

BSPE00118-178-3

眞珠조개 種苗生産 研究

Studies on the Seed Production of Pearl Oyster

1988. 3.

韓國科學技術院 海洋研究所

# 提 出 文

海洋研究所長 貴下

本 報告書を 眞珠조개 種苗生産研究의 最終 報告書로 提出합니다.

1988.3

韓國科學技術院 海洋研究所

總括研究責任者： 吳舞吉

研 究 員： 許亨澤

金鍾萬

孫珍基

錢重均

裴鍾泰

# 要 約 文

## I. 題 目

眞珠조개 種苗生産研究

## II. 研究開發의 目的 및 重要性

최근에 들어 국내에서도 眞珠養殖에 대한 技術이 많이 발전하여 상업적 규모의 眞珠養殖이 가능하게 되었다.

그러나 眞珠養殖에 필요한 眞珠조개는 아직까지 모두 日本에서 輸入해 오고 있어 養殖漁民에게 막대한 資金負擔을 안겨 주며, 더욱이 眞珠조개의 확보 자체가 어려워 국내 眞珠養殖業이 活性化되지 못하고 있다.

따라서 眞珠養殖業을 活性化하기 위하여서는 국내에서 眞珠조개를 生産하는 것이 필요하리라고 생각한다.

본 研究는 그동안 海洋研究所에서 개발된 眞珠조개 種苗生産 技術의 미비점을 보완하여, 실제로 漁民들이 眞珠조개 種苗生産하는데 필요한 技術的 문제점들을 해결하기 위하여 수행되었다.

## III. 研究開發의 內容 및 範圍

본 研究는 眞珠조개 種苗生産에 필요한 제반 문제들 즉, 眞珠조개의 生物學, 먹이 生物 培養, 眞珠조개 幼生飼育 등이 포함되어 있으며, 報告書는 養殖漁民들이 이해하기 쉽도록 技術 報告書의 형태를 피하고 서술형으로 작성되었다.

## IV. 研究開發 結果 및 活用に 대한 建議

### 研究開發結果

#### 眞珠조개 生物學的 考察

##### 1. 眞珠조개의 生物學

###### 가. 眞珠조개의 發生

生殖巢의 發達과 더불어 食細胞의 捕食作用이 일어나며 4月과 5月에 그 現象이 가장 뚜렷하다. 6月末부터 食細胞는 보이지 않으며 많은 個體가 發達後期 또는 放卵·放精期에 도달하며 7月에는 放卵·放精期 및 退縮期가 시작된 個體도 약간 관찰된다.

그러나, 80% 이상의 個體가 7月中에 放卵·放精前期에 들어가므로 種苗生産 適期는 7月 中旬에서 8月 初旬이다.

###### 나. 眞珠조개의 生理

眞珠조개의 低水溫에 대한 危險限界는 8°C이며 기온 29°C에서 1.5시간 直射光線에 공기 露出했을 때 海水중 3일 이내 40%가 사망하므로 특히 조개 소제시나 운반시 有意하여야 한다.

濾過水量은 稚貝의 경우 15°C에서 夜間에 43.1ml/시간/g 體重, 晝間 16.9 ml/시간/g 體重이었으며 20°C에서는 이보다 20~30% 더 많았다.

먹이의 選擇性은 없었으며 *Chaetoceros*屬의 硅藻類가 가장 좋았다.

##### 2. 眞珠조개 人工 種苗生産

###### 가. 먹이 生物

먹이 生物은 保存培養·中間培養·急速培養·大量培養으로 구분하여 順次的으로 培養하며, 稚貝의 量과 크기에 맞추어 培養 먹이 生物量을 조절한다. 먹이 生物 培養時 f/2 培地를 사용할 경우 20°C에서 가장 成長이 좋았으며, 照度는 中間培養에서 3,000 lux. 急速培養은 5,000~6,000 lux, 大量培養은 6,000~7,000 lux

가 효과적이다.

나. 人工種苗生産

産卵誘發은 于出刺戟과 直射光線下의 加溫刺戟을 並行하는 것이 가장 효과적이며 母貝의 最大 反應率은 60分 于出刺戟時 81.3%이었다.

收精卵은 5시간 20분만에 擔輪子期, 28시간 만에 D形幼生, 12일이 지나면 殼頂期幼生이 된다. 먹이 공급은 初期 D形 幼生期부터  $10^3 \sim 10^4$ 세포/ml 정도로 하며, 성장함에 따라 먹이량을 늘이고 10일 이후에는  $10^4$ 세포/ml 이상 공급 가능하다.

附着期 幼生の 採苗는 PVC 平板을 수평 방향으로 하는 것이 가장 효과적이다.



# SUMMARY

## 1. Biology of pearl oyster

### a. Reproduction of pearl oyster

July was found to be the major spawning season of pearl oyster. During the development period of the reproductive organ, phagocytes affected the growth of gametes to a certain extent.

It prevailed in April and May. In June, phagocytes gradually disappeared and the gametogenesis of the oyster entered into the post-development and prespawning stage. And then since more than 80% entered into prespawning stage, the suitable period of seed production is from middle of July to the beginning of August.

### b. Physiology of pearl oyster

The lower lethal temperature for pearl oyster was determined to be 8°C.

It was observed that the pearl oysters exposed to air during summer under direct sun light died 40% within 3 days after putting into the sea water. Therefore, much care is required for shell cleaning and transportation during summer time.

The filtering rates of young pearl oyster at 15°C were 43.1 ml/h/g body weight at night and 16.9 ml/h/g body weight at daytime. An increase in temperature raised the filtering rates of the oyster by 20% to 30% at 20°C. It appeared that species belong to the genus *Chaetoceros* were the most efficient food organisms of pearl oyster.

## 2. Artificial seed production of pearl oyster

### a. Culture of food organisms

To culture the food organisms, it is necessary to be performed orderly such as stock

culture, growing culture, rapid culture and mass culture, and controlled food amount according to the size and amount of young pearl oyster.

Optimal temperature and light intensity for the culture of food organisms using media of f/2 turned out to be 19°C and 3000 *lux*, 5000~6000 *lux*, 6000~7000 *lux*, respectively in growing culture, rapid culture, mass culture.

#### b. Artificial seed production

Artificial spawning was most effective with an hour air exposure followed by sun heating, and under this procedure, the maximum rate of induced spawning was 81.3%.

It took 5 hours 20 minutes to enter the trochopore stage, 28 hours to enter the D-shaped larvae, and 12 days after fertilization the eggs get into the umbo stage.

Food supply is performed from the early umbo stage with about  $10^3$ - $10^4$  cells/*ml* of feeding rate. And then feeding rate increased as the larvae grow. 10days after fertilization, it becomes more than  $10^4$  cells/*ml*.

It was most effective for spat collection to use PVC plate with horizontal state.



# 목 차

表目次	17
그림目次	21
書報目次	25
第一章 머리말	29
第二章 眞珠조개 生物學	31
第一節 眞珠조개 外部形態	31
1. 眞珠조개	31
2. 眞珠조개의 外部形態	32
3. 眞珠조개의 껍데기 成分 및 構造	33
第二節 眞珠조개의 內部器官	35
1. 外套膜	35
2. 運動器官	35
가. 開殼筋	35
나. 收足筋	36
다. 발과 足系	37
라. 循環器官	37
마. 呼吸 및 排出器官	38
바. 消化器官	38
사. 生殖器官	39
第三節 眞珠조개의 生理	42
1. 環境要因에 대한 抵抗性	42
가. 水溫	42
나. 鹽分	44

다. 空氣露出 .....	44
2. 濾過水量과 食性 .....	46
가. 濾過水量 .....	46
나. 食性 .....	47
第三章 眞珠조개 種苗生産 .....	49
第一節  먹이 生物 培養 .....	49
1.  먹이 生物 培養 計劃 .....	49
2.  먹이 生物 培養用 器資材 .....	53
가.  먹이 生物 培養用 器資材 .....	53
나.  空氣注入裝置 .....	55
다.  硝子器具 .....	56
라.  滅菌裝置 .....	56
마.  기타 器資材 .....	57
3.  培養液 製造 .....	57
4.  먹이 生物 培養 .....	59
가.  保存培養 .....	60
나.  中間培養 .....	61
다.  急速培養 .....	61
라.  大量培養 .....	64
마.  기타 事項 .....	66
第二節 眞珠조개 種苗生産 .....	68
1.  種苗生産 計劃 .....	68
2.  種苗生産用 器資材 .....	68
가.  水槽室 .....	68
나.  水槽類 및 기타 器資材 .....	69
3.  種苗生産 .....	70

가. 母具의 選擇 .....	70
나. 産卵誘發 및 收精 .....	71
다. 眞珠조개 幼生發達 .....	76
라. 眞珠조개 幼生 飼育 .....	78
마. 採苗 .....	80
바. 中間育成 .....	82
參考文獻 .....	85
書 報 .....	88



# CONTENTS

List of Tables .....	19
List of Figures .....	23
List of Plates .....	27
Chapter I. Introduction .....	29
Chapter II. Biology of pearl oyster .....	31
Section 1. External morphology of pearl oyster .....	31
1. Pearl oyster .....	31
2. External morphology .....	32
3. Chemical composition and structure of shell .....	33
Section 2. Internal organ of pearl oyster .....	35
1. Mantle .....	35
2. Internal organ .....	35
a. Adductor muscle .....	35
b. Retractor muscle .....	36
c. Foot and byssus .....	37
d. Circulatory organ .....	37
e. Respiratory and excretory organs .....	38
f. Digestive organ .....	38
g. Genital organ .....	39
Section 3. Physiology of pearl oyster .....	42
1. Resistance to the environmental factors .....	42
a. Temperature .....	42
b. Salinity .....	44

c. Air exposure .....	44
2. Filtration and feeding habit .....	46
a. Filtration .....	46
b. Feeding habit .....	47
Chapter 3. Seed production of pearl oyster .....	49
Section 1. Cultivation of food organisms .....	49
1. Cultivation scheme of food organisms .....	49
2. Cultivation apparatus for food organisms .....	53
3. Preparation of culture media .....	53
4. Cultivation of food organisms .....	55
a. Stock culture .....	56
b. Growing culture .....	56
c. Rapid-growing culture .....	57
d. Mass culture .....	57
e. Others .....	57
Section 2. Seed production of pearl oyster .....	68
1. Plan of seed production .....	68
2. Apparatus for seed production .....	68
a. Culture room .....	68
b. Culture containers and other apparatuses .....	69
3. Seed production .....	70
a. Selection of mother pearl oyster .....	70
b. Spawning induction and fertilization .....	71
c. Development of larvae .....	76
d. Cultivation of larvae .....	78
e. Spat collection .....	80
f. Intermediate nursing .....	82

References ..... 85  
Plates ..... 88





## 表 目 次

表 1. 眞珠조개 껍데기의 成分 .....	33
表 2. 空氣露出에 따른 眞珠조개 心臟 박동수 및 酸素 소비량의 변화 ...	45
表 3. 眞珠조개 먹이 生物 培養의 最適條件 .....	53
表 4. 眞珠조개 먹이 生物 培養을 위한 保存培養液 .....	58
表 5. 眞珠조개 먹이 生物 培養條件 .....	60
表 6. 眞珠조개 種苗生産 計劃 .....	69
表 7. 于出時間 및 太陽熱 加溫刺戟에 따른 反應率 .....	72
表 8. 眞珠조개 幼生の 發達段階 및 所要時間 .....	76
表 9. 眞珠조개 孵化後 附着期 幼生까지의 成長과 積算 수온 .....	77
表 10. 採苗器 종류에 따른 眞珠조개 幼生の 平均採苗量 .....	80



## List of Table

Table 1. Shell composition of pearl oyster .....	33
Table 2. Changes of heart beat of pearl oyster caused by air exposure .....	45
Table 3. Optimum conditions of food organism culture .....	53
Table 4. Composition of stock solutions of culture medium of food organism .....	58
Table 5. Process of cultivation of food organisms of pearl oyster .....	60
Table 6. Plan of seed production of pearl oyster .....	69
Table 7. Effect of inductive methods of spawning of pearl oyster .....	72
Table 8. Development stages of pearl oyster larvae and required time .....	76
Table 9. Relationship between the integral water temperature and required time for spat growing of pearl oyster .....	77
Table 10. Mean harvest of pearl oyster larvae depend on the sort of spat collection instrument .....	80



## 그림 목次

그림 1.	眞珠조개의 단면도 .....	34
그림 2.	眞珠조개의 内部器官 및 挿核 위치 .....	36
그림 3.	溫度에 따른 眞珠조개의 生殖巢 발달 .....	41
그림 4.	眞珠조개의 低溫 노출에 따른 死亡率 .....	43
그림 5.	眞珠조개의 稚貝(殼長: 1 cm)의 수온별 濾過水量 .....	46
그림 6.	먹이生物에 따른 眞珠조개 幼生の 成長 .....	50
그림 7.	眞珠조개 幼生을 위한 먹이 生物  공급계획 .....	51
그림 8.	먹이生物 培養裝置 模式圖 .....	54
그림 9.	<i>Pavlova lutheri</i> 의 保存培養중 成長曲線 .....	62
그림 10.	<i>Pavlova lutheri</i> 의 中間培養중 成長曲線 .....	63
그림 11.	<i>Pavlova lutheri</i> 의 急速培養 및 大量培養중 成長曲線 .....	65
그림 12.	血球計算板의 模式圖 .....	66
그림 13.	<i>Chaetoceros calcitrans</i> 의 保存培養 및 中間培養 중 成長曲線 .....	67
그림 14.	産卵誘發刺戟에 의한 眞珠조개 시간별 産卵率 .....	73
그림 15.	수온에 따른 眞珠조개 産卵誘發率 .....	73
그림 16.	眞珠조개 幼生洗條裝置의 模式圖 .....	74
그림 17.	수온에 따른 眞珠조개 受精卵이 附着期 및 成熟期 幼生이 되기까지 결리는 시간 .....	75
그림 18.	間接水溫調節장치의 模式圖 .....	78
그림 19.	眞珠조개 附着稚貝의 垂直分布 .....	82
그림 20.	眞珠조개 中間育成方法 .....	83





## List of Figures

Fig. 1. Schematic diagram of cross section pearl oyster .....	34
Fig. 2. Internal organ of pearl oyster and nuclei insertion position .....	36
Fig. 3. Gonad development of pearl oyster depend on temperature .....	41
Fig. 4. Mortality curve of pearl oyster caused by low water temperature .....	43
Fig. 5. Changes of filtering rates of young pearl oyster by water .....	46
Fig. 6. Relationship between the day after hatching and shell length of larvae of pearl oyster by food organisms .....	50
Fig. 7. Plan of food supply for larvae and young shell of pearl oyster .....	51
Fig. 8. Schematic diagram of food organism culture system for pearl oyster .....	54
Fig. 9. Growth of <i>Pavlova lutheri</i> population during stock culture .....	62
Fig. 10. Growth of <i>Pavlova lutheri</i> population during growing culture .....	63
Fig. 11. Growth of <i>Pavlova lutheri</i> population during rapid and mass cultures .....	65
Fig. 12. Diagram of hemaecytometer .....	66
Fig. 13. Growth of <i>chaetoceros calcitrans</i> population during stock and growing cultures .....	67
Fig. 14. Time intervals of artificial spawning of pearl oyster by inductive method .....	73
Fig. 15. Rates of artificial spawning of pearl oyster depend on water tempera- ture.....	73
Fig. 16. Schematic diagram of washing system for eggs and larvae of pearl oyster .....	74
Fig. 17. Relationships between water temperature and growth of larvae of pearl oyster during spat and full grown stage .....	75

Fig. 18. Diagram of indirect temperature control system ..... 78  
Fig. 19. Vertical distribution of spat of pearl oyster on rearing tank wall ... 82  
Fig. 20. Schematic diagram of intermediate nursing method of pearl oyster 83



## 書 報 目 次

書報 I. ....	91
그림 1. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 休止期(×100). ....	91
그림 2. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 發達初期(×200). ....	91
그림 3. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 發達後期(×100). ....	91
그림 4. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 初期放精期(×200). ....	91
그림 5. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 放精後期(×100). ....	91
그림 6. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 退縮期(×200). ....	91
書報 II. ....	93
그림 1. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 休止期(×100). ....	93
그림 2. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 發達初期(×100). ....	93
그림 3. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 發達後期(×200). ....	93
그림 4. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 初期放卵期(×200). ....	93
그림 5. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 放卵後期(×200). ....	93
그림 6. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 退縮期(×200). ....	93
書報 III. ....	95
그림 1. <i>Pavlova lutheri</i> 의 培養液中 細胞密度에 따른 色相. ....	95
그림 2. <i>Chaetoceros calcitrans</i> 의 培養液中 細胞密度에 따른 色相. ...	95
그림 3. 건강한 眞珠조개와 衰弱한 眞珠조개(×0.5). ....	95
그림 4. 眞珠조개의 産卵. ....	95
書報 IV. ....	97
그림 1. 眞珠조개의 2細胞期(×200). ....	97
그림 2. 眞珠조개의 4細胞期(×200). ....	97
그림 3. 眞珠조개의 16細胞期(×200). ....	97

그림 4. 眞珠조개의 桑實期幼生(×200). .....	97
그림 5. 眞珠조개의 擔輪子幼生(×200). .....	97
그림 6. 眞珠조개의 後期 D—形幼生(×200). .....	97
書報 V. ....	99
그림 1. 眞珠조개의 初期殼頂期幼生(×100). .....	99
그림 2. 眞珠조개의 後期殼頂期幼生(×75). .....	99
그림 3. 眞珠조개의 附着期幼生(×150). .....	99
그림 4. PVC 附着版에 附着한 眞珠조개 稚貝(×1). .....	99

## List of Plates

Plate I . . . . .	91
(Fig. 1. Resting stage of male gonad of pearl oyster( $\times 100$ .) . . . . .	91
(Fig. 2. Early developmental stage of male gonad of pearl oyster( $\times 100$ .) ..	91
(Fig. 3. Post developmental stage of male gonad of pearl oyster( $\times 200$ .) ..	91
(Fig. 4. Early spawning stage of male gonad of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . .	91
(Fig. 5. Post spawning stage of male gonad of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . . .	91
(Fig. 6. Degeneration stage of male gonad of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . . .	91
Plate II . . . . .	93
(Fig. 1. Resting stage of female gonad of pearl oyster( $\times 100$ .) . . . . .	93
(Fig. 2. Early developmental stage of female gonad of pearl oyster( $\times 100$ .)	93
(Fig. 3. Post developmental stage of female gonad of pearl oyster( $\times 200$ .)	93
(Fig. 4. Early spawning stage of female gonad of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . .	93
(Fig. 5. Post spawning stage of female gonad of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . . .	93
(Fig. 6. Degeneration stage of female gonad of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . . .	93
Plate III . . . . .	95
(Fig. 1. Color of culturing solution of <i>Pavlova lutheri</i> by density.) . . . . .	95
(Fig. 2. Color of culturing solution of <i>chaetoceros calcitrans</i> by density.) ..	95
(Fig. 3. Healthy and weak pearl oyster( $\times 0.5$ .) . . . . .	95
(Fig. 4. Spawning of pearl oyster.) . . . . .	95
Plate IV . . . . .	97
(Fig. 1. Two cell stage of pearl oyster ( $\times 200$ .) . . . . .	97
(Fig. 2. Four cell stage of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . . .	97
(Fig. 3. Sixteen cell stage of pearl oyster( $\times 200$ .) . . . . .	97

(Fig. 4. Morula stage of pearl oyster( $\times 200$ .)	97
(Fig. 5. Trochophore stage larva of pearl oyster( $\times 200$ .)	97
(Fig. 6. D-Shape(Straight hindge) stage larva of pearl oyster( $\times 200$ .)	97
Plate V.	99
(Fig. 1. Early umbo stage larva of pearl oyster( $\times 100$ .)	99
(Fig. 2. Post umbo larva of pearl oyster( $\times 75$ .)	99
(Fig. 3. Fully grown larva(spat) of pearl oyster( $\times 150$ .)	99
(Fig. 4. Spat on the PVC collecting plate( $\times 1$ .)	99

## 第一章 머리말

진주(眞珠)는 다른 보석들과는 달리 살아있는 조개에서만 얻을 수 있기 때문에 옛날부터 그 값어치가 높게 평가되었으며, 장신구(裝身具) 또는 귀한 약재(藥材)로 널리 쓰여졌다.

13세기경 중국에서 민물조개인 대칭이의 조개 껍데기 안쪽에 부처 모양을 한 조각품을 넣어 소위 불상형(佛像形) 진주를 만들어 낸 것을 시작으로 진주를 인공적으로 얻기 위한 노력 즉, 진주양식 기술개발(眞珠養殖技術開發)이 시작되었는데, 이를 산업적으로 성공시킨 나라는 일본이다. 1893년 일본사람인 미키모도(御木本)에 의하여 바다에서 살고 있는 진주조개 (학명: *Pinctada fucata martensii*; 일본명: 아코야 가이(アコヤガイ))에서 반구형 진주 양식이 성공되었고, 니시가와(西川)에 의하여 1907년 구형 진주양식이 성공되었다. 이후 일본은 계속적으로 진주양식 기술개발에 힘써, 마침내 현재 15억불에 달하는 세계 양식진주시장을 독점하게 되었다.

우리나라에서는 1961년 국립수산진흥원(國立水産振興院)에서 처음 시작한 이래 단독 또는 일본인 기술자의 지도아래 여러차례 시도되었으며, 그 결과 1969년 144 kg의 진주를 생산한 적도 있었다. 그러나 일본의 진주양식기술 해외유출금지에 따라 기술이전(技術移轉)이 되지 못하였고, 자체 기술개발 능력이 부족하여 큰 성과를 얻지 못하였다.

1980년대에 들어 다시 몇몇 업자에 의하여 비교적 활발하게 진주양식 기술의 개발이 시작되었으며 또한 국가주도형(國家主導形)의 특정연구과제(特定研究課題)로 해양연구소(海洋研究所)에서 1984년부터 1987년까지 3년간에 걸친 연구결과로 진주양식에 필요한 기술적인 문제가 해결됨에 따라 국내에서도 상업적 규모의 진주양식이 가능할 정도의 기술이 축적되었다.

한편, 진주양식에 필요한 진주조개는 아직까지 모두 일본에서 사오고 있는 실정 이어서, 양식 어민에게 막대한 자금부담을 안겨주어 양식진주의 생산원가 중에 진주조개 값이 차지하는 비율이 30%이상이나 달하여 상대적으로 어민의 소득이 낮은 결과를 가져오고 있다. 더욱이, 일본이 한국의 진주양식 산업을 견제하기 위하여 진주조개의 수출을 중단할 경우 진주조개 확보 자체가 어렵게 되어 그나마 명백을 유지하던 진주양식 업체들이 사라질 위험마저 있다.

따라서 진주양식에 필요한 진주조개를 국내에서 자체로 생산하는 것은 진주양식의 활성화를 위한 필수적인 항목이라 하겠다.

