

# 人工眞珠 養殖에 관한 試驗研究\*

趙昌煥 · 權堉燮 · 金武翔 · 金南吉 · 林東澤\*\*

統營水産專門大學 養殖科

## An Experimental Study on Pearl Oyster (*Pinctada fucata*) Culture

Chang-Hwan CHO, Woo-Seop KWON, Moo-Sang KIM, Nam-Gil KIM  
and Dong-Taik LIM

Department of Aquaculture, Tong-yeong Fisheries Technical College,  
Chungmu, 650-160 Korea

### ABSTRACT

An experimental study on seedling production and wintering to develop pearl oyster, *Pinctada fucata* culture in Korea was carried out from December 1986 to November 1988 in waters of Kori and of Seogwipo as wintering and of Eogu as culturing grounds. All pearl oysters as the sample were imported from Japan. The highest water temperature at Eogu was 23.6 °C in August and the lowest at Kori and Seogwipo were 13.2 °C and 14.0 °C in February, respectively. Phytoplankton was relatively plentiful but mortality of pearl oysters was 20.5%, which was twice at Seogwipo, due to high amount of suspended muds. It shows that Seogwipo is better wintering ground even though the amount of phytoplankton is lower than Kori. Average rates of pearl production after 6-months and 15-months period were 58.2% and 48.3% respectively. Thickness of pearl layer and coating rate were also satisfactory. More than half of the pearls produced was so-called the pink-pearl, the best colour. About 10% of them was the best quality. There were three peaks of D-shape larvae from July to September and it took about one month for D-shape larvae to become seed-shells. Settling was satisfactory and most of them settled at 1~3 m layer and the best was 2 m-layer. Success of settling was supposed due to high water temperature and low precipitation than the normal year.

Key words : Pearl oyster, wintering ground, seed settling, suspended mud, mortality, yield of pearl.

### 緒 言

眞珠는 寶石으로 그 수요가 세계적으로 증가 추세에 있다. 소량의 天然産 眞珠를 제외하고는 대부분이 養殖産 眞珠로서 日本에서 주로 생산하고 있다.

우리 나라는 良質의 眞珠 養殖漁場 適地가 散在해 있고 노동력도 풍부하여 적절한 기술만 개발되면

\* 이 論文은 1986年度 文敎部 自由課題 學術研究助成費에 의하여 研究되었음.

\*\* 忠武眞珠 代表

세계적인 養殖眞珠의 生産地가 될 수 있어 매우 기대되는 養殖品種이다.

지난 25年間 이의 成功을 위해 많은 노력을 기울였으나 현재까지도 초급단계의 기술을 면치 못하고 있다 (海洋研究所, 1985). 우리 나라의 養殖技術중 굴, 홍합, 피조개, 새우 등의 養殖은 그 技術이 一流이고 生産도 세계적인데 비해 유독 眞珠養殖만이 실패를 거듭해 온 이유는 日本人에 의한 技術習得이 여의치 않고 國內 業者들의 資本零細性, 越冬問題 그리고 眞珠養殖에 대한 基本知識의 부족때문이라 할 수 있다.

그러므로 우리 나라에서 眞珠養殖이 産業化되기 위해서는 成貝의 需給, 核삽입, 越冬, 加工 등의 技術이 우선적으로 개발되어야 한다. 그래서 이에 대한 調査, 研究들이 계속되었다. 예를 들면, 成貝 및 稚貝의 養成 또는 越冬試驗 (海洋研究所, 1985, 1986, 1987; 柳 등, 1986; 한국수산문제연구소, 1970; 金, 1969a), 幼生調査 및 採苗試驗 (盧 등, 1986; 海洋研究所, 1985; 裴, 1985; 金, 1969b), 먹이生物 (張 등, 1988; 김·이, 1971), 附着生物 (諸 등, 1988; 한국수산문제연구소, 1970) 그리고 眞珠生産에 관한 調査 (海洋研究所, 1987) 등이 있다.

以上과 같은 일련의 試驗, 調査 結果들에 의하면 우리 나라에서의 眞珠養殖은 希望的이다. 그러나, 技術 개발을 위한 政策的인 지원이 적극적이지 못해 眞珠養殖業은 초기단계에서 탈피할 수 없는 실정이다.

本 試驗研究의 目的은 立地的인 有利한 조건을 이유로, 이미 技術이 개발되었거나 調査資料가 많은 漁場의 一般環境要因 등에 관한 것 보다는 既存 報告들의 結果를 토대로 現場 業者들 측에서 早期開發을 원하는 母貝의 養成管理와 需給 그리고 越冬技術 開發에 초점을 두었다. 本 試驗調査를 위해 研究費를 지원한 學術財團과 現場 調査에 많은 協助를 아끼지 않은 海德眞珠 金海德 社長께 심심한 사의를 표한다.

## 材料 및 方法

試驗調査期間은 1986年 12月부터 1988年 11月까지이다. 모든 調査는 月 1회하는 것을 원칙으로 하였다. 試驗調査용으로 사용된 眞珠조개는 日本에서 輸入한 것으로 養成은 閑山·巨濟灣의 於九 앞바다에서, 越冬은 古里原子力發電所 앞바다와 濟州島 西歸浦 인근海域에서 하였다 (Fig. 1). 그리고 眞珠조개의 幼生調査 및 採苗試驗은 日本産 眞珠조개를 大量 養殖하고 있는 閑山灣에서 實施하였다.

### 1. 養成 및 越冬試驗

日本産 成貝 (2年貝)를 채롱당 30~40尾 또는 Pocket net에 60尾정도로 넣어 水深 5 m정도에 垂下하여 養成하였으며 越冬時에는 억제통에 통당 80~100尾를 넣어 역시 水深 5 m정도에 垂下하여 越冬시켰다. 1986年 越冬時는 古里 앞바다와 西歸浦 인근海域 두군데서 實施하였는데, 越冬結果 古里에서의 成績이 미흡하여 1987年 越冬은 西歸浦에서만 하였다. 조개의 成長度 측정은 每調査時 試料를 약 200尾로 하여, 殼長, 殼高, 殼幅 및 全重을 計測하였다. 길이는 1/10 mm까지 잴 수 있는 Venier caliper로, 무게는 0.01 g까지 측정할 수 있는 直讀式 저울을 사용하였다.

### 2. 幼生調査 및 採苗試驗

1987년에 於九 앞바다와 閑山灣에서 實施한 採苗試驗은 실패하였다. 태풍 셀마號로 인하여 採苗를 위해 설치한 採苗器(삼나무 가지)가 모두 流失되었기 때문이다. 1988년에 閑山灣에서 재차 採苗試驗을 實施하였다. 6月 20일부터 11月 18일까지 매일 오전 7~8時와 오후 2~3時에 水温을 측정하였고 매일 滿潮時에 植物플랑크톤 net (××13, 網口直徑 30 cm)로 수직예망하여 조개幼生을 採集하였다. 採集된 試料는 5% 中性포르말린으로 고정하여 實驗室로 운반한 후, 시계점시에 옮겨 400倍以下の 倍率로 鏡檢, 幼生을 同定하였다. 同定은 吉田 (1964)에 따랐다. 出現數는 3個의 net것을 平均하여 1 net當 數로 하였다.

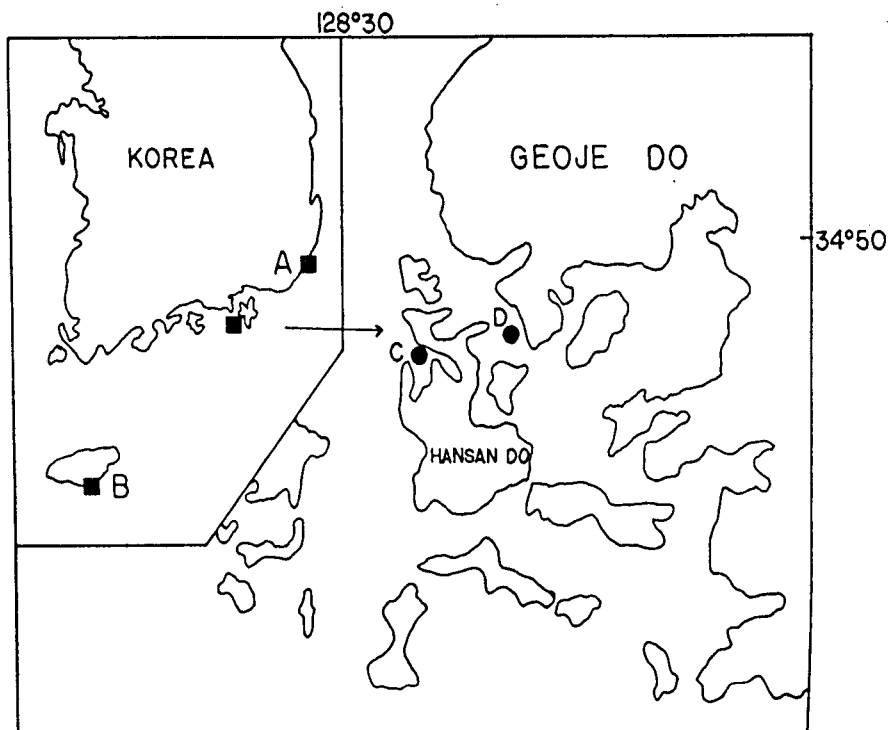


Fig. 1. Map showing the experimental area. Pearl oysters were wintered at areas "A" (Kori) and "B" (Seogwipo) and were cultured at area "D" (Eogu). Seeds were collected at area "C" (Hansan bay).

