

## 오분자기, *Sulculus diversicolor aquatilis*(Reeve) 의 生殖細胞形成 · 生殖週期 및 產卵誘發

李 定 宰 · 李 昌 奎  
(濟州大學校 海洋資源研究所)

### Gametogenesis, Reproductive Cycle and Inducing Spawning of the Abalone, *Sulculus diversicolor aquatilis* (Reeve)

Jung Jae Lee · Chang Kyu Lee

(The Marine Resources Research Institute, Jeju National Univ.)

#### Abstract

The histology of gonads during gametogenesis and reproductive cycle, and on induction of spawning and development of Jeju Island abalone, *Sulculus diversicolor aquatilis* (REEVE) were studied by photomicrography and embryologically. The sex ratio is approximately 1:1. The outer gonadal wall is similar in both sexes. It consists of an epidermis which is a simple, glandular, columnar epithelium. A fibromuscular capsule which is compacted by connective fibers, muscle fibers, and many bundle of immature muscle fibers occurs beneath the epidermis. Gonadal branching lobuli project inward from the outer wall of the gonad and some extend all the way to the inner gonadal wall. The gonadal lobuli are surrounded by a germinal epithelium and primordial germ cells are produced by the germinal epithelium. With development of germ cells, it moves toward digestive gland, the outer-inner walls of gonad, and the germinal epithelial lobuli are gradually flatten. With increasing oocyte size, the nucleolus increases in basophilia and becomes more distinct. Buds and vacuole appear in the nucleolus indicating production of ribosomal RNA. Necrosis of vegetative oocyte was observed in each monthly sample. The first visible sings of necrosis occur in the nucleus. The chromatin becomes strongly eosinophilic. The nuclear membrane convolutes and breaks down; the nucleus shrinks and gradually disappears. With development of oocytes increases yolk and lipid granules in the cytoplasm. The mature sperm head is ca.  $4\mu\text{m}$  and the tail is ca.  $40\text{-}50\mu\text{m}$  in length. The sperm head attached on the epithelial lobuli and the tail toward the gonadal cavity. The changes of the condition factors and the gonad maturity indices are closely related to the seawater temperature fluctuations. The reproductive cycle can be divided into five stages: multiplication, growth, maturation, spent and recovery stages. The peak of spawning from July-Sept. in Jeju Island. As for the amount of stimulus, it is obvious that the spawning rates increases with the irradiation and reduce the time required for initial spawning. UV-rays irradiation after exposure to air methods are more effective than UV-rays irradiated seawater treatment only. The initial developmental process of this abalone is similar to the results of Oba(1964).

緒 論

전복屬(*Haliotis*)의 現存種은 約 100種에 達하며 太平洋·印度洋·大西洋 等に 널리 分布하며, 이미 先史時代부터 食用으로 利用되었음이 貝塚의 研究에서 밝혀졌다.

産業的으로 有用한 大形種들이 美國의 캘리포니아沿岸, 南오스트라리아沿岸, 뉴질랜드沿岸, 日本沿岸에 그種이나 數量面에서 豊富하며 우리나라 沿岸에도 外洋水의 影響을 받고 褐藻類가 豊富한 沿岸에 分布한다.

전복類의 産卵과 生殖週期에 關한 報文은 南濠州産, *H. cyclobates*, *H. laevigata*, *H. ruber*, *H. roei* (Shepherd and Laws, 1974), 美國 캘리포니아産인 *H. corrugata* (Quintanella, 1966), *H. cracheroidii* (Booolootian et al., 1962; Webber and Giese, 1969), *H. rufescens* (Bonnot, 1930; Scofield, 1930; Crocker, 1931; Booolootian et al., 1962; Cox, 1962; Young and Demartini, 1970), 日本·英國 및 프랑스産인 *H. tuberculata* (Crofts, 1937; Conchard, 1980; Hayashi, 1980), 뉴질랜드産인 *H. iris* 에 關한 報文 (Graham, 1941), *H. australis* (Poore, 1973), 南아프리카産 *H. midae* (Newman, 1967), 스웨즈만産인 *H. pustulata* (Pearse, personal communication) 와 우리나라와 日本에 分布하는 *H. diversicolor diversicolor* (Takashima, et al., 1978), *S. diversicolor aquatilis* (Oba, 1964), *H. gigantea* (Kishinouye, 1894; Ino, 1952; Lee, 1974) *H. discus* (Kishinouye, 1894; Ino, 1952; Lee, 1974; Lee, et al., 1978), *H. discus hannai* (Ino, 1952; Tomita, 1967; Sakai, 1960; Lee, 1974; Lee, et al., 1978) 등에서 比較的 多數의 報文이 있으나 오분자기의 一種 *S. diversicolor diversicolor* 의 生殖細胞形成過程과 生殖週期에 關한 組織學的 研究로서 Takashima et al., (1978)의 報文이 있을 뿐이다. 한편 種苗生産의 一環으로 紫外線을 利用한 産卵誘發方法이 점차 效果가 認定되고 (菊地·浮, 1974a; 平野·中西, 1975; 平野·中西·福田, 1975; 中西·福田, 1978; 關, 1978; 李·李, 1981), 또 그 機作도 報告된 바 있다 (Morse et al., 1977).

以上の 여러 報文이 있으나 우리나라 오분자기의 生殖細胞 形成過程과 生殖週期 및 發生에 關한 研究業績이 없어서 점차 減少해가는 資源을 保護하며 增殖할 수 있는 對策을 樹立하는데 基礎資料를 얻고져 本 研究를 實施하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

實驗材料은 1980年 7月부터 1981年 12月까지 濟州沿岸 四個地域 (Fig. 1)에서 月週期로 海女에 의하거나

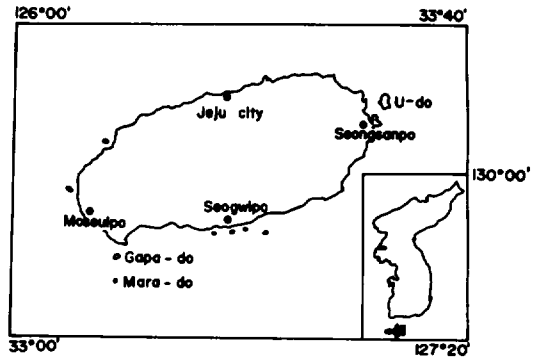


Fig. 1. Map of Jeju coast showing abalone collecting sites.

直接 採集한 것을 地域別로 10個體씩, 總 40個體를 濟州大學校 海洋資源研究所에 옮겨 生物學的 諸測定과 同時에 몸의 右側 後部에 突出한 角狀突起의 外側을 싸는 生殖巢와 內側 肝臟一部를 摘出하여 使用하였다.

産卵誘發과 發生에 使用한 材料는 生殖巢의 熱도가 좋고 活力있는 個體를 當수 선택하여 飼育水槽 (170cm × 70cm × 20cm)에 收容 餌料를 投餌하면서 수시로 産卵誘發과 發生材料로 使用하였다.

2. 方 法

每月 實驗材料 40個體의 殼長(L), 肉重量(MW) 및 生殖巢重量(GW)을 測定하여 Condition factor ( $MW/L^3 \times 100$ )와 Gonad maturity index ( $GW/MW \times 100$ )를 求하여 全 個體數의 平均値로 表示했다.