본 연구는 그동안 해양연구소에 축적된 자료와 기술에 더하여, 실제로 양식어민들이 진주조개 종묘생산(種苗生産)을 하는데 필요한 문제점을 해결하기 위하여 수행되었으며, 그 결과가 수록된 이 책은 양식어민들이 지침서(指針書)로 활용할 수 있도록 이해하기 어려운 기술보고서(技術報告書)의 형태를 피하고 서술형으로 알기 쉽게 만들었으며, 학술용어(學術用語)의 사용이 부득이한 경우는 이에 대한 설명을 자세히 풀이하였다.

참고문헌은 본 보고서가 어민들이 직접 참고하는 것을 전제로 하였기 때문에 본문에 삽입을 하지 않고 진주조개 종묘생산에 필요한 자료를 포괄적으로 수록하였다.

## 第二章 진주조개의 생물학

진주조개의 종묘생산이나 진주양식은 모두 살아 있는 생물을 재료로 하여 이루어진다. 따라서 진주조개에 대한 생물학적(生物學的) 지식은 종묘생산업자와 진주양식업자 모두에게 필요하다. 어느정도의 생물학적 지식만 있으면 손쉽게 해결할 수 있는 문제들도, 생물학적 지식이 없을 때는 경우에 따라 큰 피해를 불러 일으킬 수 있다. 실예를 들면, 종묘생산을 위한 모패(母貝)를 고를 때 건강하지 못하거나 생식소(生殖巢)가 충분히 발달하지 못한 것을 고르면 실패하기가 쉽다. 또 진주양식을 위한 구슬넣기 할 때 진주조개의 내부형태(內部形態)를 잘 몰라 불필요한 부분에 상처를 주어 질이 나쁜 진주가 생산되거나 조개를 죽게 하여 큰 피해를 내는 경우도 있다.

이 책에서 다루어진 진주조개의 생물학적 지식은 조개를 다루는 모든 사람들에게 꼭 필요한 내용이기 때문에 꼭 알아두어야 할 것이며, 보다 많은 생물학적인 지식을 얻기 위하여 다른 참고서적을 찾아 보기를 게을리 하여서는 안될 것이다.

### 第一節 진주조개의 외부형태

#### 1. 진주조개

원칙적으로 볼 때, 조개 껍데기 안쪽에 진주층(眞珠層)이 발달되어 있는 조개는 모두 진주를 만들어 낼 수 있다. 그러나 이러한 조개중 아름다운 진주층을 가지고 있고 조개 자원이 풍부하여 상업적으로 진주양식이 가능한 조개는 바다 조개가 약 20종, 민물조개가 5종 가량 있다.

이들중 우리의 관심대상이 되는 종류는 바다산으로 우리가 통상 진주조개라고 부르는 것이다. 이 조개의 학명은 *Pinctada fucata martensii* 이며 일본명은 아코

ヤガイ(아꼬야 가이)이다.

진주조개는 일본 남부 해역을 포함하는 아열대성(亞熱帶性) 바다에 살고 있다. 일부 책자에는 우리나라의 남해안에도 살고 있다고 기록되어 있으나 이는 사실이 아니고 다만, 기존의 양식장에서 떨어져 나와 죽은 진주조개 껍데기를 발견한 것으로 생각된다. 해양연구소에서 1985년 실시한 국내 진주조개 서식 가능성 조사에서 제주도, 마라도, 추자도를 포함한 남해안 일대 정밀 조사때에도 자연산 진주조개는 발견되지 못하였다.

## 2. 진주조개의 외부형태(外部形態)

진주조개의 귀를 앞 쪽으로 오게 하여 보면서, 조개의 왼쪽·오른쪽을 판단한다. 양쪽 조개 껍데기의 크기와 모양은 같지 않으며 왼쪽이 약간 크며 볼록하며 오른쪽 껍데기를 감싸고 있다. (p.136) 껍데기의 끝쪽 즉 각정(殼頂)은 앞으로 치우쳐져 있고 이곳에는 귀모양의 돌출부가 있는데, 이는 어린 조개 일수록 뚜렷하다. 앞쪽의 돌기로 뒷쪽의 돌기보다 매우 크다. 오른쪽 껍데기 끝의 아랫쪽에는 실같이 생긴 족사(足絲)를 내는 세모꼴의 오목한 홈이 있는데 이는 족사구(足絲口)라고 한다.

조개 껍데기는 개체에 따라 색깔이 차이난데, 주로 짙은 갈색의 바탕에 검은색 또는 붉은색, 황토색을 띠며, 방사상의 줄무늬 4~6개가 껍데기 끝에서부터 가장자리까지 나있다. 껍데기의 피부는 거칠고 가장자리 가까이에선 소나무 껍질 같은 얇은 껍질들이 겹쳐서 나있다. 이러한 얇은 껍질들은 껍데기 중심으로 가장자리와 나란히 나있는 나이테에 의한 것이다. 이 나이테들은 껍데기 끝에서 가장자리로 갈수록 뚜렷하고, 간격이 넓어진다. 완전히 자란 조개는 3~4개의 뚜렷한 나이테와 그 사이의 여러개 작고 혼적적인 나이테가 있는데 뚜렷한 나이테는 조개의 나이와 일치하며, 혼적적인 것들은 먹이섭취, 산란, 환경변화등 조개 내외의 요인에 따라 1년에 두개씩 생긴다.

양쪽 껍데기 끝의 안쪽에 두개의 껍데기가 붙어 있는 면은 길고 곧으며 그 중앙



부에 돌쩌귀가 있다. 조개 안쪽에서 볼 때 이 돌쩌귀는 다른 부분보다 색깔이 진하다. 두개의 껍데기가 붙어 있는 면의 폭은 조개가 자랄수록 넓어진다.

### 3. 진주조개 껍데기의 성분 및 구조

진주조개 껍데기 성분은 90% 이상의 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ )을 주성분으로 하는 무기질(無機質)과 50% 정도의 콘키올린(Conchiolin)을 주성분으로 하는 유기질(有機質)로 구성되어 있으며 그외는 물, 기타 불순물 및 미량원소(微量元素)로 구성되어 있다. (표1)

표 1. 진주조개 껍데기의 성분

Table 1. Shell composition of pearl oyster

단위 : %

성분	껍데기 전체	진주층(眞珠層)	능주층(稜柱層)
물	0.64	0.69	0.97
콘키올린	5.26	5.22	11.21
무기질	93.19	92.57	86.65
(탄산칼슘)	(86.59)	(87.48)	(80.84)
기타	0.91	1.52	1.17

미량원소의 종류는 나트륨(Na), 칼슘(Ca), 구리(Cu), 크롬(Cr), 마그네슘(Mg), 망간(Mn), 아연(Zn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 등이 있으며 이들 미량원소들에 의하여 진주층의 색깔이 많이 변화하며, 그 구성비는 개체, 지역별로 많은 차이가 있다. 진주층의 색깔을 볼 때 은색은 구리와 아연, 금색은 구리, 아연 크롬과 망간이, 검은색은 구리, 아연, 코발트, 니켈, 크롬과 망간이 비교적 많이 들어 있다. 이들 미량 금속과 물의 함량, 표면의 편광(偏光)정도에 따라 색깔이 다르게 나타나며 노란색이 많이 나는 것은 유기물이 많이 포함되어 있는 것

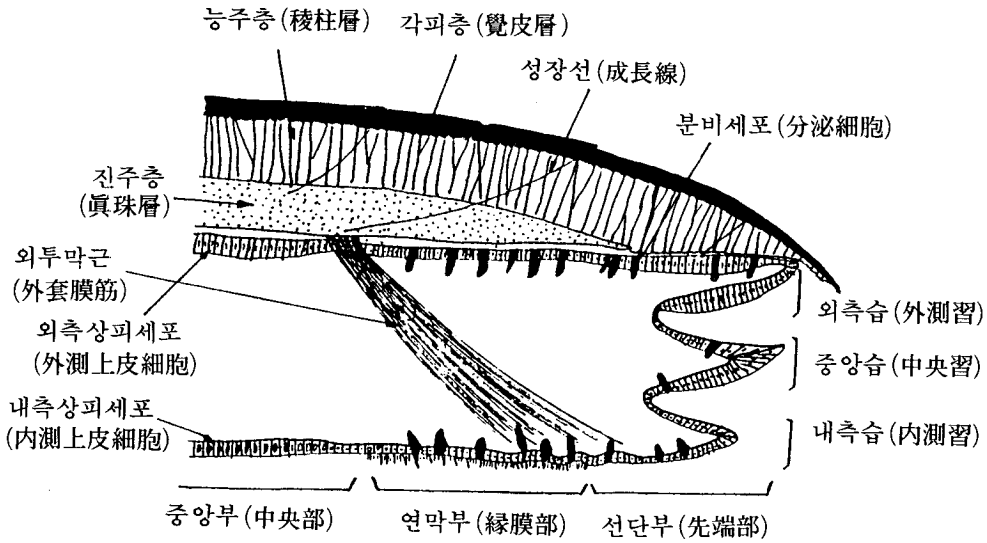


그림 1. 진주조개의 단면도.

Fig.1. Schematic diagram of cross section pearl oyster.

이다.

유기성분으로 단백질(蛋白質)의 일종인 물에 잘 녹지않는 콘키올린과 산(酸)에 녹고 분홍 보라색을 띠는 폴피린이 있다. 폴피린은 형광성(螢光性)을 나타내며 껍데기 무게의 백만분의 1정도 들어 있다.

껍데기를 잘라보면 3개의 층으로 나누어져 있는 것을 볼 수 있는데 바깥쪽 것이 각피층(殼皮層), 가운데가 능주층(稜柱層), 안쪽이 진주층(眞珠層)이다(그림 1).

이중 능주층이 가장 두꺼우며 흰색으로 불투명하며 진주층은 아름다운 광택을 가지고 있다. 이 진주층은 2천분의 1mm (0.4  $\mu$ m) 두께의 얇은 운석결정(霏石結晶)이 여러겹 쌓여 있는 것이며, 그 사이에 약간의 유기질과 미량원소가 들어 있으며 전체 두께도 0.5mm~1mm 정도된다.

조개껍데기 안쪽을 보면 가운데 부근에 조개껍데기를 여닫는 힘살의 흔적 즉, 개각근(開殼筋)의 흔적을 볼 수 있다. 그 안쪽은 뒷수족근(後收足筋)이라는 힘살이

붙어 있던 자리이며, 이 자리는 점차 바깥쪽으로 이동한다. 따라서 이 흔적이 크기별로 3~4개 있는데 대체로 조개의 나이와 일치하나, 오래된 조개에서는 구별하기가 힘들다.

## 第二節 진주조개의 내부기관

### 1. 외투막(外套膜)

껍데기를 제거했을 때 조개의 살을 덮고 있는 가장 바깥쪽의 얇은 막을 외투막이라고 한다. 외투막은 근육질로 조개 껍데기 안쪽과 맞닿아 있다.

껍데기 끝에서 가운데까지는 껍데기 안쪽에 붙어 있고 그외의 부분은 떨어져 있다. 외투막의 끝쪽 즉 조개 가장자리 쪽은 세가닥으로 나누어지며 검은색~노란색을 띠고 있다(그림 2). 껍데기의 안쪽과 맞닿아 있는 부분은 껍데기를 만드는 물질을 만들어 내며, 중간부분은 감각기능(感覺技能)을 갖고 있으며, 안쪽부분은 외투막 주머니 내에 들어오는 수류(水流)를 조절하는 역할을 한다.

외투막은 전체로 볼 때 세부분으로 나눌수 있는데 색깔이 진하고 세가닥으로 나누어지는 선단부(先端部), 원기둥형 상피세포(上皮細胞)가 많고 섬모(纖毛)가 나있고 연막부(緣膜部), 비교적 두께가 얇고 운동력이 적은 중심부(中心部)로 나눌수 있다. 외투막의 중심부는 내장을 덮고 있는 조개 껍데기에 붙어 있어 거의 수축작용(收縮作用)을 하지 않지만 그외의 부분은 자유로이 수축한다.

### 2. 운동기관(運動器官)

#### 가. 개각근(開殼筋)

개각근은 조개껍데기를 열고 닫는데 쓰이는 힘살이며 껍데기 안쪽의 가운데에서 약간 뒷쪽에 위치하는 커다란 힘살 덩어리이다(그림 2-2). 이 개각근은 패주(貝柱)라고도 하며 식용으로도 이용할 수 있다. 개각근의 바깥쪽 부분은 회백색의 가로무늬살로 안쪽부분에는 백색의 민무늬살로 되어 있다. 가로무늬살은 수축이

빠르지만 쉽게 피로해지고, 민무늬살은 수축은 느리지만 조개 껍데기를 오래 닫고 있을 수 있다. 이 두가지 힘살의 상호작용으로 외부의 자극에 적절하게 대처하여 조개껍데기를 열고 닫는다. 따라서 개각근에 상처를 주거나 과도히 조개껍데기를 벌릴 경우 그 기능이 파괴되어 외적의 침입 또는 환경변화에 대하여 무방비 상태가 되어 조개가 쉽게 죽을 수 있기 때문에 주의하여야 한다.

나. 수족근(水足筋)

조개껍데기와 발을 연결시키는 힘살로 양쪽 껍데기의 개각근 안쪽으로부터 생식소(生殖巢)를 지나 발에 이르고 있다. 수족근의 한쪽은 개각근에 붙어 있고 다른

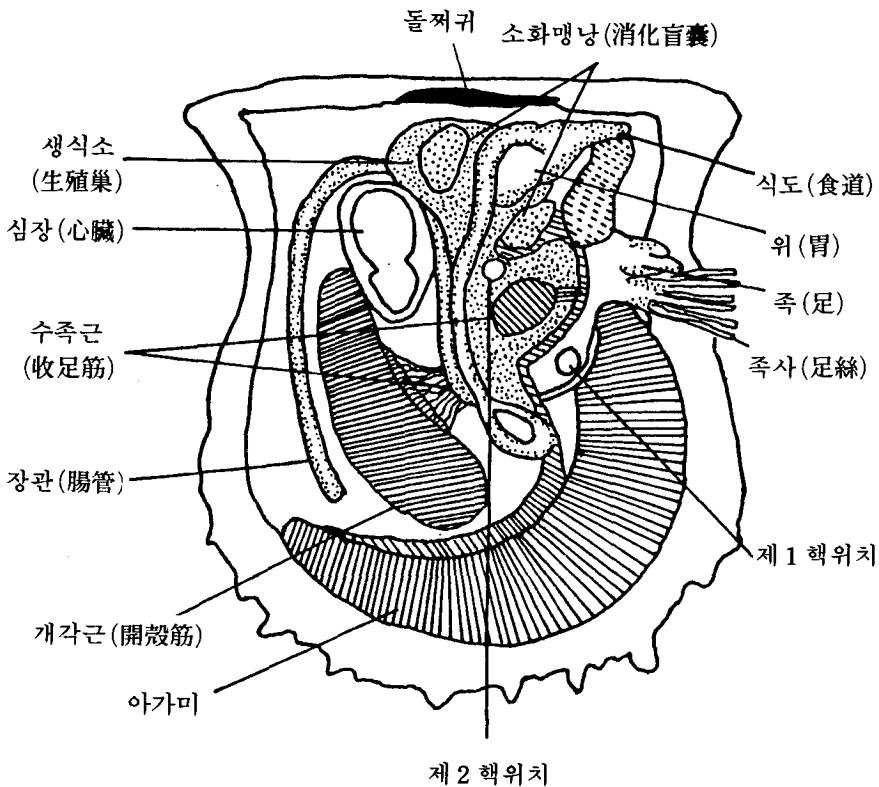


그림 2. 진주조개의 내부기관(内部器官) 및 삽핵(插核) 위치.

Fig. 2. Internal organ of pearl oyster and nuclei insertion position.

한쪽은 발에 붙어 있는데 개각근에 붙어 있는 것을 뒷수족근이라 하고 발에 붙어 있는 것은 앞수족근이라 하며 두가닥이다. 이 힘살은 발을 움직이는 역할을 한다.

#### 다. 발과 족사(足絲)

발은 불완전한 모양으로 발달하였는데 약간 휘어진 갈대기 또는 버선 모양을 하고 있다. 발은 뒷수족근 앞에 있으며 수족근으로 꺾데기와 붙어 있다. 이는 수평, 수직 운동이 가능하며 조개에 있어 이동이 가능한 유일한 기관이다.

족사는 진주조개가 어느 물건에 붙어 있도록 다른 물건과 조개를 연결·고정해주는 부착기관(附着器官)이다. 색깔은 짙은 녹색~푸른색이며 발의 아랫부분에서 자라나와 족사구(足絲口)를 통하여 몸밖으로 나온다. 이것은 조개류의 특징적인 기관으로 부착성 조개는 모두 족사를 가지고 있다. 족사구 안쪽에 발의 배 부근에 족사를 분비하는 샘이 있는데 여기서 나온 분비물이 수중에 나오면 굳어져서 족사가 된다. 족사는 재생(再生)능력이 강하여 한번 끈어내어도 곧 재생된다. 족사는 건강한 조개일수록 색깔이 진하고 크기가 크고 강건하다.

#### 라. 순환기관(循環器官)

순환기관은 염통과 핏줄로 나누어진다. 염통은 개각근과 다른 장기(臟器)를 둘러싸고 있는 내장낭(內臟囊) 속의 등쪽부근 중 약간 투명한 곳에 매달려 있다. 구조는 두개의 심방(心房)과 1개의 심실(心室)로 되어 있다. 염통의 색깔은 짙은 갈색으로 팔알보다 약간 작다. 조개의 꺾데기를 제거하고 외투막과 아가미를 들쳐 내면 규칙적으로 박동하는 염통을 쉽게 찾아볼 수 있다. 핏줄은 실핏줄이 없는 개방혈관계(開放血管系)이다. 피는 무색 투명하고 그 조성은 바닷물과 같은 수준의 염분을 갖는 액체와 흰핏톨로 되어 있다. 흰핏톨은 허족을 내어 운동하며 조개의 몸속을 자유로이 돌아다니며 병원, 불순물 등 작은 입자를 제거하는 식작용(食作用)을 한다.

염통은 알고 있는 바와 같이 생물체에서 가장 중요한 기관이기 때문에 조개를 다룰 때 손상을 주지 않도록 주의하여야 한다.

#### 마. 호흡(呼吸) 및 배출기관(排出器官)

호흡은 외투막에서도 이루어지지만 대부분 아가미에서 이루어진다. 핀셋으로 외투막을 들어내면 바로 관찰할 수 있는데 흙갈색의 반달모양을 한 빗살같은 구조를 하고 있다. 크기는 매우 커서 족사 밑에서 개각근의 중간부분까지 덮고 있는데 몸 양쪽에 1쌍씩 모두 4개가 있다.

아가미는 여러 가닥으로 나누어져 있는데 이곳에 핏줄이 통하고 있다. 이 가닥들 표면에는 많은 섬모가 나있어 호흡작용 이외도 물결을 일으켜 먹이 섭취를 도와준다. 아가미는 조개에서 떼어 내어도 꽤 오랜시간 활력이 유지되기 때문에 여러가지 환경요인(環境要因)에 조개의 반응을 알아보는데 쓰이기도 한다.

간혹 아가미의 일부가 파괴되어 있어서 색깔이 많이 퇴색된 조개를 볼 수 있는데, 이들은 대부분 기생충 혹은 병균에 감염되어 있는 것이므로 폐기처분하는 것이 좋다. 바닷물중에 펄 또는 기타 작은 입자가 많을 경우 이것들이 아가미에 붙어 조개를 질식사 시키는 수도 있다.

배출은 콩팥에서 이루어진다. 콩팥은 근육질 안쪽의 뒷 수족근 윗쪽의 개각근과 아가미의 앞쪽 사이에 있는 옅은 황백색의 기관이다. 불순물이 섞인 피는 콩팥에서 불순물을 제거한 후 아가미로 보내져서 산소를 공급받고, 아가미 정맥을 통하여 염통으로 들어와 몸전체로 공급된다. 콩팥은 뒷쪽이 작은 관으로 생식공(生殖孔)과 합쳐져 몸 밖으로 열려져 있다. 이를 비뇨생식공(泌尿生殖孔)이라 한다.

#### 바. 소화기관(消化器官)

소화기관은 입에서 시작하여 항문으로 끝나는 간단한 구조이다. 입은 특별한 구조를 갖지 않고 다만 발의 앞쪽 등부분에 있는데, 삼각형 모양을 갖는 혀모양의 기관 즉, 순번(唇弁)에 쌓여 있다. 입은 짧은 식도로 위에 연결되는데 위는 들찌귀 밑에서 약간 앞쪽으로 치우친 곳에 있다. 색깔은 먹이 섭취가 활발할 때는 갈색~녹색을 띠며 크기는 개각근의 1/3정도이다. 위주위에는 위크기의 수배의 달하는 갈색 또는 황갈색의 소화맹낭(消化盲囊)이 덮고 있다. 소화맹낭은 진주조개의 소화기관중 가장 중요한 역할을 한다. 소화맹낭은 여러개의 작은 관으로 되어 있

고 아주 작고 많은 구멍으로 위와 연결되어 있다. 위속에 들어온 먹이중 큰것은 창자로 들어가며 작은 것은 소화맹낭으로 들어가 소화가 된다. 소화맹낭은 소화액을 분비하고 또 작은 물질을 소화하는 곳인데 이를 다른 말로는 중장선(中腸腺)이라고도 한다.

위주의를 잘라보면 2~3cm 길이의 짙은 노란색의 원기둥 모양을 한 묵같은 물질이 나온다. 이것을 간정체(杆晶體)라한다. 이 간정체는 조개의 건강상태를 알아보는 중요한 재료가 된다. 간정체가 클수록 건강한 조개인데 간정체는 위속에서 회전운동을 하며 소화효소를 내어 놓는다. 따라서 간정체의 앞쪽은 계속 녹아 없어지며 뒤쪽은 이를 보충하기 위하여 계속 자라나는데, 쇠약한 조개는 간정체를 만들지 못하여 매우 작아진다. 조개가 장시간 굶거나, 공기중에 노출되면 이 간정체는 점점 작아져 없어진다.

위의 뒷쪽에 연결된 창자는 약간 꼬여져 있으며 아가미 부근까지 내려왔다가 다시 돌아올라가 개각근을 감싸고 둔후 항문을 통하여 밖과 연결된다. 여기서 창자가 돌아 올라가는 곳을 장관우곡부(腸管迂曲部)라고 한다.

#### 사. 생식기관(生殖器管)

생식소(生殖巢)는 소화맹낭, 수족근, 내장부위의 거의 전체를 덮고 있는 유백색의 기관으로 진주조개에서 가장 큰 기관이다. 생식소는 오로지 번식만을 위하여 있는 것이므로 조개 자체가 살아가는데는 아무 역할도 하지 못한다. 따라서 조개에 큰 피해를 주지 않으면서 확보할 수 있는 가장 큰 기관이 바로 이 생식소이기 때문에 여기에 진주양식용 핵(核)을 넣는다.

