

꾸굴감펍 (*Scorpaena miostoma*)의 생식소 구조 및 생식주기

이정식 · 강주찬* · 허성희**

여수수산대학교 어병학과, *부경대학교 어병학과, **부경대학교 해양학과

Gonad Structure and Reproductive Cycle of the Smallmouth Scorpionfish, *Scorpaena miostoma* (Teleostei: Scorpaenidae)

Jung Sick LEE, Ju-Chan KANG* and Sung-Hoi HUH**

Department of Fish Pathology, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

*Department of Fish Pathology, **Department of Oceanography, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Gonad structure, germ cell development and reproductive cycle of the smallmouth scorpionfish, *Scorpaena miostoma* were investigated based on histological method. Samples were collected monthly in the vicinity of Suyoung Bay, Pusan, Korea from November 1995 to October 1996. The testis is seminiferous tubule type in internal structure. Seminiferous tubule consists of numerous testicular cysts which contain numerous germ cells in same developmental stage. The ovary consists of several ovarian lamellae originated from ovarian outer membrane. Oogonia originated from the inner surface of the ovarian lamella protrude to the ovarian cavity in oocyte stage, and they are suspended by the egg stalk. Biological minimum size of female and male were 12.5 cm in total length. Gonadosomatic index (GSI) of female (3.81) and male (0.23) were the highest in October. Reproductive cycle was classified into the following successive stages: in female, growing stage (May~August), maturation stage (September~October), ripe and spawning stage (November~December), recovery and resting stage (January~April), and in male, growing stage (June~August), maturation stage (September~October), ripe and spent stage (November~January) and recovery and resting stage (February~May).

Key words : *Scorpaena miostoma*, seminiferous tubule, egg stalk, reproductive cycle

서 론

꾸굴감펍, *Scorpaena miostoma*은 양볼락과, 점감펍속에 속하는 경골어류이다. 분포지역은 우리나라 중남부해, 일본 중남부, 중국 연해 및 대만 연안이며, 암초지역에 주로 서식하는 연안 저서 정착성으로 경제성이 높은 어종이나 최근 연안해역의 오염과 남획으로 인하여 자원량이 감소하는 추세이다.

양볼락과 어류에 관한 연구는 생식 및 초기생활사에 관한 다수의 연구가 있으나, 그 가운데 점감펍속의 생식에 관해서는 Bradai and Bouain (1991)에 의한 *Scorpaena porcus*와 *Scorpaena scrofa* 연구를 제외하고는 찾아보기 힘든 실정이다.

본 연구의 목적은 꾸굴감펍의 생식생물학적 세부사항을 이해하고, 자원조성용 어종의 효율적인 증묘생산 기술개발의 기초자료 축적이라는 관점에서 이들의 정소와 난소의 구조, 생식세포의 발달과정, 생물학적최소형 및 생식주기 등을 조직학적인 방법을 이용하여 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 재료는 1995년 11월부터 1996년 10월까지 부산 수영만 인근해역에서 주낙으로 채집되었다. 채집된 재료는 활상상태로 실험실에 옮겨 측정자와 전자식저울을 이용하여 전장 0.1 mm, 체중 0.1 g까지 측정하였다.

측정이 끝난 개체는 생식소를 절취하여 이들의 중량을 0.01 g까지 측정 후, Bouin's solution에 일정시간 고정하여 파라핀절편법에 의해 4~6 μm 두께로 연속절편하여 조직표본을 만들었다. 염색은 Mayer's hematoxylin과 0.5% eosin (H-E)의 비교염색과 Mallory 삼중염색을 실시하였다.

생식소숙도지수 (gonadosomatic index: GSI)는 “생식소중량×100/체중”의 식으로 구하였다. 생물학적최소형은 1.0 cm 간격으로 같은 크기에 속하는 개체 가운데 성적으로 성숙한 조직상을 나타내는 빈도가 50.0% 이상인 최소 크기로 정하였다. 학명은 Nakabo (1993)의 분류체계에 따랐다.

