

태생 경골어류, 망상어(*Ditrema temmincki*)의 초기생식소 형성 및 성분화

李正植 · *李榮敦

釜山水産大學校 海洋生物學科 · *濟州大學校 海洋研究所

Early Gonadogenesis and Sex Differentiation in the Viviparous Teleost, *Ditrema temmincki*

Jung Sick LEE and *Young Don LEE

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

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

The appearance of the primordial germ cells (PGC's), early gonadogenesis, sex differentiation and sex ratio of the embryo in the viviparous teleost, *Ditrema temmincki* were investigated by using photomicroscopy.

The PGC's were first observed in the fibrous mesenchymal tissue located between the early alimentary tract and the dorsal body wall in the late embryonic development stage. During the period from the hatching to the individual total length (TL) of 4.0 mm the PGC's were evenly distributed in the fibrous mesenchymal tissue between alimentary tract and body wall. But the period of TL 5.0 mm mesenchymal tissue separated from the dorsal body wall, the PGC's moved to the posterior mesenchymal tissue and formed the primitive gonad. During the early gonadogenesis, differentiation of the testis and ovary were distinguished from the arrangement of the germ cells and somatic cells. Gonad of embryo in TL 10.0 mm can be separated into the ovary and testis by external morphology. The testis had a separated form which was consisted with two lobes, and the ovary had a fused form in half-posterior part.

In the testicular differentiation of the embryo, histological pattern of the seminiferous tubule appeared when TL of the embryo was to be 25.0 mm, for the seminal vesicle was formed in the individual TL of 30.0 mm. The testis of the embryo with TL of 45.0 mm was similar to that of the adult fish in the external and internal structures. In the ovarian differentiation, formation of the ovigerous folds and the ovarian cavity were clearly observed when the TL reached to 30.0 mm. The ovary from the individual with TL of 60.0 mm was differentiated into a similar ovary as seen in the adult fish in the external and internal structure. Right before parturition the total length of the individual was approximately 63.0 mm of which the individual embryo has an ovary containing the oocytes in the chromatin nucleolus stage, or a testis containing the spermatogonia, respectively. And the embryonic sex ratio of female to male was 1.65 : 1.

Ditrema temmincki is dioecism and the pattern of sex differentiation is belonged to a differentiation type.

Key words : viviparous teleost, *Ditrema temmincki*, sex differentiation, dioecism, differentiation type

서 론

성의 표현양상은 기본적으로는 유전자의 지배를 받지만 개체발생 초기에는 여러가지 요인에 의해 암수

어느 방향으로든 분화할 수 있는 양성적 능력 (bisexual potency)을 가진다. 어류의 성은 대부분 자웅이체이지만 일부에서는 자웅동체현상을 보이는 것도 나타난다. 어류의 성분화양상은 자웅동체형과 자웅이체

형으로 대별되고, 자용동체형은 자성선숙형, 응성선숙형, 동시성 자용동체형으로 나누어지며, 자용이체형은 미분화형과 분화형으로 구분된다 (Yamamoto, 1969).

이처럼 어류의 성표현은 다양한 양상을 가지고 있어서 관심의 대상이 되어 송사리, *Oryzias latipes* (Matsui, 1949; Satoh, 1974; Hamaguchi, 1982a, 1982b)와 무지개송어, *Salmo gairdneri* (Takashima et al., 1980), 잉어, *Cyprinus carpio* (Ryazantseva and Sakun, 1981), 그리고 다목장어, *Lampetra reissneri* (Fukayama and Takahasi, 1983) 등 여러종에 관한 연구가 보고되고 있으며, 국내에서도 참돔, *Pagrus major* (Kim, 1989), 넙치, *Paralichthys olivaceus* (Lee and Lee, 1990) 그리고 미꾸라지, *Misgurnus mizolepis* (Kim et al., 1990, 1994)의 성분화와 관련한 연구가 보고되고 있다.

그러나 대부분의 연구는 난생어류에 국한되어 있고, 태생 경골어류의 성분화에 관한 연구는 guppy, *Lebistes reticulatus*의 초기 자용동체에 관한 연구 (Dildine, 1936), swordtail fish, *Xiphophorus hellerii*의 성비조성에 관한 보고 (Vallowe, 1957)와 guppy, *Poecilia reticulata*의 이차성징에 의한 외부형태적 성의 구별에 관한 보고 (Arisaka and Hamai, 1975)를 제외하고는 찾아보기 어려운 실정이다.

망상어, *Ditrema temmincki*는 태생 경골어류로서 임신기간은 약 6개월 정도이며, 생식소의 구조 및 기능은 난생 또는 난태생 경골어류와는 뚜렷한 차이를 보인다 (Lee and Lee, 1989).