### 3. 施術 및 眞珠採取

核은 Mexico産 淡水조개의 껍데기를 이용하여 우리나라에서 加工한 球形核을 사용하였다. 사용된 核의 크기는 眞珠조개의 크기에 따라 5.9~7.4 mm의 것을 조개當 1~2個씩 施術하였다.

施術은 능력별로 A級 (施術능력 500尾/日), B級 (300尾/日) 및 C級 (200尾/日)의 女子施術者가 參與하였다. 施術後 1個月마다 脫核數와 조개의 死亡數를 調査하였다. 第1次 施術은 1986年 겨울에 古里와 西歸浦에서 越冬한 2年貝 조개를 1987年 8월에 於九漁場에서 養成중 施術作業을 하였으며 眞珠의 採取는 1988年 1월에 當年産을, 越冬産은 같은 時期에 施術한 조개를 1987年 겨울에 西歸浦에서 越冬한 후 다시 於九漁場으로 옮겨 1988年 10월에 採取하였다. 第2차 施術은 1988年 6月과 8월에 하여 10월에 함께 試驗採取하였다. 採取 및 試驗採取한 모든 조개에서 脫核率 및 조개死亡率 그리고 眞珠層의 두께 및 코-팅率을 調査하였다.

### 4. 環境調査

水温은 봉상온도계와 전기온도계로, 比重은 Akanuma비중計와 굴절계로 측정하였다. 植物플랑크톤은 van Dorn採水器에 의한 採水法과 net法을 병행하였고 量은 cells/l로, 同定은 600倍下에서 鏡鏡을 통해 種을 記載하였고 아울러 組成을 調査하였다. Chlorophyll-a量은 Strickland and Parsons (1968)에 따랐고 UV-2000S 分光光度計로 측정하였다. 附着生物은 조개껍데기에서 긁어낸 모든 附着된 生物과 浮泥등을 함께 측정하였으며 主要 種을 分類, 記載하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 一般環境

#### 가. 水温 및 比重

調査期間중 養成場과 越冬場의 水温은 眞珠조개를 垂下하였던 5 m層을 기준으로 하여 그 月別分布를 Fig. 2에 표시하였다.

養成場인 於九 앞바다의 水温은 5월에 16.0 °C에서 점차 상승하여 8월에 가장 높아 23.6 °C이었고 그 후 점차 하강하여 10월에는 19.0 °C이었다. 上記의 月別 水温分布는 例年과 별 차이가 없었다. 越冬期間 (11月~翌年 4月)중의 水温을 보면, 古里앞바다는 13.2~15.3 °C이었고 西歸浦 인근海域에서는 14.0~19.2 °C로 西歸浦쪽이 높았다. 같은 期間중, 於九 앞바다의 水温은 8.0~15.5 °C로 上記

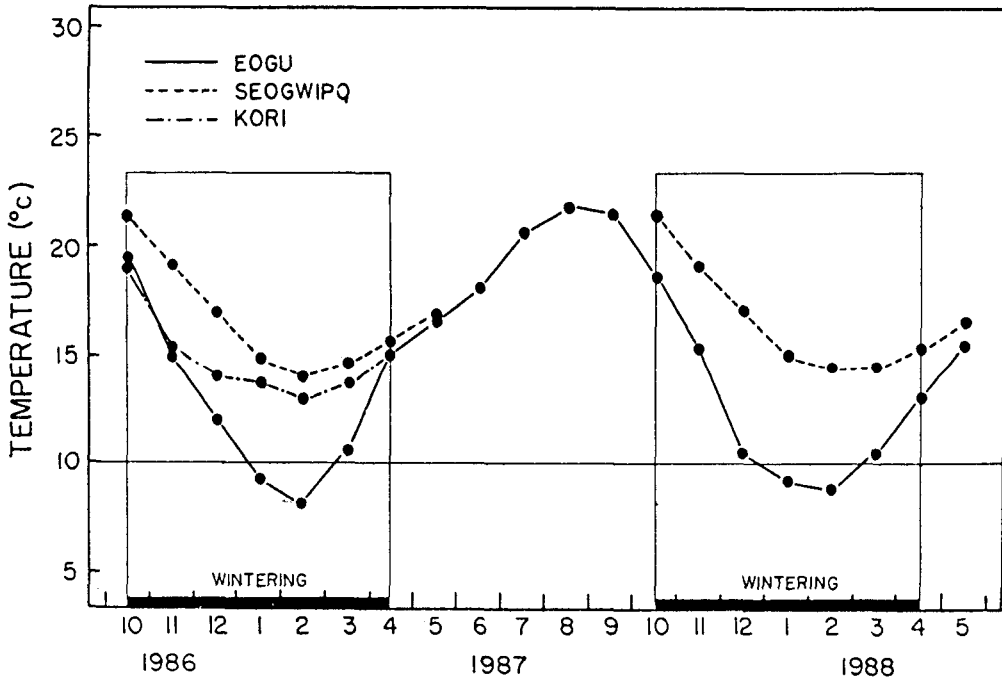


Fig. 2. Monthly variations of water temperature at 5 m layer in the experimental areas except Hansan Bay from October 1986 to May 1988.

두 越冬場에 비해 5 °C정도의 차이가 있음을 알 수 있다. 특히 於九에서의 1~2月중 水温은 8.0~9.0 °C로 10 °C以下이었다. 이는 成員의 成長適水温 범위로 알려진 12~26 °C (宮内, 1962; 小林, 1955; 澤野, 1950)보다 낮고 斃死水温인 6~7 °C (小林·松井, 1953)에 가깝다. 比重의 月別分布는 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 於九 앞바다에서는 1.02124~1.02468로 養成期間중 5월에 높았고 8월에 낮았다. 특히 여름철인 7~8월에 낮아 1.02124~1.02285이었다. 1988년에는 약간 높았는데 이는 降水量이 적었기 때문이다. 於九 인근의 降水量은 例年の 경우, 年間 1.724 mm이고 6~8월에 많아 전체의 48.5%이다. 그런데, 1987년에는 降水量이 많아 전체의 64.0%로 例年보다 높았지만 1988년에는 31.5%에 불과하였다. 그러나 例年の 경우로 보아, 水温과 比重 모두 眞珠조개의 養成에는 매우 適合한 漁場임을 알 수 있다.

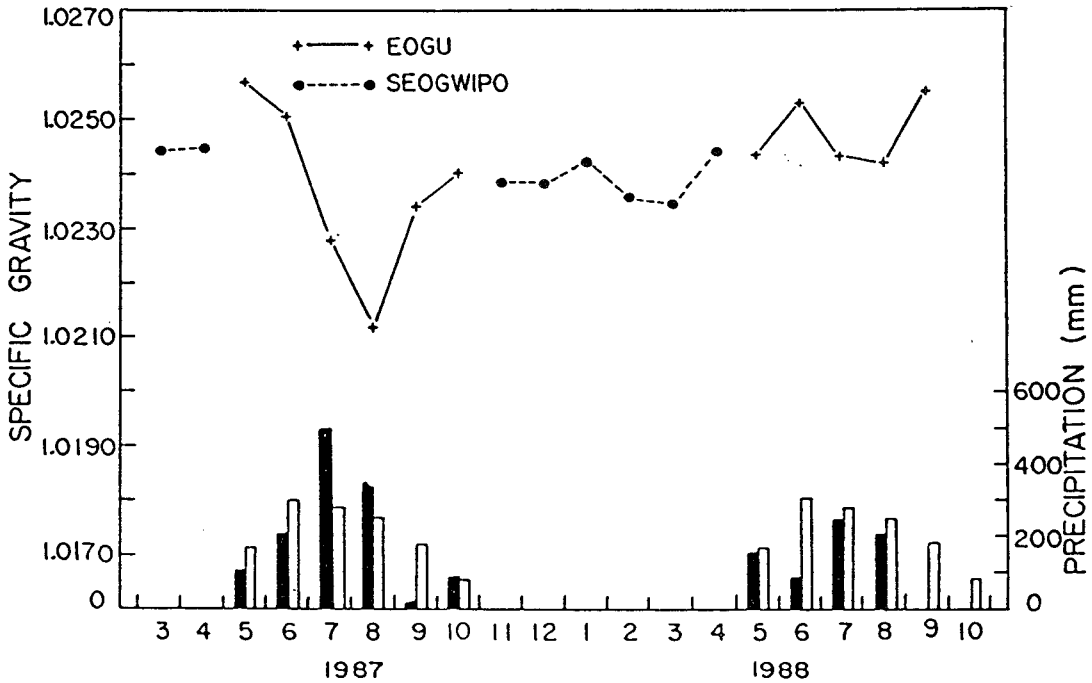


Fig. 3. Monthly variations of specific gravity at 5 m layer and of precipitation except for winter period in the experimental area except for Hansan Bay from March 1987 to October 1988.

나. 植物플랑크톤

調査期間중 총 138種이 出現하였다. 硅藻 124種, 渦鞭毛藻 12種, 그리고 其他 2種이었다 (Appendix 1).

組成을 보면, 養成場과 越冬場 모두 硅藻가 많았다. 於九에서는 硅藻가 98.9%, 古里에서는 93.1% 그리고 西歸浦에서는 97.1%이었다. 古里에서는 다른 두 곳에 비해 渦鞭毛藻가 많이 出現하였다. 主要屬은 於九에서는 *Chaetoceros*이었고 優點種은 *Chaetoceros debilis*이었다. 古里에서는 *Nitzschia*와 *Nitzschia delicatissima*이었고 西歸浦에서는 *Chaetoceros*와 *Chaetoceros didymus v. anglica*이었다.

