

참서대 (*Cynoglossus joyneri*) 암컷의 난소발달 및 생식주기

이정식 · 김성연* · 마경화 · 허성희**

여수대학교 어병학과, *국립수산진흥원 남해수산연구소, **부경대학교 해양학과

Ovarian Development and Reproductive Cycle of the Female Red Tongue Sole, *Cynoglossus joyneri* (Teleostei: Cynoglossidae)

Jung Sick LEE, Sung Yeon KIM*, Kyung Hwa MA and Sung Hoi HUH**

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

*South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Yosu 550-120, Korea

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

Reproductive biology of the female red tongue sole, *Cynoglossus joyneri* was investigated by means of histological methods. Gonadosomatic index (GSI) was the highest in June. Developmental pattern of oocytes was group-synchronous. Egg stalk and yolk nucleus were observed in the early growing oocytes. Reproductive cycle could be classified into the growing (February~May), maturation (May~June), ripe and spent (June~August), and recovery and resting (August~February). The absolute fecundity per individual (TL 28.1~30.8 cm) was 2,197 and relative fecundity per g body weight was 18.0.

Key words: *Cynoglossus joyneri*, GSI, Ovarian development, Reproductive cycle, Egg stalk, Fecundity

서 론

수산동물의 생식기구에 관한 연구는 우선 자연상태에서 각 종의 정확한 생식주기와 이를 지배하는 요인이 밝혀져야 하는데, 이는 자원증식을 위한 기본적인 연구과제이기도 하다.

참서대, *Cynoglossus joyneri*는 가자미목 (Pleuronectiformes), 참서대과 (Cynoglossidae)에 속하는 경골어류이며, 한국 남서해안의 수심 70 m 이내의 연안이나 내만에 주로 서식하는 경제성이 높은 저서 정착성 어류이다 (Chyung, 1977).

참서대과의 생식과 관련된 연구는 매우 적어서 용서대, *Cynoglossus abbreviatus* (Fujita et al., 1986)의 난소 성숙 유도와 참서대, *C. joyneri* (Choi et al., 1995)의 성장과 성숙에 관한 보고가 있을 뿐이다.

따라서 본 연구의 목적은 참서대 암컷의 생식소중량지수 (gonadosomatic index: GSI)의 월 변화, 포란수, 생식주기 및 생식주기에 따른 난모세포의 변화를 조사하여 이들 어류의 자원증식을 위한 기초자료를 제공하기 위함이다.

재료 및 방법

재료는 1998년 5월부터 1999년 4월까지 남해안 여수 인근 해역 (34° 15'~34° 32'N, 127° 30'~128° 00'W)에서 채집하였으며, 이 가운데 Choi et al. (1995)의 보고에 따라 생식이 가능한 전장 25.0 cm 이상의 암컷 169 개체가 분석에 사용되었다.

채집된 재료는 전장 및 체중을 각각 0.1 mm, 0.1 g까지 측정하였다. 그 후 생식소 무게를 0.01 g까지 측정한다 다음, 생식소를

Bouin's fluid에 고정하여 파라핀 절편법에 의해 4~6 μm 두께로 연속절편의 조직표본을 만들었다. 제작된 조직표본은 Mayer's hematoxylin과 0.5% eosin (H-E)의 비교염색을 실시하였다.

GSI는 "생식소 중량×100/전중-생식소 및 내장 중량"의 식으로 구하였다.

난모세포의 발달단계는 Elorduy-Garay and Pamirez-Luna (1994)의 방법에 따랐으며, 성숙도는 5월부터 9월 사이에 성숙단계 이상의 난모세포가 우점하는 난소 및 산란흔적이 있는 난소를 보유한 개체들을 성숙개체로 판정하였다.

포란수 (fecundity)는 성숙기 난소의 결체성조직을 제거한 후 난경 250 μm 이상의 난소에 난모세포의 수를 헤아린 결과이다.

결 과

1. 체장에 따른 성숙도

체장에 따른 성숙도는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 전장 28.1 cm 이상에서는 100% 생식에 참여할 수 있는 것으로 조사되었다.