본 연구의 목적은 망상어의 생식소형성 및 성분화 과정을 조사함으로써 태생 경골어류의 성분화 관련사항을 난생 경골어류와 비교 고찰하고, 태생어류로서의 기능을 수행하기 위한 체내자어의 난소구조의 분화 발달을 구명하고자 함이다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 재료는 1992년 11월부터 1993년 7월까지 부산 수영만 인근해역에서 정치망에 의해서 채집된 개체이다. 채집된 재료는 실험실로 옮긴후, 모체의 난소강으로부터 추출한 체내자어를 해부현미경과 측정자를 이용하여 전장 0.1 mm 까지 측정하였다. 측정이 끝난 전장 20.0 mm 이하의 체내자어는 생식

소만을 절취하기 곤란하여 어체 전체를 고정 포매하였다. 전장 20.0~40.0 mm 개체는 고정후 생식소를 포함하고 있는 복부를 중심으로 나머지 부위를 제거한 후 포매하였으며, 전장 40.0 mm 이상의 개체는 Bouin's solution에 일정시간 고정후 생식소를 절취하여 파라핀 절편법에 의해 4~6 μ m 두께로 연속절편하여 조직표본을 만들었다. 절편방향은 초기생식소의 형성위치와 양상을 정확히 파악하기 위해 같은 크기의 개체를 각각 cross section, frontal section, 그리고 sagittal section을 실시하였다. 염색은 Mayer's hematoxylin과 0.5% eosin (H-E)의 비교염색과 Mallory 삼중염색을 실시하였다.

결 과

1. 시원생식세포의 출현

시원생식세포 (primordial germ cell: PGC)는 모체의 난소강내에서 부화전 난막에 싸인 발생 후기단계의 胚에서 처음 관찰 되었다. 이들 시원생식세포는 발생중인 胚의 초기소화관과 체강 위쪽 체벽사이의 섬유성 간층적 사이에 위치한다 (Fig. 1, A).

시원생식세포는 직경 약 15 μ m 크기의 난형이며, 직경 8 μ m 정도의 커다란 핵과 뚜렷한 인을 가지며, H-E 염색에서 세포질은 강한 호산성의 염색성을 나타내 주변의 체세포와는 차이를 보인다 (Fig. 1, B).

2. 초기생식소 형성

부화전에는 초기소화관과 체벽사이의 섬유성 간층적 전방에서 관찰되던 시원생식세포는 전장 약 3.0 mm의 체내자어에서는 어체가 신장되므로서 등쪽 체벽에 부착되어 있는 섬유성 간층적의 후방에서 관찰된다 (Fig. 1, C).

전장 3.0 mm 이후 시원생식세포들은 분열증식으로 수적인 증가를 보이며 (Fig. 1, D), 전장 4.0 mm의 체내자어에서 시원생식세포들은 간층적에 고르게 분포하는데, 이때 간층적은 여전히 등쪽 체벽에 부착되어 있는 상태이다 (Fig. 1, E).

체내자어의 전장이 4.0 mm 이상되면 시원생식세포는 간층적을 따라 후방으로 이동하며, 소화관과 체벽사이의 섬유성 간층적은 등쪽 체벽으로부터 분리되

