

鳳螺人工繁殖初步試驗

李 益 榮

Preliminary Study on the Artificial Propagation
of Sea snail, *Babylonia formosae*

Lee Yi-Iong

Sea snail (*Babylonia formosae*) is edible shellfish and consumed in great quantity in market. The supply is unstable for the low-efficiency of the fishing method and unreasonable deploration. In order to relieve the unreasonable fishing intensity and to meet the soaring demands of sea snail, the artificial propagation was studied and carried out successfully in Taiwan.

1. It is found the spawning season covers from September to January of the following year and reaches the climax in November.

2. Gravid size of both sexes is assumed from 4-6cm in shell length.

3. The spawning snail, in the sea water temperature of 27°C, would lay eggs in capsules onto the wall of tank 3 or 4 days after cultured, [If the spawning frequency is low, rising and lowering of water temperature, large scale water-exchange or both used is suggested to induce spawning.

4. In the water temperature ranges from 25°C to 27°C and salinity from 29.0‰ to 33.7‰, fertilized eggs hatch into swimming larvae on 21th day from being laid out.

5. The abnormal eggs must be removed not to damage other eggs during the process of specification.

6. Swimming larvae, in the nursery tank with benthic algae, develop into settling stage 3 days after hatching. The settling ratio range from 80% to 90%.

7. During 1st month, small individuals often climb out of water and die of drying, it must be prevented

8. 60-day-old individuals, 0.68cm×0.44cm in size, are large and strong enough to be transferred to culture pond.

前 言

由於近年來我國經濟之穩定成長，國民所得節節昇高，社會富庶，享受日趨大眾化，珍奇事物不再是奢侈品，海鮮更呈供不應求現象。就高經濟價值貝類言，除牡蠣、文蛤……等少數種類外，其他如鳳螺、血蚶、西施貝……等皆捕自海中，然臺灣海域資源有限，多年來之濫漁，加以工業、都市廢排水污染水質之重重影響下，貝類資源早有匱竭之虞，為未雨綢繆計，其新品種繁、養殖技術之開發自是刻不容緩之事。

鳳螺外形雅麗，味道鮮美，去年價格約在新臺幣180~250元/公斤之譜，即薪水階層亦付得起，故需求量極大，唯以目前漁法，購買頗受天候限制，每年冬季常有行無市，價格飛揚，購買不易，筆者有鑑於此，乃不揣冒昧，嘗試探討開發其人工繁殖技術，本文即從事四批鳳螺人工繁殖之初步心得

材料與方法

(一)成熟種螺之選擇：

於九月至翌年三月止，按月至臺南市安平漁市場或海鮮販處，購買鳳螺，挑出殼長約4~6公分 (Fig. 1) 強健者為種螺，一般30隻左右。

(二)產卵之誘導：

購回之種螺以海水洗淨後，不分雌雄，即蓄養於0.5噸白色半透明塑膠桶，桶內海水已經靜置及打氣數日之處理。為求水質不因鳳螺排泄物及殘餌所污染，必要時並加龍鬚菜於桶內以淨化之。鳳螺由於環境改變之刺激，不久即會產卵於桶壁或預置之貝類空殼內。若鳳螺久不產卵，則以大量換水，昇降溫度或二者配合以刺激其產卵。

(三)受精卵之孵化：

鳳螺產卵於塑膠桶桶底或桶壁近水面處，上下約1.5公分內區域 (Fig. 2.)，故每有卵列出現於水面，則須加高水位，防止受精卵乾死。在受精卵發育期間盡量保持水溫、鹽份濃度於恒定，打氣量則維持在使水面微微有些波動即可，蓋打氣量太大，水波衝擊力強，鳳螺卵莢極易脫落，同時鹽份濃度變化激劇，對受精卵發育有不良影響。

(四)仔螺餌料之探討：

以8個培養皿，每兩個一組，分成A、B、C、D四組，蓄養同批受精卵孵出之浮游幼生，每皿20隻，每組投以不同之餌料，觀察其攝食及成長情形，另加一皿內蓄10隻同批浮游幼生，只放清淨海水，不投餌，是為對照組E。又，此組雖水質清淨，亦隨他組同時換水。

(五)浮游幼生之收集，附着及仔螺之飼育管理：

受精卵孵化後，即成浮游幼生，浮游幼生不數小時即能營附着生活，若於此時收集，則非常困難，故於蓄養種螺前，預置塑膠管或貝類空殼於桶底，俾供母螺產卵其內，俟母螺產卵後，將之移至他處孵化，方便浮游幼生之收集，收集後即移至附苗桶，供其附着、棲息與覓食。