생식소에 대하여 자세히 알아 두는 것은 중요하다. 진주조개는 암수딴몸이며 산란기(産卵期)때 암컷과 수컷의 비율은 수컷이 다소 많은데 경우에 따라서는 성 전환(性轉換)을 하기도 한다. 암컷의 생식소를 잘라 현미경(顯微鏡)아래서 관찰하면 생식소의 기본이 되는 결합조직(結合組織)과 따로 떨어져 있는 세포(細胞)를 볼 수가 있다. 이것이 바로 알이다. 알은 세포(細胞)라고 하는 주머니 모양을 한 구조속에서 자라난다. 따라서 생식소의 중심을 향하여 세포의 크기가 점점 커지는

데, 제일 작은 것에는 난원세포(卵原細胞)가, 그 다음에는 난모세포(卵母細胞)가 들어 있으며 맨 바깥쪽에는 세포에서 떨어져 나온 알 즉, 난자(卵子)가 보인다. 알은 다른 세포나 세포와 완전히 분리되어 생식소의 빈 공간에 차 있다. 이 알들은 여러갈래의 관을 통하여 수란관(水卵管)에 모이고 하나의 관으로 합쳐져 알에서 말한 바와 같이 비뇨생식공을 통하여 체외로 방출된다.

수컷의 생식소도 비슷한 구조인데 그 배열을 생식소 중앙을 향하며 정원세포(精原細胞), 정모세포(精毛細胞) 그리고 정자의 순이다. 성숙한 수컷의 정자를 보면 많은 수의 미세한 정자들이 수류(水流)를 일으키며 움직이는 것을 볼 수 있다.

진주조개의 산란기는 7~8월인데 수온에 따라 변하며 1회에 200~500만개의 알을 낳으며 알의 크기는 45~50 $\mu m$ 이다.

진주조개의 생식소 발달과정은 다음의 여섯단계로 나누어 진다.

- 1) 휴지기(休止期) : 생식소내에 생식세포가 거의 없거나 원시적인 생식세포만이 관찰되어 암·수 구별이 안된다. 세포는 혼적적으로 남아 있다(화보 I-1, II-1).
- 2) 발달전기(發達前期) : 정원세포와 난원세포가 출현하여 암·수를 구별할 수 있다. 난모세포는 거의 출현하지 않지만 정모세포는 출현한다(화보 I-2, II-2).
- 3) 발달후기(發達後期) : 정원세포, 정모세포 모두 많이 관찰되며 정자도 출현하기 시작한다. 난자도 출현하나 모양이 둥글지 못하고 난자의 상호간의 압박에 의하여 다각형으로 나타난다.  
생식소가 비대해져서 결합조직이 줄어들며 생식세포가 차지하는 비율이 최고로 된다(화보 I-3, II-3).
- 4) 방란·방정전기(放卵·放精前期) : 수컷에서는 정자의 줄이 흩어져 소용돌이를 이루거나 방향없이 흩어진다. 암컷에서는 난자의 일부가 방출되고, 생식소내의 공간이 넓어져 그 모양이 둥글게 변화된다(화보 I-4, II-4).
- 5) 방란·방정후기(放卵·放精後期) : 알과 정자로 거의 방출되어 생식소내의



빈 공간이 많아지며 일부 발달하지 못한 생식세포만 관찰된다(화보 I-5, II-5).

6) 퇴축기(退縮期) : 결합조직이 증가하기 시작하며 나머지 생식세포는 붕괴되어 없어지거나 약간 남아 있다(화보 I-6, II-5).

우리나라 총무 연안에 양성중인 진주조개의 경우 7월 초에는 발달후기, 7월 중순에 방란·방정 전기에 다달아 8월 말이면 방란·방정이 모두 끝나는데 간혹 9월 초까지 계속되기도 한다. 평상 수온이 유지될 때는 80% 이상의 개체가 7월중에 방란·방정 전기에 들어가기 때문에 종묘생산의 적기는 7월중순에서 8월 초순이라

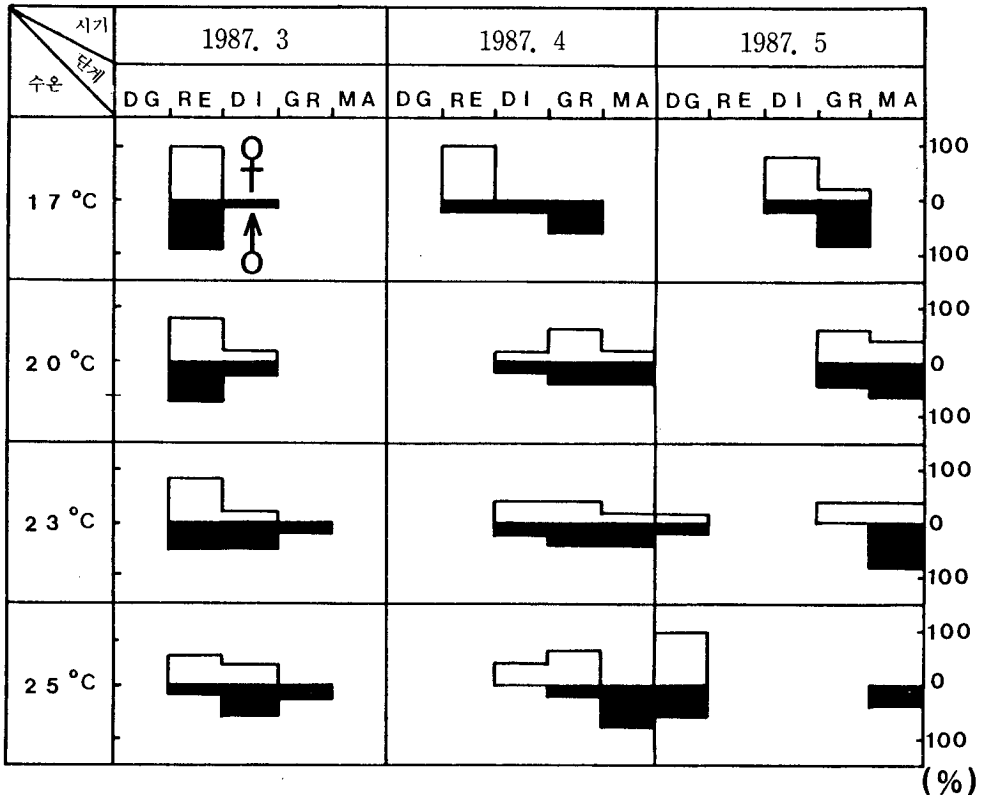


그림 3. 온도에 따른 진주조개의 생식소(生殖巢) 발달.

Fig. 3. Gonad development of pearl oyster depend on temperature.

DG: 퇴축기      RE: 휴지기      DI: 발달전기  
GR: 발달후기      MA: 방란방정전기

할 수 있다. 그러나 이경우 생산된 치패가 월동에 들어갈 만큼 충분한 성장하지 못하기 때문에 생식소 발달을 촉진시켜 6월 중순 또는 늦어도 7월 초순에는 종묘생산이 시작되어야 한다.

진주조개의 생식소 발달은 온도에 따라 많이 좌우된다. 휴지기 상태의 조개를 선별하여 각각 17°C, 20°C, 23°C, 25°C의 수온에서 생식소 발달 과정을 실험한 결과를 보면, 17°C에서는 2개월만에 발달기 전기의 개체가 나타나기 시작하였으며, 20°C에서는 모든 개체가 발달 후기에 도달하였으며 일부는 방란·방정 전기까지 도달하였다. 그러나 23°C에서는 완전히 성숙되어 방란·방정기 전기까지 도달한 세포도 있었지만 이에 이르지 못하고 생식세포가 퇴화·흡수되는 개체가 20%에 달하였다. 25°C에서는 암컷의 경우 생식세포가 모두 퇴화·흡수되고 있었으며 수컷의 경우는 60%가 퇴화되고 있었다(그림 3). 이러한 결과를 볼 때 20°C 이상의 수온에서도 수온이 높을수록 생식소의 성장은 빠르지만 25°C와 같은 높은 수온이 계속되면 생식세포는 완전히 성숙하지 못하고 퇴화되어 버린다. 또한 일부 방란·방정이 일어나더라도 이러한 알과 정자로 종묘생산에 사용할 수 없다.

따라서 진주조개를 조기성숙시키기 위하여 선별 수용할 때는 2~3중 수온을 서서히 17°C까지 높혀주어 1개월정도 보존한 후 다시 20°C까지 수온을 높혀주어 생식소 발달을 촉진시키는 것이 좋다. 이때 수온의 상승폭은 느릴수록 좋으며, 자연 상태에서 3~8월까지 6개월 정도의 수온상승 기간을 3~4개월 정도로 단축하여 준다고 생각하면 된다.

### 第三節 진주조개의 생리(生理)

#### 1. 환경요인(環境要因)에 대한 저항성(抵抗性)

##### 가. 수온

진주조개는 수온이 26~27°C 이상이 되면 생리기능(生理技能)이 낮아지며 28°C 이상이 되면 사망하기 시작한다. 수온이 낮아져서 13°C 이하가 되면 역시 생리기

능이 저하되는데 8°C가 되면 사망한다.<sup>5</sup> 염통의 박동수는 수온에 따라 변하는데 26°C에서는 21회/분, 18°C에서는 8.2회/분, 13°C에서는 4.2회/분으로 수온이 높을수록 박동수가 빠르다.

수온이 8°C가 되면 심장의 박동도 거의 정지하다 시피하며 아가미 운동도 하지 않는다. 그러나 수온이 8°C 이하가 되더라도 즉시 사망하지는 않으며 20일까지도 견디는 개체가 있다. 수온 4~5°C에서는 50% 정도가 15일까지도 견딘다(그림 4). 우리나라 충무 연안에 겨울철 수온이 5°C까지 내려가는데 충무에서 한동안 진주조개는 97%의 사망률을, 이보다 수온이 8.4°C로 약간 높은 한산도 내 만에서는 23%의 사망률이 기록된 예가 있다. 조개가 낮은 온도에서 방치될 경우 비록 살아 남더라도 많이 쇠약해져 진주양식용 또는 종묘생산용 조개로는 가치를 상실하게 된

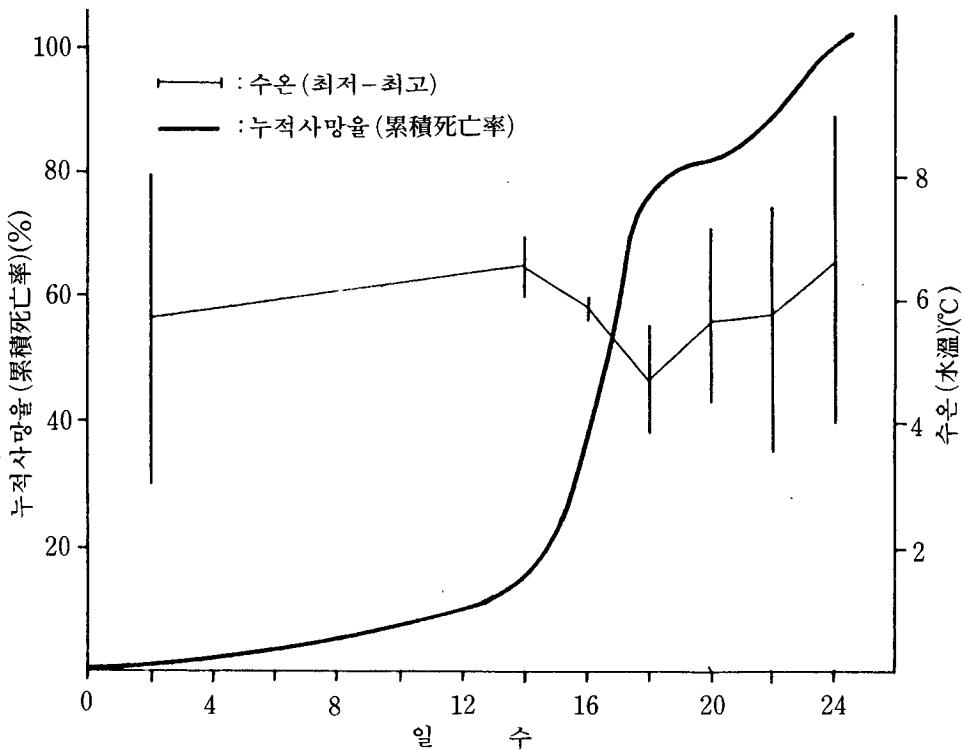


그림 4. 진주조개의 저온(低溫)노출에 따른 사망율(死亡率).

Fig. 4. Mortality curve of pearl oyster caused by low water temperature.

다. 따라서 종묘생산을 위한 조개는 최소한 13°C, 진주양식용 조개는 10°C 이상 되는 곳에서 월동을 시키는 것이 바람직하다.

#### 나. 염분

진주조개는 비교적 염분에 대한 저항성이 크다. 염분에 대한 아가미 운동은 20‰ 이하에서 현저히 감소하여 9.6‰에서 완전히 멈춘다.<sup>15</sup> 19‰에서는 3~4일간을 견딜 수 있으나 15‰에서는 3일 이내 86%가 사망한다. 염분이 높으면 조개 체내의 물이 바다로 빠져 나가고 반대로 염분이 낮으면 체내로 물이 과도히 흡수되어 삼투 조절(滲透調節)능력이 파괴된다. 그러나 일반적 바닷물의 염분 함량인 28~33%의 범위에서는 그다지 큰 영향을 받지 않기 때문에 여름철 호우시 강하구 부근의 어장을 제외하고는 큰 문제가 되지 않는다. 그러나 여름철 수온이 높을 때는 조개가 많이 쇠약해져 상대적으로 염분 변화에 약한 경우가 있기 때문에 주의할 필요가 있다.

#### 다. 공기노출(空氣露出)

진주조개를 공기중에 꺼내 놓으면 조개 껍데기를 굳게 닫고 체내의 수분 손실을 최대한으로 억제한다. 그러나 오랜시간 방치할 경우 죽게 되는데, 기온이 높고 건조할수록 빨리 죽는다. 기온 20~25°C 정도의 그늘에서 6시간 방치한 후 염통의 박동수 변화를 보면 정상박동수는 23회/분에서 13회/분으로 감소하며, 다시 바닷물에 넣으면 2시간 후 18.2회/분으로 회복세를 보이다가 7시간 후에는 정상치보다 5회 증가한 28회/분으로 빨라지며 24시간이 지나서야 정상수준으로 회복된다(표 2).

산소소비량을 보면 24시간 공기중에 꺼내 놓은 후 다시 바닷물에 넣으면 정상치의 44% 수준을 나타내며 12시간 꺼내 놓은 것은 70% 수준인 1.3mg/시간/마리의 소비량을 나타낸다. 정상 상태로 산소소비량이 회복되는 시간은 염통 박동수의 경우보다 느리며 처음에는 적은 양의 산소를 소비하다가 2시간이 지나면 정상치의 3~4배의 산소를 소비하며 24시간 후부터 안정되기 시작하여 3일정도 지나야 완전히 회복된다.

표 2. 공기노출(空氣露出)에 따른 진주조개 심장 박동수 및 산소 소비량 변화  
 Table 2. Changes of heart beat of pearl oyster caused by air exposure

	공기노출시간				해수중 회복기간					
	0	6	12	24	2	4	7	24	48	72
심장박동수 (회/분)	23	13	12	12	18.2		28.5	20.5	23.0	23.2
산소소비량 mg/시간	1.8	1.5	1.3	0.8	3.8	4.2	2	7.6	1.6	1.9

\* 일정시간 공기노출 후 해수에서 측정

이러한 사실을 감안할 때 진주조개를 공기중에 꺼내 놓은 것은 조개에 크나큰 자극을 주는 것이므로 되도록이면 피해야 하며 불가피한 경우는 가능한한 노출시간을 줄여야 한다. 특히 여름철 기온이 높을 때 직사광선 아래 꺼내 놓으면 짧은시간 안에 죽기 때문에 금해야 한다.

1.5시간 기온 29°C의 직사광선에 꺼내 놓은 조개는 바닷물이 다시 넣어도 3일 내에 40%가 죽으며 2.2시간 이상 꺼내 놓으면 모두 사망한다. 그러나 기온이 높아도 그늘에 꺼내 놓을 경우 2시간 이내이면 회복은 느리나 모두 생존하며 3.5시간 꺼내 놓으면 모두 죽는다. 따라서 여름철 조개청소, 사패(死貝)제거등 불가피한 경우에는 차양막을 설치하여 직사광선을 피하고 작업시간을 1시간 이내로 제한하여야 한다. 또한 자주 조개위에 바닷물을 뿌려 주어 체온이 증가하거나 과도한 수분손실이 일어나지 않게 주의하며, 겨울철 기온이 영하로 내려 갈 때는 단시간 내에도 냉해를 입을 우려가 있기 때문에 일질 조개를 공기중에 꺼내는 일이 없도록 하여야 한다.

## 2. 여과수량(濾過數量)과 식성(食性)

### 가. 여과수량

여과수량은 조개가 일정시간 동안에 걸러내는 바닷물의 양을 말한다. 여과수량은 먹이섭취와 관계 있기 때문에 중요하며 더 큰 범위로 말하면 조개가 살아가기 위하여 외부의 물체를 체내에 받아 들이기 위한 행동이 여과이다. 여과수량은 일주성(日走性)이 있어 하루 동안에도 시간에 따라 변하며, 온도, 개체의 크기, 생

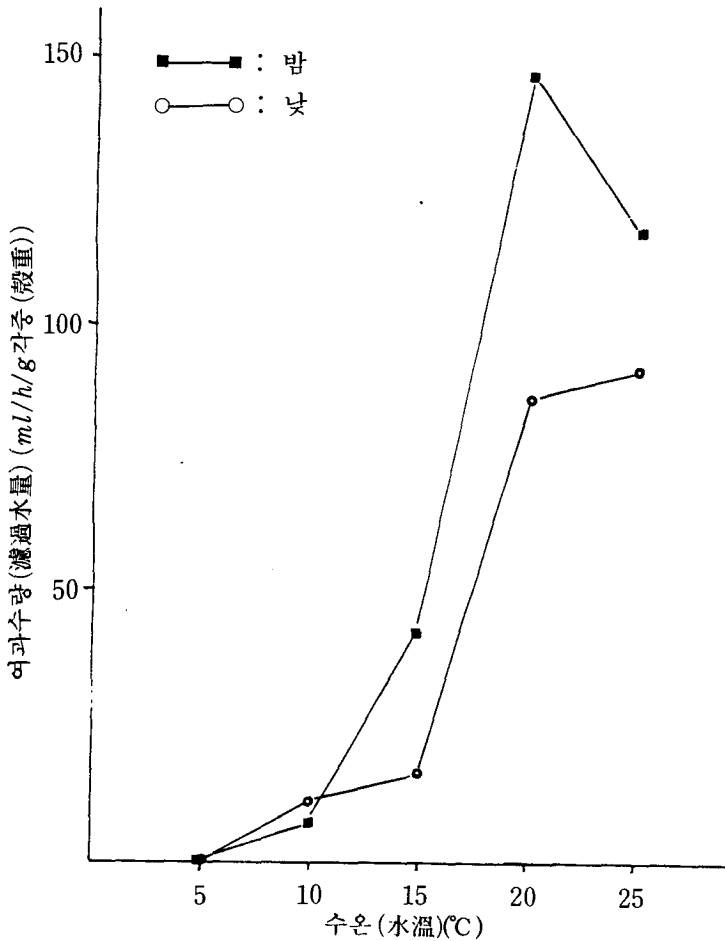


그림 5. 진주조개 치패(稚貝) (각장(殼長): 1cm)의 수온별 여과수량(濾過水量).  
 Fig. 5. Changes of filtering rates of young pearl oyster by water temperature.

리상태에 따라 변화한다. 대체로 밤동안의 여과수량은 낮동안 보다 크다.

20°C의 순치(馴致)된 각장(殼長) 0.5~1cm의 조개는 수온이 20°C 이하로 내려감에 따라 여과수량이 감소하여 15°C에서도 20°C의 20~30% 수준인 낮 16.9ml/시간/g 체중, 밤 43.1ml/시간/g 체중으로 감소한다(그림 5). 10°C에서는 낮과 밤의 차이가 별로 없어 8.2~10.9ml/시간/g 체중을 기록하는데 이는 낮은 온도에서 여과수량이 절대값의 수준으로 감소하였기 때문이다. 수온이 20°C 이상으로 증가할 경우 여과수량은 늘어나지만 25°C를 넘어서면 다시 줄어들기 시작한다.

각장이 5cm 이상으로 큰 조개는 20°C 내외에서 75ml/시간/g 체중 즉 1마리당 1시간에 3l 까지 여과하는데 먹이양이 적을 경우는 여과수량이 증가한다. 크기가 작은 치패(각장 0.5cm, 체중이 0.1g)의 경우 1일 약 720ml의 바닷물을 여과하여 그속의 먹이를 섭취하는데 환산하면 1t 짜리 수조에 치패 1,400마리를 수용하거나 성패(각장 5cm, 체중 40g) 15마리를 수용할 경우 하루동안에 전체 수조의 물을 다 여과할 수 있다. 따라서 물갈이, 산소공급, 먹이 투여는 주어진 환경아래서의 여과수량을 감안하여 조절하여 주어야 한다.

여과수량의 일일변화를 보면 해진후에 증가하기 시작하여 저녁 8시~9시경에 최대 여과수량을 보여주며 그후 다시 줄어든다. 진주조개의 여과수량은 광량(光量), 수온, 조석차(潮汐差), 비중(比重), 조개의 생리상태, 먹이량에 따라 많은 차이가 난다고 보여지는데 일본에서 실험한 예를 보면 같은 크기의 개체 간에도 1일 36.4~227l의 광범위한 차이를 나타낸 기록도 있다.

#### 나. 식성

진주조개와 같은 조개류는 먹이의 선택적 섭취형(選擇的 攝取形), 비선택적 섭취형, 중간형으로 구분할 수 있는데 진주조개는 비 선택적 먹이 섭취형이다. 즉, 바닷물 속에있는 먹이 주로 녹조류(綠藻類), 규조류(矽藻類), 편모조류(鞭毛藻類) 등의 식물 플랑크톤을 그대로 여과하여 섭취한다.

충무근해에서 양성중인 진주조개의 위에서 관찰되는 식물플랑크톤은 대체로 진주조개를 채집한 곳의 식물 플랑크톤의 종조성(種組成)과 거의 일치한다. 그러나 먹이

의 선호도(選好度)가 높은 것 즉, 쉽게 소화할 수 있는 먹이 생물 또는 규조류 중의 탈라시오시라(*Thalassiosira*)과 니찌시아(*Nitzschia*), 케토세로스(*Chaetoceros*), 스킨레토네마(*Skeletonema*) 등이 먹이 효율이 높은 종들이다.