現存量은 於九의 경우 5월에  $1.3 \times 10^4$  cells/l 그리고 10월에  $0.9 \times 10^4$  cells/l이었다. 最高値는 7월에  $4.5 \times 10^4$  cells/l이었다. 越冬期間중 古里에서는  $0.8 \times 10^4$  cells/l이었고 西歸浦에서는  $0.5 \times 10^4$  cells/l이었다 (Fig. 4). Chlorophyll-a量의 場所에 따른 月別分布는 Fig. 4에서 보는 바와 같다. 於九에서는 7, 8월에 3.8~5.4  $\mu\text{g/l}$ 이었고 그 밖에는 0.7~1.7  $\mu\text{g/l}$ 이었다. 越冬期間인 11월부터 翌年 4月 사이에 古里에서는 0.8~1.1  $\mu\text{g/l}$ 이었고 西歸浦에서는 0.4~0.9  $\mu\text{g/l}$ 이었다. 西歸浦에 비해 古里에서의 값이 높았다. 植物플랑크톤의 細胞數와 Chlorophyll-a量은 그 分布가 대체로 유사함을 알 수 있다.

眞珠조개와 같은 二枚貝類는 섭食형태에 따라 區分되지만 (Loosanoff and Davis, 1963) 眞珠조개의 主 먹이는 녹조류, 규조류, 편조류 등이고 (田中等, 1970), 특정 種類에 대한 먹이 선택성이 없는 것으로 밝혀져 (張동, 1988) 있을 뿐 아니라 本 調査時 出現한 主要種들 역시 우리 나라 沿岸의 代表種들이었다는 報告 (劉와 李, 1982; Choe, 1972)와 同一하였음을 볼 때, 먹이組成은 良好한 편이다. 量 역시 於九漁場의 경우, 여름에 Chlorophyll-a量으로 1.1~5.0  $\mu\text{g/l}$ 이었다는 報告 (朴, 1975)에 비해 약간 적게 나타났지만 於九漁場이 眞珠조개의 養成場으로 먹이生物面에서는 良好한 漁場임을 알 수 있다. 단지, 越冬期間중 西歸浦 인근海域에서의 量이 적은 편이라 조개의 成長에 影響이 있을 것으로 생각된다.

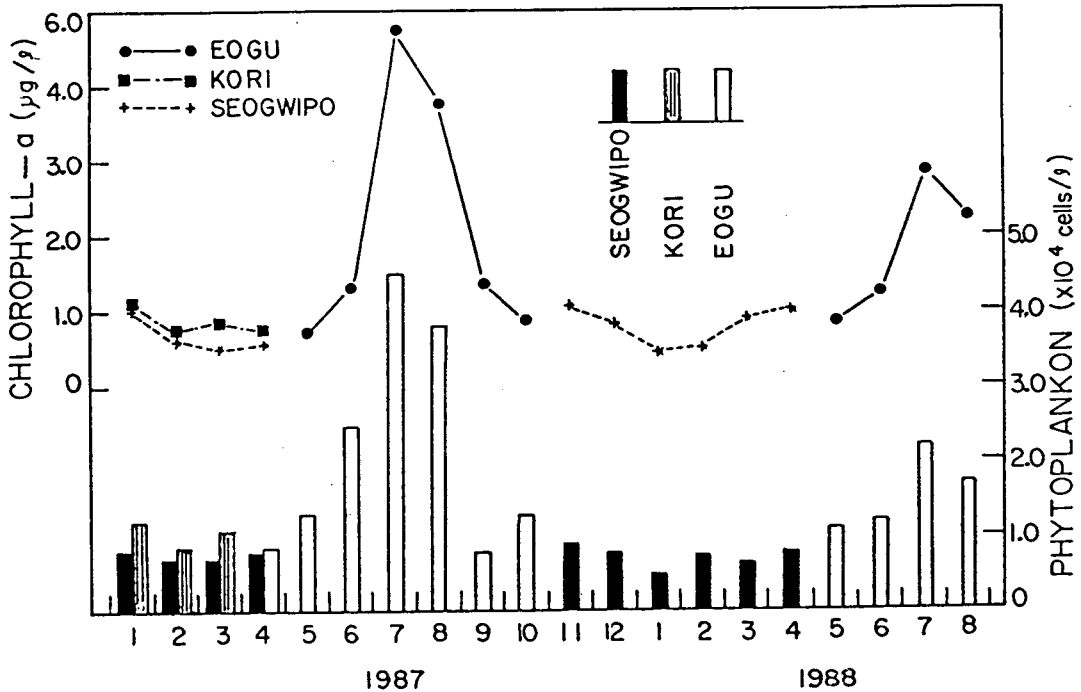


Fig. 4. Monthly variations of Chlorophyll-a content and phytoplankton cells at 5 m layer in the experimental area except Hansan Bay from January 1987 to August 1988.

다. 附着生物

調査期間중 動物 37種과 植物 10種으로 총 47種이 出現하였다. 出現種의 目錄과 그 出現은 Appendix 2에서 보는 바와 같다.

動物중 가장 많이 出現한 것은 蝸牛동물인 *Bugula neritina*로 35.0%이었고 그 밖에 절지동물의 *Caprella gigantochir* (19.1%)와 *Caprella* spp. (15.9%), 원색동물의 유령명개 *Ciona intestinalis* (9.5%), 환형동물인 관뿔개꽃지렁이 *Hydroides norvegicus* (8.5%) 등이다.

調査한 全期間중 고르게 비교적 많이 出現한 種은 관뿔개꽃지렁이와 유령명개 2種이었고 *Bugula neritina*, *Caprella* spp.는 6~10월에 거의 국한하여 出現하였다. 특히 10월에 가장 많이 出現하였다.

植物은 녹조식물인 납작파래 *Enteromorpha compressa*가 25.6%로 가장 많이 出現하였고 그 밖에 구멍갈파래 *Ulva pertusa*와 잎파래 *Enteromorpha linza*가 각각 22.6%와 18.2%이었다. 홍조식물의 도박 *Pachymeniopsis lanceolata*도 10.1%나 되었다. 全期間에 걸쳐 비교적 고르게 많이 出現한 種은 역시 上記의 種들이다. 動物과 마찬가지로 7~9월에 특히 8월에 많이 出現하였다.

附着生物의 量的인 分布는 Fig. 5에서 보는 바와 같다. 眞珠조개 (成貝) 1尾當 於九의 경우, 4~10月 사이에 습중량으로 1.99~6.75 g으로 평균 3.68 g이었고 4월에 적고 8월에 많았다. 越冬期間중에는 古里에서는 1.84~2.10 g으로 평균 1.97 g이었고 西歸浦에서는 0.22~0.85 g으로 평균 0.47 g이었다.

附着生物과 함께 蜆 등의 附着物도 있었는데, 蜆 등이 차지하는 比率은 於九에서는 13.2%, 古里에서는 19.5% 그리고 西歸浦에서는 4.5%이었다. 古里에서의 값이 다른 두 곳에 비해 월등히 높았음이 특징이었다 (Fig. 5).

忠武와 巨濟島 인근海域에서 越冬期間중에 調査한 자료 (한국수산문제연구소, 1970)에 의하면, 조개當 附着生物은 2.45 g이었고 총 附着物에 대한 蜆 등의 比率은 22.5%이었다. 蜆 등의 附着物의 比率이

겨울이라는 점을 감안하면 너무 높은게 아닌가 생각된다.

附着生物은 眞珠조개의 開閉運動, 호흡 等 대사활동에 물리적인 영향을 미칠 뿐 아니라 숙주貝와 먹이 및 공간경쟁을 하므로서 眞珠조개의 성장에 많은 영향을 미친다고 알려져 있다 (諸 등, 1988 ; 한국수산 문제연구소, 1970 ; 宮内, 1966, 1967, 1968a, 1968b).

於九漁場은 여름에 附着生物이 많고 (諸 등, 1988 ; 金, 1982 ; 權, 1977) *Caprella* spp.가 특히 많다 (權, 1977)는 것은 本 調査에서도 同一하였는데, 이는 溫帶海域에서는 여름중 附着生物이 많다는 報告들 (諸 등, 1988 ; 梶原, 1961 ; Wisley, 1959)과도 상통한다. 眞珠조개의 成長저해는 施術 그 자체보다는 附着生物에 의한 영향이 더 크다 (海洋研究所, 1985)는 점도 有意해야 할 사항이라고 본다. 古里漁場은 發電所排水口 인접海域이므로 附着生物이 많겠지만 (異, 1987) 그에 못지않게 鰓 等の 浮遊物質도 비교적 많다 (Choe, 1972)는 점은 本 調査에서도 同一한 결과 (Fig. 5)이었으므로 眞珠조개의 越冬에 특히 有意할 점이다.

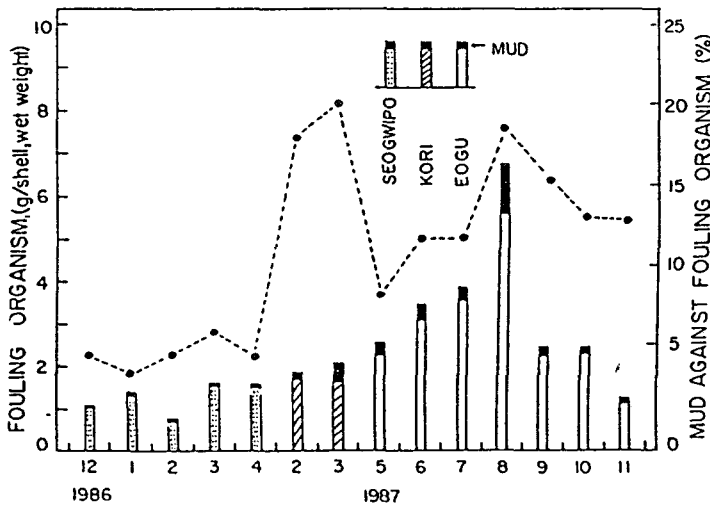


Fig. 5. Monthly variations of fouling organisms are shown as bar (Black part of bar shows mud and so on) and percentage of mud against fouling organisms on pearl oysters shell in the experimental areas except Hansan Bay from December 1986 to November 1987.