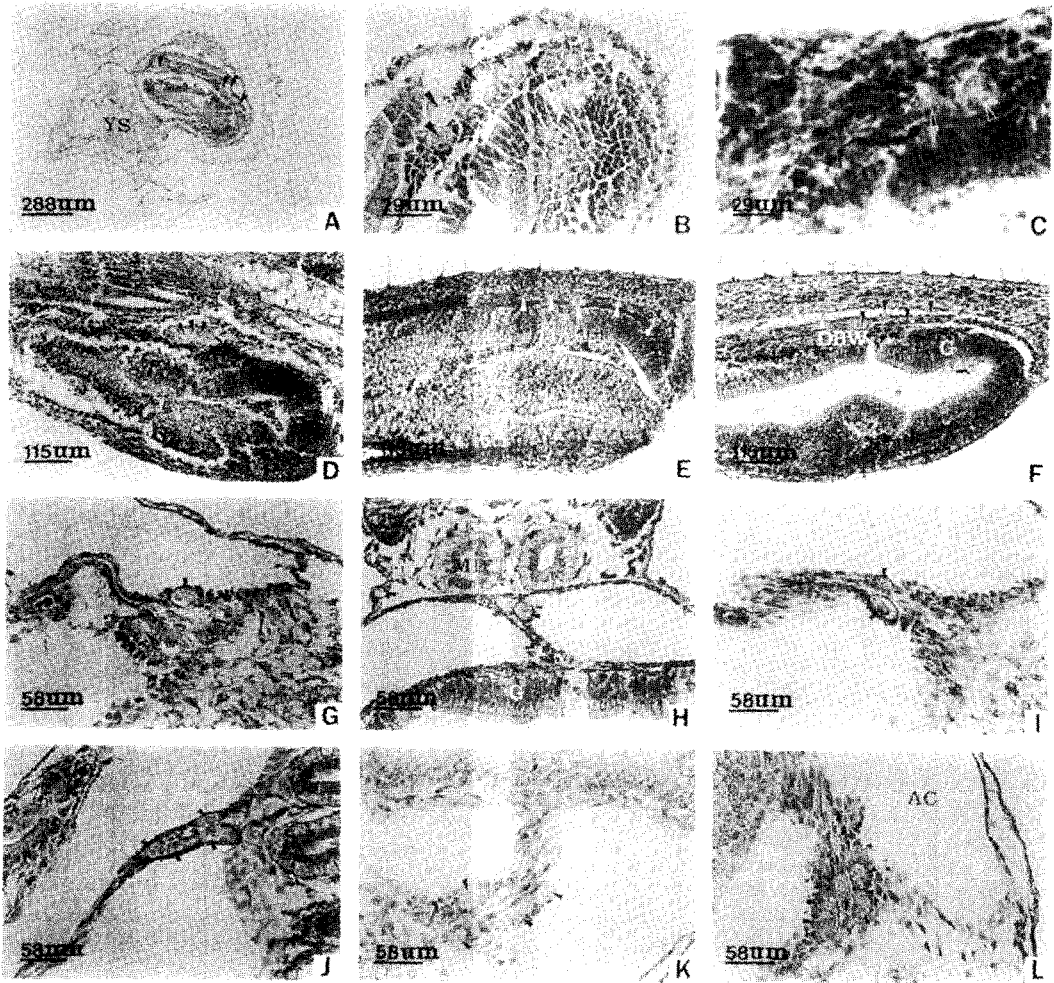


Fig. 1. Photomicrographs of the primordial germ cells (PGC's) and primitive gonad of the embryos in sexually indifferentiated stage of *Ditrema temmincki*. A, PGC's in embryo of late developing stage. $\times 40$; B, high power view of Fig. 1, A. $\times 400$; C, sagittal section of the body in TL 3.0 mm. $\times 400$; D, sagittal section of the body in TL 3.5 mm. $\times 100$; E, sagittal section of the body in TL 4.0 mm. mesenchymal tissue, which contains PGC's fused with dorsal body wall and gut. $\times 100$; F, sagittal section in TL 4.0 mm. mesenchymal tissue contains PGC's which separated to dorsal body wall and gut. $\times 100$; G, frontal section of the primitive gonad in TL 5.0 mm. $\times 200$; H, cross section of the primitive gonad in TL 5.0 mm. $\times 200$; I, primitive gonad in TL 5.0 mm. $\times 200$; J, primitive gonad composed of PGC's in medulla and somatic cells in cortex in TL 5.0 mm. $\times 200$; K, primitive gonad differentiating to the testis in TL 6.0 mm. $\times 200$; L, primitive gonad considered differentiating to ovary in TL 6.0 mm. $\times 200$. Arrowheads indicate the PGC; AC, abdominal cavity; DBW, dorsal body wall; G, gut; MD, mesonephric duct; YS, yolk sac.

고, 간층직내에는 편평상피 형태의 체세포가 나타난다 (Fig. 1, F).

전장 5.0 mm의 체내자어에서 시원생식세포를 포함하고 있는 간층직내에는 체세포의 수가 증가하면서

2열로 배열되고, 시원생식세포들은 체강 후방부의 간층직에 밀집되면서 돌기형태의 원시생식소를 형성하게 된다 (Fig. 1, G, H).