2. 생식소중량지수 (GSI)의 월 변화

참서대 암컷의 GSI 월 변화는 Fig. 2와 같다. GSI는 5월부터 큰 폭으로 증가하여 6월에는 5.14로 연중 가장 높은 값을 나타냈다. 그 후 7월부터는 계속 감소하여 12월에는 0.51로 연중 가장 낮은 값을 나타낸 후 차츰 증가하는 경향을 보였다.

3. 난소의 외부형태 및 내부구조

난소는 한 쌍의 긴 역삼각형으로 복부 내장의 후방에서 시작되

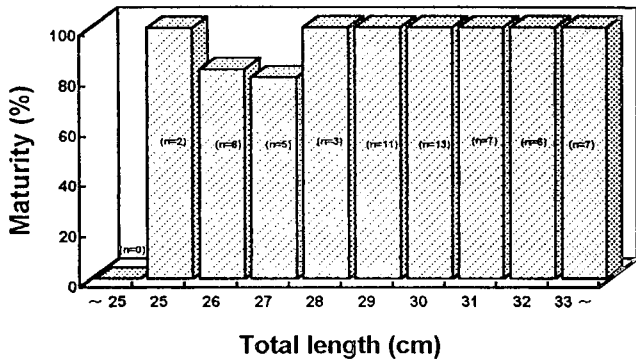


Fig. 1. Maturity with body size of the female red tongue sole, *Cynoglossus joyneri*.

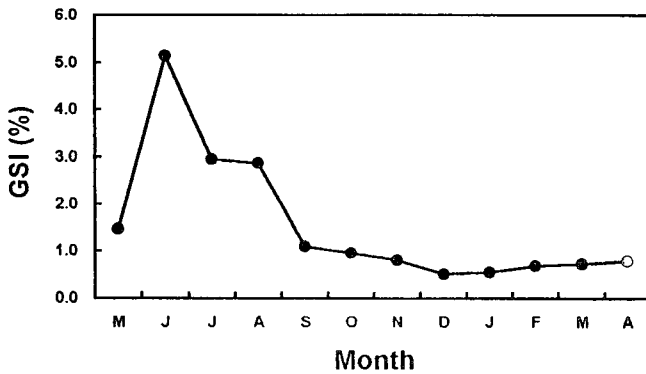


Fig. 2. Monthly change of the gonadosomatic index (GSI) of the female red tongue sole, *Cynoglossus joyneri*.

어 혈관극 (hemal spine)을 중심으로 좌우로 나뉘어 뒷지느러미 바로 위의 근육속에 매몰되어 어체의 후방으로 신장되어 있었다 (Fig. 3).

난소내부는 난소의막으로부터 시작된 결체성조직의 난소소엽들로 구성되어, 이곳에서 난원세포들이 유래한다. 난소소엽의 결체성조직으로부터 난원세포들은 난소소엽의 내강으로 발달하게 되는데, 난황형성 개시기 (initial vitellogenic stage)의 난모세포에서는 난병 (egg stalk)이 확인되었다 (Fig. 4C).

난모세포들의 발달양식은 난군동시발달형 (group-synchronous)이었다 (Fig. 4H).

4. 난모세포의 발달단계

I) 난원세포기 (Oogonial stage)

난원세포들의 크기는 직경 5~15 μm이었으며, 난소소엽 내부의 결체성조직에서 주로 관찰되었다. 세포질은 강한 호염기성을 나타내었으며, 핵은 세포의 약 80% 이상을 차지하며, 핵 내부에서는 염색사가 관찰되었다 (Fig. 4A).

II) 난황형성전기 (Previtellogenic stage)

이 단계에 속하는 난모세포들의 크기는 직경 30~65 μm이었다. 세포질은 여전히 호염기성을 나타내며, 균질화 되어있다. 핵이 차지하는 비율은 약 50%로서 앞 단계에 비해 감소한 상태이며, 인을

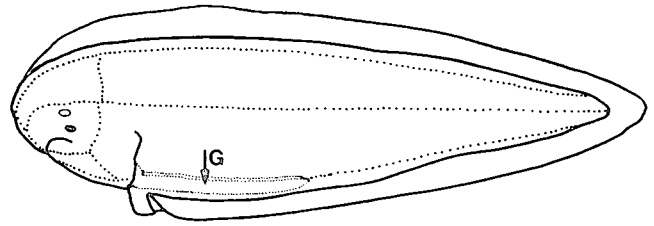


Fig. 3. External morphology and gonad (G) position of the red tongue sole, *Cynoglossus joyneri*.