결 과

1. 생식소의 외부형태 및 내부구조

1) 정 소

쭈굴감괘의 정소는 한쌍의 엽상형으로 소화관과 등쪽 체벽사이에서 위치하며 수정관은 정소길이의 약 1.5배로 매우 긴 편이다. 정소의 내부조직상은 다수의 곡정세관 (seminiferous tubule)으로 구성되어 있다. 각각의 곡정세관은 여러개의 소낭 (cyst)구조를 가지는데 각 소낭내의

생식세포들은 같은 단계의 발달상태를 보인다. 정원세포는 곡정세관의 상피에서 유래하며, 소낭구조는 정원세포가 정모세포로 발달하면서 나타나기 시작한다 (Fig. 1, A). 정모세포는 곡정세관의 소낭내에서 관찰되며, 정세포와 정자는 곡정세관의 내강에서 관찰된다.

2) 난 소

난소는 정소와 동일한 위치에 있으며 한쌍의 난형이나 후방부 말단은 각각의 난소가 융합된 형태이며, 수란관은 아주 짧다. 난소외막은 바깥쪽으로 부터 장막층, 환상근

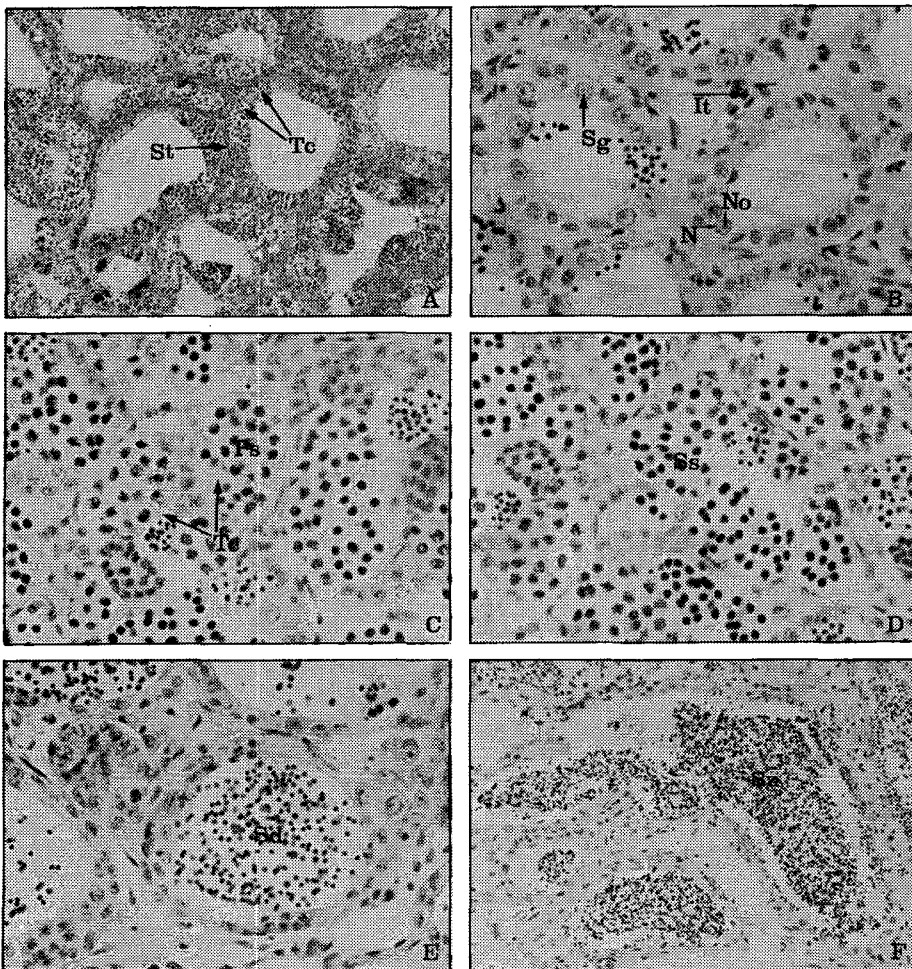


Fig. 1. Photomicrographs of internal morphology and the developmental phases of testis of the smallmouth scorpionfish, *Scorpaena miostoma*. A, internal morphology of testis. Note the seminiferous tubule contains many testicular cysts. $\times 100$; B, spermatogonia in the germinal epithelium of seminiferous tubule. $\times 400$; C, primary spermatocytes within the testicular cyst. $\times 400$; D, secondary spermatocytes within the testicular cyst. $\times 400$; E, spermatids in the lumen of seminiferous tubule. $\times 400$; F, spermatozoa in the lumen of seminiferous tubule. $\times 200$. It, interstitial tissue; N, nucleus; No, nucleolus; Ps, primary spermatocytes; Sd, spermatids; Sg, spermatogonia; Ss, secondary spermatocytes; St, seminiferous tubule; Sz, spermatozoa; Tc, testicular cyst.