浮游幼生移至附苗桶時，附苗桶之打氣量宜小，打氣石則置於桶底中心處，浮游幼生自中心處徐徐放出，俾避免水波激盪所導致之傷亡。另一方面亦能使幼生分佈均勻，避免往後成長參差。浮游幼生附着後，即可以冷凍輪虫和水攪勻投飼，增加餌料供給量及滿足營養需求。鳳螺仔螺有爬出水面習性，尤以清晨為最。在15日齡左右，爬行能力漸強，須防止仔螺於清晨爬上水緣而乾死。至30日齡左右，仔螺漸趨於白天活動，此時可改投攪碎之伍鬚蝦肉，至60日齡時 (長：0.68cm，寬0.44cm)，體形較大且已具鑽沙習性，可將之移至放有薄沙層之小桶飼育，以利水質管理。

(六)冷凍輪虫之製備及附苗桶藻層之培養：

1. 冷凍輪虫之製備：

於輪虫培育池中撈取輪虫，將撈脚類和輪虫分離，以培養皿盛放輪虫並送至保溫箱之冰庫冷凍 (保溫箱下層溫度保持在5~10°C間)，至少經冷凍一夜才使用。

2. 附苗桶壁藻層之培養：

(1) 以儲有海水之0.5噸白色半透明塑膠桶置於室內日光斜射可及處，其內蓄養數個中型鳳螺 (體長 < 4 cm)，桶水打氣，鳳螺則以伍鬚蝦或吳郭魚肉飼之，並藉此提供藻類所需有機肥，此時由於海中藻類孢子之固着桶壁即能生出一薄藻層。

(2) 以16公升 (直徑28.5公分) 圓形玻璃缸，內儲約15公分深海水，打氣量保持在使水面略有波動，放入少許顫藻 (*Oscillatoria* sp.) 或綠藻 (*Chlorella* sp.) 使其沉下形成一薄藻層。

結 果

(一) 鳳螺產卵生態：

1. 鳳螺之產卵行為：

種螺自漁市場購回，經海水洗淨，蓄養於 0.5 噸白色半透明塑膠桶內。種螺用於環境改變之刺激，即會產卵於水緣附近之桶壁或其他支持物之蔭蔽處。鳳螺對於後者特別喜愛，曾有一個牛角蛤 (*Atrina Pectinata* Linne) 空殼內部附着近 300 個卵莢，而殼外部只有 3、4 個卵莢零星散佈之紀錄 (Fig. 3)。產卵時多於清晨，白天雖有，唯對外在環境十分敏感，一旦發覺有人走近，隨即自動沉落桶底。鳳螺之生殖孔位於腹足腹面前端，產卵時腹足前端略微翹起，以肌肉收縮之壓力，迫出卵莢及卵。其次序係卵莢先行產出，卵再由卵莢裂口填入，填完一卵莢後，再將此裂口膠合，如此周而復始，形成一卵莢列而完成產卵動作。產在桶壁之卵莢列與水面略成平行，但常有中斷而不可尋其跡者。在牛角蛤殼內卵莢列，則常堆疊一起。一般每一卵莢列所含卵莢數由 3~4 莢至 60 莢不等，卵莢略呈梯形薄片，每莢平均含卵量在 18.4 ± 3.8 粒。

2. 水溫對蓄養至開始產卵間距之影響：

產卵受水溫影響甚鉅，就三批曾在產卵之母螺言，在 9 月 3 日及 9 月 29 日購回蓄養者，自蓄養起至開始產卵間距各為 4 日、3 日，其間平均水溫、鹽度各為 28.0°C ($27.8\sim 28.1^{\circ}\text{C}$) 30.5‰ ($30.3\sim 30.8\%$) (Fig. 4) $27.5\sim 27.6^{\circ}\text{C}$), 31.1‰ ($31.0\sim 31.1\%$) (Fig. 5)，而於 11 月 17 日購回蓄養之種螺，則遲至 12 月 8 日始行產卵，間隔 22 日之久，其間平均水溫為 21.7°C ($16.3\sim 24.9^{\circ}\text{C}$)，鹽度 35.7‰ ($32.8\sim 39.5\%$) (Fig. 6)，尤有甚者，在 12 月 8 日至翌年 1 月 19 日，除 12 月 8 日、9 日及 1 月 19 日略高外，餘均低於 20.0°C ，結果 42 日間，只有 7 新卵莢列，計 121 卵莢產出。

