

제주산 솜뱅이 (*Sebastiscus marmoratus*)의 생식년주기와 체내자어 발달

배희찬 · 정상철 · 이정재 · 이영돈
제주대학교 수산생물학과

Annual Reproductive Cycle and Embryonic Development within the Maternal Body of the Marbled Rockfish, *Sebastiscus marmoratus* from the Cheju Island

Hee Chan BAE, Sang Chul CHUNG, Jung Jea LEE and Young Don LEE
Department of Marine Biology, Cheju National University, Cheju-do 690-756, Korea

Gonadal development, reproductive cycle and embryonic development of the marbled rockfish, *Sebastiscus marmoratus* were investigated histologically. A total of 1,035 specimens were collected from the Cheju Island from July of 1992 to May of 1996. Gonadosomatic index (GSI) in female reached the maximum during October to March, thereafter, the values decreased from November to April. GSI in male reached the maximum in September (before one to three months of the female's maximum), thereafter, the values rapidly decreased from October to December. The annual reproductive cycle can be divided into five stages in female and four stages in male: in females, Growing (June to September), Mature (September to February), Ripe and copulation (October to March), Gestation and parturition (November to April), Degenerative and resting (December to May); in males, Growing (April to July), Mature (August to November), Ripe and copulation (September to December), and Degenerative and resting (November to March). Size frequency distribution of eggs and larvae showed non-synchrony. Maternal larvae parturition occurred one or two times during November to April. Mean length of the larvae parturition was 3.5 mm. Mean number of eggs and maternal larvae for the 15 cm minimum class of female was 58,377, and fecundity increased with the increase of total length and body weight.

Key words: *Sebastiscus marmoratus*, reproductive cycle, fecundity, embryonic development

서 론

솜뱅이, *Sebastiscus marmoratus*는 양볼락과 솜뱅이속(屬)에 속하는 체내수정 경골어로 우리나라 남해안, 일본, 대만 및 동중국해의 연안 암초 지역에 서식하는 정착성 어류이다. 체색은 서식처에 따라 흑갈색, 갈적색 등으로 변이가 다양하며, 성어는 주로 새우, 게, 어류 등 저서동물을 잡아 먹는다 (Chyung, 1977). 제주도에서는 우럭, 돌우럭 등으로 불리며, 연중 획 가능한 경제성 어종으로 연안 연승어업의 주요 대상종이다.

해산 경골어류중 양볼락과에 대한 연구로는 *Sebastes*의 성숙과 생식주기 (Bowers, 1992; Macgregor, 1970; Moser, 1967; Sasaki and Igarashi, 1974; Takahashi et al., 1991; Wyllie, 1987), 생식에너지와 영양변동 (Boehlert and Yoklavich, 1984; Norton and MacFarlane, 1995), 난과 배발달 (Yamada and Kasakari, 1991) 등이 보고되고 있다. 국내에는 볼락류의 분류 (Kim and Lee, 1993), 황점볼락, *Sebastes oblongus*의 성숙과 생식주기 (Chang et al., 1995), 볼락, *S. inermis*의 생식과 체내

자어발달 (Lee and Kim, 1992), 조피볼락, *S. schlegelii*의 초기생활사 (Kim and Han, 1991) 등이 있다.

솜뱅이에 관한 연구는 생식생태 (Mizue, 1957, 1958, 1959), 성장과 성숙 (Mio, 1960), 식성과 성숙 (Yokogawa and Iguchi, 1992), 산출습성과 방류기술 (Ohgami et al., 1978; 有園 等, 1978) 등이 보고되고 있으나, 국내에는 성성숙과 체내자어에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서, 이 연구는 제주도 북부연안에 서식하는 솜뱅이를 대상으로 생식세포 형성과정 및 체내자어의 발달과정, 생식소증량지수, 간증량지수, 포란수와 체내자어수, 난경조성과 체내자어 채장조성을 조사하여 솜뱅이의 생식생태를 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 솜뱅이는 1992년 7월부터 1993년 7월, 1994년 6월부터 1995년 4월, 1995년 7월부터 1996년 5월 까지 제주도 북부연안 연승어업에 의해 어획된 총 1,035 개체를 월 1, 2회씩 대, 중, 소로 구분하여 제주시 공동

어시장에서 구입하였다.

