

넙치, *Paralichthys olivaceus*(TEMMINCK et SCHLEGEL)의 성분화와 生殖巢發達

李 榮 敦* · 李 澤 烈**

*濟州大學校 海洋研究所 **釜山水產大學校 資源生物學科

Sex Differentiation and Development of the Gonad in the Flounder, *Paralichthys olivaceus*(TEMMINCK et SCHLEGEL)

Young-Don Lee* · Taek Yuil Lee**

*Marine Research Institute, Cheju National University

**Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan

To study sex differentiation and process of gonadal development in the flounder, *Paralichthys olivaceus*, this research was conducted according to a histological method: the appearance of primordial germ cells, formation of primitive gonads, sex differentiation of female and male and process of gametogenesis from newly hatched larva to the mature stage of adult fish.

The primordial germ cell is identified as 7.2~7.4 μ m in cell size, among 2~3cell which are buried under fibrous mesenchymal tissue between gut duct and notochord of pre-larva, at a total length of 3.1mm, 3 days after hatching.

Germinal epithelium of fibrous connective tissue was differentiated in the epithelium of the coelom closed in the mesonephric duct, a few gonial cell were located in the germinal epithelium. covered with fibrous mesenchymal tissue of post larva, 11 days(TL 4.1mm) after hatching.

Gonial cells migrated in the retroperitonium of the post larva, with a total length of 9.1mm, 22 days after hatching and a few mitotic gonial cells and primitive, lineshaped gonads were composed, with fibrous mesenchyme development, at the settlement stage with a total length of 2.2cm, 43 days after hatching.

The ovarian cavity is formed according to the medullary layer of the primitive delaminated gonad, in a juvenile with a total length of 2.2cm, 46 days after hatching.

and a total length of 7.9cm, 78 days after hatching, construction of the ovarian sac was thus completed. A total length of 11.2cm, 135 days after hatching is commensurate with construction of the ovarian sac, which is now similar to that of the adult, and so the mitotic division of oogonia and early oocytes appeared, with the germinal epithelium of functional development.

Early differentiation belatedly compared the ovary with a juvenile testis whose total length was 7.1cm, 80 days after hatching, with the testis of the cortical layer, spermatogonia of mitotic division were first recognizable. In a juvenile with a total length of 11.9cm, also 135 days after hatching and testis sac was developed.

Somatic interstitial cells of four different types were identified by distribution and appearance, according to the differentiated development of the testis and ovary in primitive gonad.

The male appeared to have a testis that contained ripe spermatozoa, 13 months after hatching and the female appeared to have an ovary that contained ripe oocytes, 2 years after hatching.

According to sex differentiation, sex ratio is female 3 : male 1, the appearance of female was high.

緒 論

魚類의 대부분은 雌雄異體이나 때로는 雌雄同體인 것도 있으며, 遺傳的 表現型이 모두 암컷만 存在하는 등 魚種에 따라 雌雄의 性分化樣相이 매우 다양하다.

雌雄性은 기본적으로 遺傳子의 支配를 받고 있으나, 이들의 分化樣相은 初期生殖器官係의 形態形成過程에서 일어나는 組織構成要素들의 分布와 構成 등이 種에 따라 각기 일정한 특징을 가진다.

Yamamoto(1969)는 魚種의 性分化 양상을 雌雄同體型과 雌雄異體型으로 大別하고, 雌雄同體型에는 雌性先熟型, 雄性先熟型, 同時性 雌雄同體型으로, 雌雄異體型에는 未分化型과

分化型으로 分類했다.

Nakahama(1983)는 魚類의 性分化時에 일어나는 生殖巢 構成要素의 機能에 관해 體細胞要素의 活性變化에 따라 卵巢에서는 濾胞細胞로, 精巢에서는 Sertoli cell과 interstitial cell로 分化되어 각각의 生理的 機能을 遂行하는 것으로 보고하고 있다.

小島(1983)는 細胞遺傳的인 進化面에서 魚類의 性染色體 分化도가 낮은 것이 性的未分化 現象을 나타내는 것으로 추정하고 있다.

魚類의 初期發生에 따른 性分化 過程의 研究는, 雌雄異體魚로서 分化途中에 卵巢의 段階를 거치지 않고 암·수로 分化되는 태평양 연어 *Oncorhynchus keta*(Robertson, 1953)를 비롯하여 뱀장어 *Anguilla japonica*(Satoh et

넙치, *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)의 性分化和 生殖巢發達
al., 1962), 청어科的 *Brevoortia patronus*(Combs, 1969), 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*(Shimizu and Takahashi, 1980) 등과 幼時雌雄同體로서 未分化型을 보이는 *Tilapia zilli*(Yoshikawa and Oguri, 1978), 잉어 *Cyprinus carpio*(Davies and Takashima, 1980), 먹장어類, *Lampetra reissneri*(Fukayama and Takahashi, 1983) 등 주로 淡水産과 採集이 용이한 汽水産 魚類를 중심으로 比較的 많은 研究가 행해지고 있으며, 우리나라에서도 최근 한국산 메기, *Parasilurus asotus*(金 等, 1988)와 참돔, *Pagrus major*(金, 1989)를 對象으로 性分화에 관한 研究가 일부 보고되고 있다.

한편, 어류의 性分化 過程을 토대로 하여 性호르몬을 이용한 性轉換에 관한 연구가 産業的 應用을 目的으로, 飼育水에 호르몬製를 混合 投與하는 방법이나 徑口 投與하는 방법을 사용하여 *Tilapia aurea*(Eckstein and Spira, 1965), Guppy, *Poecilia reticulata*(Takahashi, 1974), *Tilapia mossambica*(Nakamura, 1975) 등에서 雄性化 實驗, *Tilapia mossambica* (Nakamura, Takahashi, 1973), 송어類 *Salvelinus fontinalis* (Johnstone *et al.*, 1979)에서 雌性化 實驗 등이 시도되어 일부 성공된 결과가 보고되고 있다.

넙치, *Paralichthys olivaceus*의 生殖과 性分화에 관한 연구로는 최근 일본에서 Tanaka (1987, 1988)가 性호르몬을 이용하여 性分화에 미치는 影響에 관한 연구를 시도한 바 있고, 우리나라에서는 넙치 種苗生産에 관한 研究(閔, 1987)의 일환으로 産卵期 조사를 보고하고 있다.

본 연구는 현재 海産養殖魚種으로 국내에서 가장 많이 양식되는 넙치를 對象으로 孵化直後에서 成熟段階에 이르기까지 始原生殖細胞

의 出現과 初期生殖巢의 形成, 雌雄性分化和 配偶子 形成過程을 組織學的으로 調査하여, 이들의 性分化過程과 生殖巢 發達過程을 究明함으로써 種苗生産에 따른 性轉換 實驗 등 育種學的인 研究에 基礎資料를 제공코자 하였다.

材料 및 方法

本 研究에 使用된 넙치의 孵化仔魚 및 稚魚는 1989년 5월 21일 제주도 북제주군 조천읍 북촌리에 위치한 漢拏水産에서 人工受精시킨 受精卵을 濟州大學校 海洋研究所 飼育水槽(FRP製 0.7ton)로 옮겨 부화시킨후 飼育하면서 材料로 사용하였다. 仔·稚魚 養成時 飼育水 水温은 17.8℃~26.4℃, 比重은 1.023~1.025의 範圍였다. 먹이생물 및 초기 사료는 成長段階別로 Rotifer, *Artemia*, 넙치용 初期配合飼料를 供給하였으며, 飼育水는 自然海水를 濾過하여 사용하였다. 실험에 제공된 재료는 飼育中인 仔·稚魚를 1~3일 간격으로 無作爲採集하였으며, 成魚는 研究所 부근의 養殖場에서 採集하였다.

採集된 仔·稚魚는 10% 중성 포르말린에 固定後 각 부위를 計測하였고, 組織觀察用材料는 zenker 溶液과 bouin 溶液에 固定하였다.

生殖巢 組織觀察은 paraffin 切片法에 의하였으며, 仔·稚魚 生殖巢는 發達이 미약하여 生殖巢만을 切取하기 어려우므로 魚體 全體를 固定·包埋하였고, 生殖巢를 肉眼으로 觀察할 수 있는 段階까지 발달한 個體에서는 生殖巢만을 切取하여 고정 포매하였다. 仔·稚魚에서 내부기관 조직의 형태와 生殖細胞의 정확한 위치를 관찰하기 위하여 주로 縱斷面으로

連續切片을 만들고, 發達된 生殖巢의 경우는 縱·橫斷面으로 4.0~6.0 μ m 크기의 部分切片을 만들었다. 染色은 Heidenhain's iron haematoxylin과 eosine 二重染色 및 Mallory 三重染色을 하였다.

結 果

1. 生殖細胞의 起源과 原始生殖巢 形成

始原生殖細胞(primordial germ cell)의 發生과 原始生殖巢를 構成하는 組織의 初期分化는 孵化後 2일된 전장 2.3mm의 前期仔魚로부터 부화후 40일 전후에 着底期로 들어가는 전장 22.1mm의 稚魚期 사이에서 일어나고 있다.

始原生殖細胞(primordial germ cell)의 發生과 分化: 수온 17.6°C에서 수정후 약 52시간이 지난 3日째 되는 날 대부분의 受精卵이 孵化하는데, 孵化 直後의 前期仔魚는 전장 1.9~2.1mm로서 器官을 構成하는 組織의 形成이 거의 未分化되어 있다. 孵化後 2일된 전장 2.3mm의 前期仔魚(Fig. I-1, 2)에서는 커다란 油球들을 함유한 卵黃囊, 몸 中央에 位置한 一字型의 腸管 및, 脊索(notochord)과 腸管사이에서 分化되고 있는 中胚葉 細胞層이 관찰된다. 中胚葉 細胞層은 두 층의 세포층으로 두께가 14.7 μ m이며, 이들 세포층 사이에 2.5 μ m 정도의 미세한 틈이 형성되어 中腎原起와 中腎管의 分化를 나타내고 있다. 중배엽 세포층을 구성하는 세포들은 크기가 5.0 μ m내외로서, 형태는 불규칙한 원형이거나 타원형으로 핵과 세포질의 구분이 뚜렷하지 않다.

孵化後 3일된 전장 3.1mm인 前期仔魚에서도 아직 器官들의 分化가 完全하지 못하고 卵

黃囊을 그대로 가지고 있다(Fig. I-3, 4). 그러나, 이 시기에 腸管과 脊索사이의 體腔위쪽의 體壁中胚葉 上皮細胞사이에서 크기가 7.2~7.4 μ m 내외의 始原生殖細胞(primordial germ cell)로 인정되는 數個의 細胞群이 纖維性 間充織에 싸여 존재한다.

이들 細胞는 卵形의 形態를 갖추고 있으나, 核質과 細胞質이 극히 빈약해서 뚜렷이 구분되지는 않는다.

孵化後 11일된 전장 4.1mm 전후인 後期仔魚期가 되면서, 卵黃은 완전히 흡수되고 器官의 組織이 發達되고 있는 것을 볼 수 있다(Fig. I-5, 6). 消化管은 단순한 直線管에서 一回轉하여 分化 發達하고 中腎의 細管들도 보다 뚜렷하게 관찰된다. 이 때 體壁中胚葉 上皮의 纖維性 間充織에 묻혀 식별되던 몇 개의 始原生殖細胞들은 中腎下方의 後腹膜體腔上皮上에서 間充織과 함께 수 개의 細胞集團으로 독립되어 生殖原細胞(gonial cell)로 나타난다. 이들 生殖原細胞들은 장경 7.4 μ m, 단경 5.0 μ m으로써 細胞質은 均質한 好酸性 反應을 나타내며, 核은 일반적으로 卵形이고 細胞質과는 微細한 鹽基性膜으로 구분되고 있다. 이 후 中腎의 細管과 밀착된 體腔上皮에서 結體纖維와 纖維芽細胞로 구성된 가느다란 膜狀의 生殖上皮가 分化된다. 이들 生殖上皮層은 生殖巢가 위치할 部位인 後腹膜의 膀胱까지 연장되어 가며, 成長과 함께 體壁中胚葉에 위치하던 이들 生殖原細胞들은 生殖上皮를 따라 後腹膜으로 이동한다.