3. 換水、昇降溫度對母螺產卵之影響：

9 月 29 日購回蓄養之種螺，於 10 月 13 日奧拉貽風入境時，6 日間 (10 月 13 日至 10 月 18 日)，水溫徘徊在 $21.7\sim 23.6^{\circ}\text{C}$ 間，至 10 月 19 日水溫回升至 25.1°C 即有 3 新卵莢列出現 (計 20 卵莢)，於 19 日上午抽底並換了半桶海水 (約 200ℓ)，結果母螺在 10 月 20 日、21 日、22 日陸續產下 17 新卵莢列 (計 243 卵莢)。同樣地，11 月 17 日購回之種螺，經約 2 個月之低水溫期，產卵量極少，已如前述。然於 1 月 22 日加溫，使水溫由 21.8°C 陡昇至 23 日之 24.0°C ，並盡量維持於此一溫度，則見 23 日、25 日、26 日各有新卵莢列 3、1、2 列。

昇高溫度、換水刺激產卵最顯著的是在 2 月 6 日至 2 月 16 日間，以加溫器控制水溫昇降，並在 2 月 8 日以大量換水配合，結果於 2 月 10 日、12 日、13 日、14 日及 16 日皆有新卵莢出現，產卵頻率頗高。

(二) 受精卵之發育及孵化：

鳳螺剛產出之卵為圓形，色呈灰黑，卵經約 0.52mm 至 0.57mm ，在 $25.0\sim 27.0^{\circ}\text{C}$ 間，第 1 日卵即能發育至四分裂卵 (Fig. 7)，再經多次分裂成桑椹期、囊胚期及原腸期，至第 8 日即成擔輪子，至第 9 日心臟雖不明顯，但已可分辨，並有規則性伸張與收縮運動，於其頂端則有纖毛附生，可做旋轉運動，至第 10 日則心臟更趨清晰，外形如圖 8，第 15 日已具有體而微之觸角，第 16 日腹足明晰可辨，且有伸縮扭轉之運動 (Fig. 9)，是即背面子，此時其體外初負一薄而透明之殼，至第 21 日孵出成浮游幼生時，外殼顯而益彰，且其上螺紋已備 (Fig. 10) 此時體長在 $0.94\sim 0.83\text{mm}$ ，體寬在 $0.83\sim 0.75\text{mm}$ 間。浮游幼生游泳能力甚強，並有趨光性，聚游於水域之中上層，一般數小時內即能營附着生活。

水溫影響受精卵之發育亦大，9 月 6 日所產之卵，於 27.31°C ($25.0\sim 29.0^{\circ}\text{C}$) 30.80‰ ($28.7\sim 32.9\%$)，水域中，在 9 月 26 日孵化，共需 21 日，10 月 1 日所產生於 25.1°C ($20.1\sim 27.8^{\circ}\text{C}$) 31.3‰ ($29.4\sim 32.5\%$)，水域中，在 11 月 2 日孵化，間隔 33 日，12 月 8 日所產者則遲至翌年 1 月

22日孵化，需時66日之久，其間平均水溫、鹽度各為 18.94°C ($16.6\sim 23.3^{\circ}\text{C}$) 38.4‰ ($37.4\sim 39.4$ ‰)。9月6日所產卵其孵化率為69.6%。

(三)仔貝之餌料：

在11月6日至11月20日所作仔貝之餌料試驗，得結果如表一：

Table 1: The Result of Feeding Test on the Larvae of Sea Snail

Kinds of Food	Oscillatoria sp.		Rotifer		Copepoda		Dscillatoria sp. + Rotifer		Blank E
	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂	
Lot	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂	E
Number of Larvae (1-Day-old) Stocked originally	20	20	20	20	20	20	20	20	10
Number of Larvae Survived on the 5th Day From Stocking	19	17	18	14	12	11	16	20	10
Number of Larvae Survived on the 10th Day From Stocking	18	16	16	14	11	9	14	19	8
Number of Larvae Survived on the 15th Day From stocking	13	12	7	11	9	5	8	3	0
Size of Larvae Survived on the 15th Day	Length: 891.0 μ		931.8 μ		968.5 μ		949.0 μ		892.7 μ *
	width: 742.2 μ		775.7 μ		799.5 μ		767.0 μ		702.0 μ

*All larvae were dead.