전장과 표준체장은 0.1 cm 까지, 체중, 생식소와 간은 0.01 g까지 측정하였다. 생식소의 조직학적 관찰을 위하여 Bouin 고정액에 24시간 고정후, 상법인 paraffin 절편법에 의해 5~6 μm의 두께로 절편하여 Hansen's haematoxylin 과 0.5% eosin을 비교 염색하여 조직표본을 만들었다.

생식소중량지수 (Gonadosomatic index : GSI)는 생식소중량 (GW)과 체중 (BW)의 (1)식, 간중량지수 (Hepatosomatic index : HSI)는 간중량 (HW) 및 체중 (BW)으로 부터 (2)식에 의해 계산하였다.

$$GSI = GW \times 10^2 / BW \dots\dots\dots (1)$$

$$HSI = HW \times 10^2 / BW \dots\dots\dots (2)$$

난과 자어의 분리는 Gilson용액에 담긴 다음 3~7일간 수회 흔들어 주면서 분리하고, 분리되지 않는 난들은 해부침으로 완전 분리시킨 다음, 이때 떨어져 나온 결체조직들은 증류수로 씻어 제거하였다.

포란수 및 체내자어수는 9월말부터 이듬해 3월까지 산출 흔적이 없는 난소를 조사하였다. 포란수 (E) 및 체내자어수 (L)는 난소중량 (W), 난소막무게 (W'), 난소의 일부중량 (ω), 난소 일부의 포란수 (ε), 체내자어수 (λ)를 중량법에 의해 다음식으로 계산하였다.

$$E \text{ (or } L) = \frac{W - W'}{\omega} \times \epsilon \text{ (or } \lambda)$$

포란수와 체내자어수의 증가는 $F = a(L)^b$ 식으로 구하였으며, 난경과 체내자어 체장조성은 만능투영기 10~20 배하에서 0.01 mm까지 측정하였다.

결 과

1. 생식소중량지수 (GSI)의 월변화

암·수 생식소중량지수 (GSI)의 월변화는 Fig. 1과 같다. 연도별로 약간의 차이는 있으나, 암컷의 생식소중량지수 (GSI)는 9월부터 급격히 증가되어 10월에서 3월 사이에 연도별로 최대값에 이르면, 그 값은 11월부터 4월까지 급격히 감소되었다.

수컷의 GSI값은 8월부터 증가하여 9월에 최대값에 이르면, 10월부터 12월까지 급격히 감소되었다. 따라서 수컷은 암컷보다 GSI값이 1~3개월 앞서 최대값을 보였다.

2. 간중량지수 (HSI)의 월변화

암·수 간중량지수 (HSI)의 월별 변화는 Fig. 2와 같다. 암컷의 HSI 월별 평균변화는 92년 9월, 94년 7월,

95년 10월에 각각 2.58, 2.65, 2.42로 최대값을 나타내었으며, 이후 점차 감소하여 93년 5월, 95년 3월, 96년 2월에는 각각 약 1.0 전후의 가장 낮은 값을 보였다.

수컷의 경우에는 93년 2월, 94년 7월, 95년 8월에 1.46, 2.03, 1.85로 가장 높게 나타났으며, 1995년 11월을 제외하면, 12월을 전후하여 HSI가 낮게 나타났다가 다시 증가하는 경향을 보였다.

