

## 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker)의 성분화

이영돈 · 강법세\* · 이정재\*

제주대학교 해양연구소 · \*제주대학교 대학원 수산생물학과

감성돔을 대상으로 부화직후에서 양성생식소단계에 이르기까지 성분화과정을 규명하기 위해 시원생식세포의 출현과 원시생식소의 형성 그리고 자웅 성분화과정을 조직학적으로 조사하였다.

1. 시원생식세포 (primordial germ cell)는 부화후 3일 전장 2.4 mm된 전기 자어의 장관과 척색사이 체벽중배엽상피 위에서 크기 6.8~7.2  $\mu\text{m}$ 인 3~4개의 세포가 섬유성 간충직에 묻혀 식별되었다.

2. 부화후 21일 전장 6.4 mm 개체에서, 색소세포가 다소 집착된 복막체강상피에 생식원세포(proto-gonial cell)가 위치한다.

3. 부화후 59일 전장 20.8 mm 개체에서, 섬유성 간충직으로 선상의 원시생식소를 따라 생식원세포들은 후복막쪽으로 이동한다.

4. 부화후 186일 전장 7.8 cm 개체에서, 섬유질이 풍부하고 호산성 파립세포가 다수 분포하는 선상의 원시생식소에 유사분열중인 생식원세포들이 나타나고 있다.

5. 부화후 254일 전장 9.5 cm 개체에서, 섬유질이 풍부한 생식소내에 정모세포, 정세포 무리들이 나타나고 있다.

6. 부화후 13개월 전장 10.5 cm 개체에서, 생식소는 피층과 수층으로 구분된다. 피층에는 소수의 정모세포 무리들과 원생식세포 무리들이 나타나고, 수층에는 섬유질이 풍부한 간충직 조직과 소수의 원생식세포들이 드문드문 분포하고 있다.

7. 부화후 16개월 전장 14.7 cm 개체에서, 생식소는 섬유성 결합조직에 의해 정소부위와 난소부위로 구분되며, 정소부위에는 포낭내에 정원세포들이 분포하고, 난소부위에는 난소강과 주변인기 난모세포들로 구성된다.

### 서 론

감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker)은 도미과 (Sparidae)에 속하는 고급어류의 일종으로서 우리 나라와 일본 남부 그리고 동중국해에 분포하며, 주로 해조류가 밀생하는 연안에 서식하고 있다. 감성돔은 육질 맛이 우수하여 기호식품으로 선호되고 있을뿐만 아니라 연안 낚시 자원으로서, 이들의 자원증식 및 양식의 필요성이 더욱 절실해지고 있다. 그러나 감성돔은 양식 대상어종으로서 가장중요시 되는 성장 속도가 넙치나 참돔에 비해 떨어져 산업종으로서의 경쟁력이 약화되고 있다. 따라서 대량생산과 산업적 경쟁력을 강화하기 위한 연구의 일환으로 종묘생산에 관한 연구(李와 盧, 1987; 靑海 등, 1981)와 더불어 이들의 생식소의 성체체에 관한 번식 생물학적인 연구가 이루어지고

본 연구는 1993년 교육부 지역개발연구과제 연구비의 지원에 의한 것임.

있다 (Kinoshita, 1936; Okada, 1965; 隆島 · 會田, 1984).

감성돔의 생식소 성체제는 양태과 (Platycephalidae)에 속하는 어류 (藤井, 1970; Fujii, 1971)와 흰동가리속 (Amphiprion)어류 (Moyer and Nakazono, 1978) 등에서 볼 수 있는 자웅동체형 응성선숙어로 보고되고 있다. 그러나, 이들 응성 선숙어의 초기 발생에 따른 성분화에 관한 연구는 매우 미미한 실정이다.