(四)仔貝之附着及其飼育與成長：

浮游幼生之附着視環境而定，於富有食物之環境中，附着迅速完全，若食物缺乏則反之。依筆者觀察，在有顛藻 (*Oscillatoria* sp.) 或綠藻 (*Chlorella* sp.) 為藻床者，浮游幼生在蓄養起3日內，其附着率約在80%~90%間，蓄於清淨海水，無藻床或其他食物者只有30%附着，有冷凍輪虫為食物者，其附着率較有藻床者略低。又，附着後若打氣量加大，部份附着幼生會恢復其浮游性。

孵出之浮游幼生，體長為，體長為0.83mm~0.94mm，體寬為0.75mm~0.83mm此時螺紋雖備，但眼點仍不明顯，至孵化後第2日則眼睛已趨顯著，纖毛縮入殼內不見，觸角則伸出殼外，唯觸角運動不甚明顯 (Fig. 11)，如此日益茁壯，不數日，儼然已具大螺形態 (Fig. 12)。於筆者之飼育環境中，60日齡仔螺殼長為0.68cm，殼寬0.44cm，90日齡時殼長、殼寬各為1.01cm、0.68cm，至110日齡時則各為1.16cm、0.75cm。仔螺自60日齡起，爬上水緣後，已知返回水中，且耐力甚強，極易飼育，可為放養之種苗。此次育有之16隻110日齡仔螺，即是由60日齡之18隻仔螺中活存下來者，估計由孵化至60日齡之活存率為1.08%。

討 論

(一)鳳螺之產卵生態：

以去年九月迄今年3月，四次母螺產卵的情形觀之，可知鳳螺在天然環境中，其成熟季節當在九

月以前開始，最長延至翌年三月止，而以11月左右為盛期，此點正與筆者於鳳螺繁殖工作中，所作初步解剖所得結果吻合（組織切片資料整理中），故種螺之選擇當以此時為佳。

受精卵之孵化在高溫時（約 27.0°C ）有較佳之效果，故卵莢宜蓄於此一高溫水域中，以縮短受精卵孵化期間。至於鳳螺產卵之刺激，水溫之昇降和大量換水均有正向作用，同時如能將二者作適當配合，一如在2月6日至2月16日者，其刺激效果更顯著，此點在鳳螺人工繁殖工作中尤為重要，蓋鳳螺之繁殖季節在冬季，此時北風已起，浪濤洶湧，漁民出海作業者少，鳳螺產量銳減，故除了能完成所謂的完全養殖者外，如何提高其產卵率實是日後大量繁殖之一關鍵。

鳳螺之生殖腺，一如其他魚貝類，藏於身體中，成熟與否甚難判斷，此次筆者以濃鹽酸溶液溶去螺殼，觀察其成熟度，雖費時無幾，但需犧牲為數不少之種螺，殊為可惜，因此其基礎生活史及其他更有效之偵測方法是值得有心人去探討的。

二、受精卵之發育及孵化：

受精卵發育受水溫影響頗鉅，而對鹽份濃度之變化較不敏感。水溫之影響除表現於受精卵孵化所需時間外，在不同批卵莢間卵之發育差異上，亦擔任一重要角色。一般不同批卵在 25.0°C 以上水溫中，其孵化日期均甚接近，而在較低的水溫中，則不同批卵其孵化日期就顯得參差不齊，致每日只有少數浮游幼生出現。此現象可係由於高水溫對受精卵發育之加速效應超越了不同批卵間先天上之差異，故各不同批受精卵之孵化日期變得較為接近也。

鳳螺之不正常卵和正常卵在外形上很難區分，唯不正常卵於孵化過程中，會有停止分裂、失去彈性、輕觸易破裂、色澤消退，終至變白、變黃而腐敗之現象。一腐壞之受精卵常引起整個卵莢甚或整個卵莢列之受精卵相繼腐壞，因此一發現有不正常卵，須儘速移走，以免殃及他卵，影響孵化率。

在受精卵之發育過程中，因各母螺產卵時間前後相距甚大，致常有產卵母螺攀爬於他螺所產卵莢列上，造成卵莢嚴重脫落之現象。脫落之卵莢，其內之受精卵因受母螺擠壓，泰半皆無法發育而終至腐敗，僥倖還能發育者，亦因置身桶底，難逃再受種螺爬行擠壓，終至外膜與體幹分離而死之命運。

另一導致受精卵死亡之原因係來自水質之惡變，因鳳螺種螺屬肉食性，在繁殖過程中，為求受精卵能集於一小區域以利管理，種螺蓄養難免提高，如此殘餌和其排泄物極易造成水質惡化，使卵莢上附生一種黑褐色絲狀物質，致受精卵變白而死，故往後要提高受精卵之孵化率，實應自誘導母螺產卵於貝類空殼着手，蓋一俟空殼內腔產滿卵莢，即可輕易移至他處孵化，母螺再難爬行其上，造成無謂之損失。