이때 돌기형태의 원시생식소를 형성하는 시원생식

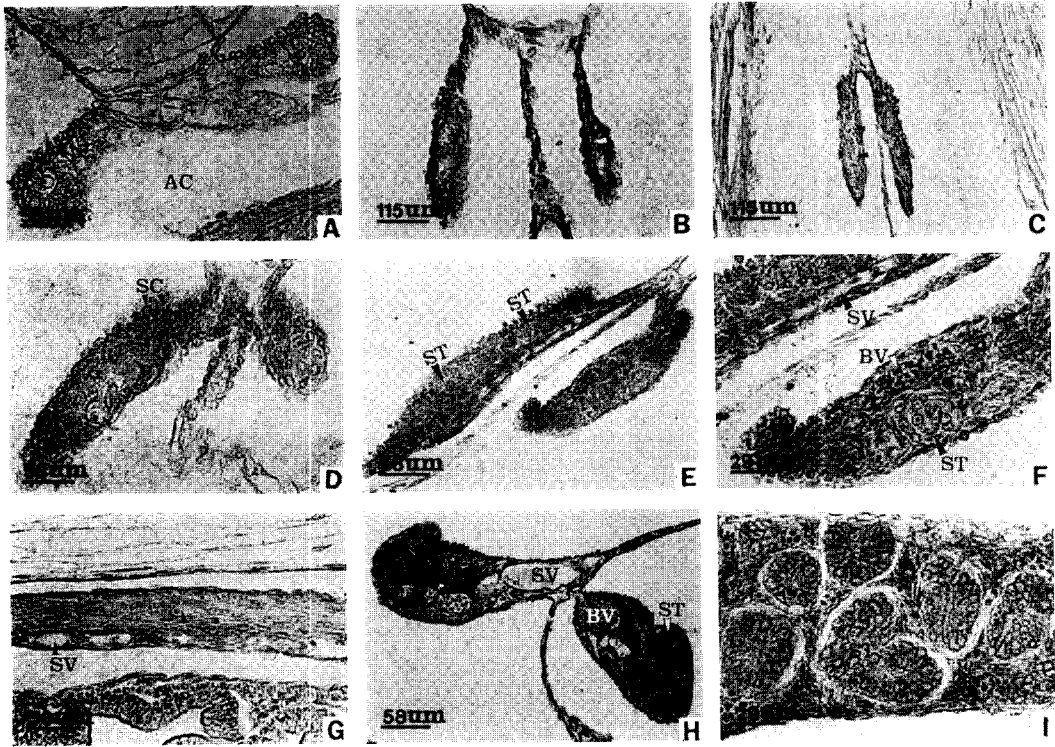


Fig. 2. Photomicrographs of the testis in sexually differentiated stage of *Ditrema temmincki*. A, early testis in TL 10.0 mm. $\times 200$; B, frontal section of the early testis in TL 13.0 mm. $\times 100$; C, frontal section of the early testis in TL 18.0 mm. $\times 100$; D, frontal section of the early testis in TL 25.0 mm. $\times 200$; E, testis in TL 30.0 mm. $\times 200$; F, high power view of Fig. 2, E. note the testis containing the seminiferous tubule, blood vessel, and seminal vesicle. $\times 400$; G, sagittal section of the testis in TL 40.0 mm. $\times 200$; H, cross section of testis in TL 48.0 mm. note the seminiferous tubule, seminal vesicle and blood vessel are more predominant than the previous stage. $\times 200$; I, longitudinal section of the testis in TL 63.0 mm. $\times 400$. Arrowheads indicate the spermatogonia; AC, abdominal cavity; BV, blood vessel; G, gut; MT, mesenchymal tissue; SC, somatic cell; ST, seminiferous tubule; SV, seminal vesicle.

세포들과 체세포의 배열은 두가지 양상으로 나타나는 데, 그 가운데 한가지는 체세포가 시원생식세포 덩어리의 주위와 시원생식세포들의 배열을 좌우로 나눌 수 있을 정도로 중앙에 1~2열로 배열되는 경우이고 (Fig. 1, I), 또 다른 한가지는 시원생식세포의 덩어리 중앙에서는 체세포의 배열을 볼 수 없고 단지 주변부만 체세포로 둘러 싸이는 경우이다 (Fig. 1, J).

자어가 전장 6.0 mm 정도되면 이러한 두가지 형태의 원시생식소 가운데 전자는 정소형태 (Fig. 1, K), 후자는 난소형태 (Fig. 1, L)로 간주되는 초기생식소를 형성한다. 이때 시원생식세포가 존재하지 않는 전방부 두 층의 편평상피층은 뚜렷히 좌우로 분리되면서 초기생식소를 체벽에 연결 지지하는 구조로 전환되고,

초기생식소 후방부의 간층조직은 편평상피와 함께 생식수관을 형성하게 된다.

3. 성분화

전장 8.0 mm 전후의 체내자어에서 초기생식소는 아직 형태학적으로 정소와 난소의 뚜렷한 구별이 불가능하다. 하지만 전장 10.0 mm 부터 체내자어의 초기생식소는 형태적인 면에서 차이를 보여 이엽으로 완전히 분리되는 것과 전단부는 분리되나 후반부의 절반정도가 융합되어 있는 두가지 형태로 나누어 전자는 정소, 후자는 난소로 명확하게 구별된다.

1) 정소의 분화

전장 10.0~12.0 mm의 개체에서 초기정소를 횡단해

보면, 정소는 완전히 분리된 채 한쌍을 이루고 있으며, 정원세포들은 한쪽으로 치우쳐 2~3개씩 무리지어 존재하며 나머지 부위는 수질부의 간층조직과 피질부의 체세포로 구성된다 (Fig. 2, A).

체내자어의 성장과 함께 정소는 차츰 비후 신장되며 정원세포의 수는 증가된다. 그리고 수질부는 간층조직이 소실되면서 체세포가 점유하게 된다 (Fig. 2, B).

전장 15.0 mm 전후의 개체에서 정원세포들은 수질부의 한쪽으로 치우쳐 모이고, 정원세포가 모여있는 그 주변부와 정원세포가 존재하지 않는 수질부의 나머지 부위는 편평형과 입방형 체세포가 더욱 밀집된다 (Fig. 2, C).

전장 25.0 mm 전후의 체내자어 정소를 종단으로 보면 정원세포 주위의 체세포들은 원형으로 배열되면서 곡정세관 형태를 취하게 된다 (Fig. 2, D).

전장 30.0 mm 전후의 체내자어 정소는 곡정세관을 가지는 부위와 그렇지 않은 부위로 명확하게 구별되면서 정소전체는 얇은 외막으로 싸이게 된다 (Fig. 2, E, F). 곡정세관이 존재하지 않는 부위는 주로 입방형과 편평상피 형태의 체세포로 구성되어 있으며 수정관과 혈관이 나타나게 된다.

그후 정소는 신장되면서 차츰 정소의 정형을 갖추게 되고, 전장 40.0 mm 이후 체내자어의 성장과 함께 정소는 더욱 비후 신장되면서 곡정세관의 배열이 점점 뚜렷해지며 그 수도 증가하고 수정관과 혈관이 확장된다 (Fig. 2, G). 그후 체내자어는 전장 50.0 mm를 전후해서는 외부형태와 내부구조적으로 완전한 정소 형태를 갖추게 된다 (Fig. 2, H).

체외로 출산시 전장 63.0 mm 크기의 자어 정소는 곡정세관 상피에 정원세포를 보유하고 (Fig. 2, I), 이 시기에 외부 교미기는 아직 분화되지 않은 상태이다.

2) 난소의 분화

성이 구분되기 시작하는 초기에 암컷의 생식거관은 초기생식소형태의 난소와 이에 연결된 선상구조의 원시생식수관으로 구성된다.

전장 10.0 mm 전후의 체내자어에서 초기난소의 형태는 전반부는 분리되어 있으나 후반부는 융합되어 나타나며 (Fig. 3, A), 원시생식수관 부위는 얇게 신장되어 있는 상태이다 (Fig. 3, K).

