

점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*의 生殖機構에 관한 實驗的 研究

白 惠 子 · 李 澤 烈

釜山水產大學 資源生物學科
(1985년 2월 1일 수리)

Experimental Studies on the Mechanism of Reproductive Cycle in the Longchin Goby *Chasmichthys dolichognathus* (HILGENDORF)

Hea Ja BAEK and Taek Yuil LEE

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Nam-gu, Pusan 608, Korea
(Received February 1, 1985)

The mechanism of reproductive cycle of longchin goby *Chasmichthys dolichognathus* was investigated for the annual variations of gonadosomatic index(GSI), histological changes of gonad, reproductive cycle, and initiating and terminating factors of the breeding season.

The experimental fish were captured in the tide pool of Tongbaeksom, Pusan, Korea from February 1983 to September 1984. Experimental fish for the study of initiating and terminating factors of the breeding season were maintained in filtered recirculating aquariums and exposed to various temperature and photoperiod regimes.

The ovary is a pair of sac-shaped organ, and the testicular structure is tubular and it is connected to the seminal vesicle which is located at the posterior end of the testis.

GSI began to increase from February when the water temperature began to increase and reached peak in April. It began to decrease from August, the top water temperature season, and maintained relatively low values until January.

The annual reproductive cycle includes successive six developmental stages: early growing from December to February, late growing from January to March, early mature from February to May, late mature and ripe from March to August, spawning from April to July, degeneration and resting stage from May to December.

An experimental study based on the reproductive cycle of this species indicated that rising temperature under long photoperiod during spring stimulated gonadal maturation, whereas terminating factor of the breeding season with recrudescence of the gonads was demonstrated as high water temperature during summer regardless of photoperiod.

緒 論

지금까지 數種의 淡水魚에서 밝혀진 바에 의하면 魚類의 性中樞活動을 강하게 제어하여 生殖周期現象

을 지배하는 중요한 環境要因이 光과 水溫의 季節的 變動이라고 보고되고 있다 (De Vlaming, 1972 a·b, 1975; Nishi, 1979; Asahina and Hanyu, 1983; Shimizu and Hanyu, 1983).

이러한 生殖活動은 魚類의 繁殖季節에 따라 春季 產卵型, 春夏季 產卵型, 秋季 產卵型, 冬季 產卵型으로 나눌 수 있고 이들 活動을 調節하는 環境因子인 光과 水溫의 作用樣式에 의해 큰 차이가 있음이 잉어科 어류에서 보고되고 있다 (清水, 1983).

그러나 光과 水溫이 海產魚類의 生殖周期成立機構에 어떻게 관여하고 있는지에 대한 실험적 연구는 최근 李 等(1984)에 의한 報告가 있을 뿐 거의 찾아보기 어렵다.

따라서 生殖年周期現象을 지배하는 환경인자가 海產魚에서도 실험적으로 검토되고 繁殖季節이 다른 魚種別로 그 要因이 밝혀진다면 이는 곧 산업上 有用魚種의 人工種苗生産을 위한 產卵制御에 크게 도움을 줄 것이다.

本 研究에서는 海產魚中 沿岸定着性으로 韓國 및 北海道 이남의 日本 沿近海 조간대의 암초사이나 tide pool에서 흔히 볼 수 있는 소형 망둑어科的 鰈망둑, *Chasmichthys dolichognathus*을 실험종으로 설정하여 自然에서의 生殖年周期를 把握과 동시에 產卵開始期 및 終了期에 水溫과 光週期를 여러가지로 組合 實驗飼育하면서 이들의 生殖巢活性과 退化에 미치는 영향을 조사함으로써 性成熟에 관여하는 外 的 因 素 를 分 析 하여 生 殖 周 期 成 立 機 構 를 해 명 코 자 하 였다.

材料 및 方法

實驗에 使用된 材料는 1983年 2月부터 1984年 1月까지 부산 해운대 동백섬 조간대에서 소형 대납시와 들망을 이용하여 每月 1~2회씩 採集한 總 630個體를 대상으로 自然產生殖年周期를 조사하였다.

材料는 採集 즉시 실험실로 옮겨 전장, 체장, 체중을 측정후 屍 體 를 해부하여 生 殖 巢 를 切 取 測 定 한 후 즉시 Bouin용액에 24시간 고정하였다.

組織檢鏡을 위해 고정된 재료는 常法인 paraffine 切片法에 의해 5~7 μm 두께로 連續切片을 만들었으며, Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin으로 比較染色하였고, 組織區分을 위해 Mallory 三重染色, 卵內物質蓄積區分을 위한 PAS反應을 行하였다.

生殖巢熟度指數(Gonadosomatic index=GSI)는 生殖巢重量의 體重에 대한 백분비, 生殖巢重量×100/體重, 로서 산출되었다.

