

濟州道産 소라, *Turbo cornutus*의 生殖週期에
關한 組織學的 研究

李 定 宰

Histological Study on the Reproductive Cycle of
Jeju Island's Turban Shell *Turbo cornutus*

Jung Jae Lee

The structure of gonad, gametogenesis and the reproductive cycle of the turban shell, *Turbo cornutus* were investigated mainly employing photomicrography and electron microscopy.

Turbo cornutus is dioecious, and neither sex reversal nor hermaphroditic individual could be found. The sex ratio is approximately 1:1.

The gonad is located at the major curvature part of the spiral visceral mass. The outer epithelial layer of gonad is 10-40 μm thick, and consists of simple columnar epithelial cells with mucous gland cells and osmophilic cells. Under the outer epithelial layer are fibromuscular capsules compacted by collagenous fibers and muscle fibers. Both ovarian and testicular lobuli originate from the fibromuscular capsules, and primordial germ cells are developed from the lobular epithelia.

Undifferentiated mesenchymal tissue and eosinophilic granular cells function as nutritive cells in the formation and development of early stage germ cells.

When the oocytes reach approximately 100 μm in diameter, accumulation of yolk granules begins in the cortical layer and diffusion occurs toward nuclear envelope. Lipid granules, then, appear near nuclear envelope and diffuse toward cortical layer.

The head of spermatozoa is approximately 6 μm in length and its tail is about 50 μm . The conical acrosome at the distal part of the head is distinguished into two regions with different electron density. There is a clear space between the acrosome and nucleus, and double fibrous microtubular axial rods project to both forward and backward from the clear space. The axoneme of tail flagellum consists of nine pairs of microtubules at the periphery and one pair at the center, and five spherical mitochondria form paranucleus around the centrioles.

The reproductive cycle could be divided into five successive annual stages: multiplication, growth, maturation, spent and recovery stages, but the gonad is active all the year round.

Jeju Island's turban shell spawned from June to October, when the sea water temperature was normally above 20°C, and its peak spawning occurred from mid-July to mid-September.

緒 論

소라屬(*Turbo*)의 分布는 太平洋·印度洋·大西洋等의 溫帶海洋으로부터 熱帶海洋에 걸쳐 廣範圍하나 소

라, *Turbo cornutus* (Lightfoot)는 日本 北海島 南部에서 九州에 이르는 淺海와 韓國 東海南部에서 南海岸과 濟州沿岸, 中國의 東海沿岸에 걸쳐 褐藻類가 豐富한 岩盤地帶에 주로 棲息하는 卷貝類이다.

소라는 海洋의 一般環境과 地盤, 먹이 海藻의 消長等의 條件에 따라 外形構造, 特히 棘의 有無 및 形態와 貝殼의 色彩, 個體成長, 生殖生態의 週期성과 産卵期等에 影響을 받는 것으로 알려져 있다. (松井·内橋, 1940; 猪野, 1963; 宇野, 1962; 阿井等, 1964; 李·李, 1979, 1980).

소라의 生殖生態 및 發生에 關한 研究로는 網尾(1956)에 依해 性成熟의 季節의 變化 및 卵과 精子의 形狀이 報告된 것을 비롯하여 自然環境과 人爲의 環境下에서 産卵行動을 觀察한 報告(阿井, 1964)와 人工産卵誘發에 依한 初期發生過程의 調查報告(阿井, 1965) 등을 찾아 볼 수 있다.

韓國産 소라에 關해서는 人工産卵誘發과 卵發生 및 初期 幼生發達에 關한 報告(盧¹⁾, 1976; 盧²⁾, 1976)를 비롯하여 種苗生産을 위한 研究(李·李, 1979), 東海岸 方漁津産 소라의 生殖週期에 關한 報告(李, 1980) 등이 있다.

濟州道産 소라는 李·李(1980)에 依해 濟州道産 소라의 産地別 特性에 關한 報告以外에 基礎生物學의 調查研究는 전혀 찾아 볼 수 없다.

本 研究는 濟州沿岸産 소라를 對象으로 生殖細胞形成過程 및 生殖週期를 光學顯微鏡 및 電子顯微鏡의 方法으로 調查하였으며 아울러 生殖巢의 構造, 生殖巢熱度指數等을 調查하여 濟州道産 소라의 生殖生物學의 特性에 대하여 考察하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

實驗調查用 材料는 濟州道沿岸의 東, 西, 南, 北地點인 城山浦, 慕瑟浦, 西歸浦, 濟州市等 4 個地域(Fig. 1)

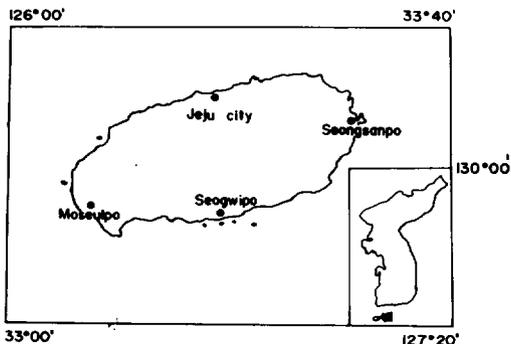


Fig. 1. Map of Jeju Island showing the four places, at nearly sea coasts of which specimens of turban shell, *Turbo cornutus*, for the study were collected.

沿岸에서 海女에 의해 採捕된 소라, *Turbo cornutus* 를 使用하였다.

組織學的인 調查를 위한 材料는 1978年 4月부터 1980年 12月까지 每月 各地域別로 殼長 6~10cm 前後의 母貝를 任意로 10個體씩, 總 40個體를 取하여 使用하였다.

採集한 材料는 即時 濟州大學校 海洋資源研究所로 옮겨 生物學的인 外部測定을 마치고 貝殼을 除去한 後 各種 實驗에 使用하였고, 材料採集地의 海水水溫은 1980年 1月부터 12月까지 現地에서 調查된 月平均 水溫이다.

2. 方 法

(1) 個體의 測定

소라의 殼長 및 殼幅은 Vernier caliper로 $\frac{1}{10}$ mm까지 測定하였다. 全重量, 肉重量, 生殖巢重量은 0.1gr. 단위까지 달았고 生殖巢熱度指數는 胃盲管에서 꼬리突起 끝과의 中間部位를 切斷한 斷面直徑에 對한 生殖巢部分의 最大肥厚部의 두께比로 算出하였다.

(2) 光學顯微鏡의 方法

Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 나선형 꼬리突起의 背側部에서 肝組織을 싸고있는 生殖巢를 胃盲管과 꼬리突起 끝과의 中間部位에서 切取한 後, 即時 Bouin 固定液에 24時間 固定하고 常法인 Paraffin 切片法에 따라 5~6 μm의 連續切片을 만들었다.

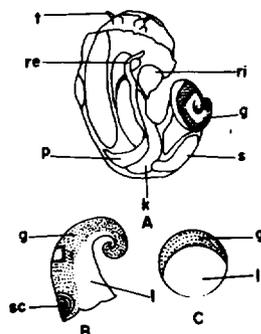


Fig. 2. Anatomy of turban shell with shell removed (A), conical appendage and the part cut for fixing (B), cross section of conical appendage (C) t: cephalic tentacle, re: rectum, ri: ring muscle, p: pericardium k: kidney, s: stomach, g: gonad, sc: stomachal caecum.

染色은 Hansen's hematoxylin과 0.5% eosin으로 比較染色하였고, 結締組織과 筋肉組織을 識別기 위해 Mallory triple 染色을 하여 周年生殖細胞形成過程 및

生殖巢의 變化過程을 檢鏡하였다.

月別 卵徑의 成長變化를 調查하기 위하여 4個 調查地域別로 月別 卵巢切片 標本에서 核이 正常的으로 切片된 卵만을 골라 切片當 約 100~200 個씩, 月平均 2,000 個 内外의 卵徑을 計測한 後 頻度曲線法(Pearse, 1965)으로 表示하여 周年變化를 比較 檢討하였다.

(3) 電子顯微鏡의 方法

꼬리突起의 外側을 싸고 있는 生殖巢와 內側 肝組織의 一部를 包含하여 꼬리突起의 中間位置에서 $2 \times 3 \times 4$ mm의 크기로 試片을 切取하여 4°C의 4% glutaraldehyde (phosphate buffer, pH 7.4)에 4時間 前固定한 後 phosphate buffer로 3~4回 充分히 씻고, 이 溶液에서 다시 4°C下에서 12時間 放置한 後 2% Osmium tetroxide로 後固定하였고 (Sabatini *et. al.*, 1963), phosphate buffer로 다시 씻고 바로 ethanol series 및 acetone으로 脫水하여 Epon 812 混合液 (Luft, 1961)에 包埋하였다.

包埋한 材料는 Sorval ultramicrotome으로 厚 1 μm 두께의 切片을 만들어 toluidine blue-borax로 染色하여 光學顯微鏡으로 正確한 觀察部位를 確認하고 銀色切片을 만들어 uranyl acetate와 lead citrate로 電子染色(Reynolds, 1963)하여 Hitachi HS-7S (50 KV) 電子顯微鏡으로 觀察하였다.

結 果

1. 生殖巢의 外部形態 및 構造

소라 生殖巢는 雌雄異體로서 貝殼內 나선상 肉質部 下方에 位置하는 胃盲管部로부터 꼬리突起끝까지 背側 大灣部의 外側을 約 $\frac{2}{3}$ 정도 싸고 發達되어 있다.