한편 角狀突起의 中央部 (Fig. 2)를 中心으로 肝臟部의 一部를 포함하는 生殖巢의 小片을 Bouin 固定液에 24時間 固定한 後 Paraffin 切片法에 의해  $5\mu$ 으로 連續切片을 만들어 Hansen's hematoxylin 과 0.5% eosin으로 比較 染色하여 月別卵徑變化, 生殖巢와 上皮層의 두께 및 卵徑에 따른 核과 仁의 變化를 測定하였으며, 아울러 生殖細胞 形成過程을 光學顯微鏡을 利用하여 調査하였다.

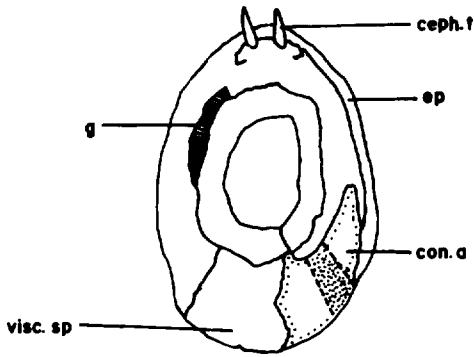


Fig. 2. Dorsal View of an abalone with shell removed.  
ceph. t: cephalic tentacle; con. a: conical appendage; ep: epipode; g: gill; visc. sp: visceral spiral.

한편 産卵誘發 方法으로는 紫外線照射流水法和 水温刺戟 또는 于出刺戟을 한 後 紫外線照射 海水로 流水시켜 比較하였다. 紫外線照射는 東芝製 紫外線燈(15 W, 2537A\*) 1~4台를 使用하였고, 照射海水의 紫外線照射量은 菊地·浮(1974a)의 公式에 의해 算出하였다.

發生過程은 紫外線照射海水 流水法에 의해 放卵·放精한 材料를 使用하였는데 이때 水温은  $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 維持하면서 계속 관찰하였다.

## 結 果

### 1. 生殖巢의 外部形態

오분자기의 生殖巢는 他의 전복類와 같이 角狀突起의 肝中腸部 外側을 被覆하고 있으며 雌雄이 同 하나 生殖巢가 成熟함에 따라 卵巢는 짙은 綠色으로 되고 精巢는 乳白色을 띤다.

### 2. 生殖巢의 構造와 生殖細胞形成

生殖巢의 皮層은 單層 腺性 円柱上皮로 構成되며 円柱上皮細胞들 사이에 好酸性이고 많은 顆粒을 含有하는 球形 또는 棍本모양의 큰 腺性細胞가 드문 드문 또는 여러개가 密集되어 存在한다. 上皮層 下方에는 結締纖維와 筋纖維가 緻密하게 結合되어 縱橫으로 달린다 (Pl. I-Fig. 1).

上皮層 筋纖維膜 基底部에서 管狀의 生殖小葉들이 發達하여 生殖巢의 內側壁와 一部는 連結되어 房形을 形成한다.

#### (1) 卵巢와 卵子形成

卵巢의 外側壁 基底膜에서 發達한 卵巢小葉의 外側 生殖上皮에서 卵原細胞들이 組織中에 埋沒되어 活潑하게 分裂增殖되는데 이때의 細胞는 長徑이  $7\mu$ 内外로서 大体로 細胞質은 적고 큰 核을 所有한다(Pl. I-Fig. 2)

卵原細胞가 成熟分裂을 通해 卵母細胞로 되면서 細胞質은 增加되고 核의 한쪽에 染色質의 吻合이 일어나 初生달 모양이 된다. 이어 染色質은 分散되어 核內에 고르게 分散된다. 再次 染色質이 뚜렷해져서 核의 中央部에 位置하며 이時期以後에 細胞質의 급속한 增加와 卵巢小葉에서 卵巢小腔쪽으로 突出되기 始作하여 小葉基底部에 卵柄이 形成되면서 점차 서양배 모양이 되고, 卵巢小葉에 로도송이 모양으로 排列하게 된다 (Pl. I-Fig. 2, 3).

서양배모양의 卵母細胞에 卵黃이나 脂肪粒의 蓄積이 뚜렷해진다(Pl. I-Fig. 3).

卵柄所有 卵母細胞의 核은 卵柄의 反對面에 치우쳐 位置하고 뚜렷한 仁을 所有하며, 仁의 한部分에 出芽가 形成된다.

卵細胞의 크기에 따른 核과 仁의 크기를 比較한 것이 Fig. 4인데, 核은 完熟卵에 이르기까지 계속 成長하나, 仁은 初期 卵母細胞에서 급격히 成長하여 以後에는 매우 완만하다.

$210\mu$ 内外의 完熟卵이 되면 核은  $75\mu$ 内外까지 成長하는데 比해, 仁은  $15\mu$ 程度로서 核의 成長에 比하면 매우 限定的인데 이것은 細胞質과 核質의 增加가 월등하기 때문이다.

긴 卵柄을 가진 卵母細胞가 더욱 成熟되어  $130\mu$ 内外가 되면 卵巢小葉과 核間에 卵膜이 形成되어 卵巢小葉과 分離되면서 卵巢小腔을 채우게 된다(Pl. I-Fig. 4, 5).

卵巢가 肥厚하면 肝中腸組織은 壓迫되어 萎縮되며 卵巢의 内外側壁와 卵巢小葉은 점차 두께가 減少되어 卵巢가 最大로 肥厚되면 最少로 감소된다(Fig. 3).

卵巢가 完熟卵으로 차면 鰓室을 通해 呼吸孔으로 放出되고 卵巢는 一部 殘余 卵巢小葉과 未放出卵들이 存在한다(Pl. I-Fig. 7).

殘余의 卵巢小葉 小腔에 있는 殘有卵들은 退化過程을 거쳐 消失된다. 退化過程의 初期에는 核膜이 파괴되고 核質은 好酸性이 되며 分解와 擴散이 並行되면서 이어 仁이 파괴된다. 細胞는 점차 소멸 吸收된다(Pl. I-Fig. 8).

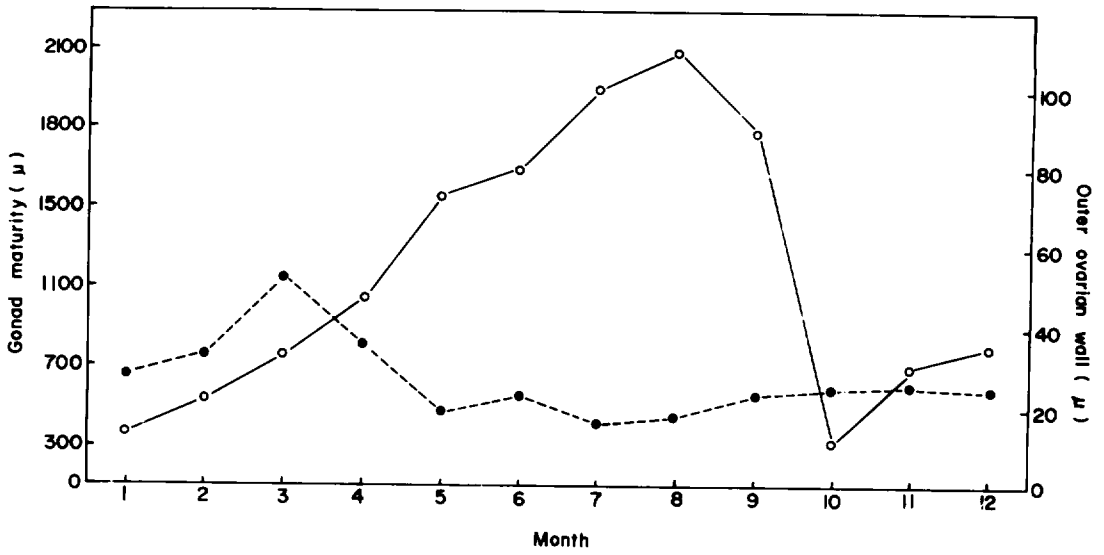


Fig. 3. Monthly change of gonad maturity and outer ovarian wall.

