

## 전어, *Konosirus punctatus*의 生殖生物學的 研究

金 炯 培 • 李 澤 烈  
釜山水產大學 資源生物學科

### Reproductive Biology of a Shad, *Konosirus punctatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)\*

Hyung-Bae KIM and Taek-Yuil LEE  
Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan  
Namgu, Pusan, 608 Korea

The gonadal development and gametogenesis of shad, *Konosirus, punctatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) were studied by comparing with various quantitative indices, such as seasonal changes of gonadosomatic index, fatness, egg-diameter composition, first maturing size, and by comparing with histological changes of gonad and gonadotrophs(GTH) in pituitary. The materials were monthly sampled from Dadaepo at the estuary of the Nakdong river in Korea from September, 1982 to October, 1983.

The ovary of shad is a pair of sac-shaped organs covered with a fibromuscular capsule and consisting of numerous sacs. The type of testicular structure is lobular type with development of germ cells, mesenchymal tissue on the lobuli.

The gonadosomatic index (GSI) is rather low till March, but increases in April and reaches to peak in June in females and May in males. And it suddenly falls in July. The gonads become active on the increase of water temperature and spawning season ends before high water temperature.

After spawning, the small oocytes continue to remain as they are until the growing period next year.

The reproductive cycle includes the successive stages of growing from March to April, mature from April to May, ripe and spawning in June, and recovery and resting from July to February next year.

In egg-diameter composition of an ovary taken in the spawning season, 2-3 modes were recognized with some batches shown in an ovary. An individual shad spawns twice or more in a month-spawning season. The individual spawning interval is estimated to be ten days or less.

Changes of fatness are correlated with those of water temperature that affect on the condition of feeding, but less correlated with spawning.

The percentage of mature of female and male fish, are 50% in 17.0-18.0 cm and 100% in 18.0-19.0 cm.

GTH cells are activated from growing period and decrease their activity at pre-spawning season with peak activity for mature period.

\* 부산수산대학 해양과학 연구소 연구업적 제106호(Contribution No.106 of Institution of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan)

緒 論

전어, *Konosirus punctatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)는 청어과에 屬하는 沿岸回遊性魚類 (Takita, 1978 a)로서 우리나라 東西南海에 걸쳐 널리 分布한다.

전어에 對한 生殖生物學的 研究로는 中井(1947)의 전어와 정어리卵의 分類, 松下·能勢(1974)의 産卵場과 産卵期에 對한 報告 등이 있으며, 最近 Takita(1978a, b)에 의한 전어의 分布, 肥滿度, 成熟, 卵巢內 卵의 發達에 대한 調査가 이루어지고 있다. 우리나라에서는 韓國科學技術院附設海洋研究所(1983)에 의해 전어의 稚魚出現에 對한 報告가 있을 뿐 우리나라 沿岸에서 年中 出現되는 主漁獲對象魚種임에도 불구하고 이에 관한 研究는 찾아보기 어렵다. 전어의 資源動態에 관한 研究의 一環으로 우선 生殖生物學的 基礎調査로서 우리나라 沿岸에서 漁獲되고 있는 전어를 對象으로 生殖巢의 構造를 비롯하여 生식소속도지수(GSI)의 年間變化와 卵子形成 및 精子形成過程, 이들의 年間生殖周期, 卵徑組成과 포란수, 그리고 生殖周期에 따른 肥滿度の 變化와 개체군의 生식도등을 조사하였고, 性生숙에 關여하는 內分泌호르몬으로 뇌하수체의 生식선자극호르몬(GTH)세포의 活性變化를 調査하였다.

材料 및 方法

本研究에 使用된 材料는 1982年 9月에서 1983年 8月까지 洛東江河口에 位置한 釜山 다대포 앞바다 (Fig.1)에서 정치망으로 採集된 總 271 個體의 전어

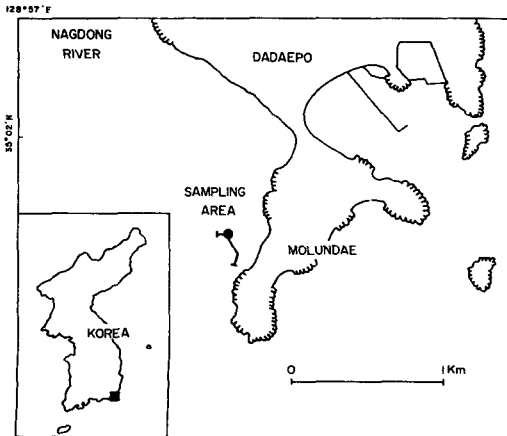


Fig. 1. Map showing the sampling area

이다.

採集된 材料는 즉시 實驗室로 옮겨 전장과 체장은 0.1 cm, 체중은 0.1 g까지 計測하였고 魚體로부터 떼어낸 生식소속량은 0.01 g까지 測定했다. 組織學的 觀察을 위한 生殖巢는 計測後 즉시 Zenker's-formalin에 고정하여 常法인 파라핀切片法에 의해 5~8 μ 두께로 連續切片을 만들었으며, Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin으로 比較染色하였고 組織區分을 위한 Mallory 三重染色, 卵內物質蓄積區分을 위한 PAS反應을 行하였다.

뇌하수체의 GTH(Gonadotrophs)분비세포群의 調査를 위해서는 下垂體를 生體로 直接抽出後 固定한 경우와, 두개골에 싸인 채로 Bouin液에 固定後, 15% nitric acid in Bouin's sol.에 12~24 시간 固定軟化시켜 抽出하였다. 腦下垂體內의 分비성세포群을 위한 染色으로는 Masson's trichrome 染色을 하였다.

卵徑變化 및 포란수는 성장기 및 完숙기에 이르는 4~6月の 個體中 成熟이 肉眼的으로 識別되는 材料의 卵巢만을 利用하였으며, 組織觀察에서 完숙되어 산란 經驗이 있는 것으로 判定되는 것은 除外시켰다. 이들 卵巢內 卵의 분리를 促進시키기 위해 개량 Gilson液(Love and Westphal, 1981)에 넣어 60~70 °C의 溫度를 유지하여 3日間 每時間마다 흔들어 주었고, 분리안된 卵들은 海부침으로 분리한 다음 다시 24시간 保存하여 完全 분리 시켰으며 이 때 떨어져 나온 結核조직들은 증류수로 여러 차례 씻어 제거시켰다. 포란수의 계산은 Bagenal and Braum (1978)의 습중량법을 使用하였다. 生식소속도지수(Gonadosomatic Index)는 生식소속량을 체중에 대한 백분비로서 산출하였으며, 肥滿度の 계산은 Fulton's condition factor(체중×10<sup>3</sup>/전장<sup>3</sup>)를 使用하였다.

結 果

1. 生殖巢의 外部形態 및 構造

成熟된 전어의 卵巢는 한 쌍의 주름진 긴 주머니 모양이며(Fig.2), 精巢는 기다란 葉狀으로 腹腔의 背後部에 脊椎骨을 따라 위치하고 있다. 未熟個體의 生殖巢는 肉眼的 암·수 구별이 어렵고 成熟되면서 암컷은 黃色, 수컷은 乳白色을 띠면서 識別이 可能하다. 암수 모두 生殖巢는 左右非相稱으로 성장되며, 完熟된 狀態에서의 卵巢는 左右의 크기가 비슷하나 精

巢는 非相稱을 나타낸다.

卵巢의 組織學的 構成을 보면, 血管이 豊富하게 分布된 結締性纖維와 筋纖維로 構成된 두꺼운 外膜이 袋狀을 形成하여 囊狀型卵巢를 이루고 있는데, 이 속에 이중결체섬유로 이루어진 隔壁을 경계로 여러개의 卵巢小囊이 자리잡고 있다.

初期卵原細胞는 이들 卵巢小囊上皮에서 분열증식하고 있으며, 이들 卵原細胞가 卵母細胞로 성장하여 完熟하면서 中央卵巢腔으로 유리되어 나온다.

