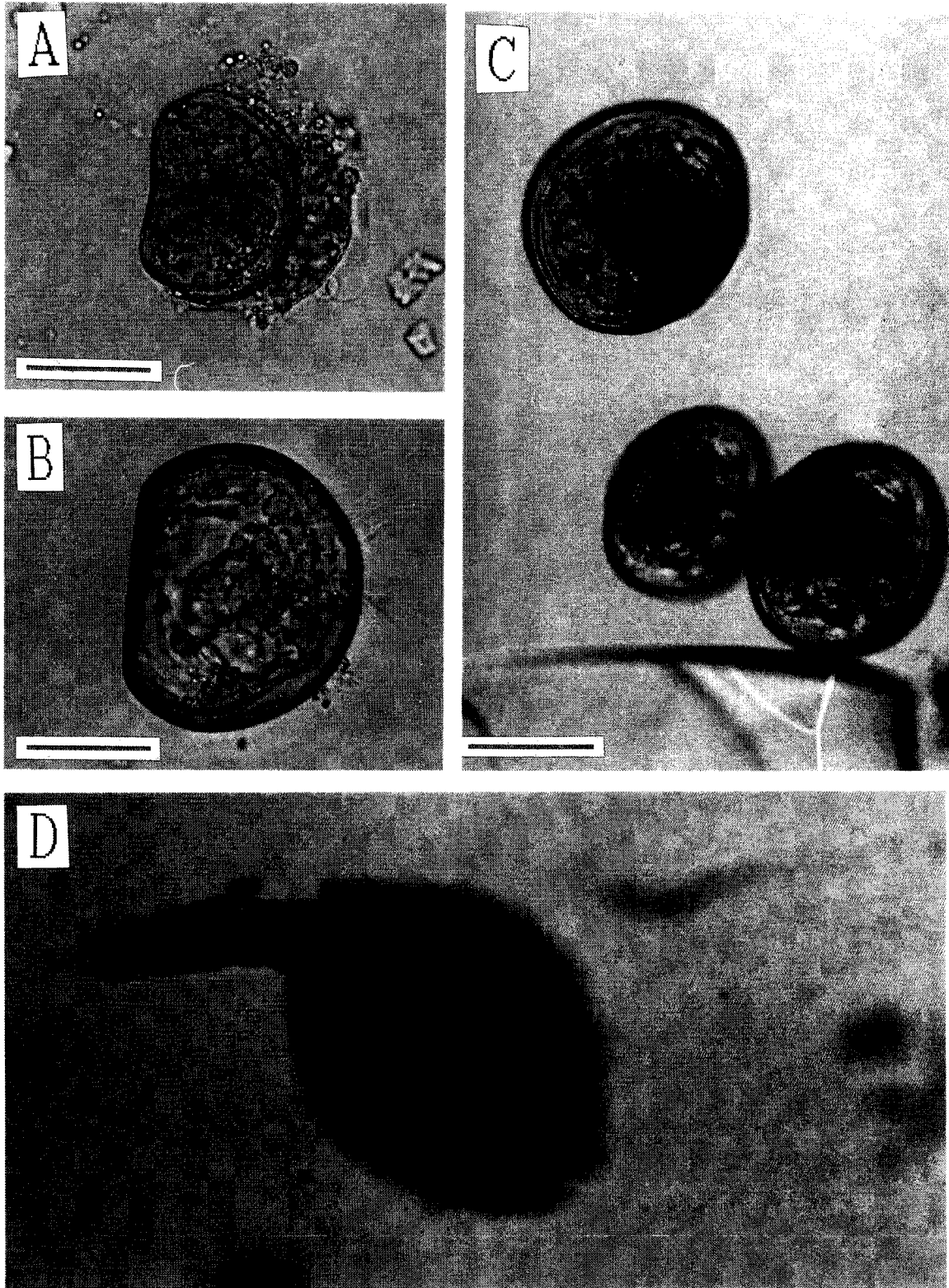
**Plate II.** The development of fertilized egg and embryos of *G. veneriformis*.

- A. Sperm, bar=10 μm.
- B. Egg with sperms, bar=50 μm.
- C. Egg with 1st polar brdy, bar=50 μm.
- D. 2-cell stage embryo, bar=50 μm.
- E. 4-cell stage embryo, bar=50 μm.
- F. 8-cell embryo, bar=50 μm.



**Plate III.** The embryos, trochophores and veliger of *G. veneriformis*.  
A. 16-cell stage embryo, bar=50  $\mu\text{m}$ .  
B. 32-cell stage embryo, bar=50  $\mu\text{m}$ .  
C. T trochophore, bar=50  $\mu\text{m}$ .  
D. Trochophore with cilia, bar=50  $\mu\text{m}$ .  
E. Trochophore, bar=50  $\mu\text{m}$ .  
F. Veliger (D-stage), bar=100  $\mu\text{m}$ .