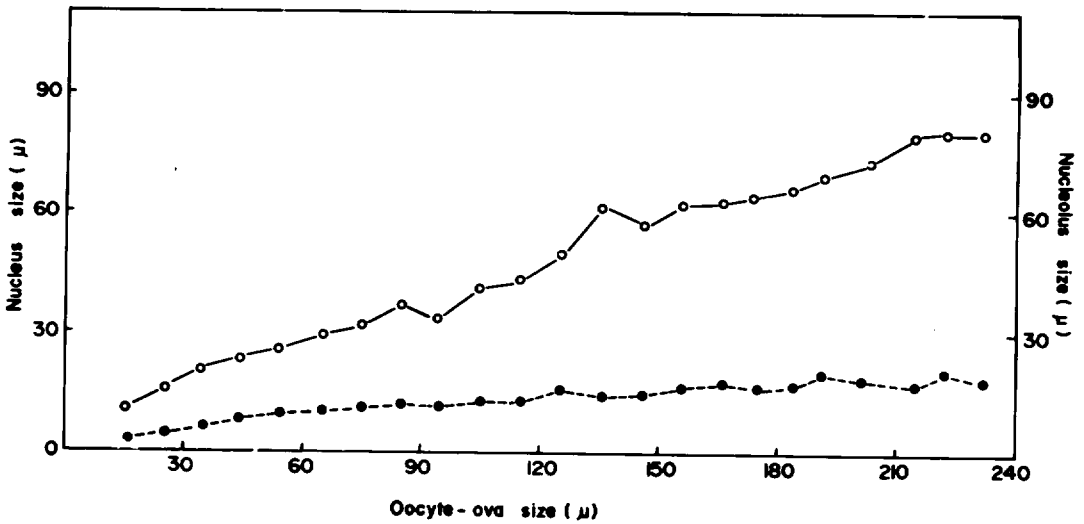


Fig. 4. Nucleus and nucleolus diameter relations at various oocyte-ova size in the abalone.

卵의 退化現象은 周年을 通해 나타나며 卵巢의 發達이 旺盛한 5月中에 前年 後期 成熟卵의 大部分이 退化한 個體도 있었다. 放卵에 이어 卵巢는 다시 回復되면서 卵巢의 内外側壁과 小葉은 肥厚되고 새로운 卵原細胞와 卵母細胞가 發達한다(Pl. I-Fig. 9).

(2) 精巢와 精子形成

精巢의 内外側壁 構造는 卵巢와 類似하며 精巢小葉의 生殖上皮에서 單獨 또는 密集 埋沒되어 있는 細胞長徑이 8 $\mu$  정도이고 6~7 $\mu$ 의 楕圓形의 큰 核을 所有하는 細胞가 初期 精原細胞이다(Pl. II-Fig. 10, 11). 精原細胞가 旺盛한 分裂增殖을 하여 精母細胞로 되는데 이 時期는 核內 染色系의 吻合이 일어나 核의 一極에 초생달 모양으로 나타난다(Pl. II-Fig. 12). 成熟分裂이 끝난 精母細胞들은 精細胞로 移行된다.

初期의 精細胞는 球形이고 2 $\mu$  정도의 뚜렷한 核을 所有하며 점차 棒狀精細胞로 形態變化가 일어난다(Pl. II-Fig. 13, 14, 15).

精細胞가 複雜한 變態過程을 거치 精子가 形成되는데 4 $\mu$  정도의 頭部와 40 $\mu$  内外의 尾部로 構成되어 있다(Pl. II-Fig. 16, 17)

精巢小葉에서 精原細胞가 發達해 가면 점차 精巢小腔을 向해 遊離되면서 4~5層의 精原細胞에서 精子까지 層狀排列을 한다.

完熟精子는 頭部를 精巢小葉에 尾部는 小腔에 번치고 排列해 있다(Pl. II-Fig. 17).

放精은 精巢의 内側에서 먼저 일어나며 完全히 放精이 終了되더라도 殘存 精子가 多數 남아 있다(Pl. II-Fig. 18).

放精한 精巢는 심하게 萎縮되지만 一部 殘存 精巢小葉이나 精巢의 内外側壁이 再次 肥厚되면서 새로운 精巢小葉이 發達하여 精巢는 새로운 生殖週기로 들어간다. 이런 現象은 周年을 通해 이루어진다.

3. 生殖巢熟度와 肥滿度

一般的으로 海産貝類의 生殖巢發達과 成熟은 外的 環境要因과 内的 分泌系統의 複合作用을 받으나, 水温의 變化가 큰 地域에서는 水温의 影響이 크다. 本 調査期間中 月別 地域別 水温은 Fig. 5와 같다. 最低水温은 2월에, 最高水温은 7~8월로 水温差가 현저하다.

調査地域別 生殖巢熟度指數 (Fig. 6)에서 城山浦産이 7월에, 他 地域産은 8월에 最高値에 달하며 양수간의 差는 西歸浦産을 除外하고 거의 없으며, 9월에 현저히

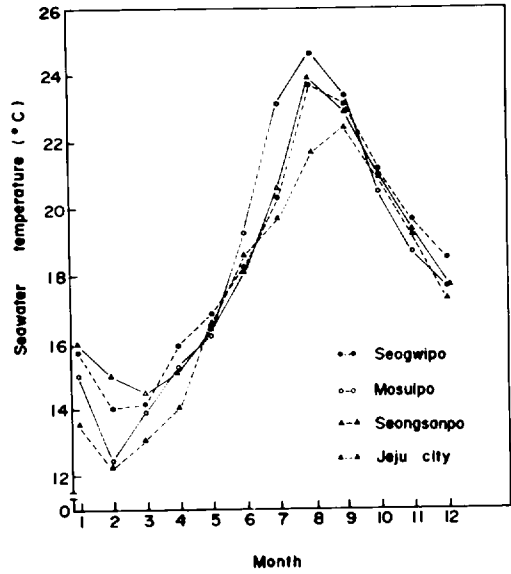


Fig. 5. Monthly change of seawater temperature in each sampling sites.

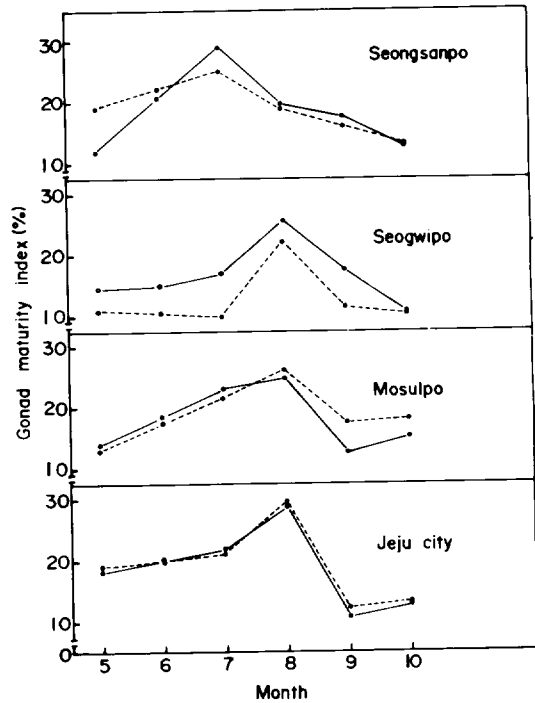


Fig. 6. Monthly change of gonad maturity index of the *S. diversicolor aquatilis*. Solid line represent female and dot line, male.