精巢 역시 이중결체섬유성막에 의해 區分된 많은 精巢小葉으로구 성되어 있고, 이들 精巢小葉의 內膜에서 初期精原細胞가 分裂增殖되고 있다.

精巢의 髓質部에는 각 小葉과 연결된 輸精小管이 있고 이들 輸精小管들은 精巢의 基部에서 輸精管에 合一連結된다. 각 小葉에서 만들어진 完熟 精子들은 이들 輸精小管과 輸精管에서 일시적으로 貯精되어 있다가 放精期를 맞게 된다.

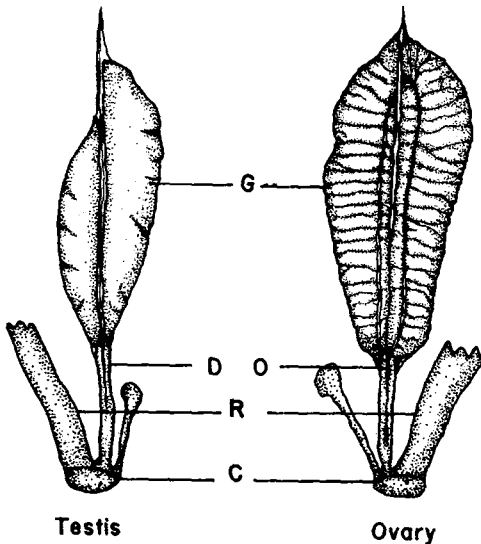


Fig. 2. Reproductive organ of shad, *Konosirus punctatus*  
C, Cloaca; D, Deferent duct; G, Gonad  
O, Oviduct; R, Rectum

## 2. 生殖巢熟度指數(Gonadosomatic Index)의 年間變化

암수에 대한 年間 GSI의 調査結果는 Fig. 3 과 같다. 암컷의 GSI는 9월에서 3月初까지 1.00 前後로 큰 變化를 보이지 않고 있으나 3月下旬부터 증가하기 시작하였고, 5월에 이르러는 급격히

비후되어, 6월에 연중 최대값인 10.25가 된다. 5月中旬에도 개체에 따라서는 GSI 값이 9.93까지 증가되는 경우가 발견되었으나 이들의 卵徑은 530 $\mu$  前後로서 6월의 完熟個體에서 볼 수 있는 600~700 $\mu$ 에 이른 卵母細胞는 찾아 볼 수 없었다. 以後 GSI 값은 7월에 0.63으로 급격히 떨어졌다. 年中 최대 GSI 값은 6월의 全長 21.0 cm인 個體에서 16.17이었다. 卵巢에서 적출된 完熟卵은 많은 油球로 차 있고 無色透明하며 크기는 800 $\mu$ 에 달했다. 또 이때의 난소 표면에는 실핏줄이 잘 발달되어 出血이 심하게 나타나는 것도 多數 觀察되었다. 생식소가 급격하게 위축된 7월에서 1월까지의 육안적으로 암수 판단이 거의 불가능하였다.

수컷의 GSI 變化는 7월에서 이듬해 3月初까지 0.40 이하이던 것이 3月下旬부터 1.05로 상승하고 4월에는 2.97로 증가하였고, 5월에 최대치인 4.41를 나타냄으로서 암컷에 비해 한달 가량 빨리 최대치에 이르고 있다. 6월에는 3.58로 약간 감소되었으며, 7월에는 0.20으로 급격히 감소되었다. 정소의 肉眼的 觀察에 의하면 4月初부터 外部形態의 變

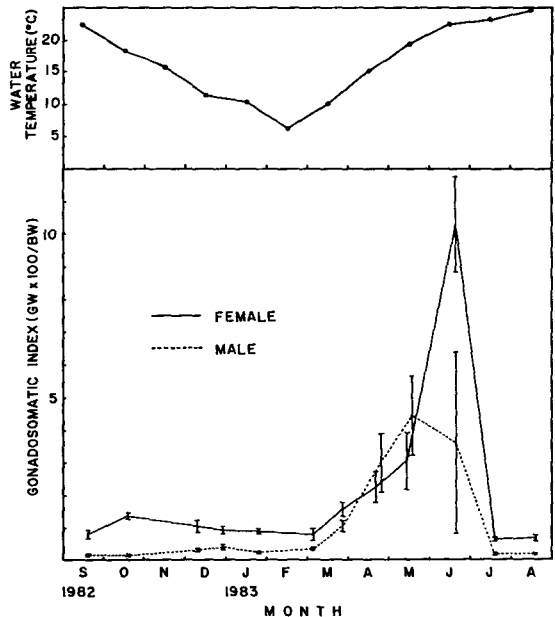


Fig. 3. Monthly changes of the gonadosomatic index in shad and of mean water temperature from September 1982 to August 1983

化가 나타나기 시작하여 左右 非相稱으로 발달하는 傾向이 있으며 이는 全長이 큰 個體일 수록 뚜렷하였다. 5월의 個體中 全長 22.5 cm로 GSI 값이 13.5

를 나타낸 個體에서는 精巢의 한 쪽이 다른 쪽 크기의 2배 이상이었다. 5월과 6월의 個體들은 精巢가 膨大되어 있어 약간의 壓迫에 의해서도 精子가 體外로 흘러 나왔다.

GSI 값의 變化를 環境 水溫과 關聯시켜 보면 Fig. 3에서 보는 바와 같이 저수온기에는 최하값을 유지하며, 수온이 상승함에 따라 GSI 값이 증가하기 시작하여 6월 고수온기 직전에 최대가 되었다가 고수온기인 7, 8월에 GSI 값이 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

### 3. 生殖巢發達の 組織學的 變化

#### (1) 卵子形成過程

初期成長期의 卵巢에는 各卵巢小囊內에 40~100  $\mu$ 의 初期卵母細胞들이 성장되어 가고 있는 것을 觀察할 수 있는데 이 때 小囊上皮上에는 드문드문 卵原細胞들의 分裂增殖이 나타나고 있다(pl. I-1).

이들 初期卵母細胞의 細胞質은 강한 好鹽基性을 나타내며, 核膜周邊을 따라 다수의 仁들이 均一하게 分布하는 것이 特徵이다(pl. I-2). 이 때 成長中인 初期卵母細胞를 싸고 貧弱한 單層의 여포세포층이 발달해 온다. 이들 初期卵母細胞들이 成長을 계속하여 120  $\mu$  前後로 되면 卵細胞質의 染色性은 好鹽基性에서 好酸性으로 變하게 된다. 이 時期에 강한 鹽基性 反應을 하며 10~12  $\mu$  크기인 한 개의 卵黃核이 細胞質의 核膜 가까이 나타나다(pl. I-3).

以後 卵母細胞가 더욱 성장하면 卵細胞質의 皮質층으로부터 空胞狀의 卵黃胞가 형성되기 시작하며, 卵細胞質은 皮質층과 내층의 두층으로 뚜렷이 식별된다(pl. I-4). 이들 卵黃胞들은 차츰 卵細胞質의 內層으로 擴散되어 가며, 核膜은 거칠화되고 核內 다수 나타나던 仁도 소실된다(pl. I-5). 아울러 細胞質에 나타났던 卵黃核도 소실된다.

卵徑이 200  $\mu$  前後에 달하면 역시 細胞質의 皮質層으로부터 eosin에 짙게 染色되고 PAS 反應에 陽性을 나타내는 卵黃胞들이 出現한다(pl. I-6). 그리고 卵膜外層에는 PAS 染色에 강하게 反應되는 放射帶가 뚜렷해지며 各 卵母細胞를 싸고 있는 여포세포들은 더욱 치밀하게 배열된 單層을 형성한다.

卵徑 400  $\mu$  前後로 되면 卵黃球들은 거의 皮質層까지 蓄積된다. 以後 500  $\mu$  前後로 성장하면 中央의 核質이 응축되어 胚胞 자체가 動物極으로 移動을 시작하며 卵黃球의 蓄積은 더욱 증심해 진다(pl. I-7). 이때 卵膜을 이루고 있는 放射帶는 더욱 뚜렷해지며,

外側 여포층의 細胞 역시 가장 잘 발달되어 있다(pl. I-8).