生殖細胞의 移動과 原始生殖巢의 形成: 孵化後 22日된 전장 9.1mm의 後期仔魚로부터 孵化後 40일된 전장 2.2cm까지인 넙치仔·稚魚의 發生過程에서 보면 매우 다양한 形態變

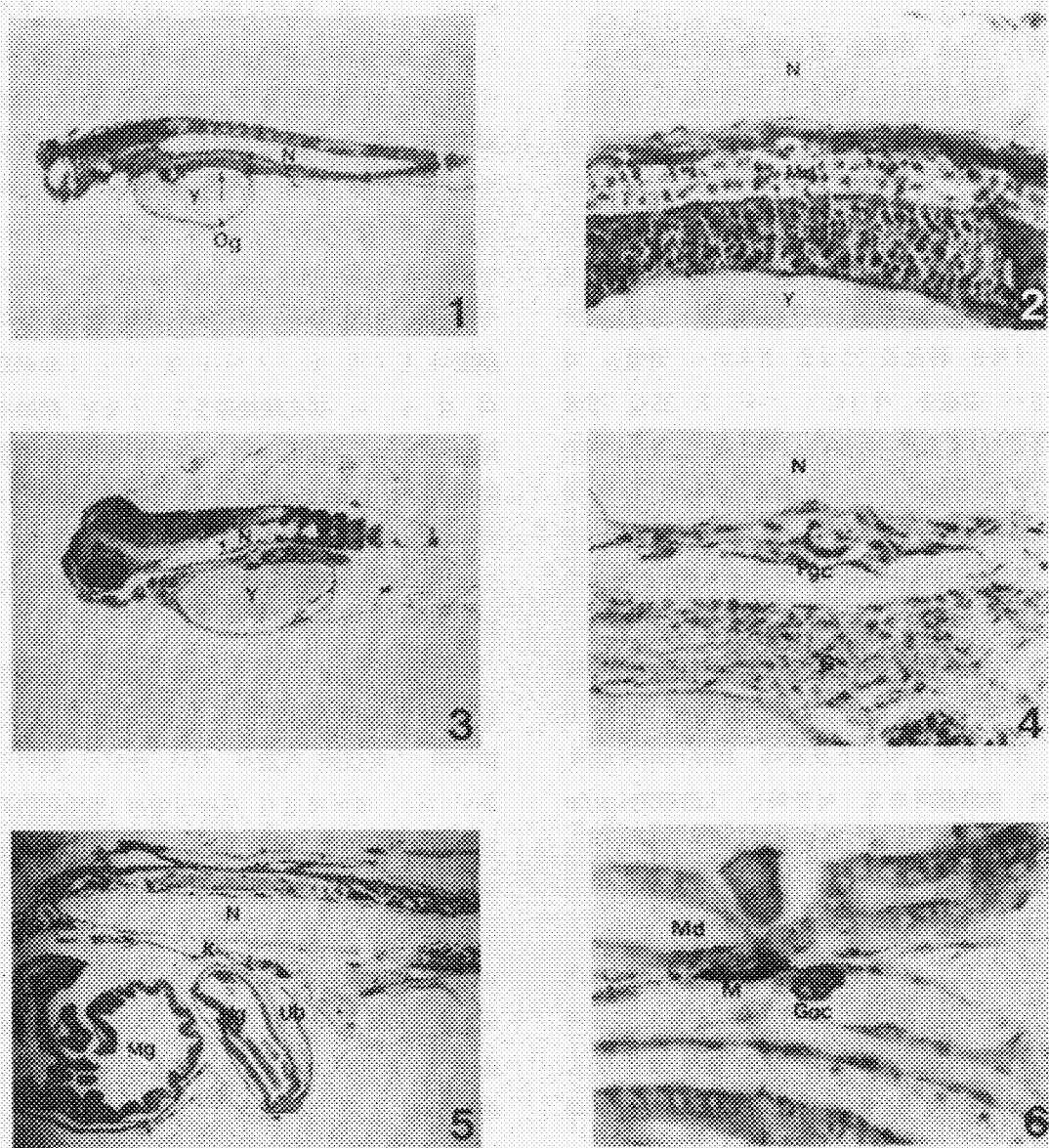


Fig. 1. 1-6. Sagittal section of sexually indifferent gonad of the Flounder.
 Appearance of primordial germ cell and migrated into the abdominal cavity.
 1, 2. 2 days after hatching (TL. 2.3~2.7mm), 1. x25, 2. x400
 3, 4. 3 days after hatching (TL. 3.1mm), 3. x25, 4. x400
 5, 6. 11 days after hatching (TL. 4.3mm), 5. x25, 6. x400
 G: Gut, Goc: Gonial cell, N: Notochord, K: Kidney, Hg: Hind gut,
 M: Melanophore, Md: Mesonephric duct, Mg: Mid gut, Og: Oil globule
 Pgc: Primordial germ cell, Ub: Urinary bladder, Y: Yolk

만을 거친다.

孵化仔魚는 卵黃을 完全吸收(孵化後 4~5日)하기 前인 孵化後 3일부터 먹이생물을 飮食하기 시작한다. 孵化後 9~11일 사이에 頸部에 鰓條가 나타나기 시작하여 부화후 20일 전후에는 鰓의 위치가 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하면서 일련의 變態過程을 거친다. 개체의 성장에 따라 다소의 차이는 있으나, 성장이 빠른 개체는 孵化後 25일을 전후하여 變態를 마키면서 鳃底를 개시하고 부화 후 35일 경에 대부분이 鳃底를 마친다. 孵化後 20일을 전후한 鰓의 移動과, 이 후 鳃底 성장에 따른 變態 등 仔稚魚의 形態的 變化와 함께 生殖細胞의 移動, 生殖上皮層의 分化로 原始生殖巢가 형성된다.

孵化後 22일된 體長 9.1mm의 變態中인 後期仔魚에서 (Fig. II-1, 2) 體腔背側을 따라 자승 肥厚되는 生殖上皮層에 纖維性間充織에 양여 後腹腹쪽으로 이동하는 生殖細胞(germ cell)들이 나타난다. 生殖上皮的 두께는 4.0~9.8 μ m에 이르며 풍부한 結體性 纖維質에 쌓인 生殖細胞는 長徑 24.5 μ m, 단徑 12.3 μ m이고 核은 7.4 μ m으로서 비교적 뚜렷하며, 核內에는 하나의 뚜렷한 仁이 식별된다. 核質과 細胞質은 體基性核膜을 경계로 쉽게 구분되나, 細胞質과 이들을 싸고 있는 纖維質들과는 구별이 어렵다.

孵化後 27일된 평균體長 10.6mm 크기의 鳃底期에 들어가는 稚魚(Fig. II-3, 4)에서 이동 중인 生殖細胞는 鰓형의 변태에 따른 일시적인 현상으로써 生殖上皮가 腹壁 背側을 따라서 後腹腹 體腔에 있는 膀胱 頸頂部에 위치하며, 生殖細胞를 싸고 있는 上皮細胞와 함께 珮라잇 형으로 배열된다. 이러한 生殖上皮는

aniline blue에 陽性反應을 나타내는 중무한 結體性 纖維質과 間充織으로 이루어져 있고, 이들 속에 生殖細胞들이 산재되어 있다. 生殖細胞의 크기는 0.8mm 내외이고, 형태는 卵形으로서 12축에 核이 뚜렷한 하나의 仁이 존재한다. 이러한 변화는 부화후 45일된 體長 15mm의 稚魚에 대한 횡단면(Fig. II-5, 6) 관찰에서도 확인되며, 中腎管下方의 體腔 背側 腹壁과 膀胱의 상단 사이에 몇 개의 生殖細胞와 잘 발달된 間充纖維들로 구성된 原始生殖巢 隆起의 形成이 확인된다. 이 原始生殖巢 隆起內에는 크기가 14.5 μ m 내외와 9.8 μ m 내외인 두 종류의 生殖細胞가 나타나고 있는데, 보다 큰 生殖細胞의 核相은 有絲分裂 中期核相을 나타내고 있다.

孵化後 43일된 體長 2.2cm 크기의 變態를 완료한 鳃底期 稚魚(Fig. II-7, 8)에서 보면, 變態時 內腸發達 配置에 의해 좁혀진 體腔의 폭이 다시 넓어지면서 珮라잇형의 生殖細胞群 및 上皮細胞들은 體腔背側을 따라 후방으로 이동하여, 線狀으로 肥厚되면서 原始生殖巢 形態를 이루게 된다. 이들 線狀 原始生殖巢 내에는 生殖細胞의 수가 有絲分裂에 의해 점차 증가되고, 여전히 풍부한 纖維性 間充織 속에 2~3개씩 모여서 위치하는 것을 관찰할 수 있다.

2. 生殖巢의 分化

孵化後 40일을 전후하여(體長 1.0~2.2cm) 原始生殖巢를 형성할 珮라잇稚魚는 부화후 130일(體長 7.0~12.0cm)에 이르는 동안 작게나마 전 후 심어와 유사한 외형을 갖춘다. 이 시기에 原始生殖巢는 卵巢와 精巢로 分化 發達하는데, 卵巢가 精巢보다 다소 빠르게 初期

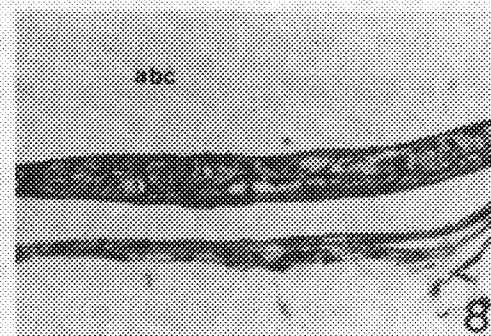
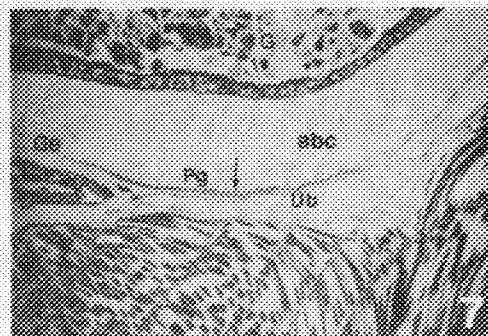
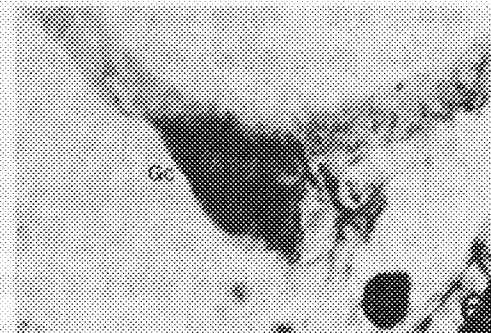
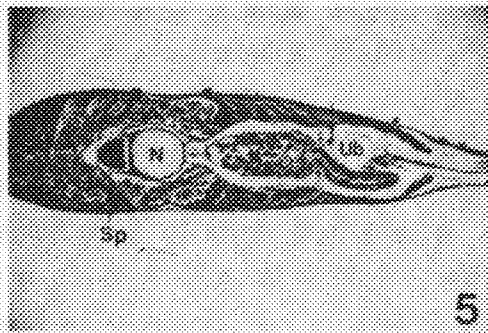
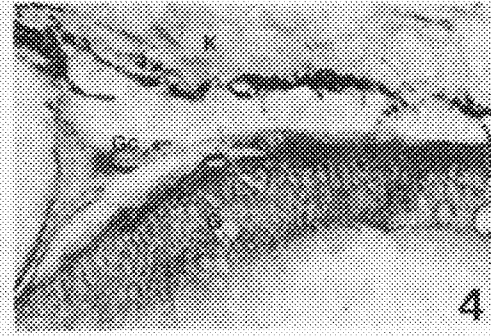
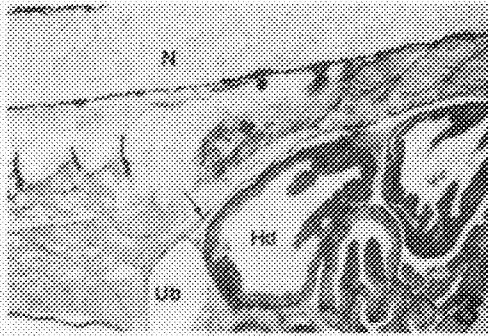
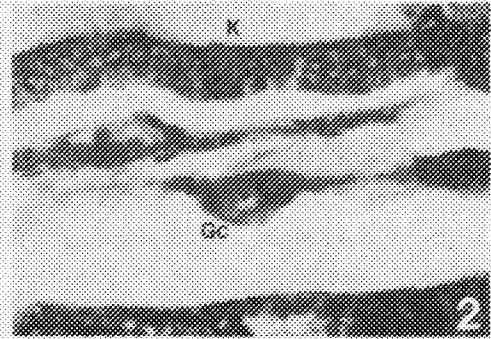
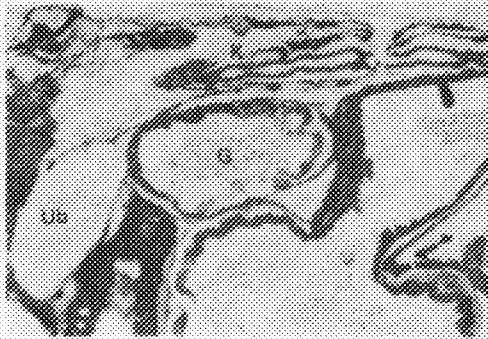


Fig. II. Sagittal section of sexually indifferent gonad of the Flounder.