## 2. 眞珠조개의 成長

### 가. 年齡別 成長

於九 養成場에서 2年貝, 3年貝, 4年貝를 대상으로 1988年 5月부터 11月까지의 6個月間 成長을 비교한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 2年貝는 月平均 殼長 3.67 mm, 殼高 3.54 mm, 殼幅 0.88 mm

Table 1. Growth of pearl oyster (*Pinctada fucata*) by age group in Eogu culture ground (May-November, 1988)

| Details              | 2-years old  |       | 3-years old  |       | 4-years old  |       |
|----------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
|                      | Monthly Ave. | Total | Monthly Ave. | Total | Monthly Ave. | Total |
| Shell length (mm)    | 3.67         | 21.99 | 1.83         | 10.99 | 1.61         | 9.65  |
| Shell height (mm)    | 3.54         | 21.23 | 1.73         | 10.35 | 1.51         | 9.06  |
| Shell width (mm)     | 0.88         | 5.28  | 0.49         | 2.95  | 0.36         | 2.16  |
| Total wet-weight (g) | 4.30         | 25.81 | 3.27         | 19.64 | 2.19         | 13.11 |

그리고 全重 4.30 g이 成長하였으며, 3年貝는 각각 1.83 mm, 1.73 mm, 0.49 mm 및 3.27 g, 그리고 4年貝는 각각 1.01 mm, 1.51 mm, 0.36 mm 및 2.19 g이 成長하였다. 殼幅의 경우, 2年貝가 3年貝에 比해 1.80倍, 4年貝에 比해 2.44倍의 成長이 빨랐다. 또 全重에 있어서도 2年貝가 3年貝의 1.31倍, 4年貝의 1.96倍의 成長이 빨랐다. 즉, 年齡이 적은 眞珠조개일수록 成長이 빠름을 알 수 있다.

閑山灣에서 調查한 金 (1969a) 역시 1年貝의 成長이 빨랐고 그 후 점차 완만하였다고 한 결과와 同一하였다. 나. 輸入稚貝의 成長

輸入稚貝(殼長 46.8 mm, 殼高 47.0 mm, 殼幅 16.9 mm)를 1987年 5月부터 11月까지 養成한 結果는 Table 2와 같다.

4月에 輸入하여 11月 (越冬前)까지의 成長狀態로 보아 越冬作業에 充分한 크기로 成長하였음을 알 수 있다.

이들 稚貝의 각 計測部位의 月別平均値를 X, y값으로 한 相對成長式은 Fig. 6에서 보는 바와 같이

Table 2. Monthly growth of the imported pearl oyster (*Pinctada fucata*) May-Nov., 1987.

| Month               | Shell length (mm) | Shell height (mm) | Shell width (mm) | Total wet-weight (g) |
|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| May (First size)    | 46.76             | 47.03             | 16.90            | 12.90                |
| June                | 47.86             | 47.48             | 15.64            | 14.24                |
| July                | 54.00             | 53.76             | 17.26            | 18.93                |
| Aug.                | 58.20             | 58.50             | 19.36            | 24.70                |
| Sept.               | 62.16             | 61.79             | 20.65            | 30.67                |
| Oct.                | 65.09             | 64.88             | 22.05            | 37.30                |
| Nov.                | 68.76             | 68.27             | 22.18            | 38.71                |
| Growth for 6 months | 21.99             | 21.23             | 5.28             | 25.81                |
| Monthly Ave.        | 3.67              | 3.54              | 0.88             | 4.30                 |

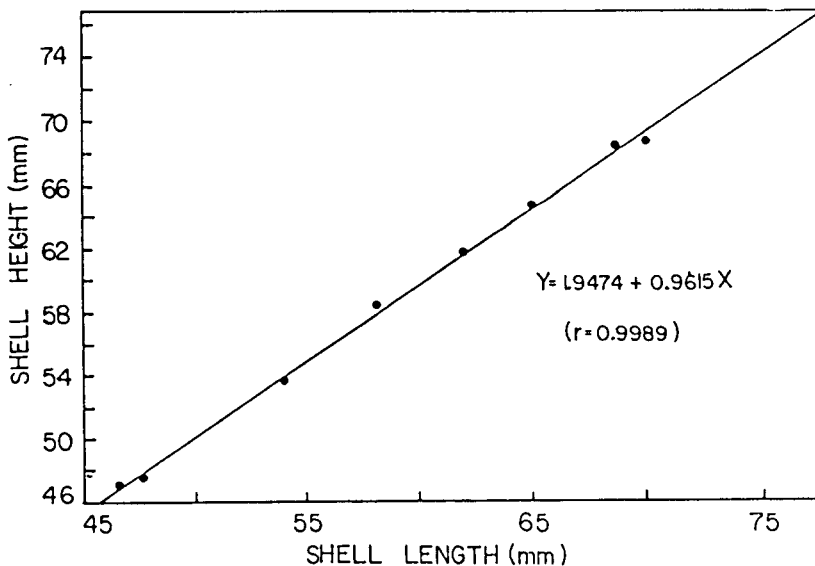


Fig. 6. Relationship between shell length and shell height of pearl oysters in Eogu from May to November 1987.



殼長에 대한 殼高는  $y=1.9474+0.9615 X(r=0.9989)$ , 殼長에 대한 殼幅은 Fig. 7에서 보는 바와 같이,  $y=0.8894+0.3190 X(r=0.9773)$ 의 直線回歸式으로 나타났다. 그리고 殼長에 대한 全重은 Fig. 8에서 보는 바와 같이,  $y=1.1919 X^{3.0149}(r=0.9953)$ 의 指數函數式으로 나타났다. 이들 式의 有意性 檢定을 한 결과 各 計測部位에 대한 相關關係는  $\alpha=0.01$ 수준에서 有意性이 매우 큰 것으로 나타났다.

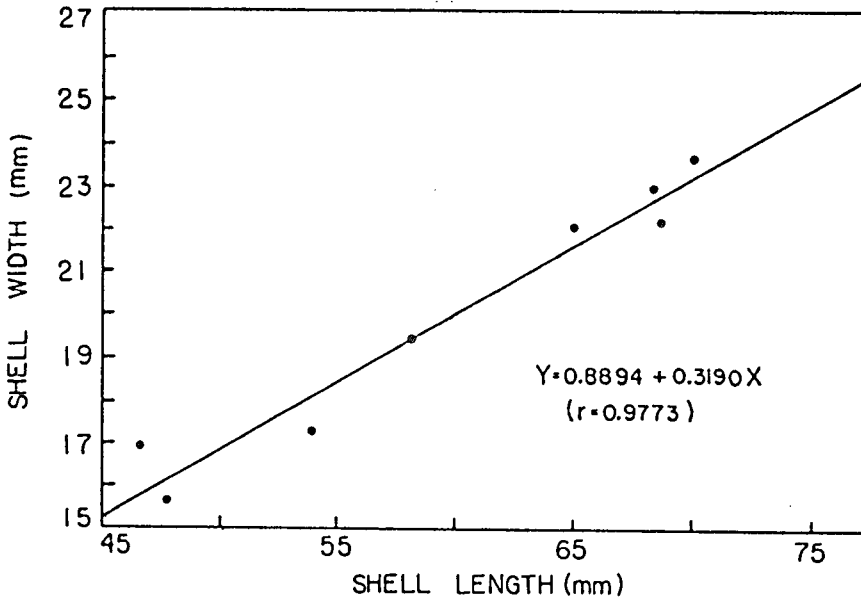


Fig. 7. Relationship between shell length and shell width of pearl oysters in Eogu from May to November 1987.

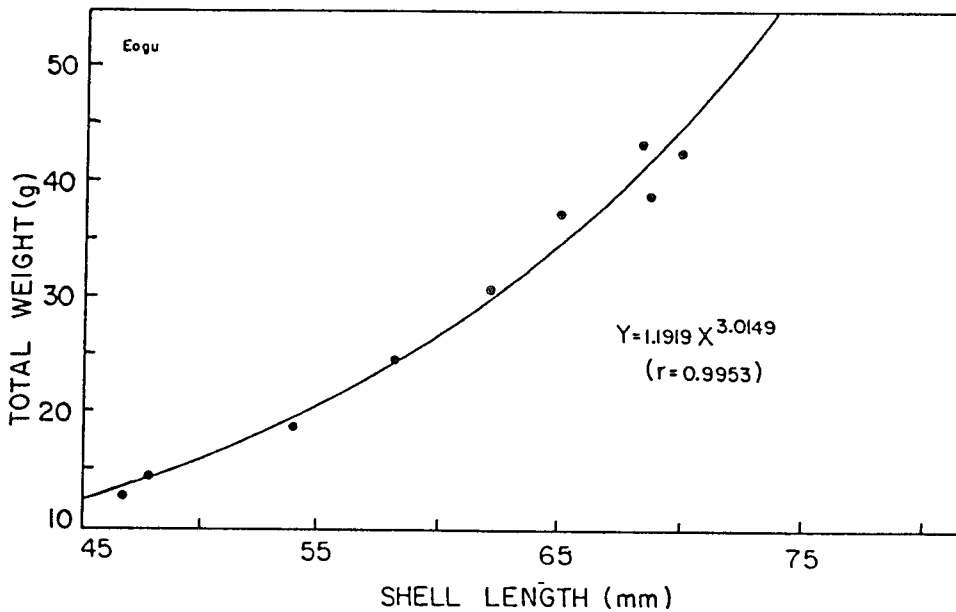


Fig. 8. Relationship between shell length and total wet-weight of pearl oysters in Eogu from May to November 1987.