卵母細胞들이 600~700  $\mu$  크기로 성장하면 完熟卵이 되는데, 이때 細胞質內의 卵黃球들은 서로 融合되어 더욱 커다란 卵黃球를 이루게 되며, 이들 사이에 부분적으로 油球들이 나타난다. 또한 胚胞狀의 核은 동물극으로 이동되어 부분적으로 分散되고 있어 切片上에서도 細胞質과의 區分이 매우 힘들게 된다(pl. I-9).

放卵後 卵巢內에는 一部 산란되지 못하고 퇴하 흡수되어 가는 成熟卵들을 볼 수 있고 (pl. II-10), 初期卵母細胞를 除外하고 일단 成長中인 殘存 卵母細胞들은 細胞質의 萎縮과 核質 崩壞가 일어나 퇴화되어 간다. 卵巢의 퇴화 萎縮과 함께 卵巢를 싸는 外側 纖維性 膜은 다시 肥厚된다(pl. II-11).

放卵期를 거치고 外觀上 性을 區分할 수 없을 정도로 完全 萎縮되어 버린 卵巢일지라도 組織切片上에서는 成長에 參與하지 않은 小型 初期卵母細胞들이 그대로 殘存하여 이듬해 成長期까지 유지되었다가 다시 일제히 성장되어 가고 있다(pl. II-12).

#### (2) 精子形成過程

精巢 역시 根本的으로는 卵巢와 相同的 構造로서 많은 精巢小葉으로 구성되어 있다. 각 精巢小葉은 이중 결체성 섬유로 隔膜을 형성하고 있고 이들 小葉上皮가 生殖上皮 機能을 하고 있다.

초기 미숙정소는 각 精巢小葉들 사이에 間充細胞들이 豊富하게 발달되어 있고 小葉上皮위에서는 精原細胞들의 分裂增殖이 活潑히 일어나고 있다(pl. II-13). 精巢의 成長과 함께 小葉間의 間充細胞들은 차츰 소실되어 가는 한편 小葉間 隔膜이 뚜렷해진다. 또한 각 小葉上皮上에서는 성장된 精母細胞들이 中央內腔으로 移動後, 가득차면서 精巢 자체는 비후되어 간다(pl. II-14). 이어서 이들 精母細胞들은 內腔쪽에서 부터 성숙분열을 마친 精細胞로 變하며(pl. II-15), 곧 이어 변태된 精子들이 小葉內腔에 部分的으로 나타난다(pl. II-16). 精子가 나타나기 시작한 精巢小葉들은 최대로 肥厚되면서 小葉上皮가 극히 신장되어 얇아지며 小葉間 間充細胞들도 거의 찾아볼 수 없게 된다. 이 때의 精巢는 外觀上 初期 갈색에서 유백색으로 變化된다. 精巢小葉內에서 完熟된 정자들은 각 小葉에 分枝된 輸精小管을 따라 髓質層의 輸精管으로 모여 일시적으로 저장되고 있다.

完熟精巢에서도 精巢皮質層의 小葉上皮上에서는

여전히 活性中인 소수의 精原細胞와 精母細胞層이 나타나고 있다. 그러나 髓質層小葉들은 거의 完熟精子들로서 가득 채워지고 小葉上皮도 극히 얇아져 小葉間 隔膜을 識別하기가 어렵게 된다(pl. II-17).

放精期가 되면 精巢內 輸精管에 密集되어 있던 精子가 우선 放出되어 수정관은 비게되고 輸精小管和 精巢小葉 內腔등에 密集된 精子들도 그 數가 감소되면서 허술하게 된다(pl. II-18).

以後, 精巢는 小葉內에 殘存精子를 가진 채 퇴화 萎縮되어 가며 小葉上皮가 肥厚되고 새로운 間充織細胞들이 발달되어 온다.

#### 4. 生殖周期

年中 生殖巢 發達의 組織學的 觀察 및 GSI의 年間變化를 토대로 전어의 生殖周期를 조사한 결과 Fig. 4와 같이 年間 1회의 產卵期를 가지며 다음 같이 연속된 발달단계로 구분할 수 있었다.

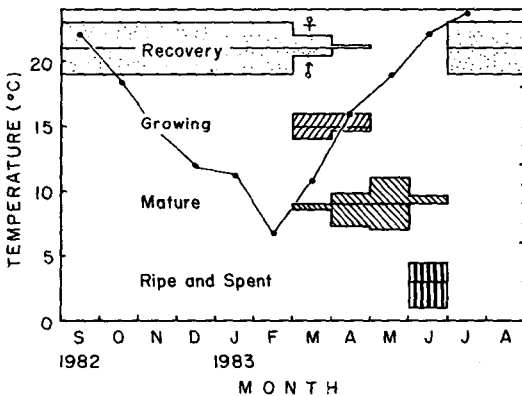


Fig. 4. Gonadal phases of shad and monthly changes of mean water temperature from September 1982 to August 1983

成長期(Growing stage) : 3月初에 채집된 33個體는 암컷 15미, 수컷 18미였는데 이 중 각기 절반 정도의 개체들에서 生殖巢가 活性化되어 성장을 시작하고 있었다. 암컷의 경우, 3月下旬에는 200 $\mu$ 까지 성장하는 卵母細胞가 觀察된다. 이때의 卵母細胞들은 거의 卵黃胞期의 것들로서 4月下旬頃까지 성장기가 계속되는데 약 400 $\mu$  전후까지 성장된다. 이때 일부 卵母細胞들은 卵黃球의 蓄積이 일어나 성숙기에 접어들고 있다. 성장기 個體의 GSI는 암컷에서 平均 1.56~2.24 範圍에 屬하고 있다.

수컷의 경우도 3월부터 다수의 精原細胞가 活潑하게 분열증식하고 이들이 精母細胞들로 성장되어

가는데 4월에 접어들면서 급격한 성장을 시작하여 대부분의 개체가 精細胞의 변태로 精巢小葉內에는 소수 精子가 出現한다. 이로 부터 精巢는 빠른 속도로 肥厚되어 이 때 GSI는 1.05에서 2.97까지 나타나고 있다.

成熟期(Mature stage) : 암컷의 경우, 卵細胞들에 卵黃球가 蓄積되기 시작한 시기로서 이들 성숙기 개체는 4월부터 일부 출현하고 있으나 5월에 접어들면서 전 개체들이 성숙기에 도달하게 된다. 이때의 GSI는 平均 3.02를 나타낸다.

수컷의 경우는 5월에 접어들면서 精巢가 年中 최대로 비후되어 GSI가 4.41을 나타내는데, 각 精巢小葉의 내강에는 변태된 精子의 數가 더욱 증가되어 가고 있다.

完熟 및 產卵期(Ripe and Spent stage) : 6월에 접어들면 卵巢는 최대로 肥厚되어 平均 GSI는 10.25를 나타내고 있다. 모든 개체들의 卵囊內에는 完熟卵으로 채워져 있거나 放卵이 일어나 일부 殘存 成熟卵들이 퇴화하기 시작한다. 이들의 放卵은 6월 한달간에 完全히 마치고 있는데 卵徑組成의 결과에 의하면 이 기간에 적어도 2~3회의 산란을 反復하는 것으로 나타난다.

5월에 최대로 肥厚되었던 수컷의 精巢도 6월에 접어들면 各 精巢小葉 및 輸精管內에 完熟精子가 充만되었거나 放精되어 흘러진 精子들을 찾아볼 수 있다.

回復 및 休止期(Recovery and Resting stage) : 放卵 放精을 마친 個體들은 7월부터 生殖巢가 급격히 퇴화 萎縮되며 가느다란 線狀形으로 변해가고 그 색깔도 透明해져 外觀上 精巢와 卵巢의 識別이 어렵게 된다. 以後, 8~9월이 되면 生殖巢의 外觀上 形態는 크게變化가 없으나 組織上으로 觀察하면 新생조직들이 재배치되면서 卵囊과 精巢小葉에는 初期 어린 卵母細胞와 精原細胞들을 가진 채 이듬해 2월까지 變化없이 休止期 狀態로 越冬을 한다.