生殖巢의 크기나 色彩는 生殖週期에 따라 매우 相異하다. 成熟한 個體에서는 쉽게 雌雄을 區別할 수 있다. 生殖巢의 成熟初期에는 암컷은 黃綠色, 수컷은 黃白色을 띄나 完熟期에는 암컷은 暗青色 또는 綠褐色, 수컷은 乳白色을 나타낸다. 그러나 未熟期에는 雌雄의 區別이 어렵고 암수 다같이 萎縮된 生殖巢를 가지며 黃褐色을 나타낸다.

殼長 3cm 以下の 個體는 生殖巢의 發達이 周年을 通해 극히 微弱해서 外觀上 雌雄의 識別은 不可能하다.

生殖巢가 成熟되어 最大로 肥厚되면 背側 大灣部側에 分布되어 있던 生殖巢가 腹側 小灣部側으로 擴張되어 나선상 肉質部 突起의 極히 一部分을 除外하고 大部分을 차지하게 된다.

生殖巢의 外皮는 雌雄 相同의 構造이며, 10~40 μm 크기의 單層 円柱上皮로 構成되어 있다. 이들 円柱上皮는 粘性小皮緣에 의해 덮여 있다.

円柱上皮사이엔 立方形 또는 卵形의 粘液腺細胞와 이보다 큰 顆粒性 物質을 含有한 細胞들이 散在하고 있다. 粘液腺細胞들은 含有된 分泌物의 量에 따라 強한 好酸性反應을 나타내며 높이는 円柱上皮와 비슷하나 幅은 分泌內容物에 따라 變化가 많다.

外皮細胞層의 바로 밑에는 Mallory 染色에서 青色을 나타내는 結締性纖維와 赤色을 나타내는 筋肉纖維가 縱橫으로 매우 規則性있게 달리며 緻密하게 結合되어 筋纖維膜을 이루고 있다 (Pl. I, Fig. 1). 이 筋纖維膜은 生殖巢가 未熟期일때는 두꺼운 層을 形成하고 있으나, 生殖巢의 發達에 따라 生殖巢가 肥厚되면 筋纖維膜은 伸張되어 두께가 얇아진다.

外側 筋纖維膜으로부터 起源하는 卵巢 및 精巢小葉들이 內側으로 發達해 가면서 環狀排列을 한다. 이들 小葉들은 內側에 筋纖維, 外側에 結締纖維로 構成되어 있는 二重膜이며, 外側 結締纖維가 生殖巢의 機能을 하여 이들 上皮에서 生殖細胞가 分裂增殖되고 成長해 간다.

生殖巢가 發達함에 따라 小葉들은 伸張發達하여 內側의 肝組織을 싸고 있는 筋纖維膜과 連結되어 卵巢 및 精巢는 여러개의 房形構造로 區分되며, 이들 房內에 또다른 數個의 小葉들이 伸張되어 간다.

生殖巢가 放卵·放精을 마치면 이들 小葉들은 退化되어 大部分 消失되며, 外側 筋纖維膜과 肝組織을 싸는 筋纖維膜은 生殖巢의 萎縮과 함께 점차 다시 回復되어 두꺼운 層을 이룬다. 內側 肝組織도 生殖巢의 發達과 退化에 따라 萎縮되었다가 다시 回復된다.

2. 生殖細胞形成過程

(1) 卵形成

卵巢의 外側 筋纖維膜으로부터 起源하여 內腔을 向해 發達해 오는 卵巢小葉의 生殖巢의 外側 筋纖維膜에서 卵原細胞들이 多數 分裂增殖하고 있다.

이들 卵原細胞들은 球形이며 卵徑은 6~8 μm으로 細胞質은 極히 貧弱하며, 細胞의 大部分을 차지하는 크고 두꺼운 核을 가지고 있다. 核內에는 작은 한개의 仁과 顆粒狀의 染色質이 不規則하게 散在하고 있다. (Pl. I, Fig. 2).

發達중인 初期卵巢小葉 上皮 위에는 eosin에 靑하게

染色되며 크기가 卵原細胞와 비슷한 顆粒性細胞가 이들 卵原細胞와 함께 混在하여 豊富하게 나타나며 이와 함께 未分化 間充織들도 多數 나타나고 있다.

卵巢小葉들은 發達하여 內側의 肝組織을 싸는 筋織維膜에 連結되어 결국 各 卵巢小葉들 사이에는 房形의 卵巢小腔을 形成하게 된다(Pl. I, Fig. 3).

이들 卵巢小葉의 發達과 더불어 卵巢는 차츰 肥厚되며, 卵巢小葉의 基部에는 새로운 卵原細胞들이 계속 分裂增殖하는 한편, 卵巢小葉의 前端部 即, 肝組織쪽으로부터 일찍 形成된 卵原細胞들이 卵母細胞로 成長하기 시작한다.

分裂增殖을 중단하고 成長을 시작한 20 μ m 前後의 初期 卵母細胞들은 卵原細胞에 比하여 차츰 細胞質이 充實해 가며 上皮上的 未分化 間充織들에 싸여 成長되어 가고 있다. 이때의 細胞質은 鹽基性 色素에 陽性反應을 보이며, 核內 染色質은 核膜을 따라 塊狀으로 散在하고 있다.

以後 卵母細胞들은 原形質突起를 내어 卵柄을 形成하고, 이들 卵柄을 가진 卵母細胞들은 小葉上皮위에 卵柄으로 附着된 채 成長해 가고 있기 때문에 마치 葡萄狀 排列을 하고 있는 것 처럼 보인다(Pl. I, Fig. 4).

卵巢小葉의 伸張과 함께 卵柄을 가진 卵母細胞들이 細胞質의 增加로 더욱 成長되면 卵母細胞는 西洋배 모양으로 되어 內腔쪽으로 突出된다(Pl. I, Fig. 5). 이때의 細胞質은 初期好鹽基性에서 차차 好酸性으로 變化되며 中央에 位置하던 核도 卵柄의 反對쪽 卵膜 가까이 移動되어 位置한다. 이때의 卵母細胞의 크기는 60 μ m 內外가 되며 核의 크기는 20 μ m, 仁은 8 μ m 前後로 뚜렷해진다.

卵柄部位로부터 細胞質의 增加와 함께 점차 卵黃蓄積의 樣狀이 나타나며 同時에 細胞質에 空胞狀의 脂肪顆粒들이 出現하고 있다(Pl. I, Fig. 6). 한편 初期 成長中인 卵巢小葉上皮 위에 豊富하게 나타났던 好酸性顆粒細胞와 未分化 間充織이 현저하게 消失되어 가고 있음을 觀察할 수 있다.

卵母細胞가 80~100 μ m 前後로 成長되면 차차 卵柄을 消失하고 小葉과 小葉사이의 內腔內로 遊離되어 位置하며 그 모양도 점차 圓形으로 變化되어 간다(Pl. I, Fig. 7). 이때 卵巢는 內腔內에 채워지는 成熟한 卵母細胞들로 인하여 肥厚되며, 卵巢의 肥厚와 함께 外側, 筋織維膜과 內側 肝組織을 싸는 筋織維膜이 伸張되어 그 두께가 얇아지고 小葉의 生殖上皮組織도 거의 機能을 中止하여 貧弱해지며 小葉의 索을 이루는 纖維自體도 가

늘어진다. 卵巢內腔에는 成熟되어 가는 卵母細胞들이 자리잡게 되며 小葉의 生殖上皮 위에는 成熟에 가까운 卵母細胞들로 가득 채워지고 一部 未熟한 卵母細胞들이 드물게 자리 잡고 있다(Pl. I, Fig. 8).

卵巢小葉으로부터 遊離되어 內腔에 位置한 卵母細胞들이 100~140 μ m 으로 成長하면, 細胞質內에는 卵黃顆粒과 脂肪顆粒의 蓄積이 현저해지고 卵黃膜을 싸는 gelatin 狀 被膜이 形成된다(Pl. I, Fig. 9).

完全된 卵母細胞는 200~210 μ m 前後의 크기로 細胞質內에는 卵黃顆粒과 脂肪顆粒이 多數 均一하게 分布하며 또한 暗青色의 色素가 增加되고 커다란 胚胞狀의 核內에는 뚜렷한 單一仁을 갖고 있다. 卵黃膜을 싸고 있는 젤라틴狀 皮膜은 더욱 뚜렷해져서 10 μ m 內外의 두꺼운 膜으로 된다(Pl. II, Fig. 10).

放卵은 卵巢小葉의 末端部 即, 完全卵만으로 充滿된 內腔內側으로부터 일어나고 있는데 卵을 싸고 있는 젤라틴狀 皮膜은 그대로 남아 放卵의 흔적을 남기고 있다(Pl. II, Fig. 11).

放卵을 마친 卵巢內에는 卵巢小葉의 基部와 小葉上皮 위에 여전히 成長中인 小形 卵母細胞가 남아 있고 未放出된 一部 成熟卵들이 小葉上皮 또는 內腔內에 殘存하여 退化 吸收되어 가고 있다(Pl. II, Fig. 12). 이들 卵巢內 殘存卵들의 退化가 進行됨에 따라 卵巢는 급격히 萎縮되어 가며, 卵巢小葉들도 上端部로부터 그 組織이 退化되어 짧아진다. 이와 同時에 卵巢小葉의 基底部에서는 빠른 速度로 새로운 組織들이 再配置되면서 新生 卵巢小葉을 形成하여 다시 發達해 오고 있다. 이때 個體에 따라서는 新生 卵巢小葉들의 發達이 상당히 進行된 狀態에서도 여전히 退化中인 殘餘 卵母細胞가 남아 있음을 觀察할 수 있다.