閑山灣에서 滿 1年間 養成한 결과 (金, 1969a)에 의하면, 1年貝는 殼長이 平均 3.4 cm, 2年貝는 5.1 cm 그리고 3年貝는 5.9 cm 成長하였으며, 같은 장소에서 17個月間 養成한 결과 (柳 등, 1986)에 의하면, 殼長이 2.53 cm에서 6.07 cm로 成長하였다. 以上の 결과와 本 調査 결과 (Table 2)를 종합하건데 閑山灣과 그 인접海域인 閑山·巨濟灣은 眞珠조개의 成長이 매우 良好한 漁場임을 알 수 있다.

#### 다. 越冬場別 成長

Table 3은 1986年 12月부터 1987年 4月까지 古里 앞바다와 西歸浦 인근海域에서의 조개 (成貝) 成長으로서 古里 앞바다에서는 殼幅 1.05 mm, 全重 2.45 g이 成長하였고 西歸浦 인근海域에서는 殼幅 0.76 mm, 全重 1.44 g이 成長하였다. 古里 越冬分の 成長이 약간 빨랐는데, 그 이유는 古里 앞바다가 内灣에 가깝게 위치하고 있어 Fig. 4에서 보는 바와 같이, 植物플랑크톤이 많기 때문이라 생각된다.

越冬중 조개 死亡率은 古里 越冬分이 20.5% 이었고 西歸浦 越冬分은 10.1% 이었다. 이유는 古里 앞바다의 水温이 西歸浦 인근海域에 비해 낮고 (Fig. 2) 附着生物 및 浮泥의 量이 많기 때문이라 생각된다. 特別 等の 浮泥의 量이 西歸浦 인근海域에 비해 약 5倍나 많았다 (Fig. 5).

Table 3. Growth comparison of pearl oyster (*Pinctada fucata*) between two wintering grounds (December, 1986-April, 1987)

| Details              | Place |          |
|----------------------|-------|----------|
|                      | Kori  | Seogwipo |
| Shell length (mm)    | 3.30  | 3.19     |
| Shell height (mm)    | 2.90  | 2.21     |
| Shell width (mm)     | 1.05  | 0.76     |
| Total wet-weight (g) | 2.45  | 1.44     |

本 調査에서는 Table 3에서 보는 바와 같이, 古里 앞바다에서의 成長이 西歸浦 인근海域에서의 成長에 비해 良好하게 나타났지만 柳 등 (1986)은 古里 앞바다에 인접한 日光 앞바다가 越冬場으로는 가치가 있으나 成長에는 適合치 않은 곳이라고 하였으며 또 三千浦 火力發電所 앞바다에서 調査한 資料 (海洋研究所, 1985)에 의하면, 越冬期間중 成長이 없었을 뿐 아니라 오히려 全重이 감소하였다고 하였다. 또 忠武와 巨濟島 인근海域에서 越冬試驗을 한 結果 (한국수산문제연구소, 1970)에 의하면, 成貝와 稚貝 모두 全重은 대체로 감소하였다고 하였으며 그 원인은 低水温때문이라 하였다. 上記의 既存 報告들과 本 調査 結果와는 차이가 있는데, 이런 차이는 越冬場의 위치에 따른 環境의 차이인지 다른 원인인지 앞으로 더 調査한 후 결론지워야 할 課題라 생각된다.

越冬期間을 포함한 1987年 1月부터 12月까지 養成한 眞珠조개의 相對成長을 古里 앞바다 越冬分과 西歸浦 인근海域 越冬分으로 區分하여 比較한 것은 Fig. 9에서 보는 바와 같이, 古里 앞바다 越冬分の 殼長에 대한 殼高는  $y = 2.4184 + 0.9922 X (r = 0.9951)$  이었고 西歸浦 인근海域 越冬分은  $y = -3.4998 + 1.0626 X (r = 0.9723)$  이었다. 殼長에 대한 殼幅은 Fig. 10에서 보는 바와 같이 古里,  $y = 7.8010 + 0.2502 X (r = 0.9774)$  이었고 西歸浦,  $y = 3.4253 + 0.2975 X (r = 0.8669)$  로 모두 直線回歸式으로 나타났다. 그리고 殼長에 대한 全重은 Fig. 11에서 보는 바와 같이 古里,  $y = 3.6044 X^{2.2373} (r = 0.9878)$  이었고 西歸浦,  $y = 3.1231 X^{2.7897} (r = 0.9307)$  로 指數函數式으로 나타났다.

위의 모든 相對成長式은 높은 相關關係를 나타내며  $\alpha = 0.01$  수준에서 有意性이 매우 큰 것으로 나타났다.

殼長과 殼幅에 대한 相對成長에서, 古里 越冬分은 西歸浦 越冬分에 비하여 큰 殼幅을 나타내는 둥근 形이었다. 이는 柳 등 (1986)의 결과와 유사하였다. 殼長에 대한 全重의 相對成長式에서는 指數가 낮은 것으로 보아 肥滿이 좋지 않음을 알 수 있다.

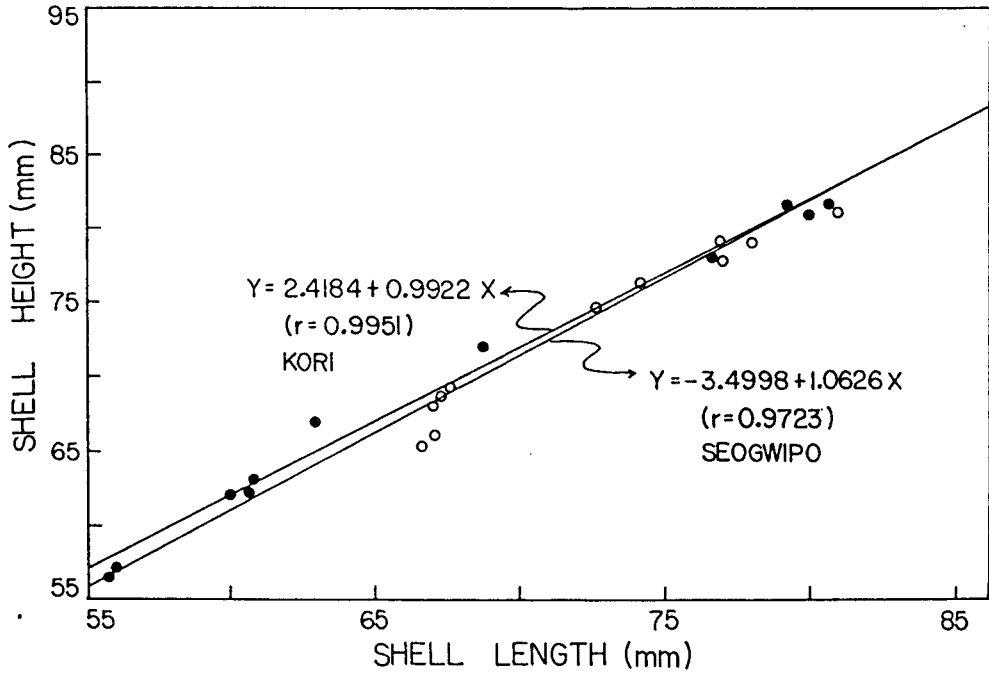


Fig. 9. Relationship between shell length and shell height of pearl oysters from January to December 1987 including 6-months wintering season.

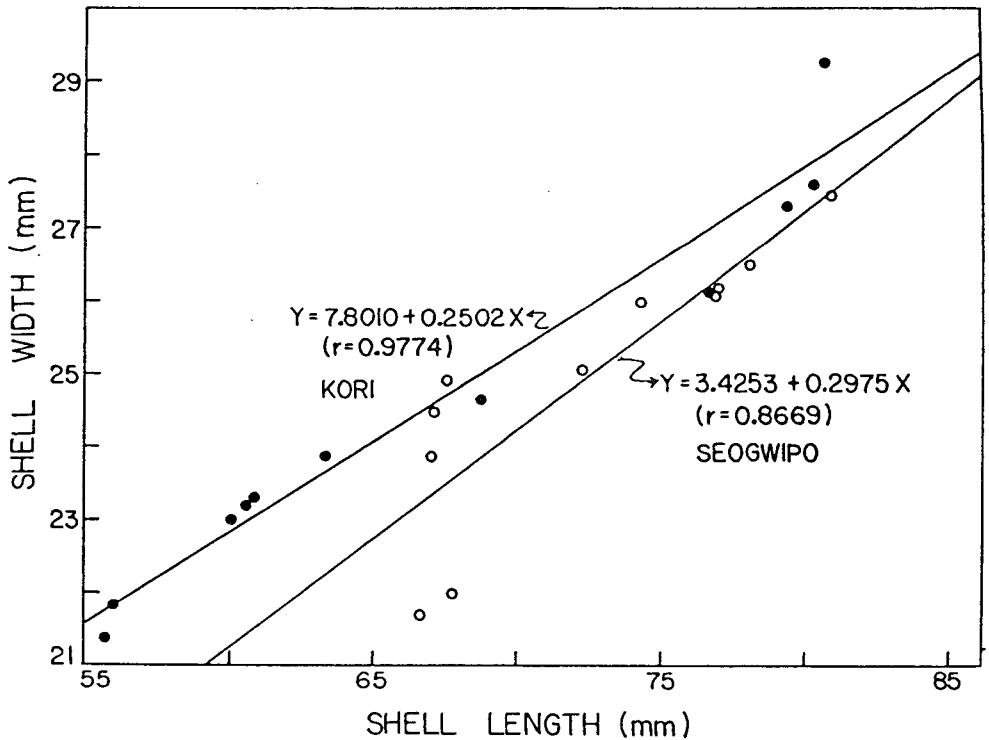


Fig. 10. Relationship between shell length and shell width of pearl oysters from January to December 1987 including 6-months wintering season.