그러나 이러한 종들은 종묘생산시 모두 배양(培養)하여 줄수는 없기 때문에 이들 중 한두종 또는 먹이 효율이 높은 종류를 골라서 배양하여야 한다.

현재 알려진 것들중 진주조개의 먹이로 적절하다고 밝혀진 종류로는 파블로바(*Pavlova lutheri*), 아이소크라이시스(*Isochrysis galvana*), 테트라셀미스(*Tetraselmis suecica*), 듀나리엘라(*Dunaliella sp.*), 케토세로스(*Chaetoceros calcitrans*), 스킨레토네마(*Skeletonema costatum*) 등이 있다.



## 第三章 진주조개 종묘생산

### 第一節 먹이 생물 배양

진주조개의 먹이 생물로는 전장에서 말한 바와 같이 여러 종이 있으나 여기서는 비교적 손쉽게 배양할 수 있는 것중에서 먹이 효율이 높은 파블로바의 배양에 대하여 중점적으로 설명하기로 한다. 다른 종류의 식물 플랑크톤중 종묘생산이 필요한 먹이를 공급할 때에도 파블로바의 배양에 준하여 실시하면 된다.

실제로 사업을 할 때는 2~3종의 먹이생물을 같이 준비하여 섞어서 먹이는 것이 효율이 높다. 따라서 파블로바를 주먹이로 준비하고 그외의 1~2종을 보조먹이로 준비하는 것이 바람직하다.

한편 어류 종묘 배양시 바퀴벌레(輪蟲, rotifera)를 키우기 위하여 먹이 생물로 준비하는 크로렐라(Chlorella)는 그림 6에서 보듯이 가장 먹이 효율이 낮아 진주조개를 위하여서도 좋은 먹이가 될 수 없으므로 피해야 한다.

진주조개 종묘 생산의 경우 대부분의 실패 원인이 먹이 생물의 배양 실패에서 오기 때문에 사전에 충분한 지식을 습득한 후 먹이 생물의 준비에 자신이 있을 때 진주조개 종묘 생산에 착수하여야 한다.

#### 1. 먹이 생물 배양계획

진주조개 종묘생산을 위하여서는 먼저 필요한 먹이 생물의 양을 제안한 후 이에 맞추어 계획을 수립하여야 한다. 1t 급 수조에서 생산가능한 3mm 정도 크기의 치패 10만 마리를 위하여 파블로바를 주 먹이로 택하여 필요한 먹이량을 결정하면 다음과 같다.

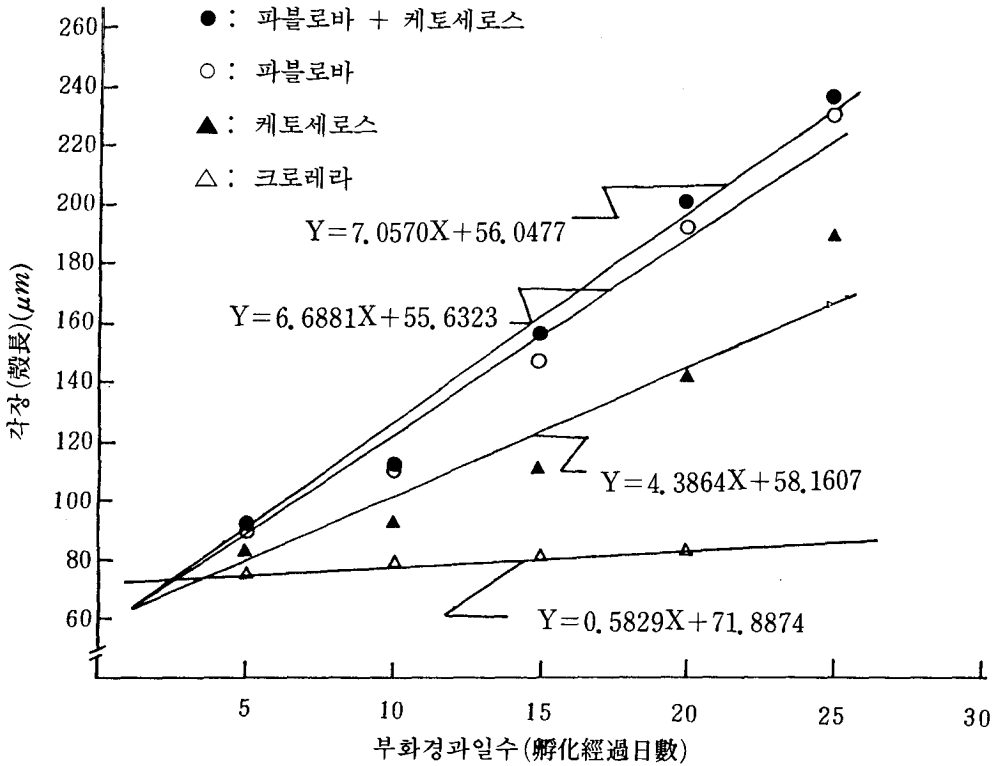


그림 6. 먹이생물에 따른 진주조개 유생(幼生)의 성장.

Fig. 6. Relationship between the days after hatching and shell length of larvae of pearl oyster by food organisms.

먹이 생물의 밀도는 실험적으로 최대한 배양할 수 있는 밀도  $1/2$ 인  $5 \times 10^6$  세포 수/ml로 한다면 진주조개가 알에서 부화한 후 첫날은 1l, 10일 후는 4l, 20일 후는 10l가 필요하며 그후 10일마다 5l 정도씩 증가시켜 60일째는 30l가 필요하다(그림 7). 따라서 처음부터 많은 양의 먹이를 준비할 필요는 없으며 진주조개 종묘의 성장에 따라 먹이 생물량을 늘려 잡으면 된다. 또한 먹이생물의 밀도에 따라 같은 비율로 공급량을 조절해 주어야 한다.

먹이 생물 배양을 위한 용기는 큰것 보다도 가능하면 작은 것을 여러개 준비하는 것이 실패율이 적으며 큰 용기에 비하여 높은 밀도의 먹이 성분을 배양할 수 있

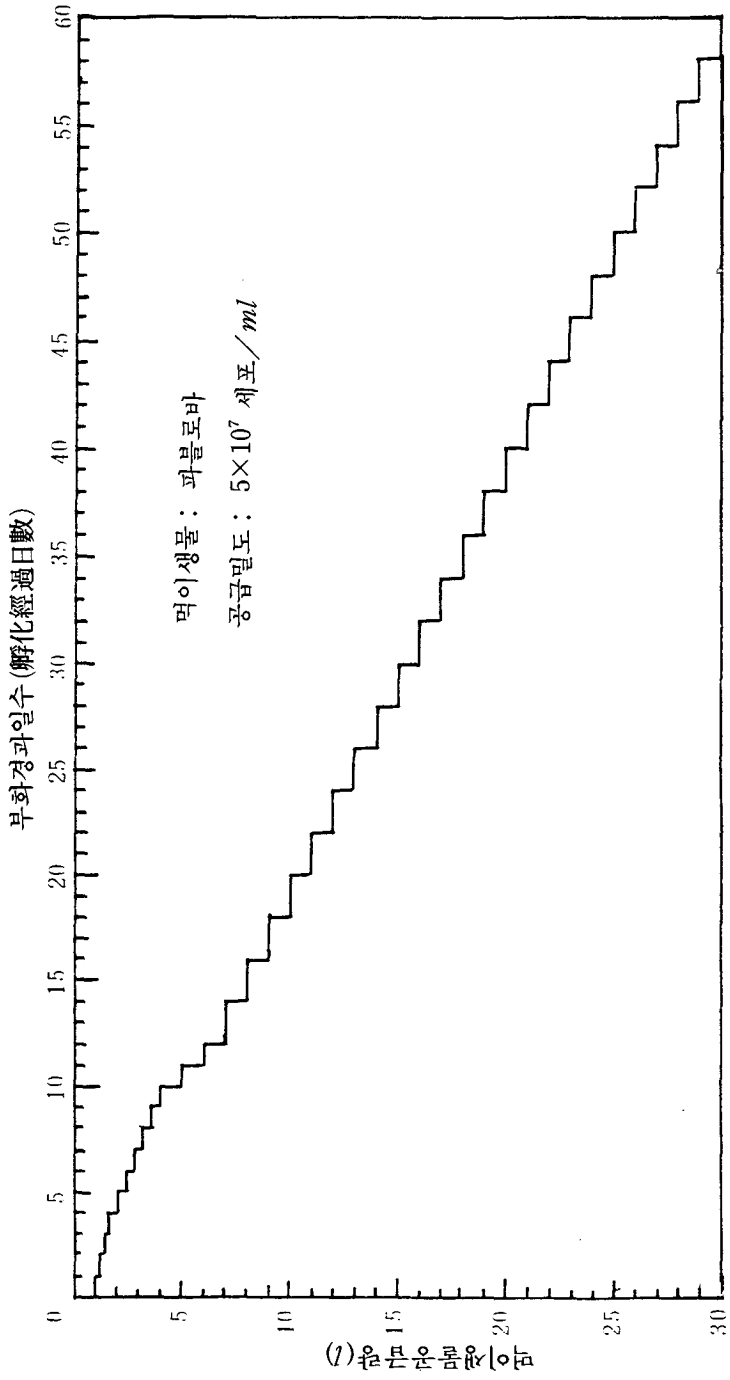


그림 7. 진주조개 유생(幼生)을 위한 먹이 생물 공급계획.  
Fig. 7. Plan of food supply for larvae and young shell of pearl oyster.

다.

먹이 생물의 배양은 보존배양(保存培養), 중간배양(中間培養), 급속배양(急速培養), 대량배양(大量培養)으로 구분하여 단계적으로 실시한다.

보존배양은 보관중인 먹이생물의 원종(原種)을 앞으로의 대량 생산을 위하여 250ml~500ml의 작은 용기에서 증식(增殖)시키는 것이다.

배양중인 어떤 종류의 먹이생물이 최대 밀도에 도달하는 시간은 최초에 접종(接種)하는 밀도가 클수록 빨라진다. 따라서 보존배양은 차후 큰 용기에서 먹이생물을 배양할 때 빠른 시간내에 최대 밀도에 다달을 수 있도록 충분한 양의 원종(原種)을 확보하는 작업이다.

중간배양은 보존배양의 다음 단계로 역시 충분한 양의 원종을 확보하기 위한 작업이다. 일반적으로 배양용기가 작을수록 오염(汚染)의 위험이 적고 빠르게 최대 밀도에 도달할 수 있기 때문에 단계적으로 용기의 크기를 크게 하면서 원종의 수를 증식시킨다고 생각하면 된다. 중간배양은 2~5l의 용기에서 실시한다.

급속배양은 중간배양에서 확보한 먹이생물의 원종을 20l 내외의 큰 용기에서 증식시키는 것이다. 급속배양의 의미는 차후 대량배양을 위한 원종의 확보와 아울러 실제로 공급할 먹이 생물을 키우는 데 있다. 진주조개 종묘생산 초기에 먹이 생물의 소요량이 적을 때는 급속배양에서 생산한 먹이생물을 사용할 수도 있다. 먹이 생물을 배양할 때 2~20l 내외의 용기에서 증식율이 가장 높는데 20l 정도의 용기를 사용할 경우 빠른 시간내에 비교적 많은 양의 먹이생물을 확보할 수 있기 때문에 급속배양이라고 이름지어 진다.

대량배양은 진주조개 종묘생산에 필요한 먹이생물을 대량으로 배양하는 작업이다. 용기의 크기는 100l~1000l의 대형용기를 사용한다. 물론 급속배양시 용기의 수를 늘려서 필요한 먹이생물을 전량 생산할 수는 있지만 준비 작업에 시간이 많이 들고 시설비가 과도히 필요하므로 경제적이지는 못하다. 따라서 큰 용기에서 대량으로 배양하는 것이 필요하며, 대량배양을 할 때 그 증식률은 전단계의 증식률보다 낮으며 급속배양시에 비하여 50% 정도의 수준이면 성공적이라 할 수 있다.

그러나 대량배양은 밀폐되지 않은 곳에서 하기 때문에 수질오염(水質汚染) 또는 섬모충(纖毛蟲)같은 원생동물(原生動物)이나 다른 초식성(草食成)동물 플랑크톤이 들어가서 빠르게 번식하여 실패할 가능성이 크기 때문에 주의하여야 한다.

## 2. 먹이생물 배양용 기자재

진주조개 종묘 즉, 중간육성 전까지의 어린조개 50만마리 생산을 위한 먹이생물 배양용 기자재는 다음과 같으며 여기서 말하는 기자재에는 먹이생물의 안정적인 측면을 생각하여 약 20% 정도의 예비율을 둔것이기 때문에 실지 종묘생산을 하고자 하는 사람은 자기의 능력에 맞추어 실패율을 감안하여 기자재의 규모를 조절하여 주어야 한다.

### 가. 배양실

배양실은 완전히 밀폐된 곳이 좋으며 부득이한 경우 2중창을 만들어 외부로부터의 오염물질이 들어 오는 것을 막아야 한다. 보존배양부터 급속배양까지는 배양실에서 하여야 하기 때문에 충분한 공간이 필요하며 5평 정도를 준비하면 된다.

현재까지 알려진 먹이생물의 최적 배양조건을 보면 각 배양 단계에 따라 필요한 빛의 밝기가 다르다(표 3). 따라서 배양일의 각 부분별 빛의 밝기를 조절하여 주어야 한다.

표 3. 진주조개 먹이생물배양의 최적조건(最適條件)

Table 3. Optimum conditions of food organism culture

	보존배양	중간배양	급속배양	대량배양
조 도( <i>lux</i> )	1,000	3,000	5,000~6,000	6,000~7,000
접종밀도(세포수/l)	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>
접종량	60ml	100ml	2.5l	10l
배양일수	7	7	7	7
최대배양밀도(세포/l)	5×10 <sup>9</sup>	8×10 <sup>9</sup>	9×10 <sup>9</sup>	7×10 <sup>9</sup>

배양실의 벽면을 흰벽으로 칠하여 빛의 반사가 잘 이루어지도록 하고 40W 짜리 형광등 30개 정도를 양쪽벽면에 나누어 균등하게 설치하되 3개정도씩 분리하여 스위치를 설치하여 부분별로 빛의 밝기를 조절할 수 있게 한다.

형광등의 안정기는 전자식으로 하여 안정기에서 나오는 열로 배양실의 온도가 올라가지 못하게 한다. 실내온도 20~21°C 정도를 항상 유지하여 주어야 하기 때문에 공기조절기(air conditioner)를 설치하여 온도를 조절하여 주어야 한다.

배양실의 양측벽에 설치한 형광등 가까이 철재 조립식 앵글을 설치하여 이곳에 배양용 용기를 설치할 수 있게 한다. 바닥은 비닐 장판을 깔아 청결을 유지하게 하며 출입은 가능한한 제한하며 실외에서 신고 있던 신과 옷은 갈아 입고 출입하는 것이 바람직하다.

먹이 생물 배양을 위한 배양실 실내 장치의 모식 도는 그림 8과 같으니 이를 참고하여 배양실의 구조에 맞추어 설계하면 된다.

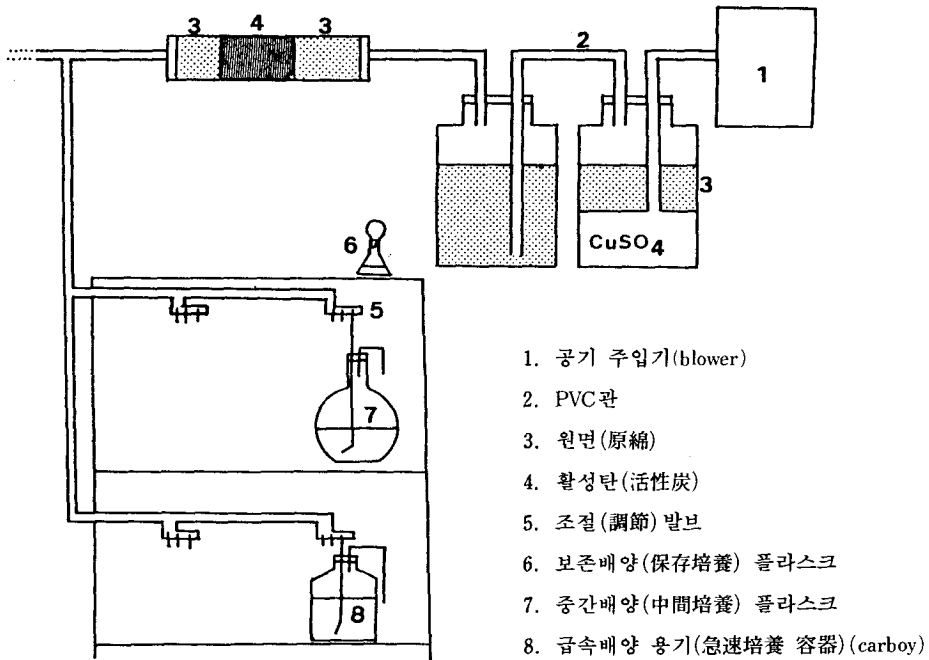


그림 8. 먹이 생물배양장치의 모식도.

Fig. 8. Schematic diagram of food organism culture system for pearl oyster.

## 나. 공기주입장치

공기주입장치는 분당 압축(壓縮)공기 70~100l 를 생산할 수 있는 것 1대가 필요하며, 여유가 있을시 예비로 1대 더 준비하는 것이 좋다. 종묘 생산규모가 50만개 이상일 때는 소형으로 여러개 준비하는 것보다 대형공기압축기(大型空氣壓縮機)를 사용하는 것이 경제적이다. 공기주입장치는 공기 여과기(濾過機)보다 위에 설치해야 하며 가능하면 배양실 밖에 설치하는 것이 좋다.

공기 주입장치 앞에 공기 여과기를 설치하여 깨끗한 공기를 공급할 수 있도록 장치하여야 한다. 공기 여과기로 직경 10cm 정도의 투명 아크릴 관을 사용하여 만들어 내부의 여과재(濾過材)의 변질 여부를 파악할 수 있도록 한다. 여과기는 아크릴 관에 원면(原綿)→활성탄(活性炭)→원면의 순으로 다져 넣어 만들며 양쪽에 직경 1cm 구멍을 제외하고는 완전히 밀폐하여야 한다. 1kg 정도의 원면을 160℃에서 1시간 고온건열멸균(高溫乾熱滅菌)하여 나누어 사용하며 활성탄은 1~3mm 크기로 5kg 정도 채워 넣으면 된다.

여과기에 사용하는 원면과 활성탄은 세척하여 다시 멸균후 재사용할 수는 있으나, 재사용 처리가 힘들 때는 폐기처분하고 다시 만들어 쓴다. 보통 여과기는 1회에 2개월정도 사용은 가능하다. 주입되는 공기의 압력에 비하여 여과기 양측에 밀폐용으로 사용하는 접착제가 약할 경우는 여과기가 터지는 경우가 있으니 너무 과다하게 원면과 활성탄을 다져 넣거나, 접착력이 낮은 접착제를 사용해서는 안된다.

공기주입 장치와 공기 여과기를 통하여 배양용기 위까지는 직경 1cm 정도의 플라스틱관으로 연결하고 이 관에서 배양용기까지는 직경 3mm 내외의 비닐튜브로 연결한다. 급속배양까지는 별도의 “에어스톤”이 필요없고 직접 비닐관을 배양액 바닥까지 내려서 공기를 주입하면 되고, 대량배양시에는 비닐관 끝에 적절한 크기의 에어스톤을 부착하여 공기를 분산 주입한다.

공기주입시 탄산가스(CO<sub>2</sub>)를 2~5%정도 혼합시켜 주면 보다 높은 밀도의 먹이생물을 공급할 수 있다. 탄산가스의 공급은 시중에서 판매되고 있는 압축 탄산가

스를 쓰면 된다. 공기주입 장치와 공기 여과기 사이에 0.5% 농도의 황산용( $\text{CuSO}_4$ )이 들어 있는 용기를 장치하면 멸균효과가 뛰어나 깨끗한 공기를 주입할 수 있다. 그러나 이상의 두가지 방법은 취급이 어렵기 때문에 사전에 충분한 훈련을 마친 후 하여야 한다.

#### 다. 초자기구(硝子器具)

모든 초자기구는 멸균한 후 건조하에 사용한다.

- 시험관 : 20ml 용 100개
- 삼각플라스크 : 500ml 용 30개
- 넓적바닥 플라스크 : 3l 용 15개
- 대형유리병 : 20l 짜리로 바닥에 물을 뺄 수 있는 장치가 달린 것 15개
- 피펫 : 10ml 용 10개
- 비커 : 1l 용 5개
- 시약병 : 배양액을 담은 것으로 필요에 따라 준비
- 메스실린더 : 1l 용 2개  
500ml 용 2개
- 유리관 : 구경 3~5mm 짜리로 배양용기 배치에 따라 준비
- 시약수저 : 2개

#### 기타 용기류

- 100l 급 투명용기(판라이트 또는 FRP 용기) 15개
- 20l 바깥스 : 필요에 따라 준비
- 기자재 보관 용기
- 원면 : 배양용기(시험관, 삼각플라스크 마개용)
- 콜크 또는 실리콘마개(넓적바닥플라스크, 대형유리병 마개)
- 비닐봉투

#### 라. 멸균장치(滅菌裝置)



- 고압멸균장치(高壓滅菌裝置)

가정용 압력 밥솥의 확대형으로 온도와 압력을 동시에 올려주어 미생물을 죽인다. 50ℓ 급 정도이면 충분한데 가격이 비싸기 때문에 준비할 수 없는 경우는 가마솥에 멸균한 기자재를 넣고 1시간쯤 끓인다. 고압멸균장치를 비치할 때는 사전 충분한 조작요령과 주의사항을 알아야 한다.

- 건조기(乾燥器)

건조기는 온도를 올려 주면서 고압멸균장치로 멸균한 기자재를 건조시키는데 쓰이며, 끓여서 멸균한 기자재도 반드시 건조기에 말려야 한다. 원면, 활성탄등을 건조시킬 때도 사용할 수 있다. 크기는 대략 100ℓ 급으로 준비하면 된다.

- 자외선 유수멸균기(紫外線 流水滅菌器) : 1대

마. 기타 기자재

- 냉장고 : 시약(試藥) 및 배양액(培養液) 보존용으로 가정용으로 적당한 크기로 1대 준비

- 증류수 제조기(蒸溜水 製造器) : 1대 준비

- 현미경

- 계수판 : 여과장치

### 3. 배양액 제조(培養液 製造)

먹이생물 배양을 위한 배양액으로는 f/2 배양액이 가장 널리 쓰인다.