(2) 精子形成

精子形成過程도 根本적으로는 卵子形成過程과 相同的인 過程을 거친다.

精巢를 싸고 있는 外側 두꺼운 筋織維膜으로부터 많은 精巢小葉들이 起源되어 內側 肝組織을 싸고 있는 筋織維膜을 向해 發達해 가고 있으며, 이들 小葉上皮 위에서 初期 精原細胞들이 活潑하게 分裂增殖되고 있다(Pl. II, Fig. 13). 이들 精原細胞들은 8 μ m 前後로 卵原細胞에서와 마찬가지로 細胞質이 貧弱한 반면, 細胞의 大部分을 차지하는 大核을 가지며, 核內에는 뚜렷한 單一仁이 觀察된다(Pl. II, Fig. 14).

初期 發達中인 精巢小葉上皮 위에는 卵巢에서와 마찬가지로

가지로, 好酸性顆粒細胞들과 未分化間充織이 多數 分布하고 있고 이들은 精巢의 發達과 더불어 점차 消失되어 간다.

精巢小葉들은 發達과 더불어 伸張되어 肝臟을 싸는 筋纖維膜과 連結되고, 이때 各 精巢小葉들은 卵巢小葉의 排列에 비해 보다 稠密한 間격으로 精巢小腔들을 構成하고 있다.

小葉上皮 위에서 多數 分裂增殖된 精原細胞들은 小葉의 伸張 發達과 함께 精母細胞로 成長되어 가는데, 이때 精母細胞들의 크기는 $10\mu\text{m}$ 前後로 精原細胞에 비해 그 다지 큰 差異는 없으나, 細胞質이 充實해 지며 內腔쪽을 向해 發達하여 層狀排列을 한다.

精巢小葉이 發生 伸張하고 이들 上皮와 小葉間 內腔에 精原細胞, 精母細胞, 그리고 成熟分裂을 마친 精細胞들이 차례로 層狀排列을 하면서 增加하여 가면, 精巢自體도 차츰 肥厚되어 가고, 따라서 外側 筋纖維膜과 內側 肝臟을 싸는 筋纖維膜도 伸張되어 가늘어진다. 以後 各 精巢小葉上皮위에서는 精原細胞들의 分裂增殖이 줄어드는 反面, 精母細胞層이 5~6層으로 排列되고 이들 精母細胞層 內側으로 精原細胞들과 크기가 類似한 精細胞層이 나타나고, 一部 變態중이거나 變態를 마친 精子들이 나타난다(P1. II, Fig. 15).

精巢는 계속 發達하면서 稠密하게 排列된 精巢小葉들의 上皮위에 小數의 精原細胞와 數層의 精母細胞, 變態中인 精細胞層과 頭部를 上皮쪽으로 尾部를 小葉間 內腔側을 向한채, 精子들이 束狀을 이루며 가득 채워진다(P1. II, Fig. 16).

完熟된 精巢는 精巢小葉上皮 가까이까지 變態를 마친 精子들로 充滿되어 小葉사이 內腔을 가득 채우게 되고 精巢는 最大로 肥厚된다(P1. II, Fig. 17).

精子의 放出은 部分的으로 小葉間 內腔으로부터 일어나는데 放精後의 精巢小葉內腔에는 여전히 상당수의 未放出精子가 殘存하고 있다. 이들 殘存精子들은 서서히 退化 吸收되며 小葉上皮 위의 精母細胞, 精細胞等도 함께 退化 吸收되고 精巢는 萎縮되어 간다(P1. II, Fig. 18).

精巢의 退化에 따라 外側 筋纖維膜은 다시 두꺼워지고 卵巢에서와 마찬가지로 小葉基部로부터 新生 精巢小葉의 發達이 시작된다.

通化 吸收되는 殘存精子들은 未放出卵母細胞들의 退化 吸收보다도 훨씬 늦어서 새로운 精巢小葉이 상당히 發達된 時期까지도 一部가 小葉間 細胞間質에 남아 있다.

3. 電子顯微鏡의 觀察所見

(1) 生殖巢의 構造

生殖巢의 外皮層을 이루는 上皮細胞層은 一定한 間隔을 두고 小窩(pit)를 形成하고 있는데, 이들 上皮細胞의 自由面에는 不規則한 微細絨毛가 잘 發達되어 있고 그 表面은 粘液層에 의하여 덮혀 있다.

小窩의 內面 끝에는 隣接細胞間에 不連續인 膠小體(desmosome)가 뚜렷이 나타나고 있다(P1. III, Fig. 19).

光顯像으로 生殖巢의 外側 圓柱上皮細胞層에서 識別된 顆粒性物質을 含有한 細胞는 電顯像에서 基底膜(Basal lamina)으로부터 다소 上方에 位置하며, 細胞質內에 osmic acid에 黑染된 球形 또는 卵形의 顆粒物質을 多數 含有하고 있는 一種의 Osmophilic 細胞였다(P1. III, Fig. 20). 粘液細胞는 그 分泌物의 含量에 따라 크기 및 모양의 變化를 하는데 이들 分泌物는 PAS反應에 陽性인 粘液性多糖類로 크고 多角形의 顆粒들이 密集되어 있다(P1. III, Fig. 21).

生殖巢를 싸고 있는 外側 筋纖維膜의 結締性纖維는 膠原纖維가 微細한 橫紋을 나타내는 膠原纖維들로서 이들은 서로 縱橫으로 直交하면서 緻密한 結束을 하고 있다. 各 膠原纖維束 사이에는 두꺼운 彈性纖維가 둘러 싸고 있다(P1. IV, Fig. 22).

(2) 卵子形成

外側 筋纖維膜으로부터 起源된 卵巢小葉은 結合組織纖維의 작은 다발이 內腔을 向하여 發達하여 오고 있으며, 여기에 $7\mu\text{m}$ 內外의 結合組織細胞가 基部쪽에 位置하고 있다. 이들 纖維上皮가 生殖上皮이며 많은 間充織들이 豊富하게 發達하고 있고, 이들 사이에서 初期 卵原細胞가 分裂增殖되고 있다. 初期 卵原細胞는 $8\mu\text{m}$ 內外로 細胞質은 極히 貧弱하고 뚜렷한 圓形의 核을 所有한다. 核內에는 電子密度가 높은 染色質이 核膜下方을 따라 一部 넓게 分布하나 大部分 微細顆粒性 塊狀으로 核質內에 散在하고 있다(P1. IV, Fig. 23).

卵原細胞가 生殖上皮 위에서 初期 卵母細胞로 成長하면 核內 染色質이 현저하게 增加하여 核膜과 核質內에 塊狀分布를 하고 따라서 細胞質도 增加된다. 이들 初期 卵母細胞들 사이에는 뚜렷한 核을 가진 營養細胞가 存在한다(P1. IV, Fig. 24).

光顯像에서 卵母細胞가 卵柄을 形成하고 核이 卵柄쪽 反對 卵膜가까이 位置하는 時期의 電顯像은 커다란 胚胞狀의 核이 뚜렷이 나타나고 中央에 電子密度가 높은

單一仁이 위치한다. 核内染色質은 顆粒狀으로 흩어져 영성하게 고루 分布하고 있으며, 細胞質은 增加하나 영성한 網狀構造를 나타내고 있다(Pl. V, Fig. 25). 이 時期가 光顯像에서 初期好鹽基性細胞質이 好酸性細胞質으로 變化되는 時期이다.

卵母細胞의 成長이 進行되어 80~100 μ m 크기로 되면 細胞質에 크고 작은 脂肪顆粒과 卵黃顆粒의 蓄積이 일어나고 있다. 脂肪顆粒은 極히 電子密度가 낮고 이에 반해 卵黃顆粒의 電子密度는 매우 높다. 이들의 蓄積 起源을 보면 脂肪顆粒은 核膜 附近으로부터 出現해 卵膜쪽으로 增加 分布되어 가고 있는 反面에, 卵黃顆粒은 卵膜 下方으로부터 점차 核 쪽으로 蓄積되어 오고 있다(Pl. V, Fig. 26).

卵母細胞가 100~140 μ m 前後로 成長하면 圓形 또는 卵形의 電子密度가 높은 卵黃顆粒과, 比較의 크며 電子密度가 낮고 均質인 脂肪顆粒으로 細胞質이 充滿된다. 卵을 싸는 卵黃膜 밖에는 젤라틴 被膜이 두텁게 나타난다(Pl. V, Fig. 27).

(3) 精子形成

初期發達中인 精巢의 電顯像에서도 卵巢에서와 마찬가지로 많은 膠原纖維束들이 서로 直交하면서 精巢의 外膜을 形成하고 있고, 이곳으로부터 精巢小葉이 起源되고 있다. 이들 上皮를 따라 初期 精母細胞들이 豐富한 間充織들과 함께 成長되고 있는데, 細胞質에 비해 核質이 豐富하며 染色質은 核膜을 따라 고루 分布하고 核質내에도 塊狀分布을 한다(Pl. VI, Fig. 28).