이 연구에서는 감성돔을 대상으로 하여 부화 단계에서 양성 생식소를 갖는 단계에 이르기까지 시원생식세포의 출현과 원시생식소의 형성 그리고 자웅성분화 과정을 조직학적으로 조사하였다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 감성돔의 부화 자어 및 치어는 제주대학교 해양연구소 사육수조에서 사육중인 감성돔 치어에서 얻은 수정란을 부화시킨 후 사육하면서 재료로 사용하였다. 자치어 양성시 사육 수온은 17.5 °C - 26.7 °C 범위였다. 먹이생물 및 초기사료는 성장 단계별로 Rotifer, *Artemia*, 초기배합사료를 공급하였으며 사육수는 자연해수를 여과하여 사용하였다. 실험에 제공된 재료는 사육 중인 자치어를 1~3일 간격으로 무작위 채집하였다. 채집된 자치어는 10% 중성 formalin에 고정후 각 부위를 계속하였고, 조직 관찰용 재료는 bouin 용액에 고정하였다. 생식소는 생식소만을 절취하기 어려우므로 어체 전체를 고정 포매하였다. 자치어의 내부기관 조직의 형태나 생식세포의 정확한 위치를 관찰하기 위하여 주로 횡단면으로 연속 절편을 만들었고, 발달된 생식소의 경우는 종횡단면으로 4.0~6.0  $\mu\text{m}$  두께의 부분 절편을 제작하였다. 염색은 Delafield haematoxylin과 eosin 이중 염색을 하였다.

## 결 과

**생식세포의 기원과 원시생식소 형성** : 시원생식세포(primordial germ cell)의 발생과 시원생식소를 구성하는 조직의 초기분화는 부화 자어에서 부터 부화후 180일을 전후한 전장 7.8 cm 치어에서 일어나고 있다. 부화후 3일된 전장 2.4 mm인 전기자어는 기관들의 분화가 완전하지 못하고 난황낭을 그대로 가지고 있다 (Fig. 1-1, 2). 그러나 이 시기에 장관과 척색 사이의 체강 위쪽의 체벽중배엽상피세포 사이에서 크기가 6.8~7.2  $\mu\text{m}$ 내외의 시원생식세포로 인정되는 수개의 세포군이 섬유성 간충직에 싸여 존재한다. 이들 세포는 난형의 형태를 갖추고 있으나, 핵질과 세포질이 극히 빈약해서 뚜렷이 구분되지 않는다.

부화후 21일 전장 6.4 mm 전후인 개체는 기관조직의 발달을 볼 수 있다 (Fig. 1-3, 4). 소화관은 단순한 직선관에서 회전하여 위와 장으로 분화 발달하고, 신장세관의 분화와 방광의 형태도 뚜렷하게 관찰된다. 이때 체벽 중배엽상피의 섬유성간충직에 묻혀 식별되던 몇 개의 시원생식세포들은 색소세포가 다수 침착된 복막체강상피에 묻혀 수개의 세포집단으로 독립되어 미분화된 생식원세포(proto-gonial cell)로 나타난다. 이들 생식원세포들은 크기가 7.2 mm 전후이고 핵질과 세포질의 구분이 미약하고 특히 주변에 색소세포가 다량 침적되어 형태구분이 어렵다.

부화후 59일 전장 20.8 mm 개체에서, 체강상피에서 결체섬유로 구성된 가느다란 막상의 생식상피가 분화된다. (Fig. 1-5, 6). 이들 생식상피층은 생식소가 위치한 부위인 후복막의 방광까지 연장

되어 가며, 성장과 함께 생식상피를 따라 생식원세포들은 후복막으로 이동하며 분열 증식한다.