生殖機構 해명을 위한 實驗의 研究材料로는 자연산에서 捕 獲 된 生 殖 年 周 期 結 果 를 토대로 產 卵 期 를 앞두고 生 殖 巢 가 活 性 化 하 기 시 작 하 는 1984年 1月下

旬과 產卵이 거의 끝나 生殖巢 退化가 일어나는 7月中旬頃에 각각 전장 5~7 cm 크기의 總 200尾씩의 鰈망둑을 대상으로 產卵開始와 產卵終了에 미치는 環境要因을 분석하고자 光과 水溫을 각기 달리 조합한 實驗區—산란개시기(10L/NT, 10L/20°C, 12L/NT, 12L/20°C, 14 L/NT, 14 L/20°C), 산란종료기(12 L/10°C, 12 L/15°C, 15 L/10°C, 15 L/15°C)—를 설치하여 室內 飼育하였다.

飼育水槽는 20 l 유리수조로 여과시킨 海水를 사용하였으며 aeration시켰다. 光源은 25 W 형광등을 使用했으며, 먹이로는 하루 1~2회씩 신선한 갯지렁이와 바지락의 육질을 충분히 공급하였다.

광과 온도가 生殖巢發達에 미친 영향은 GSI 측정으로 확인했으며 통계상의 비교는 Mann-Whitney U test로 行하였다.

結 果

1. 生殖巢熟度指數(Gonadosomatic index)의 年間變化

鰈망둑의 卵巢는 成熟하면서 황색을 띤 한 쌍의 기다란 囊 狀 構 造 로 血 管 이 豐 富 하 게 分 布 된 筋 纖 維 外 膜 에 의해 싸여 있다. 精巢는 가느다란 絲狀의 管狀型으로 이들 基部는 左右 精巢가 융합되어 연결된 하방의 貯精낭과 함께 완전한 精巢構造를 이루며 絲狀의 반투명 상태에서 外 觀 上 뚜 렷 한 變 化 를 보 이 지 않고 산란기가 되면 약간 膨 대 해 지 면 서 乳 白 색 을 띤 다.

이들 生殖巢의 年間 GSI 調查結果는 Fig. 1 과 같다. 암컷의 GSI 는 水溫이 상승하는 2월부터 3月 사이에 각각 2.42, 5.20 으로 증가하기 시작하여 4월에 연 중 最 대 치 인 11.17 에 이 른 다. 이 후 5, 6月까지 8.20, 7.22 로 비교적 높은 값을 유지하다가 가장 高 水 溫 期 인 8月을 公 비 로 GSI 값 이 1.64 로 크 게 減 少 하 여 이 듬 해 1月 까 지 1.00 미 만 으 로 낮 은 값 을 유 지 하 였 다. 連 중 最 大 GSI 값 은 4月의 前 장 6.04 cm 인 個 體 에서 25.53 으로 나타났으며, 雌 魚 中 最 小 值 은 1.100 μm 에 달 했 다.

수컷의 GSI 변화 역시 암컷과 유사한 경향을 보이는데 2, 3월에 GSI 값이 증가하여 4월에 0.46 으로 最 大 值 을 나타내고, 이후 5, 6, 7월까지 각각 0.43, 0.33 으로 조금씩 감소하다가 8월부터 급격히 떨어져 이듬해 1월까지 最 小 值 을 유 지 하 였 다.

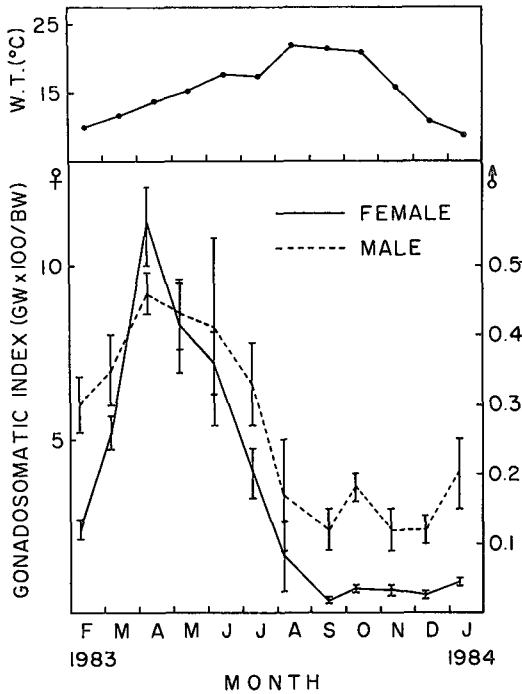


Fig. 1. Monthly changes of the gonadosomatic index in *Chasmichthys dolichognathus* and of mean water temperature from February 1983 to January 1984. The range of standard error is indicated by vertical bars.

2. 生殖年周期

生殖巢熟度指數의 年間變化와 生殖巢發達過程의 組織學的 관찰 結果, 點망둑의 生殖年周期를 Fig. 2에서 보는 바와 같이 初期成長期, 後期成長期, 初期成熟期, 後期成熟 및 完熟期, 産卵期, 退化 및 休止期 等の 연속된 발달단계로 구분할 수 있었다.