精母細胞가 成熟分裂을 마치고 精細胞로 變化하면서 核質은 차차 濃縮되기 시작하여 높은 電子密度를 나타내고 細胞質도 凝縮되어 얇아지며 大部分 空虛質像으로 나타난다(Pl. VI, Fig. 29).

電顯像에 나타난 精子變態過程을 보면, 核質의 濃縮과 함께 核前端에 두텁한 큰 덩어리狀態의 尖體形成物質이 核膜에 隣接되어 나타나고 核膜의 後端에는 球形의 미토콘드리아 덩어리가 나타난다.

核과 前端的 尖體는 長橢圓形으로 變化되어 頭部를 形成하고 細胞質은 極히 줄어들며 얇은 鞘에 싸이게 된다(Pl. VI, Fig. 30).

頭部後端에는 5개의 미토콘드리아가 基部中心粒과 遠端中心粒으로 된 中心體를 環狀으로 둘러 싸고 中片副核을 形成하며 이곳 中心體로부터 鞭毛軸系가 形成되고 있다(Pl. VII, Fig. 31).

精子가 完熟되면 生殖上皮 가까이까지 變態를 마친

完熟精子들로 가득 채워진다(Pl. VII, Fig. 32). 完熟精子의 橫斷된 電顯標本像에서 보면, 核質部는 電子密度가 極히 높고 얇은 鞘에 싸여 있는 것을 볼 수 있으며 後端 中片部의 5개의 미토콘드리아가 基部中心粒을 둘러 싸고 있는 것이 잘 나타나고 있다(Pl. VII, Fig. 33).

尾部 橫斷像은 典型的인 軸索(Axoneme)의 構造로서 1雙의 中央微細小管과 이를 싸는 9雙의 周邊微細小管으로 된 軸系構造를 하고 있으며 이들 軸系는 얇은 纖維性膜에 의하여 싸여 있다.

完熟精子의 頭部는 6 μ m 内外로 尖體와 核사이에 透明한 橫溝가 形成되어 있고 이 透明腔의 中央部는 核의 長軸方向으로 이 보다 擴張되어 있으며, 이 透明腔 中央에 二重管狀의 纖維構造를 한 軸桿이 上下로 떨어져 있다.

尖體는 圓錐形으로 電子密度가 낮은 前半部와 電子密度가 높은 後半部로 區分되어 진다(Pl. VII, Fig. 34).

4. 卵徑의 月別變化

周年 卵巢發達에 따라 卵母細胞의 크기별 組成變化를 調査하기 위하여 4個 調査地域의 소라 卵巢切片에서 月別로 卵徑을 測定하고, 이 測定值를 크기별 단계區間을 設定하여 相對的出現頻도로 나타낸 結果는 Fig. 3과 같다.

各 調査地域別로 크기별 組成에 差異를 찾아 볼 수 없어 綜合하여 平均값을 算出하였다.

周年 調査期間을 통하여 每月 다같이 20~40 μ m 範圍의 初期 卵母細胞가 가장 높은 出現頻도를 나타내고 있으며, 個體別 差異는 있으나 100 μ m 内外의 成長中인 卵母細胞도 卵巢內에 部分的으로 年中 나타나고 있다.

冬季인 11月, 12月, 1월에 걸쳐서는 細胞質이 充實해 지며 成長期에 접어든 20~40 μ m 内外의 初期成長 卵母細胞들이 70~80% 以上을 차지하고 있어 分裂增殖期 및 初期 成長期임을 알 수 있다.

3月부터 120 μ m 以上の 成熟卵들이 增加하기 始作하여 4월에는 200 μ m 内外의 卵黃을 蓄積한 完熟卵들이 多數 出現하고 있다. 5월에 접어들면서 完熟卵의 增加는 현저해지고 卵巢內에 大部分의 卵들은 160 μ m 以上の 成熟卵 또는 完熟卵으로 充滿된다. 이들 完熟卵의 增加는 7월을 고비로 점차 減少하고 있음을 보여 주고 있다.

實際로 放卵個體는 6월부터 一部 나타나고 있으며 7~8월을 盛期로 서서히 減少하고 소수의 個體가 10월에도 放卵하고 있음을 볼 수 있다.

20~40 μ m 内外의 初期 卵母細胞들의 出現率이 放卵

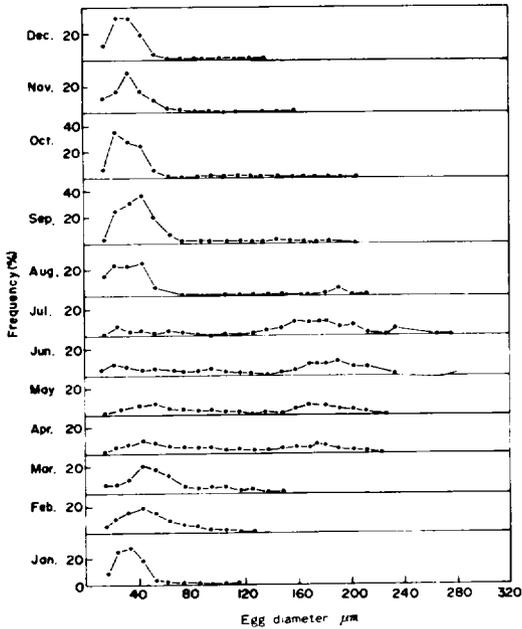


Fig. 3. Relative distribution of various size classes of the egg in the ovary of turban shell, *T. countus*, through the reproductive cycle.

이 시작되는 6월부터 다시 서서히 增加하기 始作하여 8월부터는 全體 卵母細胞中 거의 80% 以上을 차지하고 있어 소라의 卵巢는 放卵後 곧이어 새로운 卵原細胞들의 分裂增殖이 일어나고 있음을 알 수 있다.

11월과 12월에 測定된 120 μ m 内外의 一部 成熟卵들은 未放卵된 卵들이 아직도 退化 吸收되지 않은 狀態에서 計測된 것들이다.

5. 生殖巢 熟度指數

肝臟部를 포함한 生殖巢의 橫斷面에서 切斷面直徑 對 生殖巢만의 斷面두께 比로서 算出한 生殖巢熟度指數의 月別變化를 보면 Fig. 4와 같다.

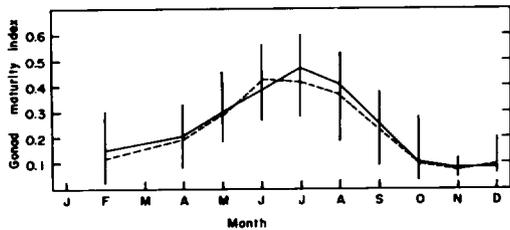


Fig. 4. Monthly change of gonad maturity index of turban shell, *T. countus*. Solid line represent female and dot line, male.

암수 다같이 4월에서 5월에 이르면서 급격히 增加하기 시작하여 6월을 頂點으로 감소하고 있으며, 9월以後는 年中 가장 낮은 값을 보이고 있어 組織學的으로 檢鏡한 生殖巢發達과 잘 一致하고 있다.

6. 生殖週期

소라의 生殖巢는 周年을 通해 連續的인 發達을 하고 있지만 그 發達狀態를 主로 組織學的인 調查結果를 中心으로 區分하여 보면 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 5段階의 連續的인 生殖週기로 區分할 수 있다.

(1) 分裂增殖期

生殖巢의 外側 被膜을 이루고 있는 두꺼운 筋織維膜으로부터 起源한 卵巢 및 精巢小葉들이 內側 肝臟部를 向해 發達 伸張되어 오며, 이들 小葉上皮위에서는 많은 未分化間充織과 함께 精原細胞 및 卵原細胞들이 活潑하게 分裂增殖되고 있는 時期이다.

이때의 生殖巢는 年中 가장 萎縮되어 있으며 外觀上 肉眼的으로는 雌雄의 識別이 거의 不可能하다.

分裂增殖期의 個體들은 11月中旬부터 3月下旬까지 나타나고 있는데 12月中旬부터 이듬해 2월까지는 大部分의 個體들이 分裂增殖期에 해당하는 生殖巢를 가지고 있다.

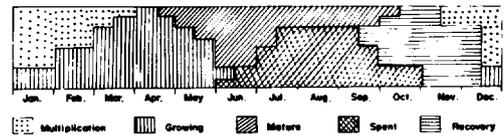


Fig. 5. Gonadal phase of the turban shell, *T. cornutus* through a reproductive cycle.

(2) 成長期

成長初期의 生殖巢는 發達하여 오는 卵巢小葉과 精巢小葉이 內腔쪽으로 더욱 伸張되어 肝臟組織을 싸는 筋織維膜과 連結되며, 生殖巢는 점점 肥厚되고 있다.

卵巢小葉上皮위에서는 成長中인 卵母細胞들이 卵柄을 上皮위에 附着한 채 葡萄狀으로 排列되고 있으며 卵母細胞들은 多樣한 크기를 나타내고 있다. 成長後期에는 小葉上端과 小葉間 內腔의 細胞質에 卵黃을 一部 蓄積한 卵母細胞들이 나타나고 있다.

精巢小葉上皮위에서도 成熟分裂中인 精母細胞들이 層狀排列을 하며 內腔쪽에 變態中인 精細胞層이 一部 나타나고 있다.

이때 卵巢는 外觀上 黃綠色을 나타내게 되며 精巢는 黃白色을 나타내어 쉽게 識別이 可能해진다.