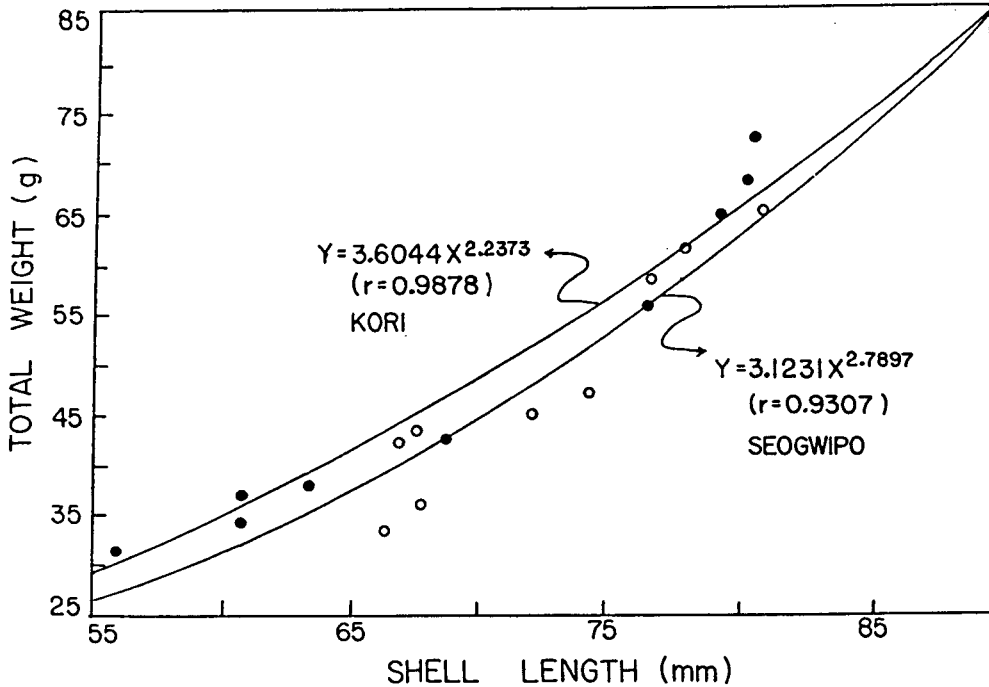


Fig. 11. Relationship between shell length and total wet-weight of pearl oysters from January to December 1987 including 6-months wintering season.

### 3. 幼生調査 및 採苗成績

#### 가. 水 溫

水溫의 日變化는 Fig. 12에서 보는 바와 같다. 1986年 6月 25日 表層水溫은 19.6 °C이었다. 점차 상승하여 産卵이 처음 시작된 것으로 추정되는 7月 6, 7月頃에는 24.2 °C이었다. 계속 상승하여 7月 25日에 26.0 °C이었다가 하강하여 24.1 °C로 당분간 유지되어 7月 31日부터 다시 상승하여 採苗器를 투입하기 시작한 8月 10日에는 26.8 °C이었다. 8月 20日부터 年中 最高 水溫인 27.6 °C로 며칠 계속된 후 하강하여 9月末에는 22.5 °C 그리고 11月 18日 마지막 調査時 (越冬을 위한 稚貝 운반 2日前)에는 14.3 °C이었다.

#### 나. 産卵 및 採苗

첫 産卵은 7月 6, 7日頃이었고 D型 幼生の 出現盛期는 3차례 있었다 (Fig. 12). 第1次 盛期는 7月 22日이었고 이 때 D型幼生數는 1네트當 38個이었다. 第2次 盛期는 8月 23日로 30個이었으며, 第3次 盛期는 9月 15日로 18個이었다. D型幼生이 많이 나타났던 第1次와 第2次 盛期는 水溫과 관계가 있는 것 같았으나 究明되지 않았다. D型幼生の 약 10%가 成熟浮遊幼生으로 되었다.

8月 10日부터 14日사이에 採苗器 (삼나무 가지)를 1~7 m層에 투하하였다 (Fig. 12). 이 때, 水溫은 24.0~27.0 °C이었다. 8月末을 前後하여 採苗器에서 稚貝를 볼 수 있었다. D型幼生이 採苗器에 附着하는데 약 1個月이 소요된 것으로 추산되었다. 稚貝가 附着된 것을 확인한 때로부터 약 10日後부터 稚貝의 成長을 측정하였다. 측정에 앞서 附着狀態를 관찰한 결과, 삼나무 가지 30 cm當 30~40個의 稚貝를 볼 수 있었는데, 水深別로는 1~3 m層에 많았고 그 중에도 2 m層에 제일 많았다. 4 m層에도 약간 있었으나 그 以下에서는 거의 없었다.

測定用 稚貝는 1回 50~60個로 하였고 9月 12日에 첫 측정을 하였다. 平均 殼長 13.2 mm (11.4~14.8 mm), 殼高 11.6 mm (9.9~12.2 mm)이었다. 10月 15日에는 殼長 18.2 mm (12.0~23.5 mm), 殼高 15.6 mm (10.9~22.8 mm)이었고 9月 12日부터 10月 15日까지의 약 1個月間의 生殘率은 95.2%이었다. 마지막

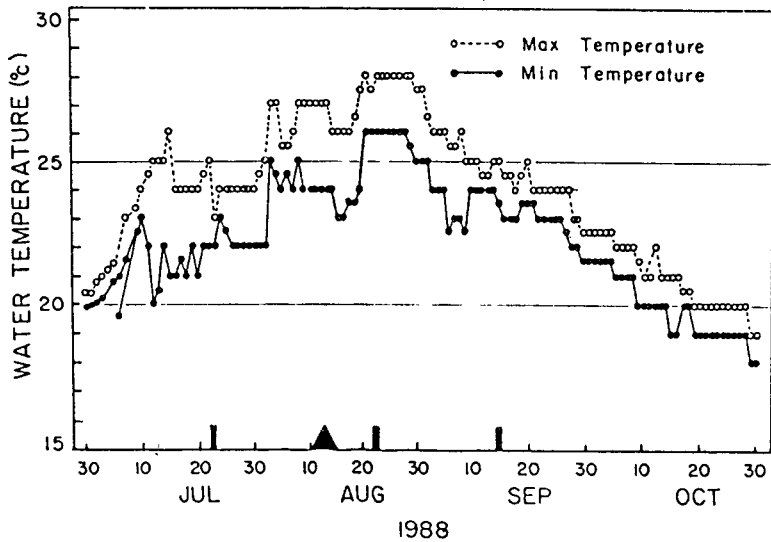


Fig. 12. Daily variations of surface water temperature, appearance of D-shape larvae of pearl oyster shown as black bars and hanging of seed collector shown as black triangle in Hansan Bay from June to October 1988.

측정은 稚貝의 越冬을 위한 운반 2日前 (稚貝 附着後 약 100日)인 11月 18日에 하였다. 殼長 21.3 mm (12.4~33.7 mm), 殼高 18.1 mm (12.0~29.5 mm)로 9月 12日부터 11月 18日까지의 약 70日間에 殼長은 7.9 mm 그리고 殼高는 6.3 mm로 成長하여 (Fig.13) 閑山灣에서의 稚貝 成長은 良好한 편이었다.

閑山灣에서의 稚貝 成長 報告 (柳 등, 1986)에도 閑山灣이 眞珠조개의 成長에는 良好한 漁場이라고 하였다.

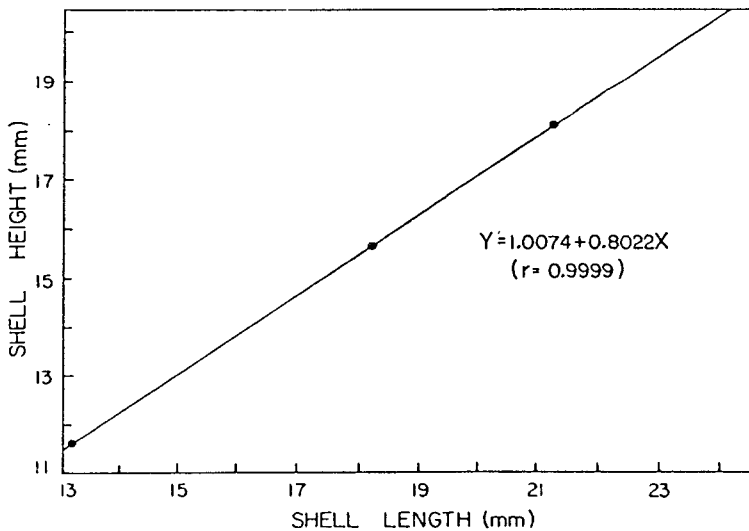


Fig. 13 Relationship between shell length and shell height of seed pearl oysters in Hansan Bay from September to November, 1988.

우리 나라에서는 현재까지 閑山灣에서 眞珠조개의 幼生調査를 했을 뿐 採苗에 關해서는 天然採苗가 可能하다고만 하였다 (海洋研究所, 1985). 閑山灣은 水温이 眞珠조개의 産卵과 採苗에 좋지만 (張 등, 1988 ; 金, 1969b) 稚貝 附着時에 염분이 17% 以下가 되면 附着力이 급격히 감소 (結成, 1951)하므로 灣이 좁은 이곳은 陸水의 영향을 쉽게 받을 수 있어 이 점 有意해야 할 사항이다. 閑山灣에서 실시한 幼生調査 (裴, 1985 ; 海洋研究所, 1985)와 本 調査 결과는 별 차이가 없었지만 1988年 여름에 稚貝 附着狀態가 良好하였던 것은 태풍 등의 天災도 없었지만 降水量이 적었고 특히 水温이 높았기 때문이라 생각된다.