낮아진다.

한편 肥滿度 (Fig. 7)는 西歸浦産은 9月, 他 地域産은 8月에 大体로 크다가 以後 減少되는 경향이 있다.

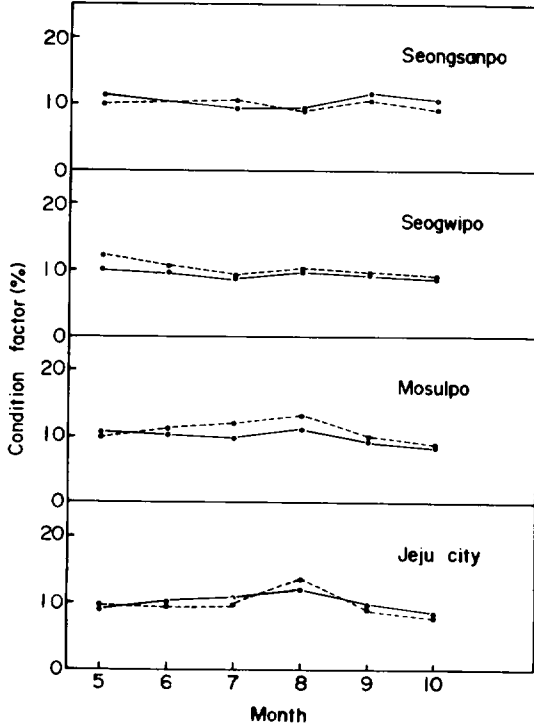


Fig. 7. Monthly change of condition factor of the *S. diversicolor aquatilis*. Solid line represent female and dot line, male.

以上の 生殖巢熟度指數와 肥滿度の 月別變化에서 8月을 中心으로 變化가 나타나는데, 이는 本 調査期間中の 最高水温期와 大体로 一致되는 점으로 보아 오분자의 産卵期는 水温과 密接한 關係가 있는 것으로 생각된다.

#### 4. 卵徑의 月別變化

卵徑  $10\mu$  以上을 月別로 綜合하여 4個 地域産의 平均値를 相對出現頻度로 나타낸 것이 Fig. 8이다. 年中을 통해서  $50\mu$  以下 卵母細胞의 出現頻度가 7~8月을 除外하고 높은 것은 年中 卵巢의 發達이 活潑히 이루어지고 있음을 알 수 있다.

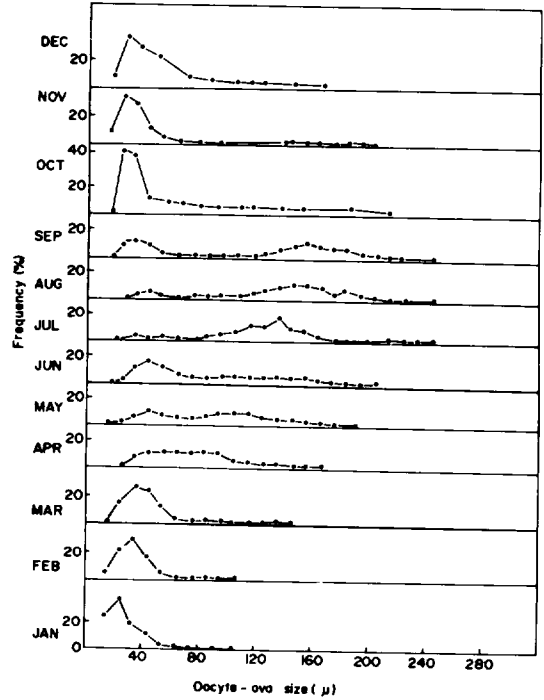


Fig. 8. Relative distribution of oocyte-ova diameter of various size classes in the ovary of the abalone through the reproductive cycle.

4月부터 8月까지 점차 卵母細胞가 成熟卵으로 移行되다가 8月에 成熟卵의 出現頻度가 가장 높고, 9月에는 小形의 卵母細胞가 增加되는데, 이것은 放卵과 새로운 卵原細胞의 分裂增殖이 일어나기 때문이다.

以上の 見地에서 成熟卵의 出現頻度가 變化하는 8月이 主産卵期라고 생각한다.

#### 5. 生殖週期

本種의 生殖週期를 卵巢를 中心으로 組織學的 所現에 따라 大体로 5期로 區分할 수 있다 (Fig. 9).

##### (1) 分裂增殖期

卵巢의 外側壁에서 發達하는 生殖小葉이 卵巢內腔으로 뻗어 環狀排列을 하며 生殖上皮中에서 卵原細胞의 分裂增殖이 活潑하게 일어나는 時期로서 一部の 卵原細胞는 卵母細胞로 移行되기 始作한다.

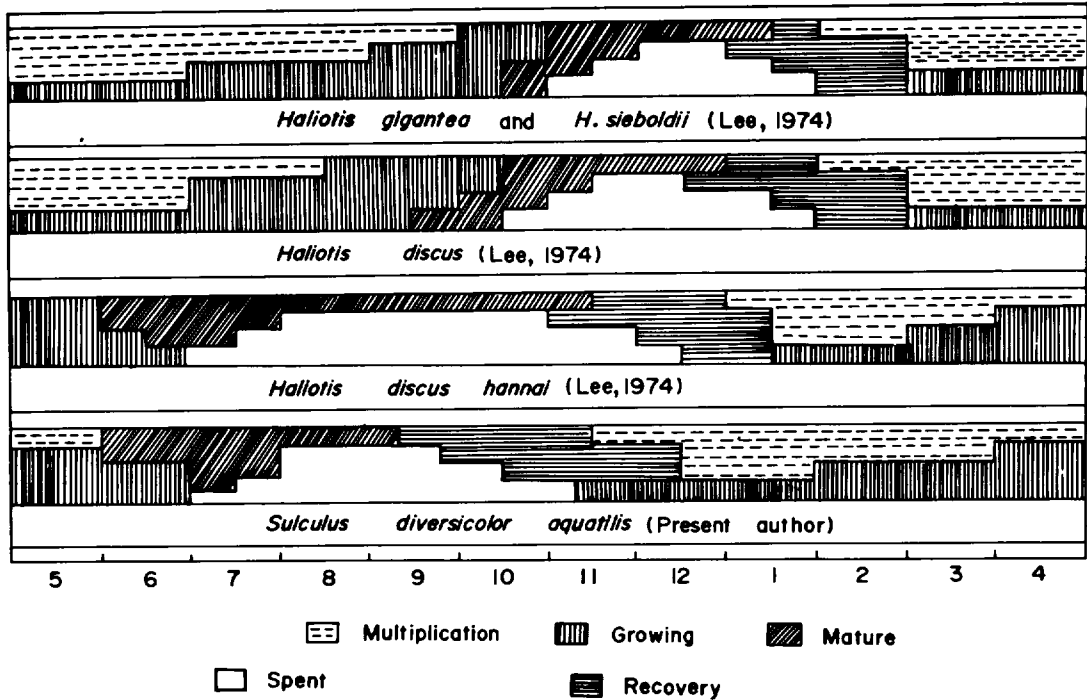


Fig. 9. Gonadal phases of the abalones of Korean waters.

이 時期는 11월부터 다음해 5월까지 계속되며 肉眼的인 卵巢의 識別이 어려우나 一部の 個體에서는 可能하다.

