Bull. Korean Fish. Soc. 17(5), 423~435, 1984 韓水誌 17(5), 423~435, 1984

그물코쥐치, *Rudarius ercodes*의 生殖周期*

李 澤 烈·羽 生 功
釜山水産大學 資源生物學科 東京大學 農學部 水産學科

Reproductive Cycle of Small Filefish, *Rudarius ercodes**

Taek Yuil LEE
Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Namgu, Pusan, 608 Korea
and
Isao HANYU
Laboratory of Fish Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tokyo,
Bunkyoku, Tokyo 113, Japan

The reproductive cycle of the small filefish, *Rudarius ercodes* was investigated based on the annual variations of gonadosomatic index(GSI) and hepatosomatic index(HSI) by electronic and photic microscophy.

The specimens used were collected at the coastal area of Benden island, Sizuokagen, Japan, from September 1982 to August 1983. GSI began to increase from March, starting season of longer daylength and higher water temperature, and reached the maximum value between June and August. It began to decrease from September with the lowest value appearing between November and February without any evident variation.

The annual variations of HSI were not distinct in male filefish and were negatively related to GSI in female : HSI decreased in the summer season when the ovary was getting mature and reached the maximum in the winter season when the ovary was getting retrogressive. The ovary consisted of a pair of saccular structure with numerous ovarian sacs branched toward the median cavity. Oogonia divided and proliferated along the germinal epithelium of the ovarian sac.

Young oocytes with basophile cytoplasm showed several scattering nucleoli along the nuclear membrane. when the oocytes growing to about 300 μm, nuclear membrane to disappear with nucleus migrating toward the animal pole. The regions of protoplasm were extremely confined within the animal hemisphere in which most of cytoplasms were filled with yolk materials and oil drops.

After ovulation, residual follicles and growing oocytes remaining in the ovarian sacs degenerated. But perinucleatic young oocytes without follicles formed were not degenerated, and growing continuously still in the next year. Mitochondria and endoplasmic reticula in the cytoplasm remarkably increased with oocytes maturing and yolk accumulating. Those were considered to be functionally related to the yolk accumulation. Five or six layers of possible vitellogenin, oval-shaped disc structures with high electron density, appeared in the apex of follicular processes stretching to the microvilli pits of mature oocytes.

Testis consisting of a pair of lobular structures in the right and left were united in the posterior seminal vesicle. Cortex of testis was composed of several seminiferous tubules, and medulla

*海產魚類의 生殖周期 成立機構에 關한 硏究-1.
*부산수산대학 해양과학연구소 연구업적 제107호(Contribution No. 107 of Institution of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan)

consisting of many sperm ducts connected with tubules. Steroid hormone-secreting cells with numerous endoplasmic reticula and large mitochondria of well developed cristae were recognized in the interstitial cells of the growing testis.

Axial filament of spermatozoon invaginated deeply in the central cavity of the nucleus and the head formed U-shape with acrosome severely lacking, mitochondria formed large globular paranuclei at the posterior head, and microtubular axoneme of the tail represented 9+9+2 type.

The annual reproductive cycles could be divided into five successive stages : growth(March to July), maturation(May to September), Spawning(mid May to early October) and resting stages(October to February). The spawning peak occurred from June to August.

緒 論

대부분의 魚類는 각기 정해진 時期나 季節에 成熟産卵하며 이 시기를 産卵盛期로 한 生殖周期를 나타내고 있음은 잘 알려지고 있는 사실이다. 그러나 이들 生殖活動의 周期的 變化가 어떤 過程을 거치며, 그때 魚體內外의 어떤 要因에 의해 調節되고 있는가에 대한 硏究는 아직도 극히 단편적이며 불충분한 점이 많다. 현재까지 주로 淡水魚인 잉어科魚類(Harrington, 1957 ; Vlaming, 1975 ; Asahina and Hanyu, 1983 ; Shimizu and Hanyu, 1983)를 비롯하여 연어(Macquarrie et al., 1978), 송어(野村, 1962) 등에서 生殖周期成立機構에 관한 실험적 연구결과가 보고되고 있으나 海産魚의 生殖機構에 관한 연구는 극히 찾아보기 어렵다.

그물코쥐치, *Rudarius ercodes*는 쥐치科에 속하는 小形海産魚類로서 우리 나라 남부 釜山沿岸을 비롯하여 濟州道沿岸과 일본 중부이남의 연안에 넓게 분포하고 있다(鄭, 1977). 그물코쥐치에 관해서는 최근 Isida and Tanaka(1980, 1983)에 의해 日本 中部 小田和灣에서 채집된 재료를 대상으로 이들의 季節的 集團頻度의 크기와 成長, 그리고 群成熟에 관한 조사 보고가 있다.

이들 그물코쥐치는 주년을 통해 일시에 다량 채집이 용이하고 소형종으로서 室內飼育實驗이 용이함으로 海産魚類의 生殖機構 解明을 위한 實驗的 硏究의 好適材料라 할 수 있다.

本報에서는 우선 이들 그물코쥐치의 自然産生殖生態를 파악하기 위하여 年間 生殖巢熟度指數(GSI)의 變化와 생식소발달과 밀접한 관계를 가지고 變化하는 肝熟度指數(HSI)의 變化를 조사하였고, 동시에 生殖巢發達過程을 光學顯微鏡 및 電子顯微鏡的 방법에 의해 조사하여 年生殖周期와 産卵期를 밝혔다.

材料 및 方法

材料는 1982年 9月부터 1983年 8月까지 1年間에 걸쳐 日本 靜岡縣浜名郡 弁天島에 위치한 東京大學水産實驗所 부근 浜名湖入口 沿岸의 鐵道橋脚과 船著場 주위에 群棲하는 그물코쥐치, *Rudarius ercodes*를 每月 1回 내지 2回 정기적으로 소형들망으로 채집하여 조사재료로 사용하였다.

채집된 어류는 0.1% MS-222(3-aminobenzoic acid ethyl ester methanesulfonate)에 잠시 마취시킨 뒤 體長, 體重을 계측하였고, 곧 해부하여 生殖巢와 肝을 切取 秤量한 후 즉시 Bouin 및 Zenker-formol에 고정하여 조직표본용재료로 사용하였다. 生殖巢熟度指數(gonadosomatic index=GSI)는 生殖巢重量/體重×100의 式, 그리고 肝熟度指數(hepatosomatic index=HSI)는 肝重量/體重×100의 式에 의하여 계산하였고, 매월 계측된 전개체의 平均値로 月別 變化를 비교하였으며, 이때 標準誤差 범위를 표시하였다.

光學顯微鏡的 組織標本 제작은 상법인 paraffine 切片法에 의하여 5~6μ 두께의 표본을 만들었으며, haematoxylin-eosin 二重染色과 Masson trichrome 染色을 하였다. 電子固定은 2.5% glutaraldehyde-2%, parafolmaldehyde in 0.1 M cacodylate buffer (pH 7.5)로 12時間 前固定한 후 10% sucrose in o.1 M cacodylate buffer(pH 7.5)로 약 10분간 충분히 세척하고 2% osmium tetroxide와 0.2 M cacodylate 1 : 1 용액에서 90分間 後固定시켰다. 고정이 끝난 재료는 ethanol 탈수후 Spurr resin(4-vinylcyclohexene dioxide 2.5 *g*, D.E.R. 736 resin 1.4 *g*, nonenyl succinic anhydride 6.5 *g*, dimethylaminoethanol 0.1*g*)에 包埋하였으며, LKB-ultramicrotome으로 semi-section 및 銀色切片을 제작하였다.

semi-section 표본은 toludine blue에 염색하여 관찰하였고, 銀片切片은 uranyl acetate와 lead citrate

로 電子染色하여 Jeol EM-100 S (80 KV) 電子顯微鏡으로 관찰하였다.