#### 4. 施術과 眞珠採取

##### 가. 조개 死亡率 및 脫核率

施術능력에 따른 조개 死亡率과 脫核率は Table 4에서 보는 바와 같다.

조개의 死亡率과 脫核率의 합계가 A級은 13.4%, B級은 21.0% 그리고 C級은 37.5%이었다. 海洋研究所 (1987)에 의하면, A級은 23.3%, B級은 30.3% 그리고 C級은 65.0%이었다. 또 한국수산문제연구소 (1970)에 의하면, 조개의 死亡率과 脫核率의 합계가 평균 31.1%이었다. 本 試驗調査에서 평균 27.3%는 과거의 30~40%에 비하면 낮은 편이다. 이유는 施術技能이 향상된 결과라 생각된다.

Table 5는 조개를 當年産으로 채취한 것과 越冬産으로 채취한 것을 區分하여 정리한 것이다. 當年産의 경우, 조개 死亡率은 13.2%이었고 脫核率は 16.5%로 합계 29.7%이었으며, 越冬産은 각각 20.2%와 18.0%로 합계 38.2%이었다. 조개의 死亡率과 脫核率は 施術의 不正確한 조작과 조개 自體의 生理的인 問題등의 이유가 크겠지만 施術後 후유증, 漁場의 環境變化, 管理能力 등의 복합적인 原因도 고려되어야 한다.

Table 4. Mortality of pearl oyster (*Pinctada fucata*) caused by nucleus insertion of different skill levels (August, 1987-October, 1988).

| Skill level* | No. of shells | Mortality    |      | Loss of nucleus |      | Total (%) |
|--------------|---------------|--------------|------|-----------------|------|-----------|
|              |               | No. of shell | %    | No. of nucleus  | %    |           |
| A            | 180           | 12           | 6.7  | 12              | 6.7  | 13.4      |
| B            | 186           | 19           | 10.2 | 20              | 10.8 | 21.0      |
| C            | 192           | 35           | 18.2 | 37              | 19.3 | 37.5      |

\* Skill level "A" is an ability to insert 500 nucieus into the shell, "B", 300 and "C", 200 a day.

##### 나. 眞珠生産率과 코-팅率

眞珠의 生産率은 조개 死亡, 脫核, 그리고 不良眞珠를 뺀 것으로 하였다. Table 5에서 보는 바와 같이, 當年産의 生産率은 58.2%이었고 越冬産은 48.3%이었다. 本 試驗調査에서 不良眞珠는 12.8% (當年産과 越冬産의 平均)이었는데, 海洋研究所 (1987) 결과에 비해 不良眞珠는 4% 정도 적었고 한국수산문제연구소 (1970) 결과에 비해 15%가 적었다. 이러한 차이는 施術과 管理 그리고 漁場 (養成場과 越冬場)의 차이 때문이라 생각된다.

眞珠層의 두께는 채취한 眞珠의 直徑에서 삼핵시 사용되었던 核의 直徑을 뺀 것으로 하였는데, 施術後 2個月사이에는 0.165 mm, 4個月사이에는 0.177 mm가 늘었고 當年産은 0.35 mm (0.15~0.55 mm), 越冬産은 0.47 mm (0.32~0.64 mm)가 증가되었다. 코-팅率は 眞珠層의 표면적 對 삼핵시 사용한 核의 표면적 比率로 하였는데, 當年産은 19.1%이었고 越冬産은 49.7%이었다 (Table 5).

海洋研究所 (1987)에 의하면, 當年産 眞珠의 平均 眞珠層 두께는 0.30 mm이었으며 越冬産은 0.51 mm이었다. 當年産은 6個月 養成한 것이라 本 試驗期間과 같아 그 결과도 유사하다. 但, 越冬産은 18個月間 養成한 것이고 本 試驗에서는 15個月間 養成한 것이므로 養成期間을 감안하면 本 결과와 차이 없음을 알 수 있다.

Table 5. Rates of yield, thickness and coating of pearl in accordance with the period of culture

| Period of culturing | No. of shells | No. of dead shells | Loss of nucleus | Abnormal pearl | Yield of normal pearl* | Thickness (Coating)** |
|---------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------------------|
| 2-year pearl        | 29            | 3                  | 4               | 3              | 19                     | $\bar{X}=0.354$ mm    |
| (Aug. 1987-         | 30            | 5                  | 5               | 4              | 16                     |                       |
| Jan. 1988)          | 32            | 4                  | 6               | 4              | 18                     |                       |
| .....               |               |                    |                 |                |                        |                       |
| Total               | 91            | 12                 | 15              | 11             | 53                     |                       |
| Rate (%)            | (100.0)       | (13.2)             | (16.5)          | (12.1)         | (58.2)                 | (19.1)                |
| 3-year pearl        | 28            | 7                  | 4               | 3              | 14                     | $\bar{X}=0.946$ mm    |
| (Aug. 1987-         | 30            | 5                  | 6               | 4              | 15                     |                       |
| Oct. 1988)          | 31            | 6                  | 6               | 5              | 14                     |                       |
| .....               |               |                    |                 |                |                        |                       |
| Total               | 89            | 18                 | 16              | 12             | 43                     |                       |
| Rate (%)            | (100.0)       | (20.2)             | (18.0)          | (13.5)         | (48.3)                 | (49.7)                |

\* Rate of yield(%)=100-[Dead shell(%) + Loss of nucleus(%) + Abnormal pearl(%)]

\*\* Rate of coating is calculated with surface area of pearl thickness against that of nucleus.

The surface area is resulted from the formula,  $4/3\pi r^3$

다. 眞珠의 色 및 品質

當年産의 경우, 총 64個중 핑크색이 가장 많아 40個 (62.5%)이었고 다음은 노란색이 14個 (21.9%)이었다. 반면, 越冬産은 총 55個중 핑크색이 30個 (54.5%)이었고 銀色이 3個, 노란색이 13個 (23.6%)이었다 (Table 6). 當年産과 越冬産 모두 핑크색이 가장 많았는데 商品으로 價値가 적은 노란색도 22~24%나 되었다. 반면, 1988年 6~8월에 施術하여 2~4個月後인 10月末에 試驗採取한 것 중에서는 銀色이 단연 많아 40.1%나 되었고 노란색도 9.9%나 되었다.

海洋研究所 (1987)에 의하면, 閑山灣과 忠武漁場에서 銀色이 많아 40%이었고 노란색은 7.1%이었는데, 三千浦漁場에서는 銀色 27.9%, 노란색 20.4%가 나와 三千浦 漁場은 좋은 漁場이 아니라고 하였다.

眞珠의 品質도 Table 6에서 보는 바와 같이, 特級이 當年産에서 9%, 越冬産에서 12%로 平均 10~11%이었다.

閑山灣과 忠武 인근海域에서 試驗調査한 海洋研究所 (1987)의 결과에 의하면, 眞珠의 光澤정도에 따른 特級品質은 각각 11.6%와 7.6%이었다. 本 試驗결과에서도 11.5%이었으므로 忠武 인근海域이

Table 6. Color and the best quality of pearl in accordance with the period of culture in Eogu

| Period of culture   | No. of pearl | Color* |    |    |    | Best quality (%) |
|---------------------|--------------|--------|----|----|----|------------------|
|                     |              | P      | S  | Y  | I  |                  |
| Aug. 1987-Jan. 1988 | 64           | 40     | 8  | 14 | 2  | 9                |
| Aug. 1987-Oct. 1988 | 55           | 30     | 3  | 13 | 9  | 12               |
| Aug. 1988-Oct. 1988 | 59           | 7      | 35 | 13 | 4  | 5                |
| Aug. 1988-Oct. 1988 | 63           | 5      | 42 | 6  | 10 | 6                |

\* Initial letter of color P, S, Y, and I denote Pink, Silver, Yellow and Iron.

眞珠養殖에는 良好한 漁場임을 알 수 있다.

養殖眞珠의 品質을 결정하는 眞珠層의 두께, 色, 光澤은 漁場特性에 따라 차이가 있으므로 漁場의 優, 劣의 기준이 될 수 있다. 그러므로, 養成時와 越冬時에 조개의 死亡率을 最小化할 수 있는 漁場이라야 하고 물론, 管理도 잘해야겠지만 特히 施術에 하자가 없어야 한다.

本 試驗調查 결과에서와 같이 閑山 · 巨濟灣은 天然採苗場과 養成場으로서 良好한 海域이지만 越冬場으로는 適合치 않다. 本 報告에서 가장 중요한 사항은 母貝의 수급과 越冬場 選擇이다. 本 試驗調查에서 越冬場으로 古里, 앞바다와 西歸浦 인근海域을 선정한 이유는 古里에는 原子力發電所가 있어 發電所의 溫排水로 인해 주변海域이 水温이 높고, 西歸浦 인근海域은 겨울철 水温이 높기 때문이다. 慶南 巨濟島의 구조라 앞바다와 全南 巨文島 앞바다 등은 水温이 해에 따라 一定치 않아 50%의 위험 (조개死亡率)이 있어 대부분의 業者들이 기피하므로 本 調査에서는 제외시켰다. 巨文島 주변은 水温이 가장 낮은 2月下旬에 10.9 °C (1916~1970年 平均)이다. 이곳의 겨울철 水温은 Tsushima暖流과 大韓半島 沿岸 水温의 中間值를 나타내고 있지만 Kuroshio勢力의 消長에 민감하므로 (Lim, 1976; 공, 1971; 韓, 1970) 가능한 한 조개사망이라는 위험을 줄이기 위해 越冬場으로는 피하는 것이 좋겠다. 구조라 앞바다도 조건은 同一하다. 이에 比하여 西歸浦는 水温이 가장 낮은 2월에 14.0 °C이다 (金 · 尹, 1986). 그러나, 古里 앞바다는 附着生物 外에도 浮泥등이 많은 점을 有意해야 한다.