#### 5. 產卵期 卵巢內 卵徑組成과 抱卵數

產卵期中에 일어나는 放卵回數를 알기 위하여 成熟期以後 부터 產卵期에 이른 個體를 對象으로 그들이 抱卵하고 있는 卵의 크기별 組成을 成長이 시작된 平均 120 $\mu$  이상의 卵母細胞間을 대상으로 調査한 바 Fig. 5와 같이 몇 개의 mode가 점진적으로 이행 발달되어 가는 것을 볼 수 있었다.

4月的 成熟初期個體의 경우 180 $\mu$  前後의 卵母細胞

가 주된 群을 形成하고 있는데, 5月中旬에 이르던 그 mode는 360 $\mu$  前後의 卵母細胞群으로 이동하고

있는데 일반적으로 하계 고수온기에 높은 값을 나타내고 있으며 동계저수온기에 낮은 값을 나타내고 있다.

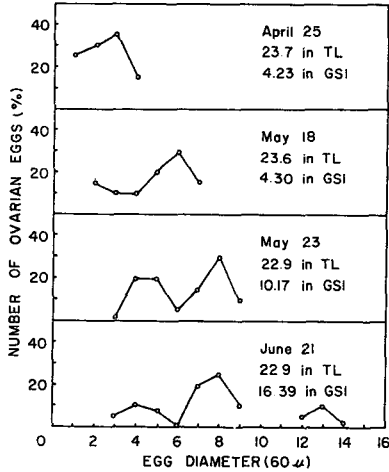


Fig. 5. Frequency distribution of egg diameter measured from each ovary classified to four stages

있으며, 5月下旬경이 되면 앞서 발달한 mode는 480 $\mu$  전후의 卵母細胞群으로 발달되고, 새로이 240~300 $\mu$  群의 卵母細胞群이 나타나 뚜렷이 두개의 群으로 분리된다. 産卵期인 6월에 조사한 결과를 보면, 5月下旬에 분리되었던 2개의 mode 외에 卵巢로부터 排卵되어 크기가 780 $\mu$  전후로 급격히 커진 또 하나의 卵母細胞群이 난소강 및 수란관에서 觀察되어 3개의 成熟 및 完熟卵母細胞群이 나타난다. 이것으로 미루어 보아 卵母細胞는 同時に 成熟하여 放卵되는 것이 아니고 몇 개의 군으로 分離되어 연속 성장하며, 방란 역시 한 산란기 동안 적어도 2~3회 행해지고 있는 것을 알 수 있다.

이들 개체군의 번식력을 알기 위해 조직표본상으로 産卵經驗이 없다고 판단되는 群成熟度 100% 이상의 15개체를 대상으로 포란수를 조사한 바, 전장 17.0~18.0cm의 어체에서는 절대포란수 3,118개, 상대포란수 179개/cm, 67개/g이며, 전장 20.0~24.0cm의 어체에서는 절대포란수 9,383개, 상대포란수 291개/cm, 59개/g인 것으로 나타났다.

### 6. 肥滿度의 年間變化

生殖周期에 따른 肥滿度의 變化를 調査한 바 Fig. 6과 같았다. 이들 비만도는 방란·방정에 의해 급격히 감소되는 GSI와는 관계없이 산란기를 전후해서는 극히 적은 폭으로 감소하거나 현상유지를 하고

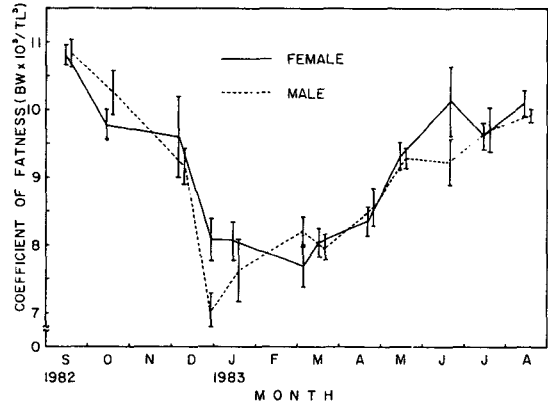


Fig. 6. Monthly changes of the fatness in shad

### 7. 群成熟度

개체의 크기에 따라 어느 체장에서 부터 再生産에 關여하는가를 알기 위하여 群成熟도를 조사하였다.

群成熟度の 判定은 도미과 어류인 *Abramis brama* (Volodin *et al.* 1974)를 비롯하여 농어 *Lateolabrax japonica* (Hayashi, 1972), 용가자미, *Reinhardtius hippoglossoides* (Fedorov, 1971) 등에서 조사된 방법들을 參考로 하여, 産卵期 시작 2個月前인 4월부터

Table 1. The total length of the first maturity of shad

| Total length (cm) | Female |              | Male   |              |
|-------------------|--------|--------------|--------|--------------|
|                   | Number | Maturity (%) | Number | Maturity (%) |
| 12.0~13.0         | 2      | 0            | 0      | —            |
| 13.0~14.0         | 3      | 0            | 3      | 0            |
| 14.0~15.0         | 2      | 0            | 4      | 0            |
| 15.0~11.0         | 1      | 0            | 7      | 0            |
| 16.0~17.0         | 7      | 29           | 5      | 20           |
| 17.0~18.0         | 11     | 91           | 7      | 71           |
| 18.0~19.0         | 5      | 100          | 2      | 100          |
| 19.0~20.0         | 7      | 100          | 5      | 100          |
| 20.0~21.0         | 5      | 100          | 5      | 100          |
| 21.0~22.0         | 11     | 100          | 9      | 100          |
| 22.0~23.0         | 8      | 100          | 7      | 86           |
| 23.0~24.0         | 3      | 100          | 0      | —            |
| 24.0~25.0         | 1      | 100          | 1      | 100          |
| 25.0~26.0         | 0      | —            | 0      | —            |
| 26.0~27.0         | 0      | —            | 0      | —            |
| 27.0~28.0         | 1      | 100          | 0      | —            |
| Total             | 66     |              | 55     |              |

산란이 끝난 7월까지의 개체중 전장 12.0~28.0 cm에 속하는 암·수 각각 66尾, 65尾를 대상으로 生殖巢組織標本을 조사하여 방란·방정에 參與 如否를 판단했다(Table 1).

암컷의 경우 전장 16.0~17.0 cm는 29%만이 産卵에 參與하고 있으며, 17.0~18.0 cm이상의 개체는 91%가 産卵에 參與해 群成熟度 50%를 넘게 된다. 그러나 전 개체가 모두 産卵에 參與하는 것은 18.0~19.0 cm 이상이었다. 수컷의 경우도 17.0~18.0 cm의 크기에서 群成熟度 71%를 나타내며 18.0~19.0 cm 이상에서 전 개체가 放精에 參與해 암·수 모두 동일 크기의 체적에서 100% 群成熟度에 달하는 것을 알 수 있다.

### 8. 生殖周期에 따른 GTH 細胞群의 活性變化

전어의 腦는 一般 硬骨魚와 같이 中腦의 발달을 볼 수 있고 神經肌肉作用에 관여하는 小腦의 발달이 이들이 游泳活動이 큰 種임을 나타낸다(Fig. 7). 腦下垂體는 前腦中 間腦의 下部와 視神經交叉部 뒤쪽에 위치하는 視床下部腹面正中央에 돌출된 길고 가느다란 腦下垂體柄에 의해 視床下部와 연결되어 있으며, 楔骨上面의 터키 안장, *sella turcica*에 묻혀 있다.