成長期 生殖巢를 가진 個體들은 12月中旬부터 나타나기 始作하여 이듬해 6月中旬까지 나타나고 있으나, 주로 2월부터 5월에 걸쳐 大部分의 個體가 成長期의 個體이고 特히, 4월을 前後한 個體들은 거의가 成長期 個體들이다.

(3) 成熟期

生殖巢가 最大로 肥厚되며 外觀上으로도 卵巢는 暗青色 또는 綠褐色으로 變하고 精巢는 乳白色을 나타내 쉽게 雌雄이 區別된다.

卵巢內腔에는 卵巢小葉上皮로부터 卵柄을 消失하고 遊離된 200 μ m 前後의 完熟된 卵母細胞로 가득차게 되며 小葉上皮 위에는 드문드문 어린 卵母細胞들만이 보일뿐이다. 이들 完熟卵母細胞는 細胞質에 卵黃顆粒과 脂肪顆粒이 多數 蓄積되어 있고 주위에는 두꺼운 젤라틴狀 被膜에 싸여 있다.

精巢는 小葉上皮위에 精原細胞層과 精母細胞層이 현저히 줄어든 대신에 變態中인 精細胞와 變態를 마친 完熟精子들로 小葉間 內腔을 가득 채우고 있다. 이들 成熟個體는 4月中旬부터 소수 나타나기 시작하여 10月中旬까지도 찾아 볼 수 있는데 6~7월을 前後하여 가장 많이 나타나고 있다.

(4) 放出期

6월에 접어들면서 完熟卵 또는 完熟精子를 放出하는 個體가 一部 나타나기 시작하여 10月下旬까지 계속 나타나고 있다.

卵巢에서는 卵巢小葉間 內腔에 位置하고 있던 完熟卵들이 放出되면서 卵을 싸고 있던 젤라틴狀 被膜이 흔적을 남기고, 少數의 未放出卵들이 그대로 殘存하고 있다. 精巢는 精巢小葉間 內腔에 充滿한 精子가 放出되면서 빈 空腔을 나타내고 있으며, 精子 역시 상당수가 未放出되는 狀態로 殘存하고 있다.

放出이 일어난 生殖巢는 未放出卵과 精子들이 서서히 退化 吸收되면서 萎縮되어 간다. 放出盛期는 7月中旬부터 9月中旬까지다.

(5) 回復期

放卵·放精을 마친 卵巢와 精巢는 未放出卵과 精子들이 細胞質 崩壞를 일으키며 退化 吸收되는 한편, 各 小葉들도 內側 上端으로부터 組織의 解體가 일어나면서

退化되어 간다.

이와함께 生殖巢는 더욱 萎縮되고 있는데 生殖巢의 肥厚와 더불어 伸張되어 얇아졌던 外側 筋纖維膜이 다시 두꺼워지며, 基底部로부터 새로운 小葉들이 發達되면서 이들 上皮위에 未分化間充織이 豊富해지고 다시 卵原細胞와 精原細胞들의 分裂增殖이 시작된다.

이와같은 回復期 個體들은 9월부터 나타나 12월까지 계속 되고 있다.

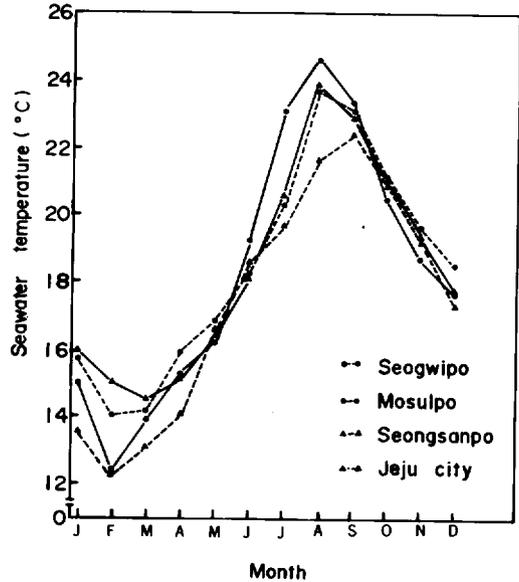


Fig. 6. Monthly change of seawater temperature at each sampling site.

各 調査地域의 年間 月別 平均水溫의 變化를 보면 Fig. 6과 같다. 이들 水溫의 變化와 産卵關係를 살펴 보면 産卵이 시작되는 6月の 平均水溫은 城山浦가 18.5°C, 奉瑟浦가 19.1°C로써 水溫이 급격히 上昇하고 있는 약 20°C의 時期이며, 産卵盛期인 7, 8, 9月の 水溫은 各 地域 다같이 20°C以上 25°C以內의 範圍를 나타내고 있다. 9월부터 水溫이 下降하고 있지만, 産卵이 一部 계속되는 10월까지도 水溫은 20°C以上을 유지하고 있으며, 20°C以下로 下降되는 11월에는 産卵個體를 찾아 볼 수 없었다.

考 察

海産 軟體動物中 斧足類, 雙鞭類 및 原始腹足類는 大部分이 體外受精種이며 多數의 配偶子를 生産하는데, 生殖巢의 構造는 比較的 單純하여 거의 配偶子만으로 構

成되나 種에 따라서는 一種의 營養細胞가 生殖巢의 發達에 關與하는 것으로 報告되어 있다(今等, 1966; 高橋, 高野, 1970; 高橋, 山本, 1970; 李, 1972). 腹足類中에는 전복類에서 生殖細胞形成에 關여하는 營養細胞가 있음이 報告되어 있다(李, 1974).

濟州産 소라의 경우도 生殖巢의 發達初期에 未分化間充織과 好酸性顆粒細胞들이 多數 出現하다가 生殖巢의 發達에 따라 점차 減少되고 있어 이들 細胞가 一種의 營養細胞로 간주 된다.

原始腹足類는 大部分이 雌雄異體이며, 性比는 1:1 이나, 年令 및 季節的인 環境要因의 影響으로 種에 따라서는 性轉換에 의해 性比의 差가 일어난다고 報告되어 있다. 即, 전복類인 *Haliotis laevigata*와 *H. ruber*는 年令에 따라 性比가 다르며(Shepherd and Laws, 1974), 特히 二枚貝類인 굴類에서 이와같은 現象이 多數 報告되어 있다(Ameriya, 1975; Needler, 1930; Coe, 1932; Galtsoff, 1937; Katkansky and Sparks, 1966; Kennedy and Battle, 1964; Dinamani, 1974).

소라類의 경우, 오스트라리아産 *Turbo intercostalis*와 *T. torquata*에서 調査된 바에 의하면, 性比는 1:1 이며 性轉換의 例는 發見할 수 없었다(Joll, 1980).

本 調査의 경우도 1年貝의 生殖巢에서는 發達이 미약하여 雌雄 識別이 어려워 性比를 確實히 알 수 없었으나 殼長 3cm以上에서 調査된 바에 의하면 약 1:1의 性比를 나타내고 있고, 雌雄同體나 性轉換의 例를 찾아 볼 수 없었다.

소라의 卵巢는 完熟期에 이를수록 外觀上 暗青色으로 되는데, 이는 卵母細胞가 成熟될수록 Chromoprotein의 增加에 의한 것으로서, 이들 Chromoprotein의 量이 많을수록 受精率이 높은 것으로 報告되어 있다(Yamaguchi and Ogata, 1978).

生殖巢의 外皮層에서 電顯像으로 識別된 圓柱上皮細胞와 粘液細胞 以外에, osmic acid에 黑染되는 顆粒을 含有하는 一種의 Osmophilic細胞는 그 機能을 알 수 없었으나, 李(1974)가 전복類에서 報告한 것과 極히 類似하다.

전복類인 *Haliotis lamellosa*(Bolognari, 1953), *H. tuberculata*(Crofts, 1929), *H. midae*(Newman, 1967) 등의 生殖巢 外皮를 構成하는 纖維膜은 筋纖維가 存在하지 않으며, 結締纖維만으로 構成되어 있다고 報告되어 있으나, 韓國産 前복類(李, 1974)와 *Haliotis rufescens*(Young and Demartini, 1970)에서는 筋纖維와 結締纖維가 緻密하게 結合된 筋纖維膜을 構成하고 있어서 生

殖巢는 收縮性이라고 하였다. 이와같은 報告는 가리비類인 *Pecten maximus*에서도 同一한 것으로 알려져 있다(Mason, 1958).

소라의 경우, Mallory triple 染色에 赤染되어 結締纖維와 區分되며, 電顯像에서도 電子密度가 結締纖維보다 높고, 筋束을 이루어 縱橫으로 規則性있게 달리는 筋纖維를 識別할 수 있었다. 따라서 이들 筋纖維의 排列로 볼 때 生殖巢의 縱橫收縮이 可能하며, 配偶子의 放出에 도움이 될것으로 생각된다.

生殖巢의 成熟과 並行하여 生殖巢 内外側壁과 生殖小葉의 筋纖維膜은 점차 얇아지는데, 이것은 生殖巢가 發達肥厚됨에 따라 筋纖維膜의 纖維들이 伸張되기 때문이라고 생각된다.