관찰할 수 있었다 (Fig. 4B).

III) 난황형성 개시기 (Initial vitellogenic stage)

이 시기에 난모세포들의 형태는 자루형태였으며, 그 크기는 직경 80~120 μm이었다. 핵내에는 인의 수가 증가되었으며, 여포세포층이 구별되었다. 세포질은 호염기성이 점차 소실되며, 세포질에서는 미세한 과립들과 소형의 난황포들이 일부 관찰되었다 (Fig. 4C).

IV) 난황형성 활성화기 (Active vitellogenic stage)

난모세포들의 크기는 직경 200~250 μm이었으며, 여포세포층의 발달과 방사대의 구분이 가능하였다. 이 시기는 두 단계로 나눌 수 있다. 초기에는 세포질의 대부분을 소형의 난황포들이 차지하며, 하나의 난황핵 (yolk nucleus)이 관찰되었다 (Fig. 4D). 후기에는 소형의 난황포들은 융합하여 크기가 증가된 상태이며, 세포질에서는 호산성의 난황구들이 관찰되었다 (Fig. 4E).

V) 성숙기 (Maturation stage)

난모세포들의 직경은 약 300 μm이었으며, 잘 발달된 여포세포층과 방사대가 관찰되었다. 핵 주위의 일부 세포질에는 난황과립과 대형의 난황포들이 집중되어 핵의 형태는 불규칙해지며, 세포질의 대부분은 호산성의 난황구들이 차지하고 있었다 (Fig. 4F).

VI) 산란전기 (Prehydrated stage)

산란전의 난모세포들은 직경 400~500 μm이었으며, 잘 발달된 호산성의 방사대를 가진다. 세포질은 일부 난황포와 대부분의 호산성 난황구들로 채워져 있었다. 핵은 불규칙한 형태로 세포질의 한쪽 부위에 치우쳐 있었다 (Fig. 4G).

5. 생식주기

생식주기는 GSI의 월 변화와 각 단계의 난소조직상을 보이는 개체들의 출현율을 기초로 다음과 같이 연속적인 4단계로 구분할 수 있었다 (Fig. 5).

1) 성장기 (Growing stage)

이 단계는 2월부터 5월 사이로 이때의 GSI는 0.68~1.46이었다. 이 시기에는 난황형성 개시기 (III)와 난황형성 활성화기의 난모세포 (IV)들이 주로 관찰되는 개체들의 출현율이 높았다.

2) 성숙기 (Maturation stage)

5월부터 6월 사이로 GSI는 1.46~5.14이었다. 성숙기의 개체들은 주로 성숙기의 난모세포 (V)들과 일부 난황형성 활성화기 난모세포 (IV)들이 우점하는 난소조직상을 보였다.

3) 완숙 및 산란기 (Ripe and spent stage)