(1) 初期成長期 (Early growing stage)

12月에서 1月中旬 사이에 채집된 初期成長期의 卵巢는 血管이 풍부하게 分布된 二重結締纖維로 이루어진 격막을 경계로 많은 卵巢小囊을 형성하고 있다. 각 난소소낭내에는 卵原細胞들이 간층직 사이에서 분열증식하여 40~150 μm 의 初期卵母細胞로 성장되어 가며 이때 細胞質은 강한 호염기성을 나타내고 核속에는 한개의 뚜렷한 仁을 관찰할 수 있다 (Pl. I-Fig. 1). 뒤이어 초기난모세포의 核속에 있던 한개의 仁이 여러개로 분산되어 핵막주변을 따라 균일하게 분포하며, 세포질의 핵막주변에는 15 μm 전후 크기인

한개의 卵黃核을 볼 수 있다 (Pl. I-Fig. 2). 이러한 현상은 2월에 채집된 일부 개체중에서도 관찰되었다.

수컷의 경우 암컷보다 약 2달 가량 빠른 10월부터 11월에 걸쳐 精巢小囊上皮를 따라 精原細胞의 活潑한 분열증식이 일어나고 있다 (Pl. II-Fig. 10).

(2) 後期成長期 (Late growing stage)

암컷의 경우 1月下旬부터 후기성장기의 個體가 일부 출현하여 3월까지 지속되는데, 난경은 150~300 μm 정도이며 細胞質의 염색성은 호염기성에서 호산성으로 변하게 되고 핵막주변으로부터 空胞狀의 卵黃胞가 형성된다 (Pl. I-Fig. 3). 이들 卵黃胞들은 卵細胞質 전체에 擴散되어 가며, 난세포질 외층에는 단층의 濾胞細胞層이 발달함과 동시에 난소소낭내 존재하던 대부분의 간층직과 卵母細胞의 세포질에 나타났던 난황핵은 소실된다 (Pl. I-Fig. 4). 이 때의 난모세포들은 약 400 μm 전후까지 成長한다.

수컷도 암컷과 마찬가지로 1월에 접어들면서 후기 성장기로 발달하는데, 소낭내에는 精原細胞들이 발달하여 精母細胞로 성장되며 (Pl. II-Fig. 11), 뒤이어 성숙분열을 마친 일부 정모세포들은 精細胞로 변한다. 이들 정세포들은 정모세포에 비해 核質이 농축되어 있어 haematoxylin에 濃染되어 나타난다.

(3) 初期成熟期 (Early mature stage)

水溫이 上昇하는 2월부터 初期成熟에 해당하는 개체들이 출현하고 있는데, 암컷의 경우 卵母細胞가 난경 500~700 μm 전후에 달하며 顆粒狀의 卵黃球들이 출현하여 卵細胞質中에 축적되기 시작하는 시기로서 7월까지 계속되고 (Pl. I-Fig. 5), 수컷은 정소소엽 내강에 精原細胞群, 精母細胞群, 精細胞群 그리고 일부 변태된 精子들이 精巢小葉 내강에 顆粒狀의 腺細胞 사이에서 부분적으로 나타나고 (Pl. II-Fig. 12), 생식소 증량도 점차 증가 추세를 나타내고 있다.

(4) 後期成熟 및 完熟期 (Late mature and ripe stage)

3월에 접어들면서 卵巢는 점차 肥厚되고 900 μm 이상의 成熟된 卵母細胞를 가지며 난황구들은 卵母細胞의 細胞質 전체에 가득차게 된다. 아울러 由球의 축적과 함께 핵막은 鋸齒化되면서 응축된 핵질이 동물극으로 이동한다 (Pl. I-Fig. 6). 그리고 卵膜外層에는 eosin에 길게 염색되는 15 μm 전후 두께의 放射帶가 뚜렷해 지며 여포세포층이 잘 발달되어 있다. 4월에 이르면 生殖巢가 최대로 비후되어 평균 GSI는 年中 가장 높은 11.17에 달하게 된다. 이때

卵徑은 1,000~1,100 μm 전후의 完熟卵으로서 핵막이 소실되어 核質과 細胞質과의 구분이 어렵게 되고 난황구들은 서로 융합하여 더 큰 덩어리를 이루며 이 사이에 由球들도 관찰할 수 있다 (Pl. I -Fig. 7).

完熟狀態의 정소소낭내에는 活性的인 소수의 精原細胞와 精母細胞들이 존재하고 있으나 精巢內腔에는 거의 변태된 완숙정자들로 가득 채워져 있다 (Pl. II -Fig. 13). 3, 4월 사이의 개체들이 대부분 이 시기에 해당되며 일부 암컷은 8월까지 계속되고 있다.

(5) 産卵期 (Spawning stage)

4월부터 産卵個體가 나타나 7월까지 지속되는데, 그 盛期는 4月下旬에서 5월이었다. 이 시기의 난소소낭내에는 完熟卵이 빠져나간 흔적과 일부 放卵하지 못한 成熟卵과 初期卵母細胞들이 존재하며 이들 잔존 성숙란과 완숙란을 싸고있던 여포세포층은 그대로 남아 퇴화 위축되면서 排卵흔적을 남긴다 (Pl. I -Fig. 8).

수컷의 경우 정소내강에 밀집해 있던 변태된 完熟精子들은 수정관을 거쳐 貯精囊에 밀집되는데 放精을 하게되면 밀집된 대부분의 精子들은 放出되고 소수 精子들만이 殘存한다.