먹이생물을 배양할 때 배양액을 매번 만들어 쓰는 것은 많은 노력이 필요하며 오염되기 쉽다. 따라서 고농도(高濃度)의 보존배양액을 만들어 보관하며 필요에 따라 각각 필요한 양을 희석(稀釋)하며 사용한다. 보존배양액을 직접 만들어 써도되나, 각종 시약의 조성(組成)을 정밀하게 맞추어야 하기 때문에, 인근의 연구소, 지도소 또는 학교 등의 전문가에게 의뢰하여 만드는 것이 바람직하다. 보존배양액의 조성은 표4와 같다. 보존배양액을 만드는 증류수와 해수는 미리 멸균하여 사용하

표 4. 진주조개 먹이생물 배양을 위한 보존배양액(保存培養液)

Fig. 4. Composition of stock solutions of culture medium of food organisms

㉑ 영양염 보존액(營養鹽 保存液)

성 분	합 량 (g)	용 매
질산 나트륨 ( $\text{NaNO}_3$ )	75.0	1,000ml
중인산 나트륨 ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	5.0	증류수
규산 나트륨 ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ )	15.0	

㉒ 금속물질 보존용액(金屬物質 保存溶液)

성 분	합 량 (g)	용 매
황 산 동 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )	0.98	100ml
황화아연 ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )	2.2	증류수
염화코발트 ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )	1.0	
염화망간 ( $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )	1.8	
몰리브산 나트륨 ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	0.63	

㉓ 비타민 보존용액(保存溶液)

성 분	합 량 (mg)	용 매
비 타 민 H (Biotin)	10	96ml 증류수
비 타 민 B <sub>12</sub> (B <sub>12</sub> )	10	8.9ml 증류수

㉔ 금속물질 혼합보존용액(金屬物質 混合保存溶液)

염화 제 1 철 ( $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 3.15g + EDTA 나트륨 4.36g + 900ml 증류수 + 금속물질 보존용액(㉑ 액) 각각 1ml (염화 제 1 철이 잘 녹지 않을 경우 끊어야 한다)

㉕ 비타민 혼합보존용액(混合保存溶液)

비타민 H 용액 5ml + 비타민 B<sub>12</sub> 용액 0.5ml + 250ml 증류수 + 100mg 비타민 B<sub>1</sub> + 244.5ml 증류수

여야 하며 제조후 사용할 때까지 밀봉하여 냉장고(4℃)에서 보관한다.

보존배양액은 해수에 희석하여 배양액을 만드는데 이때 해수는 고압멸균장치나 자외선유수멸균장치도 멸균하여 쓰거나 그렇지 못한 경우는 끓인후 증발된 양만큼 증류수를 보충하여 사용한다.

배양액은 항상 사용직전에 만든다. 멸균된 해수 1l에 표4의 ㉠ 용액 3종류를 1 ml 씩, ㉡ 용액 1ml ㉢ 용액 0.5ml 씩 넣어 잘 섞어 준다. 배양액을 만들때 각 보존용액을 넣을 때마다 잘 흔들어 주고 ㉠ 용액중 규산 나트륨( $\text{Na}_2\text{SiO}_3, 9\text{H}_2\text{O}$ )는 파블로바를 배양할 때는 넣지 않고 케토세로스 등과 같은 구조류(硅藻類)를 배양할 때만 넣는다. 표4의 보존배양액으로는 약 1t의 배양액을 만들수 있으며 전체적으로 약 10t 정도 필요하다.

#### 4. 먹이생물의 배양

먹이생물의 배양을 위한 조건은 표5와 같다. 이 표에 따라 배양일내의 온도를 20℃로 맞추어 주고 각 배양공정에 따라 조도를 맞추어 준후 배양기자재를 멸균하여 준비하고 배양액도 준비한다. 배양순서는 보존배양 → 중간배양 → 급속배양 → 대량배양 순으로 하며 대량배양을 제외하고는 배양일에 더한다. 배양단계에 따라 원종을 옮길 때는 반드시 배양순서대로 하여야 하며 중간배양을 한 원종을 보존배양시 쓰는 것 같이 원종의 접종을 꺼꾸로 해서는 안된다.

보존배양용 원종은 국립수산진흥원(國立水產振興院) 또는 해양연구소(海洋研究所)에서 얻을 수 있다. 먹이생물 배양은 일시에 모두 하는 것이 아니고 조개의 성장에 맞추어 하기 때문에 준비된 용기의 1/5~1/7씩 매일 순차적으로 작업한다. 사용하는 해수는 반드시 끓어서 멸균한 후 증발된 것만큼 증류수를 보충하여 사용하고, 많은 해수를 사용할 경우 여과기를 통과한 후 자외선유수멸균기로 멸균하여 사용한다.

표 5. 진주조개 먹이생물의 배양조건(培養條件)

Table 5. Process of cultivation of food organisms of pearl oyster

	보 존 배 양	중 간 배 양	급 속 배 양	대 량 배 양
배 양 용 기	100~500ml 삼각플라스크	2~5l 넓적바닥플라스크	20l 유리병	100l 판라이트 폴리에틸렌(비닐)
해 수 여 과	멤브레인여과지 (0.45μm)		3 단계 카트리지 여과지 25→5→1μm	
해 수 살 균	고압멸균기 (autoclave)		100°C, 10분간	
공 기 주 입	정 치 배 양 (진탕배양)	압축여과공기	압축여과공기에 CO <sub>2</sub> gas가 2~5%되게 혼합 후 공급	
조 도 (lux)	500~1,000	3,000	5,000~6,000	6,000~7,000
접종밀도(세포/l)	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>
배 양 밀 도 (일)	7	7	7	7
최 대 밀 도	4~5×10 <sup>9</sup>	8~9×10 <sup>9</sup>	7~10×10 <sup>9</sup>	3~7×10 <sup>9</sup>

가. 보존배양

500ml 짜리 삼각 플라스크에 배양액을 1/2정도 넣고 먹이생물의 원종을 10<sup>9</sup>세포수/l의 농도로 넣는다. 40W 형광등에서 1m 정도 거리에 삼각 플라스크를 배치하며 조도가 500~1,000lux 되게하여 1주일정도 배양하면 5×10<sup>9</sup>세포수/l의 농도로 증가하며, 실제 성장은 5,000lux에서 빠르고(그림9), 또한 접종 밀도를 높이면 배양기간이 단축되는데 조도를 높혀주면 성장이 빨라 단시일내에 높은 밀도에 도달하지만 급속히 사멸(死滅)하거나 중간배양시에 반대로 성장이 더디게 된다. 그리고 1주일 정도씩 교대로 수확 하여야 하기 때문에 10<sup>9</sup>세포수/l로 제한하는 것이 바람직하다. 보존배양시에도 공기를 주입하지 않으며 가능하면 자주 흔들어 주어 먹이생물이 용기에 골고루 퍼지게 한다.

진주조개의 성장에 맞추어 1일 3~5개씩 접종하여 순차적으로 배양하며 종묘생산 시작 즉, 진주조개의 알하기 작업 1개월 전부터 시작하여야 한두번 실패하더라도

도 먹이공급에 지장이 없다.

원종을 지속적으로 공급받을 수 없을때는 보존배양전 먹이생물의 상층액을 사면배지(斜面培地)에 접종하여 다량 증식시켜 주어야 한다.

사면배지는 배양액을 50°C 정도로 가열 하면서 박토아가(bacto-aga)를 배양액의 2%정도 넣고 저어서 완전히 녹인다음 시험관에 넣고 시험관을 45°C쯤 기울여 배양액이 경사지게한후 굳혀서 만든다.

여기에 원동을 접종용 침(끝이 원형으로 되어있음)으로 원종을 문힌후 굳은 배지에 접종하고 멸균된 원면으로 막아 냉장고에 보관한다. 접종 3-4일전쯤 배양실내 보존배양용기 옆에 놓아두어 온도를 조절한후 배양용기에 접종한다.

#### 나. 중간배양

5l 넙적바닥 플라스크에 배양액을 2/3정도 채운후 보존배양을한 먹이생물을 넣어 농도가  $10^9$ 세포수/l 되게 한다. 보통 500ml 보존배양한 것을 2개를 넣으면 되며, 이때 바닥에 갈아 앉는것까지 넣으면 안된다. 즉, 500ml에서 배양한것중 약 200ml 정도씩만 넣어주고 나머지는 먹이로 주거나 폐기한다.

중간배양은 3,000 lux (4W 형광등에서 30cm 거리)에서 배양하며 공기를 공급해준다. 배양용기를 구멍이 두개 뚫린 폴크 또는 실리콘 마개로 막고 6~7mm 짜리 관을 두개 꽂는다. 한쪽은 공기 주입구이고 한쪽은 여분의 공기가 빠져 나오는 곳이다. 공기주입구의 관은 끝을 굽게하고 바닥에서 2cm 정도 띄워 공기주입 효율을 높혀주며 공기의 양은 배양액 전체가 약간 흔들릴 정도로 해준다. 공기를 빼는곳은 배양액 표면에서 2cm 정도 떨어진 곳에 설치한다.

중간배양에 쓰이는 바닷물은  $25\mu\text{m} \rightarrow 5\mu\text{m} \rightarrow 1\mu\text{m}$  여과기(濾過機)로 3단계 여과하거나 어두운 곳에 1주일정도 방치한후 표층수만을 뽑아 10분정도 끓여서 쓰면된다. 약 7일후에  $9 \times 10^9$ 세포수/l 의 농도에 도달한다(그림 10).

#### 다. 급속배양

급속배양은 20l 크기의 대형 유리병을 사용하거나 비닐봉투를 제작하여 배양용기로 사용하는 것이 편리하다. 비닐봉투를 사용할 경우는 자외선등(紫外線

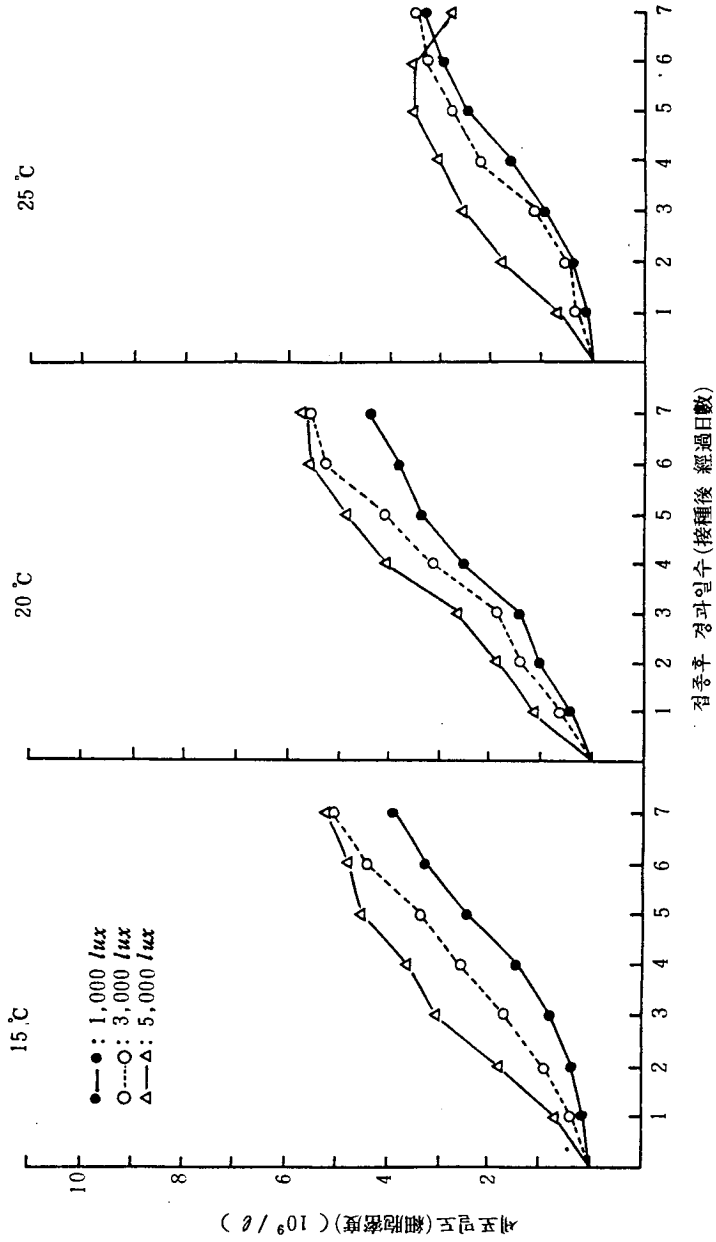


그림 9. *Pavlova lutheri* 의 보존배양 (保存培養) 중 성장곡선 (成長曲線).  
 Fig. 9. Growth of *Pavlova lutheri* population during stock culture.

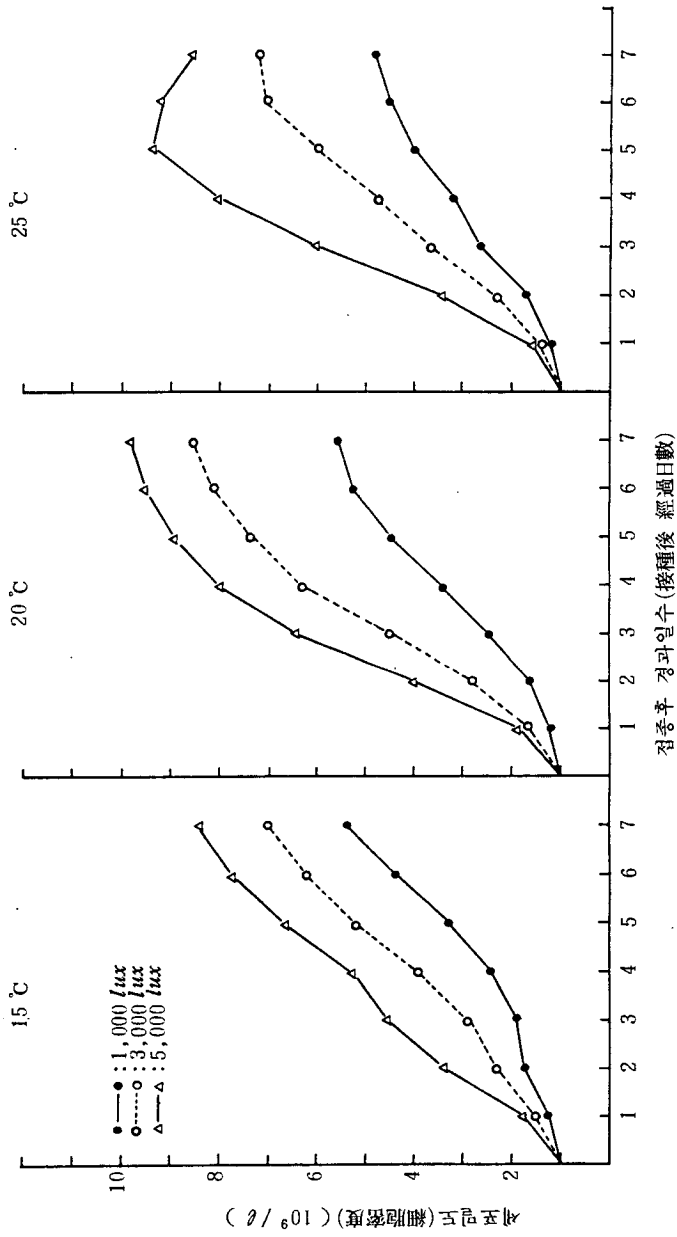


그림 10. *Pavlova lutheri* 의 중간배양 (中間培養) 중 성장곡선 (成長曲線).

Fig. 10. Growth of *Pavlova lutheri* population during growing culture.

燈) 바로 밑에 1~2시간 방치하여 멸균후 사용한다. 배양용기는 40W 형광등 바로 가까이 설치하며 형광등 2-3개를 집중적으로 조명시켜 빛의 밝기가 5,000~6,000 lux가 되게 한다.

접종은 중간배양된 먹이생물액중 상층부 3l 정도를 가지고 하며 바닥에 가라앉은 것은 먹이로 공급하거나 버린다. 공기주입은 강력하게 하여 용기전체에 고루 퍼지게 하여야 하며 탄산가스(2-5%)를 공급하여 줄 경우에는 배양기간을 단축할 수 있다. 접종후 7일정도 지나면  $7 \times 10^9$ 세포수/l의 농도에 도달한다.

1회용 비닐봉투를 사용할 경우에는 제한된 장소에서 많은양의 먹이생물을 생산할 수 있어 소규모 종묘 생산시에는 비닐봉투를 제작하여 사용하는 것이 좋다.

#### 라. 대량배양

대량배양은 100~1000l 짜리 대형 판라이트 수조에서 한다. 최초로 배양에 착수한 후 대량배양이 완료되기까지는 약 30일이 소요된다. 물론 급속배양된 먹이생물로도 어느정도 진주조개 종묘생산이 가능하지만 대량 종묘생산의 경우에는 급속배양에서 생산된 먹이로는 부족하다.

대량배양을 배양실에서 할 경우 또는 급속배양까지만 할 경우 배양실의 면적이 너무 커져 비경제적이다. 따라서 대량배양은 보통 수조실 즉 종묘를 키우는 곳에서 같이 하게 되므로 정확한 배양조건을 맞추기가 어렵고 또한 오염될 확률이 높다. 일반적으로 볼때 대량배양에서 생산할 수 있는 먹이생물의 농도는 급속배양의 1/2정도에 지나지 않는다. 따라서 가능하면 접종농도를 높혀주어 배양기간을 단축하여 주는 것이 좋다.

100l 짜리 수조를 사용할 경우 수조위와 옆에 각각 40W 짜리 형광등 2개씩 정도를 설치하면 충분하지만 보다 큰 대형수조를 사용할 경우에는 형광등의 수를 늘려가 능한 빛의 밝기를 높혀주는 것이 좋으며 6,000~7,000lux의 조도를 유지시켜 주는 것이 좋다. 대규모 종묘 배양장의 경우 먹이성분 배양에 필요한 해수가 많기 때문에 전부 완전멸균하여 사용할 수는 없다. 이 경우 약 50cm 이상의 모래(모래알의 크기는 작을수록 좋다)통에 여과한후 1 $\mu$ m 여과기(cartridge filter)를 통과시킨다.



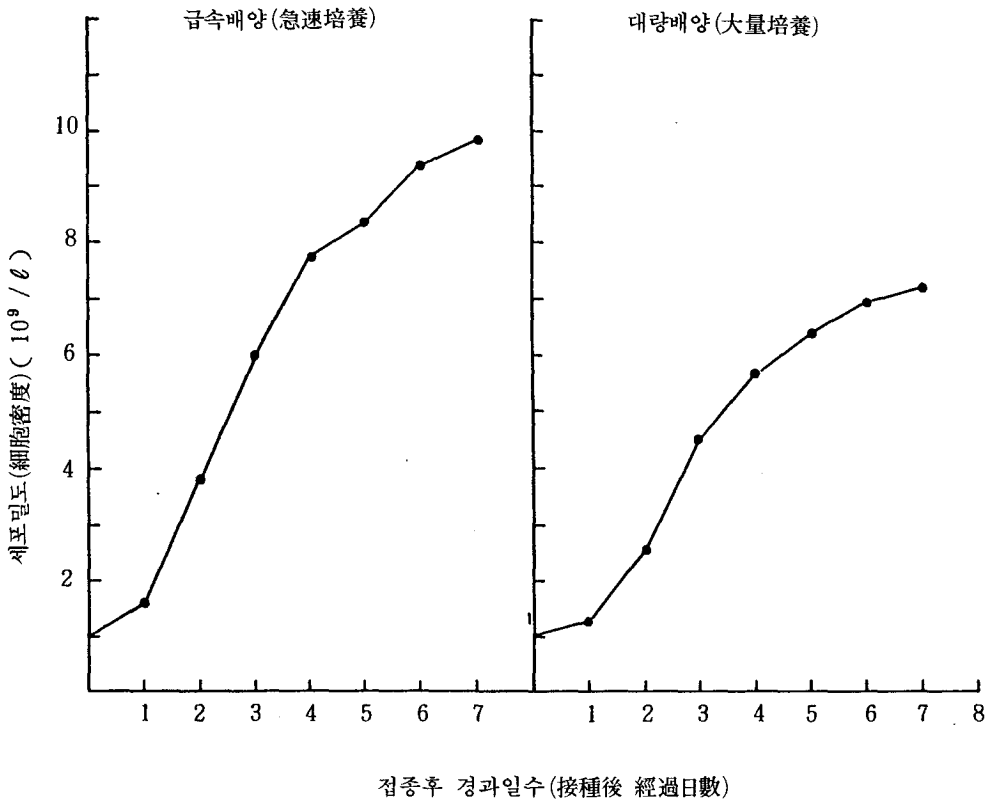


그림 11. *Pavlova lutheri* 의 급속배양 및 대량배양 중 성장곡선.

Fig. 11. Growth of *Pavlova lutheri* population during rapid and mass cultures.

그후 해수 1.5t 당 5%염소(鹽素)를 함유하고 표백제 3l 를 넣고 뚜껑을 닫은후 배양실 온도(20°C)에 하루 놓아둔 후 디오황산나트륨(일명 : 하이포) 15g 넣어 완전히 녹인후 2-3일 정체시킨 다음 사용하면 된다.

대량배양시 온도가 20°C 이상이 되면 5~6일후 먹이생물의 밀도가 최대치가 되어 급격히 사망하거나 섬모충이 발생할 우려가 있기 때문에 가능하면 배양기간을 5일 이내로 하는것이 좋다.

대량배양의 접종은 역시  $10^9$ 세포수/l 의 농도가 적합하나 배양조건에 따라 달리 할수 있으며 가능하면 높은 밀도를 접종하여 단시일내에 최대밀도에 다다르게 하

여야 한다. 최대밀도는  $3\sim 7\times 10^9$ 세포수/l로 배양조건에 따라 많이 변화한다.

다. 기타사항

먹이생물을 계획에 따라 배양할때의 순서는 앞에서 말한 바와같이 보존배양 → 중간배양 → 급속배양 → 대량배양의 순서로 접종해야 한다. 사용된 용기는 항상 잘 씻어낸후 멸균하여 사용하여야 하지만 통상 2-3회 정도는 반복하여 사용할 수 있다. 사용된 배양용기를 재사용할 때는 밑에 가라앉은 찌꺼기는 제거하고 신선한 배양액을 채운후에 같은 병에서 배양하던 먹이생물로 접종하여야 한다. 그렇지 않은 경우 한개의 배양용기에서 배양된 먹이생물도 담아서 배양용기에 접종할 경우 그 접종용 먹이생물이 오염되어 있다면 전체가 오염되기 때문에 금지 하여야 한다.

먹이생물 배양시 1일 1회 정도 표품을 채취하여 현미경 아래서 밀도를 계산 하여야 한다. 보통 혈구용계수판(血球用計數板(그림 12))위에 배양액 1ml 정도를 떨어뜨린후 세포수를 세어서 결정한다. 그러나 어느정도 숙달될 경우에는 배양액의 색깔이 변하는 것으로 대략적인 밀도를 알아낼 수 있다. 파블로바의 경우 접종 초기인  $10^9$ 세포수/l의 밀도에서는 옅은 황갈색이던 것이 성장하여 밀도가  $5\times 10^9$  세포수/l로 되면 짙은 황갈색을 띠고 배양이 완료되어 밀도가  $9\times 10^9$ 세포수/l가 되면 담갈색으로 변한다(p. 591—3번).