三、仔螺餌料之探討：

由Table 1 可知仔螺之生命力很強，不需餌料在蓄養第10日亦有80%活存率，極利於繁殖工作，但10日後，即因缺乏食物供給代謝所需能量，且水中離子亦漸不敷成長所需，終在第15日前完全死滅。反之，有餌料組之活存率均顯著提高，其中又以投飼植物性餌料顫藻（*Oscillatoria*）所成藻床之A組最高（A₁65%，A₂60%），依次為B、C、D三組，此可能由於飼動物性餌料如輪虫等者，容易因殘餌造成水質惡化所致。然飼有動物性餌料者，其活存率雖偏低，而其成長度却有顯著正向效果，由表可知C、B、D三組之仔螺體積遠較A、E組為優，可見動物性餌料在營養上對仔螺確有較佳之影響。值得一提的是D組，在蓄養了15日時，其活存率雖較低，但是在第5及第10日各為90%、82.5%，絲毫不遜最優A組之90%及85%，此可能係由於筆者高估了顫藻（*Oscillatoria*）淨化水質之能力，而於第10日後，加入太多輪虫，引起水質激變所致，準此可知若能將動、植物性餌料作一適當配合，則無論在活存率或成長度上，都將能獲一理想之成果矣！

四、仔貝之附着，及其飼育與成長：

只要有一薄藻層，鳳螺浮游幼生之附着率可達90%，已如前述，故鳳螺浮游幼生之附着並不須加入曾飼過種貝之海水。唯在附苗桶培育鳳螺幼生，因換水量少，一如其他貝類幼生，隨着鳳螺幼生之成長而產生缺鈣現象，此時仔螺殼薄易碎，終至死亡。據陳(1979)，加入可溶性鈣可延長九孔仔貝生

命天數，此方法是值得嘗試的。

又，此次利用 0.5 噸塑膠培育桶培育鳳螺仔螺，因水深關係，其底部之藻類極稀，淨化水質力量已弱，加之打氣量、換水量均小，殘存輪虫沉底腐敗，惡化水質，對仔螺造成不利影響，此亦是其存活率不高之一原因。

摘 要

鳳螺是臺灣高經濟貝類中，各階層均能享受的少數種類之一，消費量極大，深具發展潛力，唯由於目前漁法之受天候限制及竭澤而漁之陋習已積重難返，除資源有匱竭之虞外，冬季及初春皆呈供不應求現象，為解此窘境並為該資源預留一步，厚植生機，人工大量繁殖是亟待進行之事，目前所知：

1. 繁殖季節由 9 月以前至翌年 1 月止，而以 11 月為盛期。
2. 成熟種貝以 4 cm~6 cm 殼長者即可。
3. 一般種螺自購回，經洗淨、蓄養於 27.0°C 海水中，3 或 4 日後即會產卵，若產卵率不高，可利用昇降溫度，大量換水或二者配合以誘導產卵。
4. 在 25.0°C~27.0°C，29.0‰~33.7‰ 間，受精卵孵化需時 21 日。
5. 不正常卵有變白、變黃而腐敗並殃及他卵現象，一經發現，必須儘速移除。
6. 浮游幼生在有薄藻層之環境中，三日內附着率達 80~90%。
7. 孵化後第 2 日，眼點明晰，觸角伸出殼外。
8. 孵化後 1 個月內，仔螺常爬至水緣乾死，須注意。60 日齡仔螺體健，已知自水緣爬回水中，可作放養種苗用。
9. 在室內 0.5 噸塑膠培育桶中，110 日齡仔螺體長 1.16 cm，體寬 0.75 cm。

謝 辭

本文實驗之得以完成，承丁分所長雲源先生之懇切指導，黃彩容、林森榮君之提供藻種及輪虫，林清龍、包喬威君之給予方便，吳慶麗、朱耀明、林峰生君之協助與鼓勵，在此謹致以由衷之謝忱。

參考文獻

1. 陳弘成、楊鴻禧 (1979) 九孔之人工繁殖 中國水產 314 3~9。
2. 陳紫瑛 (1978) 綠貽貝 *Mytilus smaragdinus* 的基礎生物學研究 臺灣大學海洋研究所 R-652812 碩士論文。
3. 吉田裕 (1964) 貝類種苗學北隆館出版。
4. Cleveland P. Hickman (1967): Biology of the Invertebrates. Edited by Department of zoology, De Pauw University, Greencastle, Indiana.

