

## 수온과 광주기에 의한 볼락 (*Sebastes inermis*)의 번식주기 조절

고창순 · 장영진\* · 임한규\* · 김종현\*\* · 조기채\*\*  
국립수산진흥원 여천수산종묘배양장 · \*\*거제수산종묘배양장, \*부경대학교 양식학과

## Controlled Reproductive Cycle of Rockfish (*Sebastes inermis*) by Water Temperature and Photoperiod

Chang Soon KO, Young Jin CHANG\*, Han Kyu LIM\*, Jong-Hyun KIM\*\* and Kee Chae CHO\*\*  
Yochon Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute, Yosu 556-905, Korea  
\*Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea  
\*\*Keoje Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute, Keoje 656-840, Korea

Experiments on the control of rockfish, *Sebastes inermis* reproduction were performed by artificially changed water temperature (WT) and photoperiod (PP).

The experiments were divided into three conditions; artificial changes of both WT and PP delayed two months against their natural variations (Exp.I), natural WT and PP replaced with artificial light (Exp.II) and natural WT and PP (Exp.III) from September to April (220 days).

Initial gonadosomatic index (GSI) in female groups of experiments was 0.2. Female GSI of responded group in Exp.I began to increase from December and reached the highest value in February with 15.0, while the unresponded group kept the lower value during the experimental period. Female GSI of Exp.II and Exp.III reached the highest values in January with 13.0 and 14.7, respectively. Male GSI of Exp.I reached the maximum in October, and that of Exp.II and III reached the maximum in November and then rapidly decreased. Among the experimental groups, male GSI did not show the different tendency. Monthly changes of hepatosomatic index in both sexes showed the reciprocal tendency with those of GSI. The control of WT and PP did not affect on the changes of HSI and condition factor of rockfish. From the histological observations, maturation of ovary was delayed by the changes of WT and PP, but that of testis was not influenced.

Judging from the above results, the maturation and parturition of female rockfish could be delayed one or two months by artificial changes of WT and PP.

**Key words:** rockfish, *Sebastes inermis*, water temperature, photoperiod, reproduction control

### 서 론

양식어류에 있어 인위적인 성숙 조절은 생산자의 임의에 따라 산란을 유도하여 연중 종묘생산이 가능하도록 하고, 종묘의 방양시기를 조절할 수 있기 때문에 종묘수급에 안정을 기할 수 있다. 이와 같이 어류의 성숙·산란 조절을 통한 종묘생산 시기의 조절은 어류양식의 생산성 향상에 크게 도움을 줄 것으로 기대된다.

어류의 번식시기를 조절하는 일반적인 방법으로는 온도 조절, 광주기 조절 및 호르몬 처리 등이 있으며, 해수 어류의 인공 종묘생산에서 참돔 (*Pagrus major*)과 넙치 (*Paralichthys olivaceus*) 등의 몇몇 어종에서 실용적으로 도입되고 있다. 참돔의 경우, 가온에 의해 조기산란이 유도된 바 있고 (Fukusho et al. 1986), 넙치에서는 장일처리에 의한 조기채란 (大分縣栽培漁業センタ- 1984; 伊島 等 1986)과 광주기 조절에 의한 자연산란 유도 (Min 1988) 및 수온과 광주기 조절에 의한 산란유도 (Kim and Hur 1991) 등이 연구된 바 있다. 그러나 연안수역에서 자원

조성용 어종으로 유망한 볼락 (*Sebastes inermis*)과 같은 새끼를 낳는 어류의 성숙조절에 관한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다. 더욱이, 볼락은 저수온기인 12월부터 이듬해 1월까지 자어를 출산하므로 종묘생산시 먹이 생물 배양과 자치어 사육에 가온비가 많이 소요된다. 따라서 볼락의 종묘생산이 수온 상승기인 봄철에 이루어질 수 있도록 어미의 출산시기를 인위적으로 조절할 수 있는 방법의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 조절된 수온과 광주기가 볼락의 성숙과 번식주기에 미치는 영향을 파악하여, 출산 조절의 가능성을 검토하고 보다 효과적인 종묘생산을 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

### 재료 및 방법

실험어는 거제도 남부해역에서 자연산 치어를 잡아 두리에서 사육한 3년생 볼락어미 480마리로 크기는 전장

16.6~19.4 cm, 체중 92.6~161.3 g이었다. 실험은 1994년 9월부터 1995년 4월까지 국립수산물진흥원 거제수산종묘배양장에서 이루어졌다.

실험구로는 Fig. 1에서 보는 바와 같이, 9월부터 수온과 광주기를 자연조건 보다 각각 2개월 늦춘 조건 (Exp.I), 인공광으로 자연 광주기와 동일하게 조절하면서 자연 수온으로 유지한 조건 (Exp.II) 및 자연 수온과 자연 광주기의 조건 (Exp.III)으로 구분된 반복 실험구를 설정하였다. 인공광의 광원으로는 백열등을 사용하였으며, 수온은 온도조절기가 부착된 전기히터로 조절하였다. 각 실험구의 사육수조는 1톤 용량의 원형수조였으며, 인위적인 광주기 조절 실험구의 수조위에는 캔바스를 원뿔 모양으로 둘러 씌워 수조 외부로부터 빛을 차단하였으며, 인공광의 조도는 수조 중앙이 90 Lux, 가장자리가 70 Lux되도록 하였다.