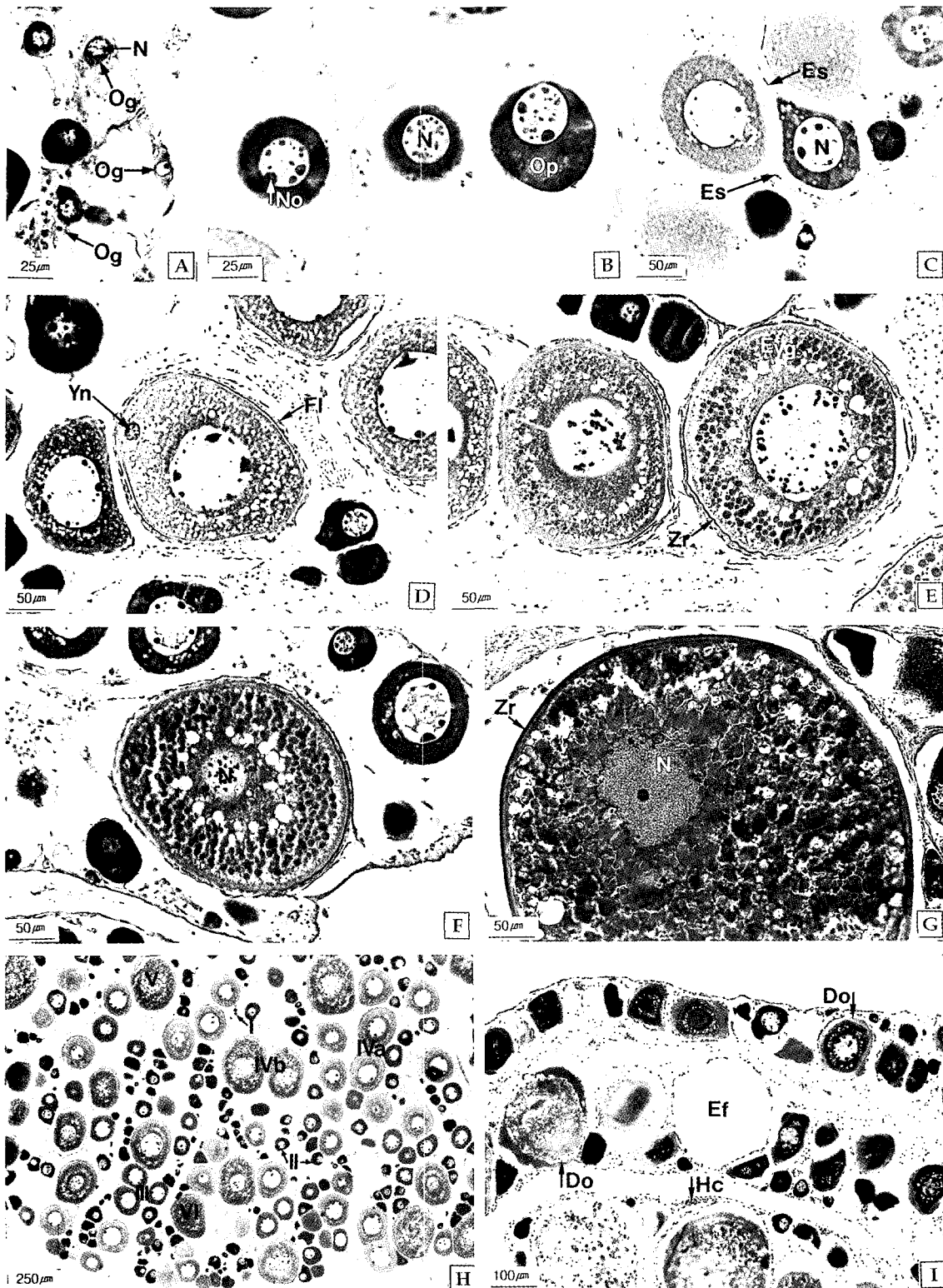


Fig. 4. Oocyte developmental stage of the red tongue sole, *Cynoglossus joyneri*. A: Oogonial stage(I). B: Section of previtellogenic stage(II) showing the homogeneous cytoplasm. C: Initial vitellogenic stage(III). Note the egg stalk(Es). D: Early active vitellogenic stage(IVa). Note the yolk nucleus(Yn) and developed follicle layer(Fl). E: Lately active vitellogenic stage(IVb). Note the eosinophilic yolk globules(Eyg). F: Maturation stage(V). G: Prehydrated stage(VI). H: Section of ripe stage showing the group-synchronous development of oocytes. I: Section of after spawning showing the degenerating oocytes(Do), empty follicle(Ef) and numerous hemocytes(Hc). N: nucleus, No: nucleolus, Og: oogonia, Op: ooplasm, Zr: zona radiata.