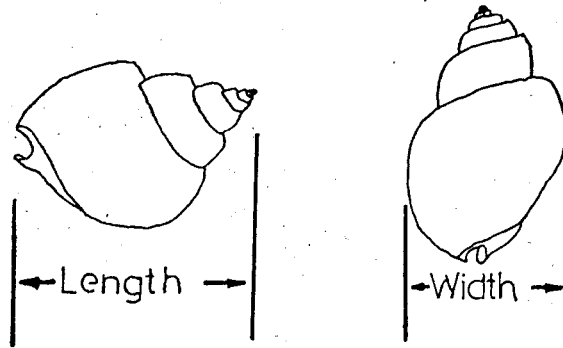


Fig. 1 Terminology of the sea snail.
 Length: maximum anterior-posterior axis.
 Width: maximum lateral axis.

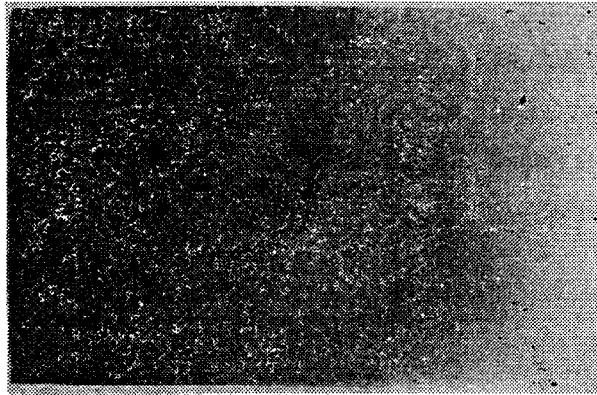


Fig. 2. Spawning behavior of sea snail, showing the place where sea snails lay capsules on.

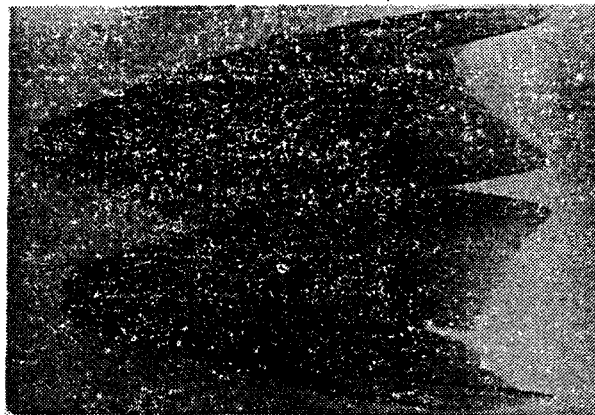


Fig. 3. Capsules laid on the inner and outer shell surface of other bivalve *Atrina pectinata* (Linnae)

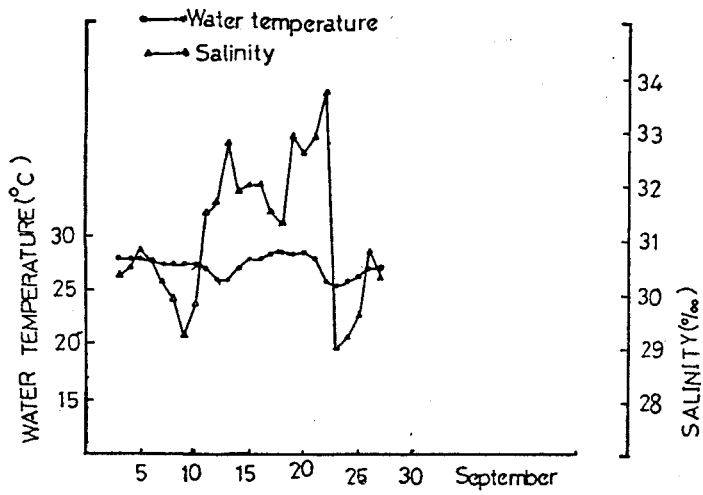


Fig. 4 The fluctuation of water temperature and salinity in September.

Fig. 5 The fluctuation of water temperature and salinity from 29, September, to 15, November.