(2) 成長期

卵母細胞로 大部分 移行되어 成熟分裂이 活潑히 進行되면서 生殖上皮에서 突出되어 卵母細胞가 葡萄狀排列을 하며 細胞質의 增加와 卵黃物質과 脂質의 蓄積이 旺盛하고 卵柄의 伸長이 현저한 時期로 卵巢의 區別이 可能하다. 이 時期는 大体로 11월부터 다음해 6월까지 계속된다.

(3) 成熟期

卵母細胞의 卵柄이 消失되면서 生殖小葉에서 遊離되어 凹形의 成熟卵으로 되면서 成長하여 卵巢內腔을 充滿시켜 卵巢는 最大로 肥厚되며 질은 綠色으로 된다. 이 時期는 6월부터 9月中旬까지이며, 卵膜의 外側을 싸는 제라틴層이 두텁다.

(4) 放出期

卵巢에 充滿된 成熟卵의 제라틴被膜이 팽윤 파괴되면

서 放卵이 開始된다. 放卵이 끝난 個體의 卵巢는 萎縮되어 卵巢의 肉眼的인 識別이 어렵다. 이 時期는 7월부터 11月中旬까지 계속되나 最盛期는 8月이다.

(5) 回復期

卵巢大葉과 卵巢小腔 사이에 未放出 殘有卵들이 退化 吸收되면서 萎縮되었던 卵巢가 回復되는 時期로 9월에서 12月中旬까지 계속된다.

6. 產卵誘發과 發生

(1) 產卵誘發

전복類의 產卵誘發에 紫外線照射海水가 有効함이 報告되어 있어서 成熟한 個體에 紫外線照射海水와 水温刺戟 및 干出刺戟을 並行하여 얻은 結果가 Table 1 이다. 紫外線照射量이 增加됨에 따라 反應率은 높고, 干出刺戟後 紫外線照射海水를 流水시키면 反應率은 더욱 높다. 한편 水温刺戟後 紫外線照射海水를 流水시키면 오히려 反應率이 떨어진다. 이는 干出刺戟 보다 水温

Table 1. The rate of response and the time (hour and minute) required for initial spawning in *S. diversicolor aquatilis*

Treatment	Sex	Amount of irradiation (mWh/l)				
		0	101.6	186.6	286.3	352.1
UV rays irradiation	F	40 % (3.60)	50 % (3.40)	50 % (3.30)	80 % (3.10)	100 % (3.20)
	M	60 % (3.50)	40 % (3.10)	50 % (3.20)	65 % (3.10)	70 % (3.50)
UV rays irradiation after exposure to air	F	50 % (3.50)	60 % (3.34)	55 % (3.30)	100 % (3.20)	100 % (2.80)
	M	30 % (3.40)	50 % (3.20)	40 % (3.10)	80 % (3.15)	90 % (2.50)
UV rays irradiation after temperature treatment	F	30 % (1.50)	35 % (2.30)	56 % (0.60)	40 % (0.45)	80 % (0.30)
	M	80 % (1.00)	40 % (1.50)	70 % (0.40)	75 % (0.30)	85 % (0.45)

刺戟이 生理的 活力을 더 減少시킨 結果로 생각한다.  
실제로 水温刺戟을 받은 個體의 斃死率이 1出刺戟의  
경우보다 높았다.

(2) 發 生

海水水温은 23°C±1°C를 唯持하면서 初期 發生過程을  
調査한 結果가 Table 2와 Plate III이다.

Table 2. A comparison of the developmental data between *S. diversicolor aquatilis* and *H. diversicolor diversicolor*

Species	<i>S. diversicolor aquatilis</i>	<i>S. diversicolor aquatilis</i>	<i>H. diversicolor diversicolor</i>
2 cell stage	45-60 min.	30-60 min.	40 min.
4 cell stage	1 hour 30 min. -2 hours	45-1 hour 30 1 hour 30 min.	1 hour 45 min.
8 cell stage	2 hours 15 min.	2 hours	
Morula stage	3 hours 30 min.	2 hours 50 min.	2 hours 35 min.
Gastrula stage	4 hours 10 min.	4 hours	3 hours 15 min.
Trochophore stage	5 hours 20 min.	4 hours 40 min. - 5 hours 30 min.	5 hours 45 min.
Hatch out	7 hours	6 hours	7 hours
Veliger stage	11 hours-12 hours	10 hours - 11 hours	
Creeping stage	41 hours-45 hours	43 hours - 46 hours	66 hours - 170 hours
Rearing water temp.	23.1 - 23.5 °C	26.2 - 26.8 °C	25.6 - 27.5 °C
Author	Present Authors	OBA, 1964	NISHIMURA et al., 1969



受精卵은 바로 受精膜이 形成되고 다소 넓은 團卵腔이 생긴다(Pl. III-Fig. 1). 受精 5~6分後에 第1, 第2極體가 放出되고 45~60分後에 第1分裂이 일어나며 割球는 外卵膜까지 채워진다(Pl. III-Fig. 2). 受精後 1時間 30分에서 2時間경에 第2分裂에 이어 3時間 30分이 되면 桑實期에 이른다(Pl. III-Fig. 4). 受精後 5時間 20分경에 初期 担輪子幼生이 되고 纖毛運動으로 卵膜內에서 움직이기 始作한다(Pl. III-Fig. 5).

受精 7時間後에 担輪子幼生은 卵膜을 뚫고 나와 점차 浮游期에 들어간다(Pl. III-Fig. 6). 이 時期의 크기는 幅이 150 $\mu$ , 길이가 180 $\mu$ 内外이다. 受精後 12時間이 경과하면 얇고 透明한 貝殼을 갖는 被面子로 되며 内部器官의 發達과 緣膜이 形成된다. 이어 몸의 꼬임이 일어나고 眼點과 頭部觸角, 다리의 發達과 貝殼蓋를 갖춘 幼殼幼生이 되면서 점차 底面으로 가라앉아 受精後 41~45時間이 되면 葡萄期로 된다(Pl. III-Fig. 8).

## 考 索

전복類는 雌雄異體이며 大部分의 性比는 1:1로 報告되어 있다(Crofts, 1929; Quintanella, 1966; Newman, 1967; Quayle, 1971; Webber and Giese, 1969; Young and Demartini, 1970; Poore, 1973; Lee, 1974; Shepherd and Laws, 1974). 오분자기에서도 殼長 3~7cm의 群에서 性比는 1:1이었다.

전복類의 外側生殖巢壁은 單層 腺性 門柱上皮로 構成되어 있고 암수가 類似하다. 上皮層 바로 下方에는 *H. lamellosa*(Bognari, 1953), *H. tuberculata*(Crofts, 1929), *H. midae*(Newman, 1967)의 경우 結締組織으로만 構成되어 있다고 하였고 Newman(1967)은 非收縮性組織이라고 報告한 바 있으나 結締組織을 따라 筋細胞와 有似한 構造의 筋纖維가 存在하여 電氣刺戟에 角狀突起의 外層이 收縮한다고 報告한 바도 있다(Young and Demartini, 1970). 또 Lee(1974)는 上皮層에 機能을 알 수 없는 Osmophilic cell이 存在한다고 報告하고 있다. 오분자기는 單層 腺性 門柱上皮로 構成되어 있고 바로 下方에 結締組織과 筋纖維로 結合되어 있고 未熟 筋纖維束으로 생각되는 것이 分布하며 Osmophilic cell도 확인할 수 있었다.