부화후 186일 전장 7.8 cm 개체에서, 선상의 원시생식소가 섬유성결합조직에 의해 구분되는 두층

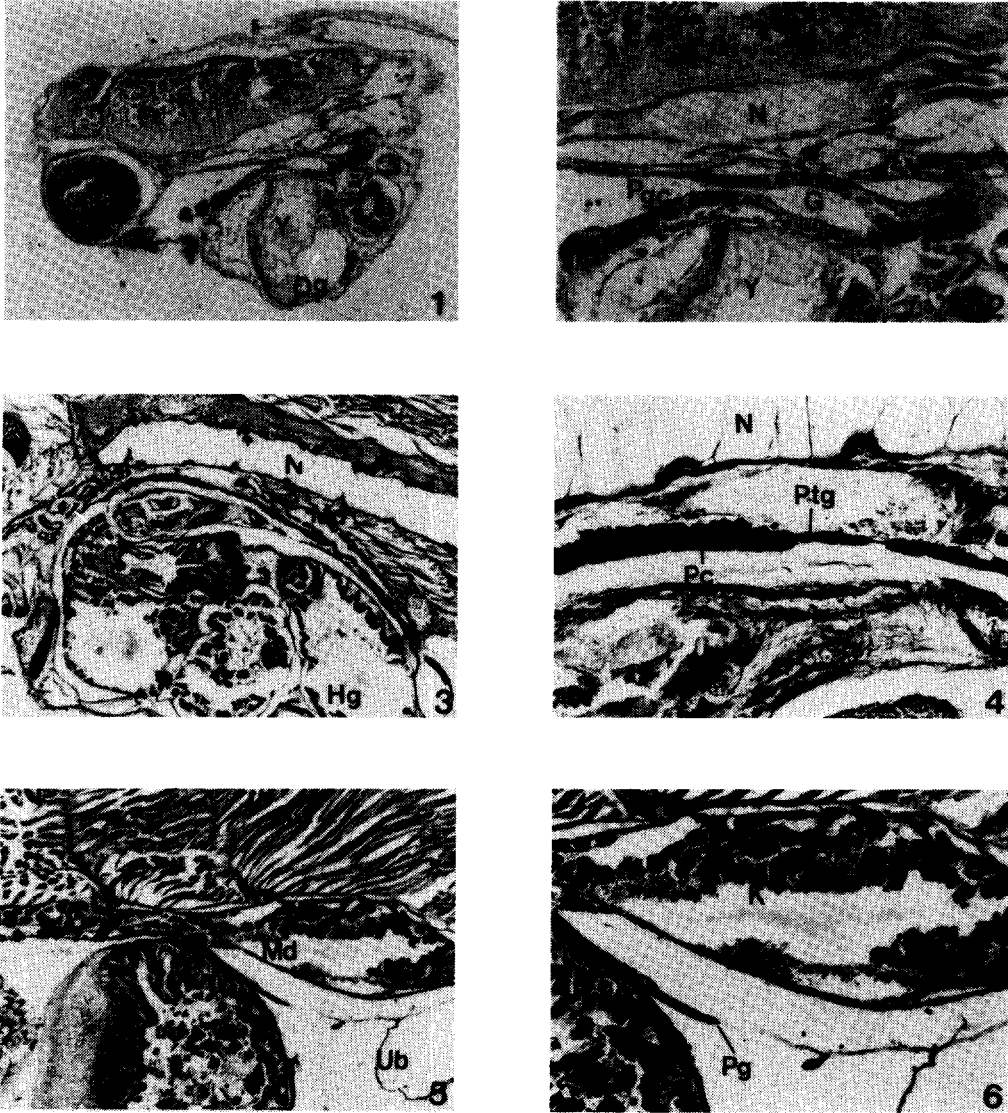


Fig. 1. 1-6. Sagittal section of sexually indifferent gonad of the black sea bream.