사육기간중 실험어의 먹이는 냉동 전갱이와 넙치 육성용 분말사료를 1:1의 비율로 혼합한 습사료로서, 매일 1회 오전 10시에 어체중의 1~2%를 공급하였다.

매월 1회 각 실험구에서 실험어를 10마리씩 무작위로 잡아내어 전장, 체중, 생식소 및 간의 무게를 측정하였고, 측정된 자료를 이용하여 실험구별 어미의 생식소중량지수 (GSI=생식소무게×100/어체중), 간중량지수 (HSI=간무게×100/어체중) 및 비만도 (CF=어체중×1000/전장<sup>3</sup>)를 계산하였다.

생식소의 조직표본 제작을 위하여 적출한 난소와 정소를 Bouin 용액으로 고정하였다. 이후, 상법에 따라 만들어진 4~6 μm 두께의 paraffin 연속절편을 Hansen's hematoxylin과 5% eosin으로 대비염색하여 조직표본을 만들었으며, 이를 광학현미경으로 관찰하여 생식소의 발달 단계를 구분하였다. 난소의 발달단계 구분은 Yamamoto and Yamazaki (1961)의 방법을 준용하여 염색인기, 주변인기, 전난황형성기, 난황형성기, 성숙기 임신기 및 회복기의 7단계로 나누었고, 정소의 발달단계는 정원세포기, 정모세포기, 정세포기, 정자기 및 휴지기의 5단계로 구분하여 관찰하였다.

결 과

GSI

암컷의 GSI는 Fig. 2에서와 같이, 모든 실험구에서 실험개시시인 9월에 0.2 ± 0.1이었으며, 11월까지 서로 큰 차이를 보이지 않다가 12월에 Exp.II와 III에서 급격히 상승하였다. 그러나 Exp.I에서는 전 실험기간을 통하여 수온과 광주기의 변화에 반응하여 난소가 지연발달하는

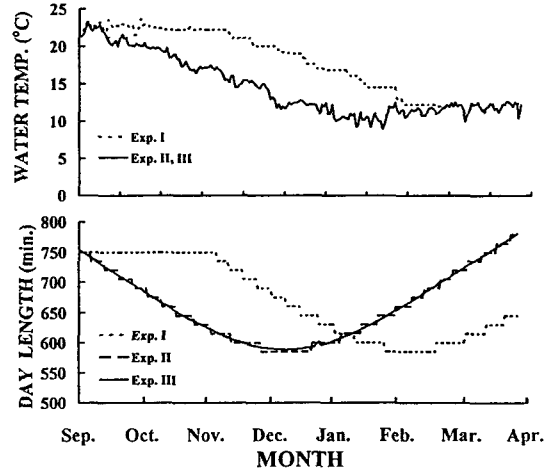


Fig. 1. Changes of water temperature and photoperiod in three conditions during the experimental period.

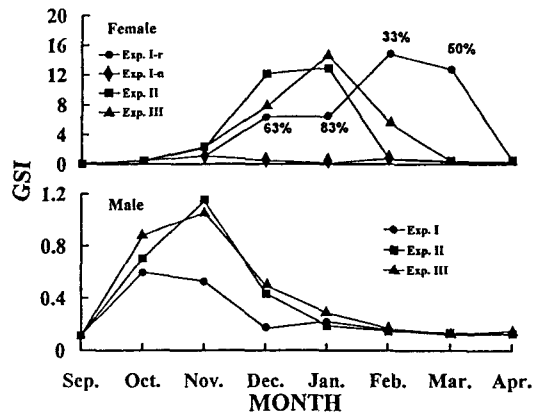


Fig. 2. Monthly changes of gonadosomatic index (GSI) of *Sebastes inermis* reared under the three experimental conditions. Exp.I-r: responded, Exp.I-n: non-responded. The percentages in upper figure indicate proportions of responded individuals to artificial changes of water temperature and photoperiod.

개체들 (Exp.I-r)과 난소발달이 중단된 개체들 (Exp.I-n)로 나뉘어졌다. 12월에 Exp.I의 63% 개체들 (Exp.I-r)에서 평균 GSI는 6.4 ± 1.3으로 높아진 반면, 나머지 37% (Exp.I-n)는 0.5 ± 0.2로 실험개시시와 비슷한 수준에 머물렀다. 이후 1월에는 Exp.II에서 13.0 ± 4.0, Exp.III에서 14.7 ± 3.6으로 최고값을 보였으나, Exp.I에서는 83%의 실험어 (Exp.I-r)가 6.3 ± 3.6으로 12월의 GSI와 비슷한 수준에 머물렀다. 2월의 GSI는 Exp.II와 III에서 급격히 낮아진 반면, Exp.I에서는 33%의 실험어 (Exp.I-r)가 15.0 ± 8.4로 최고값을 보였으며, Exp.I-n의 개체들은 여전히