1, 2. 22 days after hatching (TL. 9.1mm). 1. $\times 40$, 2. $\times 400$ 3, 4. 27 days after hatching (TL. 10.5mm). 3. $\times 20$, 4. $\times 400$ 5, 6. 46 days after hatching (TL. 15.0mm). 5. $\times 10$, 6. $\times 400$ 7, 8. 43 days after hatching (TL. 22.1mm). 7. $\times 10$, 8. $\times 400$

abc: abdominal cavity, G: Gut, Gc: Germ cell, Ge: Germinal epithelion, K: Kidney, N: Notochord, Pg: Primitive gonad, Sp: Spinal cord, Ub: Urinary bladder

분화가 일어난다. 즉 난소는 부화 후 45일경부터 卵巢腔이 形成되어 卵巢의 構造的 體制을 갖추며, 生殖細胞의 分裂增殖으로 인한 初期 卵母細胞의 발달은 부화 후 130일경에 나타난다. 반면, 精巢組織은 부화 후 80일경에 비모소 生殖細胞의 分裂增殖象이 나타나기 시작하며, 부화 후 130일경이 되면서 葉狀形의 精巢小葉과 輸精細管이 형성되어 生殖巢 分化가 일어난다.

卵巢의 分化: 孵化後 46일된 體長 1.9cm의 稚魚에서 原始生殖巢의 線단이 肥厚되면서 こん뽕상의 初期 卵巢가 형성된다(Fig. II-1, 2). 卵巢의 實質部는 얇은 皮膜에 의해 싸여 있으며, 그 기질은 많은 體細胞性 纖維가 수개의 層으로 둘러싸고 있다. 이들 卵巢는 未分化상태로 實質部는 거의 纖維性 間質細胞들에 의해 구성되어 있는데, 선단 중앙부에 뚜렷한 하나의 仁를 가진 卵原細胞가 1~2개 나타나며, 基部쪽에는 여러 卵原細胞들이 드문드문 纖維性間質들 속에 분포되어 나타난다.

孵化後 46일경이면서 體長 2.2cm로 성장이다소 빠른 階에서 난소 중앙 수질층은 최초로 葉狀分離하여 좁은 裂腔이 形成되는데, 이 內腔은 차츰 卵巢腔으로 발달되어 간다. 生殖 세포들은 非活性化 상태로 좁은 內腔 주위에

間質細胞에 싸인 채, 드문드문 散在된다(Fig. II-3, 4).

이 후 성장을 계속하여 부화 후 58일된 體長 4.9cm인 稚魚의 卵巢에서 보면, 內腔이 후방부에서 前方부로, 生殖巢 肥厚와 함께 길게 伸張되면서 뚜렷한 卵巢腔의 形態를 갖춘다. 卵原細胞들은 수적으로 다소 增加하고 있으며 여전히 다양한 형태의 間質細胞들에 의해 싸인 채 卵巢腔 주변 髓質層에 位置하고 있다. 卵巢의 皮質層은 體細胞性 間質細胞들이 여러 층으로 層狀하게 密集分布하고 있다(Fig. II-5, 6).

孵化後 77일된 體長 6.4cm 後의 稚魚가 되면, 난소는 後腹膜 쪽으로 伸張되기 시작한다. 卵巢腔은 더욱 확장되며, 난소강쪽의 髓質層의 부분적으로 陷入함으로써 주름이 形成되어 卵巢薄板(ovarian lamellae)原起를 形成한다. 한편, 髓質層의 卵原細胞는 分裂增殖에 의해 그 수가 증가하여, 이들 사이에는 間質 세포들이 채워져 있다. 그리고 皮質層에는 血管이 특히 발달하며, 結核성 섬유와 平滑筋纖維로 구성된 卵巢皮膜은 밀집된 體細胞性 間質細胞를 둘러싸고 발달한다(Fig. II-7, 8).

孵化後 78일된 體長 7.4cm의 稚魚에서는 卵巢가 肥厚되면서 體후로 길게 성장 비후하고, 이와 함께 卵巢腔 쪽의 髓質層들은 점차 길게

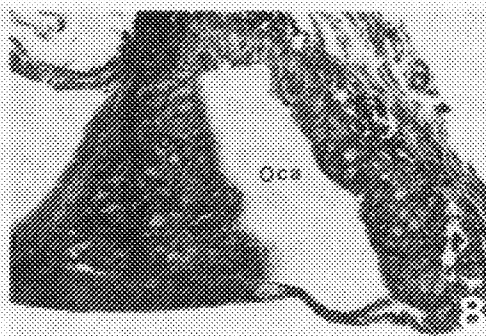
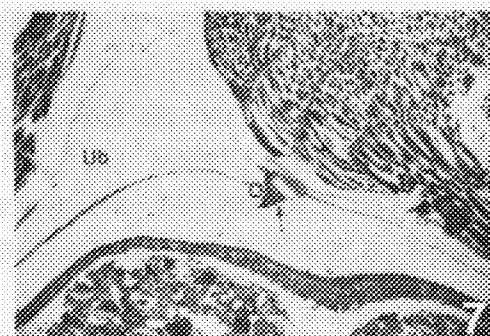
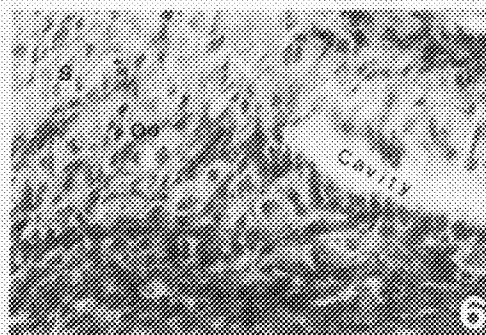
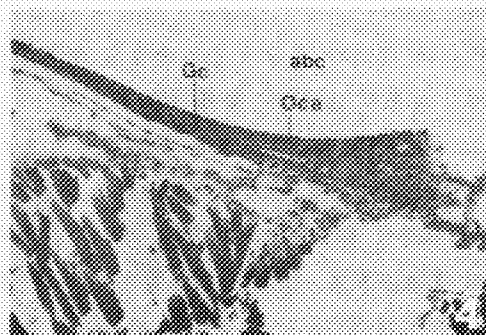
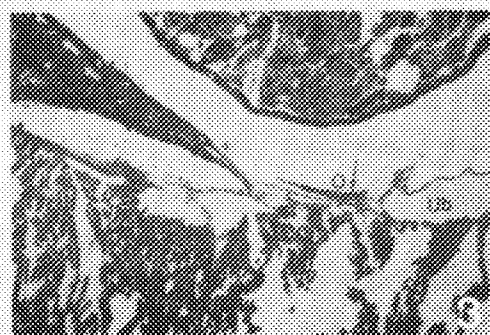
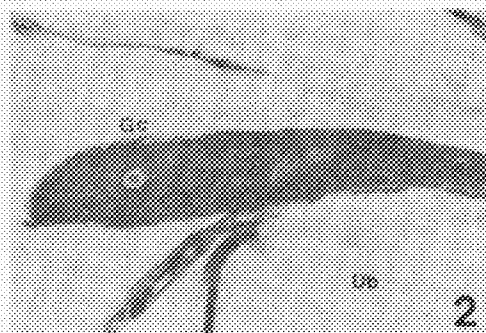


Fig. III. 1-8. Sagittal section of primitive ovary of the Flounder.

1, 2. 46 days after hatching (TL. 1.9cm), 1. $\times 10$, 2. $\times 400$ 3, 4. 46 days after hatching (TL. 2.2cm), 3. $\times 10$, 4. $\times 250$ 5, 6. 58 days after hatching (TL. 4.9cm), 5. $\times 10$, 6. $\times 400$ 7, 8. 77 days after hatching (TL. 6.4cm), 7. $\times 10$, 8. $\times 100$

abc: abdominal cavity, Bv: Blood vessel, Gc: Germ cell, K: kidney,

M: Muscle layer, O: Ovary, Oca: Ovarian cavity, Oo: Oogonium, S: Somatic

cell, Ub: Urinary bladder

納入되면서 卵巢薄板은 보다 발달한다(Fig. IV-1, 2).

孵化後 78일된 전장 7.9cm 전후의 卵巢에서 보면, 卵巢의 肥厚와 함께 卵巢薄板은 여러 개로 分岐하여 난소강쪽으로 隆起發達하면서, 이를 隆起部에 몇 개의 卵原細胞集團을 가진 基本的인 卵巢小囊의 形態로 구성한다. 아울러 卵巢皮膜에 인접한 皮층에는 밀집된 體細胞性 間質細胞들과 血管들이 발달되어 있다(Fig. IV-3, 4).

初期 卵巢小囊의 形態를 갖춘 卵巢는 개체의 成長과 함께 腹腔 後側이 發達하여 삼각형의 형태로 되면서 尾部의 筋肉속으로 伸張되어 간다.

孵化後 135일된 전장 11.2cm 전후의 난소는 成體와 거의 유사한 형태로 나타나, 卵巢小囊은 分岐狀의 薄板皮層 各片에 위치하며, 小囊上皮에서는 난원세포들의 分裂增殖이 活潑히 일어나고 있다. 이와 함께 小囊의 皮質부근에서는 細胞質의 染色性이 好酸基性을 나타내며 核內에 1~수개의 仁을 가지는 卵徑 22.2 μ m, 核徑 13.0 μ m의 初期卵母細胞가 출현하기 시작하므로써 機能的인 卵巢로의 변화가 관찰된다(Fig. IV-5, 6).

精巢의 分化: 原始生殖巢가 棍棒狀의 形態로 分化發達하는 卵巢와는 달리 精巢는 이

와 동일한 시기인 부화 후 46일된 전장 2.0cm인 개체에서부터 그 生殖巢의 형태 및 구조의 차이를 나타낸다. 이 때, 精巢는 中腎 後端의 腹膜上皮로부터 膀胱의 前端까지 線狀構造를 나타내며 腹側 後方 全體가 약간 肥厚된다. 基質內에 분포하는 소수의 生殖細胞는 크기는 10.0 μ m 내외의 크기이고, 같은 未分化時期의 棍棒狀卵巢에서 관찰되어지는 것과는 달리 精巢의 實質部 내에는 精徑 7.5 μ m, 半徑 4.5 μ m인 타원형의 體細胞性 間質細胞들이 전체적으로 풍부하게 관찰된다(Fig. IV-1, 2).

이러한 形態의 精巢는 부화 후 65일, 전장 6.3cm(Fig. V-3, 4)와 부화 후 78일 전장 6.9cm(Fig. V-5, 6) 個體들에 있어서도, 동일한 시기의 암컷에서는 卵巢腔이 形成되어 卵巢의 형태를 갖춘데 비하여, 體質層의 構造的變化 없이 腹側 後部가 發達되면서 차츰 逆三角形의 형태를 나타낸다. 이 때의 精巢는 같은 일령의 암컷 7.4cm 개체에서(Fig. IV-1, 2)처럼 尾部의 筋肉속으로 伸張하지 않으며, 生殖細胞는 그 크기나 核의 상태가 未分化期와는 별다른 차이없이 精巢의 下側部에 드물게 발견된다. 그리고, 間質細胞의 종류 또한 타원형과 가늘고 긴 핵을 가진 細胞들이 주요 관찰된다.