結　　果

1. 生殖巢熟度指數(GSI)의 周年變化

1982年 9月부터 1983年 8月까지 周年 GSI의 變化는 Fig. 1과 같다.

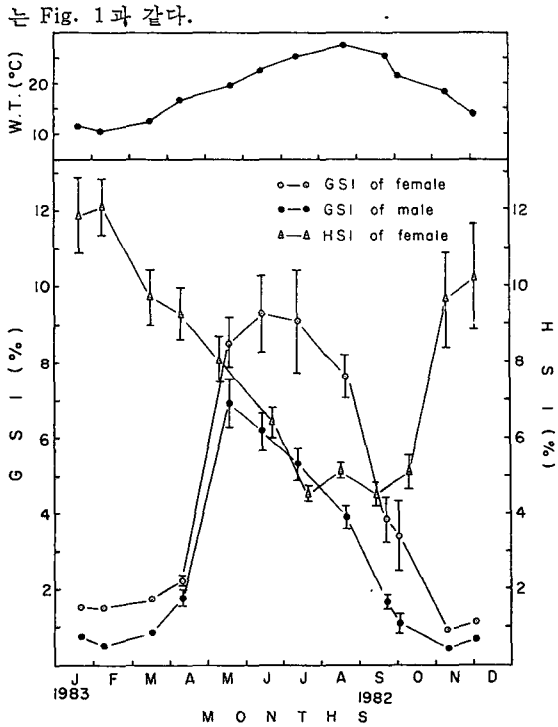


Fig. 1. Seasonal variations in water temperature at Benten island (sampling station), gonadosomatic index(GSI) and hepatosomatic index (HSI, female) of *Rudarius ercodes*. Symbols and bars indicates the means and the standard errors, respectively

암·수 다같이 3月부터 4月에 이르는 동안 生殖巢가 活性化되어 GSI가 증가하기 시작하며, 4月 이후 5月中旬에 이르면 급격히 그 값은 높아지고 있다. 이 높은 값은 8月까지 지속되는데 암컷은 6月에 9.30, 수컷은 이보다 1달 빠른 5月에 6.92로 年中 最大値를 나타내고 있다. 또한 이 기간 중에 標準誤差값도 그 변이폭이 커서 개체간의 차이가 심함을 나타내고 있는데 암컷의 경우는 7月에 GSI값의 最小値가 4.38에서 最大 20.25를 나타내는 個體까지 있으며 수컷 역시 5月에 最小 3.85에서 最大 8.97까지 나타나고 있다. 8月 이후 GSI값은 급격히 강하하기 시작하여 10月까지 감소되고 있으며, 이후 11月부터 이듬해 3月까지는 큰 변화폭을 보이지 않고 극히 낮은 값을 유지하고 있다. GSI값의 변화와 채집지 자연수온의 변화를 살펴보면 Fig. 1에서 보는 바와 같이 生殖巢가 活性化되어 GSI값이 급격히 상승하는 3月에서 5月 사이의 水溫은 3月의 平均水溫 12.8°C에서 4月 16.8°C, 5月의 19.9°C로 上昇하고 있으며, GSI 값이 최저로 떨어져 변동없는 11月 이후의 水溫은 18.6°C 이하로 유지되고 있어 GSI는 18°C 이상에서 높은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

2. 肝熟度指數(HSI)의 周年變化

生殖巢發達과 직접 연관되어 변화를 보이고 있는 肝熟度指數의 年中變化를 調査한 바, 암컷의 경우는 生殖巢發達과 正反比例的으로 變化하고 있으나(Fig. 1), 수컷의 경우는 그 상관적 변화가 뚜렷하지 않았다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 암컷의 HSI 값은 GSI값이 최저치를 유지하고 있는 11月에서 이듬해 봄 生殖巢가 活性化될 때까지 높은 값을 나타내고 있으며, GSI값이 급격히 높아지는 5月부터 HSI값은 급격히 떨어져 7月에서 10月사이는 최저치를 나타내고 이후 生殖巢退化 위축에 反比例하여 다시 상승하고, 있다. HSI값의 年中最大値는 2月의 平均 12.09였고, 最低値는 7月의 平均 4.52였다. 生殖巢가 최대로 발달하여 GSI값이 높은 값을 유지하고 있는 夏季의 肝組織을 보면 小葉間結合組織이 치밀해지고 肝細胞索의 배열 또한 조밀해지며, 染色性이 好鹽基性反應을 한다(Pl. Ⅱ, Fig. 19). GSI값이 떨어지는 冬季의 肝組織은 肝細胞가 肥厚되고 肝細胞索의 배열도 넓어져서 이 사이에 脂肪들이 축적되고 있는 것을 볼 수 있다(Pl. Ⅱ, Fig. 20).

3. 生殖巢의 組織學的 變化

(1) 卵巢의 發達

光學顯微鏡的 所見：卵巢는 腹腔의 후방에 서로 밀착된 1双의 囊狀型구조를 형성하고 있으며, 卵巢 후방에서 單一의 짧은 輸卵管에 연결되어 있다. 卵巢는 잘 발달된 平滑筋纖維와 結締纖維로 구성된 筋纖維外膜에 쌓여 있고 이 纖維膜에는 血管이 풍부하게 공급되어 있다. 外側筋纖維膜으부터 기원된 二重纖維性 隔膜에 의해 크고 작은 卵巢小囊이 卵巢의 구성단위가 되어 있고, 初期 成長中인 卵巢小囊의

中央內腔에는 外膜으로부터 기원된 纖維와 間充織들이 발달되어 있다(Pl. Ⅰ, Fig.1). 初期卵原細胞들은 間充織이 풍부한 난소소낭 上皮上에서 分裂增殖되고 있는데 약 10μ내외로 세포질과 핵질은 극히 빈약하나, 비교적 큰 核과 뚜렷한 1개의 核小體를 가진다(Pl. Ⅰ, Fig.2). 卵原細胞가 分裂을 중지하고 成長을 시작한 初期 卵母細胞는 30~50μ으로서 核內 單一仁이 여러 개의 分散仁이 되어 核膜주위에 배열되며, 이때 細胞質은 충실해지면서 염색성은 강한 好鹽基性을 나타낸다(Pl. Ⅰ, Fig.3). 卵母細胞가 80~90μ 내외로 성장되면 세포질에 液胞狀의 卵黃胞가 皮質層으로부터 출현하여 核주위까지 고루 分布되며 세포질의 염색성은 好酸性으로 변한다. 이와 동시에 난소소낭내의 간충직은 대부분 消失되면서 卵母細胞를 싸는 單層의 濾胞層이 발달한다(Pl. Ⅰ, Fig. 4).