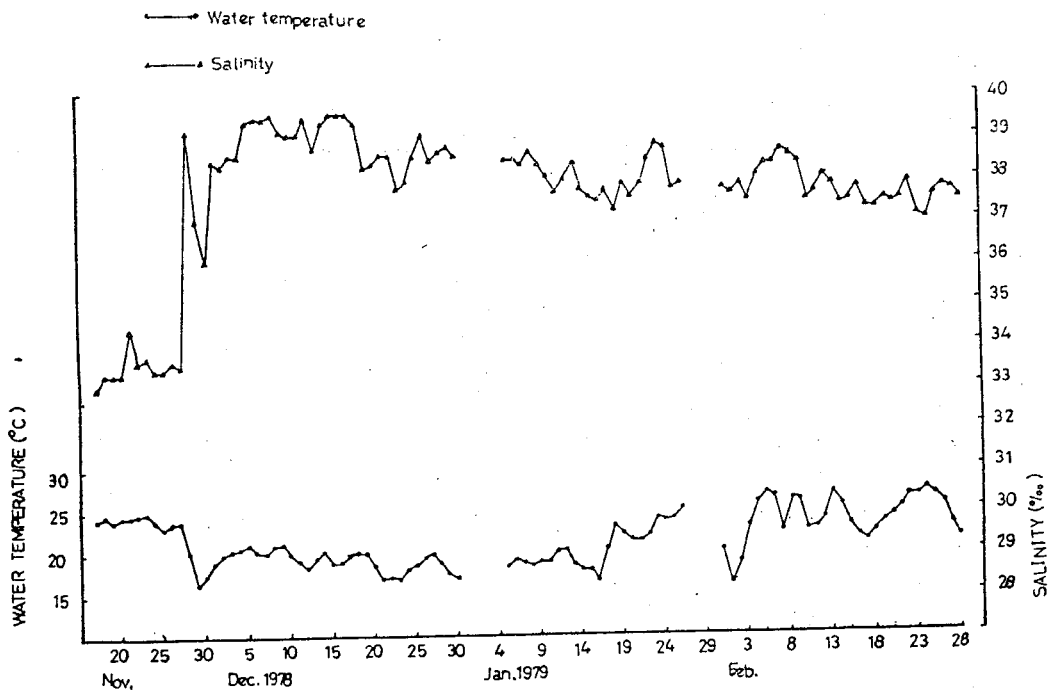
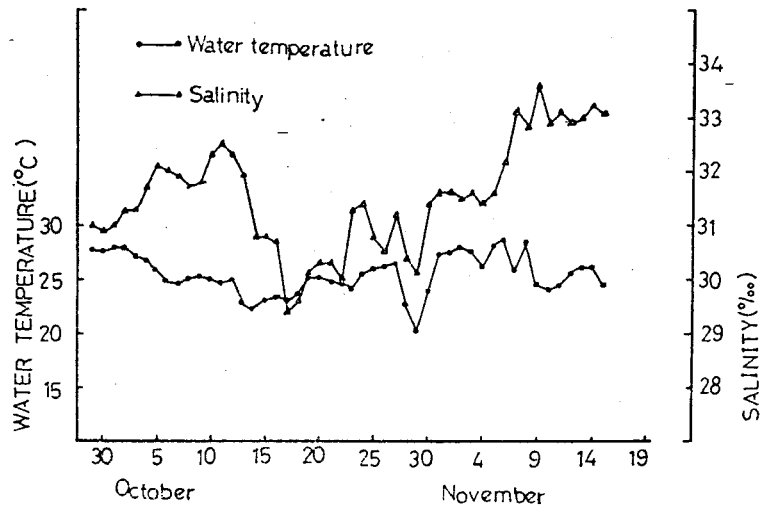


Fig. 6 The fluctuation of water temperature and salinity from 17. November to 28, February of next year.

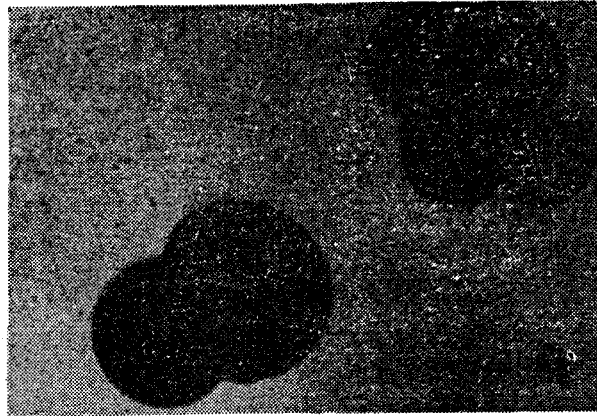


Fig. 7 Newly-hatched eggs on its 2-cell and 4-cell stages in the same capsule.