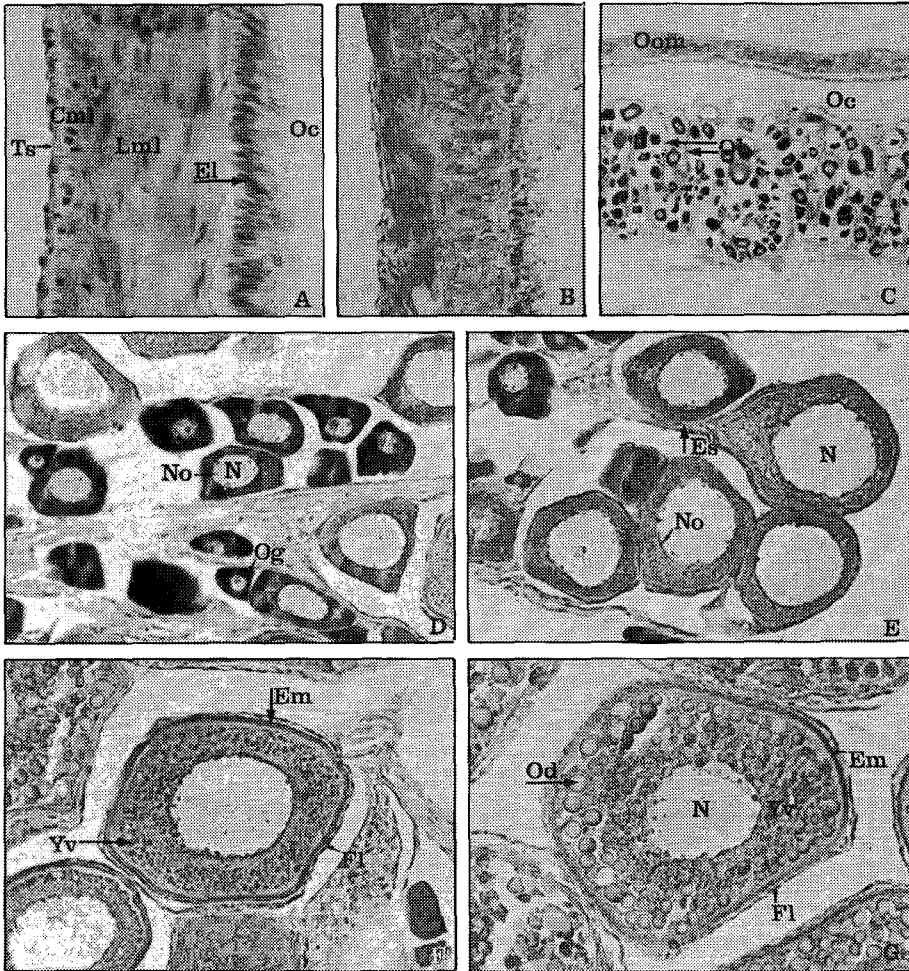


Fig. 2. Photomicrographs of internal morphology and the developmental phases of ovary of the smallmouth scorpionfish, *Scorpaena miostoma*. A, longitudinal section of ovarian outer membrane. $\times 400$; B, cross section of ovarian outer membrane. $\times 200$; C, internal morphology of ovary. $\times 100$; D, oogonia and early oocyte in the chromatin nucleolus stage. $\times 400$; E, oocytes in the perinucleolus stage. $\times 400$; F, oocyte in the yolk vesicle stage. $\times 200$; G, oocyte in the maturation stage. $\times 200$. Cml, circular muscle layer; El, epithelial layer; Em, egg membrane; Es, egg stalk; Fl, follicle layer; Lml, longitudinal muscle layer; N, nucleus; No, nucleolus; Oc, ovarian cavity; Od, oil droplet; Og, oogonium; Ol, ovarian lamellae; Oom, ovarian outer membrane; Yv, yolk vesicle.