**Plate IV.** The veligers and juveniles of *G. veneriformis*.  
A. Veliger (D-stage), bar=100  $\mu$ m.  
B. Veliger (D-stage), bar=100  $\mu$ m.  
C. Juveniles, bar=200  $\mu$ m.  
D. Juvenile with extended foot.

**Table 1.** The shell length (mm) and morphology of *Gomphina veneriformis* from fertilization to 19th day juvenile.

<i>Time</i>	<i>Shell length</i> ( <i>mean ± sd, μm</i> )	<i>Morphology</i>
	40-42	A rounded oocyte
1 h	82	2-cell stage
1 h 30 min	82	4-cell stage
2 h	94	8-cell stage
2 h 30 min	79	16-cell stage
2 h 45 min	72	32-cell stage
3 h	60x80	A weakly turning trochophore , no velum
4 h	72x105	Swimming trochophore with a ring of cilia
11h	65x100	Prolonged trochophore
19h	75x104	D-stage with 2 protoconches
1 day 1h		D-stage with a large and small cila rings
1 day 8h		D-stage with a turning crystalline style in the stomach
6 days		Settlement A rounded foot with cilia A large and a small cilia ring on the ventral portion (the smaller one would be a foot, the larger one was degenerated velum) Larvae could both swim and settle Pediveliger in this stage with a flagellate in center of the velum
9 days	220	Velum disappeared Exhalant and inhalant siphon not formed Matle formed Gill with three ridges
11 days		More developed gill
15 days	542.7 ± 78.5	
17 days	632.7 ± 133.0	
19 days	752.1 ± 158.8	Juveniles standing and turning over with foot Existing pedal-palp feeding behavior Palp beating while foot come close to the mouth. Exhalant and inhalant siphon formed

**Table 2.** The acute change in salinity of *Gomphina veneriformis* ( $632 \pm 132 \mu\text{m}$ ) from 30 ppt sea water to different salinity water.

<i>Salinity (ppt)</i>	<i>Survival rate (%)</i>
0	0
5	0
10	8.3
15	59.3
20	50.0
25	58.6
30	92.3
35	59.2
40	47.2
45	20.0

花蛤 6 日沈底時，腹面具一大一小纖毛輪，大者為尚未退化之面盤，面盤中央有鞭毛，小者將來發育成斧足，上面長滿纖毛，此期稱為 Pediveliger，同時具有游泳與爬行之能力。此時，必須提供底質供幼生沉底，否則幼生因密度過高而堆疊於孵育池而死亡。這種情形與文蛤在 10 天以前的活存率偏低相同(5)。即貝類在幼生浮游階段是大量死亡的時期，必須保持生態環境的穩定並投與適當的餌料。

花蛤 (28°C, 30 ppt) 的 Pediveliger 與沉底時間為受精後第 6 天，文蛤 (28°C, 15 ppt) 為 10 天(5)，西施舌 (25-29°C, 15-25 ppt) 為 10 天(6)；*Paphia undulata* (30-38°C, 32-34 ppt) 的 Pediveliger 為 8 天(18)；*Crassostrea rhizophorae* (25-30°C, 20-25

ppt)<sup>(19)</sup>的 *Pediveliger* 與沉底期在 11 天；*Pinctada maxima* (25-29°C, 35-36 ppt), 12-14天為 *Pediveliger* 期，第 24 天時 80% 的幼生沉底<sup>(20)</sup>。花蛤的 *Pediveliger* 與沉底時間較其他種類早許多，其原因是否為鹽度較高、溫度不同所造成，則有待進一步的探討。沉底時間為人工繁殖的重要資料，在此變態期間必須有良好底棲環境以供棲息，豐富的餌料與良好的水質以利其變態，為一相當重要時期。然而，不同的鹽度與不同的溫度均會造成不同的沉底時間，故必須精確的掌握，祈能提高花蛤的活存率。

花蛤苗的活存率對急速鹽度變化甚為敏感，當鹽度急速由 30 ppt 改變至 10-25 或 35 時，活存率的下降很大，活存率由 92.3% 降至 50-60%。然而，當鹽度改變至 10 ppt 以下或 45 ppt 以上，花蛤苗的活存率更會偏低（僅有 0-20%）。而西施舌以正常生長之幼貝（沉底苗）放入 8-44 ppt 的海水鹽度下，經過 72 小時仍全部活存<sup>(6)</sup>。顯然花蛤苗對於急速鹽度的容忍性不如西施舌。因此，花蛤苗在養殖過程中應該避免劇烈的鹽度變化所造成的高死亡率。

## 謝辭

本文承蒙台灣省水產試驗所台西分所吳純衡研究員的鼓勵與支持，約僱技術員周麗梅小姐及約聘技師黃麗月小姐從旁協助，在此一併感謝。經費來源係由 83 年度省府計畫「發展海埔地水產養殖」補助，特此誌謝。

