

## 키조개의 養殖開發에 관한 研究(I)<sup>1)</sup>

—汝泊灣産 키조개의 繁殖生態—

柳 晟 奎 · 劉 明 淑\*

釜山水産大學 養殖學科 \*釜山水産大學 資源生物學科

## Studies on the Pen Shell Culture Development (I)<sup>1)</sup>

—Reproductive Ecology of Pen Shell in Yôja Bay—

Sung Kyoo Yoo

Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan,  
Namgu, Pusan, 608 Korea

and

Myong-Suk Yoo

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan,  
Namgu, Pusan, 608 Korea

This study aims at obtaining the basic data for the development of pen shell culture at Yôja Bay, the southwest coast of Korea.

The authors dealt with the annual gonadal changes of the pen shell, *Atrina pectinata japonica*, to find out the gametogenesis, reproductive cycle and spawning season, and to investigate the fluctuation in the larval occurrence in Yôja Bay.

From July 1983 to June 1984, [an average of 20 individuals as specimens were monthly collected by commercial fishing dredge near Manwôl island located at the mouth of Yôja Bay.

The degree of gonadal development was determined by the histological observations as resting spent stage, early developmental stage, after developmental stage, early spawning stage, after spawning stage and degenerative stage.

According to these degrees of gonadal development, annual reproductive cycle of the pen shell population was determined. From July to August, the gonads were changed through degenerative into resting stage and, in September and October, they became entirely empty gonads. From November they showed the first sign of gametogenesis developing very slowly. Nevertheless, the developing gametes did not increase in number probably owing to a phagocytic phenomenon by phagocytes which appeared in the gonad during this stage. Some individuals started spawning in April and in May majority of individuals were in spawning stage. In June, majority of the individuals showed signs of degenerative stage.

Therefore, the authors came to a conclusion that the pen shells in Yôja Bay spawn chiefly in May. And this is also supported by the result of the survey on the planktonic occurrences of the pen shell larvae. Namely, there were no larvae at all in April, only a few in May and many in June by vertical water sampling.

(1本 研究는 1983年度 産學協同財團의 學術研究費 支給을 받아 이루어진 것임.)

## 緒 論

키조개는 殼高 37.5 cm에 이르는 大形貝로서 後閉殼筋(一名 貝柱)을 고급 식품으로 이용한다. 주요 수출대상인 이 종은 冷凍貝柱만으로도 1981년과 1982년에 각각 1,000萬달라 이상을 수출하였는데 1983년에는 생산량의 감소로 인하여 수출고가 500萬달라에 그치고 있다(무역 통계 연보, 1981~1983).

이 종의 연간 생산량은 1980년까지 3,000 t 미만이던 것이 1981년에 약 12,000 t, 1982년에 약 10,000 t을 기록하여 급격히 증가했다(수산 통계 연보, 1983). 그러나 그 생산방법이 전량 자연산 채취에만 의존하였으므로 그 후 자원량이 급격히 감소하여 1983년에는 7,500 t에도 미치지 못하였고(어업 생산량 통계 1983), 1984년에도 계속 감소하는 추세에 있다.

키조개에 관한 연구는 渡邊(1930)가 日本 西岸의 有明海産 키조개의 양식에 관해 개설했고, 吉田(1954, 1963)는 치패의 형태 및 初期 生活史에 관하여 설명하고, 浮游仔貝의 크기와 그 출현량에서 이 종의 産卵期를 推定하였다.

또한 田中等(1958)은 東京灣을 중심으로 키조개 자원에 관해 개설하고 種苗의 확보 및 그 관리의 중요성을 역설했다. 國內에서는 근년에 이르러 이종의 연구에 대한 필요성이 커짐에 따라 崔(1980, 1981)가 形態的 特徵과 變異에 관해서, 金等(1981)이 形態測定에 의한 産卵期 推定을 하고 있다.

