동사리, *Odontobutis platycephala* (Iwata et Jeon) 수컷의 생식주기에 따른 청소 발달과 혈중 생식소 스테로이드의 변화

이원교・양석우

여수대학교 양식학과

Testicular Development and Serum Levels of Gonadal Steroids Hormone during the Annual Reproductive Cycle of the Male Korean Dark Sleeper, *Odontobutis platycephala* (Iwata et Jeon)

Won-Kyo Lee and Seok-Woo Yang

*Department of Aquaculture, Yosu National University, Chonnam 550-749, Korea*

To clarify annual reproductive cycle of Korean dark sleeper, *Odontobutis platycephala*, we examined the seasonal changes of gonadosomatic index (GSI), testicular development stages and sex steroid hormones in blood from December 1995 to November 1997. Testis was pod-like shape from July to October, and tadpole-like shape from November because of its expanded posterior part. GSI was 0.14～0.18 from July to September and increased to 0.43±0.04 in October and then was not changed significantly until February. GSI was reincreased to 0.52±0.09 from March and then was kept at similar levels until May, but fell down to 0.28±0.05 in June.

As results of histological observation, testis was divided into 3 parts (anterior, boundary, posterior) in the developmental progress of germ cells. In July, the testis was composed of only spermatogonia without seminiferous tubules in most fishes. In the anterior part of testis, the frequency of spermatogenesis stage seminiferous tubules appearing in August was more than 80% from September to December, decreased gradually from January to March and drastically in April, and then disappeared in June. The frequency of spermiogenesis stage seminiferous tubules appearing in December, increased gradually from January to March and drastically to 80% in April, and reached to 90% the highest levels of the year in June. Post-spawning stage seminiferous tubules did not appear throughout the year. The frequency of spermatogonia was 100% and 65% in July and August, and less than 20% in the rest period of the year. In the boundary part, the frequency of spermatogenesis stage seminiferous tubules appearing in August increased from September and reached to 82% in November, decreased from December, and disappeared in March. The frequency of spermiogenesis stage seminiferous tubules appearing in November was less than 18% until February, and increased to 29%～57% from March to June. The frequency of post-spawning stage seminiferous tubules appeared 12%～25% only from March to June. The frequency of spermatogonia was 100% in July, decreased to 85% in August and 10% in November, and increased gradually from December to 50% in April, and decreased again from May to June. In the posterior part, seminiferous tubules with some spermatogonia appeared in a few individuals in July. The frequency of spermatogenesis stage seminiferous tubules increased drastically 80%～85% in August and September, decreased drastically from October to November and remained below 10% until February, and disappeared after March. The frequency of spermiogenesis stage seminiferous tubules appearing in August increased sharply from October and reached to 75% in November.
decreased to 15% in December and no significant changes until March, and disappeared after April. The frequency of post-spawning stage seminiferous tubules appearing very early in November increased to 82% in December and 85% ~ 95% until June. The frequency of spermatogonia was 100% in July, decreased drastically to 15% in August, disappeared from October to March, but reappeared from April and kept at less than 10% until June.

The blood level of testosterone (T) increased gradually from August was 0.61 ± 0.09 ng/ml in November, increased drastically to 3.99 ± 1.22 ng/ml in December and maintained at in similar level until March, and decreased to 0.52 ± 0.14 ng/ml ~ 0.17 ± 0.13 ng/ml in April and May and no significant changes until July (P<0.05). The blood level of 17,20-dihydroxy-4-pregnen-3-one (17,20-P) was surge-like increasing to 0.38 ± 0.03 ng/ml in May, but remained below 0.21 ± 0.03 ng/ml in the rest of year without significant changes (P<0.05).

Taken together these results, the germ cell development of testis progressed in the order of posterior, boundary, anterior part during annual reproductive cycle in Korean dark sleeper. The testicular cycle of Korean dark sleeper was as follows. The anterior part of testis : i.e. spermatogonial proliferation period (July), early maturation period (from August to November), mid maturation period (from December to March), late maturation period (from April to May) and functional maturation period (June) were elucidated. The boundary of testis, i.e. spermatogonial proliferation period (July), early maturation period (from August to October), mid maturation period (from November to February) and the coexistence period of late maturation, functional maturation and post-spawn (from March to June) were elucidated. The posterior of testis, i.e. spermatogonial proliferation period (July), mid maturation period (from August to September), late maturation period (October), functional maturation period (November) and post-spawn period (from December to June) were elucidated. It was showed that the changes of sex steroid hormone in blood played a important roles in the annual reproductive cycle of Korean dark sleeper.