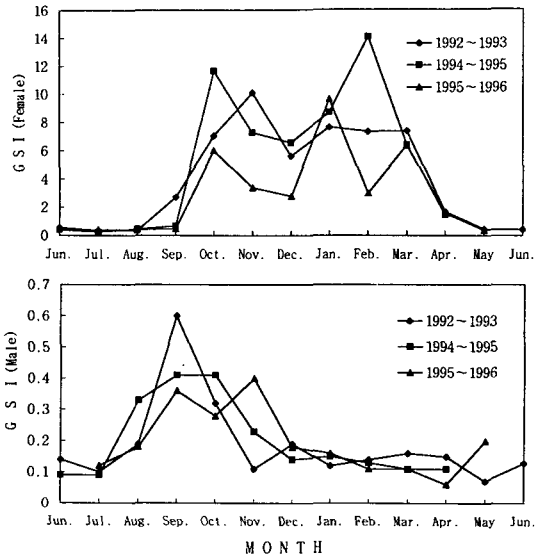


Fig. 1. Monthly changes of the gonadosomatic index (GSI) of *Sebastiscus marmoratus*.

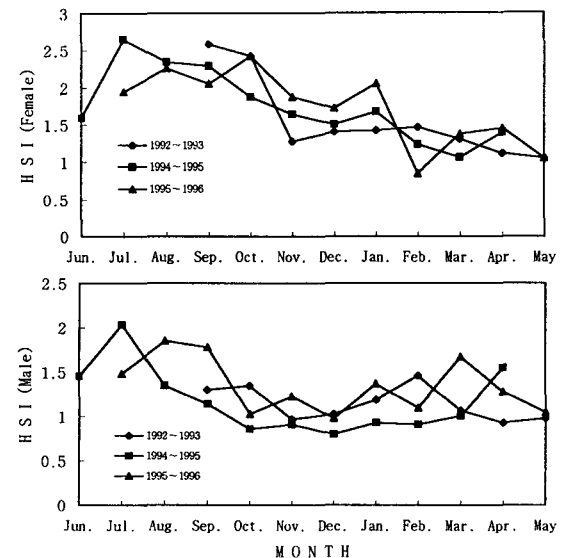


Fig. 2. Monthly changes of the hepatosomatic index (HSI) of *Sebastiscus marmoratus*.

3. 생식세포형성과 체내자어발달

1) 난자형성 과정

난소는 1쌍의 낭상형으로 많은 난소박판으로 구성되어 있고 각각의 난소박판 상피에서는 난원세포들이 분열증식하고 있다. 초기 성장기 난모세포들은 난경 20~50 μm 전후로써 핵내에 커다란 단일 인과 소수의 작은 인들이 핵막주변에 혼재하여 분포하며 이들 세포들은 haematoxylin에 농염되어 나타난다 (Fig. 3-1).

이후 난모세포가 50~200 μm 전후로 여러개의 발달 단계를 보이며, 세포질의 피질층으로부터 공포상의 난황포가 내층으로 확산되어 간다 (Fig. 3-2).

난경 260~320 μm 전후의 난모세포는 세포질 피질층에 eosin에 짙게 염색된 난황구들이 나타나 난황물질의 축적이 시작되며, 난경 330~420 μm 전후의 난모세포는 난세포질 전체에 난황구가 축적되고 세포질에는 부분적으로 유구도 관찰되며 핵막이 일부 거치화되기 시작하는 것이 있다 (Fig. 3-3). 이때가 되면 난소소낭내 완숙난들 사이 간질에는 무리를 지은 정자들이 보이며, 이러한 정자들은 이 시기 난소의 전부분에서 고르게 나타나고 있다 (Fig. 3-4).

난경 360~480 μm 전후의 완숙난모세포들은 난소의 난소강 (ovarian cavity)내에 대기중인 정자와 수정이 일어난다. 수정된 난은 밝은 심홍색으로 염색되어 나타나는 하나의 동질적인 덩어리로 육안적으로 투명하게 보이며, 이들 주위에는 성숙난과 어린난모세포들이 함께 존재한다 (Fig. 3-5).

수정난들은 난소강에서 배발생이 진행되고 이곳에서 부화된 체내자어들은 산출크기에 이르기까지 성장한 후 산출이 일어나며, 2회산출인 경우에는 대기중인 성숙난이 함께 존재한다 (Fig. 3-6). 일부 자어를 산출한 난소내에서는 잔존된 성숙난, 미산출된 개체들과 여포세포들의 퇴화 흡수 후 (Fig. 3-7), 휴지기를 맞이한다 (Fig. 3-8).