층, 종주근층, 상피층으로 구성되는데, 상피층은 단층이며 섬모는 발달되어 있지 않다 (Fig. 2, A, B). 난소내부는 어체의 두부쪽 난소외막에서 시작된 한장의 난소박판 (ovarian lamella)이 분지되어 여러겹으로 주름진 상태이다 (Fig. 2, C). 난원세포는 난소박판 내부의 결체성조직에 매몰되어 있으나 난모세포로 성장하면서 난소강쪽으로 돌출되어 배란될때까지 난병 (egg stalk)에 의해 난소박판에 연결된다.

2. 생식소 발달

1) 정 소

곡정세관의 상피에서 유래된 정원세포는 세포질의 대부분을 차지하는 커다란 핵을 가지며, 핵질에서는 염기성염료에 반응한 뚜렷한 단일인 또는 염색사가 관찰된다 (Fig. 1, B). 이후 곡정세관에서는 소낭구조가 차츰 확인되면서 핵질과 세포질이 응축된 제 1정모세포군 (Fig. 1, C)과 제 2정모세포군 (Fig. 1, D)이 나타난다. 9월로 접어들면서 곡정세관의 내강에서는 염기성염료에 농염되는 정세포군의 관찰이 가능하다 (Fig. 1, E). 11월과 12월의 정소조직상에서는 변태를 마친 완숙정자군 (Fig. 1, F)이

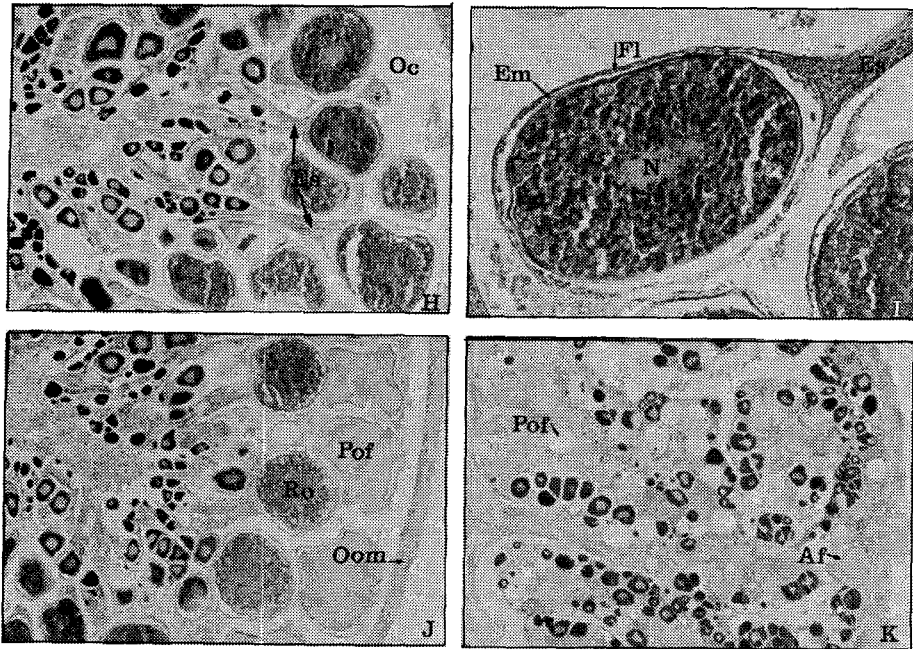


Fig. 2. Continued.

H, section of ovary in the ripe stage. $\times 40$; I, oocyte in the ripe stage. $\times 200$; J, ovarian internal morphology in spawning season. Note the ripe oocytes and empty follicles. $\times 40$; K, ovarian internal morphology in the recovery stage. $\times 100$. Af, atretic follicle; Em, egg membrane; Es, egg stalk; Fl, follicle layer; N, nucleus; Oc, ovarian cavity; Oom, ovarian outer membrane; Pof, post-ovulatory follicle; Ro, ripe oocyte.

극정세관의 내강에서 관찰된다.