따라서, 採苗方法이 확립되지 않은 관계로 그 豊凶을 인위적으로 조절할 수 없는 이 종의 繁殖時期와 그 生殖패턴을 明確히 함과 동시에 天然狀態에서의 幼生 出現의 增減을 조사하여서 키조개의 養殖開發을 위한 基礎資料를 얻기 위하여 本 研究를 행하였다.

## 材料 및 方法

본 연구에 사용한 재료는 1983년 7월부터 1984년 6월까지 매월 1회씩 키조개의 主生産地로 알려진 全羅南道 汝泊灣 入口에 위치한 滿月島 東쪽(Fig.1)에서 桁網에 의해 매회 20개체 이상을 채집하였다. 1983년 8월과 9월에는 慶尙南道 南海産을 채집하여 汝泊灣産과 비교 분석하였다. 키조개의 채집과 아울러 採集水域의 水溫, 鹽分濃度, 현탁 물질량을 매월 측정했다. 水溫은 浮上 온도계로써, 鹽分濃度는 比重計로써 현

탁 물질량은 Vandon 채수기로 채수한 후 그 沈澱量으로서 측정했다.

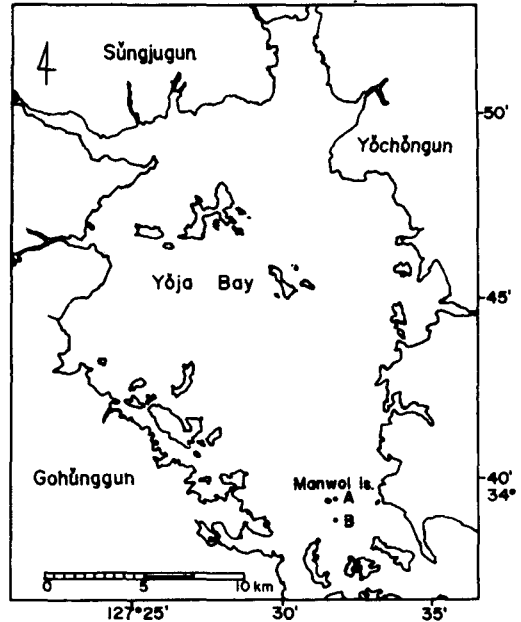


Fig. 1. Map showing the sampling stations A and B

채집된 키조개는 殼高, 殼長 및 殼幅을 측정하고, 貝殼 및 軟體部 各部를 측정했다. 그리고 매월 약 20개체는 生殖巢가 발달하는 內臟囊의 중심부 횡단면을 절개한 후 Bouin 氏液에 固定하여 파라핀 包埋, Mayer Hematoxylin-Eosin 으로 2重 염색한 후 組織觀察用 永久標本을 만들고 현미경하에 관찰하여 個體別로 成熟度를 判定하였다.

한편 키조개 幼生の 分布狀況을 조사하기 위하여 이 종의 産卵期로 추정되는 1984년 4월 하순부터 6월 하순까지 每月 2個 採集點을 설정하고 XX No.13 인 플랑크톤 넷트를 사용하여 수심 13 m 되는 바닥부터 표층까지 垂直採水에 의해 浮游幼生을 채집했다.

## 成熟度の 判定

키조개의 生殖腺의 組織을 관찰하고 그 成熟度를 아래의 基準에 의해 判定했다. 한 個體內에서 複數의 成熟도가 나타날 경우에는 組織像의 면적이 넓은 쪽을 택하였다.

1. 休止期: 生殖細胞가 전혀 확인되지 않고 雌雄의 識別이 不可能한(Plate I-5).

2. 發達期前期: 內臟囊을 둘러싼 生殖腺이 암컷은

桃紅色, 수컷은 흰색으로 着色하기 시작한다. 生殖腺의 組織 관찰에서는 生殖原細胞 및 生殖母細胞를 가지고 있으며, 遊離卵母細胞 및 精子는 관찰되지 않는 濾胞(follicle)\*가 나타난다(Plate I-1, 6).

3. 發達期後期: 濾胞壁側에는 生殖原細胞와 生殖母細胞가 發達하는 한편, 遊離卵母細胞와 精子가 濾胞腔에 밀집한다. 結合組織에서 生殖腺이 차지하는 比率이 최고로 된다(Plate I-2, 7).