眞珠조개의 母貝수급을 위해서는 稚貝를 확보하는 것이 급선무이고 이는 人工採苗 또는 自然採苗에 의존하게 된다. 人工採苗의 可能性이 있고 (海洋研究所, 1987; 盧등, 1986) 현재는 閑山灣에서 天然採苗도 可能 (柳등, 1986)한 것으로 本 試驗調查에서도 나타났고 또 稚貝의 成長도 柳등 (1986)의 報告나 本 試驗결과 良好한 것으로 나타났으므로 天然採苗에 의한 母貝수급은 希望의이라 할 수 있다. 但, 成貝의 量 (養殖중인 조개)에 따라 採苗의 成, 敗가 결정된다고 보겠다.

越冬場은 養成場에서 거리가 가까울수록 좋으므로 濟州島까지 가지 않고도 越冬할 수 있는 場所를 찾아야겠고 아울러 보다 좋은 化粧漁場이 있는지의 여부도 調査하는 것이 다음의 과제라 할 수 있다. 어쨌든 現在의 技術이나 여건으로 보아, 우리 나라에서 眞珠養殖은 充分히 産業化의 價値가 있다고 생각한다.

## 要 約

우리 나라 眞珠養殖에서 개발되어야 할 母貝의 수급과 越冬技術 等에 目的을 두고 1986年 12월부터 1988年 11월까지 試驗調查를 하였다. 日本産 眞珠조개 (2年貝)를 試料로 하여, 養成과 施術은 於九 앞바다에서, 越冬은 古里와 西歸浦 앞바다에서, 幼生調査와 採苗試驗은 閑山灣에서 실시하였다.

1. 於九養成場의 最高水温은 8月中 23.6 °C이었고 越冬期間중 最下水温은 古里는 13.2 °C, 西歸浦는 14.0 °C이었다. 먹이生物은 비교적 많은 편이지만 古里에는 附着生物 이외에도 뱀 등이 많아 全附着物의 19.5%나 되었다 (於九와 西歸浦는 각각 13.2%와 4.5%이었다).

2. 於九에서 成貝의 成長은 良好한 편이었고 年齡이 적은 조개일수록 成長이 빨랐다. 越冬期間중 古里에서는 西歸浦에 比해 成長은 약간 좋았으나 死亡率은 약 2배나 되어 20.5%이었다.

3. 眞珠의 生産率은 當年産이 58.2%이었고 越冬産은 48.3%로 成績이 좋았다. 眞珠層의 두께는 當年産이 0.35 mm, 越冬産은 0.47 mm이었으며, 핑크색이 가장 많아 53.7%이었지만 價値가 적은 노란색도 22.8%나 되었다. 品質 特級은 약 10%이었다.

4. D型幼生の 出現盛期가 3차례 있었다. 10% 정도가 成熟浮游幼生이 되었고 D型幼生이 採苗器에 附着하는데는 약 1個月이 소요되었다. 附着은 1~3 m層에 많았고 2 m層에 가장 많아, 삼나무 가지 30 cm當 30~40尾이었다. 採苗場인 閑山灣에는 養成중인 母貝가 많았고 水温이 높고 降水量이 적었던게 成功의인 採苗의 原因인것 같았다.



文 獻

- 結城了伍與. 1951. アコヤガイ稚貝雜錄(II). 眞珠の研究 (富士眞珠) 2(1, 2), 12.
- 宮内徹夫. 1962. アコヤガイ濾過水量 II. 濾過水量におよぼす水温と比重の影響. 水産増殖 10, 7-13.
- 宮内徹夫. 1966. 眞珠養殖の貝掃除に關する研究, I. 附着生物がアコヤガイの貝殻開閉活動と糞量におよぼす影響. 日水誌 32(5), 379-383.
- 宮内徹夫. 1967. 眞珠養殖の貝掃除に關する研究, II. 附着生物がアコヤガイの貝殻形成と足絲分泌におよぼす影響. 日生態學誌 17(6), 227-229.
- 宮内徹夫. 1968a. 眞珠養殖の貝掃除に關する研究, III. 附着生物がアコヤガイの酸素消費におよぼす影響. 日生態學誌 18(1), 40-43.
- 宮内徹夫. 1968b. 眞珠養殖の貝掃除に關する研究, IV. 附着生物がアコヤガイの杆晶體重量, 閉殻筋重量および軟體部重量におよぼす影響. Venus 27(1), 12-19.
- 공 영. 1971. 한국 남해연안 전선에 관한 연구. 韓海誌 6(1), 25-36.
- 權우燮. 1977. 굴養殖場의 附着生物에 關하여. 통영수전논문집 12, 25-30.
- 吉田裕. 1964. 貝類種苗學. 北隆館, 東京.
- 金福起. 尹且安. 1986. 韓國沿岸의 表面水温 및 氣温의 年週期分析과 相關分析. 수진연구보고 37, 19-33.
- 金奉烈. 1982. 굴養殖場 附着生物 出現. 수진연구보고 30, 91-102.
- 金一玉. 1961a. 眞珠養殖에 關한 研究 I. 진주조개의 越冬 및 成育에 대하여. 수진연구보고 4, 109-118.
- 金一玉. 1961b. 眞珠조개 浮游幼生 出現時期에 대하여. 수진연구보고 4, 119-123.
- 김일옥. 이삼무. 1971. 진주양식에 관한 연구 III. 진주양식장 환경조사 성적보고. 수진연구보고 8, 75-92.
- 盧暹·卞忠圭·金得山. 1986. 진주조개 (*Pinctada fucata*)의 稚貝生産 및 養殖에 關한 環境學的研究, (I). 初期發生과 成長. 濟州大海資研報 10, 45-56.
- 梶原武. 1961. 網の附着物に關する研究, III. 附着生物の季節變動. 長崎水大研報 11, 49-63.
- 朴清吉. 1975. 嶺海灣 海水의 富營養化와 클로로필 分布. 韓水誌. 8(3), 121-126.
- 裴鍾泰. 1985. 閑山灣에서의 眞珠조개 (*Pinctada fucata*) 浮游幼生 出現時期와 生存率. 釜山水大 碩士學位論文, 27p.
- 小林博. 1955. アコヤガイの環境變化に對する抵抗性の研究, (2). 心臟の搏動について. 農水講研報 4, 95-110.
- 小林博·松井淳平. 1953. アコヤガイの環境變化に對する抵抗性の研究, (1). 鰓の纖毛運動に就いて. 農水講研報 3, 17-25.
- 劉光日·李晋煥. 1982. 古里原子力發電所 周邊海域의 浮游性 硅藻類에 關하여. Bull. KORDI 4, 1-10.
- 柳晟奎·張榮振·林賢植. 1986. 養成場에 따른 진주조개, *Pinctada fucata*의 成長. 韓水誌 19(6), 593-598.
- 異舜吉. 1987. 火力發電所 冷却系統에 있어서의 生物相 研究. 釜山水大 博士學位論文, 76p.
- 張晚·洪在上·許亨澤. 1988. 眞珠조개 (*Pinctada fucata martensii*)의 養殖漁場 環境과 먹이生物. Ocean Res. 10(1), 67-77.
- 諸淙吉·洪在上·異舜吉. 1988. 眞珠조개 (*Pinctada fucata martensii*) 養殖漁場의 附着生物에 關하여. Ocean Res. 10(1), 85-105.
- 田中彌太郎·伊野汲盛仁·嘉數清. 1970. 繩におけるクロチョウガイの種苗生産に關する基礎研究. 東海區水研報 63, 75-106.
- 澤野英四郎. 1950. 眞珠貝の池中養殖法の研究. 水産研究會報 3, 48-57.
- 한국수산문제연구소. 1970. 진주 월동어장 개발을 위한 환경요인 조사. 과학기술처, STF-69-14. 57p.
- 海洋研究所. 1985. 人工眞珠養殖 技術開發에 關한 研究報告書. 科學技術處, BSPG 00027-89-3. 213p.
- 海洋研究所. 1986. 人工眞珠養殖 技術開發에 關한 研究報告書(II). 科學技術處, BSPG 00032-116-3. 312p.
- 海洋研究所. 1987. 人工眞珠養殖 技術開發에 關한 研究報告書(III). 科學技術處, BSPG 00042-159-3. 607p.
- 韓相復. 1970. 韓國 近海 水温의 週期的 變化(I), 南海의 巨文島海域 表面水温 年週變化 및 永年變化. 韓海誌 5(1), 6-13.

- Choe, S. 1972. Studies on the seasonal variations of plankton organisms and suspended particulate matter in the coastal area of Ko-ri. *J. Oceanol. Soc. Kor.* 7(2), 47-58.
- Lim, D. B. 1976. The movement of the waters off the south coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Kor.* 11(2), 77-88.
- Loosanoff, V. L. and H. C. Davis. 1963. Rearing of bivalve mollusks, *Advances in Marine Biology*, Vol. 1, 410p.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board Can. Bull.* 167: 311p.
- Wisley, B. 1959. Factors influencing the settling of principal marine fouling organisms in Sydney Harbour. *Aust. J. Mar & Freshwater Res.* 10(1), 30-44.