生殖小葉은 外側生殖巢壁의 基底膜에서 內側을 向하여 發達하여 生殖細胞의 成長에 따라 生殖巢內腔을 充滿시켜 生殖巢는 肥厚되는데 生殖細胞의 成熟과 比例하여 生殖巢壁과 生殖小葉은 貧弱해진다. 이는 生殖細

胞의 成熟에 必要한 營養分의 供給과 生殖小葉의 伸長 發達과 關係가 있는 것으로 생각된다.

生殖巢의 分化와 成熟은 光週期和 内部調節 因子에 있다고 하며 水温은 成熟代謝過程의 促進에 限한다고 報告한 바 있고(Conchard, 1980), 水温의 變動과는 關係가 없다고도 한다(Webber and Giese, 1969).

그러나 水温의 季節的인 差가 현저한 地域에서는 水温의 영향이 生殖巢의 成熟에 促進의 역할을 하리라 생각한다. 本種의 경우 生殖巢의 發達は 周年을 通해 일어나며 最成熟期는 高水温期와 一致함을 볼 때 水温은 生殖巢發達에 促進의 作用을 하며 이와 더불어 水温以外的 內的要素 및 外的 環境要素가 複雜한 相互作用으로 이루어진다고 생각된다. 이러한 報告가 Loosanoff等(1952)에 의해 言及된 바도 있다.

配偶者의 發達에 營養細胞가 관련한다고 報告되어 있다(Lee, 1974; Takashima et al., 1978). 本種에서도 配偶子의 發達이 旺盛한 生殖小葉이나 卵柄과 生殖小葉의 連接部位에 不定形의 크고 긴 核을 所有하는 細胞가 一種의 營養細胞로 간주된다.

長徑 50 $\mu$ 内外의 卵母細胞에 卵黃顆粒의 蓄積이 나타나는데 *H. diversicolor diversicolor* (Takashima et al., 1978)에서도 類似한 結果를 報告한 바 있다.

配偶자가 放出된 後 休止期에 들어가 生殖細胞가 存在하지 않는 貝類도 있으나(Loosanoff, 1962; Orton et al., 1956), 전복類는 年中 生殖巢의 發達이 계속된다고 한다(Webber and Giese, 1969; Young and Demartini, 1970; Shepherd and Laws, 1974; Lee, 1974; Hayashi, 1980). 本種도 年中 生殖巢의 發達이 계속되고 있음을 볼 수 있었다.

전복類의 生殖巢指數로서 生殖週기를 推定하는 것은 不適當하다고 言及된 바 있으나(Webber and Giese, 1969) 本種에 있어서는 生殖巢熱度指數의 月別變化가 大体로 生殖週기와 一致함을 알 수 있었다.

전복類의 產卵期를 中心으로 夏季產卵群·夏季以外的 產卵群·年中產卵群으로 分類한 바 있는데(Shepherd and Laws, 1974) 이를 綜合한 것이 Fig. 9이다.

本種은 夏季產卵群에 屬한다. 다만 夏季以外的 產卵群中에서 冬季產卵群을 分離하는 것이 타당하리라 생각한다.

種에 따라 產卵期가 다른 것은 季節的인 水温變動, 光週期, 營養 및 内分泌素의 複合作用에 起서된다(Kinne, 1970)고 하나 아직 많은 問題가 남아 있다고 생각한다.

			SPRING	SUMMER	AUTUMN	WINTER												
Month(Northern):			M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M			
Month(Southern):			S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S			
1	<i>H. cyclobates</i>	Tipara Reef, S, Australia	Shepherd et al., 1974	_____														
	<i>H. laevigata</i>	"	"	_____														
	<i>H. pustulata</i>	Golf of Suez	Pearse			_____												
	<i>H. corrugata</i>	Baja California	Quintanella, 1966	_____														
	<i>H. cracherodii</i>	Santa Monica	Leighton et al., 1963	_____														
	"	California, U. S. A	Booolootian et al., 1962			_____												
	<i>H. fulgens</i>	Baja California	Quintanella, 1966	_____														
	<i>H. tuberculata</i>	Chiba, Japan	Okuno, 1978	_____														
	"	England	Croft, 1929				_____											
	"	France	Croft, 1937			_____												
	<i>H. iris</i>	New Zealand	Graham, 1941	_____														
	<i>H. diversicolor diversicolor</i>	Japan	Takashima et al., 1978				_____											
	"	Jeju, Korea	Present author, (Unpublished)			_____												
	<i>S. diversicolor aquatilis</i>	Jeju, Korea	Present author, 1981			_____												
	"	Chiba, Japan	Oba, 1964				_____											
"	Japan	Okuno et al., 1978	_____															
2	<i>H. gigantea</i>	Japan	Kishinouye, 1894									_____						
	"	Tokyo, Japan	Tago, 1931										_____					
	"	Japan	Ino, 1952										_____					
	"	Jeju, Korea	Lee, 1974										_____					
	<i>H. sieboldii</i>	Japan	Kishinouye, 1894										_____					
	"	Japan	Ino, 1952											_____				
	"	Jeju, Korea	Lee, 1974											_____				
	<i>H. discus</i>	Japan	Kishinouye, 1894											_____				
	"	Japan	Ino, 1952											_____				
"	Jeju, Korea	Lee, 1974											_____					

			SPRING	SUMMER	AUTUMN	WINTER										
			M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	
Month(Northern):			S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
Month(Southern):			S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
3	H. ruber	South Australia	Sherpherd, et al., 1974			—										
	"	Beachport, S. Australia	"	—												
	"	Tasmania	Harrison, 1971			—										
	"	Jervis Bay, NSW	Karblis	—												
	H. discus hannai	Miyage, Japan	Ino, 1952													
	"	Southern Japan	Ino, 1952													
	"	Ibaragi, Japan	Ino et al., 1961													
	"	Hokkaido, Japan	Tomita, 1967													
	"	Miyage, Japan	Sakai, 1960													
	"	Busan, Korea	Lee, 1974													
H. midae	Stong Point S. Africa	Newman, 1967														
"	Sea Point, S. Africa	"														
"	Dassen I. S. Africa	"														
H. australis	Kaikoura N. Z.	Poore, 1973														
4	H. roei	South Australia	Shepherd et al., 1974													
	H. scalaris	Tipara Reef, Australia	"													
	H. rufescens	California, U. S. A	Young et al., 1970													
	"	"	Booolootian et al., 1962													

Fig. 10. Spawning season of various abalone species in four groups according to spawning season.

紫外線照射海水가 一部の 貝類에 効果가 있음이 밝혀져 있다(菊地·浮, 1974a).

本種에서도 反應率이 높으나 母貝의 生殖巢熟度에 따라 効果는 左右된다. 紫外線照射量에 따라 反應效果가 相異하나 過多한 照射量은 母貝의 致死率을 높이는 原因이 됨으로(Wedemeyer et al., 1979) 産卵誘發에 有效한 適定照射量이 究明되어야 한다. 水温刺戟後 紫外線照射海水를 流水시킨 경우보다 干出刺戟後 더욱 効

果가 있는데 이는 平野等(1975)의 結果와 同 一하였다.

本種의 初期發生의 經過는 Oba(1964)의 報告와 類 似하나 使用한 海水水温差에 따라 發生速度에 다소의 時間的 差異가 있다. 大体로 같은 屬의 近緣類라도 着 生期까지의 期間이 相異한데(Murayama, 1935; Ino, 1952; Kanno and Kikuchi, 1963; Oba, 1964; Lee et al., 1978) 本種은 受精後 45時間内外에서 着生個體가 나 타나나 個體差가 있다.