4. 放卵放精期: 濾胞壁側에 있는 生殖原細胞의 비율이 줄어들고 部分的인 放卵放精이 일어남으로써 遊離卵母細胞와 精子의 밀도가 저하된다(Plate I-3, 8). 成熟이 進行됨에 따라 遊離卵母細胞 내의 卵核胞가 커진다.

5. 放卵放精後期: 生殖原細胞, 生殖母細胞는 더욱 감소하고, 濾胞腔은 卵母細胞와 精子의 放出로 인하여 빈 상태이다(Plate I-9).

6. 退縮期: 濾胞膜이 萎縮되고, 그 자리는 結合組織으로 채워진다. 濾胞腔에 殘存하는 卵母細胞 및 精子는 變形하며 萎縮된다(Plate I-4).

(\*用語는 Sastry(1979)를 따랐다)

### 結 果

1983년 7월부터 1984년 6월까지 全南 汝消灣內 瀟月島 부근의 水溫, 鹽分 및 懸탁물질량의 年中變化는 Fig. 2 과 같다.

年中 最高水溫은 7월 하순으로 26.3°C였고, 最低水溫은 1월로 0.5°C였다. 鹽分은 7월과 9월을 제외하고 年中 30% 이상이었다. 海水 1l에 포함된 懸탁 물질의 양은 每月 일정하지는 않았으나 일반적으로 바닥 가까이에서 많고 表層에 적은 分布를 보였다.

調査個體 중에 가장 큰 것은 1984년 6월 26일 채집한 것으로 殼高 37.5 cm, 殼長 19.5 cm, 殼幅 8.82 cm, 殼重量 521.8 g이었고, 總濕肉重量 230 g 중에서 貝柱濕重量은 57.6 g이었다. 이들의 殼長에 대한 殼高의 相對成長式을 구한 結果는 Fig. 3에서와 같이  $y=1.3421x+7.3591$  이었다.

이 때 양측의 標準誤差를 보면 殼長이 1.521 인데 비해 殼高가 2.700 으로 殼長보다 殼高의 散布度가 매우 컸다. 그리하여, 生殖腺이 發達하는 내장낭의 月別 增重指數(내장낭/각장×100)는 보다 變異가 적은 殼長과의 比에서 구했는데 그 結果는 Fig. 4과

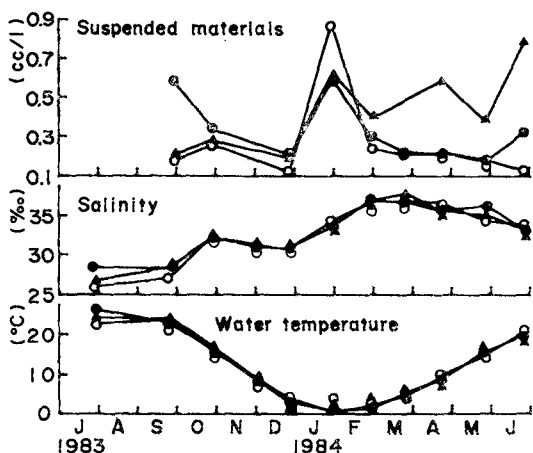


Fig. 2. Monthly fluctuations of water temperature, salinity and suspended materials in Yôja Bay  
●: water surface, ▲: mid-layer, ○: bottom layer

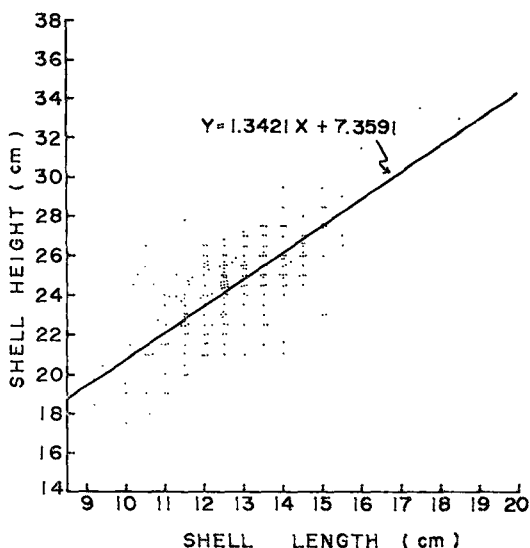


Fig. 3. Relationship between shell length and shell height in pen shell, *Atrina pectinata japonica* from Yôja Bay

같다.