실험개시시의 수준에 머물렀다. 3월의 GSI는 Exp.I에서 50% 실험어 (Exp.I-r)가  $12.8 \pm 9.6$ 으로 높은 값을 나타내었으나, Exp.II와 III에서는 0.4 이하의 낮은 값을 보였다. 수컷의 GSI (Fig. 2)는 실험개시 시기인 9월에 모든 실험구에서  $0.1 \pm 0.1$ 이었던 것이 10월에는  $0.6 \sim 0.9$ 로 높아졌다. Exp.I에서는 10월에 최고값을 보였으며, 11월에는 Exp.II와 III에서 각각  $1.2 \pm 0.5$ 와  $1.1 \pm 0.2$ 로 실험기간 중 최고값을 나타내었다. 12월의 GSI는 모든 실험구에서  $0.2 \sim 0.5$ 로 급격히 낮아지기 시작하여, 1월 이후부터는  $0.2 \sim 0.3$ 으로 실험개시시의 수준으로 감소하였다.

### HSI

암컷의 월별 HSI 변화를 보면, Fig. 3과 같이 모든 실험구에서 9월에  $2.2 \pm 0.5$ 였다가 10월에  $2.5 \sim 3.2$ 로 증가하였다. 11월에는 10월과 비슷한 수준이었으며, 이후 각 실험구에서의 HSI는 낮아지는 경향을 나타냈다. 1월에 Exp.I-r에서는  $1.3 \pm 0.8$ 로 낮아진 반면, Exp.I-n에서는 0.6 이하로 실험기간 중 최저값을 나타냈다. 이후 3월에 Exp.I-r에서는 0.9로 최저값을 보인 데 비해, Exp.I-n에서는  $2.1 \pm 0.4$ 로 높은 HSI를 나타냈다. 수컷의 HSI는 모든 실험구에서 11월과 12월에  $1.4 \sim 1.5$ 로 최저값을 보였다. 이후 Exp.II와 III에서 1~2월에  $1.7 \sim 3.1$ 로 실험기간 중 가장 높았으나, Exp.I에서는 1월부터 4월까지 HSI 범위 1.7~3.0에서 서서히 높아지는 경향이 있었다.

### 비만도

실험어의 월별 비만도는 암컷 18.0~22.1, 수컷 17.5~21.8의 범위로 실험구들 사이에 큰 차이를 보이지 않았다. 암컷의 경우, 1월에 Exp.I-r, Exp.II 및 III에서 높았으나 Exp.I-n에서는 전 실험기간 동안 가장 낮은 비만도를 보였다 (Fig. 4).

### 생식소 발달

난소: 각 실험구에서 난소의 월별 조직상을 관찰한 결과 (Fig. 5), 9월에는 모든 실험구의 난소가 염색인기에서 난황형성기까지의 다양한 난모세포들로 구성되어 있었다. 이로부터 2개월후인 11월의 Exp.I-r에서는 세포질내에 난황구들이 축적되고 있는 난황형성기 난모세포들로 충만한 난소 조직상을 보였으나, Exp.II와 III에서는 난황구들의 축적이 완료되어 난핵포 (germinal vesicle)가 붕괴되는 성숙기 난모세포들로 구성되어 있었다. 1월의 난소조직을 보면 Exp.I-r에서는 11월의 Exp.II와 III에서 관찰된 조직상과 같이 최종성숙 (final maturation)에 달한 난모세포를 가진 난소로 발달하였다. 그러나 Exp.II와

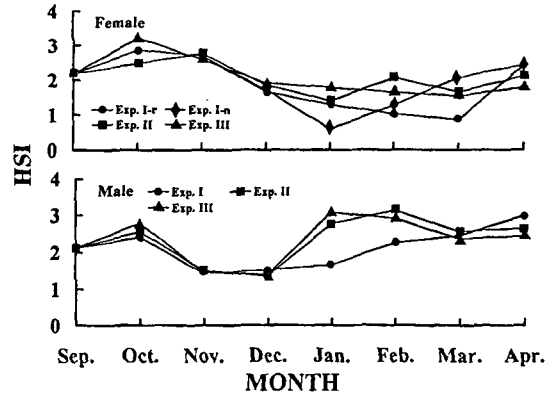


Fig. 3. Monthly changes of hepatosomatic index (HSI) of *Sebastes inermis* reared under the three experimental conditions. Exp.I-r: responded, Exp.I-n: un-responded.

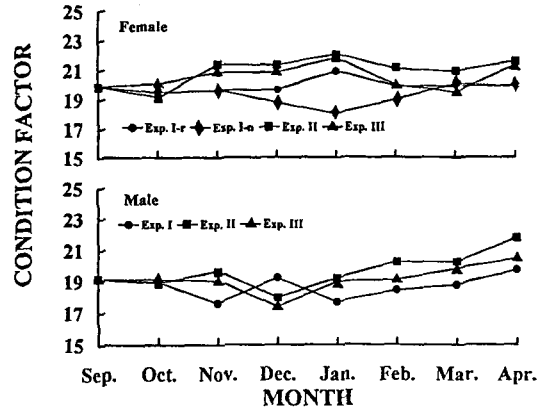


Fig. 4. Monthly changes of condition factor of *Sebastes inermis* reared under the three experimental conditions. Exp.I-r: responded, Exp.I-n: un-responded.