(6) 退化 및 休止期 (Degeneration and resting stage)

放卵·放精을 마친 일부 개체들은 5월부터 퇴화 위축되는데, 암컷에서는 산란후의 잔존여포와 미방출 성숙란들이 퇴화 흡수되어 가는 한편, 난소소낭 상피는 차츰 비후되어 가면서 卵巢內 신생조직의 재배치와 함께 (Pl. I -Fig. 9) 12월까지 비교적 장기간의 휴지기를 가진다.

수컷의 경우도 소수 잔존정자의 퇴화 흡수와 함께 冬季까지 긴 휴지기를 거친다.

3. 生殖機構해명을 위한 실험적 연구

(1) 生殖開始要因調査

水溫 및 光週期 변화가 産卵期開始에 미치는 影響을 알아보기 위하여 生殖腺이 活性化되기 시작하는 1月中旬頃に Fig. 3에서 보는 바와 같이 수온과 광주기를 달리 조합한 실험구에서 10주간 사육하였다.

암컷의 경우 5주후에는 長日-高溫實驗區 (14L, 20°C)만이 뚜렷한 차이를 보이고 ($u_1=13, u_2=104, u_{0.05(13,9)}=28, p<0.05$) 그의 타실험구의 GSI는 자연산 (NL, NT)의 GSI와 거의 동일한 값을 유지하였다. 10주후에는 모든 실험구의 GSI가 자연산 GSI 값인 9.08 보다 월등히 높았으며 ($p<0.05$), 특히 장일-고온실험구(14L, 20°C)에서 18.39로 가장 높게 나타났다 ($u_1=12, u_2=92, u_{0.05(13,8)}=24, p<0.05$). 이때 長日光週期 (14 L)를 처리한 실험구일지라도 자연온도 (NT)하에서는 20°C와 조합된 실험구에 비해 저조하였다. 또한 같은 12 L 실험구에서도 고온처리구 (20°C)가 더 높게 나타났으며, 이때 광주기와 온도를 보면 비록 단일광주기 (12 L) 일지라도 고온구 (20°C)와 조합되면 장일광주기 (14 L)의 저온구 (NT)보다도 더 활성화 됨을 알 수 있었다.

수컷은 5주후 그다지 뚜렷한 차이없이 자연산의 GSI와 유사한 값을 유지 하였으나 10주후에는 암컷과 거의 동일한 경향을 나타내었다.

따라서 생식개시에 생식소가 성숙하는데는 수온 상승이 주요인이고 장일광주기는 보상적 작용을 하고 있음을 알 수 있다.

(2) 生殖終了要因調査

生殖巢의 退化를 유도하여 산란기를 종료시키는 環境的 要因을 찾기 위하여 自然에서 생식소가 퇴화하기 시작하는 7月中旬頃に 자연보다 낮은 저수온구를 短日과 長日로 조합하여 6주간 사육결과를 보면 Fig. 4와 같다.

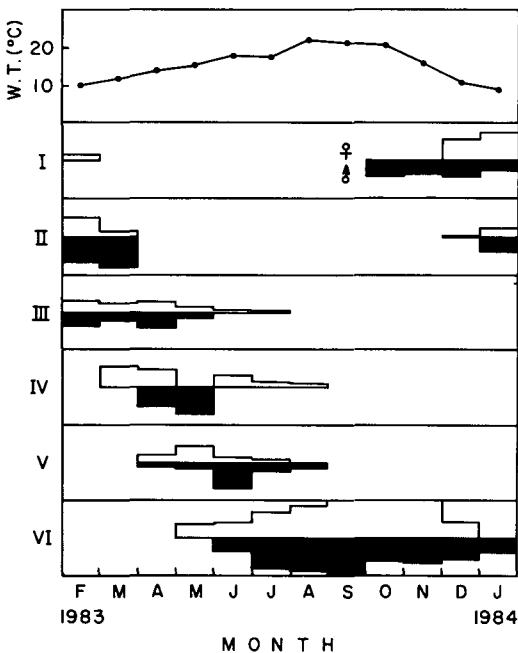


Fig. 2. Gonadal phases of *Chasmichthys dolichognathus* and monthly changes of mean water temperature from February 1983 to January 1984.

