

솜뱅이, *Sebastiscus marmoratus*의 난소 분화

오성립 · 허성표¹ · 임봉수¹ · 이치훈¹ · 이영돈^{1,†}

제주특별자치도 해양수산자원연구소, ¹제주대학교 해양과환경연구소

Ovarian Differentiation of the Scorpion Fish, *Sebastiscus marmoratus*

Seong-Rip Oh, Sung-Pyo Hur¹, Bong-Soo Lim¹, Chi-Hoon Lee¹ and Young-Don Lee^{1,†}

Jeju Special Self-Governing Province Fisheries Research Institute, Jeju 697-914, Korea

¹Marine and Environmental Research Institute, Cheju National University, Jeju 690-968, Korea

ABSTRACT : The process in the formation of primordial germ cells, primitive and early gonadogenesis were investigated by histological examination for the reproductive physiological study in the scorpion fish, *Sebastiscus marmoratus*. The primordial germ cells about 10 μ m in diameter were observed in the fibrous mesenchymal tissue located between gut and mesonephric duct of the larvae within the maternal body. As the fibrous epithelium extends to the direction of peritoneum, the primordial germ cells moved. From 31 days post parturition, the fibrous epithelium gets thicker, and the primitive gonad starts to form. From 49 days post parturition, as the primitive gonad of the primitive gonad extend, it starts to form cavity, and about 60 days post parturition, the formation of the ovarian cavity is completed. From 79 days post parturition, germ cells proliferated along the inner edge of the ovarian cavity.

Key words : Scorpion fish, *Sebastiscus marmoratus*, Ovarian differentiation, Early gonadogenesis.

요약 : 이 연구는 태생경골어인 솜뱅이의 번식생태학적 기초자료를 제공하고자 체내 자어와 출산 후의 시원생식세포의 출현, 원시 생식소와 난소 분화과정을 조직학적으로 조사하였다. 약 10 μ m의 시원생식 세포는 체내 자어의 초기 소화관과 중심신관 사이 복막에 위치하였다. 출산 후 31일째부터 생식원세포가 생식원기에 도달하였으며, 체세포들이 분열 증식하여 원시생식소를 형성하였고, 출산 후 49일째에 난소강이 형성되기 시작하였으며, 출산 후 60일째에 생식원기의 양쪽 끝에서부터 난소강 형성이 관찰되었다. 출산 후 79일째에는 난소강 안쪽을 따라 생식세포들이 분열 증식하기 시작하였다.

서 론

어류의 성 표현 양상은 기본적으로 유전자의 지배를 받지만 개체 발생 초기에는 내·외적인 요인에 의해 암·수 어는 쪽으로 든 분화할 수 있는 양성분화 능력을 가진다(Yamamoto, 1969). 자웅이체 어류의 성분화는 잉어, *Cyprinus carpio*(Davies & Takashima, 1980), 틸라피아, *Tilapia zilli*(Yoshikawa & Oguri, 1978)처럼 미분화된 생식선이 암컷으로 우선 형성되어 정소, 난소로 분화되는 미분화형과 태평양 연어, *Oncorhynchus keta*(Robertson, 1953), 뱀장어, *Anguilla japonica*(Satoh et al., 1962), 넙치, *Paralichthys olivaceus*(Lee & Lee, 1990)처럼 미분화된 생식선이 직접 정소 또는 난소로 분화되는 분화형으

로 구분될 수 있다. 이와 같이 어류의 성 표현은 다양한 양상을 가지고 있어서 송사리, *Oryzias latipes*(Satoh, 1974), 무지개 송어, *Salmo gairdneri*(Takashima et al., 1980), 넙치 (Lee & Lee, 1990), 쏘가리, *Siniperca scherzeri*(Lee et al., 2005) 등 연구가 많이 진행되고 있지만, 대부분 난생어류에 국한되어 있다.