孵化後 80일, 전장 7.1cm인 개체가 되면서

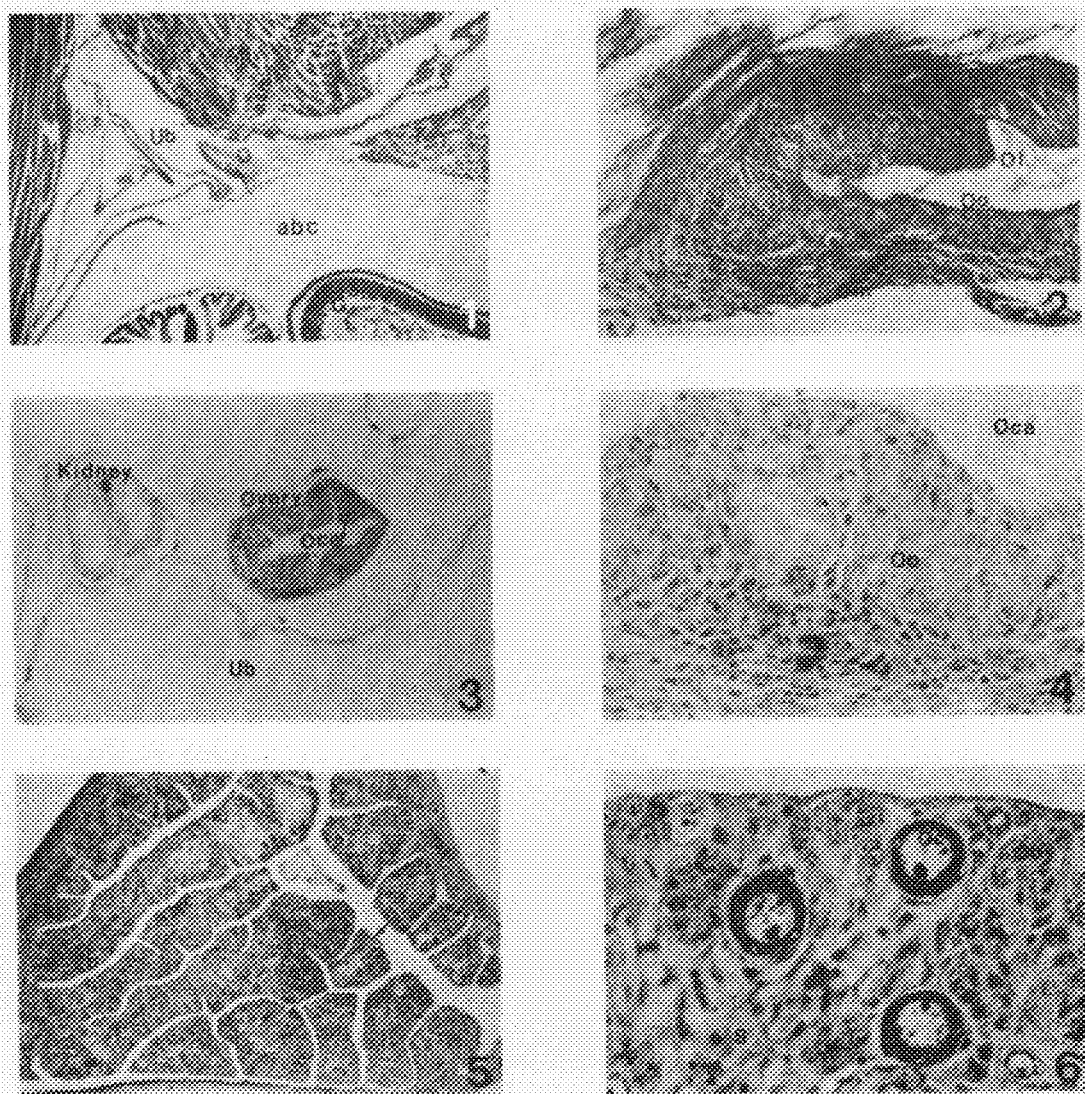


Fig. 8. 1-2. Sagittal section, 3-6 cross section of ovary of the Flounder.
 1, 2. 78 days after hatching(TL. 7.4cm), 1. x10, 2. x100
 3, 4. 78 days after hatching(TL. 8.9cm), 3. x25, 4. x400
 5, 6. 135 days after hatching(TL. 11.9cm), 5. x25, 6. x400
 abc: abdominal cavity, O: Ovary, Oc: Oocyte, Oca: Oosarian cavity,
 Ol: Ovarian lamella, Co: Oogonium, S: Somatic cell, Ub: Urinary bladder

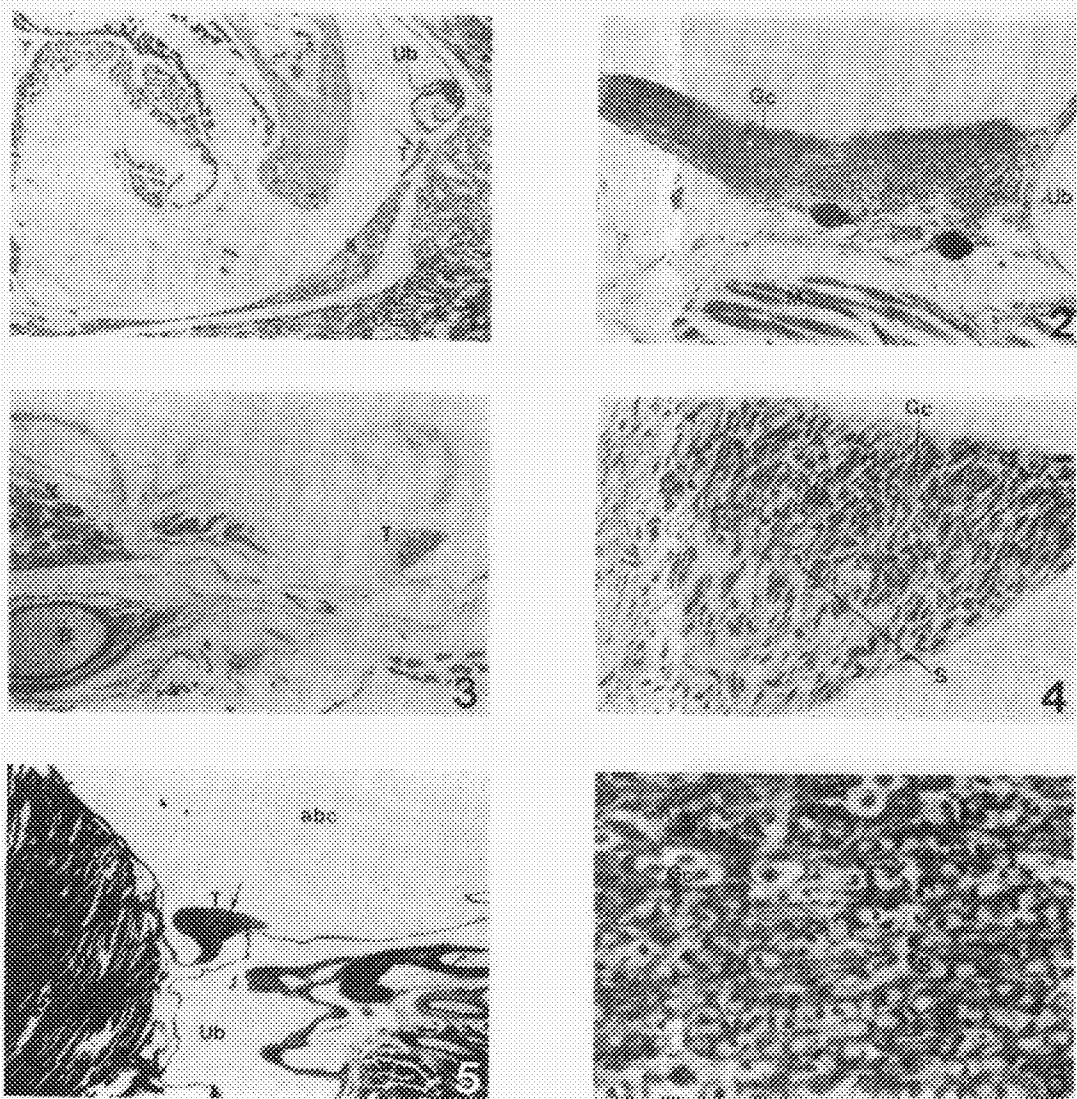


Fig. V. 1-6. Sagittal section of differentiating testes of the Flounder.

1,2. 46 days after hatching(TL. 2.2cm). 1. x10, 2. x250

3,4. 65 days after hatching(TL. 6.3cm). 3. x50, 4. x400

5,6. 78 days after hatching(TL. 6.9cm). 5. x10, 6. x400

abc : abdominal cavity, B : Bone, Gc : Germ cell, S : Somatic cell, K : Kidney,
T : Testis, Ub : Urinary bladder

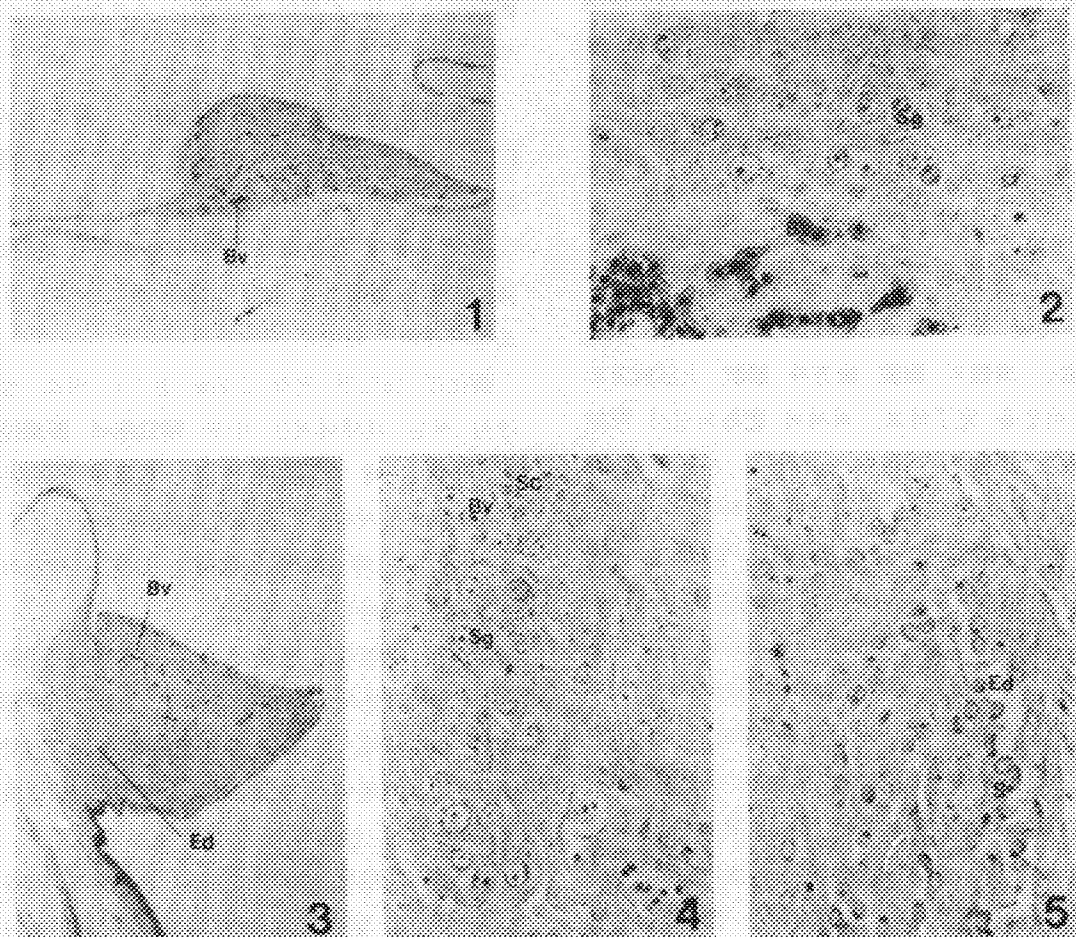


Fig. VI. 1-5. Sagittal section of differentiated testes of the Flounder.