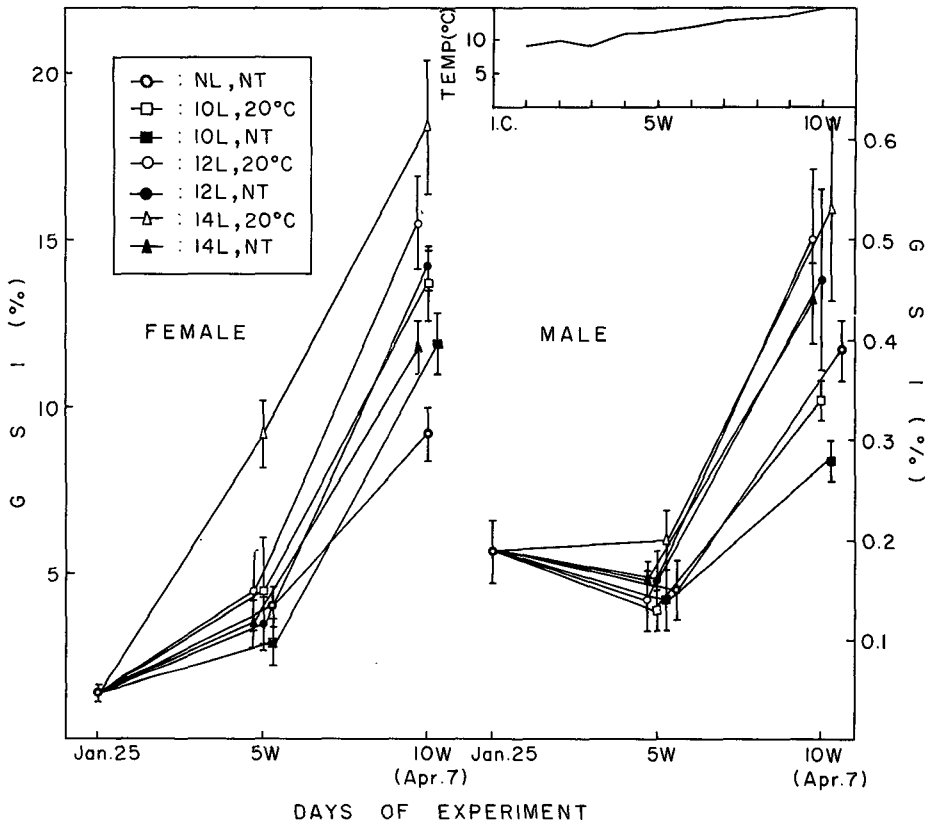


Fig. 3. The effect of various photoperiod-temperature regimes on GSI in *Chasmichthys dolichognathus* for initiating of the breeding season. Symbols and bars, mean \pm standard errors.

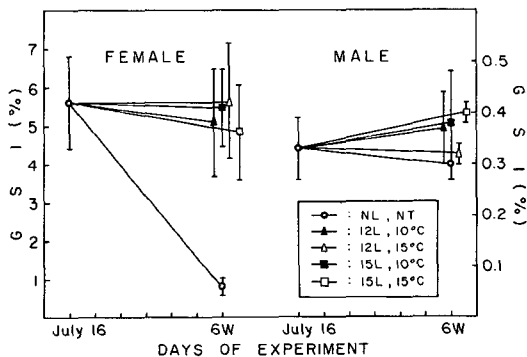


Fig. 4. The effect of various photoperiod-temperature regimes on GSI in *Chasmichthys dolichognathus* for terminating of the breeding season. Symbols and bars, mean \pm standard errors.

암컷은 실험 시작 당시 자연산의 GSI 값이 5.61에서 6주후 1.0 미만으로 급격히 감소하고 있는 반면 ($u_1=125, u_2=15, u_{0.05(14,10)}=36, p<0.05$), 4개의

저수온 실험구는 日長の 長短에 관계없이 GSI 값이 5.30 전후로 초기대조군과 큰 차이를 보이지 않고 거의 유사한 값을 나타내었다.

수컷의 경우는 초기대조군의 0.33 보다 다소 높은 0.38 전후로 GSI 값은 현상유지 내지는 증가추세를 나타내었다.

본 실험기간의 자연온도는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 7, 8월에 걸쳐 20°C 이상으로 상승하여 연중 가장 고수온기를 나타내고 있다. 그러나 자연일장은 9월까지 12L 이상을 유지하고 있음을 감안하여 볼 때 실험결과에서 뚜렷이 나타내주는 바와 같이 생식소의 퇴화를 유도하여 생식기를 종료시키는 요인은 광주기와는 관계없이 하계의 고온임을 알 수 있다.

考 察

점망둑의 卵巢는 一般硬骨魚類에서 흔히 볼 수 있는 전형적인 囊型狀이나 精巢는 가느다란 絲狀의 管

狀型으로 후방에 附屬腺인 貯精囊이 연결되어 있다. 이러한 두 부분으로 이루어진 精巢構造는 같은 망둑어과 *Gobius batrachocephalus*(Moiseyeva and Ponomareva, 1975), *G. melanostomus*(Moiseyeva and Ponomareva, 1973)와 그물코취치, *Rudarius ercodes* (李·羽生, 1984)에서도 관찰할 수 있었다.

自然産 점망둑 生殖巢의 季節的 變化를 보면, 水溫이 上昇하는 2월에서 3월에 걸쳐 GSI 값이 上昇하기 시작하여 4월에 최대로 되어 6월까지 비교적 높은 값을 나타내다가 8월이후 급격히 감소하고 있어 産卵期는 4~7월이며 그 盛期는 4月下旬에서 5월로 추정되었다. 佐々木(1969)와 金子等(1984)에 의해 조사된 房總沿岸과 東海區水産研究所荒崎廳舎 주변의 점망둑은 1월부터 5월까지가 産卵期이며 盛期는 2월에서 3월이라고 했다. 이를 本 研究結果와 비교해 보면 해운대 동백섬 점망둑이 約 3~4個月 늦은 것으로 나타나고 있는데 이것은 지역적 환경 특히 수온상승시기의 차이에서 오는 것으로 여겨진다. 같은 망둑어과 어종인 *Chaenogobius isaza*은 4月初旬~6月下旬(高橋, 1974), *Pterogobius zacalles*은 4月末~5月末(鹽垣, 1981), *Paleatogobius uchidai*은 1~3月(道津, 1957)이 산란기인 것으로 보아 대부분의 망둑어과 어종은 수온이 상승하는 봄에 번식기를 가지는 것을 알 수 있다.