Key words : Annual reproductive cycle, Odontobutis platycephala, Gonadal steroid hormone, Testis, Testicular development
동사리, *Odontobutis platycephala* (Iwata et Jeon) 수컷의 생식주기에 따른 체중, 발달과 혈중 생식소스테로이드의 변화


또한, 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3 one (17α,20β-P)는 배정 및 정자 수증상을 유도하는 것으로 알려졌다 (Ueda et al., 1985; Lou et al., 1986). 이는 생식주기에 있어서 스테로이드 호르몬들의 변화 양상이 매우 중요하다는 것을 의미한다.

따라서 본 실험은, 동사리의 수컷에 있어서 정소의 발달과 스테로이드 호르몬의 변화 양상을 조사하여 생식주기를 보다 명확하게 하기 위하여, 수정한 확보, 기술개발의 기초자료로서의 이용과 우리 고유의 이를 생물학적 실험모델로 정착시키고자 수행하였다.

**재료 및 방법**

동사리, *Odontobutis platycephala*는 1995년 12월부터 1997년 11월까지 경상남도 산청군 경호강에서 전장 14 cm 정도의 7개개 이상의 발달을 징계하여 체취한 후 해상으로 옮겨 실험에 사용하였다. 전장과 체중을 측정하고 미후동물에 서 혈액을 체취하여 4℃에서 10,000× 상기 10분간 원심분리한 후 수동액만 취해 −45℃에서 스테로이드 정량 시간을 보관하였다. 정소는 적절하여 무게를 측정한 다음 Boivin's solution에 고정하였다. paraffin 절단법으로 5 μm 연속절편을 제작하여 Delafield's hematoxylin과 cosin으로 염색하였다. 보다 정밀한 표본은 Technovit resin (Kulser)에 포매하여 1 μm의 절편을 제작하고 toluidine blue 1%로 염색하였다. 생식세포 발달양상은 정소를 전반부, 경질부 및 후반부로 구분하여 각 부위의 단편에서 발달단계별 세정판의 출현빈도 (frequency = 특정단계의 세정판 수× 100/전 전체 세정판 수)를 구하였다. 이와 함께 생식소종량지수 (gonadosomatic index, GSI = 생식소 종량×100/체중) 변화를 종합하고, 高橋 榮 (1989)의 분류기준을 참고하여 생식주기에 각 시기를 판단하였다.

스테로이드 호르몬은 Young et al. (1983)과 Ueda et al. (1985)의 방법에 따라 방사면역측정법 (radioimmunoassay, RIA)으로 측정하였다. 혈장을 diethyl ether 3 ml로 3번 추출하여 (recovery ratio : T = 94%, 17α,20β-P = 93%) 정소가스 하에서 증발시킨 다음 100 μl의 gelatin phosphate buffered saline (GPBS : NH₄PO₄ 11.6 g/l, NaCl 8.8 g/l, Thimerosal 0.1 g/l, Gelatin 1 g/l, pH 7.3, 4℃)로 재구성하였다. 여기에 5,000~6,000 cpm/100 μl의 추적자와 항혈청을 각각 100 μl씩 넣고 잘 섞은 후 4℃에서 17~20시간 배양하였다. 배양 후 dextran coated charcoal 200 μl를 첨가하여 4℃에서 10분간 전량시킨 후 원심분리 (500× g, 10 min, 4℃)하여 상층액만을 counting vial로 옮겼다. 각 vial에 scintillation cocktail (ready safe, Beckman)을 4 ml씩 넣고 β-counter (Beckman, LS 6500)로 측정한 다음 ImmunoFit EIA/RIA program (Beckman)을 이용하여 personal computer에서 농도를 계산하였다. 실험내 (intra-assay)와 실험간 (inter-assay) 변이 계수는 T가 각각 7.4%, 9.4%였으며, 17α,20β-P는 8.7%, 9.4%였다. T의 추적자는 1,2,6,7,17α-hydroxy-progesterone (98 Ci/mmole, Amersham)를, 17α,20β-P의 추적자는 1,2,6,7,17α-hydroxyprogesterone (58.5 Ci/mmole, Amersham)로부터 3α,20β-hydroxysteroid dehydrogenase (Sigma)를 이용해 합성하였다. T의 항혈청은 한양대 윤생말 교수로부터 제공받았으며, 17α,20β-P의 항혈청은 일본기초생물학연구소 Nagahama 교수로부터 제공받았다.