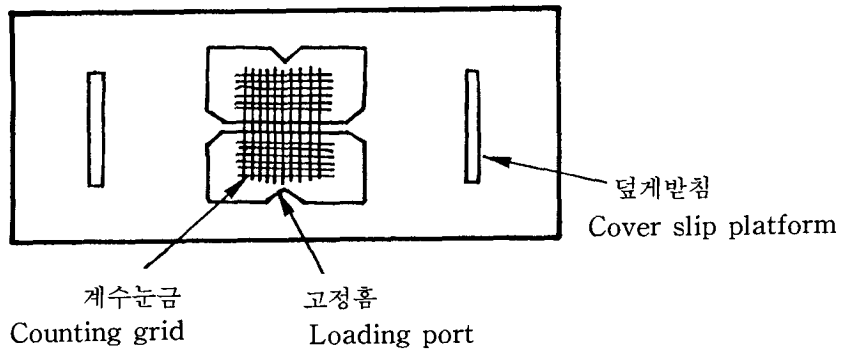


그림 12. 혈구계산판(血球計算板)의 모식도(模式圖).

Fig. 12. Diagram of hemaecytometer.

기초세포수는 파블로바 보다 최종 밀도가 낮지만 빨리 자라며(그림 13) 최초 접종밀도인  $0.5 \sim 1 \times 10^8$  세포수/l에서는 옅은 갈색에서 밀도가  $2.5 \times 10^9$  세포수/l에서는 갈색으로 최종밀도인  $5 \sim 6 \times 10^9$  세포수/l에서는 진한갈색으로 변화한다(화보Ⅲ-1,2)

이와같은 배양액의 색깔변화는 밀도와 거의 일치하기 때문에 밀도별 색상표를 만들어 돌경우 편리하게 사용할 수 있다. 그러나 간혹 다른 종류의 식물 플랑크톤이 묻어 들어가 급속히 성장하는 경우도 있는데 이때에 색깔의 변화만으로 오염 여부를 판단하기는 어렵다. 따라서 먹이생물의 정확한 형태적(形態的) 특징을 잘 알아둔후 때때로 먹이생물을 관찰하여 오염 여부를 판단하여야 한다. 이때 다른 식물 플랑크톤이 많이 발견될 경우 배양을 중지하는 것이 좋다. 먹이생물이 70~80% 정도 관찰될 경우에는 진주조개의 먹이로 공급하여도 무방하나 그 이상이 될 경우에는 폐기하여야 한다.

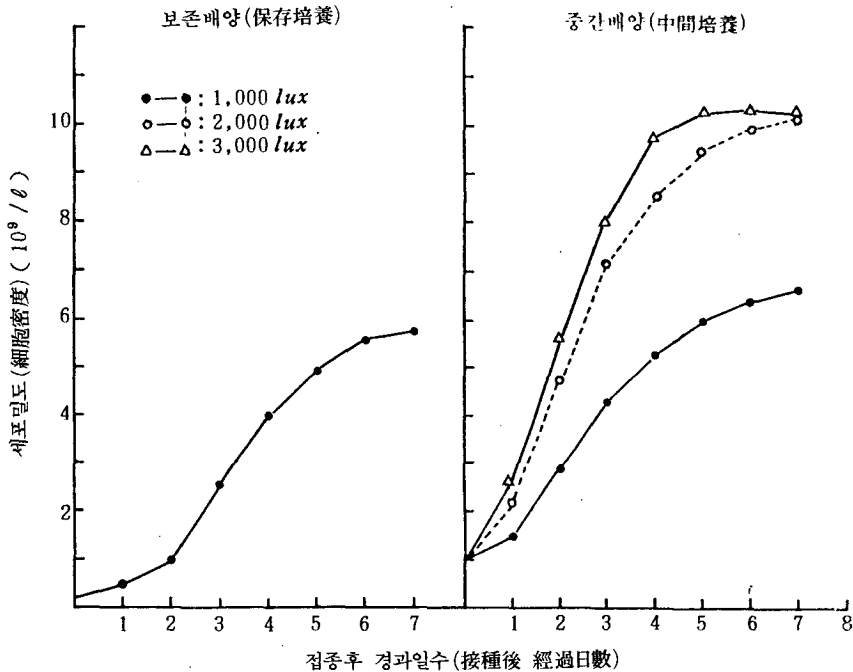


그림 13. *Chaetoceros calcitrans* 의 보존배양 및 중간배양 중 성장곡선.

Fig. 13. Growth of *Chaetoceros calcitrans* population during stock and growing cultures.

## 第二節 진주조개 종묘생산

### 1. 종묘생산 계획

이미 먹이생물 확보를 위하여, 생산할 종묘의 수는 50만개를 기준으로 하였다. 따라서 이에 맞추어 생산 계획을 세우면 된다. 사실 먹이생물만 완전히 확보되고, 수질 관리만 철저히 한다면 진주조개 종묘생산은 그다지 어려운 것이 아니다. 수정란(授精卵)에서 부터 中間育成 직전인 3~4mm 까지 키우는데는 보통 살아서 남는 확률이 2.5%에 불과하다. 그러나 이는 자연상태에 비하면 아주 높은 생존률이다.

종묘생산을 단계적으로 나누면 모패(母貝)관리, 산란유발(産卵誘發) 및 수정(授精), 부유유생(浮遊幼生)사육, 채묘(採苗), 중간육성(中間育成)으로 나눌수 있으며 각각의 단계에 맞추어 기자재를 준비며 표 6같이 대략적인 시간 계획표를 만들어 먹이생물을 공급하면서 사육하되 1일 1회정도 관찰하면서 먹이를 주어, 물갈이 등을 조절하는 것이 좋다.

### 2. 종묘생산용 기자재

#### 가. 수조실

1t 급 수조에서 생산가능한 중간 육성전까지의 진주조개 종묘수는 약 10만 마리이다. 따라서 종묘 50만 마리를 생산하기 위해서는 예비용 수조를 포함하여 1t 급 수조 7개개 및 먹이생물 대량 배양용기를 설치할 수 있는 공간과 충분한 작업공간이 있는 수조실이 마련되어야 한다.

수조실 규모는 최소한 20평 정도를 준비해야하며 FRP 판라이트 또는 비닐하우스 형태로 지어 실내의 온도가 25~27°C 정도를 유지 시키는 것이 바람직하다. 온도가 그 이하일 경우 수조실 전체를 가온하거나 그렇지 못한때는 종묘배양용 수조를 보다 큰 수조속에 넣고 간접 보온해 주어야 하기 때문에 수조실의 넓이가 더 넓

표 6. 진주조개 종묘생산(種苗生産) 계획

Table 6. Plan of seed production of pearl oyster

부화후경과 일 수 (일)	성 장	생 산 수 (마리/ton)	생산율 (%)	1회투여밀도 (세포/ml)	1회투여량 (ℓ)	1일먹이 투여회수	1일총투 여량(ℓ)
0-1	65~70 μm	400×10 <sup>4</sup>	100	1×10 <sup>3</sup>	0.2	1	0.2ℓ
1-3	70~80 μm			2.5×10 <sup>3</sup>	0.5	2	1ℓ
4-6	80~90 μm			5×10 <sup>3</sup>	1	2	2ℓ
7-9	90~110 μm			7.5×10 <sup>3</sup>	1.5	2	3ℓ
10-12 (10)	110~130 μm	300×10 <sup>4</sup>	75	10×10 <sup>3</sup>	2	2	4ℓ
13-15	130~160 μm			12×10 <sup>3</sup>	2.3	3	7ℓ
16-18	160~180 μm			13×10 <sup>3</sup>	2.7	3	8ℓ
19-21 (20)	180~210 μm	200×10 <sup>4</sup>	50	17×10 <sup>3</sup>	3.3	3	10ℓ
30	0.6~0.7 mm			25×10 <sup>3</sup>	5	3	15ℓ
40	1 mm	100×10 <sup>4</sup>	25	25×10 <sup>3</sup>	5	4	20ℓ
50	2 mm			25×10 <sup>3</sup>	5	5	25ℓ
60	3 mm	10×10 <sup>4</sup>	25	25×10 <sup>3</sup>	5	6	30ℓ

어질 수도 있다.

수조실에는 공기 주입장치를 설치해야 하며, 먹이생물 배양을 위한 공기주입 장치와 연결해서 사용할 수도 있지만 정전시 또는 고장시를 대비하여 별도의 안정장치 즉, 건전지용 공기주입 장치를 준비하는 것이 좋다. 수조실의 온도가 너무 올라가는 것을 방지하기 위하여 개폐식 통풍수(광문)을 설치하는 것을 잊지 말아야 한다.

나. 수조류 및 기타 기자재

- 유생 사육수조 : 1000ℓ 판라이트수조 7개
- 사육수조 보온조 : (수조실 온도가 27°C를 넘지 못하는 경우)

1000l 판라이트수조가 들어가 각면에 20cm 이상 공간이 유지될 수 있는 대형 용기 7개

- 가온장치(加溫裝置) : 해수용 석영(海水用石英)  
히타 : 1KW급 7개 및 온도조절구(溫度調節具) 7개 (수조실 온도가 27°C를 넘지 못할 경우)
- 세척망(洗滌網) : 50×50×30cm 로 밑바닥에 20 $\mu$ m 의 망지 부착한것 2개
- 망지(網紙 ; 물러가제) : 유생선별 및 세척용으로 세척망의 망지 교환용, 20 $\mu$ m, 40 $\mu$ m, 60 $\mu$ m, 90 $\mu$ m, 130 $\mu$ m, 180 $\mu$ m, 220 $\mu$ m 각 2m<sup>2</sup>씩 준비.
- 부착기(附着器) : 선라이트판을 30×40cm 로 잘라 150장 준비
- 비중계(比重計) : 해수용으로 1.020~1.040까지 측정할수 있는것
- 바깥스 : 필요에 따라 준비
- 넓은 물통 : 70~100l 용으로 가정용 2개
- 유생계수판(幼生計數板) : 동물 플랑크톤 計數用 1개
- 유리관 : 10mm 직경으로 2개 준비
- 중간육성망 : 1~2mm 망목(網目)의 모기장으로 제작, 직경 30cm, 길이 40cm 원통형으로 철사줄로 고정

### 3. 종묘생산

#### 가. 모패의 선택

종묘생산용으로 준비한 진주조개중 각고 7cm 이상의 것으로 체형이 좋고 건강한 것을 우선 선별하여 놓는다(화보 III-3). 이들중 진주조개 핵 삽입때 쓰이는 벌림 집게로 살짝 꺾대기를 벌리고 생식소를 관찰하여 충분히 발달된 것중 진주층의 색상이 좋은것을 다시 선별한다. 암컷의 생식소는 주황색, 수컷의 생식소는 백색을 나타내는 것이 많지만 절대적이 아니다. 육안으로 정확한 판단은 어렵지만 주사침으로 내용물을 약간 뽑아 유리판에 떨어뜨리면 암컷은 과즙형태이고 수컷은 우유처럼 흘러내린다. 완전히 생식소가 성장한 개체는 생식소가 많이 팽대하여 조개의

연체부 윗쪽을 거의 덮고 있으며 주사침으로 건드리면 터져나온다. 따라서 가능하면 생식소가 완전히 성숙하기 전에 미리 암컷과 수컷을 분리시켜 놓는것이 좋다.

건강한 조개의 선택을 위한 기준은 다음과 같다.

- 조개껍데기는 단단하고 색이 진하며, 조개 가장자리에 돌기가 많고 싱싱하다.
- 물속에서 껍질을 벌리고 있을때 양측의 외투막이 맞닿아 거의 틈이 보이지 않고, 물에서 꺼내면 즉시 껍질을 닫고 오랫동안 벌리지 않는다.
- 벌림집개로 조개를 벌릴때 강한 힘을 주어야 하며 껍질사이에 손가락을 넣으면 강한 힘을 느낀다.
- 껍질을 벌려 내부를 보면 외투막 끝은 흑색~갈색으로 선명하며 내장부는 통통하며 점액질이 많다. 족사는 녹색이 진하고 굵고 단단하며, 조개를 부착한 곳에서 떼어내면 붙었던 자국이 뚜렷하게 남는다.
- 생식소는 담홍색~홍색 또는 진한 우유빛이며 통통하게 부풀어 있다.
- 조개의 살은 건드리면 강하게 오므라 든다.

모패는 수컷 10마리 암컷 20마리를 준비하면 되나 만일을 위하여 필요량의 2배 가량 준비하는 것이 좋다. 실제로는 암컷 1마리가 500만개 이상의 알을 까지만, 너무 적은수의 조개로 종묘생산을 하면 생산되는 조개의 품질이 떨어진다.

따라서 가능하면 많은수의 조개에서 알과 정자를 받아야 하며 사육중에도 빨리 자라고 모양이 좋은것을 선별하여 관리함으로 품질개량이 이루어지도록 하여야 한다.

#### 나. 산란유발 및 수정

산란유발은 맑은날 하는것이 좋다. 유발자극으로는 간출(干出), 자외선(紫外線), 가온(加溫) 자극등이 있지만 가장 좋은 방법은 60분간 간출자극을 준후 물통에 조개를 깔고 물을 20cm 높이 정도 채운후 직사광선 아래 두어 수온이 서서히 올

라가게 두는 것이다(표 7). 대략 30~60분 사이에 수온이 27°C~29°C 정도 올라가면 수컷이 먼저 방정하고 곧이어 암컷이 방란을 시작한다(화보 III-4). 이때 조개 껍데기를 깨끗이 청소해 주어 부착생물(附着生物)을 모두 제거해 주지 않으면 이 자극으로 부착생물도 산란을 하여 실패하게 된다.

산란유발은 암컷과 수컷을 분리하여야 하며 수컷이 정자를 방출하면 사이폰으로 정자와 함께 나온 불순물을 제거한후 암컷을 넣거나 또는 암컷이 있는 용기에 정자 현탁액을 넣어주면 된다.

표 7. 간출시간(干出時間) 및 태양열가온자극(太陽熱加溫刺戟)에 따른 진주조개 반응을

Table 7. Effect of inductive methods of spawning of pearl oyster

간출시간 (분)	개체수(個體數)			산란율(産卵率)		
			계			계
0	20	12	32	0.0	0.0	0.0
15	20	12	32	0.0	16.7	6.3
30	20	12	32	5.0	33.3	15.6
45	20	12	32	55.0	91.7	68.8
60	20	12	32	80.0	83.3	81.3

산란은 10~12시 사이가 가장 활발하므로(그림 14) 맑은날 오전 8시 이전에 산란유발 자극을 주어야 한다. 또한 29°C에서 가장 산란률이 높는데(그림 15) 물통의 수온이 29°C 이상을 올라가면 그늘로 옮겨서 더이상의 수온상승을 막아야 한다.

방란이 이루어지면 곧 수정이 된다. 이때부터는 현미경으로 수정상태를 조사하여야 한다. 처음에는 알주위에 많은 정자가 붙어 있으며, 이중 정자 한마리가 난막을 뚫고 들어가면 난막 주위에 또하나의 막이 생겨 두층의 막이 생긴다. 이 나중에 생긴 막이 수정막(授精膜)이며 이로써 수정이 되었음을 확인할 수 있다. 만일 수정막이 생겼어도 알이 둥글지 못하고 세모꼴 또는 부정형이면 생식소가 발달



되지 못하였거나 이미 방란이 끝난 조개를 선택한 것이므로 다시 시작해야 된다.

방란 20분 만에는 수정이 모두 끝나기 때문에 이때 수정난을 4~5회 깨끗한 해수(여과 해수)로 씻어 주어 잔여 정자와 불순물을 제거해야 한다. 정자가 많으면 수정막이 파괴될 수도 있고 수정난이 너무 많이 쌓이면 대량폐사가 일어나기 쉬우

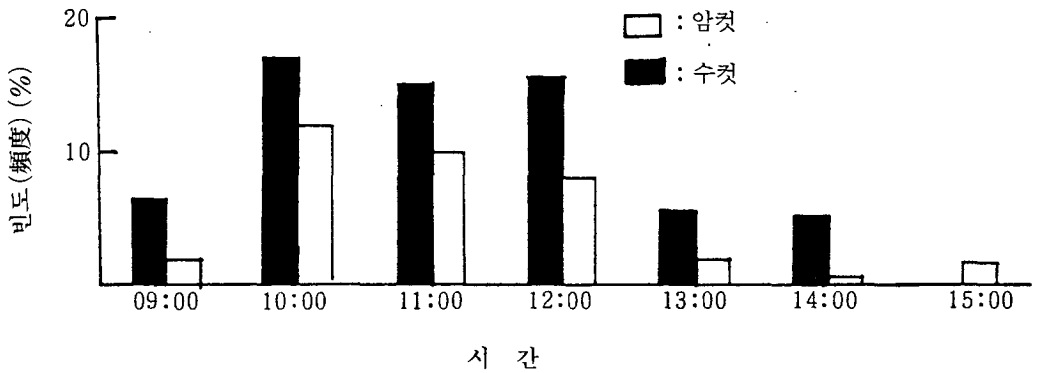


그림 14. 산란유발자극(産卵誘發刺戟)에 의한 진주조개 시간별 산란율(産卵率).  
 Fig. 14. Time intervals of artificial spawning of pearl oyster by inductive method.

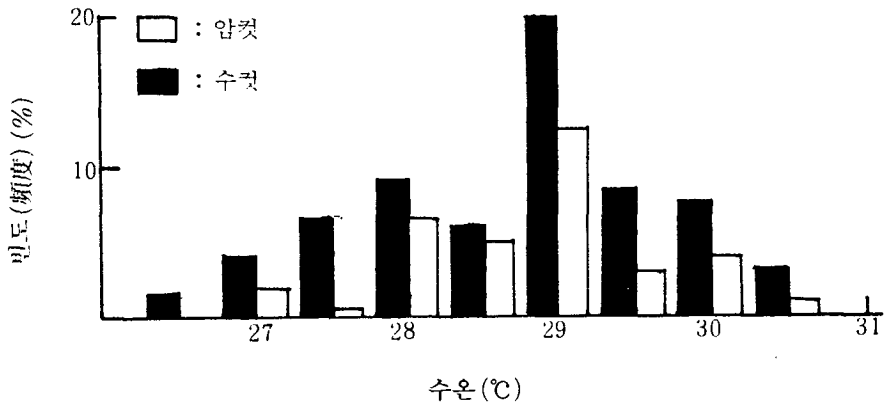


그림 15. 수온에 따른 진주조개 산란유발율(産卵誘發率).  
 Fig. 15. Rates of artificial spawning of pearl oyster depend on water temperature.

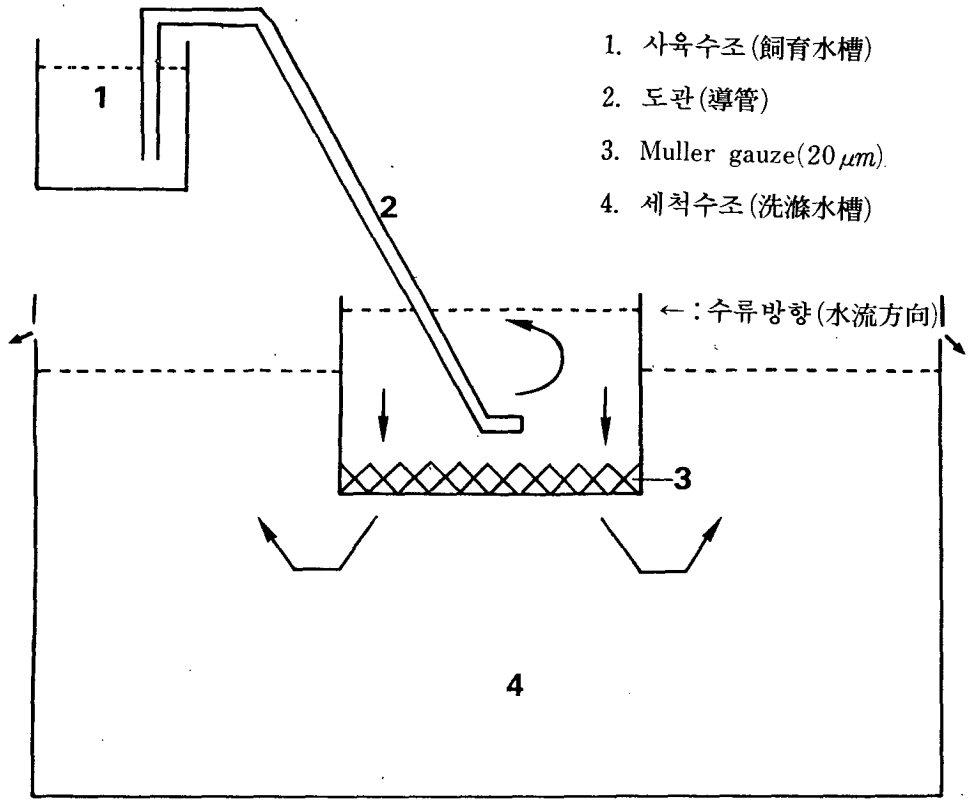


그림 16. 진주조개 유생세척장치(幼生洗滌裝置)의 모식도(模式圖).

Fig. 16. Schematic diagram of washing system for eggs and larvae of pearl syter.

니 즉시 씻어 주어야 한다. 수정란의 세척은 그림 17과 같이 하는데 종묘배양용 수조 또는 다라에 깨끗한 물을 채운후  $20\mu\text{m}$ 의 망지가 달린 세척망을 반쯤 담구고 직경  $1\text{cm}$  정도의 유리관으로 수정용 용기에 있는 수정란을 서서히 빨아내면서 세척망을 아주 천천히 상하 운동시켜 세척한다. 이 작업을 4회정도 반복하는데 처음에는 정자가 물에 뜨면서 주위 물이 우유빛이 되는데 물색깔이 변하지 않을때까지 반복한다. 보통 4~5회하면 되는데 세척을 위하여 수정란이 들은 세척망을 옮길때는 반드시 세척망 밑에 넓적한 용기를 대어 수정란이 공기중에 노출되거나 중첩되지 않도록 주의 하여야 한다.