태생경골어류에 속하는 볼락류는 일반 난생어류와는 달리 교미를 통한 체내수정이라는 특이한 번식습성 때문에 성숙 및 교미시기에 있어 호르몬의 변화와 체내 자어의 발달 등 번식생태에 관한 연구가 진행되고 있지만(Fujita, 1957; Bae et al., 1998; Kang et al., 1998), 볼락류의 번식 특성이나 생식 생태에 관해서는 아직 불분명한 점이 많은 실정이다.

따라서 이 연구는 태생경골어의 번식생태학적 기초자료를 제공하고자 볼락류인 솜뱅이, *Sebastiscus marmoratus*를 대상으로 체내 자어에서부터 출산 후 자·치어에 이르기까지 시원생식세포의 출현과 원시생식소의 발달과정을 조직학적으로 관찰하여 난소분화 양상을 조사하고자 한다.

* 이 연구는 2006년 누리(NURI) 사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

† 교신저자: 제주도 제주시 조천읍 함덕리 3288, 제주대학교 해양과환경연구소 (우) 690-968, (전) 064-782-8922, (팩) 064-783-6066, E-mail: leemri@cheju.ac.kr

재료 및 방법

실험어는 국립 수산과학원 제주수산연구소 남제주 시험포 실내 수조에서 사육중인 썸뱅이 어미에서 출산한 자어를 실내 콘크리트 수조에서 사육하면서 재료로 사용하였다. 썸뱅이 자·치어 사육 수온은 15.9~17.4°C였으며, 성장단계별로 *Rotifer*, *Artemia nauplii*, 초기 배합사료(Love larvae, USA) 등을 공급하였다.

생식소의 발달 과정을 조사하기 위하여 성장 단계별로 사육 중인 자·치어를 초기에는 2일 간격, 성장함에 따라 6~10일 간격으로 무작위(n=5~15)로 채집하였다. 채집된 자·치어는 10% 중성 포르말린에 고정 후 만능 투영기(Nikon, profile projector V-10)를 이용하여 전장을 측정하였다. 조직학적 관찰을 위해 체내 자어는 출산 전의 개체에서 생식소만을 꺼내어 고정하였고, 자·치어의 생식소는 발달이 미약하여 생식소를 적출하기 어렵기 때문에 어체 전체를 고정하고 Hansen's hematoxyline과 eosin에 비교 염색하였다.

결과 및 고찰

출산 전 생식선 내의 체내 자어는 이미 소화관, 신장 등 체조직이 분화되어 있으며, 신장과 밀착된 복막 상피층에 다수의 색소세포가 침착되어 나타났다(Fig. 1-A). 전장 약 2 mm 내외의

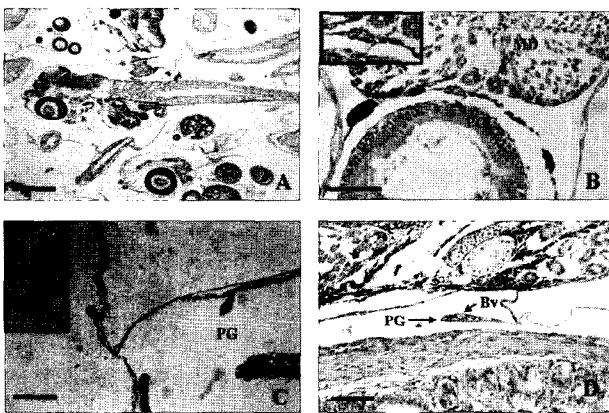


Fig. 1. Photomicrographs of the primordial germ cells(PGC) and primitive gonad of scorpion fish larva of sexually undifferentiated stage. (A) Sagittal section of the larva within the maternal body. (B) Cross section of the larva within the maternal body. (C) Cross section of the 31 DPP. (D) Cross section of primitive gonad of 49 DPP. Abbreviations; DPP, day post parturition; Bv, blood vessel; MD, mesonephric duct; PG, primitive gonad; PGC, primordial germ cells. Scale bar A indicate 200 μ m, B to D indicates 25 μ m.