要 約

濟州産 오분자기, *Sulculus diversicolor aquatilis* (Reeve)를 對象으로 生殖細胞形成過程·生殖週期·産卵誘發 및 發生에 關하여 調査하였다.

1. 雌雄性比는 1:1이다.
2. 外側生殖巢壁의 構造는 雌雄이 類似하며 上皮層은 單層, 腺性円柱上皮로 構成되고, 上皮層下方에 結締纖維와 筋纖維가 緻密하게 結合된 筋纖維膜과 未熟筋纖維束이 存在한다.
3. 生殖小葉이 外側生殖巢壁에서 發達하여 一部는 內側生殖巢壁과 連結되며, 生殖小葉에서 發達하는 生殖細胞는 成熟하면서 內腔으로 遊離된다.
4. 生殖巢壁의 肥厚度는 生殖巢가 最大로 成熟했을 때 가장 낮다.
5. 仁은 成長함에 따라 塩基好性이 增加되며 仁의 한 부분에 出芽와 소형의 空胞가 나타난다.
6. 成熟卵의 脫痘가 每月 나타나며 초기징조는 核이 먼저 分解되면서 仁이 소멸되고 이어 細胞質이 붕괴된다.
7. 卵母細胞가 成長함에 따라 卵黃顆粒이 細胞質에 현저히 增加된다.
8. 完熟精子의 頭部는 4 $\mu$  정도이고, 尾部는 40~50  $\mu$ 이며, 頭部는 精巢小葉에 附着하고 尾部는 內腔에 遊離된다.
9. 肥滿度와 生殖巢熱度指數의 月別變化는 水温과 密接한 關係가 있다.
10. 生殖週期는 分裂增殖期, 成長期, 成熟期, 放出期 回復期가 年中 계속되며, 主 産卵期는 7~9月이다.
11. 紫外線照射量이 클수록 反應率은 높고, 放卵·放精에 所要되는 時間도 短縮되며, 干出刺戟後 紫外線照射海水를 流水시킨 경우가 더 効果적이다.
12. 初期發生過程은 Oba(1964)의 경우와 類似하다.

參 考 文 獻

Bolognari, A., 1953. Ricerche sulla sessualita di *Haliotis lamellosa* Lam. Arch. zool. Ital., 38, 361-402.  
 Bonnot, P., 1930. Abalones in California. Calif. Fish and Game., 16(1), 15-23.  
 Boolootian, R. A., Farmanfarman and A. C. Giese, 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species

of *Haliotis*. Biol. Bull. Woods Hole mar. Biol. Stn., 122, 183-192.  
 Conchard, J. C., 1980. Research on the factors determining sexuality and reproduction in *Haliotis tuberculata* L. Brest Univ. (France), 6, Mar 1980.  
 Cox, K. W., 1962. California abalone, Family Haliotidae. Calif. Fish and Game, Fish. Bull., 118, 1-133.  
 Crocker, R. S., 1931. Abalones. Fish Bull., Calif. Dept. Fish and Game, 30, 58-72.  
 Crofts, D. R., 1929. *Haliotis*. Liverpool Mar. Biol. Comm. Mem., Liverpool Univ. Press, 29 1-174.  
 ———, 1937. The development of *Haliotis tuberculata*, with special reference to organogenesis during torsion. Philos. Roy. Soc. London, Ser. B, 228, 219-268.  
 Hayashi, I., 1980. Reproductive biology of the ormer, *Haliotis tuberculata*. J. Mar. Biol. Asso. U. K., 60(2), 415-430.  
 平野忠·中西廣義, 1975. アワビ의 種苗生産. 青水増事業概要, 4, 93-100.  
 ———·———·福田慎作, 1975. アワビ의 種苗生産 青水増事業概要, 6, 131-141.  
 Ino, T., 1952. Biological studies on the propagation of Japanese abalone (Genus *Haliotis*). Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 5, 1-102.  
 Kanno, H. and S. Kikuchi, 1963. On the rearing of *Anadara broughtonii* and *Haliotis discus hannai*. Bull. Mar. St. Asamushi, Tohoku Univ, 11, 71-76.  
 菊地省吾·浮永久, 1974a. アワビ屬의 採卵技術に 關する研究, 第2報, 紫外線照射海水의 産卵誘發效果. 東北水研報, 33, 79-86.  
 Kinne, O., 1970. Temperature. in "Marine Ecology. A comprehensive Integrated Treatise on Life in Oceans and Coastal Waters." Vol. 1(1), 407-514.  
 李定宰·李廷烈, 1981. 重要養殖對象 貝類의 産卵誘發에 대한 紫外線照射海水의 影響. 濟大, 海資研報, 5, 9-15.

- Lee, T. Y., 1974. Gametogenesis and reproductive cycle of abalones. Publ. Mar. Lab. Busan Fish. College, 7, 21-50.
- \_\_\_\_\_, C. K. Pyen, P. Chin, and S. Y. Hong, 1978. Seed production and rearing of the abalone, *Haliotis discus hannai*. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan, 11, 47-61.
- Loosanoff, V. L., 1962. Gametogenesis and spawning of the European oyster, *Ostrea edulis* in Waters of Maine. Biol. Bull., 122(1), 86-95.
- \_\_\_\_\_, and H. C. Davis, 1952. Repeated semiannual spawning of Northern oyster. Science, N. Y. 115, 675-676.
- Morse, D. E., H. Duncan, H. Hooker, and A. Morse 1977. Hydrogen peroxide induces spawning in mollusk, with activations of prostaglandin endoperoxide synthetase. Science, 196, 268-300.
- Murayama, S., 1935. On the development of the Japanese abalone, *Haliotis gigantea*. J. Coll. Agri. Tokyo Imp. Univ., 8, 227-232
- Newman, G. G., 1967. Reproduction of the South African abalone, *Haliotis midae*. Invents Rep. Div. of Sea Fish. S. Africa, 64, 1-24.
- Oba, T., 1964. Studies on the propagation of an abalone, *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke-I. On the spawning habits. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 30(9), 742-748.
- Orton, J. H., A. J. Southward, and J. M. Dobb, 1956. Studies on the biology of limpets. 11. The breeding of *Patella vulgata* in Britain. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 35, 149-176.
- Poore, G. C. B., 1973. Ecology of New Zealand abalones *Haliotis* species (Mollusca: Gastropoda) 4. Reproduction. N. Z. J. Mar. Freshwat. Res., 7, 67-84.
- Quayle, D. B., 1971. Growth, Morphometry and breeding in the British Columbia abalone (*Haliotis kamtschatkan* Jonas). Fish. Res. Board. Canada, Technical Report, 279, 1-16.
- Quintanella, M. O., 1966. Informe preliminar de las investigaciones sobre la biología y pesca del abulon comercial de las isle de cedros, benitos y guadalupe, Baja California. Inst. Nacional Invest. Biológico-pesqueras 11, 766-780.
- Scofield, N. B., 1930. Conservation laws provide ample protection for abalones. Calif. Fish and Game, 16, 13-15.
- 關哲夫, 1978. アワビ種苗生産の考え方. 増殖技術の基礎と理論, 57-67.
- Shepherd, S. A. and H. M. Laws, 1974. Studies on Austratian abalone (Genus *Haliotis*) II. Reproduction of five species. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 25, 49-62.
- Takashima, F., M. Okuno, and K. Nishimura, 1978. Gametogenesis and reproductive cycle in *Haliotis diversicolor diversicolor* Reeve. Jour. Tokyo Univ. Fish., 65(1), 1-8.
- Webber, H. H. and A. C. Giese, 1969. Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone, *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda : Prosobranchiata). Mar. Biol., 4, 152-159.
- Wedemeyer, G. A., N. C. Nelson, and W. T. Yasutake, 1979. Physiological and biological aspects of ozone toxicity to rainbow trout (*Salmogairdneri*). J. Fish. Res. Board Canada, 36, 605-614.
- Young, J. S. and J. D. Demartini, 1970. The reproductive cycle, gonadal histology, and gametogenesis of the red abalone, *Haliotis rufescens* (Swainson). Calif. Fish and Game, 56(4), 298-309.