각 실험군간의 통계적 유의성을 Student’s t-test와 Duncan’s multiple-range test로 분석하였으며, P값이 0.05보다 작은 경우를 유의하다고 판단하였다.
결과

1. 수온 및 광주기 변화

동사리 체결지역에 수온과 광주기의 월별 변화를 Fig. 2A에 나타내었다. 조사 기간 중 수온 범위는 1~28℃였다. 12월의 7℃에서 1월에 1℃까지 낮았으며, 2월에는 2℃였다. 이후 수온은 상승하여 3월 8℃, 4월 11℃, 5월 20℃, 6월 23℃, 7월 24℃에 달하였으며 8월에 28℃로 가장 높았다. 9월부터 수온은 9월 25℃, 10월 20℃, 11월에 13℃로 약듬해 1월까지는 하강하는 경향을 보였다.

광주기는 12월에 9.7hL로 가장 짧았으며, 이후 길어지기 시작하여 1월 10.7hL, 2월 11.6hL, 3월 12.5hL, 4월 13.7hL, 5월 14.3hL, 6월에 14.6hL로 가장 길었다. 7월부터 다시 짧아서 11월에는 10.1hL로 12월까지 짧아지는 경향을 보였다.

2. GSI의 변화

동사리 수컷의 년 중 GSI의 변화는 Fig. 2B에 나타내었다. 12월의 GSI는 0.40±0.03으로써 2월까지 큰 변화는 없었고, 3월에 0.52±0.09로 증가해 5월 0.64±0.06까지 높은 수준을 나타내었다 (P<0.05). 그러나 6월부터 0.28±0.05로 감소해 7월부터 9월까지는 0.18±0.0로 약간 GSI가 가장 낮았다. 이후 10월에 0.43±0.04로 증가하여 12월까지 유의한 변화는 보이지 않았다.

3. 정소의 발달 양상

정소의 모양은 시기에 따라 두가지 형으로 나타났다(Fig. 1). 7월부터 10월까지는 큰가지 모양이었는데, 11월부터는 후반부가 비대해서 올랭이와 유사한 형태였다. 정소에서 생식세포 발달은 정액세포증식 단계, 정자형성 단계, 정자원형 단계, 정자발생 후 단계로 구분하였다(Table 1). 그러나 정소 내에서 생식세포의 발달양상은 전반부, 경계부, 후반부에서 다르게 진행되었으며 부분별로 성숙도를 나타내었다(Fig. 4).

전반부: 7월에는 정소에 세정관이 없었으며 정액세포들만이 나타났다(Fig 3a). 정자형성단계의 세정관들은 8월에 출현하여 9월부터 12월까지 그 빈도는 80% 이상이었으며(Fig 3c), 1월부터 3월까지는 점차적으로, 4월에는 극히 감소하여 6

| Table 1. Characteristics of the developmental stages of testis in O. platycephala |
|-----------------|-----------------------------------------------|
| Maturity stage | Histological appearance                     |
| I. Spermatogonial proliferation | Testis was filled predominantly with spermatogonia. Some spermatogonia were scattered between the connective tissues and the other were in small seminiferous tubule. |
| II. Spermatogenesis | The seminiferous tubule was filled with primary spermatocyte and/or secondary spermatocyte |
| III. Spermiosis | The seminiferous tubule was filled with spermatid. |
| IV. Post-spawning | The seminiferous tubule was almost empty and very few residual sperm. |
동사리, *Odontobutis platycephala* (Iwata et Jeon) 수컷의 생식주기에 따른 성장 발달과 혼자 생식소 스테로이드의 변화

![Graph A](image)

**Fig. 2.** Seasonal changes in water temperature, day length (A) and gonadosomatic index (GSI, B) under natural condition in male *O. platycephala*. Each value is mean±SEM.