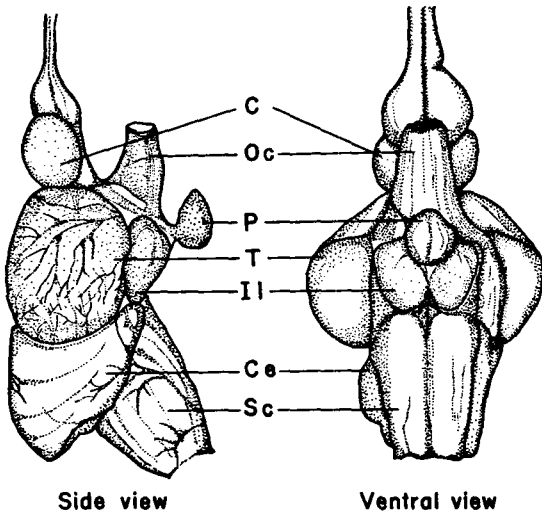


Fig. 7. General morphology of brain of shad  
C, Cerebrum; Oc, Optic chiasma; P, Pituitary; T, Tectum; Il, Inferior lobe; Ce, Cerebellum; Sc, Spinal card

생식소 성숙에 이들 腦下垂體의 생식선자극호르몬

(GTH; Gonadotrophs)들이 어떻게 작용하고 있는가를 알기 위하여 GTH 분비세포의 변화를 난소발달단계에 따라 조사한 결과(Fig. 8), 이들 분비 세포群들은 그들의 數的 分布와 활성화도에 뚜렷한 차이를 나타내고 있었다.

腦下垂體에 나타나는 分泌性細胞로서 뚜렷한 변화를 보이는 prolactin 細胞群과 GTH 細胞群의 상반적관계를 알 수 있다. 즉, GTH 細胞群의 活性과 發達이 진행되면 prolactin 細胞群들이 쇠퇴해 가고 반대로 GTH 細胞群이 쇠퇴해가면 prolactin 細胞群이 발달해 온다.

Fig. 8-1은 전어의 腦下垂體前葉에 나타나는 prolactin 細胞群들로서 各細胞는 장방형으로 횡단시 둥글고, 종단시는 길게 나타나며 多層으로 구성되어 있다. prolactin cell은 腦下垂體前葉部의 主構成細胞들로서 eosin에 길게 염색되고 Masson's trichrome 염색에서 갈색으로 되며 PAS 반응에 음성을 보이는 호산성세포이다.

Fig. 8-2는 GTH 分泌細胞群들로서 腦下垂體中葉의 主構成細胞이며 다른 여러 細胞들과 섞여 무리를 이루고 있다. 이들은 haematoxylin에 길게 염색되고 Masson's trichrome 염색에서 보라색으로, PAS 반응에 강한 陽性을 보인다.

난소의 성장기에서 완숙기까지 각 단계별로 GTH 細胞群의 出現活性을 보면 Fig. 8-3에서 6과 같다.

GSI가 3.78로서 초기성장단계에 있는 암컷의 GTH 細胞群은(Fig. 8-3) 前葉의 prolactin 細胞群 하방에서 극히 소수군으로 나타나고 있다. 그러나 초기성숙단계로 접어들어 GSI 값이 6.88을 나타내는 개체로 되면 GTH 세포군의 활성화는 뚜렷해지고 그 분포 면적도 前中葉 대부분을 차지하게 된다(Fig. 8-4). 이 때 이들 세포들은 Masson's trichrome 염색이나 PAS 반응에 강하게 陽性反應을 한다. 이후 각 난모세포들이 난황축적을 하여 완숙단계에 이르러 GSI가 11.81에 달하면 全腦下垂體는 GTH 세포군으로 거의 차지하게 되어 최고의 活性을 나타내고 있다(Fig. 8-5).

그러나 일단 난모세포들의 成長과 成熟이 完了되어 산란직전에 이른 개체에서는 (Fig. 8-6) GTH 세포군의 活性이 쇠퇴해가는 것을 볼 수 있고, 다시 prolactin 세포군의 증가가 일어난다. 또한 GTH 세포들은 세포질内に 空胞現象이 나타나 차츰 세포질 절반이상이 分泌物을 소실한 空胞狀態로 된다.

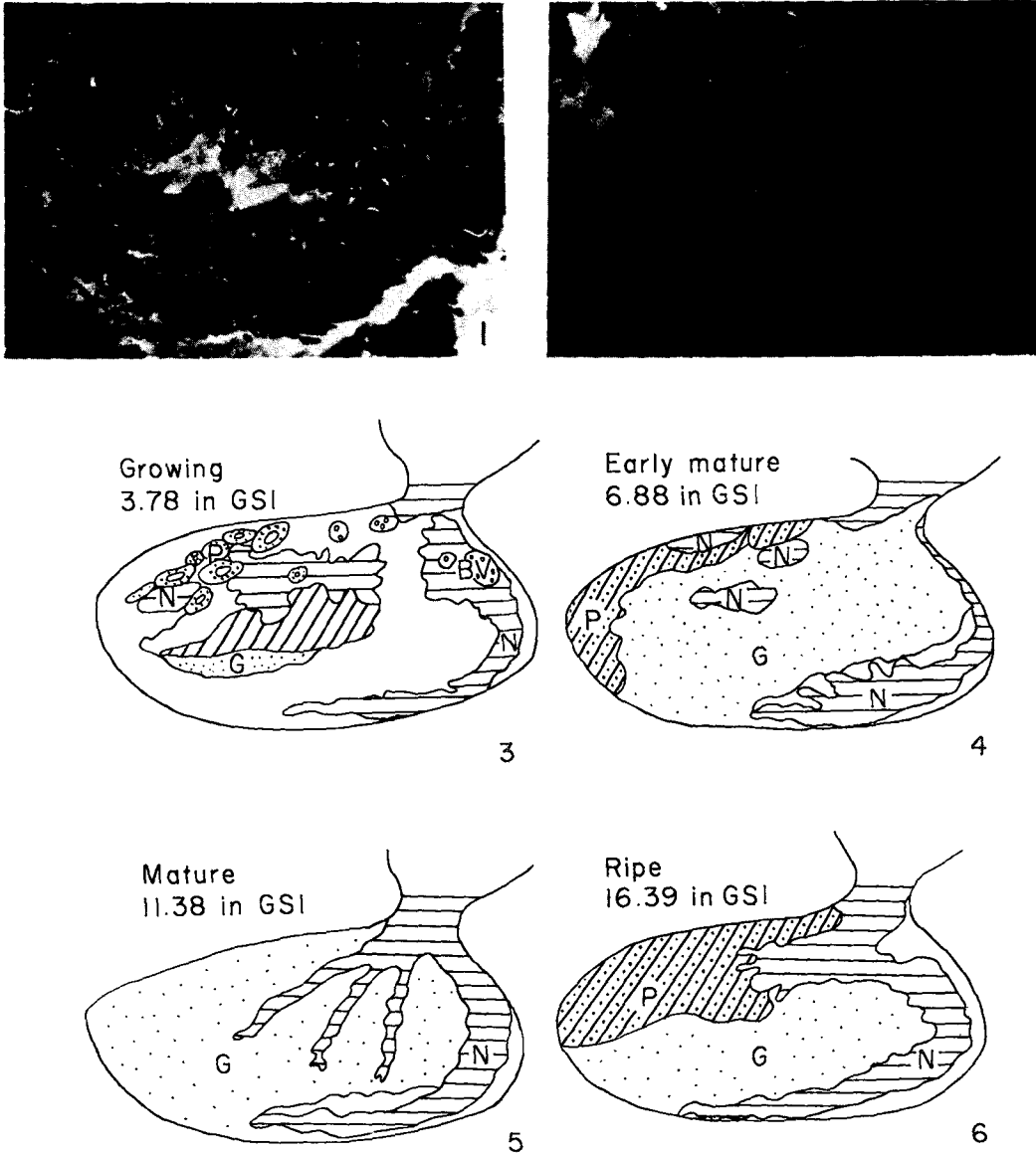


Fig.8. Changes of GTH cells in the shad pituitaries accompanying with their maturing  
 1. Section of prolactin cells. 2. Section of GTH cells. BV, Blood vessel; G, GTH cells; N, Neurohypophysis; P, Prolactin cells

### 考 察

전어의 난소는 硬骨魚類卵巢型分類(高野, 1979)에 의하면 전형적인 囊狀型을 나타내고 있으며, 精巢는 Billard *et al.*(1982)가 精子形成類型에 따라 分類한 葉狀型 構造를 나타내고 있다.