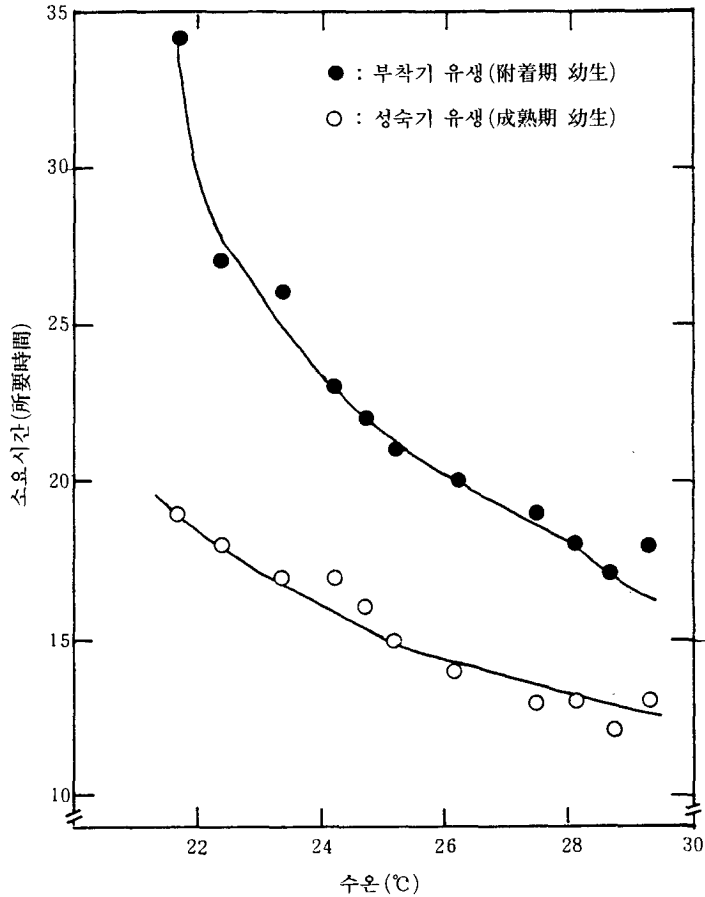


그림 17. 수온에 따른 진주조개 수정란(受精卵)이 부착기(附着期) 및 성숙기(成熟期) 유생이 되기까지 걸리는 시간.

Table 17. Relationships between water temperature and growth of larvae of pearl oyster during spat and full grown stage.

세척이 끝난 수정란은 깨끗한 바닷물이 채워진 종묘생산 수조에 옮기며 그 밀도는 1/당 4000개체 정도로 조정한다. 이때 세척용 바닷물과 사육용 바닷물의 온도가 산란 및 수정시 온도와 2°C 이상 차이가 나면 안되므로 미리 사용한 바닷물의 온도를 조절해 주어야 하며 사육수온은 25°C ~ 29°C 내외를 유지하되 27°C가 가장 적

합하다.

다. 진주조개의 유생발달

진주조개의 알은 직경 약  $50\mu m$  의 구형이며 백색의 투명한 막에 싸여 있으며 그 안에 다갈색의 난황과 핵이 보이며 유구(油球)가 있다.

알은 수정후 15분이 지나면 제1극체(第一極體)라고 하는 작은 돌기가 나오기 시작하며 30분만에 제2세포기(第二細胞期)에 1시간 20분만에 제4세포기(第四細胞期)에 들어간다(화보Ⅳ-1,2) 이후 제8세포기를 거쳐 3시간 20분만에 쌍실기(桑實期)에 들어가며 4시간 20분만에 낭배기(囊胚期), 5시간 20분이 지나면 담륜자 유생(擔輪子 幼生)이 되며 (표 8), 이때부터 운동력이 있어 부유생활(浮幼生活)을 한다. 수정후 담륜자 유생까지 되는 시간은 수온과 개체에 따라 차이가 있지만 27°C 내외에서는 5—7시간 내외 걸리는데 발달이 늦은것은 성장하여도 좋은 조개가

표 8. 진주조개 유생의 발달단계(發達段階) 및 소요시간(所要時間).

Table 8. Development stages of pearl oyster larvae and required time.

발생단계(發生段階)	경과시간(經過時間)
제1극체 출현	15 분
제2 세포기	30 분
제2극체 출현	50 분
4세포기	1시간 20분
8세포기	2시간 20분
상 실 기	3시간 20분
낭 배 기	4시간 20분
담 륜 자 기	5시간 20분
D형 유생	28시간
각 정 기	12일

되지 못하기 때문에 6시간 전후하여 이때까지 담륜자 유생으로 변화한 것만 키우는 것이 좋다. 또한 담륜자 유생이 표층으로 떠오르지 못하고 수조바닥 가까이 몰려 있는것도 폐기 처분하고 표층에 떠올라 활발히 움직이는 것만 선별하여 유생사육에 들어간다. 수정후 11시간정도 지나면 유생의 모양이 점차 D모양으로 변화하여 초기 D형유생(初期 D型幼生)이 되며 28시간이 지나면 완전한 D형유생이 된다(화보Ⅳ-6). 초기 D형유생의 크기는 60~65 $\mu m$ 이며 이후부터 급속히 성장한다.

시간이 지남에 따라 D형유생의 끝부분 즉 들찌기 부분이 들출되며 점차 세모꼴로 변화되어 5일이 지나면 초기 각정기 유생(初期 殼頂期 幼生)이 되며 12일이 경과하면 완전한 조개모양을 갖춘 각정기 유생(殼頂期 幼生)으로 변화하며 각장은

표 9. 진주조개 부화후 부착기유생(附着期幼生)까지의 성장과 적산(積算) 수온  
Table 9. Relationship between the integral water temperature and required time for spat growing of pearl oyster

부화일 (孵化日)	소요시간 (所要時間)(日)	평균수온 (平均水溫)(°C)	적산수온 (積算水溫)(°C)
1985			
7 30	23	24.2	556.4
7 30	22	24.7	543.4
8 5	18	29.3	527.4
8 5	19	27.5	522.5
8 10	21	25.2	529.2
8 10	20	26.2	524.0
8 10	18	28.1	505.8
8 10	17	28.7	487.9
평 균	22.27	25.54	555.62

130~140 $\mu\text{m}$ 로 성장한다 (화보 V-1). 이때부터 성장은 더욱 빠르게 이루어지며 15~17일이 경과하면 내장부 색깔이 점차 짙어지고 안점(眼點)이 나타나기 시작하며 발도 발달하기 시작하여 20~25일정도 경과하면 완전히 자란 성숙기 유생(成熟期 幼生)이 된다 (화보 V-2). 크기는 200 $\mu\text{m}$  내외이며 귀가 돌출한 거의 완전한 진주조개 모양을 갖추고 있으나 귀가 성체에 비하여 상대적으로 크며, 발은 완전한 모양을 갖추고, 저서생활(底棲生活)로 들어가게 된다(화보 V-3)

라. 진주조개 유생 사육

진주조개 수정난을 사육용 수조로 옮긴후 부터 본격적인 유생사육에 들어간다. 먼저 사육수조의 주위를 검은 천이나 비닐로 싸주어 빛을 차단하고 위에서 들어오는 빛이 사육수조내에 골고루 퍼지게 하여 유생 또는 먹이가 한곳에 모이지 않게 해주어야 한다. 사육수온은 27°C가 좋으며 20일 내외에 부착기 유생이 되는데(표 9, 그림 17) 최소한 수온이 25°C~29°C를 유지할 수 있어야 한다. 따라서 필요에 따라서는 가온을 하여야 하는데 사육수조에 직접 가온하면 유생이 죽을 염려가 있기 때문에 그림 18과 같이 사육수조를 보다 큰 수조에 넣고 바깥쪽 수조에 히터를

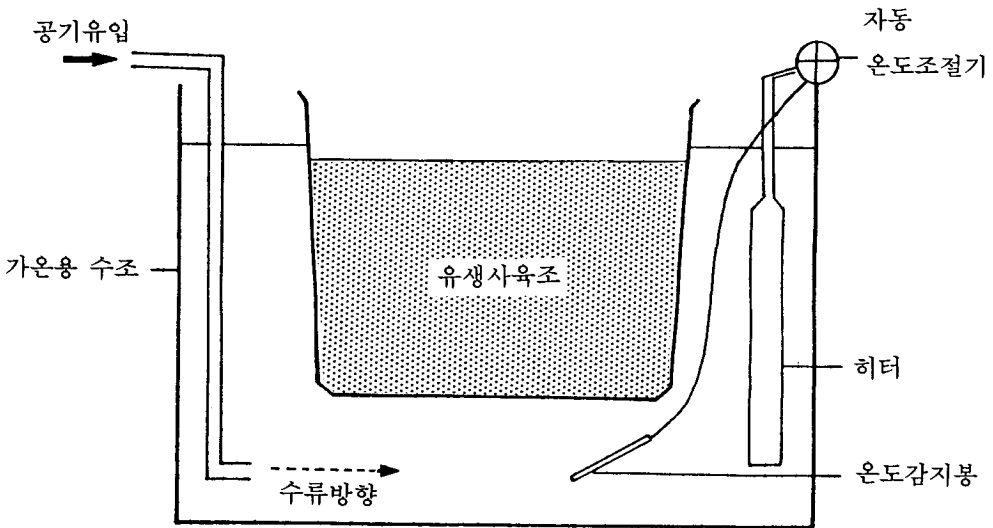


그림 18. 간접 수온 조절장치의 모식도.

Fig. 18. Diagram of indirect temperature control system.

넣어 간접가온 하여야 한다. 알이 점차 자라 5~6시간후 담륜자 유생이되어 떠오르면 이것을 모아 사육수조에 넣고 5~6시간이 다시 지나면 초기 D형유생이 되는데 이때부터 먹이를 공급하여야 한다. 사육에 필요한 해수로 완전히 멸균하지 않아도 좋지만 최소한 25—5—1 $\mu$ m 의 3단계 여과기를 거친후 사용하며 다른 종류의 유생이나 동물 플랑크톤이 들어가지 않도록 하여야 한다.

먹이투여는 먹이생물 배양계획표에 맞추어 하면 되는데 먹이생물의 밀도가 높으면 유생의 유영(遊泳)을 방해하고 아가미 또는 먹이섭취 기구를 막히게 하고 더우기 대사산물(代謝產物)의 증가로 수질이 악화되기 때문에 가능하면 여러번에 나누어 조금씩 공급하여야 한다. 그러나 너무 먹이의 밀도가 낮으면 안되기 때문에 최소한 초기에는 1ml 당 10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>세포수/ml 내외가 유지되게 하여야 한다. 1t 급 수조에서 진주조개 유생을 사육할때 사육수1ml 당 4개체~6개체 정도로 수용한다. 먹이의 공급은 배양된 먹이(5 $\times$ 10<sup>6</sup>세포/ml) 1l 를 5회 나누어 준다. 대체로 유생 전체가 사육수를 모두 여과하는 시간은 1~2시간이면 충분하기 때문에 1~2시간 간격으로 공급하여 주어야 한다. 대체로 아침 일찍부터 준비하여 산란유발 작업을 할 경우 먹이를 공급하여 주는 시간은 저녁~밤중에 이르게 된다. 따라서 최초 1주일간은 야간에도 먹이를 공급하는 것이 불가피하다. 유생이 점차 발달하면 사육수중의 먹이농도를 점차 증가시켜도 되며 10일째는 10<sup>4</sup>세포수/ml, 30일째는 2.5 $\times$ 10<sup>4</sup>세포수/ml 까지 증가시켜도 된다. 따라서 최초먹이를 공급한날 다음 아침부터는 매일 0.5l 정도씩 먹이량을 증가시켜 주는데 이때부터는 투여회수를 점차 줄여 10일째 부터는 1일 4회정도로 주면된다.

사육수의 비중은 1.024가 적당하며 1.020이하가 되면 위험하기 때문에 최소한 1.022이하가 되지 않도록 유의한다. 물갈이는 처음에는 4~5일 간격으로 1/2정도씩 교환하여 주고 13일 이후 각정기에 들어서면 3일 간격으로 교환한다. 물갈이때는 수정란의 세척때(그림 17)와 같이 하며 선별망의 망목을 유생의 크기에 따라 바꾸어 하되 빠르게 성장하는 개체만을 따로 수용하고 느린 개체는 제거하여 주어야 한다. 먹이투여시 먹이농도와 수색의 변화를 잘 관찰하면서 하는것이 편리한데 이

미 먹이농도를 알고있는 배양액을 맑은 해수에 희석한후 비커에 담아놓고 실제사육수의 먹이농도를 조정하여 두개의 색깔을 맞추어도 되나 이는 많은 경험이 필요하다. 따라서 먹이의 공급은 계획된 먹이량을 여러번 나누어 주는것이 가장 좋다. 대체로 1t 급 수조에서는 400~500만개의 유생으로 시작하여 60일만에 3mm 급 최대 100,000마리를 생산할 수 있다.

작업능력이 향상되면 생산할 수 있는 최대수가 늘어나기 때문에 때때로 점검하여서 유생수를 확인하며 너무 고밀도가 되지 않도록 주의 하여야 하며 먹이생물을 조절하여 주는 것이 필요하다. 실지 이 책에서의 유생의 최종생산률은 2.5%로 하였지만 이보다 양호한 생산률을 기록할 경우 상대적으로 먹이생물이 부족하게 된다. 따라서 먹이의 공급은 절대량보다는 사육수중의 밀도에 따라 조정하여 주는것이 가장 좋은 방법임을 항상 염두에 두어야 한다.

마. 채묘(採苗)

진주조개의 부유유생(浮遊幼生)이 완전히 성숙하면 250 $\mu$ m 내외에 부착기 유생(附着期 幼生)이 되어 저서생활(底棲生活)에 들어가게 된다. 이때 적절한 기질(基質)을 넣어 부착기 유생을 모으는 것을 채묘라 한다. 채묘를 위한 기질은 굴껍데기, 그물망, PVC 판등으로 만들수 있으나 부착밀도(附着密度) 계산이나 사망여부 판단등 관리상 편리하기 때문에 투명한 PVC 판을 이용하는 것이 좋으며 그 결과도 양호하다(표 10).

표 10. 채묘기 종류에 따른 진주조개 유생의 평균 채묘량      단위 : 개/cm<sup>2</sup>

채묘기 종류	채 묘	
	수 직	방 법
굴 껍데기	0.62	수 평
PVC 판	0.57	5.08
그물망(나이론)	0.51	6.03
콘크리트	0.63	5.60
		—



PVC 판을 30×40cm 정도로 잘라 바닷물에 1개씩정도 담가두어 독소를 제거하고 깨끗이 닦아 잘 말려서 준비한다.

진주조개 유생의 행동을 잘 관찰하여 수조 벽면이나 바닥을 기어다니는 것이 발견되면 채묘를 시작한다. 대개 수정후 16일 정도 지나면 성장이 빠른 한 두개가 기어다니기 시작하며 이어서 점차 수가 증가하여 20일이면 모두 저서생활에 들어간다. 따라서 기어다니는 개체가 발견되면 즉시 준비한 채묘기를 바닷물에 1~2일동안 담가둔후(이때 채묘기에 부착유도물질 형성) 17~18일째(또는 기어다니는 개체 발견 1~2일후)에 부착기를 유생이 들어있는 수평으로 수조표면에서 약 20~30cm와 바닥에 설치한다.

부착시기에는 먹이를 먹는 기관이 퇴화되며 아가미가 발달하여, 먹이량이 많아지고 따라서 배설물이 늘어나 수질이 나빠지기 쉽고 또한 사망율이 늘어난다. 이때가 가장 위험한 때이며 간혹 섬모충이 발생하여 실패하는 경우가 많기 때문에 물갈이와 사망개체 제거를 자주해 주어야 한다.

부착된 진주조개 치패(稚貝)는 부착기 1cm<sup>2</sup>당 4~5개체가 적합하며 그 이상이 되면 작은것들을 제거하는 것이 좋다. 부착밀도가 너무 낮으면 역시 정상적인 성장이 어렵다고 하는데 그 이유는 아직 밝혀지지 않고 있다. 채묘기 투입기간은 4일 정도로 하고 이후 부착하는 것은 성장이 늦어 양질의 종묘가 될 수 없기 때문에 폐기한다.

채묘가 끝나면 채묘기를 얇은 물속에 잠기게 한후 밀도를 조절해 주고 불량한 개체를 제거해준 후에 1t 당 약 100만 개체정도 부착기 채로 수직으로 수용하여 양성한다. 이때 진주조개는 공기 노출, 수온 변화등에 약하기 때문에 조심히 다루어야 하며 특히 치패가 운동력이 있어 부착후 10일부터는 수표면 가까이 이동하므로(그림 19), 수조의 수위조절시 공기중에 노출되는 수가 있기 때문에 부착기가 항상 물속에 잠겨있게 조절하여 주는것이 좋다. 1일 2~3회정도 수조바닥의 노폐물을 제거해 주어야 한다.

물갈이는 가능한한 부착기가 공기밖으로 나오지 않도록 하거나 두개의 도관을

이용하여 한쪽으로는 신선한 바닷물을 공급하고 다른 한쪽으로는 사육수를 빼내어 주는 식으로 하는것이 좋으며 이때 수온이 변화하지 않도록 미리 준비된 바닷물을 사용하는 것이 좋다.

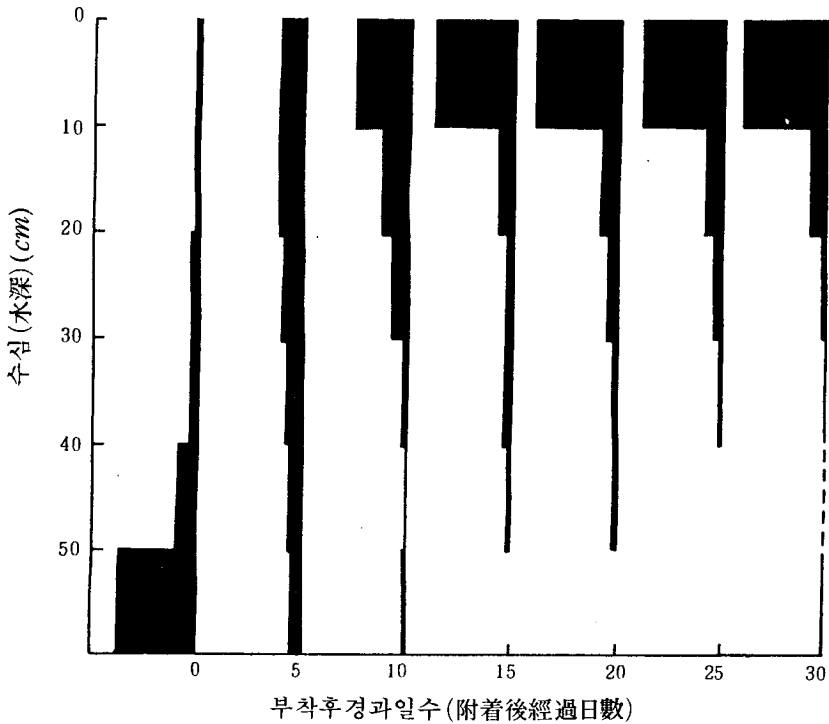


그림 19. 진주조개 부착치패(附着稚貝)의 수직분포(垂直分布).

Fig.19. Vertical distribution of spat of pearl oyster on rearing tank wall.

#### 바. 중간육성(中間育成)

사육 50일이 경과하면 대부분 2mm 이상의 크기에 도달해 여수량(濾水量)과 배설량(排泄量)이 많아져서 실내 수조에서는 더이상 관리가 어렵다. 실내에서 오래 사육하면 치패의 크기가 클수록 생산률(生殘率)은 높아지나 관리상의 문제가 있기 때문에 적어도 3cm 이상 자라기 전에 바다로 옮겨야 하는데 이를 중간육성이라고 한다.

중간육성에 적합한 바닷물의 온도는 최소한 18~20°C가 되어야 하기 때문에 바닷물의 수온이 낮을 때는 수온이 올라갈 때까지 기다려야 하며, 사육수온과 10°C가량 차이가 나기 때문에 중간육성에 들어가기 10일전 쯤부터 서서히 온도를 낮추어 바다에 옮길 때에는 2~3°C 이상 차이가 나지 않는 것이 좋다.

중간육성용 채롱은 1~2mm 크기의 방충망으로 된 삼각 혹은 사각 평채롱을 사용하며 한 채롱당 약 1,500~2,000개씩 되도록이면 서로 겹치지 않게 수용한다(그림 20).

이 시기의 치패는 환경변화에 아주 민감하므로 파도가 적고 민물등 유입이 적은 수심이 깊고 잔잔한 곳에 약 3~4mm 수심에 두는 것이 가장 좋다.

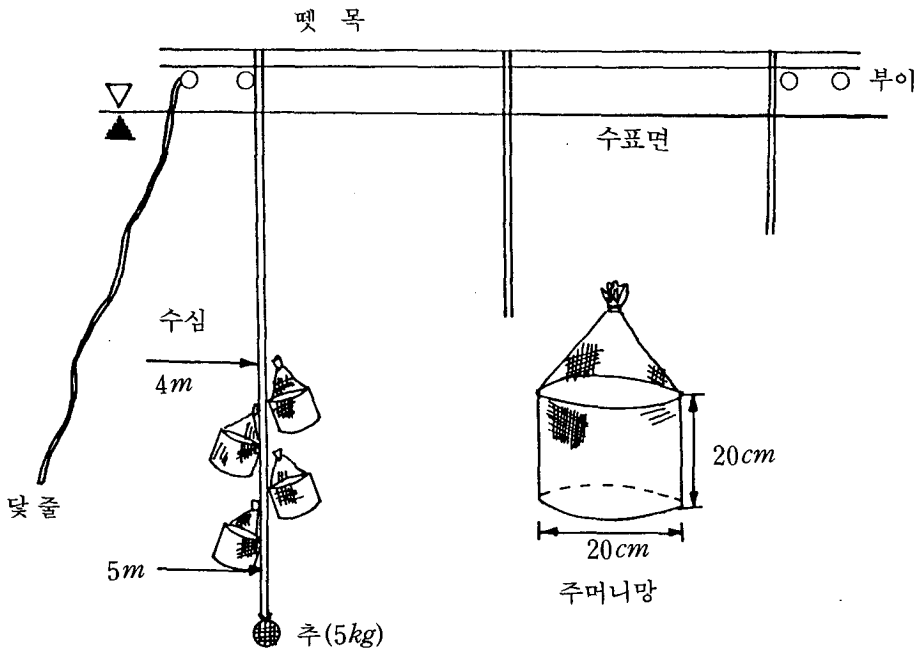


그림 20. 진주조개 중간육성방법(中間育成方法).

Fig. 20. Schematic diagram of intermediate nursing method of pearl oyster.