이후 난모세포가 200μ 전후로 성장되면 卵黃胞內에는 卵黃球들이 축적되기 시작하고 核膜은 鋸齒化되면서 長楕圓形으로 응축된다(Pl. Ⅰ, Fig.5). 난모세포가 300μ전후로 성장하면 세포질에는 커다란 顆粒性卵黃球들이 충만하며 이들 사이에 脂肪顆粒이 나타난다. 단층의 여포세포층은 더욱 치밀한 세포배열을 하며 뚜렷한 放射帶를 이룬다. 이때부터 鋸齒化되고 응축된 核은 차츰 동물극쪽으로 이동되기 시작한다(Pl. Ⅰ, Fig.6). 胚胞의 이동이 완료되면 난모세포는 350~400μ으로 성장되는데 이때 이동된 核은 조직표본상에서는 찾기 힘들다(Pl. Ⅰ, Fig.7). 排卵시기가 가까워지면 卵母細胞들은 皮質層을 제외하고 전세포질에서 卵黃顆粒들이 서로 융합되어 덩어리를 이루고 이 사이에 큰 油球들이 中央에 液胞狀으로 나타난다(Pl. Ⅰ, Fig.8). 그러나 皮質層은 여전히 크기가 다른 皮質顆粒들이 자리잡고 있으며, 동물극에는 卵膜이 함입되어 卵門(micropyle)을 형성하고 있다(Pl. Ⅰ, Fig.9). 完熟된 卵巢가 排卵을 하게 되면 各 卵巢小囊內에는 卵母細胞를 싸고 발달해 있던 濾胞細胞層이 그대로 殘存되어 退化 위축되면서 배란흔적을 남긴다. 또한 성장중에 있던 卵黃胞期 및 卵黃球期에 있는 난모세포들도 동시에 세포질붕괴가 일어나면서 退化된다(Pl. Ⅱ, Fig.10). 이후 卵巢小囊內에는 붕괴된 세포질들과 함께 풍부한 間充織이 일시적으로 밀려들어 오고(Pl. Ⅱ, Fig.11), 이들이 吸收되면서 小囊上皮上에 周邊仁期의 어린 卵母細胞들은 退化되지 않고 재정비되어 자리잡게 되며 그대로 위축되어 가는 休止期상태의 卵巢가 된다(Pl. Ⅱ, Fig. 12).

電子顯微鏡的所見：初期卵原細胞는 극히 빈약한 細胞質內에 커다란 核을 가지며, 核質의 電子密度 역시 낮고 中央에 조그만 核小體를 갖고 있다. 卵原細胞의 주위에는 미발달한 間充細胞(stroma cell)가 싸고 있는데 卵膜에는 濾胞의 형성이나 微細絨毛(microvilli)가 발달하지 않고 있다(Pl. Ⅲ, Fig. 19).

初期 卵母細胞는 세포질의 電子密度가 核膜 주변을 따라 높아가며 遊離리보솜이 세포질 전반에 증가하고 있다. 核質의 電子밀도는 크게 변화가 없으나 核小體가 여러 개로 分體를 이루어 核膜을 따라 배열하고 있다(Pl. Ⅲ, Fig.20). 卵母細胞가 성장함에 따라 세포질 內에는 板狀 cristae를 가진 mitochondria와 顆粒性小胞體가 發達해오고 세포질의 전자밀도는 전반적으로 좀더 높아진다(Pl. Ⅲ, Fig. 21). 卵母細胞의 세포질에 卵黃球와 脂肪球들이 축적되는 卵黃球期의 卵母細胞를 보면 전세포질에 顆粒性小胞體가 무수히 증가하고 아울러 mitochondria도 증가되고 있다. 이때 卵母細胞의 表面 즉 卵黃膜에는 原形質突起인 微細絨毛가 密生되어 外層의 濾胞細胞에 뻗어 있고 여포세포에서도 微細濾胞突起가 卵表面을 향해 뻗어서 放射帶(zona radiata)를 형성하고 있다(Pl. Ⅲ, Fig.22). 形成된 卵黃球들이 서로 융합하며 보다 큰 卵黃球로 되는 과정에서도 이들 卵黃球사이의 세포질엔 여전히 mitochondria와 顆粒性小胞體들이 조밀하게 分布하고 있다(Pl. Ⅲ, Fig.23). 完熟에 가까운 卵母細胞의 放射帶를 보면 卵의 微細絨毛 사이 사이로 여포세포의 세포질돌기가 뻗어와 卵黃膜과 밀접하게 연접되고 있다. 이때 卵의 미세융모는 電子밀도가 낮으나 여포세포의 돌기는 3層의 電子密度가 다른 고밀도구역으로 區分되며, 이들 밀도는 卵膜에 가까와질 수록 높아지고 있는데 그 先端部는 高電子密度의 基質을 가진 5~6層의 圓盤狀구조가 層狀으로 배열되어 있다(Pl. Ⅲ, Fig.24).

(2) 精巢의 發達

光學顯微鏡的所見：精巢역시 卵巢와 相同的으로서 腹腔의 後方에서 左右 1双의 葉狀構造를 이루고 있다. 이들 基部는 左右精巢가 合해져서 원통상의 貯精囊을 형성하고 있다(Pl. Ⅱ, Fig.13). 이들 精巢는 다시 數個의 小葉으로 區分되며, 小葉의 先端 즉 精巢의 皮質層에는 包囊狀의 精巢小囊이 몇 層으로 존재하고 이들 小囊上皮에서 精原細胞의 分裂增殖이 일어나고 있다. 小囊과 小囊사이에는 間質細胞들이 잘 발달되어 있다(Pl. Ⅱ, Fig.14). 精巢의 발달과 함께 각기 다른 발달단계의 생식세포群 즉 精母細胞,

精細胞, 精子 等을 내포한 精巢小囊이 皮質層으로부터 髓質層으로 배열되어간다(Pl. Ⅱ, Figs. 14, 15). 小葉內에서 변태를 마친 精子들은 髓質層에 分布되어 있는 輸精管으로 移動되고, 이들은 다시 基部의 貯精囊의 小管에 集結되어 저장되어진다(Pl. Ⅱ, Fig. 16).

電子顯微鏡的所見 : 精原細胞는 精巢小囊의 基底膜上에 조밀하게 배열되어 나타나는데 卵原細胞에 비해 核質의 電子密度가 높으며, 細胞質의 量은 적은 대신 細胞器官들은 잘 발달되어 있다. 核內 仁은 休止期에 있는 細胞에서는 뚜렷하게 單一仁을 나타내고 있다(Pl. Ⅳ, Fig. 25). 그러나 分裂增殖中인 精原細胞들은 세포질의 電子밀도가 증가하며, 아울러 mitochondria 數가 증가하고 核內 仁은 消失되어 보이지 않으며 染色絲가 나타나고 있다(Pl. Ⅳ, Fig. 26). 小葉間 또는 精巢小囊間에 나타나는 間質細胞(interstitial cell)들의 核은 球形으로 核小體가 뚜렷하며, 細胞質에는 管狀小胞體가 충만되어 있고 밀집된 小管狀 cristae와 이 속에 暗調狀顆粒인 intramitochondrial granule을 함유하는 대형 mitochondria가 다수 分布하고 있어 전형적인 steroid系 hormone 生成分泌細胞의 특징을 나타내고 있다(Pl. Ⅳ, Fig. 27).

精原細胞에서 精母細胞로 성장하게 되면 細胞質의 전자밀도는 극히 낮아지는 반면 mitochondria와 小胞體의 數가 훨씬 증가하며, 成熟分裂을 시작해서 核內 染色體들은 太絲期(Pl. Ⅳ, Fig. 28) 또는 複絲期(Pl. Ⅳ, Fig. 29)를 나타내고 있다. 成熟分裂을 완료하게 되면 세포질과 핵질이 응축되어 變態되어 가는 여러 가지 형태의 精細胞가 小囊內腔을 향해 배열되고 있다(Pl. Ⅳ, Fig. 30). 먼저 球形의 核이 長軸方向으로 응축을 시작하고, 세포질내 mitochondria의 一部가 핵의 後方으로 이동하며 Golgi體는 핵의 前方으로 모여온다(Pl. Ⅳ, Fig. 31). 이후 核은 後方中央部로부터 陷入이 일어나 안으로 깊숙히 밀려 들어가면서 核의 中心腔을 형성하고 이 中心腔 주변으로 染色質이 밀집되어온다. 中心體는 中心腔 깊숙이까지 밀려들어가서 鞭毛軸絲를 형성하여 신장되어진다(Pl. Ⅳ, Fig. 32). 核質이 完全히 응축되면 말굽모양 U字型을 이루고 극히 얇은 尖體가 前端에 형성되며 核後端엔 鞭毛를 싸고 球形의 mitochondria가 자리잡는다(Pl. Ⅳ, Fig. 33). 대부분의 세포질과 여분의 mitochondria를 비롯하여 커다란 공포상의 Golgi體 여분물질 그리고 타세포기관들은 세포질과 함께 정자로부터 분리되어 자체 흡수된다(Pl. Ⅳ, Fig. 34). 軸絲의 axoneme을 이루는 미세소관(microtubules)은 9+9+2型으로 1双의 中心미세소관과 이를 싸는 외측 9双의 二重微細小管으로 되어 있고 이들은 다시 이중섬유성피막에 싸여있다(Pl. Ⅳ, Fig. 35). 완성된 정자는 基底膜上에 分布하는 Sertori 세포에 붙어 있다(Pl. Ⅳ, Fig. 36).