전장 18.0 mm 전후의 체내자어의 난소는 분리된 부

위가 차츰 줄어들는 대신 융합된 부위가 넓어지고, 체세포는 난원세포와 함께 난소 피질부를 점유하게 되며, 단층 편평상피로 구성된 생식수관 부위는 차츰 비후 된다 (Fig. 3, B).

전장 25.0 mm 전후의 체내자어의 난소는 전단부를 제외한 나머지 부분이 완전히 융합된 채 얇은 난소의 막으로 싸여있고, 수질부의 생식세포는 일렬로 배열되며 편평형의 체세포가 생식세포의 배열 사이와 피질부를 점유하게 되어 난소습곡의 형태가 미약하게 나타나기 시작한다 (Fig. 3, C).

체내자어가 전장 30.0 mm 이상 되면서 난소내부에는 난소습곡의 형성이 점점 명확해지고 난소습곡 사이에 난소강의 형성이 확인 된다 (Fig. 3, D). 이 시기에 생식수관 부위는 편평상피층이 전단계에 비해 다소 비후되었으나 여전히 가늘고 긴 형태로 난소와는 명확하게 구분되는데 (Fig. 3, L), 생식수관 말단의 생식공 형성부위는 다른 부위에 비하여 상당히 비후되어 있으며 근육층의 발달을 보인다.

전장 35.0~40.0 mm 체내자어의 난소는 후단부에서는 난소강이 좁게 나타나는 반면 (Fig. 3, E), 중앙부에서는 넓게 나타나며 상피층이 입방상피로 구성된 난소습곡이 복잡하게 분지를 형성하면서 난소습곡의 내강이 형성되기 시작한다 (Fig. 3, F).

전장 50.0 mm 체내자어의 난소를 횡단면으로 보면 중반부까지 난소격벽이 존재하며 (Fig. 3, G), 난소습곡의 내강은 차츰 확장되면서 간층조직으로 채워지고 혈관의 분포가 뚜렷해진다 (Fig. 3, H).

전장 60.0 mm 이상의 체내자어 난소는 전단부의 분리된 부분까지 완전한 구조를 갖춘 난소습곡이 형성되고, 생식수관 부위는 두껍게 비후되어 난소와의 뚜렷한 구별이 없어져 출산전에는 사실상 형태·구조적으로 완전한 난소를 가지게 된다 (Fig. 3, I).

체외로 출산시 전장 63.0 mm 크기의 자어 난소는 난소습곡 내부의 생식상피에 주로 장경 약 55 μ m, 단경 약 30 μ m의 염색인기단계의 난모세포를 보유한다 (Fig. 3, J).

4. 체내자어의 성비

출산전 각기 다른 모체의 난소강내에서 추출한 자어 143개체의 생식소를 조직학적으로 조사한 결과 동일 모체로 부터 추출한 체내자어의 성비는 각각 다