1, 2. 80 days after hatching (TL. 7.1cm), 1. x25, 2. x400

3-5. 135 days after hatching (TL. 11.9cm)

3. sagittal section of testis x25

4. cortical layer of testis x400

5. basal layer of testis x400

Bv: Blood vessel, Ed: Efferent duct, S: Somatic cell, Sc: Spermatocyte,
Sg: Spermatogonium

정소의 後端은 肥厚 擴張된 삼각형의 葉狀構
造를 나타내며, 皮質層에서 間質細胞들에
서 精原細胞들의 分裂增殖이 활발해져서 수적
인 증가가 일어나고, 髓質層에는 다수의 血管
이 分布 發達한다 (Fig. VI-1, 2). 동일시기의

암컷에서는 初期 卵巢小囊까지 형성되어 분화
가 진행되나 精巢의 構造의 發達은 다소 늦게
일어나고 있다.

孵化後 135일된 體長 11.9cm 크기의 雌체로
되면서 精巢 皮質部에는 많은 精巢小囊이 形

成되며, 이들 小囊內에는 3~6개의 精原細胞들이 間質細胞들과 함께 관찰된다. 精巢의 髓質層과 基部에는 纖維性 間質細胞들과 타원형의 間質細胞들이 縱으로 配列하면서 輸精細管原基를 형성한다(Fig. Ⅱ-3, 4, 5).

3. 生殖巢의 分化에 따른 體細胞의 變化

孵化後 약 40일에 접어든 稚魚期에서 生殖細胞는 成體의 腹腔 後方과 膀胱 上部前方으로 이동을 完了하고, 서서히 肥厚되면서 原始生殖巢 形態를 취한다. 그러나, 아직까지 생식세포는 始原細胞 段階이어서 이들의 生殖巢 및 細胞形態로서는 機能的 精巢 및 卵巢의 구분은 어렵다. 그러나, 점차 성장함에 따라 原始生殖巢 기질을 구성하는 체세포의 종류, 분포 및 생식소의 외부 형태에 있어서 서로 뚜렷한 차이를 보이기 시작하는 두가지 型이 나타난다. 따라서, 生殖巢 分化와 관련하여 體細胞의 變化를 살펴보면 Fig. Ⅱ와 같다.

이 시기에 原始生殖巢와 본좌소기 生殖巢內에서 生殖細胞와 함께 관찰되는 體細胞의 종류는 다음과 같다.

A型—仁이 外側 核膜에 위치하여 長徑 7.0~8.0 μ m, 단徑 4.5~5.0 μ m인 橢圓形의 細胞
B型—긴 纖維質로 둘러싸인 두꺼운 卵形의 核膜을 가진 細胞

C型—짧은 纖維質이 풍부하게 둘러싸인 球形의 核膜을 가진 細胞

D型—매우 풍부한 纖維質로 둘러싸인 瓦形의 核膜을 가진 細胞

孵化後 43일제인 體長 2.0cm 전후 稚魚(Fig. Ⅱ-6, 7)의 原始生殖巢에서 나타나는 始原生殖細胞와 間質細胞는 線狀으로 길게 層狀配列을 하고 있으며, 이 때 皮質層에는 A, D型의,

髓質層에는 B, C型의 體細胞가 분포한다(Fig. Ⅱ-1).

卵巢로 分化時 體細胞의 變化: 孵化後 46일전 體長 1.9cm 전후 지어의 初期 未分化型 卵巢는 근봉형으로서 内部基質에는 주로 B, C型 세포들이 環狀으로 配列하는 반면, 生殖巢 後方 皮質層에 A, D型 세포들이 드물게 분포한다(Fig. Ⅱ-2).

孵化後 46일전 體長 2.2cm 전후의 다소 성장이 빠른 개체에서는 中央 髓質層에 卵巢腔이 形成될 때 髓質層에는 B, C型의 細胞가 대부분을 차지하고, 先端 皮質層部位에는 소수의 A型 세포와 後方基質層에는 D型 세포들이 주로 分布한다(Fig. Ⅱ-3).

孵化後 50일경, 體長 5.0cm 전후에서 卵巢腔이 伸張되면서 內腔上皮層에는 주로 C型 細胞가 分布하며, 內소의 髓質層에는 B, C型의 細胞가 존재하나, 皮質層과 基部에는 D型의 세포가 많이 분포하고 있다(Fig. Ⅱ-4).

孵化後 80일경, 體長 8.0cm 전후에서 卵巢腔 髓質層의 陷入으로 卵巢薄板이 發達하면서 髓質層에는 卵原細胞와 함께 B, C型의 細胞들이 混在하고, 皮質層에는 D型 細胞들이 주종을 이루면서 生殖巢 外膜을 形成한다(Fig. Ⅱ-5).

孵化後 130일경인 體長 10.0~12.0cm 개체의 卵巢內에는 成體에서 볼 수 있는 것과 類似的한 卵巢小囊을 形成하는데, 髓質層에는 B, C型의 細胞가 주로 분포하고 基部의 輸卵管上皮上에는 A, D型 細胞가 분포하고 있다.

精巢로 分化時 體細胞의 變化: 孵化後 46일 전 體長 2.0cm 지어의 未分化 精巢基質은 주로 A, D型 細胞들이 층상으로 配列되어 있으

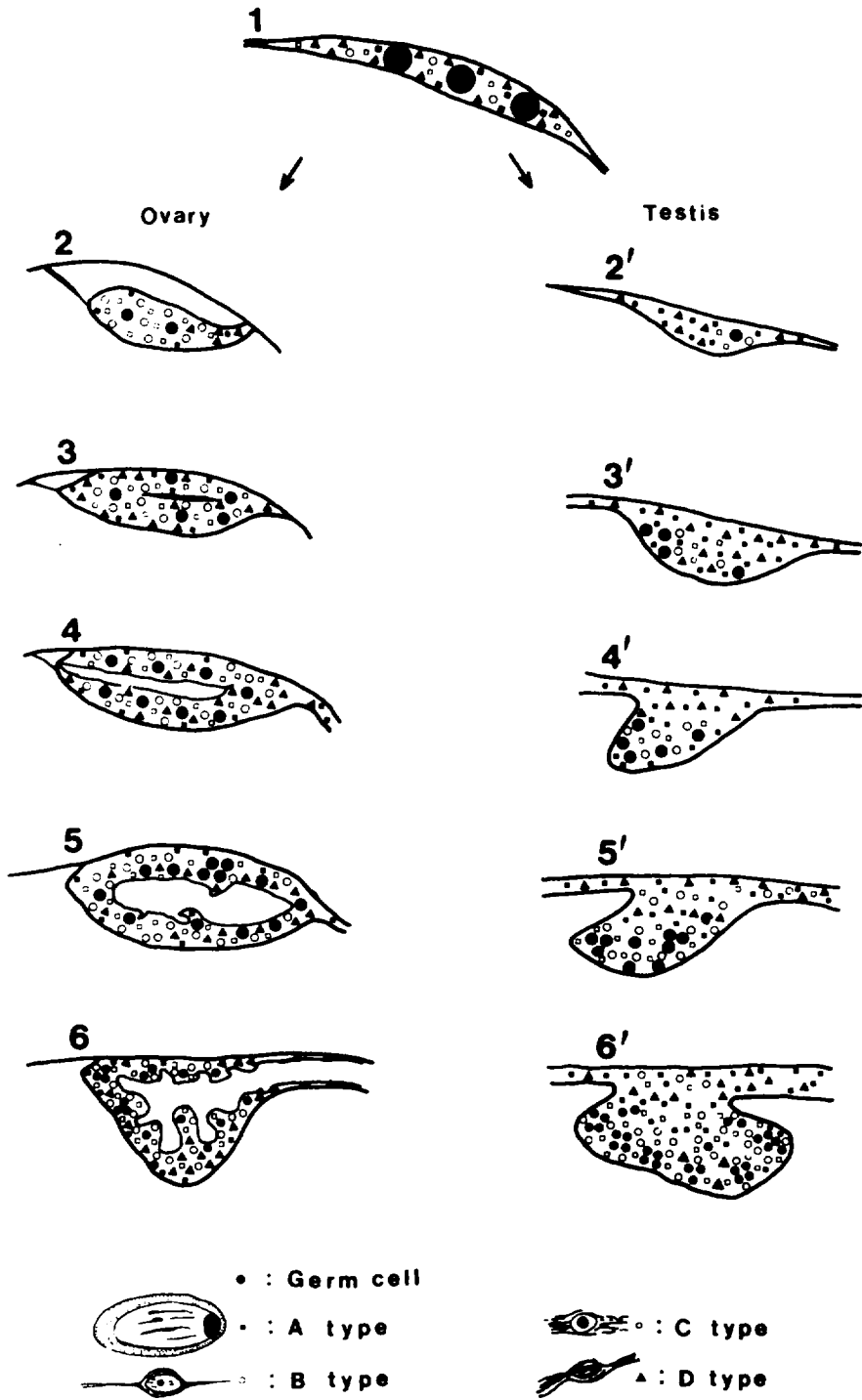


Fig. VII. Kinds and distribution of somatic cells in gonad.

며, 髓質層에 매우 드물게 B, C型 細胞들이 나타난다(Fig. VII-2'). 이 후 계속 성장을 하여 부화 후 70일을 전후한 전장 약 7.0cm까지 개체의 생식소는 기질에 A, D型 細胞의 層狀配列이 다소 增加하고 있으나 특별한 변화가 없다(Fig. VII-3', 4').

孵化後 80일된 전장 7.1cm인 稚魚의 精巢에서, 精原細胞가 分裂增殖하는 皮質層에 B, C型的 細胞가 분포하고, A, D型 세포는 기부에 분포한다(Fig. VII-5').

孵化後 135일된 전장 12cm 전후 개체의 정소에서는 生殖細胞가 활발히 분열 증식하는 皮질층과 수질층에 B, C型 細胞가 주로 분포하고, 基部에는 A型和 D型的 세포가 주종을 이루면서 분포하고 있다(Fig. VII-6').

4. 生殖巢發達

生殖巢 外部形態 및 内部構造 : 넙치의 生殖巢는 泌尿生殖孔 後方의 腹腔에 위치하며, 卵巢는 발달함에 따라 뒷지느러미의 혈관극 양측으로부터 꼬리지느러미 가까이까지의 근육층에서 신장하는 반면, 정소는 복강 후방의 근육층으로는 신장하지 않고 腹腔 內에서만 삼각형의 형태로 肥大해지면서 발달한다(Fig. VII).

난소는 성장함에 따라 유백색에서 담홍색을 띠며 정소는 유백색을 띤다. 따라서 넙치 난소 및 정소의 초기 형태가 다르기 때문에 암·수 구별은 未成熟期부터 용이하다.

卵巢의 内部構造는 囊狀型으로서 卵巢腔, 卵巢小囊, 輸卵管 등으로 구성되어 있으며, 卵巢 小囊上皮에서 卵原細胞와 卵母細胞들이 발달한다. 精巢의 内部構造는 葉狀型으로서, 上皮에는 胞狀의 小囊이 형성되고 그 곳에서

精子形成까지의 일련의 과정이 일어난다. 기부에는 輸精細管이 발달하고 긴 輸精管이 형성된다. 특히 넙치 정소의 수정관 상피조직은 매우 탄력적인 筋纖維組織으로 구성되어 있다.

卵巢의 發達 : 孵化後 157~210일된 전장 15.4~22.8cm까지의 未成魚 卵巢에는 小囊上皮에 분열증식하는 卵原細胞와 핵 내에 仁이 2~3개씩 존재하는 初期成長中인 卵母細胞들이 대부분을 차지하고 있다(Fig. IX-1).

孵化後 13개월된 전장 32.8cm 된 암컷의 난소에는 초기 성장중인 난모세포들과 더욱 발달한 58.8~78.4 μ m의 卵徑을 가진 난모세포들이 출현한다. 이 난모세포는 핵막 주변에 分散仁을 가지며, 세포질에는 卵黃胞와 卵黃核이 출현하는 특징을 가진다(Fig. IX-2).