4, 生殖年周期

生殖巢熟度指數의 周年變化 및 生殖巢發達의 組織學的 관찰결과를 통해 그물코쥐치의 生殖年周期를 Fig. 2와 같이 成長期, 成熟期, 産卵期, 休息期등의 連續的인 周期로 크게 區分할 수 있었다.

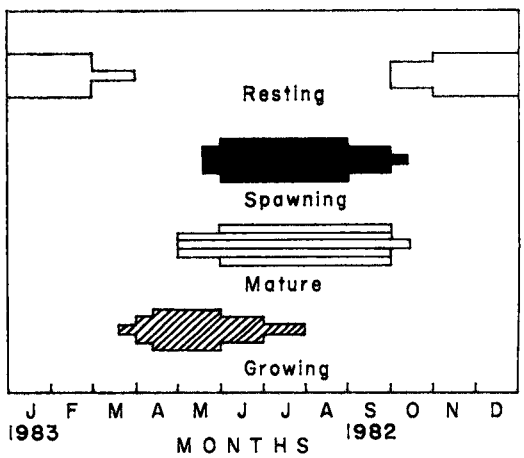


Fig. 2. Gonadal phase of *Rudarius ercodes* from August 1982 to July 1983

(1) 成長期

3月中旬부터 일부개체들의 卵巢와 精巢가 活性化되기 시작하며, 卵巢에서는 어린 週邊仁期의 卵母細胞들이 성장을 시작하고 精巢에서는 精母細胞들의 成熟分裂이 活潑해져 成長期에 접어든다. 이들 成長期 個體들은 4~5月에 가장 왕성한 성장을 하며 일부 6, 7月까지도 계속되고 있다.

(2) 成熟期

5月부터 成熟期로 접어들게 되는데 生殖巢는 완숙된 난모세포와 변태를 마친 정자들로 거의 충만되게 된다. 6~9月 사이의 대부분의 개체들은 이와 같은 완숙된 생식소 상태를 유지하며 10月初旬까지도 소수개체들은 성숙기상태를 유지한다.

(3) 産卵期

5月中旬부터 産卵個體가 나타나는데 그 성기는 6~

8月이었다. 9月에 접어들면서 産卵後 未放出卵의 退化와 생식소 위축이 일어나고 있는 個體가 나타나고 있으나 産卵個體는 10月初旬까지도 소수 나타나고 있다.

(4) 休息期

10月에 접어들면 未放出卵과 未放出精子들의 退化吸收가 일어나면서 生殖巢는 급격히 위축된다. 卵巢에서는 여포가 형성되고 성장중인 난모세포들은 모두 退化吸收되고 여포가 아직 형성되지 못한 어린 週邊仁期의 난모세포들만이 위축된 卵巢小囊上皮上에 그대로 殘存한 상태로 생식기능을 정지하고 이듬해 성장기전의 2月까지 휴식기상태로 월동을 한다. 精巢 역시 난소에 비해 未放出精子의 退化吸收가 다소 늦긴 하나, 정소의 髓質層과 貯精囊의 정자들이 서서히 退化吸收되어 위축되어지는데 이때 皮質層의 精巢小囊內 정원세포와 초기 정모세포들은 그대로 잔존한 채 생식기능을 정지하고 휴식기상태로 월동을 한다.

考 察

魚類에 있어서 生殖活動의 變化를 制禦하는 要因으로서 內的 要因과 함께 環境要因으로 溫度와 光이 깊이 관여하고 있음이 담수어 등에서 비교적 많이 알려지고 있다(Breton and Billard, 1977; Lundquist, 1980; Nishi, 1979; Vlaming, 1975). 해산어인 그물코쥐치 역시 水溫이 上昇하는 3月에서 4月에 걸쳐 GSI 값이 상승하기 시작하여 5月에 급격히 상승하고 있어 3月의 春分을 기준으로 日長의 長日化와 自然水溫의 上昇이 生殖腺의 活性化를 유도하는 것으로 간주되며, 비교적 고수온기인 9月부터 10月에 걸쳐 生殖腺活動이 退化되고 있는 것은 水溫보다는 9月의 秋分을 기준으로 자연의 日長이 短日化되는데 그 原因이 있는 것으로 간주된다.

Isida and Tanaka (1983)에 의해서 조사된 小田和灣의 그물코쥐치 年中 GSI 變化도 본 조사결과와 비슷한 경향을 나타내고 있는데 小田和灣의 年間 日長 및 水溫變化가 본 조사지역과 비슷함을 알 수 있다.

卵巢成熟에 肝細胞가 卵黃物質의 生産과 供給에 관여하고 있음이 은어, *Plecoglossus altivelis* 에서 보고되고 있는데 난소의 성숙에 따라 肝細胞質은 RNA 증가로 인해 好鹽期性이 강해지는 반면 脂肪과 glycogen은 감소하기 시작하며 산란기까지 계속된다고 했다(Aida et al., 1973). 또한 Hara and Hirai (1978)는 魚類에 있어서도 鳥類나 兩棲類와 마찬가지로 estrogen의 作用에 의해 肝에서 vitellogenin이 合成되고 이들이 卵母細胞에 가서 lipovitellin과 phosvitin으로 난황합성의 전구물질이 된다고 했다.

그물코쥐치의 경우 생식세포 특히 난모세포의 성장과 肝熟度指數간에는 역상관관계를 가지고 변하고 있는데 이는 肝細胞가 合成하는 卵黃前驅物質의 量보다는 産卵期에 이르면서 대폭 줄어드는 脂肪 축적량이 HSI값을 좌우하는 것 같다. 그러나 卵黃前驅物質의 合成과 供給시기가 種에 따라 差異가 있고, 특히 肝세포에 축적되는 脂肪의 量과 그 축적시기가 다양해서 성숙기에 肝이 肥大되는 種(Kobayashi, 1953)이 있는가 하면 本種과 같이 역상관 관계를 나타내는 種이 있는 것으로 생각된다. 초기 성장기 卵巢小囊 내에 풍부하게 分布하는 간충조직들이 난소발달과 함께 비례적으로 감소되어가고 성장중인 난모세포에 여포세포가 형성되면서 간충조직들은 거의 소실되는데, 이로 보아 초기 성장 중인 卵巢에서는 이들 간충조직들이 어린 난모세포의 성장에 관여하다가 여포형성에 관여하는 것으로 보여진다.