卵母細胞의 成長에 따른 卵黃物質의 蓄積에 關해 Takahashi(1978)는 頭足類인 *Todarodes pacificus*의 卵黃物質의 形成에 關한 研究에서 卵黃은 基本的이고 單純한 物質이 卵母細胞에 吸收되어 卵黃物質로 合成되는 경우와, 卵黃物質의 前驅物質이 이미 卵巢以外의 他組織에서 合成되어 卵母細胞에 吸收되는 두가지 경우를 報告하고 있다. 한편 腹足類의 卵黃物質의 合成은 卵母細胞의 小胞體나 골지체와 密接한 關係가 있다고 報告된 바 있다(Bedford, 1966; Taylor and Anderson, 1969; Coggeshall, 1970).

소라에 있어 成長中인 卵母細胞는 卵柄을 直接 生殖上皮위에 附着시켜 營養分을 吸收하고 있으며, 또한 이들 成長에 關여하는 間充織 및 好酸性顆粒細胞가 있는 點과 電顯像에서 卵黃顆粒이 卵母細胞의 皮質層部位로부터 出現하는 點으로 보아, 卵母細胞外에서 卵黃形成 基本物質이 吸收되어 卵母細胞의 細胞質內에서 卵黃物質이 合成되는 것으로 생각된다.

完熟精子의 尖體는 電顯像에서 電子密度가 다른 두部分의 區域으로 區分되는데 이러한 現象은 다른 報告에서 찾아 볼 수 없었다. 다만 이 部位의 物質分布의 差異가 있는 것은 생각할 수 있으나, 이들 物質의 生化學的 性質은 調査하지 못하였기에 좀더 흥미있는 事實로 追求되어야 할 것 같다.

한편, 完熟精子의 頭部 中央部에 形成된 透明腔에서 二重管狀 纖維構造의 軸桿이 上下로 떨어져 있는 것은 버어지니아굴, *Crassostrea virginica*(Galtsoff and Philpott, 1960)과 二枚貝인 珍珠담치, *Mytilus edulis*(Longo and Dornfeld, 1967)에서 報告된 軸桿과 類似하였다.

完熟精子의 頭部 後端에 位置하며 中心體를 環狀으로 싸고 있는 미토콘드리아의 數는 버어지니아굴에서 4個

(Galtsoff and Philpott, 1960), 淡水産 二枚貝類인 *Hyriopsis schlegelii* 에서 5個(東今, 1964), 진주담치에서도 5個(Longo and Dornfeld, 1967)로 報告되어 있는데, 본 소라에서도 이들 貝類와 유사하게 역시 5個의 뚜렷한 球形인 미토콘드리아를 가지고 있다.

大部分의 海産 體外受精種은 配偶자를 放出하면 休止期를 가져 生殖細胞의 形成이 中止되는 것으로 報告되어 있으나(Loosanoff, 1962; Orton *et al.*, 1956), 진북類에서는 周年을 통해 生殖巢의 活動이 계속된다고 報告되어 있다(猪野·原田, 1961; Webber and Giese, 1969; Boolootian *et al.*, 1962; 李, 1974; Hayashi, 1980; Shepherd and Laws, 1974; Young and Demartine, 1970; 富田, 1967).

소라類의 경우도 오스트라리아産인 *Turbo intercostalis*, *T. torquata* (Jall, 1980)와 方魚津産 소라(李, 1980)의 研究結果에서 周年現象이 있음을 밝혔는데, 濟州産 소라도 年中을 통해 生殖上皮위에서 初期의 生殖細胞形成 및 成長을 觀察할 수 있었다.

軟體動物의 生殖細胞形成과 그 成熟을 支配하는 調節機構에 關해서는, 外的 環境要因으로서 水溫(Loosanoff and Davis, 1952; Kinne, 1963; Fretter and Graham, 1964; Smith and Carefoot, 1967; 眞岡, 兒玉, 1972)이 가장 많이 論議되고 있으며, 이밖에 *Haliotis cracheridii* 에서 光週期가 1日 12時間 前後일때 生殖細胞形成이 始作된다고 알려져 있다(Webber and Giese, 1969).

또한, 生殖細胞 形成過程에 影響을 주는 內分泌調節系는 一部 二枚貝와 腹足類에서 報告되고 있으나(Euler and Heller, 1963), 소라에 關한 報告는 찾아 볼 수 없다.

LOCALITY	W.T.(°C)	MONTH												AUTHOR
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Yamaguchi (Japan)														Arino (1961)
Shizuoka (Japan)	20-25													Ai <i>et al.</i> (1964)
Migetsu (Japan)	23-25													Doya (1969)
Yeosu (Korea)	20-24													Rhe ¹⁾ (1976)
Ulsan (Korea)	20-24													Rhe ²⁾ (1976)
Ulsan (Korea)	18-24													Lee (1980)
Jeju (Korea)	20-25													Present author

□ Spawning season ■ Post spawning period

Fig. 7. Comparison of the spawning season at each locality of the turban shell, *T. cornutus*.

現在까지 報告된 日本産 소라 및 韓國産 소라에 關한 地域別 産卵期를 比較하여 보면, Fig. 7과 같다. 地域의 多少間의 差異는 있으나 産卵期의 環境水溫이 20~25°C 範圍라는 共通點을 찾아 볼 수 있다.

本 調査에서도 水溫이 상승하여 약 20°C인 6월부터 産卵이 始作되어 水溫이 下降하는 10月以後 完了되는

夏季産卵種임을 알 수 있고, 初期 生殖細胞形成은 年中 거의 일어나고 있는 點으로 미루어 生殖細胞形成과 그 成熟은 外的 環境要因以外에 內的要因의 複合的 影響을 받으며, 産卵 自體는 水溫과 密接한 關係가 있는 것으로 간주된다.

謝 辭

本 研究을 遂行함에 있어 始終指導하여 주신 本大學 姜佛源 教授님, 資料 및 原稿整理에 積極 協助하여 주신 李澤烈 教授님과 原稿를 교람하여 주신 金仁培 教授님, 田世圭 教授님과 釜山大學校 金昌炫 教授님께 感謝를 드립니다.

끝으로 本 研究을 위하여 誠心껏 도와준 여러분께 眞心으로 感謝를 표합니다.

要 約

濟州道沿岸産 소라, *Turbo cornutus* 를 對象으로 生殖巢의 構造, 生殖細胞形成過程 및 生殖週期를 光學顯微鏡과 電子顯微鏡의 方法에 의하여 調査하였다.

1. 濟州産 소라는 性轉換이나 雌雄同體인 個體를 찾아 볼 수 없었으며 性比는 약 1:1 이었다.

2. 生殖巢는 나선상 內臟部의 大灣部 外側에 位置하며, 生殖巢 外側 上皮層은 10~40μm의 單層圓柱上皮로 構成되어 있고, 이들 上皮層에는 粘液細胞와 Osmophilic 細胞가 混在하고 있다.

外側 上皮層下方에는 서로 直交되는 結締性膠原纖維와 筋纖維가 緻密하게 結合된 筋纖維膜으로 構成되어 있고, 이곳에서 卵巢小葉과 精巢小葉이 各各 起源發達하며, 이들 小葉上皮가 生殖上皮로서의 機能을 가진다.

3. 未分化間充織과 好酸性顆粒細胞들이 初期 生殖細胞形成과 發達에 一種의 營養細胞로 關여한다.

4. 卵母細胞가 100μm 前後로 成長하면 皮質顆粒層에서 卵黃顆粒의 蓄積이 시작되어 核膜가 擴散되어 오고, 脂肪顆粒은 核膜 부근에서 出現하여 皮質層으로 分散되어가며, 完熟卵의 크기는 200~210μm 前後이다.

5. 完熟精子의 頭部는 약 6μm, 尾部는 50μm 内外로서, 前端的 尖體는 電子密度가 相異한 2個의 區域으로 區分된다.

尖體와 核사이에는 透明腔이 存在하며, 이곳에서 二重纖維狀 管狀構造의 軸桿이 上下로 뻗어 있다. 鞭毛의 軸系構造는 9+2型이며 5個의 球形 미토콘드리아가 中心體를 둘러싸서 副核을 形成하고 있다.

6. 生殖巢의 發達段階는 分裂增殖期, 成長期, 成熟期, 放出期, 回復期等의 連續的인 年週期로 區分할 수 있었고, 個體間의 差異는 있으나 生殖巢는 年中 活動性이었다.

7. 濟州沿岸産 소라는 環境水溫이 20℃前後로 상승하는 6월부터 始作하여 20℃以下로 下降하는 10월까지 産卵이 지속되며 그 産卵盛期는 7月中旬부터 9月中旬까지였다.