체내 자어에서 시원생식세포는 직경 약 10 μ m의 난형이며, 체내 자어의 초기 소화관과 중심신관 사이 복막에서 관찰되었다(Fig. 1-B). 출산 후 31일된 개체들(9.04 \pm 1.63 mm)에서 생식원세포가 생식원기에 도달했으며(Fig. 1-C), 출산 후 49일된 개체들(21.78 \pm 0.65 mm)에서 체세포들이 분열증식하면서 원시생식선을 형성하기 시작하였다(Fig. 1-D).

어류의 시원생식세포의 구별은 초기 생식선 형성과정 동안 세포의 크기, 세포질과 핵의 비율 그리고 염색성에 기초한다(Satoh, 1974). 또한 시원생식세포의 초기 생식선에서 출현 시기도 어종에 따라 다양하게 나타나고 있다. 시원생식세포의 형태는 넓적와 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli*의 자어를 비롯하여 대부분 어종의 체벽 중배엽 섬유성 간층직에서 난형 또는 구형으로 식별된다(Lee *et al.*, 1990; Lee *et al.*, 1994). 이 연구에서도 망상어, *Ditrema temmincki*(Lee & Lee 1996)의 경우처럼 체내 자어의 개체에서 섬유성 상피가 비후된 간층직 조직 사이에 난형이며, 주변의 체세포들보다 크고 뚜렷한 핵을 가진 시원생식세포가 관찰되었다. 생식원기에서의 시원생식세포의 출현시기는 난생어인 감성돔은 부화 후 3일로서 비교적 빠르게 나타나지만(Lee *et al.*, 1994), 무지개 송어는 생식세포가 부화 후 36일(Takashima *et al.*, 1980), 태생경골어인 조피볼락, *Sebastes schlegeli*은 출산 후 2일(Lee *et al.*, 1996), 망상어, *Ditrema temmincki*는 체내 자어에서 관찰되었다(Lee & Lee, 1996).

출산 후 49일 이전까지 썸뱅이 생식선은 형태학적으로 정소와 난소의 뚜렷한 구별이 어렵지만, 출산 후 49일된 개체(21.78 \pm 0.65 mm)에서 원시 생식소는 형태적인 차이를 보이기 시작하였다. 즉, 생식원기 양쪽 끝에서 체세포들이 분열 증식하여 난소강(ovarian cavity) 형성이 시작되었다(Fig. 2-A). 난소강 형성은 출산 후 60일 전후에서 원시 생식선의 전단 부위와 후단 부위의 접합이 이루어져 완료되었으며, 난소의 가장자리에 난소강이 형성되는 parovarian sac 구조를 보였다(Fig. 2-B). 이때, 난소강 형성이 완료된 생식선의 내용을 따라 생식원세포(gonial cell)들이 한 층으로 배열되어 나타났다. 출산 후 67일된 개체(3.27 \pm 0.29 cm)의 생식선에는 난소강이 완료된 이후에도 체세포들이 분열해서 난소강이 커졌고 난원세포의 수도 많아졌다(Fig. 2-C). 출산 후 79일된 개체(4.49 \pm 0.23 cm)의 난소에서는 난소강이 전 개체에서 형성이 되었고, 생식세포는 난소강 안쪽을 따라 분열증식하고 혈관은 난소강 바깥쪽에 위치하였다(Fig. 2-D). 썸뱅이 자·치어의 시원생식세포의 출현과 초기 생식소 형성과정에 따른 조직형태 분화는 Table 1과 같다.