電顯上에서 卵母細胞가 성숙되어 가면서 細胞器官 특히 板狀 cristae를 가진 mitochondria와 과립성소포체가 발달되어오며 아울러 卵黃球의 合成이 활발해지는 것은 이들 세포기관이 卵內 卵黃合成에 직접 관여하고 있음을 알 수 있다. 성숙 난모세포의 電顯象에서 나타난 微細絨毛 사이의 홈(pit) 내에 高電子密度의 物質을 포함한 5~6層의 圓板構造들은 他魚類 等에서 報告된 사실을 찾아 볼 수 없으나 이것은 肝에서 合成된 卵黃前驅物質의 粗材料 등이 卵母細胞內에 micropinocytosis되기 전 여포돌기선단에 모여있는 것으로 생각된다.

放卵된 卵巢에서 一部 殘存된 성숙卵들과 성장 중인 卵들은 退化吸收되고 있는데, Hayashi(1972)에 의하면 濾胞細胞는 卵內 영양공급은 물론 退化 卵母細胞의 食作用에도 관여한다고 보고하고 있다. 본 種에서도 난모세포 주위에 여포가 형성된 卵들은 退化期에 전부 細胞質 붕괴를 일으켜 退化吸收되어 가나, 아직 여포세포를 형성하지 못한 초기 周邊仁期 卵母細胞들은 退化되지 않고 위축된 卵巢小囊 上皮上에 배열된 채 休息期를 지나고 있어 이들은 이듬해 成長期에 그대로 참여하며 조기 성숙되는 것으로 보여진다. 精子는 精巢의 皮質區域의 精巢小囊에서 형성되어 髓質層에 集合되는 輸精管에 이동되고, 左右精巢가 後方에서 合一되는 지점의 貯精囊에 모이는데 産卵期를 마친 冬季 休息期에도 貯精囊에는 상당수의 정자가 殘存하고 있는 점으로 미루어 이듬해

새로운 정자가 생성될 때까지 상당기간을 저정낭에 머물면서 서서히 退化吸收되어 가고, 이들해 생식에는 관여하지 못하는 것으로 생각된다. 일반 哺乳動物(藤田·藤田, 1982)의 精巢에서 나타나는 steroid 系 hormone 生成分泌細胞와 동일한 특징을 가진 間質細胞가 그물코쥐치의 정소간질에서도 다수 관찰되고 있어 魚類에서도 이들 steroid 系 hormone 分泌細胞가 존재하며 정소발달에 관여하고 있음을 알 수 있다. 변태된 정자의 核 中央에 깊이 陷入된 中心腔이 존재하고 극히 얇은 尖體를 가지며, 核의 後方에 커다란 球形의 mitochondria 副核을 형성하는 것이 本種의 精子 특징으로 볼 수 있다. 生殖巢發達은 個體間의 差異를 볼 수 있으나 5月中旬부터 10月 初旬까지 産卵個體가 나타나고 있고, 그 盛期도 6月부터 8月까지 비교적 장기간에 걸치고 있어 이들 産卵期間에 한 개체가 적어도 몇회의 産卵을 되풀이 하는 것 같다. 또한 이들의 産卵開始는 水溫上昇과 밀접하게 연관되고 있어 産卵開始期는 地域的으로 差異가 있을 것으로 생각된다.

要　　約

1982年 9月부터 1983年 8月까지 日本國 静岡縣 浜名郡 浜名湖入口 沿岸에서 채집된 그물코쥐치, *Rudarius ercodes*를 對象으로 生殖生態를 파악하기 위하여 年間 生殖巢熟度指數(GSI)와 肝熟度指數(HSI)의 變化를 조사하였고 이들 生殖巢發達過程을 光學및 電子顯微鏡的 方法에 의해 조사하였다.

GSI는 日長이 길어지며 水溫이 上昇하는 3月부터 상승하기 시작하여 6月에서 8月까지 年中 최대값을 나타내고, 9月부터 하강하여 11月부터 이듬해 2月까지 변화없이 年中 최저값을 나타냈다.

HSI의 年間變化는 수컷의 경우 뚜렷하지 못하고 암컷의 경우는 GSI와 역상관 관계를 가지고 변하고 있다. 즉 生殖巢가 발달하는 夏季에는 HSI값이 떨어지고, 생식소가 退化되는 冬季에는 HSI 값이 最大로 높아진다.

卵巢는 많은 卵巢小嚢으로 구성된 1双의 嚢狀形 구조를 이루고 있고, 이들 卵巢小嚢 上皮에서 卵原細胞가 分裂增殖되고 있다. 初期 卵母細胞는 細胞質이 好鹽基性이고 核膜을 따라 여러 개의 分散仁을 가진다. 完熟 卵母細胞는 300 μ 內外로 核이 動物極으로 移動되면서 核膜이 消失되고, 原形質區域이 극히 한정되며, 대부분의 세포질은 卵黄과 油球에 의해 충만된다.

排卵後 卵巢小嚢에 殘存하는 濾胞成長中인 卵母細胞들은 退化吸收되나, 아직 濾胞가 형성되지 못한 초기 周邊仁期 卵母細胞들은 退化되지 않고 이듬해 卵巢活性과 함께 成長되어 간다.

卵母細胞가 成熟되고 卵黄 축적이 活發해지면서 mitochondria와 顆粒性小胞體가 급격히 증가하는데 이들은 卵母細胞의 成熟과 卵黄 축적에 기능적으로 관계가 있는 것 같다.

成熟卵母細胞의 微細絨毛의 홈에 뻗은 여포돌기 先端에 卵黄前驅物質로 생각되는 5～6層의 圓盤狀 高電子密度 구조물이 나타나고 있다.

精巢는 左右 1双의 葉狀構造를 가지며 後方에서 合一되어 貯精嚢을 이룬다. 精巢의 皮質層은 精子形成이 일어나는 精巢小嚢으로 구성되어 있고 髓質層은 이들 小嚢과 연결된 여러 갈래의 輸精管이 分布한다. 成長中인 精巢의 間質에는 小管狀 cristae가 발달된 대형 mitochondria와 다수의 小胞體를 가진 steroid 系 hormone 生成分泌細胞가 존재한다.

精子의 頭部는 核中央에 깊이 陷入된 中心腔이 있어 U字形을 이루고 尖體는 극히 빈약하다. 中片의 mitochondria는 커다란 球形의 副核을 형성하고 있으며, 尾部의 axoneme을 이루는 미세소관은 9+9+2型을 나타낸다.

生殖年周期는 3月부터 7月에 걸친 成長期 5月부터 9月까지의 成熟期, 5月中旬부터 10月 初旬까지의 産卵期, 그리고 10月부터 이듬해 2月까지의 休息期 등 連續的인 주기로 區分할 수 있었고 産卵盛期는 6月부터 8月까지였다.

謝　　辭

本 實驗의 電子顯微鏡的 研究分野에 始終 도움을 주신 東京大學農學部 魚類生理學研究室 助教授 會田勝美 博士에게 깊은 謝意를 表한다.

文　　獻

Aida, K., K. Hirose, M. Yokote and T. Hibiya. 1973. physiological studies on gonadal maturation of fishes-Ⅱ. histological changes in the liver cells of Ayu following gonadal maturation and estrogen administration. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 39, 1107-

1115.

Asahina, K. and I. Hanyu. 1983. Role of temperature and photoperiod in annual reproductive cycle of the rose bitterling *Rhodeus ocellatus ocellatus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49, 61-67.

Breton, B. and R. Billard. 1977. Effects of photoperiod and temperature on plasma gonadotropin and spermatogenesis in the rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 17, 331-340.

鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, pp, 727.

Hara, A. and H. Hirai. 1978. Comparative studies on immunochemical properties of female-specific serum protein and egg yolk protein in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Comp. Biochem. Physiol. 59B, 339-343.