Appearance of primordial germ cell and it's migrated into the retro-peritoneum 1.2. 3 days after hatching (T.L. 2.4 mm) 3.4. 21 days after hatching (T.L. 6.4 mm) 5.6. 59 days after hatching (T.L. 20.8 mm)

G : Gut, N : Notochord, K : Kidney, Hg : Hind gut, Md : Mesonephric duct, Og : oil globule, Pc : Pigment cell, Pg : Primitive gonad, Pgc : Primordial germ cell, Ptg : Proto-gonial cell Ub : Urinary bladder, Y : Yolk

의 생식상피층을 형성하고 있다 (Fig. II-1). 생식상피내에는 섬유질이 풍부한 간층 조직과 eosin에 짙게 염색되는 호산성 과립들이 무리를 지어 분포하고 있다. 그리고 생식원세포들은 생식상피를

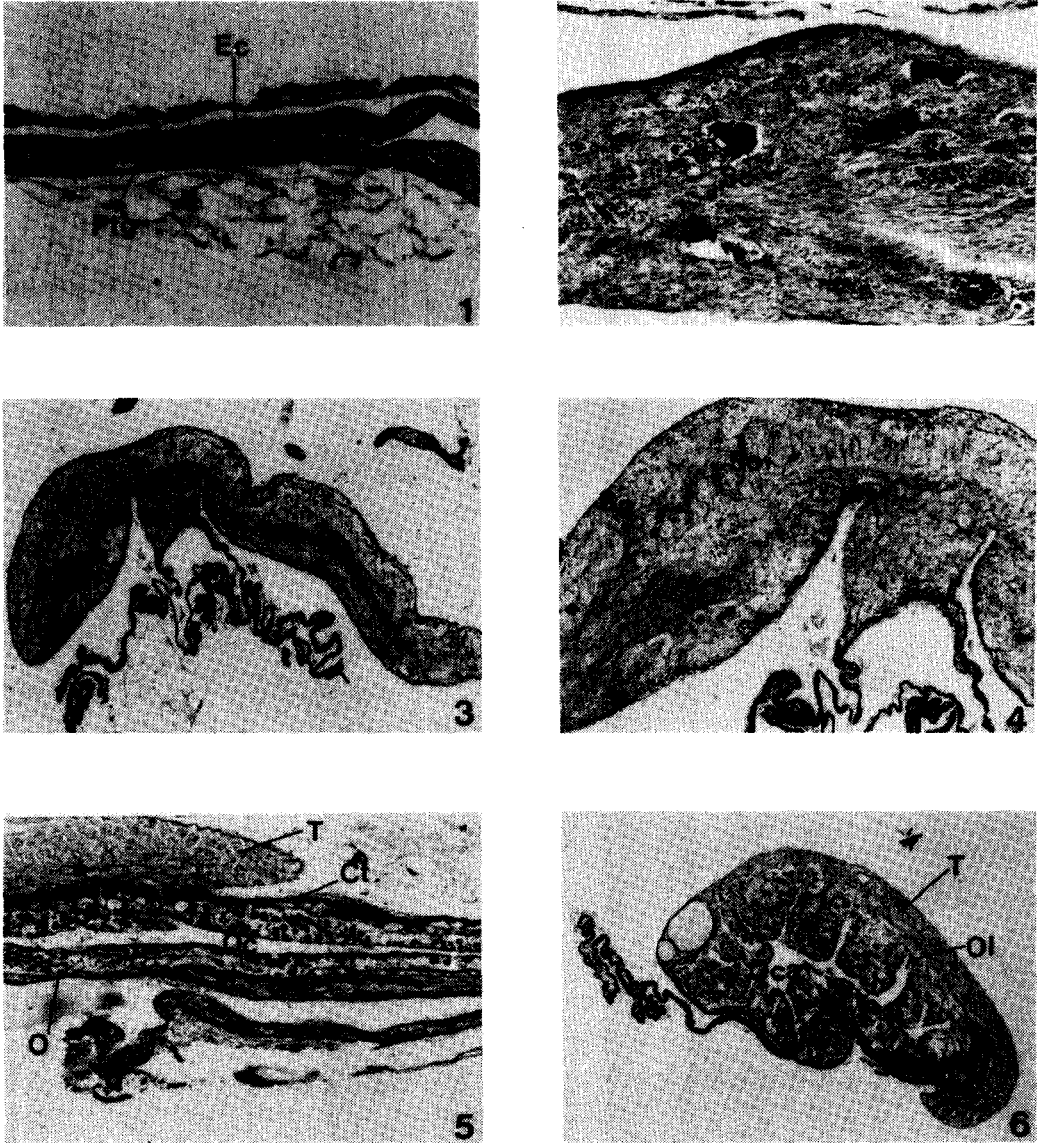


Fig. II. 1-6. Sagittal and cross section of gonad of the black sea bream.