이 내장낭의 增重指數는 7월부터 10월까지 계속 감소하여 10월에 최소(4.71)로 되고 11월부터 증가하여 12월에 最大(11.31)로 되었다. 그 후 減少의 추세로 變動하여 6월에 현저하게 減少(7.76)했다. 즉 增重指數가 낮은 6월부터 10월間과, 增重指數가 높은



Fig. 4 Monthly variation of fatness index (visceral mass/shell length  $\times$  100) in pen shell from Yôja Bay

은 11월부터 5월까지의 2群으로 크게 나눌 수 있다. 한편, 各 個體別로 나타난 成熟度의 月別 頻度分布를 整理한 結果는 Fig. 5 와 같다.

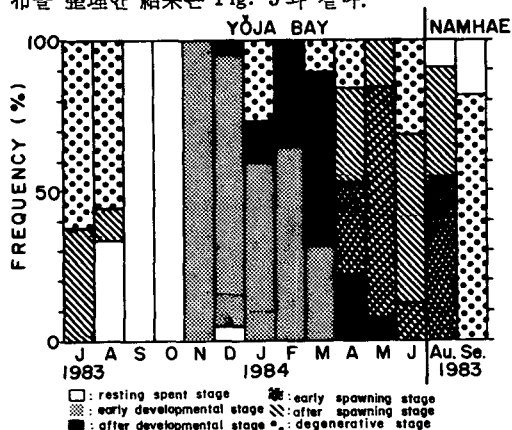


Fig. 5. Seasonal variations in gonad developmental stages of pen shell, *Atrina pectinata japonica* in Yôja Bay and in Namhae

즉, 1983년 7월의 개체는 50% 이상이 退縮期, 그 나머지가 放卵放精 後期인 데 비해, 8월은 退縮期 個體가 50% 이상이기 는 하지만, 休止期 個體가 30% 이상 이어서, 7월에서 8월로 가면서 放卵放精이 끝나고, 休止期로 移行함을 나타내었다.

汝洑灣産과 比較하기 위해 採集한 8月 3日의 南海産을 보면, 50% 이상의 個體가 放卵放精 前期였는데, 대부분의 암컷의 生殖腺에서 卵核胞와 核仁이 消失되거나 核分裂이 行해지고 있는 放卵 直前의 成熟한 卵母細胞가 大量으로 發見되였다. 그리고, 약 36%의 個體가 放卵放精 後期였고, 약 10%가 休止

期 個體였다. 1개월 후인 9월 2일에는 약 80%가 退縮期였고, 약 20%에서 休止期 個體가 나타났다. 즉, 8월은 放卵放精 前·後期 個體가 대부분이었는데 비해 9월에 와서 급격한 生殖腺의 退縮現象을 나타내어서 같은 시기의 汝洑灣産 키조개의 成熟도와는 서로 相異함을 보여 주었다.