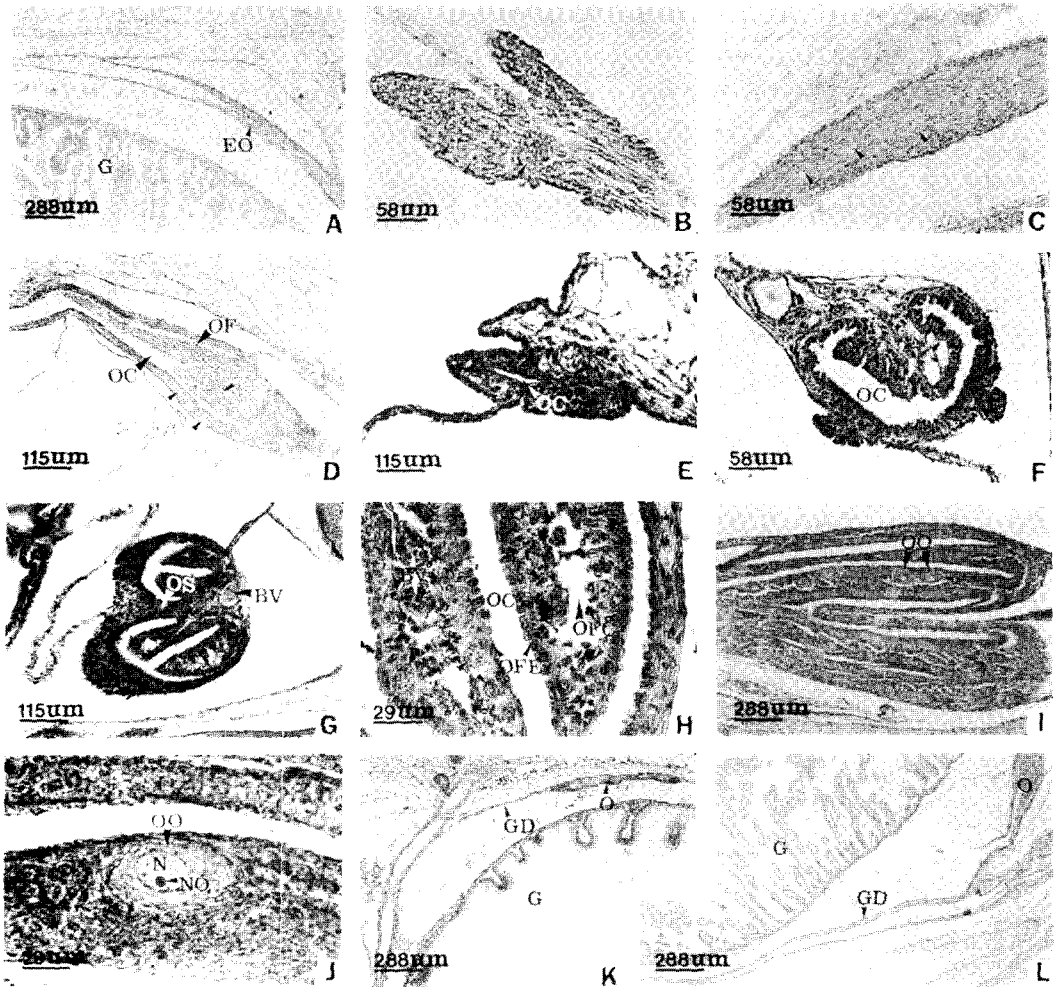


Fig. 3. Photomicrographs of the ovary in sexually differentiated stage of *Ditrema temmincki*. A, sagittal section of the early ovary in TL 10.0 mm. $\times 40$; B, sagittal section of the early ovary in TL 18.0 mm. $\times 200$; C, sagittal section of the early ovary in TL 25.0 mm. $\times 200$; D, sagittal section of the early ovary in TL 31.0 mm. note the ovarian cavity and ovigerous fold. $\times 100$; E, posterior area of the ovary in TL 36.0 mm. $\times 100$; F, mid area of ovary in TL 38.0 mm. $\times 200$; G, cross section for antero-mid part of the ovary in TL 50.0 mm. $\times 100$; H, ovigerous fold in TL 52.0 mm. $\times 400$; I, sagittal section of the ovary in TL 60.0 mm. $\times 40$; J, oocyte of chromatin nucleolus stage in the ovigerous fold in TL 63.0 mm. $\times 400$; K, area of posterior abdominal cavity in TL 12.0 mm. $\times 40$; L, area of posterior abdominal cavity in TL 31.0 mm. $\times 40$. Arrowheads indicate the oogonia; BV, blood vessel; EO, early ovary; G, gut; GD, genital duct; N, nucleus; NO, nucleolus; O, ovary; OC, ovarian cavity; OF, ovigerous fold; OFC, ovigerous fold cavity; OFE, ovigerous fold epithelium; OO, oocyte; OS, ovarian septum.

르게 나타났으며, 전체적으로 볼때 성비는 암:수 각각 89:54, 평균성비는 1.65:1로 암컷의 비율이 수컷보다 높게 나타났다 (Table 1).

고 찰

Yamamoto (1969)는 어류의 성을 생식소 분화·발

Table 1. Sex ratio in embryo of *Ditrema temmincki*

Maternal size (BL cm)	Embryonic size (TL mm)	Male	Female	Mean
15.8	60.0	2	5	1 : 2.50
16.1	58.0	3	5	1 : 1.67
16.7	60.0	4	6	1 : 1.50
17.2	60.0	5	9	1 : 1.80
17.5	60.0	8	7	1 : 0.88
17.7	64.0	4	6	1 : 1.50
17.9	64.0	3	8	1 : 2.67
18.7	62.0	10	12	1 : 1.20
19.2	63.0	7	17	1 : 2.43
20.7	62.0	8	14	1 : 1.75
Total		54	89	1 : 1.65

달양상에 따라 자웅동체형과 자웅이체형으로 대별하고, 자웅동체형은 동시성 자웅동체형과 세대교번형 자웅동체로 나누고, 다시 세대교번형 자웅동체는 자성선속형과 웅성선속형으로 구분하였다. 자웅이체형은 분화형과 미분화형으로 구분하였는데, 분화형은 생식소 분화단계에서 자성단계를 거치지 않고 직접 정소와 난소로 분화되는 것이고, 미분화형은 자성단계를 거쳐 정소와 난소로 분화되는 것으로 정의하고 있다. 이와같은 기준으로 볼 때 망상어의 성은 자웅이체형이며, 생식소 분화형은 전장 10.0 mm를 전후하여 초기생식소가 각각 정소와 난소로 분화되는 분화형에 속한다. 이처럼 자웅이체로 분화형에 속하는 어종으로는 연어, *Onchorhynchus keta* (Robertson, 1953), 무지개송어 (Takashima et al., 1980), 넙치 (Lee and Lee, 1990)에서 그 예를 볼 수 있다.

성분화 및 초기생식소 형성과정 동안 시원생식세포의 구별은 일반적으로 세포의 크기, 세포질과 핵의 비율 그리고 염색성에 기초하고 있다 (Satoh, 1974). 본 연구에서도 이와같은 기준을 근거로 했을때, 시원생식세포는 거의 난형이며, 주변의 체세포들보다 상당히 크고 뚜렷하고 큰 핵을 가지며, 염색성에서도 주변의 체세포와는 뚜렷한 차이를 보여 시원생식세포의 세포질은 강한 호산성의 염색성을 나타냈다.