지금까지 이루어진 경골어류의 성 분화에 관한 연구에 의하면 생식선의 성 분화 개시를 형태적으로 판단하기 위한 특징으로

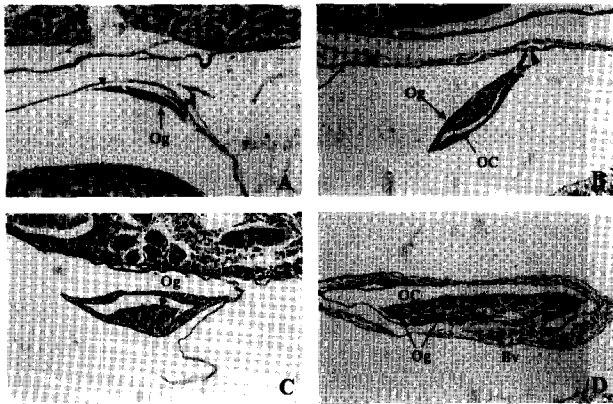


Fig. 2. Early ovarian differentiation of scorpion fish. (A) Cross section of 49 DPP. (B) Cross section of about 60 DPP. (C) Cross section of 67 DAP. (D) Cross section of 79 DPP. Abbreviations; DPP, day post parturition; Bv, blood vessel; K, kidney; Og, Oogonia; OC, ovarian cavity. Scale bar A to D indicates 25 μ m.

생식세포의 분열상과 체세포의 종류, 분포양상 등으로 식별되고 있다(Lee & Lee, 1990; Lee & Lee., 1996; Lee *et al.*, 2005). 이 중 생식세포의 분열상에 의해 나타나는 난소 분화의 특징은 부화 후 일정한 시기까지 이르면 생식선의 내부에서 감수분열을 개시하고 있는 많은 생식세포를 함유하며, 정소 분화의 경우 생식선의 대부분을 체세포 요소가 점하고, 생식세포는 소수가 체세포 요소 중에 단독으로 산재해 있다. 또 체세포의 변화에 의해 나타나는 특징은 난원세포가 감수분열을 개시하기 전이나 이와 동시에 체세포 요소가 발달해서 난소강이 형성되는 것이 난소로의 분화로 판단할 수 있고, 정소분화의 경우 난소강이 형성되지 않는다(Takahashi & Shimizu, 1983). 또한 난소의 분화는 난소강 형성 양상에 따라 난소의 중앙에 난소강이 형성되는 entovarian sac과 난소의 주변 가장 자리에 난소강이 형성되는 parovarian sac의 두 가지 형태로 나누고 있다(Yoshikawa & Oguri, 1978; Combs, 1969). 즉, 넙치의 경우,

부화 후 45일경부터 난소강이 형성되어 난소의 구조적 체체를 갖추며, 정소는 부화 후 80일경에 분열증식하기 시작해 부화 후 130일경이 되면 엽상형의 정소소엽과 곡정세관이 형성되어 생식선 분화가 일어나며, 난소강 형성은 entovarian sac의 형태를 보였다(Lee & Lee, 1990). 또, 조피볼락에서도 출산 65일된 개체들에서 생식선의 주변 부위에 강을 형성하고 다수의 생식원세포로 구성된 생식선은 난소로 발달하고, 이 시기에 체세포들이 곡정세관을 형성하는 생식선은 정소로 분화하며, 난소강 형성은 parovarian sac 형태를 보였다(Lee *et al.*, 1996).

이 연구에서 솜뱅이의 난소 분화 특징은 출산 후 50일을 전후한 실험어의 모든 개체에서 생식원기 양쪽 끝에서 체세포들이 분열 증식하여 난소강을 형성한 이후 난소로 발달하고 있어 넙치와 조피볼락처럼 생식세포의 분화 보다 빠른 시기에 체세포의 변화에 의한 생식선의 성분화 개시를 형태적으로 구분이 가능하였으며, 난소의 가장자리에 난소강이 형성되는 parovarian sac의 형태를 나타냈다.

인용문헌

Bae HC, Jung SC, Lee JJ, Lee YD (1998) Annual reproductive cycle and embryonic development within the maternal body of the marbled rockfish, *Sebastes marmoratus* from the Cheju Island. Korean J Ichthyol 31: 489-499.