산란기에 가까운 만 2년된 전장 37.1cm의 암컷 난소의 小囊에는 小囊上皮를 따라 장경 255.0 μ m, 단경 196.0 μ m 크기의 卵母細胞들이 주로 나타난다. 이들 난모세포들의 卵膜위에는 放射線帶와 濾胞細胞層이 발달되어 있으며, 세포질에는 卵黃球들이 고루 축적되어 있고, 핵 주변의 세포질에 직경 9.0~18.0 μ m의 유구들이 분포되어 있어 成熟期에 이르렀음을 보여준다(Fig. IX-3).

개체에 따라서는 난소내에 卵母細胞의 핵이 動物極으로 이동되고 세포질내의 卵黃球들이 융합된 完熟卵母細胞를 가진 것도 있다(Fig. IX-4).

精巢의 發達 : 孵化後 135일된 전장 12.6cm되는 未成魚의 정소는 역삼각형의 형태로 肥厚 발달한다(Fig. X-1). 精巢의 皮질층에는 分裂增殖中인 精原細胞群, 成長中인 精母細胞群들이 胞狀의 소엽내에 존재하고 있으며(Fig. X-2), 그 하방에 第1, 2精母細胞群들

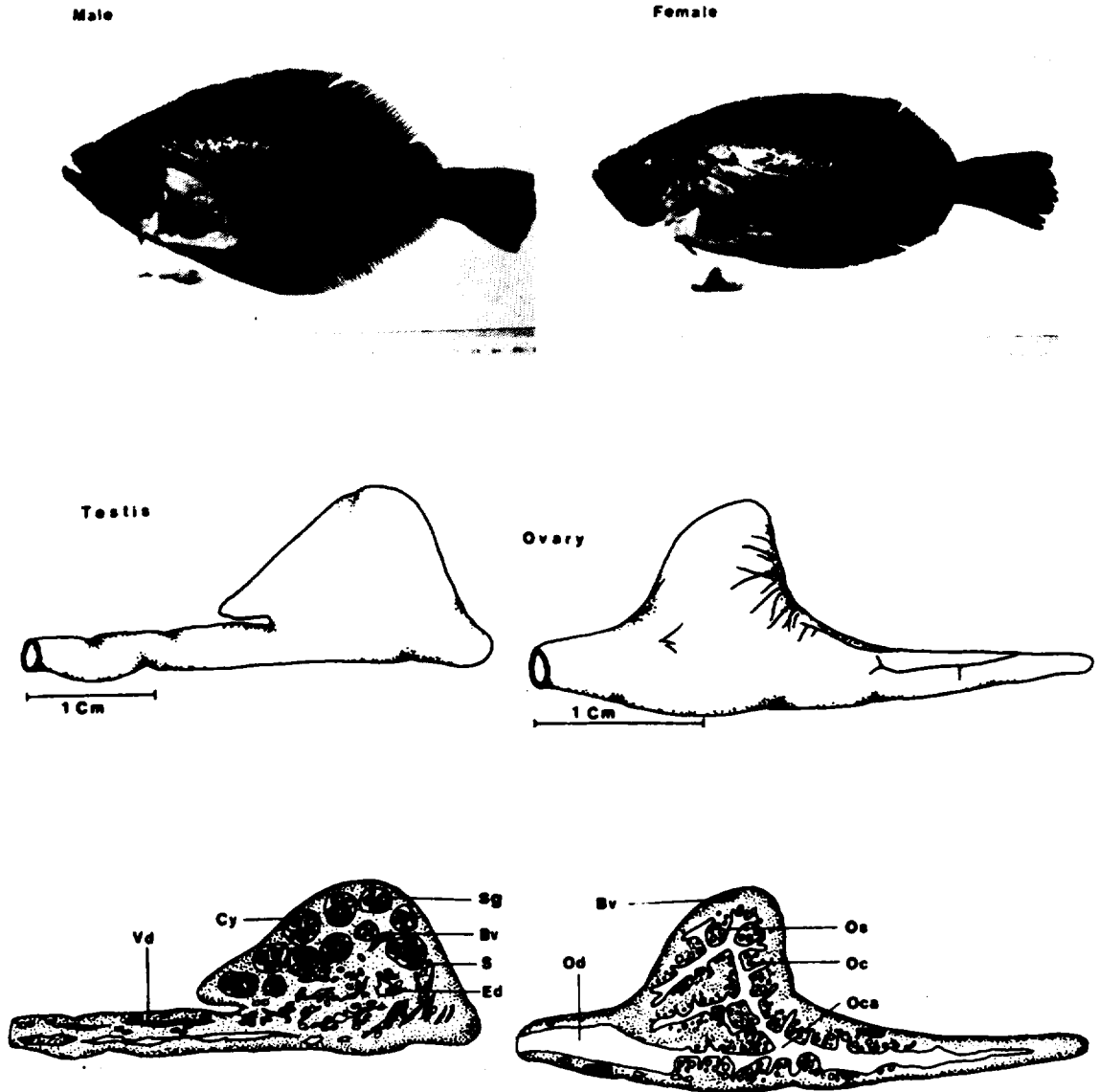


Fig. VII. External feature and internal construction of the gonad.

Bv : Blood vessel

Ed : Efferent duct

Oc : Oocyte

Os : Ovarian sac

Sg : Spermatogonium

Cy : Cyst

Oca : Ovarian cavity

Od : Oviduct

S : Somatic cell

Vd : Vas deference

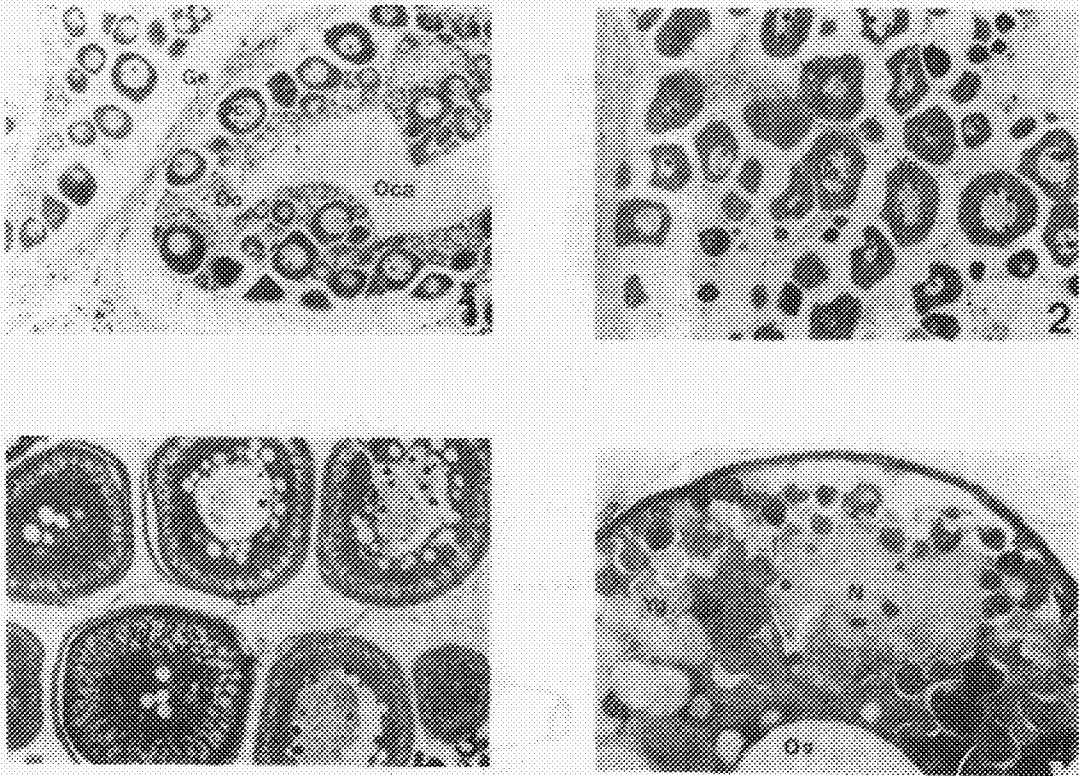


Fig. 8. 1-4. Cross section of growing, mature and ripe ovary of the Flounder.
 1. early growing stage (157 dsys after hatching, TL 15.5cm) x82.5
 2. growing stage (13 months after hatching, TL 32.8cm) x62.5.
 3. mature stage (2years after hatching, TL 37.1cm) x100
 4. ripe stage (3years after hatching, TL 37.6cm) x200

Oca : Ovarian cavity, Ge : Germinal epithelium, N : Nucleus, Ne : Nucleolus,
 Oc : Oocyte, Og : Oil globule, Co : Oogonium, Yn : Yolk nucleus, Zr : Zona radiata

이 역시 소엽내에 발달하고(Fig. X-3). 鰾質層의 基部에는 精母細胞群과 精細胞群이 聚하고 있으며 이들 주위에 타원형의 간질세포와 점액성 섬유조직들이 풍부하게 나타나고 있다(Fig. X-4).

孵化後 19개월된 體長 27.8cm인 수컷의 精소는 鰾상의 小葉들이 발달하여 수 많은 精巢

小葉構造를 이루고 있다(Fig. X-5). 이들 精소의 小葉層 小葉上皮上에는 활발하게 分裂增殖中인 精原細胞를 비롯하여, 精母細胞, 精細胞들로 가득 차 있고(Fig. X-6), 소엽내강에는 이미 變態한 精子들이 浮遊를 형성하고 있다(Fig. X-7).

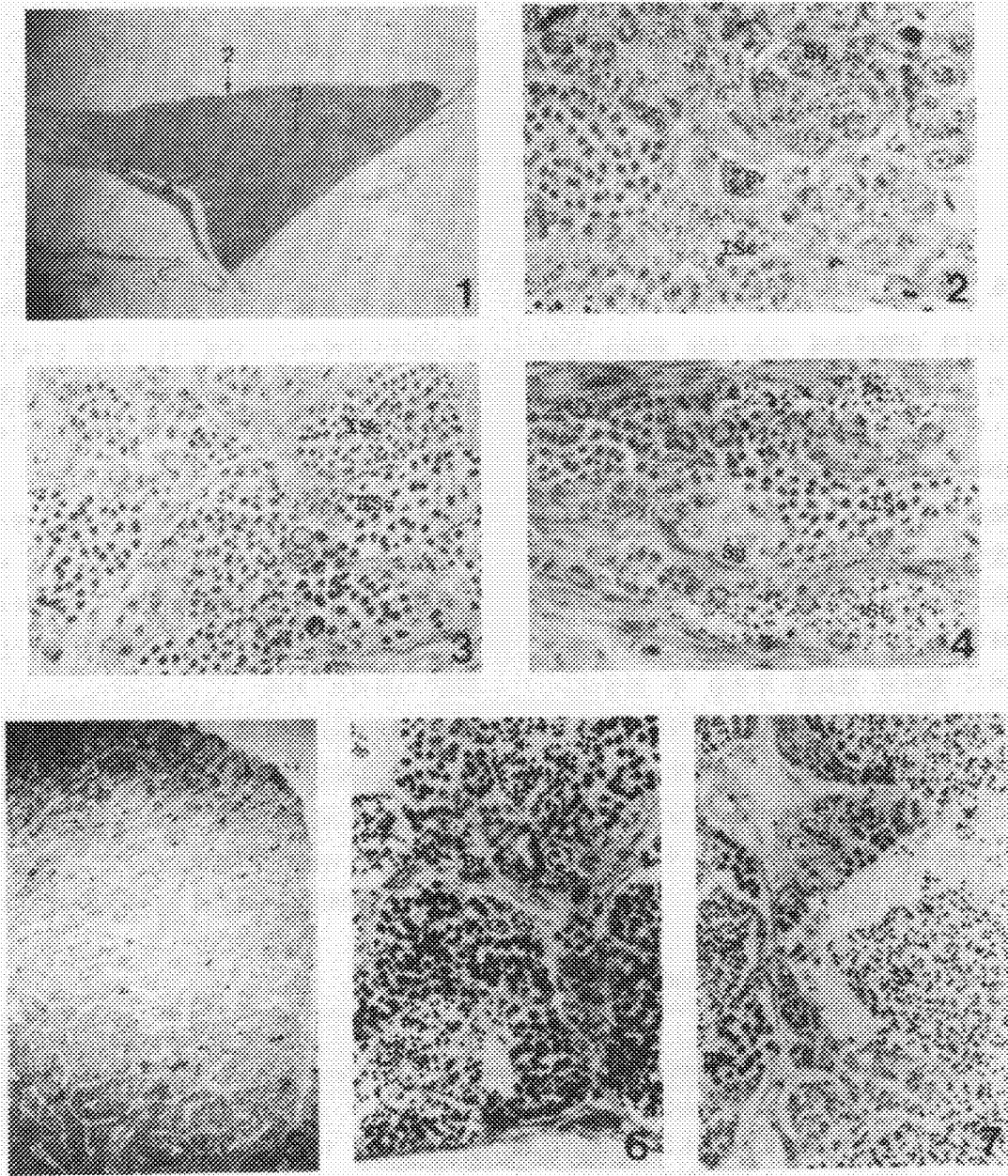


Fig. X. 1-7. Sagittal and cross section of developing testes of the Flounder.