한국산전어의 稚魚出現調査(海洋研究所, 1983)에 의하면 광양만에서 6월초부터 稚魚가 採集되며, 6월중순에서 하순에 이르는 시기에 大量採集 되는 것으로 報告되고 있어 本調査地點인 다대포의 6월 산란기와 거의 일치함을 알 수 있다. 日本의 有明海産 전어(Takita, 1978b)의 경우, 産卵期는 4월중순에서 5월하순인 것으로 보고되어, 釜山 近海 洛東江



河口産전어가 약 1~2個月 늦은 것으로 나타나고 있는데, 이것은 지역적환경차이에서 오는 것으로 생각된다. 本 調査의 경우 수컷이 암컷에 비해 약 1個月가량 빨리 완숙기에 이르고 있는데, 이것은 미리 정자를 완숙시켜 산란에 대기하는 것으로 간주할 수 있다. 또한 이들의 생식활동은 수온상승기인 3월부터 활성화되어 생식소가 급격한 성장을 하고 있으며, 6월부터 산란기가 시작되나 7~8月の 고수온기가 되기 전에 산란을 마치고 있어, 이들의 생식활동은 수온과 밀접한 연관을 가지고 있는 것으로 간주된다.

魚類의 난자형성에 관여하는 영양물질의 공급은 여포상피세포(Yamamoto, 1956) 또는 생식상피(Tromp-Blom, 1959; Khanna and Pant, 1967)에서 직접 담당한다는 보고가 있다. Hayashi(1972)는 여포세포가 영양물질의 공급과 退化난모세포의 吮作用에 관여한다고 보고했다. 전어에서는 난원세포에서 초기난모세포로 발달되어 가면서 생식상피상에 형성된 여포세포가 난모세포의 성장에 따라 여포세포의 크기와 數的 增大가 보이는 점으로 보아 난모세포의 성장과 직접 관계됨을 알 수 있다. 난원세포에서 초기난모세포로의 발달과정에서 營養供給機能이 생식상피에서 여포세포로 이전되는 것으로 推測된다. 초기난모세포의 활발한 성장이 시작됨에 따라 난세포질상에 출현하는 卵黃核의 機能에 관하여, Yamamoto(1956)는 감성가자미, *Liopsetta obscura*에서 顆粒構造를 띤 난황핵이 난황형성에 간접적으로 관여 한다고 보고했으며, 工藤(1969)는 참붕어, *Pseudorasbora parva*에서 난황핵이 초기난모세포의 胚胞 주변에서 형성되어 난모세포의 성장과 함께 세포질의 층으로 이동한 후, 많은 호염기성의 顆粒性物質이 형성되는 분체로 갈라진 다음, 이들 顆粒小塊들이 서로 응집되어 表層胞前球體가 된다고 했다. 이때, 이 小胞는 内外層으로 구분되며외층은 PAS反應에 약한 陽性을 보이고 내층은 eosin과 PAS反應에 강한 陽性을 나타내어 이들이 多糖類物質인 것으로 觀察했다.

전어의 경우도 난황핵이 나타날 시기에는 난세포질에 卵黃胞가 觀察되지 않았지만 난황핵이 출현하면서 卵黃胞가 생기기 시작하고 난황핵이 胚胞 주변에서 세포질외층으로 이동하면서 주변세포질에 3~5  $\mu$  크기의 난황과립들이 나타나는 것으로 보아 卵黃形成과 관계가 있는 것으로 생각된다. 또한 이들은 eosin과 PAS反應에 강한 陽性을 나타내어 多糖類物質임을 確認할 수 있었다. 정소의 경우는 초기 성장기에 精巢小葉 사이에 豊富하게 나타났다가 정소

발달과 함께 점점 소실되어 가는 間充細胞들이 정자형성과정에 직접 관여하고 있는 것으로 생각된다. 성장기에서 산란기에 이르는 개체의 卵巢內 卵徑組成에서, 점진적으로 발달해 가는 2~3개의 mode로 난모세포들이 구분되고 있는데, 이것은 전어 개체군들이 한 산란기 동안 적어도 2회 이상 산란하는 다회산란종임을 알 수 있다. 이에 反해 문치가자미 *Limanda yokohamae*(狩谷・白旗, 1955), 금붕어의 일종인 *Carassius auratus gibelio*(Ivankov, 1976) 등과 같이 단 하나의 mode로 분리성장되어 한 산란기에 한번 산란하는 종도 있다. 그러나 벤자리, *Parapristipoma trilineatum*(木村・鈴木, 1981), 수조기, *Nibeal biflora*(Kakuda and Nakai, 1981) 등은 전어와 마찬가지로 여러개의 mode를 가지며 3~4個月동안 간헐적으로 여러번 산란하는 어종(Polycyclic species)으로 보고되고 있다.

Takita(1978 b)에 의하면 전어는 일회산란주기가 3일 또는 그 이상으로 보고되어 있는데 본조사의 경우 6월 한달에 것의 산란을 마치고 그 卵徑組成이 3개의 mode로 나타나는 점으로 보아 일회산란단주기는 10日前後가 아닌가 싶다. 산란기를 지난 개체의 난소내에서 성장에 관여하지 않은 어린 난모세포들이 그대로 휴지기 狀態로 월동하며 이듬해 일체히 성장에 參與하고 있는 것으로 보아 방란되는 완숙난모세포들은 난원세포로부터 시작하여 적어도 2년차에 방란되는 것으로 간주된다. 따라서 2년차가 된 어린난모세포들이 당년에 성장, 성숙되어 거의 放卵되어 버리고 일부 成熟殘存卵들은 이듬해까지 유지되지 못하고 퇴화되는 것으로 간주된다.

群成熟度 100% 이상되는 개체에서 조사된 포란수는 3,118~6,383 개로 나타났는데, 체장별로 보면 100%가 되는 전장 17.0~18.0 cm 크기의 개체에서는 176/cm 가 되는데 비해 20.0~24.0 cm 개체에서는 291/cm 로 나타나고 있어 체장이 증가함에 따라 포란수도 증가하고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 노래미(姜・李, 1982)의 경우에서도 동일한 결과를 볼 수 있다.

연간비만도의 變化는 산란기에 큰 영향을 받지않고 계절별 수온변화에 크게 左右되고 있다. 이것은 전어 비만도 변화가 산란으로 인한 體力消耗 보다도 먹이 攝取量과 오히려 더 큰 관계를 가지고 있는 것으로 간주된다. 대대포를 중심으로 漁獲되고 있는 전어들은 群成熟度 調査 結果에서 보는 바와 같이 암수 모두 전장 17.0~18.0 cm 이상 되어야 100% 재생산에 참여할 수 있음을 알 수 있는데, 이들의 正

確한 年齡은 조사 중이나 현재까지의 결과로 보아서 는 대개 2年生 以上인 것으로 간주된다.

Honma and Suzuki(1968)는 은어의 광주기 實驗 結果 成熟에 따라 腦下垂體 GTH cell의 출현면적이 증대함을 보고하고 있다. 전어 역시 GTH cell이 난소성숙에 따라 출현면적증대가 뚜렷하나, 난소의 성숙이 完了되면 GTH cell의 세포질상에 空胞가 나타나며 출현면적은 줄어든다.

野村·酒井(1982)는 무지개송어의 성숙과정에서 年1회 산란종과 年2회 산란종 모두가 性成熟에는 血中 GTH가 比例的으로 증가하고 산란기를 고비로 급격히 감소하고 있음을 보고하고 있다.