III에서는 이미 배란이 종료되어 수정후 발생중인 배 (embryo)와 난황이 관찰되었다. 특히 Exp.III의 조직상에서는 배체의 머리가 분화되면서 머리 뒤쪽에는 소화관이, 배체의 꼬리 부분에서는 신경관 (neural tube)과 근절 (myotome)이 발달하고 있었다. 이로부터 2개월후인 3월의 Exp.I-r에서는 1월의 Exp.II와 III에서 관찰된 조직상과 같이 발생중인 배가 관찰되었다. 그러나 Exp.II와 III에서는 출산후 난소의 박판 상피가 다시 두꺼워지기 시작하고, 미발달한 잔존 난모세포와 퇴화된 여포가 관찰되는 회복기를 맞이하였다.

월별로 조사된 모든 개체들의 난소 발달단계를 구분한 결과 (Fig. 6), 실험개시후 2개월째인 11월에 Exp.I-r에서는 25.1%의 난황형성기 난모세포로 구성된 난소를 가진

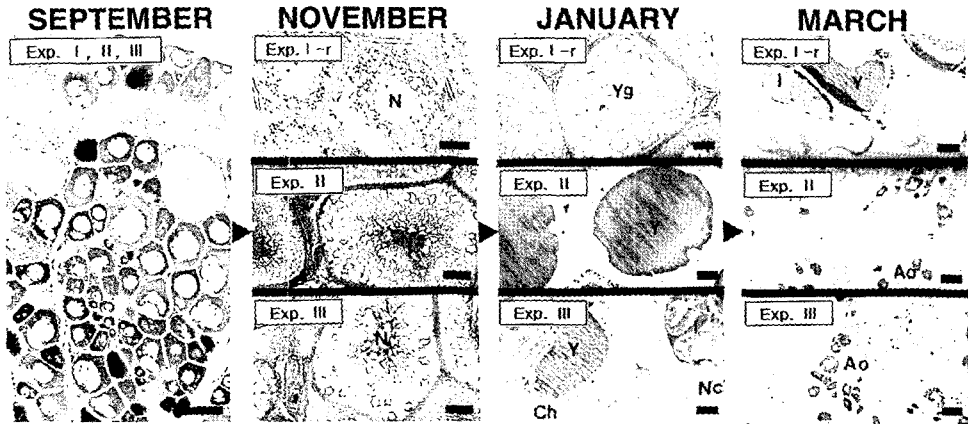


Fig. 5. Section of the ovary of *Sebastes inermis* in September, November, January and March. Exp.I, II and III in September : perinucleolus stage, Exp.I-r in November: previtellogenic stage, Exp.II and III in November: vitellogenic stage, Exp.I-r in January: vitellogenic stage, Exp.II and III in January: gestation stage, Exp.I-r in March: gestation stage, Exp.II and III in March: recovery stage. Exp.I-r: responded group in Exp.I. Ao: atretic oocyte, Ch: chorion, I: intestine, N: nucleus, Nc: notochord, Y: yolk, Yg: yolk globule. Bar=100  $\mu$ m.

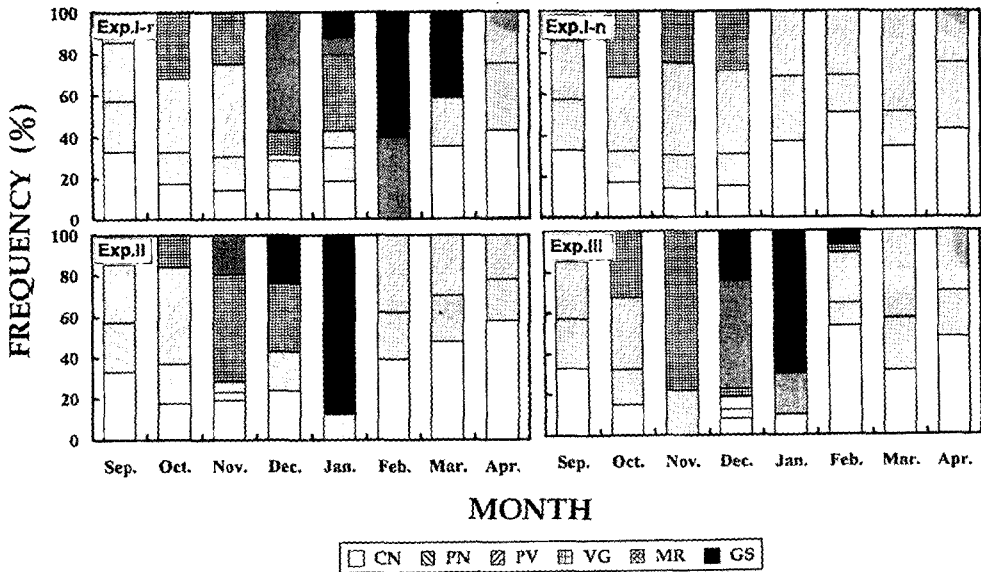


Fig. 6. Monthly changes of proportional frequency of ovarian development stage in Exp.I-r, I-n, II and III. Exp. I-r: responded group in Exp.I. Exp.I-n: un-responded group in Exp.I. CN: chromatin-nucleolus stage, PN: perinucleolus stage, PV: previtellogenic stage, VG: vitellogenic stage, MR: maturation stage, GS: gestation stage.