1-4. Testis of early growing stage (135 days after hatching, TL 12.6cm)

1. sagittal section of testis, x10 (arrow 2: cortical layer part, arrow 3: medullary layer part, arrow 4: basal layer part)

2. cortical layer of testis x400 3. medullary layer of testis, x400

4. basal layer of testis. x400
- 5-7. Testis of mature stage (13 months after hatching, TL. 27.8cm)
5. cross section of testis, x20 6. cortical layer of testis, x400
7. medullary layer of testis, x400

Bv : Blood vessel, I Sc : 1st Spermatocyte, II Sc : 2nd Spermatocyte,
Sg : Spermatogonium, St : Spermatid, Sz : Spermatozoon

5. 成長에 따른 性比 組成

넙치의 個體成長에 따른 性比 組成을 알아 보기 위하여 孵化仔魚에서 孵化後 300일까지 仔·稚魚에 대한 組織學的 性比調査 결과는 Table I에 나타낸 바와 같다.

始原生殖細胞가 출현하여 생식상피를 따라 이동하고, 腹膜 後方에서 原始生殖巢를 형성하는 孵化後 40일째인 전장 14.5mm까지의 18 개체를 조사한 결과, 모두 未分化된 생식소를 가지고 있어서 性비를 구분할 수 없었다.

넙치의 성분화가 일어나기 시작하는 시기인 孵化後 41일에서 60일까지의 전장 19.5~53.4 mm인 14개체中에서 4개체는 未分化 상태였으나, 나머지는 분화된 암컷 7, 수컷 3個體로 나타났다.

孵化後 61일에서 80일된 전장 30.2~90.5mm 인 20개체중에서는, 암컷 15, 수컷 5개체로 나타나, 이 시기는 이미 전 개체가 性分化 進行 또는 完了 단계로서 암·수의 性비는 약 3:1로 나타났다.

孵化後 81일 이후 300일까지의 個體들에서 구분된 각 階級別의 암·수 比率은 모두 약 3:1로 나타나며, 性分化가 완료된 모든 개체에서도 암컷 68, 수컷 22개체로 약 3:1의 比率을 나타내고 있다.

암수간의 成長 差異를 알아 보기 위해 孵化後 300일, 체장이 18.1~28.0cm 개체를 대상으로 體長에 따른 性비를 조사해 본 결과는 Table II에 나타난 바와 같다.

孵化後 300일된 개체들의 平均體長(23.0cm)

Table I. Changes in gonadal stage after hatching

Days after hatching	Total length(mm)	No. of fish examined	Stage of gonad		
			Indifferentiated	Ovary	Testis
*1- 10	1.9- 4.2	8	8		
**11- 40	3.1- 14.5	10	10		
41- 60	10.1- 58.4	14	4	7	3
61- 80	30.2- 90.5	20		15	5
81-135	38.2-130.7	15		12	3
200-230	169-235	15		11	4
300	184-275	30		23	7

* Origin of primordial germ cells from between mesonephric duct and gut.

* Gonadal epithelium of investment and migration of gonial cell to gonadal region.

Table II. Distribution of female and male according to total length in 300 days after hatching

Total length(cm)	Female	Male
18.1-20.0	4	-
20.1-22.0	2	4
22.1-24.0	6	3
24.1-26.0	7	-
26.1-28.0	4	-

이하에 속하는 비교적 성장이 늦은 체장 18.1 cm에서 24.0cm 사이의 개체들에서는 조사된 19개체중 암컷 12개체, 수컷은 7개체로 나타났다. 그리고, 平均體長 이상인 24.1~28.0cm 사이에 속하는 11개체는 모두 암컷으로 나타나 비교적 암컷의 成長率이 높은 것으로 나타났다.

考 察

대부분 脊椎動物의 生殖細胞나 性 形質에 관련되는 체세포는 적어도 個體發生初期에 兩性的性能(bisexual potency), 즉 遺傳的 性構成에 관계없이 雌雄 어느 방향으로도 분화할 수 있는 성질을 가진다. 이러한 性的未分化 상태에서 生殖巢個體發生의 진행에 따라 정소 또는 난소의 형태적 특징을 갖추게 된다(高橋, 1981). 어류의 대부분은 雌雄異體이나 雌雄同體인 것도 적지 않으며, 遺傳的 表現型이 모두 雌性인 魚種(*Carassius auratus*, *Poecilia formosa*)도 존재하는데, 이러한 요인들은 유전적 요소의 관여가 희박하고 異性組織間的 拮抗的關係가 미흡한 것 등에 기인한 것으로 고찰되고 있다(隆島·會田, 1984).

Yamamoto(1969)는 魚類의 性分化過程을 雌

雄同體型과 雌雄異體型으로 대별하였는데, 자용동체형은 同時性 雌雄同體型과 世代交番型 雌雄同體型으로 나누고, 세대교번형 자용동체형은 雌性先熟型과 雄性先熟型으로 나누었다. 雌雄異體型은 分化型과 未分化型으로 분류하고, 分化型은 생식소 분화발달 단계에서 雌性段階를 거치지 않고 직접 精巢와 卵巢로 분화되는 것이고, 未分化型은 雌性段階를 거쳐 精巢와 卵巢로 분화되는 것으로 定義하고 있다. 본 실험재료인 넙치의 경우는 Yamamoto(1969)의 분류에 의하면 자용이체형의 분화형에 속하며, 이와 같은 분화형은 태평양연어 *Oncorhynchus keta*(Robertson, 1953), 뱀장어 *Anguilla japonica*(Satoh et al., 1962), 송사리의 일종인 *Oryzias latipes*(Tuzuki et al., 1966; Yoshikawa and Oguri, 1979), 청어속에 속하는 *Brevoortia patronus*(Combs, 1969), 무지개 송어(Takashima et al., 1980), 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*(Shimizu and Takahashi, 1980) 등에서 볼 수 있다.

雌雄異體型중에서도 분화형의 출현율은 낮고 대부분이 미분화형 자용이체형이 많다. 잉어 *Cyprinus carpio*(Davies and Takashima, 1980), 잉어속에 속하는 *Barbus tetrazoa tetrazoa*(Takahashi and Shimizu, 1983) 등은

생식소가 분화 초기에는 난소의 형태로 있다
가 어느 시기에 난소 중의 50%가 정소로 발달
하는 미분화형 자웅이체종들이다. 이러한 종
류들은 *Tilapia zilli*(Yoshikawa and Oguri,
1978), *Brachydanio rerio*(Takahashi, 1977),
Anguilla anguilla(Colombo *et al.*, 1984) 등
의 硬骨魚類들에서 잘 알려진 바와 같이 대부
분의 幼時雌雄同體型을 가지는 것이 일반적이
다. 본 연구에서 조사된 넙치는 성분화 단계
에서 雌性段階를 거치지 않고 原始生殖巢가
직접 난소와 정소로 분화하는 전형적인 자웅
이체형의 분화형이라 할 수 있다.

생식소 분화 과정에서 성분화가 완전히 일
어나기전 난소나 정소로 분화되는 원시생식소
의 식별은 魚種에 따라 構造의形態 差異나 分
화에 관여하는 體細胞性 間質細胞들의 변화로
서 추적하고 있다. 卵巢腔原基와, 輸精管原基
形成 및 體細胞의 分布樣相 등으로서 早起性
구분을 시도한 어류로서는 *Tilapia mossambica*
(Nakamura and Takahashi, 1973), *Gasterosteus*
aculeatus (Shimizu and Takahashi, 1980),
Lampetra reissneri (Fukayama and Takahashi,
1983) 등에서 볼 수 있다. 초기 생식소의 형
태 차이에 의한 자웅의 구별이 가능한 어종으
로서는 난소가 정소보다 腹膜의 附着범위가
넓은 잉어과의 *Ctenopharyngodon idella*
(Jensen and Shelton, 1983)와 精巢는 2葉으
로 분화되고, 난소는 융합되는 Yellow perch,
Perca flavescens(Malison *et al.*, 1986) 등
에서 드물게 나타나고 있다.

본 연구에서 관찰된 넙치에서는 原始生殖巢
基質을 구성하는 體細胞性 間質細胞의 種類와
分布密度的 차이로 性分化前에 난소와 정소의
早期 판정이 가능하였다. 즉 初期原始生殖巢

에 동일비율로 나타났던 A, B, C, D型的 간
질세포 중, 생식소가 발달하면서 B, C型的
세포가 생식소 기질에 전반적으로 분포하는
반면, A, D型的 세포는 극히 드물게 관찰되
는 곤봉상 생식소와, 이와는 달리 A, D型的
세포가 全基質에 대부분 분포하는 線狀構造의
생식소로 구분되었다. 이들 중 前者는 생식소
중앙 수질층에 난소강을 형성하며 난소로 분
화 발달하고, 後者는 비후되면서 정소로 분화
되었다.

Shimizu와 Takahashi(1980)는 큰가시고기,
*Gasterosteus aculeatus*에서 孵化 8일경에 卵巢
型 생식소에는 체세포 集塊가 생식소의 基部
와 末端部 쌍방에 나타나고, 精巢型 생식소에
는 체세포의 集塊가 생식소의 기부에만 형
성되며, 이러한 체세포의 集塊는 각각 난소강과
輸卵管 그리고 輸精管 형성에 관련이 있는 것
으로 보고하고 있다.

Takashima *et al.* (1980)은 무지개송어에서
生殖巢의 間質細胞들이 생식소 성장과 더불어
난소에서는 濾胞細胞로, 정소에서는 Sertoli
cell로 分化發達하는 것으로 보고 있다. 넙치
에서도 이들 間質細胞들의 분화발달을 보면,
난소에서 B, C型的 간질세포는 濾胞細胞로,
주로 D型和 일부 B, C型的 간질세포는 小囊
上皮의 結體組織으로, A, D型的 간질세포는
生殖上皮나 輸卵管上皮로 분화되는 것으로 사
료된다. 정소에서는 소수나마 B, C型的 간질
세포가 皮층의 胞囊과 胞囊사이에 또는 胞囊
內 上皮에 나타나는 데, 이들은 Sertoli cell과
interstitial cell로 각각 분화하는 것으로 생각
되며, 다수 분포하는 A, D型的 細胞는 基質
部의 輸精細管, 輸精管上皮層에 주로 분포하
고 있어 이들은 管上皮 形成에 관여하는 것이

넙치, *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)의 性分화와 生殖巢發達

아닌가 생각된다.

Hoar(1969)는 硬骨魚類의 卵巢腔形成樣式을 난소의 중앙에 난소강이 형성되는 entovarian sac과 卵巢의 가장자리에 난소강이 형성되는 parovarian sac의 두가지 형태로 대별하고 있다. 큰가시고기, *Gasterosteus aculeatus*(Shimizu and Takahashi, 1980), *Tilapia zilli*(Yoshikawa and Oguri, 1978), 잉어과 어류인 *Barbus tetrazoa tetrazoa*(Takahashi and Shimizu, 1983) 등의 난소에서는 parovarian sac의 형태가 나타나고 있다. 그리고 청어과에 속하는 *Brevoortia patronus*(Combs, 1969), 연어類인 *Salvelinus leucomaenis*(Nakamura, 1982), 무지개송어(Takashima, et al., 1980) 등에서는 entovarian sac 형태의 卵巢腔이 나타난다. 본 연구에서의 넙치는 卵巢의 중앙에서 엽상 분리가 일어나 난소강이 卵巢基部에서부터 형성되는 전형적인 entovarian sac형에 속하였다.