汝洑灣産 키조개의 生殖腺에서 生殖原細胞가 나타나는 것은 10월부터였지만, 이 때는 부분적으로 少量의 始原細胞가 나타날 따름이어서 雌雄 判別조차 불가능했다. 11월에는 全個體가 發達期 前期였으며 雌雄의 判別도 가능했다. 그러나 부분적으로 發達期狀態에서 成熟이 정지되어 어린 卵母細胞가 濾胞壁에 붙은 채 萎縮 혹은 變形되는 것이 관찰되었다. 또 喰細胞(phagocytic cell)가 濾胞腔에서 확인되는 個體가 80%였다. 이러한 現象이 1984년 4월까지 계속되나 한편으로는 서서히 成熟이 進行되어서 2월에는 약 35%가 發達期 後期 個體였다. 3월에는 個體別로 生殖腺마다 부분적인 退縮現象을 보이면서도 약 60%가 發達期 個體였다. 放卵放精 前期 個體는 4월에 나타났는데, 이 때는, 發達期 後期和 放卵放精 後期, 退縮期 個體 등이 아울러 나타났다. 5월에는 약 75%가 放卵放精 前期 個體였고, 그의 放卵放精 後期 및 發達期 後期 個體가 出現하여 放卵放精이 일어나고 있음을 보여 준다. 6월에는 放卵放精 前期 個體가 약 12%로 감소하고 放卵放精 後期 個體가 55% 이상이었으며 退縮期 個體가 31% 出現했다.

키조개의 浮游幼生은 1984년 4월에는 전혀 나타나지 않았다. 5월 26일에는 A 지점에서 단 1 個體, B 지점에서 2 個體가 확인되었다. 6월 26일에는 A 지점에서 37 個體, B 지점에서 30 個體가 出現했다.

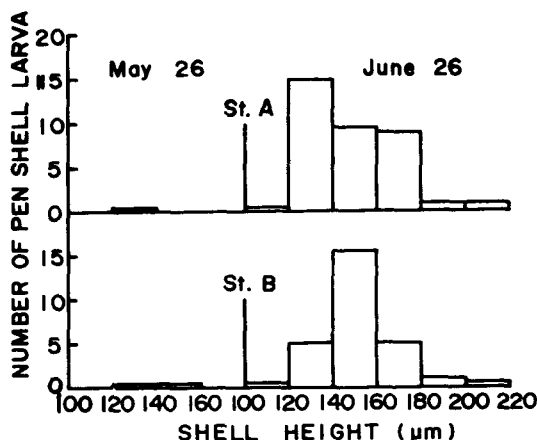


Fig. 6. Frequency distributions of planktonic pen shell larvae at 2 stations in Yôja Bay

## 키조개의 養殖開發에 관한 研究 (I)

Fig. 6는 浮游幼生の 殼高分布를 표시한 것이다.

出現한 浮游幼生の 殼高 範圍를 보면 5월에는 120~160  $\mu\text{m}$ 의 크기던 것이 6월에는 100~220  $\mu\text{m}$ 까지 分散되어 나타났는데 그 중 80% 이상이 120~180  $\mu\text{m}$ 이었다.

## 考 察

Kelley 등(1982)은 tritiated thymidin을 追跡者로 사용한 研究에서 美國產 진주담치인 *Mytilus californianus*의 精原細胞期부터 精子가 되기까지 精子形成에 소요되는 기간을 불과 10일간으로 斷定하고 있다. 그런데, 汝泊灣產 키조개의 生殖 패턴을 보면, 11월 이후 3월까지 發達期 前期 個體가 每月 10~30%出現하여 극히 완만한 속도로 成熟이 進行되는 듯이 보인다. 그러나, 이것은 成熟 自體가 個體別로 극히 완만하게 進行된다든가, 혹은 이 기간동안 成熟이 停滯함을 의미하는 것은 아니라고 할 수 있다. 왜냐하면, 이 때 萎縮狀態의 生殖細胞가 자주 관찰되는 점과 이 시기의 濾胞腔에서 喰細胞(phagocytic cell)가 확인된 점, 退縮現象 및 喰細胞가 관찰되지 않은 個體다 하더라도 遊離卵母細胞 및 精子가 있어야 할 濾胞腔이 비어 있는 점(Plate I-1) 등에서 推定할 때, 濾胞腔에서 生殖細胞가 發達하여 遊離卵母細胞 및 精子로 되면서 濾胞腔으로 밀려 나오면 그 즉시 喰細胞에 의해 退縮吸收되어 버리는 結果인 것으로 보여진다. 1월에 27%, 3월과 4월에 10% 이상의 退縮期 個體가 관찰된 것도 이 推定을 뒷받침해 주고 있다.