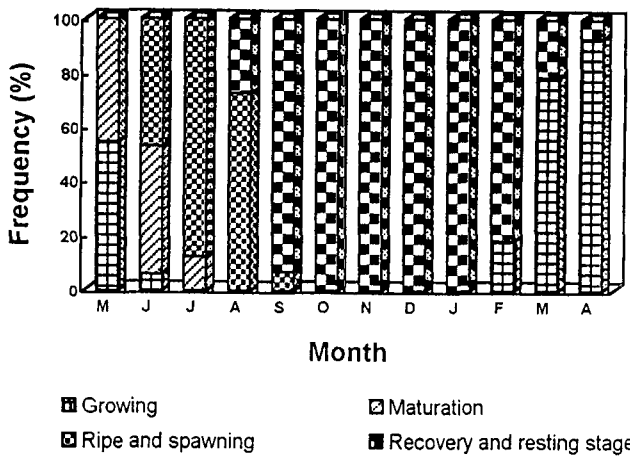


Fig. 5. Monthly change in proportion of individuals with the ovarian developmental stage of the red tongue sole, *Cynoglossus joyneri*.

이 단계는 6월부터 8월 사이로 이때의 GSI는 5.14~2.86이었으며, 주 산란기는 6월말부터 8월초로 조사되었다. 이 단계에 해당하는 개체들의 난소조직상에서는 주로 산란 전 난모세포 (VI)들과 산란 후 잔존 난모세포 및 빈 여포들이 관찰되었다.

4) 회복 및 휴지기 (Recovery and resting stage)

8월부터 2월 사이로 GSI는 2.86~0.68이었다. 회복기 개체들의 난소표본에서는 주로 빈 여포와 난황축적이 시작된 잔존 난모세포들의 퇴화·흡수가 관찰되었으며, 난소내의 혈관과 소엽의 결체조직에서는 많은 혈구들이 관찰되었다 (Fig. 4I). 휴지기의 개체들은 주로 난원세포 (I)와 난황형성전의 난모세포 (II)들이 우점하는 난소조직상을 보였다.

6. 포란수

전장 28.1~30.8 cm의 8개체를 대상으로 조사한 개체당 절대포란수 (absolute fecundity)는 2,197개였으며, 체중 g당 상대포란수 (relative fecundity)는 18.0개로 조사되었다 (Table 1).

Table 1. Fecundity of the red tongue sole, *Cynoglossus joyneri*

Total length (cm)	Body weight (g)	Absolute fecundity (per individual)	Relative fecundity (per g body weight)
28.1	102.3	2,487	23.3
29.1	107.8	2,761	25.6
29.2	118.7	2,334	19.7
29.9	125.3	1,748	14.0
29.9	126.1	2,283	18.1
30.1	142.9	1,872	13.1
30.2	139.7	1,818	13.0
30.8	126.9	2,273	17.9
Mean 29.7	123.7	2,197	18.0

고찰

일반적으로 온대지역에 서식하는 어류의 생식주기는 환경요인 가운데 주로 빛과 수온의 영향을 받으며, 이러한 요인에 의하여 어류의 계절에 따른 산란형태 (seasonal spawning type)는 춘계산란형 (spring spawner), 춘하계산란형 (spring to summer spawner), 추계산란형 (autumn spawner) 및 동계산란형 (winter spawner)으로 구분된다 (Shimizu and Hanyu, 1982; 1983).

본 연구에서 참서대의 주 산란기는 6월말부터 8월초로 조사되었으므로 계절에 따른 산란형태는 춘하계산란형에 속한다.

본 연구에서 조사된 참서대의 난소성숙은 GSI의 단기간의 급격한 증가와 난소 조직상의 빠른 변화로 이루어져 볼 때 단기간에 이루어지는 결과를 보여 춘하계산란형 어류 가운데 *Solea lascaris*와 *S. impar* (Deniel et al., 1989) 그리고 *Atherina boyeri* (Tomasini et al., 1996)와 유사한 형태를 보였다.