월에는 나타나지 않았다. 정자생성단계 세정판은 12월부터 출현하여 3월까지 점차적으로(Fig 3c), 4월에 80%로 급격히 증가한 후 6월에 90%로 높은 수준으로 이르렀다(Fig 3g). 그러나 정자발출 후 세정판은 나타나지 않았다. 정신세포들은 7월에 100%, 8월에 65%였으며, 연중 다른 기간에도 계속 존재하였으나 20% 이었다. 따라서 7월은 정신세포증식기간, 8월~11월은 성숙기간, 12월~3월은 성숙시간, 4월~5월은 성숙기간, 6월은 가능적 성숙기간 것으로 보인다.

생계부: 7월에는 정신세포가 없었으며 정신세포들만이 나타났다. 8월부터 정자생성단계 세정판이 출현한 후 11월까지 증가하여 11월에 82%로 이르렀으며, 12월부터 감소하여 3월부터는 나타나지 않았다. 정자생성단계 세정판은 11월에 출현하여 2월까지 18%이었으나, 3월부터 6월까지는 29%~57%로 증가하였다. 정자발출 후 세정판은 3월부터 6월까지 증가하였으며 12월에 12%~25%로 감소하였다. 정신세포는 8월에 85%, 9월에 67%, 10월에 35%, 11월에 10%로 감소하였으며 1월부터는 점차적으로 증가하여 4월에 50%를 보인 후 6월까지 다시 점차적으로 감소하였다. 따라서 7월은 정신세포 증식기간, 8월~10월은 성숙기간, 12월~2월은 성숙증식기간, 3월~6월은 성숙후기 기능적 성숙기로 후반식기의 초기 동안에 나타난 것으로 보인다.

후반부: 7월부터 일부의 개체에는 수개의 정신세포를 지닌 세정판이 출현하였다(Fig 3b). 정자생성단계 세정판은 8월에 80%, 9월에 85%이었으나, 10월부터는 급격히 감소하여 11월부터 2월까지 10%이었으며 3월부터는 나타나지 않았다. 정자생성단계 세정판은 8월에 출현하여 10월부터 급격히 증가하여 11월에 75%에 이르렀으며 (Fig. 3d), 12월에는 15%로 급격히 감소한 후 3월까지는 유의한 변화를 보이지 않았으며 4월부터는 나타나지 않았다. 정자발출 후 세정판은 11월에 출현하여 12월에 82%로 급격히 증가한 후 6월까지 85%~95%로 높은 수준을 유지하였다 (Fig 3e, 3h). 정신세포들은 8월에 15%로 감소하여 10월부터 3월까지는 나타나지 않고 4월부터 다시 출현하여 6월까지 10%이하로 멀쩡했다. 따라서 7월은 정신세포증식기간, 8월~9월은 성숙기간, 10월은 성숙기간, 11월은 기능적 성숙기간, 12월~6월은 후반식기로 보인다.

4. 혼자 스테로이드의 변화

동사리 수컷의 혼자 T와 17α,20β-P의 농도 변화는 Fig. 5에 나타내었다.

혼자 T의 변화는 12월에 3.99±1.22 ng/ml였으며, 3월까지는 유의한 변화는 없었다. 그러나 4월부터 0.52±0.14 ng/ml로 낮아져 5월에는 0.17±0.13 ng/ml였으며 이 후 7월까지 비슷한 수준이었다 (P<0.05). 그러나 8월에는 0.42±0.20 ng/ml, 11월에는 0.61±0.09 ng/ml로 원인하게 증가하였으며 12월에 급격히 증가하였다 (P<0.05).