4월에서 6월에 걸쳐 生殖腺 發達狀況이 複雜한 樣相을 보이는 것은 5월의 主產卵期를 둘러싼 發達期 後期, 放卵放精前·後期 및 退縮期 등의 일련의 빠른 變化過程을 보여주는 것이다.

한편, 汝泊灣產과 南海產의 成熟度를 비교해 보면, 汝泊灣產이 每月末 採集群이고 南海產이 每月初 採集群인 점을 감안하더라도 汝泊灣產 7월 個體群이 放卵放精 後期和 退縮期만으로 繁殖盛期를 완전히 벗어난데 비해, 南海產 8월 個體群은 50% 이상이 放卵放精 前期에서 繁殖盛期에 있다고 할 수 있다. 이것으로 미루어, 키조개의 成熟度는 棲息條件의 영향을 상당히 받는 것으로 보여진다.

生殖腺 發達에 소요되는 기간이 짧으면서 放卵放精 기간이 긴 진주담치(劉 등, 1983)나 참굴(小笠原 등, 1962)과는 달리, 키조개의 繁殖生態는 긴 生殖

腺의 發達기간에 비해 짧은 放卵放精期를 가지는 것으로 特徵지워진다(Fig. 5).

水溫上昇期인 3~4월에 成熟이 進行되는 이 중이 어떤 內的·外的 要因의 變化에 의해 生殖腺 發達에 대한 抑制作用이 이완되게 되면 產卵期間이 길어지게 되고, 이것은 田中等(1958)이 지적한 바와 같은 數年만의 種苗 大發生으로 연결될 가능성이 매우 크다.

生殖腺을 포함하는 내장낭의 增重指數가 9월과 10월에 最下值를 보이는 것은 이 시기의 生殖腺이 전혀 發達하지 않는 사실과 一致하며, 11월과 12월 個體에서 增重指數가 급격히 증가하고, 거의 放卵放精 終了期에 해당하는 6월에 감소하는 점 등도 生殖腺의 發達程度와 잘 一致하고 있다.

또한 조개류의 貝殼成長에 관한 조사를 할 때, 最長值를 基準值로 하여 기타 形質과의 상관관계를 구하는 것이 일반적인 경향이다(柳 등, 1972, Allen, 1969). 그러나, 키조개의 경우는 最長值인 殼高의 標準誤差(2.700)가 殼長의 標準誤差(1.521)보다 커서 殼高의 變異가 더 크게 나타나고 있으므로 殼長을 基準值로 사용함이 타당한 것으로 사료된다.

한편, 4~5월 個體의 生殖腺에서 放卵放精의 흔적을 확인할 수 있었음에도 불구하고 浮游幼生の 出現量은 5월에 1~2個體에 불과했다. 6월에는 A, B 양 지점에서 30個體 이상의 浮游幼生을 채집할 수 있었는데, 전부 220  $\mu\text{m}$  이하인 初期 浮游幼生 뿐이었다. 그러므로 부착기 유생이 나타나는 것은 7월 이후로 추정된다. 끊임없이 이어지는 海水流動을 감안할 때 浮游幼生の 出現에 관해서는 보다 포괄적이고 세밀한 조사가 필요할 것으로 보여진다.

## 要 約

1983년 7월부터 1984년 6월까지 키조개의 養殖開發을 위한 基礎資料를 얻기 위하여 全南 汝泊灣產 키조개의 繁殖時期와 生殖 패턴을 파악함과 동시에 같은 海域에서의 浮游幼生 出現의 增減을 조사하였다. 조사개체 中 가장 큰 것은 1984년 6월에 채집된 個體로 殼高 37.5 cm, 殼長 19.5 cm였으며, 殼重量 521.8 g, 總肉重量 230 g이었고, 貝柱重量 57.6 g이었다.

生殖腺을 포함하는 내장낭의 殼長에 대한 增重指數는 10월에 最少였다가, 12월에 最大로 되었고, 그 후에 서서히 감소하다가 6월에는 현저히 감소하였다.