初期成長期の 卵巢小囊内에는 間充組織들이 풍부하게 分布하나 卵巢發達과 함께 차츰 감소되어 가고 난황형성을 시작한 난모세포는 외층에 단층의 여포층이 형성되는 것으로 보아 卵母細胞의 초기成長에는 간층조직이 관여하나 난황형성기 이후 영양물질 공급은 간층조직에서 여포세포로 이전되는 것으로 생각된다.

本 種의 成熟精巢의 小葉內腔에는 變態된 精子和 함께 顆粒狀 細胞가 나타나는데 Moiseyeva and Ponomareva (1973, 1975)는 이들을 小葉內的 間充組織의 일종으로 본 데 반하여 金子等 (1984)은 精細胞가 精子로 變態되고 남은 無核細胞로서 점망둑어에서만 볼 수 있는 特徵으로 보고하고 있다.

本 실험에서 관찰한 바에 의하면 변태된 精子들이 이들 세포에 대부분 지지되어 있고, 液狀 分泌突起를 가지고 있는 점으로 보아 변태된 정자를 위한 일종의 지지성 腺細胞로 생각된다.

魚類의 生殖活動 變化를 제어하는 環境要因으로서 光과 水溫이 깊히 관여하고 있음이 최근 여러 연구자들에 의해 보고되고 있다. De Vlaming (1972a, 1974)의 보고에 의하면 光週期가 연어류와 가시고기

류의 性週期에 현저한 조절역할을 하고 있으며, 溫度는 송사리류의 생식리듬을 조절하는데 아주 중요한 요인으로 작용함을 시사하고 있다. Bullough (1939)는 가을에 채집된 잉어과 어류, *Phoxinus*가 生殖巢成熟 最終段階時에 장일주기를 요한다고 밝혔으며, Kawamura와 Otsuka (1950)는 겨울과 봄 사이에 장일주기-고온처리가 잉어과 어류인 붕어, *Carassius auratus*의 性成熟을 일으키고, 장일주기하에서 온도만 일정하게 유지되면 겨울에도 生殖巢成熟을 촉진시킬 수 있다고 지적했다. 또 다른 잉어과 어류, *Notemigonus crysoleucas*의 性週期를 조절하는데에는 온도와 광주기 둘 다 중요 요인으로 작용한다고 했다 (De Vlaming, 1975). 또한 *Notemigonus crysoleucas*는 여러가지 온도-광주기 처리가 계절에 따라 다양하게 나타나며, 산란준비기간 동안의 장일-고온처리는 산란직전 상태까지 난소의 발달을 자극하고 있다고 지적했다. 本 研究에서도 겨울과 봄동안 장일주기하의 고온처리는 점망둑의 生殖巢活性과 成熟을 촉진하는데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다.

이에 반해 경골어류의 生殖巢退化를 초래하는 외적환경요인의 역할에 관하여는 그다지 체계적인 연구가 되고 있지 못한 것 같다. 망둑어과에 속하는 *Gillichthys mirabilis* (De Vlaming, 1972b)와 농어과에 속하는 *Lepomis cyanellus* (Kaya, 1973)에서 보고된 바에 의하면 고온처리가 生殖巢退化를 유도하며, *Notemigonus crysoleucas*와 흰줄납줄개, *Rhodeus ocellatus* (Asahina and Hanyu, 1983)에서는 高溫下의 短日週期가 生殖巢退化를 초래하는데 반해 低溫-短日週期 처리에서 生殖巢는 退化를 일으키지 않았다고 했다. 本 點망둑의 실험결과, 광주기에 관계없이 저온처리하에서 생식소는 퇴화되지 않고 성숙상태를 유지하고 있는데 반해, 高水溫狀態인 自然에서는 현저히 生殖巢退化가 일어나 産卵이 終了되었다. 따라서 본 실험에서 조사된 춘계산란종인 점망둑은 生殖巢가 活性化되고 産卵開始를 위해서는 동계 저수온에서 춘계 수온상승이 필수적으로 작용하며, 광이 보상작용을 하고 있음을 알 수 있고, 産卵 終了를 유도하는 것은 광에 관계없이 하계의 고수온이 주요인인 것으로 판명되었다.

要 約

海産魚類의 生殖週期成立機構에 관한 실험적 연구의 一環으로 부산 해운대 동백섬 연안에서 採集된 점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*을 대상으로

1983年 2월부터 1984年 1월까지 自然產生殖年周期를 調査하여 그 産卵期를 밝혔고, 이들 性成熟에 關여하는 外的環境要因 즉 光과 水溫이 미치는 影響을 實驗的으로 調査하였는 바 그 結果는 다음과 같다.