혼자 17α,20β-P의 변화는 12월에 0.19±0.01 ng/ml였으며, 4월에서는 0.19~0.20 ng/ml로 유의한 변화는 없었다. 5월에 0.38±0.03 ng/ml로 급격히 상승하여 연중 가장 높은 농도를 나타냈고 6월에는 0.19±0.04 ng/ml로 감소한 후 11월까지
동사리, Odontobutis platycephala (Iwata et Jeon) 수컷의 생식주기에 따른 정소 발달과 혈중 생식소 스테로이드의 변화

Fig. 3. Seasonal changes of germ cell development in the anterior part (a, c, e, g) and posterior part (b, d, f, h) of testis in O. platycephala. Scale bars indicate 100μm. a: the anterior part of testis in July (spermatogonial proliferation period). Note the spermatogonia between connective tissues without seminiferous tubules; b: the posterior part of testis in July, (spermatogonial proliferation period). Note seminiferous tubules with some spermatogonia; c: the anterior part of testis in October (early maturation period). Note spermatogonia and spermiogenesis stage seminiferous tubules; d: the posterior part of testis in October (late maturation period). Note spermiogenesis stage and spermiogenesis stage seminiferous tubules. Small micrographs were 5 times high magnification of marking sites (→): e: the anterior part of testis in December (mid maturation period). Note spermiogenesis stage and spermiogenesis stage seminiferous tubules; f: the posterior part of testis in December (post-spawn period). Note post-spawning stage seminiferous tubules. Small micrograph was 2 times high magnification of marking site (*): g: the anterior part of testis in April (late maturation period). Note spermiogenesis stage seminiferous tubules; h: the posterior part of testis in April (post-spawn period). Note spermiogenesis stage seminiferous tubules: IC: interstitial cell; RS: residual sperm; S: spermatoozoa; Sc: spermatocyte; Sg: spermatogonia, St: spermatid.

유의한 변화는 보이지 않았다(P<0.05).

고 참

동사리 수컷의 생식주기에 있어서 생식세포의 발달은 정소 부위에 따라 각각 다른 양상을 보였으며(Fig. 4), 후반부에서부터 진행되는 것으로 나타났다. 전반부에서는 정자발출 후에 정자를 나 타나지 않아 후반부가 없이 8월~11월은 성숙초 기, 12월~3월은 성숙중기, 4월~5월은 성숙후기, 6월은 기능적 성숙기, 7월은 정원세포증식기로 구분되었다. 이는 기능적 성숙기에서 정원세포증 식기에로의 진행이 짧은 기간동안에 이루어지기 때문으로 추정된다. 정체부에서는 7월이 정원세포 증식기, 8월~10월은 성숙초기, 12월~2월은 성숙중기에 이어서 3월부터 6월까지 성숙후기·기능 적 성숙기·후반식기의 거의 동시에 출현하였다. 동사리 양식의 산란기간은 4월에서 6월까지의 것으로 알려져있다(Lee, 두고중). 따라서 이 부분이 자연상태에서 수정이 일어나는데 있어서 중요한 것으로 생각된다. 후반부에서는 7월이 정원세포증 식기, 8월~9월이 성숙중기, 10월이 성숙후기, 11 월이 기능적 성숙기, 12월~6월이 후반식기로 나 타나 이 부분은 자연상태에서의 수정에 기여하지 않는 것으로 생각된다. 생식주기에 따른 동사리 정소의 생식세포 발달 양상은 생물학적으로 매우 흥미롭기 때문에 보다 더 연구가 수행되어야 할

Fig. 4. Monthly changes of frequency of seminiferous tubule maturity stages in each part of testis and reproductive cycle. SP: spermatogonial proliferation stage; EM: early maturation stage; MM: mid maturation stage; LM: late maturation stage; M: functional maturation stage; PS: post-spawn stage. See table 1 for germ cell development stage of seminiferous tubule.
것이다.

어류의 정서는 정청세포 비균형형과 균형형 또는 lobula type과 tubular type으로 제안되었다 (Grier et al., 1980 : Billard et al., 1982). 그러나 최근 Callard (1991)는 작주동물의 정서는 tubular type (포유류, 조류, 파충류)와 한쪽이 막힌 난형태의 lobular type (양서류, 경질어류)로 제안하였다. Grier (1993)는 이를 보완하여 경질어류에서 anastomosing tubular type와 lobular type으로 구분하였으며, lobular type은 세정관 한단면에서 정자가 형성되어 논단계가 동시에 진행되는 hollow lobule type이고 한단면에서 동일한단계가 나타나는 solid lobule type로 세분하였다. 동사라 정서는 세정관 한 위치에서 여러 발생 단계의 포낭이 동시에 나타나 hollow lobule type에 속한다고 볼 수 있다 (Fig. 3c).