참서대의 성장 및 성숙에 관해서 Choi et al. (1995)은 1년어의 크기는 전장 49.0~133.0 mm, 2년어는 128.0~167.0 mm, 3년어는 169.0~202.0 mm, 4년어는 200.0~240.0 mm이며, 생식에 참여할 수 있는 최소 크기는 부화 후 약 20개월 후인 전장 143.5 mm로 보고하였다. 따라서 이러한 보고와 본 연구 결과를 비교했을 때 생식에 완전히 참여 할 수 있는 참서대의 연령군은 4세 이상으로 판단된다.

참서대 난소의 위치와 외부형태는 문치가자미, *Limanda yokohamae* (Lee et al., 1985)와 유사하게 나타났다. 난소의 내부구조는 whitefish, *Caulolatilus princeps* (Elorduy-Garay and Pamirez-Luna, 1994)를 비롯한 대부분의 경골어류에서 볼 수 있는 것처럼 결체성조직인 다수의 난소소엽으로 구성되며, 이곳에서 난원세포들이 유래된다.

참서대의 난모세포 발달과정에서 난병 (egg stalk)과 난황핵 (yolk nucleus)이 관찰되었다. 난병은 주굴감쟁, *Scorpaena miosstoma* (Lee et al., 1997)과 불볼락, *Sebastes thompsoni* (Lee et al., 1998) 그리고 담수산 패류인 *Anodonta* (Beams and Sekhon, 1966)와 새조개, *Fulvia mutica* (Chang and Lee, 1982) 등에서 보고된 적이 있는데, 어류에서 이들의 미세구조와 기능은 언급되지 못했으나, *Anodonta*에서 난병은 난모세포의 외재적 난황축적 (exogenous vitellogenesis)과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되었다 (Beams and Sekhon, 1966).

난황핵 (yolk nucleus)은 "nuage" 또는 "Balbani body" 등의 명칭으로 보고되었는데 (Wallace and Selmen, 1981), 감성가자미, *Liopsetta obscura* (Yamamoto, 1956), 농어, *Lateolabrax japonicus* (Hayashi, 1972), 전어, *Konosirus punctatus* (Kim and Lee, 1984), 불볼락, *Sebastes thompsoni* (Lee et al., 1998)에서 난황핵은 내재적 난황축적 (endogenous vitellogenesis)과 연관 있는 구조로 추측되어, 참서대의 경우에도 난황핵의 출현은 내재적 난황축적과 관계가 있을 것으로 생각된다.

경골어류의 난모세포 발달양식은 종에 따라 다소 차이가 있는데, Wallace and Selmen (1981)은 이를 동시발달형 (synchronous), 난군동시발달형 (group-synchronous), 비동시발달형 (asy-

nchronous)으로 구분하였다.

참서대의 난모세포 발달양식은 성숙단계의 난소내에서 여러 단계의 난모세포들이 관찰되지만, 이 가운데 난황형성 활성기의 난모세포와 성숙 난모세포들이 많은 수를 차지하므로 *Encrasicholina heteroloba* (Wright, 1992) 등의 대부분 경골어류에서 볼 수 있는 난군동시발달형에 속하는 것으로 판단된다.

산란 후 잔존 난모세포의 운명은 난모세포의 발달 정도에 따라 다소 차이가 있는데, 조직학적인 관점에서 그물코쥐치, *Rudarius ercodes* (Lee and Hanyu, 1984)의 경우에는 여포세포가 발달되고 난황축적이 시작된 난모세포는 모두 식세포 작용 (phagocytosis)에 의하여 흡수된다.

본 연구에서 참서대의 경우에도 여포세포의 발달과 난황축적이 시작된 난황형성 개시기 이후의 난모세포에서는 식세포에 의한 퇴화·흡수 과정이 관찰되지만, 난황형성 이전의 난모세포에서는 식세포 과정이 관찰되지 않아 이들은 휴지기를 거쳐 다음의 난모세포 발달 과정에 참여하는 것으로 판단된다.