또한 Idler and NG(1979)는 송어와 잉어과 어류에서 GTH는 卵黃蛋白質合成에 關여하고 있음을 보고한 바 있다. 전어의 경우도 GTH 세포군이 초기 난모세포성숙에는 활발히 關여하나 난황형성이 끝나고 완숙된 난모세포를 가진 개체에서는 그 機能을 잃고 쇠퇴해 가는 것으로 볼 수 있다

## 要 約

洛東江河口に 위치한 부산 다대포 앞바다에서 1982年 9月부터 1983年 8월까지 採集된 전어, *Konosirus punctatus*(TEMMINCK et SCHLEGEL)를 대상으로 生殖生物學的 調査를 한 結果는 다음과 같다.

1. 전어의 卵巢는 硬骨魚類의 전형적인 囊狀型이고 精巢는 葉狀型을 나타내고 있다.
2. 生殖巢成熟度指數는 수컷과 암컷이 각각 5, 6월에 年中 최대값을 나타내며, 수컷이 한 달 빨리 최대값에 도달한다. 이들 생식소는 수온 상승과 함께 활성화되어 高水溫期前에 産卵期를 마친다.
3. 産卵期를 지난 개체의 卵巢內에는 성장에 關여하지 않은 初期卵母細胞들이 휴지기 상태로 월동하여 이듬해 성장에 參與하고 있다.
4. 生殖周期는 수온상승이 시작되는 3월부터 활성화되어 成長期를 맞이하며 4~5월에는 成熟期가 되고 6월에 접어들어 1달이내 단기간의 完熟 및 産卵期를 맞게 된다. 이후 7월에서 이듬해 성장기까지 回復 및 休止期 狀態를 나타낸다.
5. 전어 個體群들은 卵徑組成의 調査 結果, 한 産卵期 동안 적어도 2회 이상 産卵하는 多回産卵種으로 밝혀졌다.
6. 비만도의 변화는 암·수 모두 방란·방정에 의 한 감소보다 계절적 수온변화와 밀접한 關係를 나타

내고 있어 먹이 攝取量에 더욱 依存되는 것 같다.

7. 全長 17.0~18.0 cm에서 群成熟度 50% 이상에 달하며, 18.0~19.0 cm에서는 全個體가 成熟에 參與했다. 또 각각의 포란수는 179 개/cm, 291 개/cm로서 체장이 증가함에 따라 포란수도 증가한다.

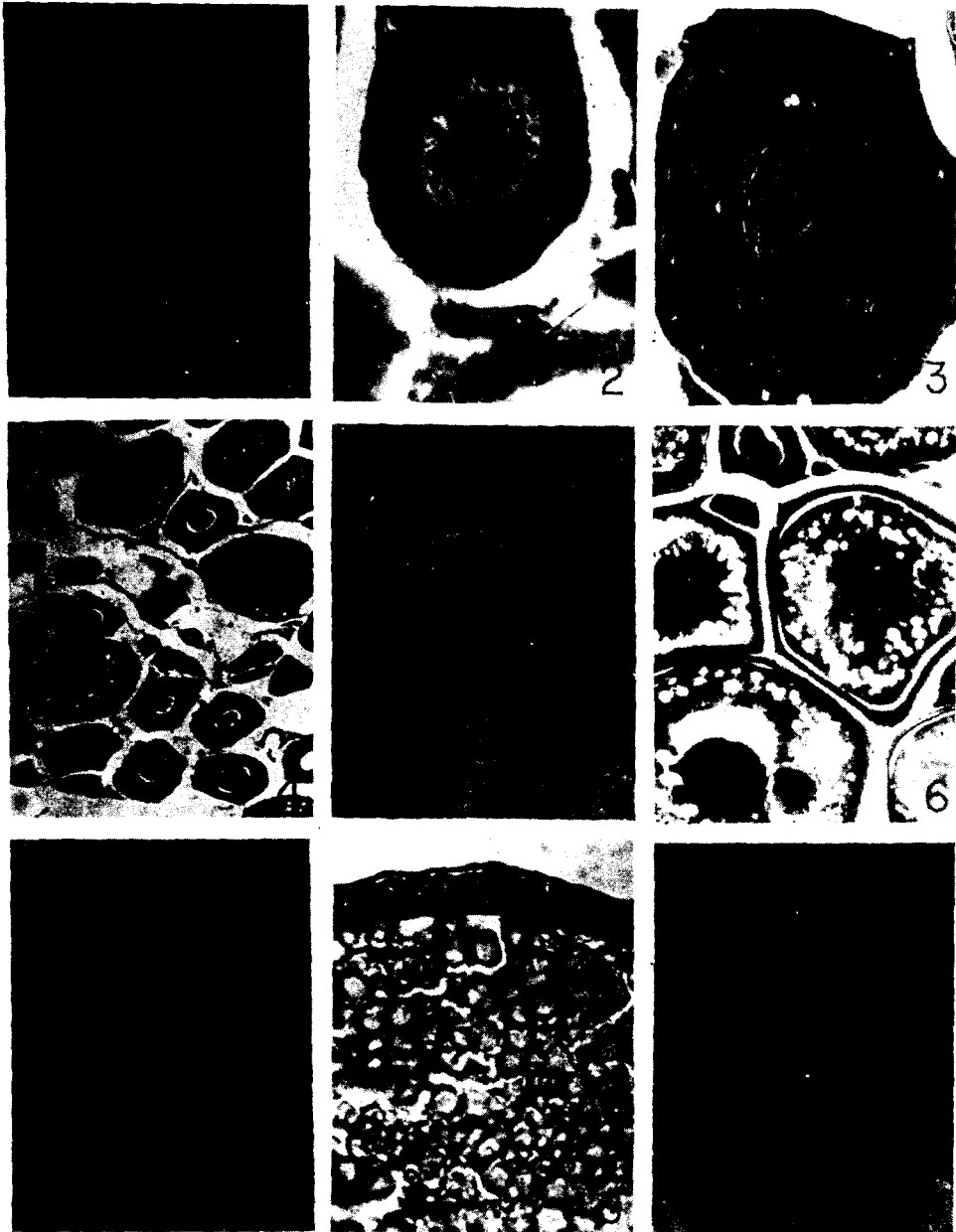
8. 생식소 성숙에 따라 腦下垂體 GTH cell의 활성화와 분포면적이 擴大되고 있으며, 난황축적을 완료한 난모세포를 가진 完熟個體들은 GTH cell의 활성화가 퇴화되고 그 분포면적이 줄어든다.

## 文 獻

- Bagenal, T. B. and E. Braum. 1978. Eggs and early Life history. In T.B. Bagenal (editor), Methods for assessment of fish production in fresh waters. P. 165-201. IBP (Int. Biol. Programme)Handb. 3.
- Billard, R., A. Fostier, C. Weil, and B. Breton. 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39, 65-79.
- Fedorov, K. Ye. 1971. The state of the gonads of the Barents Sea Greenland Halibut, *Reinhardtus hippoglossoides*(Walb) in connection with failure. J. Ichthyol. (translated from the Russian) 11(6), 673-682.
- Hayashi, I. 1972. On the ovarian maturation of the Japanese Sea Bass, *Lateolabrax japonicus*. Jap. J. Ichthyol. 19. (4), 243-254.
- Honma, Y. and A. Suzuki. 1968. Studies on the endocrine gland of the salmonoid fish, the Ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel. VII. The hypothalamic neurosecretory system of the Koayu exposed to the artificial photoperiods. Jap. J. Ichthyol. 15(1), 11-27.
- Idler, D. R. and T.B. NG. 1979. Studies on two types of gonadotropins from both salmon and carp pituitaries. Gen Comp. Endocrinol. 38, 421-440.
- Ivankov, V.N. 1976. The formation of ultimate fecundity in inter-mittently spawning fish with reference to the southern One Finned Greening, *Pleurogrammus azonus*, and the wild goldfish, *Carassius auratus gibelio*. J.