개체들이 관찰되었으나, Exp.II와 III에서는 각각 52.6%, 78.3%로, Exp.I-r에 비해 월등히 높은 비율을 나타냈다. 12월에 최종 성숙기로 접어든 개체는 Exp.I-r에서 57.1%가 출현하였다. 그러나, 반응하지 않은 그룹(Exp.I-n)에서는 최종 성숙기에 달한 난모세포를 가진 개체들은 없었으며, 1월부터는 오히려 염색인자와 주변인자의 난모세포 비율이 상대적으로 높아지는 개체들이 관찰되

었다. 12월의 Exp.II와 III에서는 임신기의 개체가 20% 이상 출현하다가, 1월에는 70% 이상의 개체들이 임신기로 접어들었으나, Exp.I-r에서 임신기의 조직상을 보인 개체는 12.2%로 매우 낮았고, 반응하지 않은 그룹에서는 전혀 관찰되지 않았다. 임신기 개체들의 출현은 Exp.I-r의 경우, 1월의 12.2%부터 3월의 41.2%까지 오랫동안 지속되었으며 2월에 60.0%로 가장 많았지만,

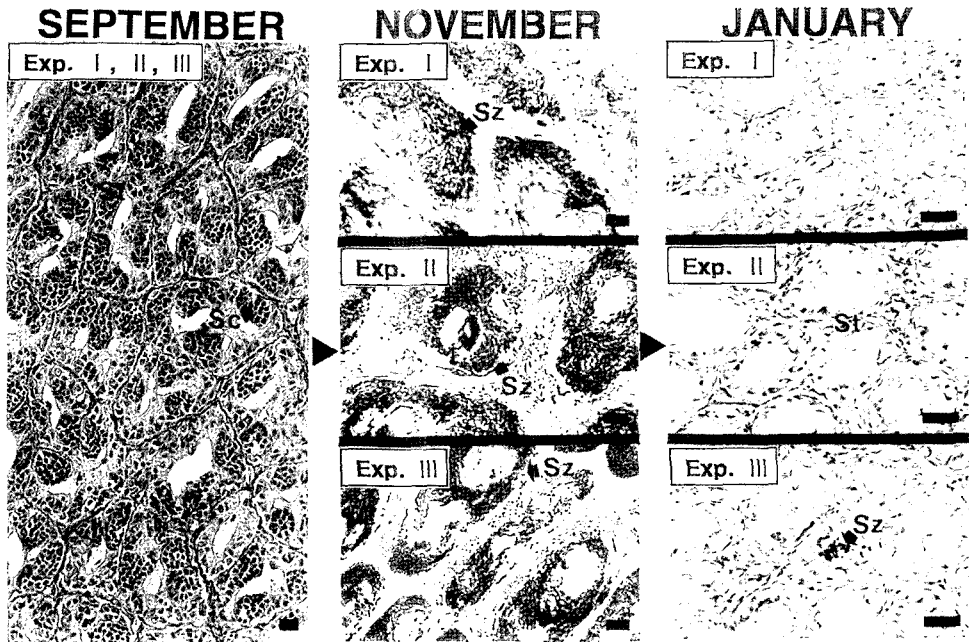


Fig. 7. Section of the testis of *Sebastes inermis* in September, November and January. Exp. I, II and III in September: spermatocyte stage, Exp. I, II and III in November: spent stage, Exp. I, II and III in January: recovery stage. Sc: spermatocytes, St: seminiferous tubule, Sz: spermatozoa. Bar=50  $\mu$ m.

Exp. II와 III에서는 12~1월에 24.5~87.5%로 짧은 기간 동안 나타났으며 1월에 가장 높은 비율을 보였다.

정소: 실험어 정소의 월별 조직상을 관찰한 결과 (Fig. 7), 모든 실험구에서 9월에 성숙 초기의 정소 조직상을 보이면서, 정소세관 사이에는 잘 발달된 간충조직들이 나타났다. 이외에도 분열중식중인 정원세포와 hematoxylin에 짙게 염색되는 수 많은 정모세포들이 관찰되었다. 이로 부터 2개월 후인 11월의 정소는 성숙 후기 또는 방출기의 조직상을 보였으며, 변태 완료된 정자들로 가득 채워진 정소세관과 정자가 방출되어 내강이 비워진 소수의 정소세관이 존재하였다. 그후 1월에는 모든 실험구의 정소가 정자방출 후기의 조직상을 보였다. 이때 정소세관에는 퇴화·흡수중인 소수의 잔존정자가 관찰되었으며, 세관 자체가 위축되고 있었다.