요 약

참서대 암컷의 생식소중량지수는 6월에 가장 높았다. 난모세포의 발달양식은 난군동시발달형이며, 초기 성장기 난모세포에서 난병과 난황핵이 관찰되었다. 생식주기는 성장기 (2~5월), 성숙기 (5~6월), 완숙 및 산란기 (6~8월) 그리고 회복 및 휴지기 (8~2월)로 구분된다. 전장 28.1~30.8 cm의 개체당 절대포란수는 2,197개였으며, 체중 g당 상대포란수는 18.0개였다.

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.
- Chang, Y.J. and T.Y. Lee. 1982. Gametogenesis and reproductive cycle of the cockle, *Fulvia mutica* (Reeve). *Bull. Korean Fish. Soc.*, 15, 241~253.
- Choi, Y., I.S. Kim, B.S. Ryu, E.Y. Chung and J.Y. Park. 1995. Ecology of *Cynoglossus joyneri* Gunther from the western coast of Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 7, 56~63.
- Chyung, M.K. 1977. The fishes of Korea. Iljisa, Seoul, 727 pp.
- Daniel, C., C. Le Blanc and A. Rodriguez. 1989. Comparative study of sexual cycles, oogenesis and spawning of two soleidae, *Solea lascaris* (Risso, 1810) and *Solea impar* (Bennet, 1831), on the western coast of Brittany. *J. Fish Biol.*, 35, 49~58.
- Elorduy-Garay, J.F. and S. Pamirez-Luna. 1994. Gonadal development and spawning of female ocean whitefish, *Caulolatilus princeps* (Pisces: Branchiostegidae) in the Bay of La Paz, B.C.S., Mexico. *J. Fish Biol.*, 44, 553~566.
- Fujita, S., C. Kitajima and G. Hayashida. 1986. Induction of ovarian maturation and development of eggs, larvae and juveniles of the tonguefish, *Cynoglossus abbreviatus*, reared in the laboratory. *Jap. J. Ichthyol.*, 33, 304~315.
- Hayashi, I. 1972. On the ovarian maturation of the Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. *Jap. J. Ichthyol.*, 19, 243~254.
- Kim, H.B. and T.Y. Lee. 1984. Reproductive biology of a shad, *Konosirus punctatus* (TEMMINCKI et SCHLEGEL). *Bull. Korean Fish. Soc.*, 17, 206~218.
- Lee, J.S., C.M. An and S.H. Huh. 1998. Reproductive cycle of the goldeye rockfish, *Sebastes thompsoni* (Teleostei: Scorpaenidae). *J. Korean Fish. Soc.*, 31, 8~16.
- Lee, J.S., J.C. Kang and S.H. Huh. 1997. Gonad structure and reproductive cycle of the smallmouth scorpionfish, *Scorpaena miostoma* (Teleostei: Scorpaenidae). *J. Korean Fish. Soc.*, 30, 627~633.
- Lee, T.Y. and I. Hanyu. 1984. Reproductive cycle of small filefish, *Rudarius ercodes*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 17, 423~435.
- Lee, T.Y., Y.J. Kang and B.D. Lee. 1985. Reproduction and population dynamics of marbled sole *Limanda yokohamae*. 1. Reproduction. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 17, 423~435.
- Shimizu, A. and I. Hanyu. 1982. Environmental regulation of annual reproductive cycle in a spring-spawning bitterling *Acheilognathus tabira*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48, 1563~1568.
- Shimizu, A. and I. Hanyu. 1983. Environmental regulation of spawning-period in an autumn-spawning bitterling *Pseudoperilampus typus*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 49, 895~900.
- Tomasini, J.A., D. Collart and J.P. Quignard. 1996. Female reproductive biology of the sand smelt in brackish lagoons of southern France. *J. Fish Biol.*, 49, 594~612.
- Wallace, R.A. and K. Selmen. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Am. Zool.*, 21, 325~343.
- Wright, P.J. 1992. Ovarian development, spawning frequency and batch fecundity in *Encrasicholina heteroloba* (Ruppell, 1858). *J. Fish Biol.*, 40, 833~844.
- Yamamoto, K. 1956. Studies on the formations in fish eggs. I. Annual cycle in the developmental of ovarian eggs in the flounder, *Liopsetta obscura*. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 6, 362~373.

2000년 8월 21일 접수

2000년 11월 21일 수리