어류의 생식기능을 제어하는 환경요인으로는 수온과 광주기가 중요한 것으로 알려져 있다 (Aida, 1991 : Lam, 1983). 그러나 이중에 따라 운도와 광주기가 생식세포발달에 미치는 영향은 다르다는 것으로 알려져 있다 (Nishi and Takano, 1979 : Shimizu and Hanyu, 1982 : Asahina and Hanyu, 1983 : Lee and Kim, 1987). 동사라에서는 7월에 정서에서 정청세포들만이 출현하였으며, 8월에 정자형성이 시작되었다. 이때 GSI는 0.14±0.02에서 0.18±0.02로 유의한 차이를 보이지 않았으나 수온은 24°C에서 28°C로 상승하였으며, 광주기는 13.9hL에서 12.95hL로 줄어들었다 (Fig. 2). 따라서 이기간 동안의 운도와 광주기의 변화가 정자형성 개시에 중요한 것으로 생각되며, 사육실험을 통해 보다 더 연구가 수행되어야만 정확한 사실을 알 수 있을 것이다.

많은 어류에서 T는 정자형성을 동반하여 정자원성이 시작되면 낮아져서 정자형성이 중요한 역할을 수행하는 것으로 제안되었다 (Fostier et al., 1983). 이어리에서는 정자형성을 보다 배정파에 중요한 역할을 수행한다는 보고도 있다 (Matsuyama et al., 1991). 동사라에서는 T는 12월부터 급격히 증가하여 3월까지 3.26 ng/ml~3.99 ng/ml을 보인 후 4월에 급격히 감소하여 나머지 기간동안은 0.72 ng/ml 이하에 머물렀다 (Fig 5). 12월부터 3월까지의 정서의 전반부와 경계부에서는 정자형성단계의 세정관의 비율이 높은 것으로 보아 정자형성에 중요한 역할을 수행하는 것으로 생각된다.

![Fig. 5. Seasonal changes in serum testosterone, 17α, 20β-P (17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one) levels in male O. platycephala. Each value is mean±SEM.](image)

17α,20β-P는 어류와 이어리에서 배정을 유도하는 것으로 알려졌다 (Ueda et al., 1985 : Lou et al., 1986). 동사라에서는 17α,20β-P는 5월에 0.38 ng/ml로 surge 형태의 peak를 보이며, 나머지 기간은 0.23 ng/ml 이하였으며, 정자형성 및 출생은 11월부터 6월까지 일어나기 때문에 17α,20β-P의 정확한 역할은 전 실험과정보다는 알 수 없었다. 어귀 어류에서 11-KT가 주요 androgen으로 알려졌다 (Yoshikuni and Nagahama, 1991 : Miura et al., 1991). 따라서 이에 대한 연구가 더 진행되어야만 동사라의 정자발달에 미치는 스테로이드 호르몬들의 역할을 보다 더 확실하게 밝힐 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

동사라, Odontobutis platycephala 수컷의 명확한 생식기능을 밝히고자 1995년 12월부터 1997년 11월까지 생식소 중량지수 (gonadosomatic index, GSI), 정자의 발달양상 및 혈중 성ステ
로이드 호르몬 변화양상을 조사하였다. 정소의 모양은 7월부터 10월까지는 공격적 모양이었는데, 11월부터는 후반부가 비대해서 움직이와 유사한 형태였다. GST는 7월부터 9월까지 0.14~0.18였으나, 10월에서 0.43±0.04로 증가하여 2월까지 유의한 변화를 보이지 않았으나, 3월에는 0.52±0.09로 증가하였으며, 5월에서는 비슷한 수준에 머무르다가, 6월에는 0.28±0.05로 낮아졌다.