월별로 채집된 실험어를 대상으로 정소의 발달단계를 구분한 결과는 Fig. 8과 같다. 10월 이후부터 모든 실험구의 개체들이 정자의 정소 발달단계를 나타냈으며, 11월에는 방정 직전인 정자기까지 발달한 개체의 수가 증가하였다. 이후 12월부터는 교미에 의해 정자 방출이 끝나고 잔존정자가 정소내에서 서서히 퇴화·흡수되는 과정을 보여, 회복기의 정소 조직상을 나타내는 개체의 빈도가 높았다.

전술하였던 GSI와 HSI의 월별 변화와 조직학적으로

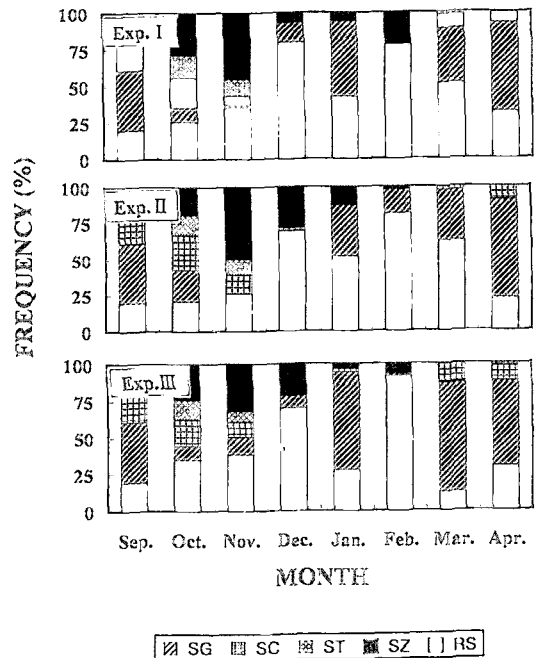


Fig. 8. Monthly changes of proportional frequency of testis development stage in Exp. I, II and III. SG: spermatogonia stage, SC: spermatocyte stage, ST: spermatid stage, SZ: spermatozoon stage, RS: recovery stage.

관찰한 생식세포 발달과정을 종합한 결과, 수온과 광주기를 2개월 늦춘 Exp.I에서 반응하였던 그룹의 난소는 12~2월에 걸쳐 성숙기를 나타내고 임신기는 1~3월이었다. 그러나 반응하지 않았던 그룹은 12월에 난황형성기의 난모세포까지 발달하다가 더 이상 성숙이 진행되지 않았다. Exp.II와 III에서 성숙기는 각각 11월, 12~1월이었고, 임신기는 12~1월, 12~2월이었다. 한편, 모든 실험군의 수컷에서는 정소의 발달과정에 서로 차이를 보이지 않았다.

## 고 찰

새로운 양식대상종의 개발에 있어서 그 어종에 대한 번식주기의 조절에 관한 실험적 연구결과들이 누적된다면, 그 어종의 번식메카니즘 해명에 보다 진전이 있을 것이며, 산업적으로 이용할 때 인위적 산란조절에 의한 종묘의 계획생산에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

수온과 광주기가 어류의 성숙과 산란에 미치는 영향에 관하여 지금까지 밝혀진 몇가지 연구 사례가 있다. 原田等(1970)은 광주기는 조절하지 않고 동계의 저수온 기간중 사육수를 가온함에 의해 참돔의 산란기간을 1.5개월 앞당길 수 있었다고 하였다. 특히, 넘치에 대하여는 수온과 광주기가 성숙과 산란에 미치는 영향을 연구한 비교적 많은 사례를 볼 수 있는데, 伊島等(1986)은 장일처리와 함께 수온 14~18°C로 유지하는 것이 조기산란에 효과적이라고 하였다. Min(1988)은 수온이 12°C에서 14~15°C로 상승하고 광주기가 10L/14D에서 14L/10D로 전환될 때 산란이 앞당겨진다고 보고하였으며, Kim and Hur(1991)은 수온 13°C 전후에서 광주기를 14L/10D에서 14.5L/9.5D로 바꾸었을 때 조기 산란이 유도된다고 하였다. 한편, 清水·八幡(1991)은 이와테(岩手)현에서 조피볼락(*Sebastes schlegelii*)의 조기출산 방법으로 2월 중순부터 3월 중순에 가온을 시작하면, 4월 하순에 출산하여 자연수온에 비해 2개월 정도 출산이 앞당겨지며, 5월 하순에 가온하면, 10일 정도의 빠른 출산이 보여진다고 하였다. 그리고 적산수온법(기간중의 평균 수온×일수)을 도입하여, 3월 8일부터 12일을 기산일로 하였을 때, 출산 개시일은 적산수온 540~580°C일 때라고 하였다. 그러나 지금까지 어류의 성숙과 산란에 미치는 수온과 광주기의 영향에 관한 연구는 주로 난생 어류의 조기산란에 집중되어 있어, 볼락류와 같이 새끼를 낳는 어류에 관한 자료는 아직 부족한 실정이다.