1. 卵巢는 전형적인 囊狀構造로서 많은 卵巢小囊으로 구성되어 있고 卵原細胞들은 卵巢小囊上皮에서 分裂增殖하며, 성장하여 40~150 μm 의 初期卵母細胞로 된다. 이후 卵徑이 500 μm 内外가 되던 細胞質에 卵黃球가 출현하여 卵母細胞의 成長과 함께 細胞質 전체에 확산된다. 完熟卵의 卵徑은 1,000~1,100 μm 前後이다.

2. 精巢는 가느다란 管狀形이며 여러개의 精巢小葉으로 구성되었고, 성장할수록 각 소엽의 벽을 따라 많은 小囊을 형성하며 이 小囊上皮에서 精原細胞들이 분열증식하여 精母細胞, 精細胞로 발달한다. 精細胞에서 일부 분태된 精子들은 精巢小葉내腔의 腺細胞사이에서 관찰된다. 이후 完熟狀態의 精巢小囊内에는 거의 變태된 完熟精子들로 가득 채워지며 放精은 수정관을 거쳐 貯精囊에 밀집되었다가 放出된다.

3. 生殖巢成熟指數는 水溫이 上昇하는 4월에 최대가 되며 高水溫期인 8~9월에 최소를 나타낸다.

4. 生殖年周期는 12월부터 2월까지 初期成長期, 1月下旬부터 3월에 걸쳐 後期成長期, 수온이 상승하는 2월부터 5월까지는 初期成熟期, 3월에서 8월에 걸쳐 後期成熟 및 完熟期, 4월에서 7월까지 産卵期 그리고 5월부터 12월까지 退化 및 休止期 等 연속적인 周期로 구분할 수 있었고, 産卵盛期는 4月下旬에서 5월이었다.

5. 生殖巢를 活性化시켜 成熟促進을 일으키는 外的環境要因으로서는 春季 水溫上昇이 필수적이고 長日化가 보상적으로 作用하며, 生殖巢退化를 유도하여 産卵을 終了시키는 것은 日長에 關계없이 夏季 高水溫이 主要因인 것으로 판명되었다.

文 獻

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 (1), 61-67.

Bullough, W.S. 1939. A study of the reproductive cycle of the minnow in relation to the environment. Proc. Zool. Soc. Lond. Ser.

A. 109, 79-102.

De Vlaming, V.L. 1972a. Environmental control of teleost reproductive cycles: a brief review. J. Fish. Biol. 4, 131-140.

De Vlaming, V.L. 1972b. The effects of temperature and photoperiod on reproductive cycling in the estuarine gobiid fish *Gillichthys mirabilis*. Fish. Bull. 70(4), 1137-1152.

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

道津喜衛. 1957. チクゼンハゼの 生態・生活史. 魚類學雜誌 VI-4/5/6, 97-104.

金子豊二・羽生 功・廣瀬慶二. 1984. アゴハゼ *Chasmichthys dolichognathus* の生殖年周期. 日水誌 50(9), 1535-1540.

Kaya, C.M. 1973. Effects of temperature and photoperiod on seasonal regression of gonad of green sunfish *Lepomis cyanellus*. Copeia, 1973, 369-373.

李澤烈・羽生 功. 1984. 그물코리치, *Rudarius ercodes* 의 生殖周期. 韓水誌 17(5), 423-435.

李澤烈・羽生 功・古川 滄. 1984. 그물코리치, *Rudarius ercodes*의 生殖活動에 미치는 光週期 및 溫度의 影響. 韓水誌 17(6), 523-528.

Moiseyeva Ye. B. and V. P. Ponomareva. 1973. Histophysiological characteristics of the testis and seminal vesicle of the "Round Goby" [*Gobius melanostomus* (Pallas)] in different stages of the sexual cycle. J. Ichtyol. (translated from the Russian) 13(3), 368-381.

Moiseyeva Ye. B. and V. P. Ponomareva. 1975. Comparative characteristics of the testis of the gobies *Gobius batrachocephalus* and *G. melanostomus* in different stages of the sexual cycle. J. Ichtyol. (translated from the Russian) 15(2), 264-273.

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.

佐々木 喬・服部 仁. 1969. ハゼ科の 2 近縁種(アゴハゼとドロメ)의 潮溜りに における 共存關係. 魚類學雜誌 15(4), 143-155.

- Shimizu, A. and I. Hanyu. 1983. Environmental regulation of spawning-period in an autumn-spawning bitterling *Pseudoperilampus typus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49(6), 895—900.
- 鹽垣 優. 1981. リュウグウハゼの生活史. 魚類學雜誌 28(1), 70—79.
- 清水昭男. 1983. 春産卵型及び秋産卵型タナゴ類の生殖周期に関する研究. 東京大學大学院 博士學位論文 200pp.
- 高橋さち子. 1974. イサザ (ハゼ科)の性成熟について-I, 生長と性成熟の季節推移, 日水誌 40(9), 847—857.