## EXPLANATION OF PLATES

### PLATE I

- Fig. 1. Outer gonadal wall consists of simple columnar glandular epithelial cells.  
Under the epithelial layer, there is a fibromuscular capsule which is compacted by connective fibers and muscle fibers. Gonadal branching lobuli project inward from the outer wall of the gonad. x 1600.
- Fig. 2. Cross section of the ovary of the multiplication stage. Small stalked oocytes oriented toward digestive gland. x 400.
- Fig. 3. Yolk and lipid granules are deposited in the cytoplasm. x 400.
- Fig. 4. Late stalked oocyte is separated from the germinal epithelium. x 1600.
- Fig. 5. Ripe oocyte free in lumen of the ovary. It is covered by gelatinous layer and contains a great deal of yolk and lipid granules. x 1600.
- Fig. 6. Cross section of mature ovary. x 400.
- Fig. 7. Ovary of the spent stage. x 400.
- Fig. 8. Necrotic oocytes are present between the ovarian lobuli. x 400.
- Fig. 9. Recovery stage of the ovarian lobuli. x 400.

### PLATE II

- Fig. 10. Trabecular lobuli project inward from the outer testicular wall. x 400.
- Fig. 11. Male germ cells in various maturation stage. x 400.
- Fig. 12. Primary spermatocytes in the synaptic stage and spermatid in the germinal epithelium. x 1600.
- Fig. 13-16. Active spermatogenesis occurs in the lobuli which is remarkably expanded with a large number of spermatocytes accompanied with a scanty amount of spermatids and spermatozoa. x 400.
- Fig. 17. Mature spermatozoan head are attached to the germinal epithelium and tails in the lumen. x 1600.
- Fig. 18. Spent stage of the testis. x 400.

### PLATE III

Development of the abalone, *S. diversicolor aquatilis*.

1. First polocyte stage; 2. Termination of the first cleavage; 3. Termination of the third cleavage;
4. Early morula stage; 5. Termination of trochophore stage; 6. Trochophore larva immediately after hatching
7. Late veliger stage having retractor muscle and operculum; 8. Creeping larva having peristomal shell along whole outer lip of the larval shell.

PLATE I

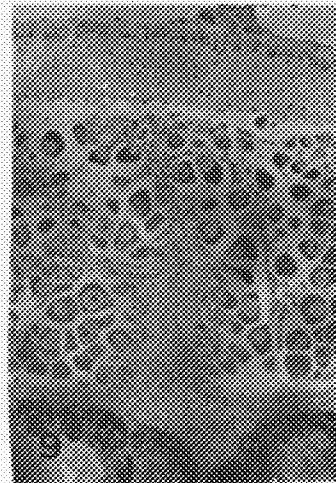
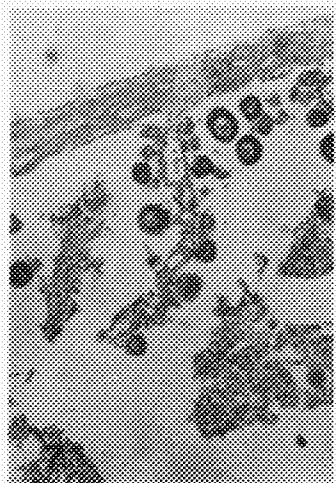
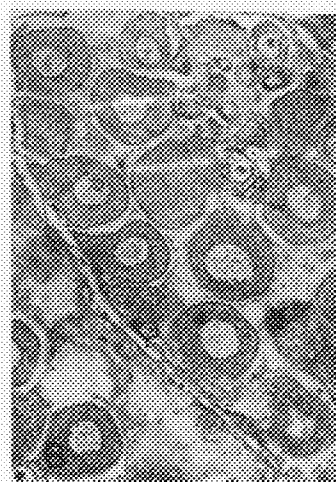
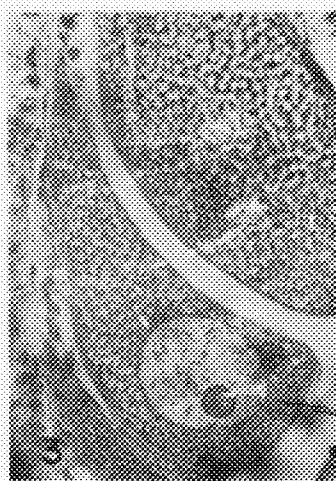
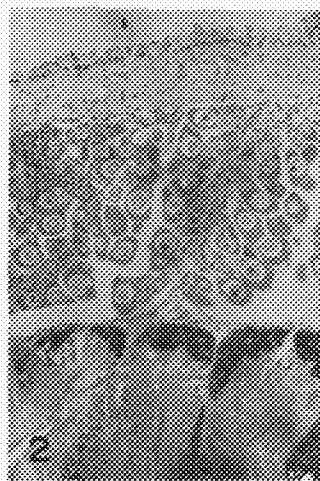


PLATE II

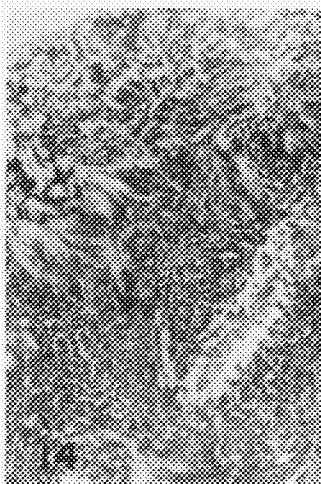
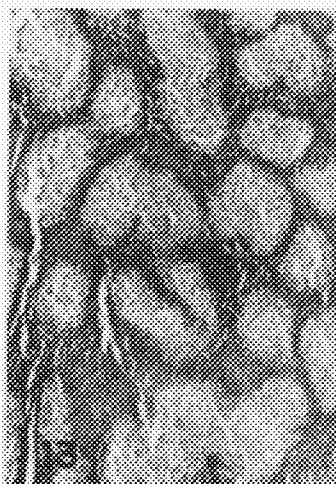
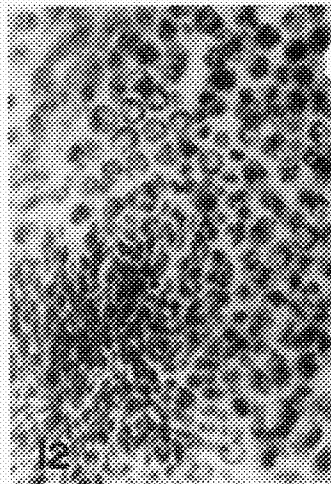
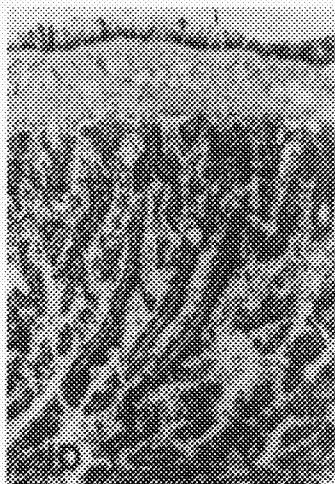




PLATE III