Harrington, Jr. R. W. 1957. Sexual photoperiodicity of the cyprinid fish, *Notropis bifrenatus* (Cope), in relation to the phases of its annual reproductive cycle. J. Exp. Zool. 135 : 529-553.

Hayashi, I. 1972. On the ovarian maturation of the Japanese Sea Bass, *Lateolabrax japonicus*. Jap. J. Ichtyol. 19, 243-254.

藤田 尚男·藤田 恒夫. 1982. 標準組織學各論, Ⅵ. 生殖器系. 日本醫學書院, 189—245.

Ishida, Y. and S. Tanaka. 1980. Population fluctuation of the small filefish, *Rudarius ercodes*, in the Zostera bed in Odawa Bay. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 46, 1199-1202.

Ishida, Y. and S. Tanaka. 1983. Growth and maturation of the small filefish, *Rudarius ercodes* in Odawa Bay. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49, 547-553.

Kobayashi, H. 1953. Effects of estrogen upon the structure, weight and fat content of liver in the fish, *misgurnus anguillicaudatus*. Annat. Zool. Japan 26, 213-216.

Lundquist, H. 1980. Influence of photopheriod on growth in Baltic salmon parr (*Salmo salar* L.) with special reference to the effect of precocious sexual maturaion. Can. J. Zool. 58, 940-944.

Macquarrie, D.W., J.R. Markert and W.E. Vanstone. 1978. Photoperiod induced of season spawning of coho salmon (*Oncorhynchus Kisutch*). Ann. Biol. anim. Bioch. Biophy. 18, 1051-1058.

Nishi, K. 1979. A daily rhythm in the photosensitive development of the ovary the bitterling, *Rhodeus ocellatus ocellatus*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 30, 109-115.

野村 稔. 1962. ニジマスの人工採卵に關する基礎研究-Ⅲ. 光周期の變化による採卵の早期化. 日水誌 28, 1070—1076.

Shimizu, A. and I. Hanyu. 1983. Environmental regulation of spawning-period in autumn-spawning bitterling *Pseudoperilampus typus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49, 895-900.

de Vlaming, V.L. 1975. Effects of photoperiod and temperature on gonadal activity in the cyprinid teleost, *Notemigonus crysoleucas*. Biol. Bull. 148, 402-415.

Explanation of Abbreviations

Af : Axial fillament
Am : Acrosomal membrane
Ax : Axoneme
Bm : Basement membrane
C : Centriole
Chr : Chromosome
Cmct : Central microtubule
Dmct : Doublets microtubule
Epm : Egg plasma membrane
Er : Endoplasmic reticulum
Fc : Follicle cell
Fcp : Follicle cell process
Fsh : Fibrous sheath
Gb : Golgi body
Lg : Lipid granule
Mt : Mitochondria
Mv : Microvilli
N : Nucleus
Nm : Nuclear membrane
No : Nucleolus
Oc : Oocyte
Og : Oogonia
Sc : Spermatocyte
Sd : Spermatid
Sg : Spermatogonia
Stc : Sertoli cell
Sz : Spermatozoa
T : Tail
Yg : Yolk granule
Zr : Zona radiata

Explanation of Plates

Plate Ⅰ

Fig. 1. Transverse section of ovary. Large number of early growing oocytes and connective fibers originated from the fibromuscular capsule are shown.
Fig. 2. Early growing ovary. Note great proliferation of small oogonia along the germinal epithelium of the ovarian sacs.
Fig. 3. Oocytes of the perinucleus stage. Note the basophilic cytoplasm and several scattering nucleoli along the nuclear membrane.
Fig. 4. Section of growing ovary. Note vacuolizations (yolk vesicles) found in the ooplasm.
Figs. 5, 6. Ovary of the late growing stage. Yolk granules form in the yolk vesicles of the ooplasm, and follicle layers develop around the oocytes.
Fig. 7. Mature oocytes in the ovary. Numerous yolk and lipid granules are shown in the ooplasm. Note the nucleus are migrated toward animal pole, nuclear membrane disappear.
Fig. 8. Ripe oocytes in the ovary. The regions of protoplasm are extremely confined within animal hemisphere and most of cytoplasms are filled with numerous yolk materials and a number of oil drops.
Fig. 9. Section of ripe oocytes. Note micropyle in the animal pole.

Plate Ⅱ

Fig. 10. Section of ovary after ovulation showing residual follicles and growing oocytes.
Fig. 11. Section of degenerating ovary after ovulation. Note undischarged growing oocytes are being degenerated.
Fig. 12. Ovary of resting stage. Young oocytes of perinucleus stage, follicles still not forming, don't degenerate and are arranging along the germinal epithelium of ovarian sac.
Fig. 13. Frontal section of testis.
Fig. 14. Section of growing testis. Note the seminiferous tubules at the cortex of testis.
Fig. 15. Section of seminiferous tubules of late growing testis. Note a great number of spermatocytes and spermatids in the lumen of seminiferous tubules.
Fig. 16. Mature testis. The enlarged seminiferous vesicles are composed of spermatozoa.
Fig. 17. Liver of female at mature stage shows dense arranged hepatic cells.
Fig. 18. Liver of female at resting stage shows loose arranged hepatic cells.

Plate Ⅲ

Fig. 19. Electron micrograph of a oogonium showing a few cell organs and a nucleolus. X 5,000.
Fig. 20. Electron micrograph of young oocytes of perinucleus stage. Note ribosome increasing in the cytoplasm. X 3,000.
Fig. 21. Electron micrograph of perinucleus stage oocytes showing mitochondria and endoplasmic reticula in the cytoplasm and several scattering nucleoli along the nuclear membrane. X 4,000.
Fig. 22. Electron micrograph of mature oocyte. Numerous endoplasmic reticula and mitochondria are notable in the cytoplasm, and yolk and lipid granules are found. Note microvilli of vitelline membrane and follicle cells around the oocyte. X 3,000.
Fig. 23. Electron micrograph of yolk granules. Note numerous endoplasmic reticula and mitochondria among yolk granules. X 13,000.
Fig. 24. Electron micrograph of zona radiata of ripe oocyte. Note five and six layers of oval-shaped disk structures with high electron density in the apical portions of microvilli of follicles. X 19,000.

Plate Ⅳ

Fig. 25. Electron micrograph of early growing testis. Note spermatogonia on the epithelium of seminiferous tubule. X 4,000.
Fig. 26. Electron micrograph of the growing testis. Note spermatogonia in the mitosis. X 4,000.
Fig. 27. Electron micrograph of steroid hormone secreting cell. Note large mitochondria with well developed cristae and numerous endoplasmic reticula in the cytoplasm. X 6,000.
Figs. 28, 29. Electron micrograph of spermatocytes in the prophase stage of the maturation divison. X 3,000. X 5,000.
Fig. 30. Electron micrograph of the spermatids in the spermiogenesis. X 3,000.
Figs. 31, 32. Electron micrograph of the spermatids of which nucleus begins to shrink. X 10,000.
Fig. 33. Electron micrograph of spermatozoon before excessive cytoplasm fall off. Axial filament of spermatozoon invaginated deeply in the central cavity of the nucleus, and the head formed U-shape. X 15,000.
Fig. 35. Electron micrograph with the transverse section of head and tail of spermatozoa. Microtubular axonemes represented 9+9+2 type. X 20,000.
Fig. 36. Electron micrograph with frontal section of spermatozoa. X 8,000.