생식주기에 따른 정소의 생식세포 발달은 전반부, 경제부, 후반부에서 다른 양상을 보였다. 7월의 대부분 개체의 정소는 세정관이 없었으며, 정자형 성광은 아직 시작되지 않은 상태로 정자형세포들 만을 볼 수 있었다. 전반부에서 정자형성단계의 세정관들은 8월에 출현하여 9월부터 12월까지는 80% 이상으로 되었으며 1월부터 3월까지는 점차적으로, 4월에는 급격히 감소하여 6월에는 나타나지 않았다. 정자형성단계 세정관은 12월부터 출현하여 3월까지 점차적으로, 4월에 80%로 급격히 증가하고 6월에는 90%로 높은 수준을 이르렀다. 그러나 정자발추 후 세정관은 나타나지 않았으며, 정주형세포들은 7월에 100%, 8월에 65%였으나 나머지 기간에는 20%이하로 떨어졌다. 경제부에서도 8월부터 정자형성단계 세정관이 출현한 후 매월 증가하여 11월에 82%이 높았으며 12월부터 감소하여 3월에는 나타나지 않았다. 정자형성단계 세정관은 11월에 출현하여 2월까지는 18%이하였으나, 3월부터 6월까지 29%~57%의 수준을 보였다. 정자발추 후 세정관은 3월부터 6월까지 12%~25%로 나타났다. 정주형세포는 8월에 85%, 9월에 67%, 10월에 35%, 11월에 10%로 감소하였으며, 1월부터는 점차적으로 증가하여 4월에 50%를 보인 후 6월까지 다시 점차적으로 감소하였고, 후반부에서는 일부 개체에서 수개의 정주형세포가 지닌 세정관이 7월부터 출현하였다. 정자형성단계 세정관은 8월에 80%, 9월에 85%였으나 10월에는 급격히 감소하여 11월에서 2월까지는 10%이하였으며, 3월부터는 나타나지 않았다. 정자형성단계 세정관은 8월에 출현하여 10월부터 급격히 증가해 11월에 는 75%이 이르렀고 12월에는 15%로 급격히 감소하여 3월까지 유의한 변화를 보이지 않았으며 4월부터는 나타나지 않았다. 정자발추 후 세정관은 11월에 출현하여 12월에 82%로 급격히 증가한 후 6월까지 85%~95%로 높은 수준을 유지하였다. 정주형세포들은 8월에 15%로 감소하였으며 10월부터 3월까지는 나타나지 않았다. 그러나 4월부터 다시 출현하여 6월까지 10%이하에 머물렀다.

형중 testosterone (T)의 농도는 8월부터 완만하게 증가하여 11월에 0.61±0.09 ng/ml로 되었으며, 12월부터는 3.99±1.22 ng/ml로 급격히 상승하여 3월까지 높은 수준을 유지했다. 그러나 4월에 0.52±0.14 ng/ml로 감소하기 시작하였으며, 5월에 0.17±0.13 ng/ml로 낮아진 후 7월까지 유의한 변화는 보이지 않았다(P<0.05). 17α,20β-dihydroxy-4-pregnene-3-one (17a,20β-P)은 12월에 0.19±0.01 ng/ml로 약간 감소하였으며, 4월까지는 유의한 변화는 보이지 않고, 5월에 0.38±0.03 ng/ml로 급격히 증가하여 peak에 달하였다. 6월에는 0.19±0.04 ng/ml로 떨어졌으며, 11월까지 유의한 변화는 보이지 않았다(P<0.05).

이상의 결과를 종합하면 동사리의 정소의 부위에 따라 각각 다른 발달양상을 보였다. 즉 전반부에서는 7월이 정주형성단계 움직임, 8월~11월은 성숙 초기, 12월~3월은 성숙중기, 4월~5월은 성숙후기, 6월은 가능성 성숙기로 구분되었다. 경제부에서는 7월이 정주형성단계 움직임, 8월~10월은 성숙 초기, 11월~2월은 성숙중기였으며, 3월~6월은 성숙 초기~ 가능성 성숙기~후반식기의 특이성을 통해 결과를 확인하였다. 후반부에서는 7월이 정주형성단계 움직임, 8월~9월은 성숙중기, 10월은 성숙후기, 11월은 가능성 성숙기, 12월~6월은 후반식기로 구분되었다. 이러한 생식주기에 변화는 스테로이드 호르몬의 변화 양상과 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.