2) 난 소

분열중식기에 난원세포는 주로 난소박판의 내부결체성 조직에서 관찰되며, 염색인기단계의 초기난모세포는 난소강쪽에서 관찰된다. 난원세포는 세포질의 상당 부분을 핵이 차지하며 핵질에는 불규칙한 염색사들이 분포한다. 염색인기단계의 난모세포들은 세포질에 대한 핵의 비율이 차츰 감소되며 핵질에는 1~2개의 인이 뚜렷히 관찰된다 (Fig. 2, D). 이후 난모세포들은 차츰 성장하면서 난소강쪽으로 돌출되어 난병에 의해 난소박판에 연결되며, 핵내에는 인의 수가 증가한다. 이때 세포질의 수질부에는 난황과립이 축적되며, 여포세포층은 차츰 발달하게 된다 (Fig. 2, E). 난모세포들은 지속적인 성장의 결과로 여포세포층은 더욱 발달하게 되며, 난막은 호산성의 염색성을 나타내며, 세포질 전체는 난황과립으로 채워진다 (Fig. 2, F). 성숙난모세포의 핵은 핵막이 불규칙하게 되고, 세포질의 피질부는 공포상의 유구로 채워진다 (Fig. 2, G). 완숙난모세포는 여전히 난병에 의해 난소박판에 매달려 있는 상태로 핵은 불분명하고 수질부의 일부를 제외한 세

포질은 유구로 채워진다 (Fig. 2, H, I). 11월과 12월의 완숙기의 난소에서는 초기난모세포와 완숙난 그리고 방란흔적을 나타내는 배란후의 여포가 관찰된다 (Fig. 2, J). 이후 회복기의 난소조직상에서는 잔존 초기난모세포의 재배치와 함께 공포상의 물질로 채워진 폐쇄여포가 관찰된다 (Fig. 2, K).

3. 생물학적최소형

생식에 참여할 수 있는 개체의 크기를 알아보기 위해 8월부터 2월까지 암컷 개체, 수컷 103개체를 조사한 결과는 Table 1과 같다.

이 결과에서 주굴감펍의 생물학적최소형 (biological minimum size)은 암·수 모두 전장 12.5 cm로 나타났다.

4. 생식소속도지수 (GSI)의 월변화

1995년 11월부터 1996년 10월까지 조사된 암·수 각각의 GSI의 월변화는 Fig. 3과 같다.

암컷의 GSI는 4월부터 증가하여 7월에는 2.12를 나타

Table 1. Biological minimum size of the smallmouth scorpionfish, *Scorpaena miostoma*

Total length (%)	Female			Male		
	Number of the examined individuals	Number of the matured individuals	Maturity (%)	Number of the examined individuals	Number of the matured individuals	Maturity (%)
5.1~ 6.0	·	·	·	1	·	·
8.1~ 9.0	1	·	·	·	·	·
9.1~10.0	1	·	·	·	·	·
10.1~11.0	2	·	·	2	·	·
11.1~12.0	5	2	40.0	3	1	33.3
12.1~13.0	11	6	54.5	8	4	50.0
13.1~14.0	20	13	65.0	15	10	66.7
14.1~15.0	18	16	88.9	21	19	90.5
15.1~16.0	17	16	94.1	21	20	95.2
16.1~17.0	14	14	100	17	16	94.1
17.1~18.0	4	4	100	11	11	100
18.1~19.0	2	2	100	4	4	100
Total	95	·	·	103	·	·

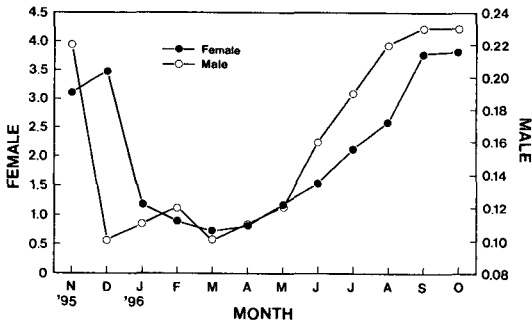


Fig. 3. Monthly changes of gonadosomatic index (GSI) in the smallmouth scorpionfish, *Scorpaena miostoma*.

냈으며 10월부터 12월까지의 높은 값을 유지하는데, 10월에는 3.81로 연중 최고치를 나타냈다. 그후 1월에는 1.17로 급격히 감소하여 3월에는 0.72로 연중 최저값을 나타냈다. 수컷의 GSI는 4월부터 차츰 증가하기 시작하여 7월에는 0.19를 나타냈으며, 9월과 10월에는 0.23으로 최고치를 나타냈다. 그후 12월에는 급격히 감소하여 12월부터 3월까지의 0.10에서 0.12사이로 연중 최저치를 나타냈다.