Explanation of plates

Plate I

- Fig. 1. Ovary of early growing stage, showing oogonia and early growing oocytes. $\times 400$
- Fig. 2. Early growing oocyte, showing yolk nucleus in the cytoplasm. Note presence of several nucleoli along the nuclear membrane. $\times 100$
- Fig. 3. Late growing oocyte. Note a layer of vacuoles(yolk vesicles) in the cytoplasm. $\times 100$
- Fig. 4. Section of growing oocytes. Note oocyte filled with yolk vesicles and single layer follicle cells develop around the oocytes. $\times 100$
- Fig. 5. Section of premature oocyte. Note yolk granules accumulation in the ooplasm. $\times 100$
- Fig. 6. Section of mature oocyte. Note oocyte filled with yolk granules and lipid globules. The nucleus are migrated toward animal pole. $\times 400$
- Fig. 7. Section of ripe oocyte. Note numerous yolk materials and oil globules in the ooplasm. $\times 400$
- Fig. 8. Spent ovary, empty follicle cells in the ovarian sac. $\times 100$

Plate II

- Fig. 9. Ovary of recovery stage. Young oocytes are arranging along the germinal epithelium of ovarian sac. $\times 100$
- Fig. 10. Testis of early growing stage. Numerous spermatogonia and mesenchymal tissue appear along the germinal epithelium of testicular lobuli. $\times 400$
- Fig. 11. Section of growing testis. Note the cyst composed of spermatogonia and spermatocytes. $\times 400$
- Fig. 12. Section of mature testis. Note the cyst composed of spermatogonia, spermatocytes and spermatids. Spermatozoa appear in the lumen of the lobuli with granular gland cells. $\times 400$
- Fig. 13. Section of ripe testis. Note numerous spermatozoa are filled with the lumen of lobule. $\times 400$
- Fig. 14. Testis of spent stage. Note a few of undischarged spermatozoa in the lumen of lobuli. $\times 100$

Explanation of abbreviations

N nucleus; Og oogonia; Sc spermatocyte; Sg spermatogonia; St spermatid;
Sz spermatozoa; Yg yolk granule; Yn yolk nucleus; Yv yolk vesicle

Plate I

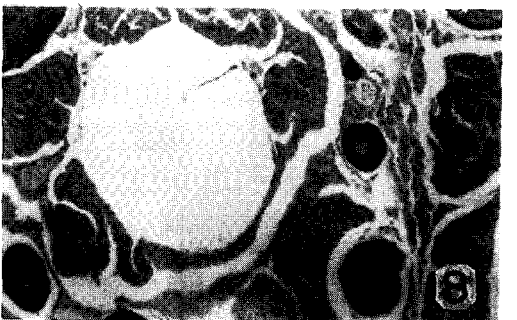
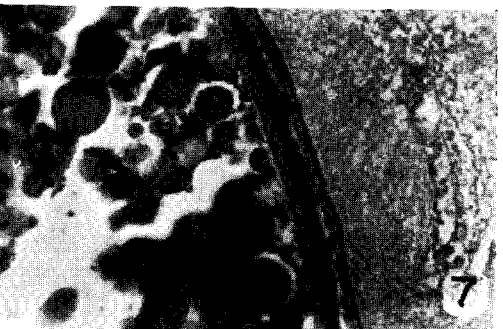
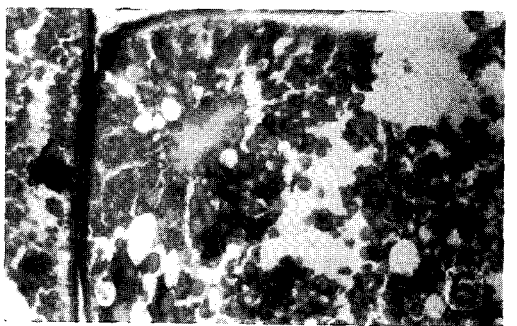
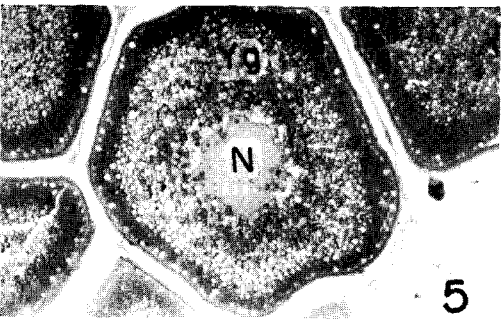
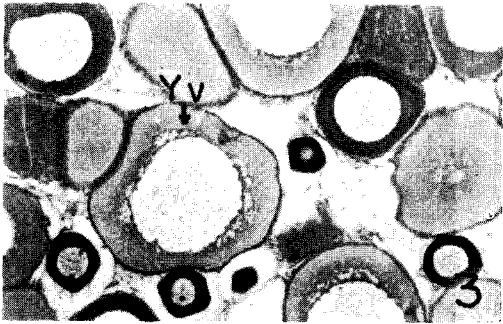
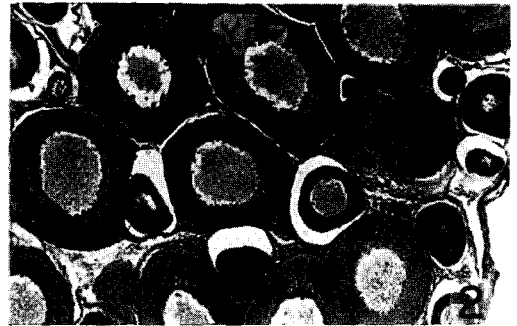


Plate II