參 考 文 獻

- 阿井敏夫(1965): 사자エ의 産卵과 發生-II, 産卵誘發와 幼生의 發達. 日水誌, 31(2), 105-112.
- 野中忠·佐々木正(1964): 사자エ의 産卵과 發生-I. 産卵行動觀察의 一例. 日水誌, 30(10), 828-830.
- Amemiya, I. (1925): Hermaphroditism in the Portuguese oyster (*O. angulata*). Nature, London, 116, pp. 108.
- 網尾勝(1956): 사자エ *Turbo cornutus* Solander의 成長並び에 棘의 成長에 就いて. 農林省水講研報, 4(1), 57-68.
- Bedford, L. (1966): The electron microscopy and cytochemistry of oogenesis and the cytochemistry of embryonic development of the prosobranch gastropod, *Bembicium nanum* L. J. Embryol. Exp. Morph, 15, 15-37.
- Bolognari, A. (1953): Ricerche sulla sessualita di *Haliotis lamellosa* Lam. Arch. Zool. Ital., 38, 361-402.
- Booolootian, R. A., A. Farmanfarmanian, and A. C. Giese (1962): On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. Biol. Bull., 122, 183-192.
- Coe, W. R. (1932): Sexual phases in the American oyster (*Ostrea virginica*). Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole, 63, 419-441.
- Coggeshall, R. E. (1970): A cytologic analysis of the bag cell control of egg laying in *Aplysia*. J. Morph., 132, 461-486.
- Crofts, D. R. (1929): *Haliotis*. Liverpool Mar. Biol. Comm. Men., 29, pp. 174.
- Dinamani, P. (1974): Reproductive cycle and gonadal changes in the New Zealand Rock oyster, *Crassostrea glomerata*. J. Mar. and Freshwater Res. New Zealand, 8(1), 39-65.
- Euler, U. S. von and H. Heller(ed.) (1963): Comparative endocrinology. II. Academic Press, New York and London, pp. 282.
- Fretter, V. and A. Graham(1964): Reproduction. In K. M. Wilbur and C. M. Young (ed.) Physiology of Mollusca, Vol. I. Academic Press, New York, pp. 473.
- Galtsoff, P. S. (1937): Observations and experiments on sex changes in adult American oysters, *Ostrea virginica*. Biol. Bull., 73, 356p.
- Galtsoff, P. S. and D. E. Philpott (1960): Ultrastructure of the spermatozoon of the oyster, *Crassostrea virginica*. J. Ultrastructure Research, 3, 241-253.
- Hayashi, I. (1960): The reproductive biology of the oyster, *Haliotis tuberculata*. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 60(2), 415-430.
- 猪野峻(1953): 사자エ의 生態學的 研究 I. 環境의 相違에 由る 棘의 消長. 日水誌, 19(4), 410-414.
- 原田和民(1961): 茨城縣에 於ける 아라비 産卵期. 東海區水研報, 31, 275-281.
- Joll, L. M. (1980): Reproductive biology of two species of *Turbinidae*. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 31(3), 319-335.
- Katkansky, S. C. and A. K. Sparks (1966): Seasonal sexual patterns in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in Washington State. Washington Dept. Fish. Res. Papers, 2(4), 80-89.
- Kennedy, A. V. and H. I. Battle (1964): Cyclic changes in the gonad of the American oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). Can. J. Zool., 42(2), 305-321.
- Kinne, O. (1963): The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. I. Temperature. Oceanog. Mar. Biol. A. Rev., 1, 301-340.
- 今故·本間義治·村川新十郎(1966): 海産無脊椎動物의 生殖腺의 成熟에 關する 研究-I. イボニシ의 生殖腺에 對하여 季節의 變化. 日水誌, 32(6), 484-491.
- 李柱河(1980): 소라, *Turbo cornutus* Solander의 生殖細胞形成過程 및 生殖週期에 關한 組織學的 研究.

- 韓水誌, 13(4), 125-134.
- 李定宰·李廷烈(1979): 소라의 種苗生産을 위한 生物學的 研究. 濟州大臨研報, 3, 5-16.
- 李廷烈·李定宰(1980): 濟州道産 소라의 産地別 特性. 韓水誌, 13(4), 213-219.
- 李澤烈(1972): 진주조개 *Pinctada martensii*의 生殖細胞 形成 및 發達에 關하여. 釜山水大臨研報, 5, 21-30.
- (1974): 전복類의 生殖細胞形成過程 및 生殖週期. 釜山水大臨研報, 7, 21-50.
- Longo, F. J. and E. J. Dornfeld(1967): The fine structure of spermatid differentiation in the mussel, *Mytilus edulis*. J. Ultrastructure Research, 20, 462-480.
- Loosanoff, V. L.(1962): Gametogenesis and spawning of the European oyster, *Ostrea edulis* in Waters Maine. Biol. Bull., 122(1), 86-95.
- and H. C. Davis (1952): Repeated semiannual spawning of Northern oyster. Science, N. Y., 115, 675~676.
- Luft, J. H. (1961): Improvements in epoxy embedding methods. J. Biophys. Biochem. Cytol., 9, 409-427.
- 眞岡東雄·兒玉正碩(1972): 茨城縣におけるアワビの早期採卵(春季採卵)について. 水産増殖, 19, 23-29.
- Mason, J. (1958): The breeding of the scallop, *Pecten maximus* (L.), in Manx Waters. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 37, 653-671.
- 松井佳一·内橋潔(1940): 日本産サザエの棘の變異に就て. 日水誌, 8(6), 349-354.
- Needler, A. B. (1930): Sex reversal and rate of growth in Eastern American oyster, *Ostrea virginica*. Ann. Rep. Bd. Biol. Can., 19, 24.p.
- Newman, G. G. (1967): Reproduction of the South African abalone, *Haliotis midae*. Invest. Rep. Div. of San Fish. S. Afr., 64, 1-24.
- Orton, J. H, A. J. Southward and J. M. Dodd(1956): Studies on the biology of limpets. II. The breeding of *Patella vulgata* in Britain. J. Mar. Biol. Ass., 35, 149-176.
- Pearse, J. S. (1965): Reproductive periodicities in several contrasting populations of *Odontaster validus* (Koehler), a common Antarctic asteroid. Biology of the Antarctic Seas, 2, 39-85.
- Reynolds, E. S. (1963): The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscope. J. Cell Biol., 17, 208-212.
- 노 섭(1976): 소라의 増殖에 關한 研究 1. 소라, *Turbo cornutus* Solander의 産卵과 初期發生. 韓水誌, 9(1), 43-55.
- 盧龍吉(1976): 소라, *Turbo cornutus* Solander의 種苗生産에 關한 研究. 水振研報, 15, 21-44.
- Sabatini, D. D., K. G. Bensch and R. J. Barnett (1963): Cytochemistry and electron microscopy. The preservation of cellular ultrastructure and enzymic activity by aldehyde fixation. J. Cell Biol., 17, 19-58.
- 東 吟(1964): 淡水産二枚貝イケチヨウガイの精子形成過程の電子顯微鏡的研究. 日水誌, 30(7), 564-569.
- Shepherd, S. A. and H. M. Laws (1974): Studies on Australian abalone (Genus *Haliotis*). II. Reproduction of five species. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 25, 49-62.
- Smith, S. T. and T. H. Carefoot (1967): Induced maturation of gonads in *Aplysia punctata*. Nature, 215, 652-653.
- Takahashi, N. (1978): Ultrastructural characteristics of the proteid yolk formation on the ovary of the squid, *Todarodes pacificus*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 29(2), 89-99.
- 高橋廷昭·高野和則(1970): ウバカイの生殖周期に關する組織學的研究-I. 精巢の季節的變化. 日水誌, 36(4), 337-344.
- 山本喜一郎(1970): ウバカイの生殖周期に關する組織學的研究-II. 卵巢の季節的變化. 日水誌, 36(4), 345-352.
- Taylor, G. T. and E. Anderson (1969): Cytochemical fine structural analysis of oogenesis in the Gastropod, *Hyanassa obsoleta*. J. Morph., 129, 211-248.
- 富田恭司(1967): 禮文島産エゾアワビの卵巢の成熟. 北水試報, 7, 1-7.
- 宇野寛(1962): サザエの増殖に關する基礎研究. 特に生態と成長の週期性に關して. 東京水大特研報 6(2), 1-76.
- Webber, H. H. and A. C. Giese (1969): Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone, *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda: Prosobranchi-

ata). Mar. Biol., 4. 152-159.

Yamaguchi, K. and T. Ogata (1978) : Isolation and characterization of a biliprotein from the ovary of a Turban shell, *Turbo cornutus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 44(6), 631-637.

Young, J. S. and J. D. Demartini (1970) : The reproductive cycle, conadal histology and gametogenesis of the red abalone, *Haliotis rufescens* (Swainson). Calif. Fish and Game, 56(4), 298-309.

EXPLANATION OF ABBREVIATIONS

a : acrosome
 ar : axial rod
 bl : basal lamina
 cen : centriole
 cf : collagenous fiber
 cfb : collagenous fiber bundle
 con : connective tissue
 cp : clear space
 d : desmosome
 d.cen : distal centriole
 doc : degenerated oocyte
 ec : epithelial cell
 ef : elastic fiber
 epc : eosinophilic cell
 f : fiber
 fme : fibromuscular capsule
 fmcl : fibromuscular capsule of liver
 gm : gelatinous membrane
 hg : hepatic gland
 lg : lipid granule
 m : mitochondria
 mc : mucous gland cell
 mt : mesenchymal tissue
 mv : microvilli
 n : nucleus
 nc : nutritive cell
 nev : nuclear envelope
 no : nucleolus
 oc : oocyte
 og : oogonia
 osc : osmophilic cell

ovl : ovarian lobule
 p : pit
 pa : preacrosomal granule
 p.cen : proximal centriole
 pm : plasma membrane
 sc : spermatocyte
 sg : spermatogonia
 sh : sheath
 st : spermatid
 sz : spermatozoa
 szn : nucleus of spermatozoa
 szt : tail of spermatozoa
 tsl : testicular lobule
 une : undischarged egg
 unsz : undischarged spermatozoa
 yg : yolk granule

EXPLANATION OF PLATES

Plates I and II are photomicrographs and the others are electron micrographs.