넙치의 발달 초기 난소는 부화 후 46일을 전후하여 난소강이 형성되기 시작하며 부화후 80일경에는 卵巢腔內에 면한 髓質部의 陷入으로 卵巢薄板이 발달되고 卵原細胞의 활발한 분열증식이 일어나고 있는 반면, 精巢는 孵化後 70여일까지 體細胞性 間質細胞들의 증가에 따라 생식소는 肥厚되지만 精原細胞의 활발한 분열증식상은 나타나지 않다가, 孵化後 80일경에 접어들면서 皮質層에서 일부 정원세포들이 서서히 分裂增殖을 하고 있어, 초기에는 정소에 비해 난소가 빨리 기능화되고 있음을 알 수 있다.

生殖巢의 분화 속도는 어중에 따라 각기 많은 차이가 있으며 동일 어종의 경우일지라도 飼育水溫, 個體間成長差 등에 따라 차이가 심한 것으로 알려져 있다. 예를 들면, 초기에

精巢分화가 組織學的으로 확인되는 孵化後 所要日數는 금붕어 *Carassius auratus*는 19~20°C에서 25~30일 (Takahashi and Takano, 1971), *Tilapia mossambica*(Nakamura and Takahashi, 1973)와 무지개송어 *Oncorhynchus masou*는 8°C에서 4~5주(Nakamura et al., 1974), 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*는 16~22°C에서 8~10일 (Shimizu and Takahashi, 1980), Guppy, *Poecilia reticulata*는 25°C에서 출생직후 (Takahashi, 1975) 등으로 보고되고 있다. 본 연구에서 조사된 넙치의 경우, 사육수는 18~22°C에서 孵化後 80일경(TL. 7.1cm)에 初期精巢가 조직학적으로 나타나고 있으나, Tanaka(1987)가 조사한 넙치의 경우, 孵化後 102일경(TL. 5.5cm)에 初期精巢가 조직학적으로 관찰되고 있는데, 이는 사육수온의 차이에서 오는 것인지 아니면 個體의 크기 차이에서 기인된 것인지는 불명확하다.

13개월된 개체의 卵巢에서 보면 난경이 58.8~78.4 μ m으로 細胞質에 난황포가 나타나는 초기 성장 중인 卵母細胞와 난경 250.0 μ m 전후의 成熟卵母細胞가 나타나나 더 이상 발달을 하지 못하고 있다. 그러나, 만 2년생으로서 전장 37.0cm 전후로 성장된 개체에서는 核이 動物極으로 이동하고 난황이 균일하게 융합된 完熟卵母細胞들을 가진 개체가 나타나고 있어, 실내 사육된 넙치의 경우는 만 2년생에서 최초로 産卵이 가능한 것으로 생각된다. 閱(1987)의 조사에서도 抱卵數, 産卵期の 持續期間 및 실질적인 産卵日數 등을 고려하여 볼 때, 실내 사육된 넙치가 産卵할 수 있는 최소연령은 만 2년으로 추정하고 있다.

그러나, 13개월된 넙치의 精巢는 수많은 小葉으로 구성되어 있으며, 皮質層의 소엽 상피

상에 분열증식하는 精原細胞, 精母細胞, 精細胞들이 나타나고 髓質層의 小葉內腔에는 변태된 정자들이 塊를 형성하고 있어, 정소의 初期 性分化和 機能은 난소에 비해 늦으나 일단 분화된 정소는 난소에 비해 훨씬 빠르게 完熟 精子를 형성하고 있음을 알 수 있다. 다만 이들이 실제 생식에 참여하여 방정하는지 여부는 좀 더 조사 연구되어야 할 과제이다.

성분화과정에서 조사된 性比는 3:1 정도로 암컷의 수가 많았으며, 동일 환경에서 자란 개체일지라도 암컷의 成長이 빨랐는데, 이는 Tanaka(1987)가 조사한 일본산 양식 넙치와 동일한 결과를 보여주고 있다.

要 約

本 研究는 넙치를 대상으로 孵化直後에서 成熟段階에 이르기까지 始原生殖細胞의 출현과 原始生殖巢의 形成, 雌雄性分化和 配偶子 形成過程을 組織學的으로 조사하여, 이들의 性分化過程과 生殖巢 발달과정을 究明하였다.

1. 始原生殖細胞는 孵化後 3일 전장 3.1mm 된 前期仔魚에서 腸管과 脊索사이의 體壁中胚葉上皮에서 크기가 7.2~7.4 μ m인 2~3개의 細胞가 纖維性 間充織에 묻혀 식별되었다.

2. 孵化 11일(전장 4.1mm)의 後期仔魚期에 中腎管과 밀착된 體腔上皮에서 結體纖維性 生殖上皮가 분화되고, 이들 상피상에 섬유성 간층직에 쌓인 수 개의 生殖原細胞가 위치한다.

3. 孵化 22일경의 後期仔魚(전장 9.1mm)에서 生殖原細胞들은 後腹膜쪽으로 이동하며, 孵化後 43일된 着低期稚魚(전장 2.2cm)에서는 有絲分裂중인 소수의 生殖原細胞와 풍부한 纖維性 間充織으로 구성된 線狀의 原始生殖巢가

발달한다.

4. 孵化後 46일된 稚魚(전장 2.2cm)에서 原始生殖巢의 髓質層은 葉狀으로 分離하여 卵巢腔이 形成되고, 孵化後 78일 된 稚魚(전장 7.9cm)에서는 卵巢小囊의 構造가 완성된다. 135일(전장 11.2cm)이 지나면 난소소낭의 구조가 성체와 유사하게 발달하고, 生殖上皮的 功能이 활발하게 되어 난원세포의 분열증식과 함께 初期卵母細胞가 출현한다.

5. 精巢의 初期 分化는 卵巢에 비해 늦어 孵化後 80일된 稚魚(전장 7.1cm)에서 최초로 정소의 皮質層에서 精原細胞들의 分裂增殖이 식별되었고, 孵化後 135일된 개체(전장 11.9cm)에서 精巢小囊이 형성되었다.

6. 原始生殖巢로부터 난소와 정소로 분화 발달하면서 각각 分布位置와 出現量이 다른 4 종류의 體細胞性 間質細胞가 식별되었다.

7. 수컷은 만 13개월만에 完熟精子를 포함한 정소를 형성하고, 암컷은 만 2년만에 完熟 卵母細胞를 가진 卵巢를 형성하였다.

8. 性分化에 따른 性比는 암수 3:1로 암컷의 出現率이 높았다.

References

- Colombo, G., G. Granid and R. Rossi.
1984. Gonad differentiation and body growth in *Anguilla anguilla* L. J. Fish Biol., 24: 215-228.
- Combs, R.M. 1969. Embryogenesis, Histology and Organology of the ovary of *Brevoortia patronus*. Gulf Res. Report., 2(4): 333-436

- Davies, P.R. and F. Takashima. 1980. Sex differentiation in common carp, *Cyprinus carpio*. J. Tokyo Univ. Fish., 66(2) : 191-199.
- Eckstein, B. and M. Spira. 1965. Effect of sex hormones on gonadal differentiation in a Cichlid, *Tilapia aurea*. Biol. Bull., 129 : 482-489.
- Fukayama, S. and H. Takahasi. 1983. Sex differentiation and development of the gonad in the Sand Lamprey, *Lampetra reissneri*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 34(4) : 279-290.
- Hoar, W.S. 1969. Fish Physiology, Vol. III, ed. by W.S. Hoar and D.J. Randall, Academic press. New York, p. 117-158.
- Jensen, G.L. and W.L. Shelton. 1983. Gonadal differentiation in relation to sex control of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (pisces : Cyprynidae). Copeia, 749-755.
- Johnston, R., T.H. Simpson and F. Walker. 1979. Sex reversal in Salmonid culture Part III. The production and performance of all-female populations of Brook Trout. Aquaculture, 18 : 241-252.
- 金炯倍, 1989. 참돔, *Pagrus major*의 性分화와 生殖巢發達.釜山水産大學 大學院 博士學位論文, pp. 59.
- 김동수 · 박인석 · 이택열, 1988. 한국산 메기 (*Parasilurus asotus*)의 성분화에 관한 연구. 韓國水産學會 春季發表 論文要旨.
- Malison, J.B., T.V. Kayes, C.D. Best and C.H. Amundson. 1986. Sexual differentiation and use of hormones to control sex in yellow perch, *Perca flavescens*. Can. J. Fish. Aqua. Sci., 43 : 26-35.
- 閔炳書. 1987. 넙치, *Paralichthys olivaceus*의 種苗生産에 關한 研究. 釜山水産大學 大學院 博士學位論文, pp. 175.
- Nagahama, Y. 1983. Fish Physiology, Vol. IX(A), ed. by W.S. Hoar/D.J. Randall and E.M. Donaldson, Academic press. New York, p. 223-264.
- Nakamura, M. 1982. Gonadal sex differentiation in whitespotted char, *Salvelinus leucomaenis*. Jap. J. Ichthyol., 28(4) : 431-436.
- Nakamura, M. and H. Takhashi. 1973. Gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica*, with special regard to the time of estrogen treatment effective in inducing complete feminization of genetic males. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 24(1) : 1-13.
- Nakamura, M. 1975. Dosage-dependent changes in the effect of oral administration of methyltestosterone on gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 26(2) : 99-108.
- Nakamura, M., H. Takahashi and O. Hiroi. 1974. Sex differentiation of the gonad in the masu salmon, *Oncorhynchus masou*. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, 28 : 1-8.
- 小島吉雄. 1983. 魚類細胞遺傳學. 關西學院大學研究叢書 47. 水交社, P. 59-64.

- Robertson, J.G. 1953. Sex differentiation in the Pacific Salmon, *Oncorhynchus keta*(Walbaum). Can. J. Zool., 31 : 73-79.
- Satoh, H., N. Nakamura and T. Hibiya. 1962. Studies on the sexual maturation of the eel. I. on the sex differentiation and the maturing process of the gonads. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 28(6) : 579-584.
- Shimizu, M. and H. Takahashi. 1980. Process of sex differentiation of the gonad and gonoduct of the three-spined Stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 31(1) : 137-148.
- Takahashi, H. and M. Shimizu 1983. Juvenile intersexuality in a cyprinid fish, the Sumatra Barb, *Barbus tetraodon tetraodon*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 34(2) : 69-78.
- Takahashi, H. and K. Takano. 1971. Sex hormone-induced precocious hypertrophy and ciliation of epithelial cells in the ovarian lumen of the goldfish. Annot. Zool. Jap., 44 : 32-41.
- Takahashi, H. 1974. Modification of the development of female reproductive organs in the Guppy, *Poecilia reticulata*, following an androgen treatment in their juvenile period. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 25(3) : 174-199.
- Takahashi, H. 1975. Masculinization of the gonad of juvenile guppy, *Poecilia reticulata* induced by 11-ketotestosterone. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 26 : 11-22.
- Takahashi, H. 1977. Juvenile hermaphroditism in the Zebrafish, *Brachydanio rerio*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 28(2) : 59-65.
- 高橋裕哉. 1981. ホルモンと生殖 I. 日本比較内分泌學會. 學會出版センタ, p.23-58.
- 降島史夫·會田勝美. 1984. 性分化とホルモン. 日本比較内分泌學會. 學會出版センタ, p.77-97.
- Takashima, F., R. Patino and M. Nomura. 1980. Histological studies on the sex differentiation in Rainbow Trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46(11) : 1317-1322.
- Tanaka, H. 1987. Gonadal sex differentiation in Flounder, *Paralichthys olivaceus*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture, 11 : 7-9.
- Tanaka, H. 1988. Effects of estradiol-17 β on gonadal sex differentiation in Flounder, *Paralichthys olivaceus*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture, 13 : 17-23.
- Tuzuki, E., N. Egami, and Y. Hyodo. 1966. Multiplication and sex-differentiation of germ cell during development in the Medaka, *Oryzias latipes*. Jap. J. Ichthyol., 13(4-6) : 175-182.
- Yamamoto, T. 1969. Fish Physiology. Vol. III, ed. by W. S. Hoar and D. J. Randall. Academic press. New York, 117-158.
- Yoshikawa, H. and M. Oguri. 1978. Sex differentiation in a Cichlid, *Tilapia zilli*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 44(4) : 313-318.
- Yoshikawa, H. and M. Oguri. 1979. Gonadal sex differentiation in the Medaka, *Oryzias latipes*, with special regard to the gradient of the differentiation of testis. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 45 : 1115-1121.