1, 186 days after hatching (T.L. 7.8 mm) 2, 254 days after hatching (T.L. 9.5 mm) 3, 4, 13 months after hatching (T.L. 10.5 mm) 5, 6, 16 months after hatching (T.L. 14.7 mm)  
 Ct : Connective tissue Ec : Eosinophilic cell O : Ovarian part Oc : Oocyte Oca : Ovarian cavity Ol : Ovarian lamellae Sc : Spermatocyt Sg : Spermatogonia St : Spermatid T : Testicular

따라 분열 증식하며 수적인 증가를 나타내고 있다. 색소세포들도 생식 상피에 드문드문 분포하고 있다.

**정소 분화** : 부화후 250일 전후한 전장 9.5 cm 개체에서, 선상의 원시생식소를 이루는 생식상피가 비후 발달하면서 생식소내에 섬유질이 풍부한 간층직 체세포와 생식원세포 그리고 정모세포군과 정세포군들이 나타나고 있다 (Fig. II-2).

**양성생식소** : 부화후 13개월 전장 10.5 cm 개체에서 생식소는 섬유성 결합조직에 의해 수층과 피층으로 구분되며 난소강을 형성하기 위한 습곡을 형성하고 있다 (Fig. II-3, 4). 피층 부위에는 다수의 생식원세포와 포낭내 소수의 정모세포들이 분포하고 있다. 수층에는 섬유질이 풍부한 간층직조직과 소수의 생식원세포들이 드문드문 분포하고 있으며, 난소강을 형성하기 위하여 수층상피 기저부위 함입현상을 보여주고 있다. 부화후 16개월 전장 14.7 cm 개체에서, 섬유성 결합조직에 의해 정소부분과 난소 부분으로 뚜렷이 나누어진다 (Fig. II-5, 6). 정소 부위에서는 포낭내 다수의 정원세포들이 나타나고 난소 부분에서는 난경 15 mm 전후의 주변인기 난모세포들이 난소 소낭 내에 나타나고 있다.

## 고 찰

어류의 생식소 성은 자웅이체형과 자웅동체형으로 대별되고, 자웅이체형은 초기 분화형태에 따라 분화형과 미분화형으로 나누어진다. 자웅동체형에 있어서도 성체체에 따라 동시자웅선속형, 자성선속형, 웅성선속형으로 나누고 있다 (Atz, 1964; Yamamoto, 1969).

감성돔은 자웅동체형의 웅성선속어에 속하며 (Kinoshita, 1936; Okada, 1965; 隆島會田, 1984), 이와 같은 웅성선속어는 도미과류 (Sparidae), 양태과류 (Platycephalidae), 흰동가리속 (Amphiprion)에서 보고되고 있다 (Fujii, 1971; Moyer and Nakazono, 1978).