PLATE I

Fig. 1. The outer epithelial layer of gonad consists of 10-40 μm thick, simple columnar epithelial cells with mucous gland cells and osmophilic cells. Under the outer epithelial layer is fibromuscular capsule and ovarian lobule originated from the fibromuscular capsule.

Fig. 2. Early growing ovary. Undifferentiated mesenchymal tissues and eosinophilic cells are found between ovarian lobuli.

Fig. 3. Growing ovary showing ovarian lobuli connected to fibromuscular capsule of liver and many oocytes are projecting to the ovarian lumen.

Fig. 4. Growing ovary showing a large number of eosinophilic cells in the ovarian lobuli and a degenerated oocyte.

Fig. 5-6. Ovary of late growing stage. Note that vacuolated empty granules are found in the cytoplasm of the oocytes.

Fig. 7-8. An ovary of premature stage. Oocytes are liberated from the ovarian lobuli.

Fig. 9. Ovary of mature stage. Gelatinous membranes are formed around oocytes.

PLATE II

Fig. 10. Yolk and lipid granules are found in a ripe oocyte and a thick gelatinous membrane surrounds the oocyte.

Fig. 11. A spent ovary. Note presence of residues of degenerated oocytes and gelatinous membranes between ovarian lobuli.

Fig. 12. Ovary of recovery stage showing undischarged egg. Note ovarian lobuli develop newly in the outer wall of gonad.

Fig. 13. Testis of multiplication stage. Numerous small spermatogonia and spermatocytes appear along the epithelium of testicular lobuli.

Fig. 14. Testicular lobuli of growing testis. Eosinophilic granular cells, spermatogonia and spermatocytes are found in developing lobuli.

Fig. 15. Testis of premature stage. Spermatozoa appear in the testis.

Fig. 16. Mature testis showing a great number of spermatozoa.

Fig. 17. Transverse section of testicular lobuli of mature stage. Note the layer composed of spermatozoa, spermatids and spermatocytes.

Fig. 18. Testis of spent stage. Undischarged spermatozoa remain in the testis.

PLATE III

Fig. 19. Electron micrography of transverse section through outer epithelium of gonad. Note that irregular microvilli develop on the free surface of epithelium. Demomes are found at the luminal end of adjacent cells.

Fig. 20. Electron micrography of a osmophilic cell, epithelial cells and pits of gonad epithelium.

Fig. 21. High power electron photograph of gonad epithelium. Note that osmophilic cell contains many electron-dense granules and mucous gland cell contains electron-

low polygonal mucous granules.

PLATE IV

Fig. 22. Electron micrography of a part of outer fibromuscular capsule showing collagenous fiber bundles and a thick elastic fiber surrounding collagenous fiber bundle.

Fig. 23. Electron micrography showing the oogonia, oocytes in the germinal epithelium of ovary.

Fig. 24. Electron micrography of early growing oocytes and connective tissue in an interlobular septum.

PLATE V

Fig. 25. Electron micrography of a part of the growing oocyte. Note that a large number of small fat droplets are found in the cytoplasm.

Fig. 26. Electron micrography of a part of cytoplasm showing electron dense yolk granules and large fat droplets.

Fig. 27. More advanced phase of oocyte than Fig. 26. Note a gelatin membrane, and numerous yolk and fat granules in the cytoplasm.

PLATE VI

Fig. 28. Electron micrography of testis. Note the spermatocytes, connective fiber bundles and undifferentiated mesenchymal tissue.

Fig. 29-30. Electron micrography of a early process of acrosomal formation of spermatid. Note a preacrosomal granule, mitochondria and residues of cytoplasm of spermatids.

PLATE VII

Fig. 31. Electron micrography of cross sectioned nucleus of spermatozoa and a large number of flagella. Note that centriols are surrounded by mitochondria.

Fig. 32. Electron micrography of a mature testis. Numerous sperm flagella are seen in the lumen of testis.

PLATE VIII

Fig. 33. Electron micrography of spermatozoan

head which is covered by a sheath and centriols surrounded by mitochondria.

Fig. 34. Electron micrograph of mature spermatozoa.

Note clear space between the acrosome

and nucleus, and double fibrous microtubular axial rods projecting both to forward and backward.

PLATE I

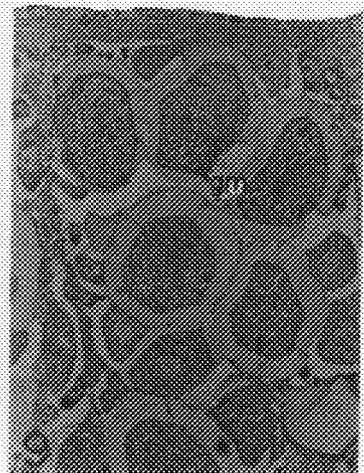
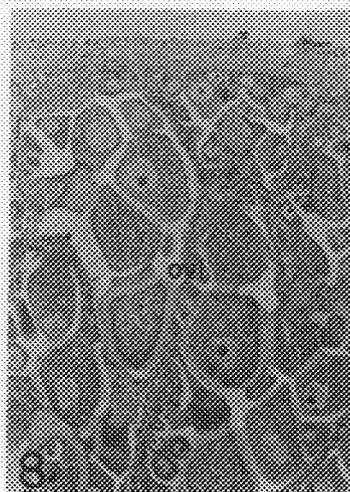
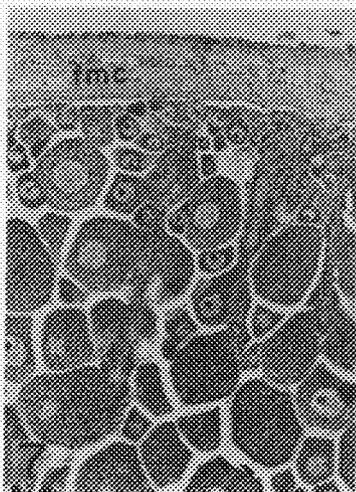
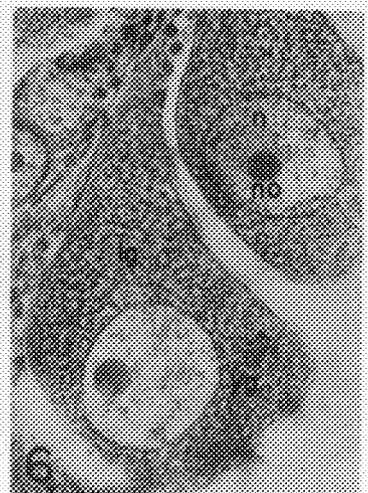
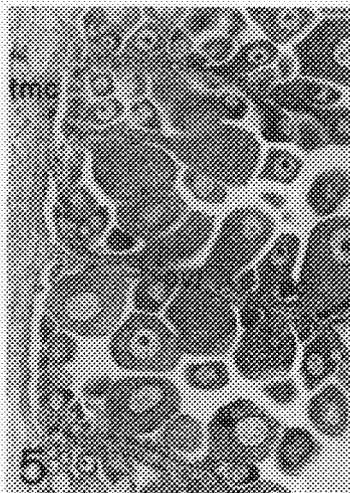
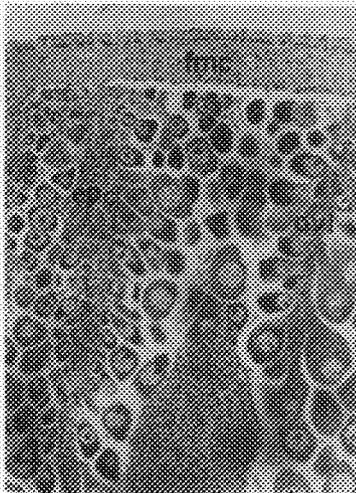
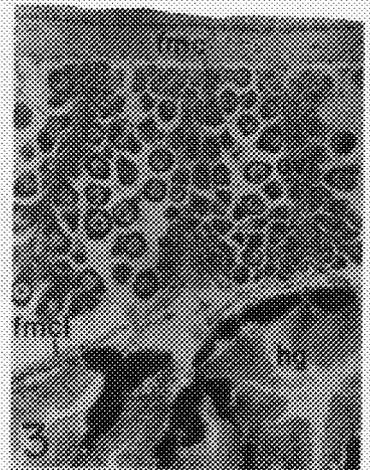
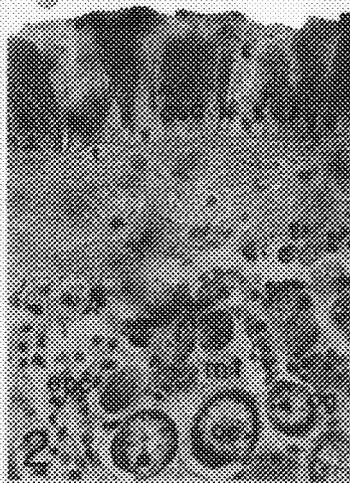
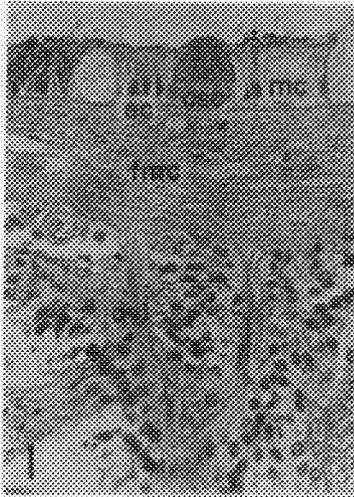


PLATE II