생식소의 분화 및 발달과정에서 성분화가 완전히 일어나기전 난소나 정소로 분화되는 초기생식소의 분화는 어중에 따라 구조적인 형태의 차이나 분화에 관

여하는 체세포성 간질세포들의 변화로써 추적하고 있다. 초기생식소의 형태 차이에 의한 암수의 구별이 가능한 어류는 복막의 부착범위가 난소가 정소보다 넓은 초어, *Ctenopharyngodon idella* (Jensen and Shelton, 1983)가 있으며, 체세포성 간질세포들의 차이에 의한 조기의 암수의 구별은 넙치에서 보고된 바 있다 (Lee and Lee, 1990).

망상어의 초기생식소 형성과정에서 나타나는 두가지 형태를 성체 생식소와 비교해 볼때, 초기생식소를 좌우로 나눌 수 있도록 가운데 부분에 체세포가 배열되는 형태는 정소로 분화되는 것이고, 체세포가 주변부에만 나타나는것은 난소로의 분화를 나타내는 것으로 생각된다. 초기생식소에서 정소와 난소의 분화는 구조적인 형태와 내부조직상의 차이에 따라 구분할 수 있는데, 정소는 곡정세관 구조를 가지며 좌우 한 쌍으로 구분되고, 난소는 난소습곡의 구조를 갖추면서 전반부를 제외한 나머지 부분이 융합된 단일낭의 구조로써, 초기에 암수로의 발달이 쉽게 구분된다.

성체의 생식소 형태에 기초해 보았을때, 난태생 경골어류인 볼락, *Sebastes inermis* (Lee and Kim, 1992), 그리고 태생 경골어류인 *Neotoca bilineata* (Mendoza, 1940)와 *Cymatogaster aggregata* (Wiebe, 1968)처럼 정소와 난소의 형태가 뚜렷히 다른 어류에서 성분화 초기에 성의 구분은 생식소의 외부형태에 의하여 구분될 수 있을 것으로 추측된다.

성체 난소의 융합정도는 난생, 난태생, 태생 경골어

류에 따라 다르다 (Mizue, 1961). 즉, 좀 더 발달된 胚를 출산하는 종류에서 그 융합정도가 크다는 것이다. 그리고 난소 내부조직상의 구성도 난생어류와 태생어류는 서로 다른 양상을 나타낸다. 이와같은 난소 외부형태와 내부조직상은 성분화 초기부터 갖추어지기 시작하는데, 이러한 양상은 다음과 같은 이유에 기인되는 것으로 생각된다. 망상어 (Lee and Lee, 1989)를 비롯한 *N. bilineata* (Mendoza, 1940)와 *C. aggregata* (Wiebe, 1968) 등의 태생 경골어류의 난소는 체내자어를 보유하고 있을 때는 포유류의 자궁과 같은 역할을 함께 하게 된다. 이 시기 동안 난소 내부를 구성하는 난소습곡은 체내자어의 발달과 함께 팽창되며, 난소습곡 내강은 액상물질로 충만하게 된다. 이러한 물질은 난소강내로 분비되어 체내자어의 성장에 필요한 영양분으로 공급되며, 팽창된 난소습곡은 물리적 충격완화제로 작용하고, 단일난으로 융합된 난소는 이엽으로 분리된 난소보다 더 넓은 공간 확보로 인해 체내자어를 성장 발달시키는데 유리한 조건을 확보할 수 있으므로 이와같은 형태·구조적 난소의 분화가 초기에 완성되는 것으로 생각된다.

대부분 척추동물의 성은 개체발생 초기에 유전적인 성 구성에 관계없이 자웅 어느 방향으로도 분화할 수 있는 양성적 성능 (bisexual potency)을 가지며, 이러한 성적 미분화 상태에서 개체발생의 진행과 성장 과정중에 여러가지 요인에 의해 정소 또는 난소의 형태적 기능적인 특징을 가지게 된다. 넙치에서 성분화 완료 단계의 암수 평균 성비는 약 3 : 1로 나타났으나, 개체 크기군에 따른 성비 조성에서는 다소 차이가 있었다 (Lee and Lee, 1990). 그리고 태생어류인 guppy (Arisaka and Hamai, 1975)와 swordtail fish (Vallowe, 1957)에서 각기 다른 모체에서 출산된 미성어의 성비는 각각 다르게 나타났으며, swordtail fish에서는 미성어시 (출산후 49~55일) 호르몬 처리에 의해 인위적으로 성을 조절할 수 있다는 보고가 있다 (Vallowe, 1957). 이와같은 보고와 함께 본 연구에서 망상어 143 개체 체내자어의 암수 평균성비는 1.65 : 1로 암컷이 높게 나타났으나, 각각의 다른 모체에서 체내자어의 성비가 다른것은 성분화 시기에 어떤 요인이 결정적으로 작용했는가에 따라 성비가 다르게 나타난 것으로 추측되며, 이러한 성 결정요인에 대한 문제 해결은 계속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

요 약

망상어, *Ditrema temmincki*의 시원생식세포의 출현, 원시생식소와 초기생식소의 형성, 정소와 난소의 분화 및 체내자어의 성비조성을 조직학적으로 조사하였다.

시원생식세포는 부화전 胚의 초기소화관과 등쪽 체벽사이의 섬유성 간층직에서 처음 식별되었다.