5. 생식주기

생식소숙도지수의 월변화와 매월 채집된 전장 12.5 cm 이상 개체의 생식소 조직상을 기초로 암·수 각각의 생식주기를 Fig. 4와 같이 도식화 할 수 있었다.

꾸굴감펍의 생식주기는 암컷은 성장기(5~8월), 성숙기(9~10월), 완숙 및 산란기(11~12월), 그리고 회복 및 휴지기(1~4월)로 나눌 수 있다. 수컷은 성장기(6~8월), 성숙기(9~10월), 완숙 및 방정기(11~1월) 그리고 회복 및 휴지기(2~5월)로 나눌 수 있다.

고찰

꾸굴감펍 정소의 기본적인 외부형태는 난생 또는 다른 난태생 경골어류와 유사하나, 정소의 내부조직상은 다수의 곡정세관으로 구성됨으로써 Billard et al. (1982)이 제시한 lobule type과 tubule type가운데 tubule type에 속한다. Lobule type의 정소를 가지는 어류로는 노래미, *Agrammus agrammus* (Chung and Lee, 1985), 자리돔, *Chromis notatus* (Lee and Lee, 1987), 참돔, *Pagrus major* (Matsuura et al., 1987) 등이 있다. Tubule type을 가지는 어류로는 썸뱅이, *Sebastes marmoratus* (Mizue, 1958), *Sebastes paucispinis* (Morser, 1967), 누루시볼락, *Sebastes vulpes* (Sasaki and Igarashi, 1974), 볼락, *S. inermis* (Lee and Kim, 1992), 황점볼락, *S. oblongus* (Chang et al., 1995), 조피볼락, *S. schlegeli* (Lee et al., 1996), 불볼락, *S. thompsoni* (Lee et al., 1997), *Cymatogaster aggregata* (Wiebe, 1968), *Micrometrus minimus* (Grier, 1981), 망상어, *Ditrema temmincki* (Lee et al., 1995) 등이 있다. 이와 같은 결과에서 lobule type의 정소는 주로 체외수정 경골

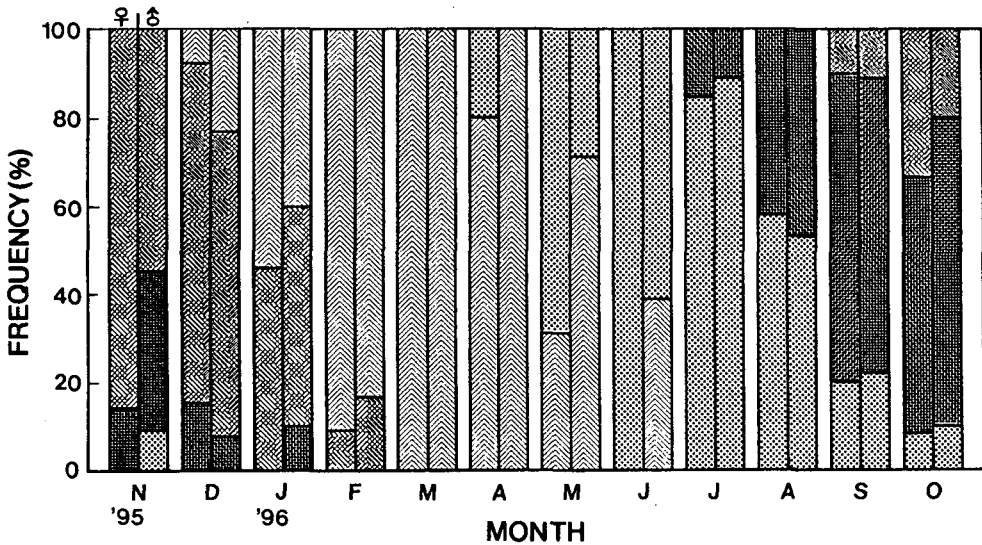


Fig. 4. Monthly changes in frequency of the gonad developmental stage in the smallmouth scorpionfish, *Scorpaena miostoma*. Female, growing stage, maturation stage, ripe and spawning stage, recovery and resting stage. Male, growing stage, maturation stage, ripe and spent stage, recovery and resting stage.

어류에서 나타나며, tubule type의 정소는 주로 체내수정 경골어류에서 나타나는 것을 알 수 있으나 주굴감팽의 경우는 예외적이라 할 수 있겠다.