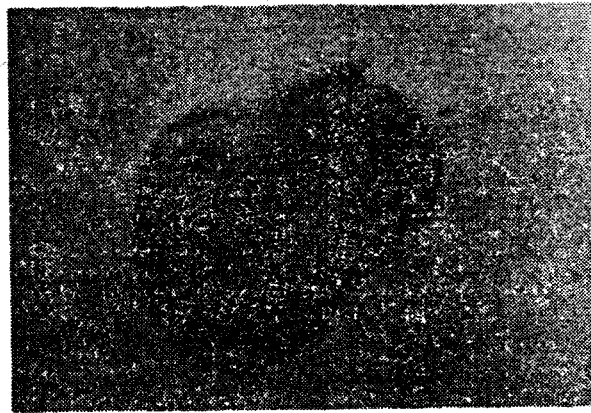


Fig. 8 Trochophore (9 days after being laid in capsule) .

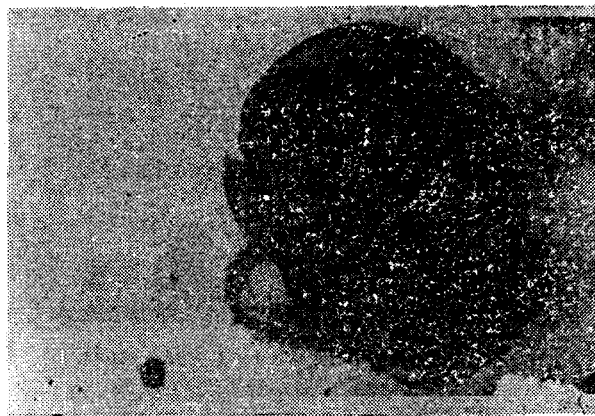


Fig. 9 Veliger (15 days after being laid in capsule) .

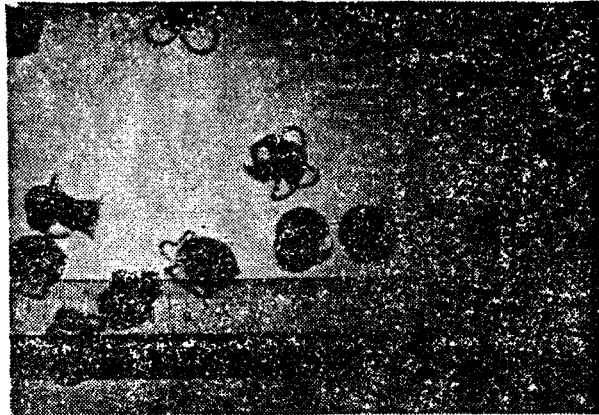


Fig.10 The Newly-hatched larvae of sea snail.

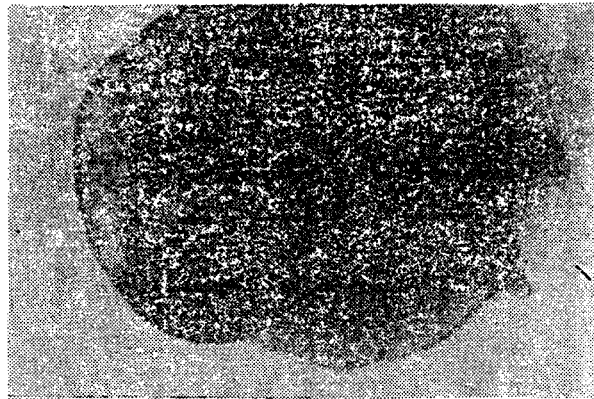


Fig.11 2-days larva of sea snail.

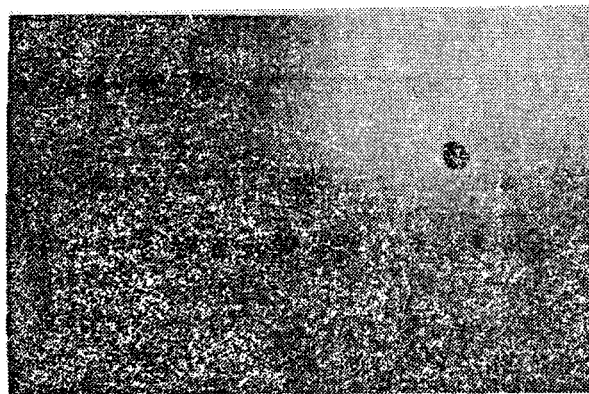


Fig.12 7-days larvae of sea snail.