Plate I

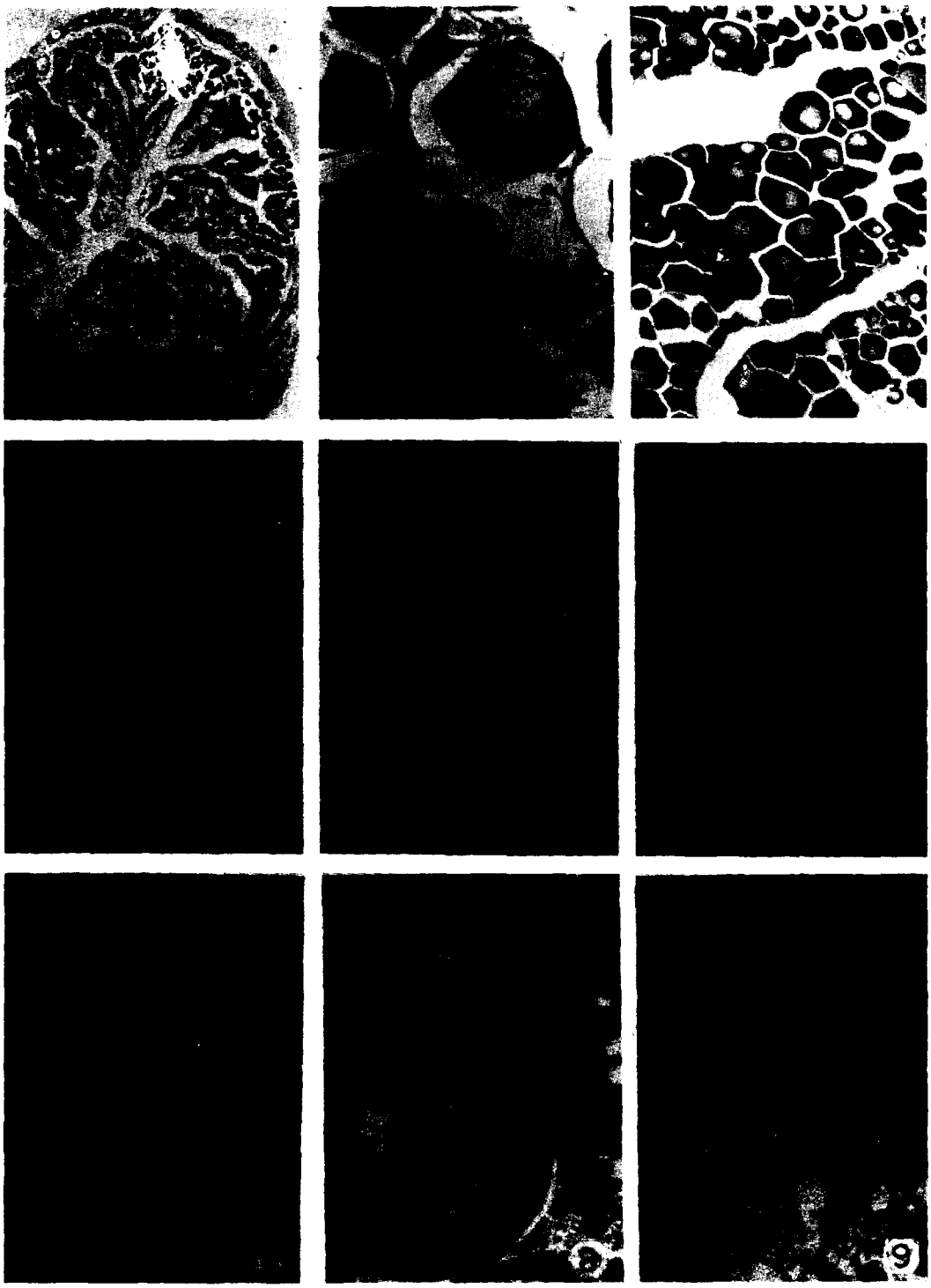
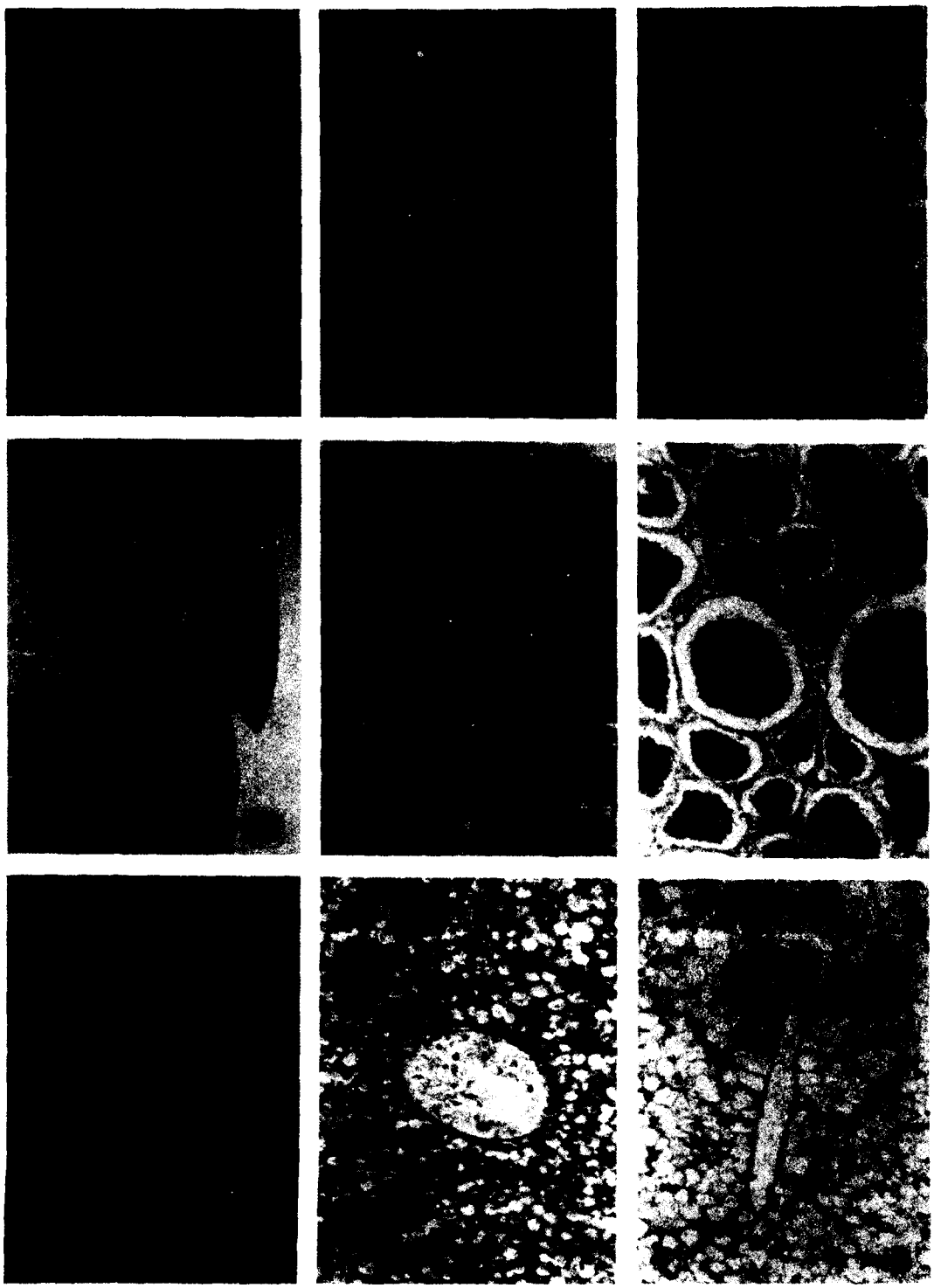