## 參考文獻

- Ho, T. T. (1959) A list of edible mollusks of Taiwan. *Rep. Inst. Fish. Biol.*, 1(3): 42-47.
- 郭河 (1964) 台灣經濟貝類調查. 中國農村復興聯合委員會專刊, 38: 71-72.
- 楊宏達 (1989) 花蛤種苗培育. *漁友*, 12(6): 51-52.
- 戴仁祥, 何雲達, 巫文隆 (1997) 花蛤之解剖學研究. *貝類學報*, 20: 15-24.
- 楊鴻禧, 丁雲源 (1988) 台灣西海岸中要雙殼貝生活史及漁場環境之調查. *Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.*, 45: 67-81.
- Ting, Y. Y. (1984) Shellfish culture in Taiwan. *In Proceedings of ROC-JAPAN Symposium on Mariculture*, (I C. Liao and R. Hirano eds.). December 14-15, 1984. TML Conference Proceedings, 1: 129-142.
- 楊鴻禧, 丁雲源 (1984) 文蛤人工繁殖之研究. *Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.*, 36: 99-111.
- 楊鴻禧, 丁雲源 (1985) 西刀舌人工繁殖之研究. *Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.*, 38: 123-135.
- Allen, J. A. (1958) On the basic form and adaptations to habitat in the Lucinacea (Eulamellibranchia). *Philosophical Transactions of the Royal Society, B* 241: 421-484.
- Mortimer, J. E. (1962) A comparative study of post-larval feeding mechanisms in the bivalvia. Ph. D. Thesis, Glasgow University, Glasgow, Scotland.
- Allen, J. A. (1961) The development of *Pandora inaequalvis* (Linnae). *J. Embryo. Exp. Physio.*, 9: 252-268.
- Oldfield, E. (1955) Observations on the anatomy and mode of life of *Lasaea rubra* (Montagu) and *Turtonia minuta* (Fabricius). *Proceedings of the Malacological Society of London*, 31: 226-249.
- Caddy, J. F. (1969) Development of mantle organs, feeding and locomotion in postlarval *Macoma balthica* (L.) (Lamellibranchiata). *Can. J. Zool.*, 47: 609-617.
- Bayne, B. L. (1971) Some morphological changes that occur at the metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis*. *In Fourth European Marine Biology Symposium*, (D. J. Crisp ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 259-280.
- Aabel, J. P. (1983) Morphology and function in postmetamorphical *Abra alba* (Bivalvia:Tellinacea). *Sarsia*, 68: 213-219.
- King, J. J. (1986) Juvenile feeding ontogeny of the geoduck *Panope abrupta* (Bivalvia:Saxicavicea), and comparative ontogeny and evolution of feeding in bivalves. M.Sc. Thesis, University Victoria, Victoria.
- Reid, R. G. B., R. F. McMahon, D. O. Foighil and R. Finnigan (1992) Anterior inhalant currents and pedal feeding in bivalves. *Veliger*, 35(2): 93-104.
- Pongthana, N. (1990) Breeding and rearing of short-necked clam (*Paphia undulata*). *Thai. Mar. Fish. Res. Bull.*, 1: 69-73.
- Rampersad, J. N. and D. R. Ammons (1992) Production of *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) spat from hatchery-reared larvae. *Aquaculture*, 106: 253-260.



---

20. Rose, R. A. and S. B. Baker (1994) Larval and spat culture of the western Australian silver- or goldlip pearl

oyster, *Pinctada maxima* Jameson (Mollusca:Pteriidae). *Aquaculture*, **126**: 35-50.

Ren-Shyang Tai, Hon-Yee Chen and  
Yun-Da Ho

Tai-shi Branch, Taiwan Fishery Research Institute,  
271 Chung-yang Rd., Taishi 636, Taiwan.

(Accepted 9 June 1997)



## The Preliminary Study of Artificial Propagation of Short-necked Clam *Gomphina veneriformis* LAMARCK, 1818

### Abstract

Short-necked clam *Gomphina veneriformis* is one of the most important aquaculture species in revival land in Taiwan. Due to the unstable source of natural spat for culture, the present study was focused on the artificial propagation of *G. veneriformis*. We tried to find out a convenient method to stimulate the spawning of *G. veneriformis*. Moreover, we observed and took picture of the development of fertilized egg and larvae, and also described their feature and measured their size. We studied the optimum salinity of juveniles. Spawning was induced by temperature fluctuation. The rounded oocyte usually range from 40-42  $\mu\text{m}$  in diameter. The initial cleavage division arised within one hour after fertilization. A ciliated trochophore stage was reached approximately 3 hours after fertilization. A D-stage larvae was attained approximately 19 hours after fertilization. The pediveliger would settle down and swim after 6 days since the fertilization. Meanwhile, if they were not moved to a sandy substrate, they would encounter a high mortality. The juvenile were very sensitive to the change of salinity. The survival rate of juvenile was very low when the salinity changes acutely from 30 ppt to less than 10 ppt or more than 45 ppt.

**Key words:** *Gomphina veneriformis*, Propagation, Pedal-palp feeding