볼락류의 출산시기는 이미 여러 종에 대하여 연구(Bowers 1992; Mizue 1958; Takemura et al. 1987; Takahashi et al. 1991; Yamada and Kusakari 1991; Chang

et al. 1995)된 바 있는데, 본 연구에서 수온과 광주기를 자연상태로 두었던 볼락의 출산시기는 1~2월로 추정되며 Lee and Kim(1992)의 결과와 일치하였다. 본 연구의 Exp.II와 III의 볼락 어미의 월별 GSI 변화경향은 Lee and Kim(1992)이 연구한 결과와 비슷하였으며, 이에 따라, 볼락은 수온이 낮아질 때 성숙하여 1~2월에 출산하는 동계 출산종으로, 교미시기는 11~12월인 것으로 추정된다. 또한 Exp.II와 III에서 3월의 출산후 난소조직은 미발달한 잔존 난모세포와 퇴화중인 여포를 가짐으로써, 볼락도 황점볼락(*Sebastes oblongus*) (Chang et al. 1995)과 같이 난군동시발달형(group-synchronous oocyte development)의 난소발달 단계를 거치는 것으로 간주된다.

본 연구의 Exp.II와 III에서 볼락 암컷의 HSI는 GSI가 최대가 되기 2~3개월전에 가장 높은 값을 보였다가 이후 빠르게 감소하였다. 이것은 황점볼락의 HSI 경우, GSI가 최고값을 나타내기 1~2개월전에 가장 높은 값을 보였다가 이후 급속히 감소한다는 Chang et al.(1995)의 연구결과와 유사하였다. Lee and Kim(1992)은 볼락의 번식에 관한 연구에서 HSI가 암수 모두 동일한 변화 경향을 나타냈으며, 교미 및 수정 그리고 체내 난발생이 일어나는 12월에서 2월 사이에 암수 모두 1.50 이하로 연중 최저값을 보였다고 하여, 본 연구의 HSI 월별 변화경향과 동일하였다.

자연조건에 비해 수온과 광주기의 변화를 2개월 늦춘 본 연구의 Exp.I에서 암컷의 GSI는 과반수의 실험어(57.3%)가 12월부터 3월까지의 장기간에 걸쳐 6.4~15.0으로 높은 값을 보인 반면, 자연조건에 둔 Exp.II와 III에서는 이보다 1~2개월 빠른 12~1월에 7.8~14.7로 높았다. 이 결과는 볼락의 성숙과 출산시기의 변화에 수온과 광주기가 밀접하게 관계하고 있음을 뒷받침하여 준다. 그러나 Exp.I에서 12월~3월에 높은 GSI를 보였던 개체들을 제외한 평균 42.7%의 실험어는 0.2~0.7의 낮은 GSI를 나타내 실험개시시와 거의 차이가 없었다. 이와 같이 같은 조건의 실험구에서도 수온과 광주기 조절에 반응을 보이는 개체가 있는 반면, 전혀 반응을 보이지 않는 개체가 존재하는 현상은 수온과 광주기 조건을 인위적으로 조절하더라도 모든 개체가 똑같은 반응을 나타내지 않는다는 것을 의미한다. 더욱이, Exp.I에서 42.7%의 실험어들이 수온과 광주기 조절에 반응하지 않았던 점은, 이 어종이 생식소의 발달과정에 있어 선천적으로 대응하여 왔던 자연환경과 다른 조건에 처하게 됨으로써, 고유의 번식메카니즘이 혼란을 가져오게 되어 교미부전 또는 교미 후 중단된 난소상태를 보일 가능성이 높다는

것을 의미한다. 앞으로의 연구에서는 이에 대한 세밀한 연구·검토가 필요하다. 결과적으로 본 연구에서 Exp.I의 57.3% 암컷이 자연조건에 두었던 대조구에 비해 1~2개월 출산이 늦어진 것은 수온과 광주기를 인위적으로 조절함에 따라 적어도 과반수의 개체들이 인위적인 성숙 제어에 순응하였다는 것을 의미한다. Exp.I의 수컷 GSI는 Exp.II와 III의 월별 변화와 큰 차이를 보이지 않아, 수온과 광주기의 조절이 수컷들에게 영향을 미치지 못한 것으로 보이는데, 이는 수온하강기인 9월부터 정소의 발달속도가 난소에 비해 빠르고, 정자형성이 이미 개시되었기 때문인 것으로 추정된다.

본 연구에서 볼락의 번식주기를 늦추기 위하여 인위적으로 수온과 광주기를 함께 조절한 결과, 자연상태에서 1~2월이던 출산시기가 2~3월로 늦춰짐으로써, 수온과 광주기가 성숙과 출산 조절에 효과적으로 작용함을 알 수 있었다. 앞으로는 볼락의 출산 제어에 수온과 광주기 요인중 어느 것이 더욱 효과적인지 연구해 볼 필요가 있다. 그리고 본 연구의 결과가 볼락의 중요생산에 활용될 경우, 자치어 사육시기를 동계에서 춘계 또는 추계로 조절함에 의해 먹이배양과 사육수 가운데 소요되는 비용을 절약함으로써, 생산성 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

## 요 약

유용 증양식 대상종으로 새끼를 낳는 볼락을 재료로 하여 수온과 광주기 조절이 성숙과 번식주기에 미치는 효과를 파악하고, 출산시기의 제어 가능성을 검토하였다.