특히 채롱의 망목크기가 작으므로 부니나 부착생물들의 부착에 의해서 채롱내

해수유통이 장애를 받아서 먹이량의 부족과 내부 용존산소량이 급격히 떨어질 위험이 있다. 그래서 채롱은 되도록이면 자주 교체해주되 치패의 성장에 따라 조개가 빠져나가지 않는한 구멍이 큰 것으로 하는것이 좋다. 또한 망 교체시 사패를 제거하면서 치패의 크기와 활력에 따라서 구분하여 수용하면 균형있게 성장시킬 수 있다. 이와 같이하여 사육된 치패는 40~45일후면 14~16mm 정도의 크기로 성장하고 사망도 거의 일어나지 않는다 (화보 V-4)

## 參 考 文 獻

- 金一玉. 1969. 眞珠조개 浮遊幼生 出現時期에 대하여. 水振研報, 4 : 119~123.
- 盧 暹·下忠奎·全得山. 1986. 진주조개 (*Pinctada fucata*)의 稚貝生産 및 養殖에 관한 環境學的研究(1), 初期發生과 成長, 濟州大, 海資研報, 10 : 45-56.
- 柳晟奎. 1979. 淺海養殖. 183-211. 새로출판사, 부산, p.605
- 李澤烈. 1972. 眞珠조개 *Pinctada martensii*의 生殖 細胞形成 및 發達에 關하여. 水大監研報, 5 : 21~30.
- 池鐵根 등. 1970. 眞珠 越冬 漁場 開發을 위한 環境 要因 調查. 科技處報告, STE-69-14. 서울.
- 海洋研究所. 1979. 國內 眞珠養殖 實態 調查 報告書. 海洋開發 研究所, 서울.
- \_\_\_\_\_. 1985. 人工眞珠養殖 技術開發에 관한 研究. 海洋研究報告書, BSPG 00027-89-3, 서울.
- \_\_\_\_\_. 1986. 人工眞珠養殖 技術開發에 관한 研究. 海洋研究報告書(II) BSPG 00032-116-3, 서울.
- \_\_\_\_\_. 1987. 人工眞珠養殖 技術開發에 관한 研究. 海洋研究報告書(II) BSPG 00032-116-3, 서울.
- 林正博. 1982. 아코야가이의 適正投餘量에 關하여. 三重縣 浜眩 水試年報, 90-92.
- 林正博. 中村 吉伸·山本 慶子. 1981. 아코야가이의 種苗生産. 三重縣栽培漁業 센터事業報告, 26-43.
- 小林新二郎·結域了伍. 1952. 아코야가이 (*Pinctada martensii*)의 塔ソク內人工 飼育. 日水誌, 17(9) : 65-72.
- 城龍大郎. 1974. 實錄 韓國眞珠 15年. 眞珠往來, 8 : 16-24.

- 域龍大郎. 1981. アコヤガイ 人工増殖の全貌をちぐる, 眞珠往來, 15(5) : 14-39.
- 眞珠養殖漁業協同組合. 1965. 眞珠養殖全棲. 笹氣出版. 東京.
- 青木駿. 1957. 眞珠袋型成に関する研究 I. 國立眞珠研報, 2 : 41.
- 立石新・安達甫郎. 1957. アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) の生殖巢の周年變化に関する組織學的觀察. 長埼大水研報, 5 : 75-79.
- 武田惠二. 1970a. *Chaetoceros calcitrans* Takano の増殖と硝酸態窒素 (KNO<sub>3</sub>) 量との關係. 日本プランクトン學會報, 17(1) : 11-19.
- \_\_\_\_\_. 1970b. *Chaetoceros calcitrans f. pumilus* Takano の増殖と Mn 量との關係. 日本プランクトン學會報, 17(2) : 77-88.
- \_\_\_\_\_. 1972. *Chaetoceros calcitrans f. pumilus* Takano の増殖と鐵量との關係. 日本プランクトン學會報, 19(1) : 34-41.
- 田中彌太郎. 伊野波盛仁. 嘉數清. 1970. 繩におけるクロチヨウガイの種苗生産に関する基礎研究-I. 産卵誘發, II. 餌料生物の選定, III. *Monochrysis lutheri* の増殖におよぼす高水温の, IV. 添加ならびに低張海水の影響, V. 幼生飼育. 東海區水研報, 63 : 75-106.
- 田中彌太郎. 1978. 過酸化水素添加によるアワビ産卵誘發. 東海水研究, 96 : 93-101.
- 辻道行. 1974. アコヤガイ人工採苗試験研修報告. 長埼縣眞珠養殖漁協, 1-19.
- 和田克彦. 1973. 三種類の微細藻類を與えたアコヤガイの生長. 國立眞珠研究所報告, 17 : 2075-2083.
- Alagarwami, K., Dharmarai, S., Velayudhan, T.S., Chellam, A., Victor, A.C.C., Gandhi, A.D. 1983. Larval rearing and production of spat of pearl oyster, *Pinctada fucata* (GOULD). Aquaculture, 34 : 287-301.
- Davis, H.C., and V.R. Guillard. 1958. Relative value of ten genera of

micro-organisms as foods for oyster and clam larvae. Fish. Bull., 58 : 293-304.

Fabregas, J., Herrero, G., Abalde, J. and Cabezas B. 1985a.

Growth, chlorophyll *a* and protein of the marine microalgae *Isochrysis galbana* in batch cultures with different salinities and high nutrient concentrations. Aquaculture, 50: 1-11.

Fabregas, J., Herrero, C., Cabezas, B. and Abalde, J. 1985b.

Mass culture and biochemical variability of the marine microalgae *Tetraselmis suecica* Kylin(Butch), with high nutrient concentrations. Aquaculture, 49: 231-244.

Fabregas, J., Herrero C., Abalde J., Liano R. and Cabezas B. 1986. Biomass production and biochemical variability of the marine microalgae *Dunaliella tertiolecta* (BUTCHER). Aquaculture, 53: 187-199.

Itoh, K. 1976. Relation of oxygen consumption and ammonia nitrogen excreted to body size to water temperature in the adult of the pearl oyster, *Pinctada fucata*(GOULD). Bull. Nat. Pearl Res. Lab., 20: 2254-2275.

Ojima, Y. and K. Maeki, 1955. Some cytological account of the maturation of the gonad in the pearl-oyster, *Pinctada martensii*(Dunker). Kwansai Gakuin Univ. Ann. Studies, 3: 1-14.

Wada, K.T. 1984. Breeding study of the pearl oyster, *Pinctada fucata*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture, 6: 79-157.





畫 報  
P L A T E

畫 報 I  
(PLATE I)

그림 1. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 休止期(×100).

Fig. 1. Resting stage of male gonad of pearl oyster(×100.)

그림 2. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 發達初期(×200).

Fig. 2. Early developmental stage of male gonad of pearl oyster(×100).

그림 3. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 發達後期(×100).

Fig. 3. Post developmental stage of male gonad of pearl oyster(×200).

그림 4. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 初期放精期(×200)

Fig. 4. Early spawning stage of male gonad of pearl oyster(×200).

그림 5. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 放精後期(×100).

Fig. 5. Post spawning stage of male gonad of pearl oyster(×200).

그림 6. 眞珠조개 수컷의 生殖巢 退縮期(×200).

Fig. 6. Degeneration stage of male gonad of pearl oyster(×200).

畫 報 I  
(PLATE I)

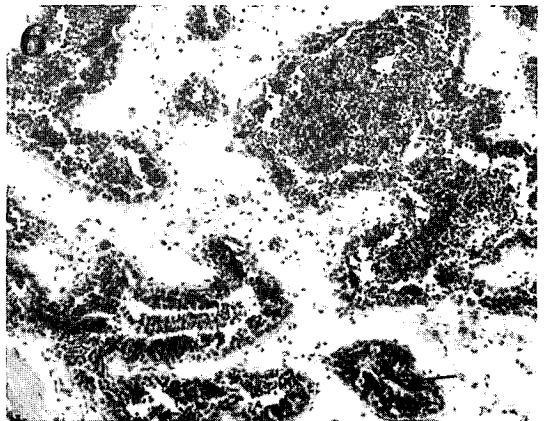
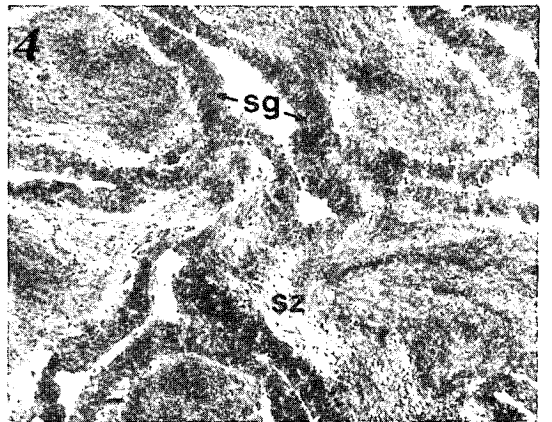
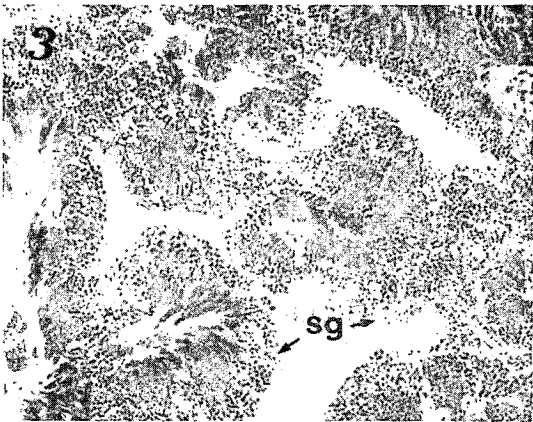
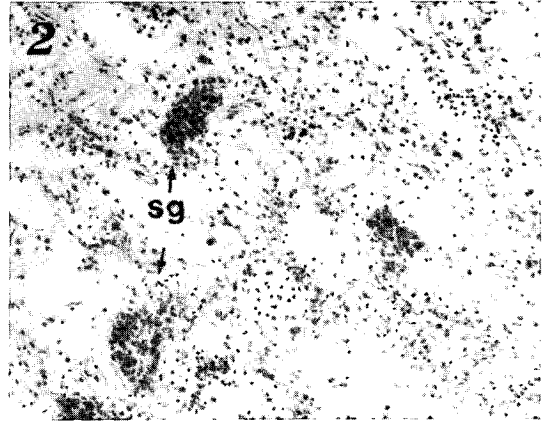
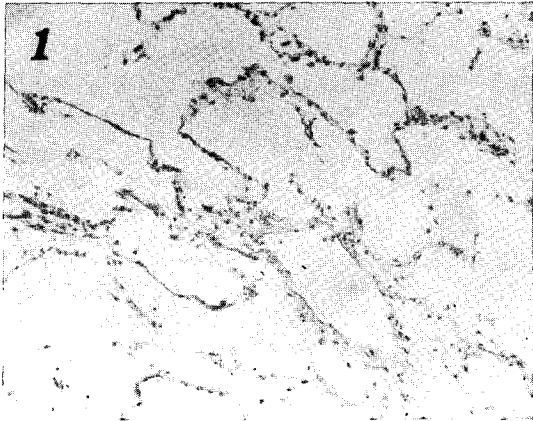
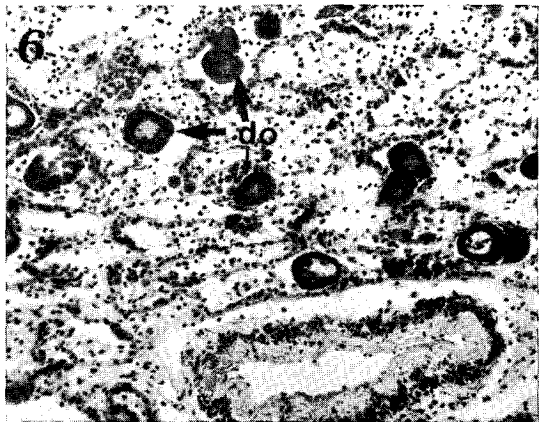
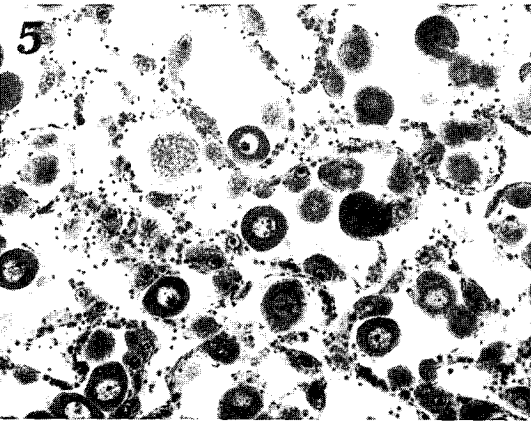
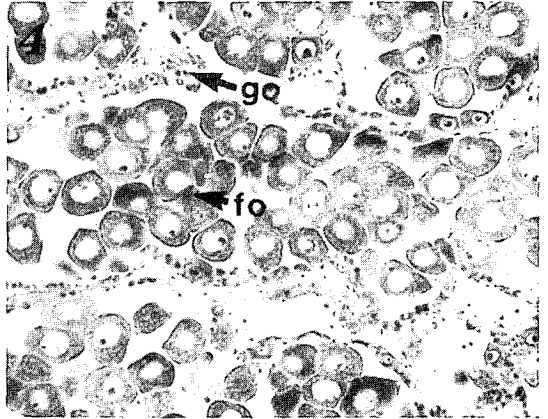
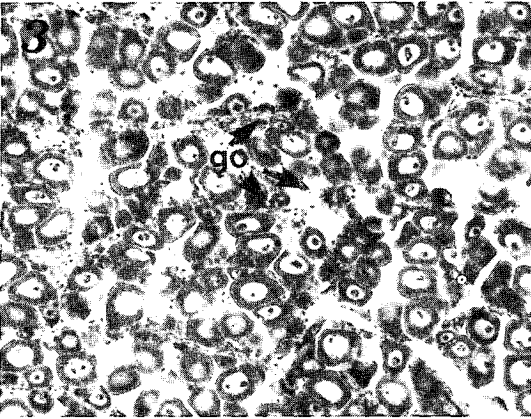
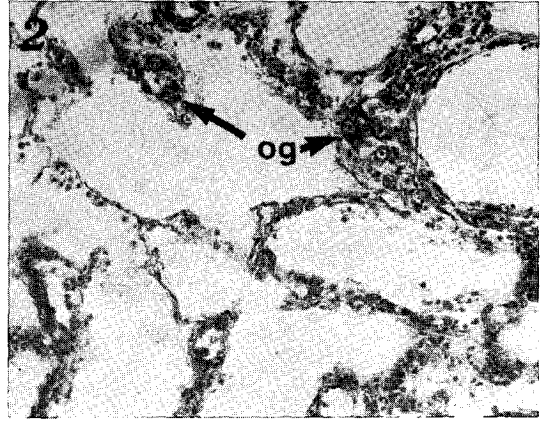
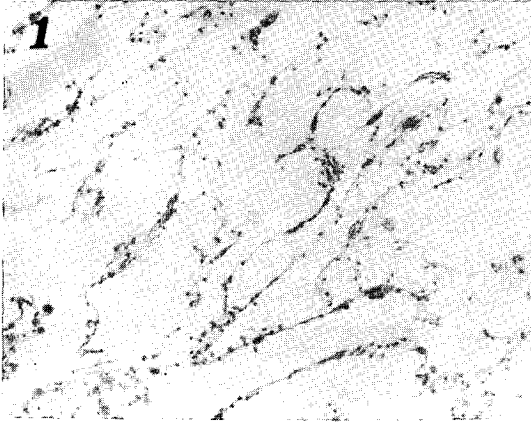


圖 報 II  
(PLATE II)

- 그림 1. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 休止期(×100).  
Fig. 1. Resting stage of female gonad of pearl oyster(×100).
- 그림 2. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 發達初期(×100).  
Fig. 2. Early developmental stage of female gonad of pearl oyster(×100).
- 그림 3. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 發達後期(×200).  
Fig. 3. Post developmental stage of female gonad of pearl oyster(×200).
- 그림 4. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 初期放卵期(×200).  
Fig. 4. Early spawning stage of female gonad of pearl oyster(×200).
- 그림 5. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 放卵後期(×200).  
Fig. 5. Post spawning stage of female gonad of pearl oyster(×200).
- 그림 6. 眞珠조개 암컷의 生殖巢 退縮期(×200).  
Fig. 6. Degeneration stage of female gonad of pearl oyster(×200).

畫報 II  
(PLATE II)



圖報 Ⅲ  
(PLATE Ⅲ)

그림 1. *Pavlova lutheri* 의 培養液中 細胞密度에 따른 色相.

Fig. 1. Color of culturing solution of *Pavlova lutheri* by density.

그림 2. *Chaetoceros calcitrans* 의 培養液中 細胞密度에 따른 色相.

Fig. 2. Color of culturing solution of *chaetoceros calcitrans* by density.

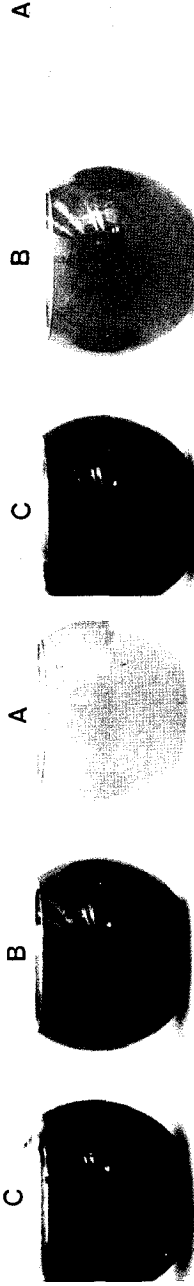
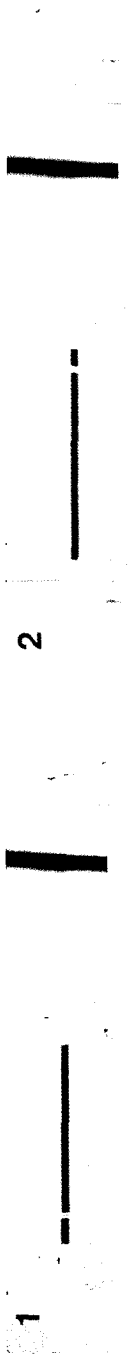
그림 3. 건강한 眞珠조개와 衰弱한 眞珠조개 ( $\times 0.5$ ).

Fig. 3. Healthy and weak pearl oyster ( $\times 0.5$ ).

그림 4. 眞珠조개의 産卵.

Fig. 4. Spawning of pearl oyster.

畫報 III  
(PLATE III)



畫 報 IV  
(PLATE IV)

그림 1. 眞珠조개의 2細胞期(×200).

Fig. 1. Two cell stage of pearl oyster(×200).

그림 2. 眞珠조개의 4細胞期(×200).

Fig. 2. Four cell stage of pearl oyster(×200).

그림 3. 眞珠조개의 16細胞期(×200).

Fig. 3. Sixteen cell stage of pearl oyster(×200).

그림 4. 眞珠조개의 桑實期幼生(×200).

Fig. 4. Morula stage of pearl oyster(×200).

그림 5. 眞珠조개의 擔輪子幼生(×200).

Fig. 5. Trochophore stage larva of pearl oyster(×200).

그림 6. 眞珠조개의 後期 D—形幼生(×200).

Fig. 6. D-Shape(Straight hinged) stage larva of pearl oyster(×200).



畫 報 IV  
(PLATE IV)

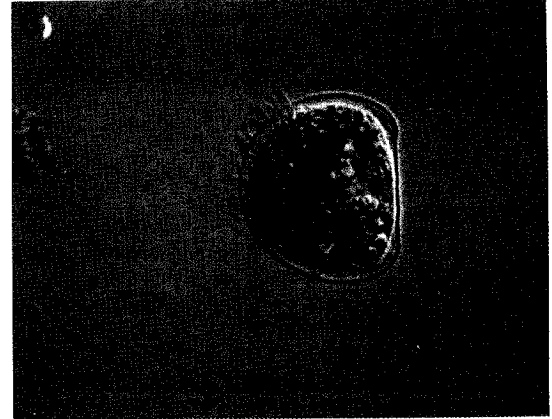
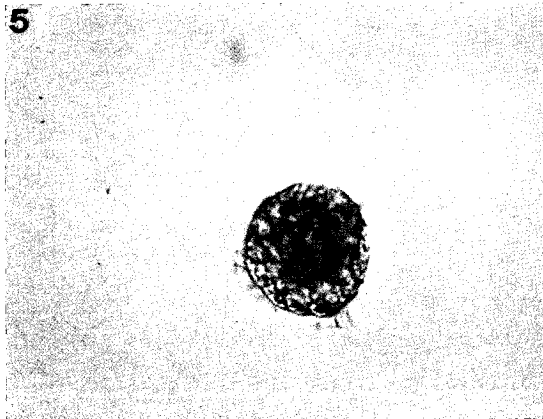
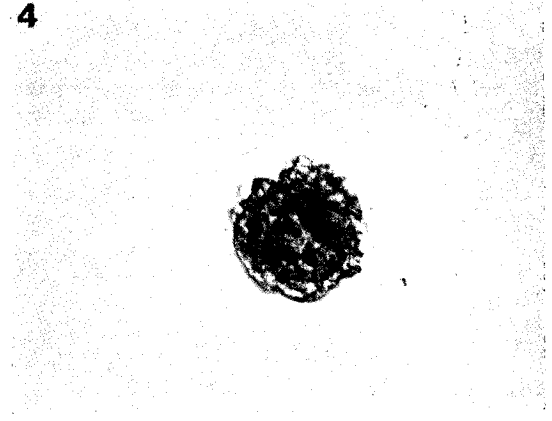
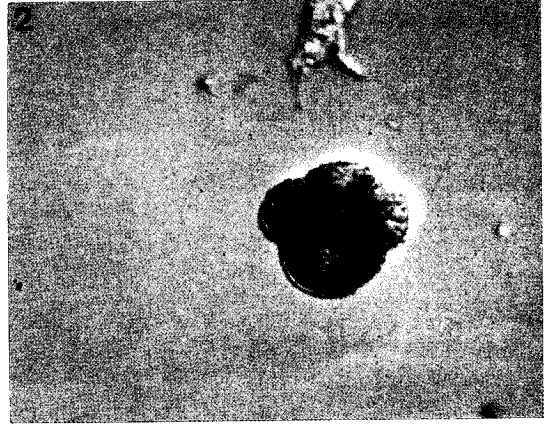
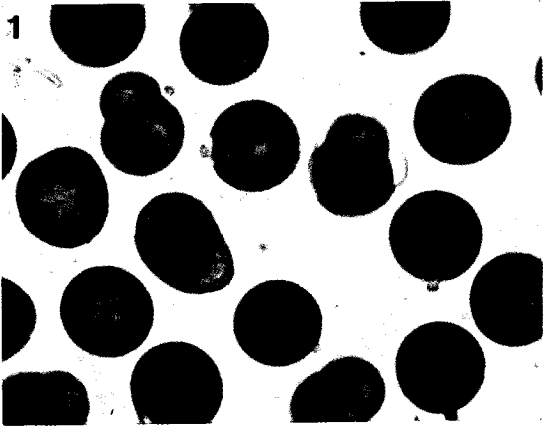


圖 報 V  
(PLATE V)

그림 1. 眞珠조개의 初期殻頂期幼生(×100).  
Fig. 1. Early umbo stage larva of pearl oyster(×100).

그림 2. 眞珠조개의 後期殻頂期幼生(×75).  
Fig. 2. Post umbo larva of pearl oyster(×75).

그림 3. 眞珠조개의 附着期幼生(×150).  
Fig. 3. Fully grown larva(spat) of pearl oyster(×150).

그림 4. PVC 附着版에 附着한 眞珠조개 稚貝(×1).  
Fig. 4. Spat on the PVC collecting plate(×1).

畫報 V  
(PLATE V)