汝泊灣産 키조개의 年生殖周期은 7월에서 8월로 가면서 放卵放精이 전부 끝나고 9월에 전부 休止期로 되었다. 生殖細胞는 11월 이후 出現했으나, 이듬해 3월까지 심한 喰作用에 의한 抑制現象이 관찰되었다. 産卵期는 5월을 중심으로 하고 있으며 6월은 放卵放精 末期였다. 南海産과 비교한 結果, 棲息地域에 따라 成熟度에 差異가 있었다.

浮游幼生の 出現量은 4~5월에는 거의 없었으나 6월은 30 個體 이상이었다. 그러나, 전부 220  $\mu\text{m}$  이하인 初期 浮游幼生이 出現한 것으로 보아 付着期幼生은 7월 이후에야 出現하는 것으로 추정된다.

### 謝 辭

本 研究를 수행하면서 채집에 도움을 주었던 本大學大學院 배중태 君과 本大學 졸업생 崔秀權 君, 材料處理에 시간을 아끼지 않았던 本大學 4년생 金美鈴 양에게 심심한 謝意를 표한다. 또 南海産 키조개의 채집에 협력해 주신 水産振興院 魚類種苗課 種苗室의 여러분께 깊이 감사드리는 바이다.

### 文 獻

1. Allen J. A. 1969. Observations on size composition and breeding of Northumberland populations of *Zirphaea crispata* (Pholadidae: Bivalvia). *Marine Biology* 3, 269-275.
2. 崔圭權. 1980. 키조개의 크기와 重量과의 相關關係에 對하여 - I. 麗水水專大論文集 14, 37-41.

3. \_\_\_\_\_. 1981. 키조개의 形態變異에 對하여. 麗水水專大論文集 15, 27-29.
4. 한국무역협회. 1981. 1982. 1983. 무역통계연보.
5. Kelly R. N., M. J. Ashwood and D. V. Ellis. 1982. Duration and timing of spermatogenesis in a stock of the mussel *Mytilus californianus*. *J. mar. biol. Asso. U.K.* 62, 509-519.
6. 金英子 · 吳熙國 · 金鎮玉. 1981. 키조개生態調査. 水産振興院 事業報告 55호, 30-36.
7. 小笠原義光 · 小林歌男 · 岡本亮 · 古川厚 · 久岡實 · 野上和産. 1962. カキ養殖における抑制種苗の使用とその生産的意義. 内海區水研報 19, 1-153.
8. Sastry A. N. 1979. Pelecypoda(excluding Ostreidae). In "Reproduction of Marine Invertebrates". Vol. V, pp. 113-292. Academic Press, New York.
9. 水産廳. 1983. 어업생산량통계.
10. 田中二良 · 大島泰雄. 1958. 東京灣走水地先を中心としたタイラギの生産について. 水産増殖 6 (2), 1-12.
11. 渡邊一. 1930. 有明海におけるタイラギの養殖. 養殖會誌 8 (4, 5), 39-47.
12. 劉明淑 · 梶原武. 1983. ムラサキイガイの繁殖生態. 付着生物研究 4 (2), 11-21.
13. 柳晟奎 · 劉明淑 · 朴鍾南. 1972. 굴의 양식에 관한 생물학적 연구(I). 참굴의 成長. 釜山水産大研報 12 (2), 63-76.
14. 吉田裕. 1956. 有明海産有用二枚貝の初期生活史. (1) 타이라기, 코케가스, 水産講習所研究業績 193, 115-122.
15. \_\_\_\_\_. 1964. 貝類種苗學. 128-132.