경골어류의 난소는 나상형 (gynovarian condition)과 낭상형 (cystovarian condition)으로 대별되며, 낭상형은 다시 낭상형 I, II로 나누어진다 (高野, 1989). 주굴감팽의 난소는 난소외막에 기본적인 평활근이 발달되고 내면은 섬모가 없는 단층상피로 구성되는 점 등으로 볼 때 낭상형 II에 속한다고 할 수 있다.

주굴감팽 난소의 내부구조는 난소박판으로 구성되어 있는데, 이러한 난소구조는 노래미 (Chung and Lee, 1985), *Sebastes paucispinis* (Morser, 1967), 누루시볼락 (Sasaki and Igarashi, 1974), 볼락 (Lee and Kim, 1992), 황점볼락 (Chang et al., 1995), 조피볼락 (Lee et al., 1996), 불볼락 (Lee et al., 1997) 등에서도 보고되고 있다.

주굴감팽의 난원세포는 난소박판의 내부에서 유래되며, 난원세포는 성장하면서 난소강쪽으로 돌출되어 난병 (egg stalk)에 의해 매달려지는데 이러한 난병구조는 담수산 담치의 일종인 *Anodonta* (Beams and Sekhon, 1966)와 전복류, *Haliotis* (Lee, 1974)에서도 보고된 바 있으며, 최근에는 불볼락 (Lee et al., 1997)에서도 언급되고 있다. 또한 *Sebastes flavidus* (Michael, 1992)와 볼락 (Lee and Kim, 1992)에서도 난병에 대한 언급은 없지만, 이들의

보고에 사용된 난소 내부조직상의 사진에서 난병과 유사한 구조를 확인할 수 있으므로 차후 이러한 난병구조는 많은 어류에서 보고될 것으로 생각된다.

어류의 난모세포 발달양식은 동기발달형, 난군동기발달형, 비동기발달형의 세가지로 나누어진다. 주굴감팽의 난모세포 발달양식은 성숙난소내에서 난모세포들의 크기가 서로 다른 초기난모세포군과 성숙난모세포군으로 나눌 수 있으므로 난모세포 발달양식에 따른 분류상 난군 동기발달형에 속하는 것으로 판단된다. 아울러 주굴감팽의 산란회수는 완숙 및 산란기 난소조직상에서 완숙난과 배란후의 빈여포가 동시에 관찰됨으로서 일정한 산란기 동안 2회 이상 산란하는 것으로 판단된다.

완숙난 산란후 잔존 난모세포의 운명은 난모세포의 발달정도에 따라 다소 차이가 있는데 노래미 (Chung and Lee, 1985)와 그물코취치, *Rudarius ercodes* (Lee and Hanyu, 1984)의 경우에는 여포의 형성과 함께 난황축적이 시작된 난모세포는 모두 퇴화·흡수 되는 것으로 보고되어 있다. 주굴감팽의 경우 산란기 이후 잔존 난모세포의 운명은 배포의 붕괴 및 이동이 시작된 즉, 성숙난의 경우에는 모두 퇴화·흡수되며, 여포를 형성한 초기난모세포의 경우에는 일부는 퇴화·흡수되고 일부는 그대로 휴지기 동안에도 잔존하는 것으로 나타났다. 따라서 주굴감팽의 산란후 잔존 난모세포의 운명에 관해서는 앞으로

세부적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

요 약

1995년 11월부터 1996년 10월까지 부산 수영만 인근해역에서 채집된 쭈굴감펭, *Scorpaena miostoma*의 생식소 구조, 생식세포의 발달 및 생식주기 등이 광학현미경 조직표본을 기초로 연구되었다. 정소의 내부조직상은 다수의 곡정세관으로 구성된다. 각각의 곡정세관은 여러개의 소낭 구조를 가지는데 각 소낭내의 생식세포들은 같은 단계의 발달상태를 보인다. 난소내부는 난소외막으로 부터 시작된 여러장의 난소박판으로 구성되어 있다. 난원 세포는 난소박판의 내부상피에서 유래하며, 난모세포로 성장하면서 난소강쪽으로 돌출되어 난병에 의해 난소박판에 연결된다. 생물학적최소형은 암·수 모두 전장 12.5 cm로 조사 되었다. 생식소속도지수는 암 (3.81)·수 (0.23) 모두 10월에 연중 최고치를 나타냈다. 암컷의 생식주기는 성장기 (5~8월), 성숙기 (9~10월), 완숙 및 산란기 (11~12월) 그리고 회복 및 휴지기 (1~4월)로 나눌 수 있다. 수컷의 생식주기는 성장기 (6~8월), 성숙기 (9~10월), 완숙 및 방정기 (11~1월) 그리고 회복 및 휴지기 (2~5월)로 나눌 수 있다.