감성돔의 초기 성분화 과정은 넙치, *Paralichthys olivaceus* (李와 李, 1990) 미꾸라지, *Misgurnus mizolepis* (Kim et al., 1990) 등에서와 유사하게 나타나고 있다. 부화후 3일된 개체에서 장관과 척색 사이의 체벽 중배엽 상피에서 시원생식세포 (primordial germ cell)로 간주되는 크기 6.8~7.2  $\mu\text{m}$ 인 3~4개의 세포가 섬유성 간층직에 묻혀 식별되고 이후 체강상피에서 분화되어 형성된 생식상피층을 따라 미분화된 생식원세포 (proto-gonial cell)가 나타나고 있다. 그러나, 넙치와 미꾸라지 등에서는 거의 볼 수 없는 생식상피상에 다수의 색소세포가 침착되어 있어 생식원세포의 형태적 구별이 어려웠다. 또한 선상의 원시생식소에서 생식원세포의 초기 분열증식상이 넙치인 경우 부화후 43~46일, 미꾸라지는 부화후 6~8일에 나타나고 있으나, 감성돔인 경우는 부화후 6개월이 지나서야 나타나고 있다. 그러나 참돔 *Pagrus major* (金, 1989)인 경우는 부화후 7개월부터 생식원 세포의 분열상이 나타나고 있다. 이러한 생식소의 성분화속도는 어종에 따라 각기 많은 차이가 있으며 동일 어종의 경우일지라도 사육수온, 개체간 성장차 등에 따라 차이가 심한 것으로 알려지고 있다.

웅성선속어류중 양태과의 성분화 과정을 보면 양성능을 갖는 ovotestis에서 먼저 성숙한 수컷으로 기능을 한 후 정소 부분이 퇴행 소멸된다. 이후 암컷으로 성숙하는 A type과 먼저 정소로 기능을 한 다음 양성 생식소 (ovotestis) 단계를 거쳐 암컷으로 성숙하는 B type으로 나타나고 있다 (Fujii, 1971). 감성돔의 성분화 형태는 유기 (부화후 6개월까지)에 성적 미분화기를 지나 수컷으로 성숙한 다음 암수 양성의 생식소를 가지는 ovotestis 단계를 나타내고 있어, 점양태, *Inegocia japonica*와

유사한 B type 속하는 것으로 사료된다.

감성돔의 양성생식소는 섬유성 결합조직에 의해 먼저 피층과 수층으로 구분되고 난 후 수층 지지부의 함입과 돌출로서 난소강과 난소박판을 형성하여 난소 부분과 정소 부분이 뚜렷이 구분된다. 이와 유사한 난소강과 난소 박판의 형성과정은 양대류의 *Kumococcius detrusus* (Fujii, 1971)에서 볼 수 있다. 반면에 응성선속형에 속하는 흰동가리류, *Amphiprion* (Moyer and Nagazono, 1978)는 자성선속형에 속하는 놀래기류와 능성어류와 유사하게 정소와 난소의 뚜렷한 구분없이 혼재되어 나타나고 있다.

부화후 186일된 전장 7.8 cm 개체의 생식소에 eosin에 질게 염색되는 호산성 과립세포들과 함께 다수의 생식원세포가 나타나고 있는데, Tang *et al.* (1974)은 생식소 간질에 나타나는 호산성 과립세포들은 성분화에 따른 내분비활성을 수반하고 있다고 보고하고 있다. 그리고, 놀래기류의 성전환 과정에서 생식소 기질에 다수의 호산성 과립세포가 나타나고 있다 (이 등, 1993). 앞으로 성분화 과정과 성전환 과정에서 생식소 기질에 출현하는 호산성 과립세포의 내분비기능에 대하여는 더 조사할 필요가 있다고 본다.