부화후 부터 전장 4.0 mm 까지 소화관과 체벽사이의 섬유성 간층직에 고르게 분포하던 시원생식세포들은 간층직이 등쪽 체벽으로부터 분리되는 전장 5.0 mm 시기를 전후해서 간층직의 후방으로 이동하여 원시생식소를 형성하게 된다.

초기생식소 형성과정 동안 정소와 난소의 분화는 생식세포와 체세포의 배열 상태에 의하여 구분되며, 전장 10.0 mm 부터 생식소는 외부형태에 의하여 정소와 난소로 구분되는데, 정소는 한쌍으로 분리된 형태이고 난소는 후반부가 융합된 형태이다.

정소의 분화는 체내자어의 크기가 전장 25.0 mm를 전후해서 정소에 곡정세관의 조직상이 나타나고, 전장 30.0 mm를 전후해서 수정관이 형성되며, 전장 45.0 mm를 전후해서 외부형태와 내부 구조적으로 성어와 유사한 정소로 분화된다.

난소의 분화는 체내자어의 크기가 전장 30.0 mm를 전후해서 난소습곡과 난소강의 형성이 명확하며, 전장 60.0 mm를 전후해서 외부형태와 내부 구조적으로 성어와 유사한 난소로 분화된다.

체내자어의 출산시 전장은 63.0 mm 전후이고, 이때 정소와 난소에는 각각 정원세포와 염색인기 단계의 생식세포를 보유하고, 암 : 수 성비는 약 1.65 : 1이었다.

망상어의 성은 자웅이체이며, 성분화 양식은 분화형에 속한다.

참 고 문 헌

- Arisaka, N. and I. Hamai. 1975. Growth and sex differentiation of sex in the pre-adult guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 26(2), 122~136.
- Dildine, G. C. 1936. Studies in teleostean repro-

- duction. I. Embryonic hermaphroditism in *Lebistes reticulatus*. J. Morph., 60, 261~277.
- 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.
- Hamaguchi, S. 1982a. A light- and electron-microscopic study on the migration of primordial germ cells in the teleost, *Oryzias latipes*. Cell Tissue Res., 227, 139~151.
- Hamaguchi, S. 1982b. Ultrastructural aspects of the sex-differentiation of germ cells in the teleost, *Oryzias latipes*. Medaka, 1, 21~22.
- Jensen, G. L. and W. L. Shelton. 1983. Gonadal differentiation in relation to sex control of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Pisces: Cyprinidae). Copeia, 749~755.
- Kim, D. S., K. Y. Lee, and T. Y. Lee. 1990. Gonadal sex differentiation in *Misgurnus mizolepis*. Korean J. Ichthyol., 2, 95~105.
- Kim, D. S., J. Y. Jo, and T. Y. Lee. 1994. Induction of triploidy in mud loach (*Misgurnus mizolepis*) its effect on gonad development and growth. Aquaculture., 120, 263~270.
- Kim, H. B. 1989. Sex differentiation and development of the gonad in red sea bream, *Pagrus major* with cultured condition. Ph.D. thesis, Nat'l. Fish. Univ. Pusan, p. 59 (in Korean).
- Lee, J. S. and T. Y. Lee. 1989. Reproductive cycle and embryonic development within the maternal body of viviparous teleost, *Ditrema temmincki* (Bleeker). Bull. Nat'l. Fish. Univ. Pusan, 29, 37~51 (in Korean).
- Lee, T. Y. and S. Y. Kim. 1992. Reproduction and embryonic development within the maternal body of ovoviviparous teleost, *Sebastes inermis*. Bull. Korean Fish. Soc., 25(5), 413~431 (in Korean).
- Lee, Y. D. and T. Y. Lee. 1990. Sex differentiation and development of the gonad in the flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Nat'l. Univ., 14, 61~86 (in Korean).
- Matsui, K. 1949. Illustration of the normal course of development in the fish, *Oryzias latipes*. Jpn. J. Exp. Morph., 5, 33~42.
- Mendoza, G. 1940. The reproductive cycle of the viviparous teleost, *Neotoca bilineata*. A number of the family Goodeidae. II. The cycle change in the ovarian soma during gestation. Biol. Bull., 78, 349~365.
- Mizue, K. 1961. Studies on a marine viviparous teleost, *Ditrema temmincki* Bleeker-III. About the maturation and the seasonal cycle of the ovary. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 11, 1~17 (in Japanese).
- Robertson, J. G. 1953. Sex differentiation in the Pacific salmon, *Onchorhynchus keta*. Can. J. Zool., 31, 73~79.
- Ryazantseva, M. V. and O. F. Sakun. 1981. The sex cells and development of the gonads in the early ontogeny of the carp, *Cyprinus carpio*. J. Ichthyol., 20, 114~122.
- Satoh, N. 1974. An ultrastructural study of sex differentiation in the teleost *Oryzias latipes*. J. Embryol. Exp. Morph., 32, 195~215.
- 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.
- Vallowe, H. H. 1957. Sexual differentiation in the teleost fish *Xiphophorus hellerii*, as modified by experimental treatment. Biol. Bull., 112, 422~429.
- Wiebe, J. P. 1968. The reproductive cycle of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* Gibbon. Can. J. Zool., 46, 1221~1234.
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. In Fish Physiology, Vol. III: W. S. Hoar and D. J. Randall ed., Academic Press, New York, pp. 117~175.

1995년 7월 20일 접수

1996년 1월 6일 수리