Plate Ⅱ



Plata Ⅲ

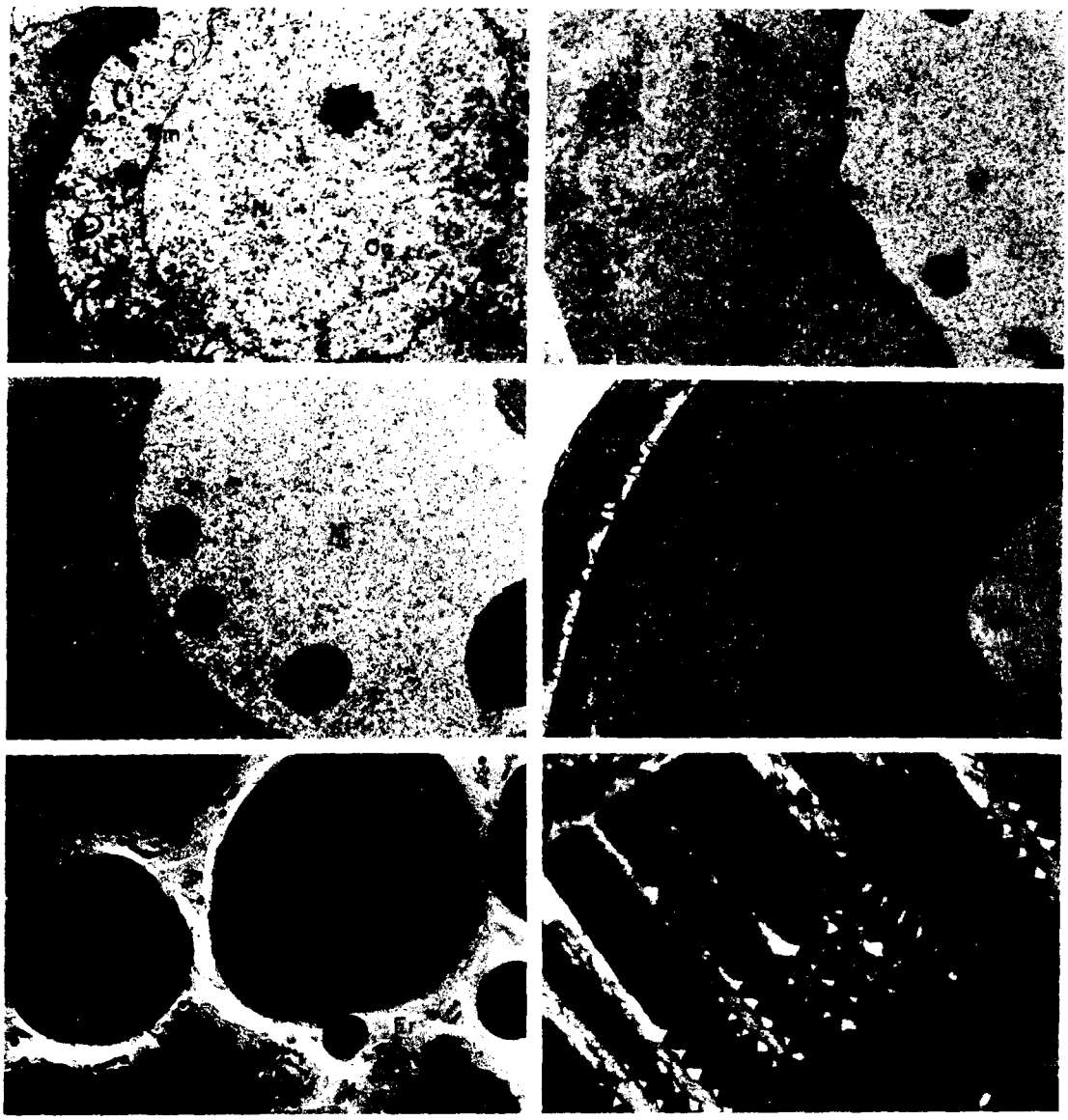
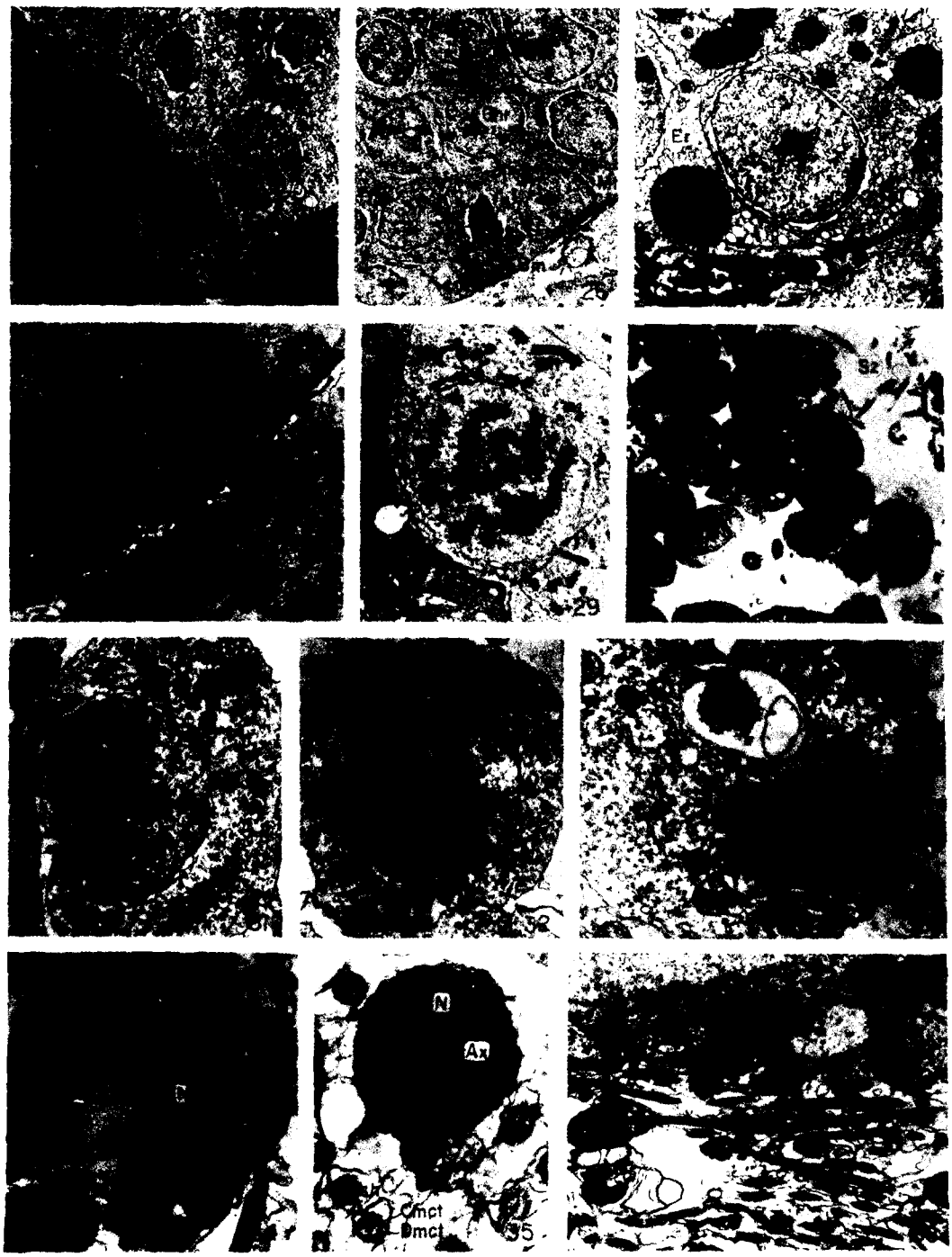



Plate Ⅳ