## 인용문헌

- 青海忠久 · 五島愼一 · 荒木則男 · 小川敏行. 1981. クロダイ種苗量産試験. 長崎水試事報. 172-178.
- Atz, F. W. 1964. Intersexuality in Fishes. In: Armstrong C. N. & A. J. Marshall(eds.) Intersexuality in Vertebrates. Inculding Man. pp. 145-232. Academic Press. London.
- 藤井武人. 1970. コチ科魚類における雌雄同體性と性轉換現象-I. アネサゴチの性轉換. 魚類學雜誌. 17 : 14-21.
- Fujii, T. 1971. Hermaphroditism and sex reversal in fishes of the Platycephalidae. II. *Kumococcius detrusus* and *Inegocia japonica*. Japan. J. Ichthyol. 18 : 109-117.
- Kim, D. S., K. Y. Lee and T. Y. Lee. 1990. Gonadal sex Differentiation in *Misgurnus mizolepis*. Korean J. Ichthyol. 2(1). 95-105.
- 金炯培. 1989. 참돔, *Pagrus major*의 性分化和 生殖巢發達. 釜山水産大學 大學院博士學位論文 59 pp.
- Kinoshita, Y. 1936. On the conversion of sex in *Sparus longispinis*. J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B4 : 69-79.
- 이영돈 · 고환봉 · 김형배 · 박인석 · 이정재, 1993. 자성선속어 (protogynous fish)의 성전환. 濟州大 海洋研報. 17 : 115-127.
- 李榮敦 · 李澤烈. 1990. 넙치, *Paralichthys olivaceus*의 性分化和 生殖巢發達. 濟州大 海洋研報. 14 : 61-86.
- 李定宰 · 盧暹. 1987. 감성돔, *Mylio macrocephalus* (Basilewsky)의 種苗生産에 關한 研究. 濟州大 海資研報. 11 : 1-20.
- Moyer, J. T. & A. Nakazono. 1978. Protandrous hermaphroditism in six species of the anemonefish genus *Amphiprion* in Japan. Japan. J. Ichthyol. 25 : 101-106.
- Okada, Y. K. 1965. Bisexuality in sparid fish. II. Sex segregation in *Mylio macrocephalus*. Proc. Japan. Acad. 41 : 300-304.
- 隆島史夫 · 會田藤美. 1984. 魚類の性分化和ホルモン. 日本比較內分泌學會編. pp. 77-93. 學會出版センター. 東京.
- Tang, F., S. T. H. Chan and B. Loft. 1974. Effect of steroid hormones on the process of natural sex reversal in the ricefield eel, *Monobterus albus* (Zview). Gen. Comp. Endocrinol. 24 :

227 - 241.

Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. In: Hoar, W. S. and D. J. Randall (eds). Fish physiology, pp. 117 - 175. Academic Press. New York.

## **Sex Differentiation of the Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker)**

Young-Don Lee, Beob-Se Kang\* and Jung-Jae Lee\*

Marine Research Institute Cheju National University Cheju 695-810, Korea

\*Department of Marine Biology, Graduate Schools, Cheju National  
University, Cheju 690-756, Korea

This work was conducted to study sex differentiation in the black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker), using a histological method for the appearance of primordial germ cell, formation of primitive gonads, differentiation of female and male from newly hatched larva to the ovotestis stage of fish. The 3~4 primordial germ cells of 6.8~7.2  $\mu\text{m}$  in size, which were buried under fibrous mesenchymal tissue between gut duct and notochord of pre-larva with a total length (T.L.) of 2.4 mm at 3 days after hatching. The proto-gonial cells were located in the epithelium of the coelom attached with pigment cells of juvenile with 6.4 mm in T.L. at 21 days after hatching. In juvenile of 20.8 mm in T.L. at 59 days after hatching, the proto-gonial cells were migrated to the retro-peritoneum through the lineshaped primitive gonad composed of fibrous mesenchymal tissue. In juvenile of 7.8 cm in T.L. at 186 days after hatching, the mitotic division of proto-gonial cell appeared in the lineshaped primitive gonad having many eosinophilic granule cells and abundant fibrous connective tissue. In juvenile of 9.5 cm in T.L. at 254 days after hatching, the gonad was occupied by abundant fibrous connective tissue, bundles of spermatocyte and spermatid. In juvenile of 10.5 cm in T.L. at 13 months after hatching, the gonad was divided into cortical layer and medullary layer. The former was composed of bundles of a few spermatocytes and proto-gonial cells, the latter was filled with the fibrous mesenchymal tissue and a few proto-gonial cells. In juvenile of 14.7 cm in T.L. at 16 months after hatching, the gonad was separated into ovarian part and testicular part by the fibrous connective tissue. The ovarian part is consisted of ovarian cavity and oocytes of perinucleolus stage. The testicular part was occupied by spermatogonia in the cyst.