Plate I

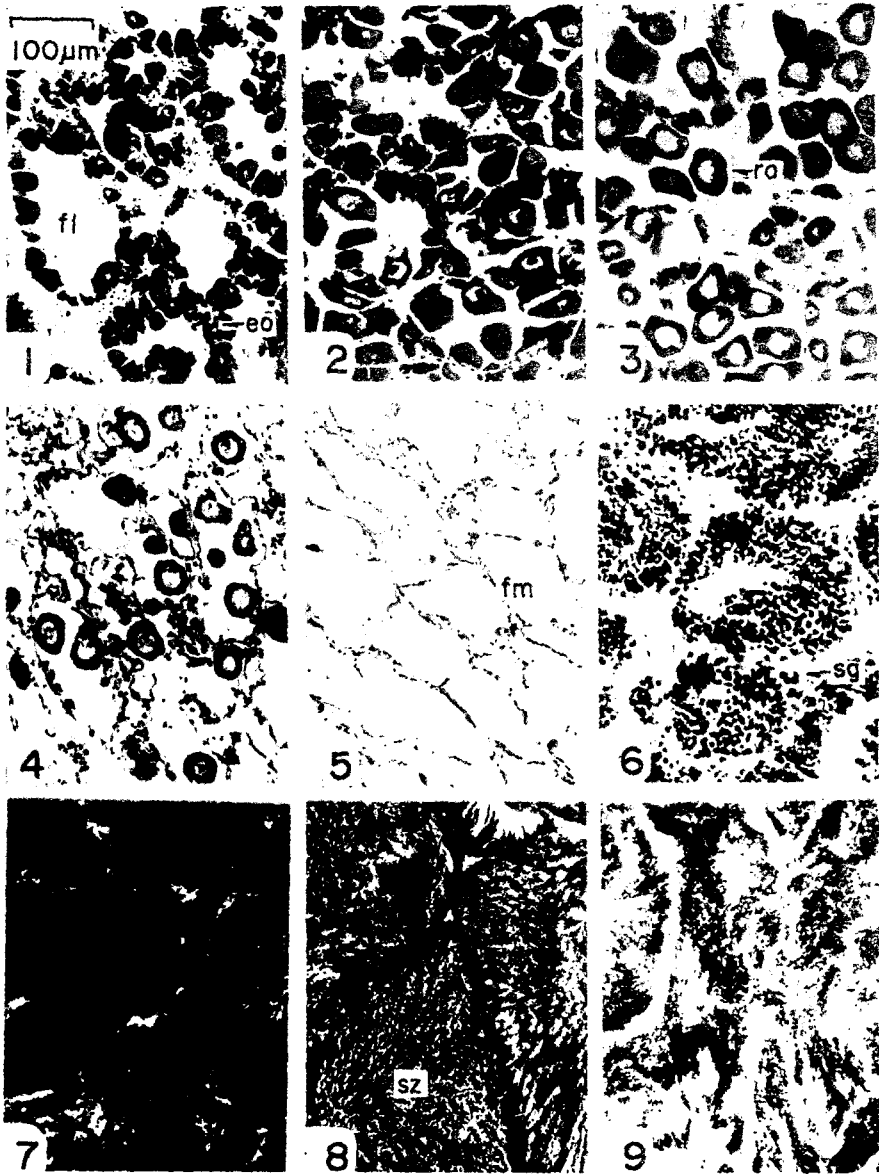


Plate I. Sections of gonad tissue from pen shell, *Atrina pectinata japonica*. All the photomicrographs were taken at the same magnification and scale(100 $\mu$ ) is provided in Fig. 1

- Fig. 1. Early developmental stage of female. Free oocytes do not yet appear in follicles  
 Fig. 2. After developmental stage of female. Follicles are well developed and filled with unripe ova  
 Fig. 3. Early spawning stage of female. To note enlarged germinal vesicle  
 Fig. 4. Degenerative stage of female. Follicles are shrunken and residual oocytes atrophied  
 Fig. 5. Resting spent stage  
 Fig. 6. Early developmental stage of male. Sperm do not yet appear in follicles  
 Fig. 7. After developmental stage of male  
 Fig. 8. Early spawning stage of male. Sperm density lowered  
 Fig. 9. After spawning stage of male

eo: early oocytes, ro: ripe oocytes, fm: follicle membrane, sg: spermatogonia, sz: spermatozoa