Comb RM (1969) Embryogenesis, histology and organology of the ovary of *Brevoortia patronus*. Gulf Res Report 2:333-436.

Davies PR, Takashima F (1980) Sex differentiation in common carp, *Cyprinus carpio*. J Tokyo Univ Fish 66: 191-199.

Fujita S (1957) On the larval stages of a scorpaenid fish,

Table 1. Histological observation of the gonadal development in the scorpion fish, *Sebastes marmoratus*

Age(Day)	Histological characteristics	Sex		
		U	F	M
0 ^a	Primordial germ cell locate between the mesonephric duct and gut	2	-	-
0~25	A migration germ cells are enveloped by the mesenchymal epithelium	17	-	-
31~49	Formation of genital ridge and proliferation of somatic cells present	25	-	-
49	Primitive gonad starts to form cavity	-	1	-
55~61	Forming of the ovarian cavity is completed	-	10	-
67~73	Grow up ovarian cavity and proliferation of germ cells	-	10	-
79~	Proliferation of germ cells along the inside of the ovarian cavity	-	204	-

^a The larvae within the maternal body, U: undifferentiated, F: female, M: male.

- Sebastes pachycephalus nigricans*(Schmidt). Jap J Ichthyol 6:91-93.
- Kang DY, Chang YJ, Sohn YC, Katsumi A (1998) Changes in plasma levels of thyroid and sex steroid hormones in rockfish (*Sebastes schlegeli*) during maturation and parturition periods. Bull Kor Fish Soc 31:574-580.
- Lee JS, Lee YD (1996) Early gonadogenesis and sex differentiation in the viviparous teleost, *Ditrema temmincki*. Korean J Ichthyol 29:35-43.
- Lee YA, Lee BY, Choi KC, Park SY, Bang IC (2005) Early gonadogenesis and sex differentiation of the Mandarin fish *Siniperca scherzeri*. J of Aquaculture 18: 76-80.
- Lee YD, Lee TY (1990) Sex differentiation and development of the gonad in the flounder, *Paralichthys olivaceus*(Temminck et Schlegel). Bull Mar Res Inst. Cheju Nat Univ 14:61-86.
- Lee YD, Kang BS, Lee JJ (1994) Sex differentiation of the black seabream, *Acanthopagrus schlegeli*. Korean J Ichthyol 6:237-247.
- Lee YD, Rho S, Chang YJ, Baek HJ, An CM (1996) Sex differentiation of the rockfish, *Sebastes schlegeli*. Bull Kor Fish Soc 29:44-50.
- Robertson JG (1953) Sex differentiation in the Pacific salmon, *Oncorhynchus keta*. Can J Zool 31:73-79.
- Satoh H, Nakamura N, Hibiya T (1962) Studies on sexual maturation of the eel. 1. On the sex differentiation and maturation process of the gonad. Bull Jap Sci fish 28: 579-584.
- Satoh N (1974) An ultrastructure study of sex differentiation in the teleost, *Oryzias latipes*. J Embryol Exp Morph 32:195-215.
- Takashima F, Patino R, Nomura M (1980) Histological studies on the sex differentiation in rainbow trout. Bull Jap Soc Sci Fish 46:1317-1322.
- Takahashi H, Shimizu M (1983) Juvenile intersexuality in a cyprinid fish, the sumatra barb. *Barbus tetrazoa tetrazoa*. Bull Fac Fish Hokkaido Univ 34:69-78.
- Yamamoto T (1969) Sex differentiation. In: Hoar WS, Randall DJ (eds.), Fish Physiology Vol 3. Academic press, New York, pp 117-175.
- Yoshikawa H, Oguri M (1978) Sex differentiation in a cichlid, *Tilapia zilli*. Jap Soc Sci Fish 44:313-318.