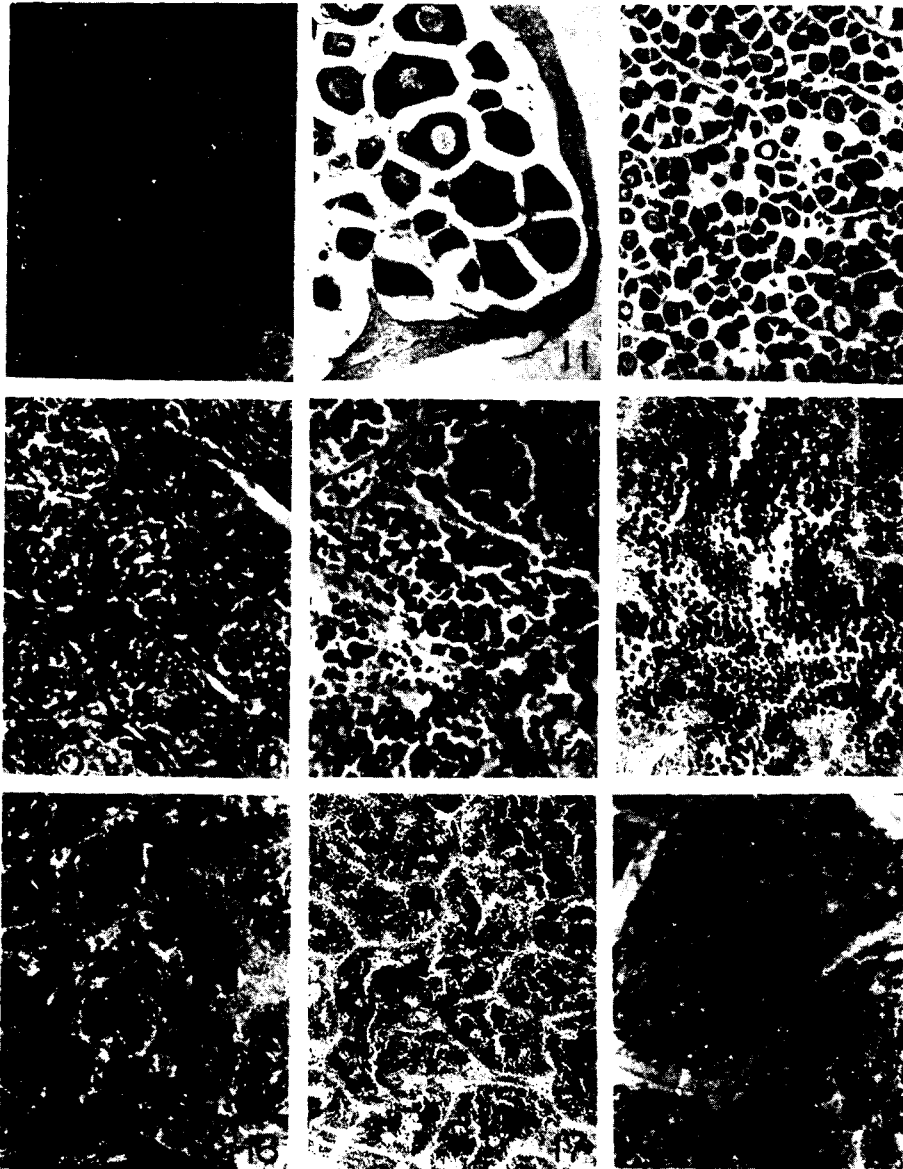
- Ichtyol. (translated from the Russian) 16 (1), 56-62.
- Kakuda, S. and K. Nakai. 1981. On the maturity and spawning of *Nibea albiflora*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 47(1), 17-25.
- 姜龍柱・李澤烈. 1982. 부산 동백섬 淺海에 분포하는 노래미, *Agrammus agrammus* 個體群의 動態. 釜山水大海研報, 14, 23-36.
- 狩谷 貞二・白旗總一郎. 1955. マコガレイ 卵巢卵の成熟過程について. 日水誌 21(7), 476-482.
- Knanna, S.S. and M.C. Pant. 1967. Seasonal changes in the ovary of a sisorid catfish, *Clyptosternum pectinopteron*. Copeia, 83-88.
- 木村 清志・鈴木 清. 1981. 熊野灘におけるイサキの成熟と産卵. 日水誌 47(1), 9-16.
- 韓國科學技術院附設海洋研究所. 1983. 光陽製鐵所 敷地造成汚濁觀測中間報告書 (Ⅱ), p.31-32.
- 工藤 重治. 1969. 魚類の卵子形成過程における卵黄核の役割Ⅱ. シナイモロコ卵の表層胞形成と卵黄核との關係. 動物學雜誌 78, 334-339.
- Love, M.S. and W. V. Westphal. 1981. Growth, reproduction and food habits of olive rockfish, *Sebastes serranoides*, off Central California. Fish. Bull. 79, 533-543.
- 松下 克己・能勢 幸雄. 1974. 瀨名湖におけるコノシロの産卵生態について. 日水誌 40(1), 35-42.
- 中井 甚二郎. 1947. マイワシとコノシロの浮游卵の判別. 日水誌 13(4), 141-142.
- 野村 稔・酒井 清. 1982. 年2回産卵系ニジマスの成熟過程に関する生理學的研究. 日本科學研究費補助金研究成果報告書 pp. 24.
- 高野 和則. 1979. 生殖腺の成熟過程. 魚類の成熟と産卵. p.18-30. 日本水産學會編 6.
- Takita, T. 1978 a. Reproductive ecology of a shad, *Konosirus punctatus* in Ariake Sound I. Distribution, body condition, and maturation. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., No. 45, 5-10.
- Takita, T. 1978 b. Reproductive ecology of shad, *Konosirus punctatus* in Ariake Sound II. Development and fate of ovarian egg. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., No. 45, 11-19.
- Tromp-Blom, N. 1959. The ovaries of *Gasterosteus aculeatus* L. (Teleostei) before, during and after the reproductive period. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch Amsterdam 62(C), 255-237.
- Volodin, V.M., F.I. Mezhnin and V.V. Kuzmina. 1974. an experimental study of egg resorption in the Bream, *Abramis brama*. J. Ichtyol. (Translated from the Russian) 14(2), 219-230.
- Yamamoto, K. 1956. Studies on the formations in fish eggs. 1. Annual cycle in the developmental of ovarian eggs in the Flounder, *Liopsotta obscura*. J. Fac. Sci. Hokaido Univ., Ser. 9(2), 362-373.

Plate I



1. Ovary of early growing stage. Oogonia and small growing oocytes along the germinal epithelium. 2. Early growing oocyte. Note presence of several nucleoli along the nuclear membrane. 3. Section of growing oocytes. Note the yolk nucleus in the cytoplasm. 4. Ovary of growing stage. Note cortical layer of egg cytoplasm. 5. Section of late growing oocytes. Note nuclear membrane and nucleoli become indistinct. 6. Section of premature oocytes. Note yolk granules accumulation in the yolk vesicle. 7. Section of mature oocyte. Note oocyte filled with yolk globules and nucleus migrates toward the animal pole. 8. Section of mature oocyte. Note well developed zona radiata and follicular cells. 9. Section of ripe egg. Note yolk globules fused with each other and the nucleus becomes invisible.

Plate II



10. Spent ovary. Note a few undischarged eggs and empty follicle cells in the ovarian sac. 11. Ovary of recovery stage. Note recovered outer fibromuscular capsule of ovary. 12. Ovary of resting stage. Note small oocytes in the ovarian sac. 13. Testis of early growing stage. Numerous small spermatogonia and mesenchymal tissue appear along the germinal epithelium of testicular lobuli. 14. Testis of growing stage. Note spermatogonia and spermatocytes on the epithelium of lobuli. 15. Section of late growing testis. Note the cyst composed of spermatogonia, spermatocytes and spermatids. 16. Section of mature testis. Spermatozoa appear in the lumen of the lobuli. 17. Section of ripe testis. Note the enlarged lobuli containing a great number of spermatozoa. 18. Testis of spent stage. A few number of undischarged spermatozoa remain between degenerated testicular lobuli