월별 GSI의 변화에서 암컷은 Exp.II와 III에서는 서로 큰 차이없이 11월부터 증가하기 시작하여 1월에 각각 13.0과 14.7로 최고값이 되었다. 수온과 광주기를 각각 2개월씩 늦춘 Exp.I에서 조절에 반응하였던 어미들은 Exp.II와 III에 비해 1개월 늦어진 2월에 15.0으로 최고값을 나타냈다. 그러나 Exp.I에서 조절에 반응하지 않았던 어미들은 전 실험기간 동안 0.5 이하로 낮게 유지되었다. 수컷 GSI의 월별변화는 실험구에서 9월부터 증가하기 시작하여 Exp.I에서는 10월, Exp.II와 III에서는 11월에 각각 최고값을 보인후 급격히 감소하였으며, 실험구별로 차이를 나타내지 않았다. HSI의 월별 변화는 GSI와는 서로 상반된 경향을 나타냈으며, 수온과 광주기의 조절은 실험구별 어체의 HSI와 비만도의 변화에 영향을 미치지 않았다. 실험구별 생식소의 발달단계를 관찰한 결과, Exp.I에서 수온과 광주기 조절에 반응하였던 개체들의 난소는 Exp.II와 III에 비해 성숙과 출산이 지

연되는 조직상을 나타냈으나, 정소에서는 실험구별 발달단계의 차이를 인정할 수 없었다.

수온과 광주기를 자연상태로 유지한 것과 이를 2개월 늦춘 실험구를 설정하여 사육한 결과, 암컷 볼락은 대조구 (Exp.II와 III)에 비해 조절구 (Exp.I-r)에서 성숙과 출산이 1~2개월 지연된 반면, 수컷에서는 수온과 광주기의 조절 효과가 인정되지 않았다.

## 참 고 문 헌

- Bowers, M.J. 1992. Annual reproductive cycle of oocytes and embryos of yellowtail rockfish *Sebastes flavidus* (Family Scorpaenidae). *Fish. Bull.*, 90, 231~242.
- Chang, Y.J., H.K. Lim and S.G. Byun. 1995. Gonadal maturation and reproductive cycle in oblong rockfish, *Sebastes oblongus*. *J. Aquaculture*, 8, 31~46 (in Korean).
- Fukusho, K., T. Fujimura and T. Yamamoto. 1986. Broodstock and advanced spawning of the red seabream in an indoor tank with manipulation of water temperature. *The Aquaculture*, 34, 69~75 (in Japanese).
- Kim, Y. and S.B. Hur. 1991. Spawning inducement of flounder, *Paralichthys olivaceus* by the control of water temperature and photoperiod. *J. Aquaculture*, 4, 85~95 (in Korean).
- Lee, T.Y. and S.Y. Kim. 1992. Reproduction and embryonic development within the maternal body of ovoviparous teleost, *Sebastes inermis*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 25, 413~431 (in Korean).
- Min, B.S. 1988. Maturation and spawning of flounder (*Paralichthys olivaceus*) under captive conditions. *J. Aquaculture*, 1, 25~39.
- 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.
- Takahashi, H., K. Takano and A. Takemura. 1991. Reproductive cycles of *Sebastes taczanowskii* compared with those of other rockfish of the genus *Sebastes*. *Environ. Biol. Fish.*, 30, 23~29.
- Takemura, A., K. Takano and H. Takahashi. 1987. Reproductive cycle of a viviparous fish, the white-edged rockfish, *Sebastes taczanowskii*. *Bull. Fac. Hokkaido Univ.*, 38, 111~125.
- Yamada, J. and M. Kusakari. 1991. Staging and the time course of embryonic development in kurosoi, *Sebastes schlegelii*. *Environ. Biol. Fish.*, 30, 103~110.
- Yamamoto, K. and F. Yamazaki. 1961. Rhythm of development in the oocyte of the goldfish, *Carassius auratus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 12, 93~110.

大分縣栽培漁業センター. 1984. 電照ヒラメの早期産卵について. 養殖, 21, 102~105.  
 原田輝雄 · 熊井英水 · 水野兼入郎 · 中村元二 · 宮下盛 · 古谷秀樹. 1970. プリ, マダイ, イシダイ, イシガキダイからの加温による採卵. 日本水産學會秋季大會要旨集, 62~63.  
 伊島時郎 · 阿部登志勝 · 平川京三郎 · 鳥島嘉明. 1986. 長日處

理によるヒラメの早期採卵. 栽培技研, 15, 57~62.  
 清水健 · 八幡康一. 1991. 栽培漁業と新養成技術(32)クロソイの種苗生産. 水産の研究, 10, 101~107.

---

1998년 1월 15일 접수

1998년 9월 10일 수리