참 고 문 헌

Beams, H.W. and S.S. Sekhon. 1966. Electron microscope studies on the oocyte of the fresh-water mussel (*Anodonta*), with special reference to the stalk and mechanism of yolk deposition. *J. Morphol.*, 119, 477~502.

Billard, R., A. Fostier, C. Weil and B. Breton. 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Can. J. Aquat. Sci.*, 39, 65~79.

Bradai, M.N. and A. Bouain. 1991. Reproduction of *Scorpaena porcus* and *Scorpaena scrofa* in the Gulf of Gabes. *Oebalia*, 17, 167~180.

Chang, Y.J., H.K. Lim and S.G. Byun. 1995. Gonadal maturation and reproductive cycle in oblong rockfish, *Sebastes oblongus*. *J. Aquacult.*, 8, 31~46 (in Korean).

Chung, E.Y. and T.Y. Lee. 1985. Studies on the reproductive cycle of greenling, *Agrammus agrammus*. *Bull. Nat'l Fish. Univ. Pusan*, 25, 26~42 (in Korean).

Grier, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Am. Zool.*, 21, 345~357.

Lee, J.S., C.M. An and S.H. Huh. 1997. Reproductive cycle of the goldeye rockfish, *Sebastes thompsoni* (Teleos-

tei: Scorpaenidae). *J. Korean Fish. Soc.*, (in press), (in Korean).

Lee, J.S., C.M. An and P. Chin. 1995. Sexual maturation of viviparous teleost surfperch, *Ditrema temmincki*. *Korean J. Ichthyol.*, 7, 150~159 (in Korean).

Lee, T.Y. 1974. Gametogenesis and reproductive cycle of abalones. *Publ. Mar. Lab. Busan Fish. Coll.*, 7, 21~50 (in Korean).

Lee, T.Y. and I. Hanyu. 1984. Reproductive cycle of small filefish, *Rudarius ercodes*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 17, 423~435 (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, 413~431 (in Korean).

Lee, Y.D., S. Rho, Y.J. Chang, H.J. Baek and C.M. An. 1996. Sex differentiation of the rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J. Korean Fish. Soc.*, 29, 44~50 (in Korean).

Lee, Y.D. and T.Y. Lee. 1987. Studies on the reproductive cycle of damselfish, *Chromis notatus*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 20, 509~519 (in Korean).

Matsuura, S., M. Matsuyama, Y. Ouchi and T. Hidaka. 1987. Maturity classification and group maturity of the red sea bream *Pagrus major*. II. Male maturity. *Mar. Biol.*, 96, 169~172.

Michael, J.B. 1992. Annual reproductive cycle of oocytes and embryos of yellowtail rockfish *Sebastes flavidus* (Family Scorpaenidae). *Fish. Bull.*, 90, 231~242.

Mizue, K. 1958. Studies on a scorpaenous fish, *Sebastes marmoratus* Cuvier et Valenciennes-II. The seasonal cycle of mature testis and the spermatogenesis. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.*, 6, 27~38.

Morser, H.G. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastes paucispinis* Ayers, an ovoviviparous teleost (Family Scorpaenidae). *J. Morphol.*, 23, 329~353.

Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai University Press, Tokyo, pp. 1474.

Sasaki, T. and T. Igarashi. 1974. Seasonal changes of the testis and the spermatogenesis of *Sebastes vulpes* Steindachner et Doderlein. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 25, 100~106.

Wiebe, J.P. 1968. The reproductive cycle of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* Gibbon. *Can. J. Zool.*, 46, 1221~1234.

高野和則. 1989. 卵巢の構造と配偶者形成. 水族繁殖學 (隆島史夫, 羽生功 編). 綠書房. 東京. 3~34.

1997년 3월 10일 접수
1997년 7월 3일 수리