2) 정자 형성과정

정소는 좌우 1쌍의 긴 원추형으로 많은 곡정세관으로 구성되어 있다. 초기 성장기 정소내 타원형으로 배열된 곡정세관 사이에는 간층직세포들이 발달해 있고, 각 곡정세관내에는 분열 증식중인 정원세포들이 나타난다 (Fig. 4-1).

정소발달과 함께 간질세포들이 발달하여 그 수를 증가시키며, 각 세관내 포낭 (cyst)속의 핵질이 다소 호염기성을 나타내는 정모세포들 (Fig. 4-2)은 성숙분열을 하여 haematoxylin에 강한 염기성 반응을 나타내는 정세포로 성숙해 간다 (Fig. 4-3). 정소의 발달과 함께 각

기 다른 발달단계의 정모세포군, 정세포군 그리고 변태된 정자들을 갖는 곡정세관들이 발달 비후된다 (Fig. 4-4). 정소의 성숙과 함께 정세포들은 계속 정자로 변태된 완숙정자들이 수정관을 가득 채운다 (Fig. 4-5).

교미이후 곡정세관내에는 잔존 정자들이 소수 남아 있으나, 이들은 점차 퇴화 흡수되고, 곡정세관 상피는 공포상 구조를 가지며 정원세포들이 출현하여 결체조직들이 채워지는 휴지상태의 조직상을 장기간 나타낸다 (Fig. 4-6).

3) 배발생과 체내자어발달

10월부터 3월까지 암컷의 난소강내에서 수정난으로부터 발생하는 초기 배발생 과정과 체내자어발달은 다음과 같다.

수정난은 동물극쪽에 배반이 형성되고 (Fig. 5-1), 난할이 계속되어 상실기 (Fig. 5-2), 낭배기 (Fig. 5-3)에 이른다. 이후 발생이 진행되면서 난황을 품은 배체가 형성되고 두부와 미부가 발달된다 (Fig. 5-4). 배발생이 진행되면서 안포가 형성되고 신경관과 척색 그리고 근절이 발달되고 있다 (Fig. 5-5). 난황을 품은 부화 직전의 자어는 두부에 렌즈가 형성되고 그 후방에 이포가 출현하나 입은 개구되어있지 않다 (Fig. 5-6). 이후 체내 부화자어는 미부쪽이 신장발달하면서 체성장을 한다 (Fig. 5-7). 산출 직전의 체내자어는 체형이 곧게 뻗어 전장 3.2~3.5 mm에 달하며 소화기관이 분화 발달되고 있다 (Fig. 5-8).

4. 생식년주기

생식세포발달의 조직학적인 관찰과 생식소중량지수의 변화를 종합하여 암·수의 생식년주기를 구분하였다. 암컷의 경우는 성장기 (growing stage), 성숙기 (mature stage), 완숙 및 교미기 (ripe and copulation stage), 임신 및 산출기 (gestation and parturition stage), 퇴화 및 휴지기 (degeneration and resting stage)등의 5단계로 나눌 수 있었고 (Fig. 6), 수컷의 경우는 성장기, 성숙기, 완숙 및 교미기, 퇴화 및 휴지기의 4단계로 나눌 수 있었다 (Fig. 7).

1) 암 컷

성장기는 6월에 접어들면서 난원세포의 분열증식과 더불어 주변인기, 난황포기가 나타나는 시기로 주로 6월에서 9월사이이다. 성숙기는 난경 360~480 μm 의 성숙난이 다수 나타나는 시기로 주로 9월에서 2월에 출현한다. 완숙 및 교미기는 완숙난과 수정난을 가지는 개체는 주로 10월에서 3월에 걸쳐 장기간 출현하고 있다. 임신 및 산출기는 난소내 체내자어가 존재하거나 자

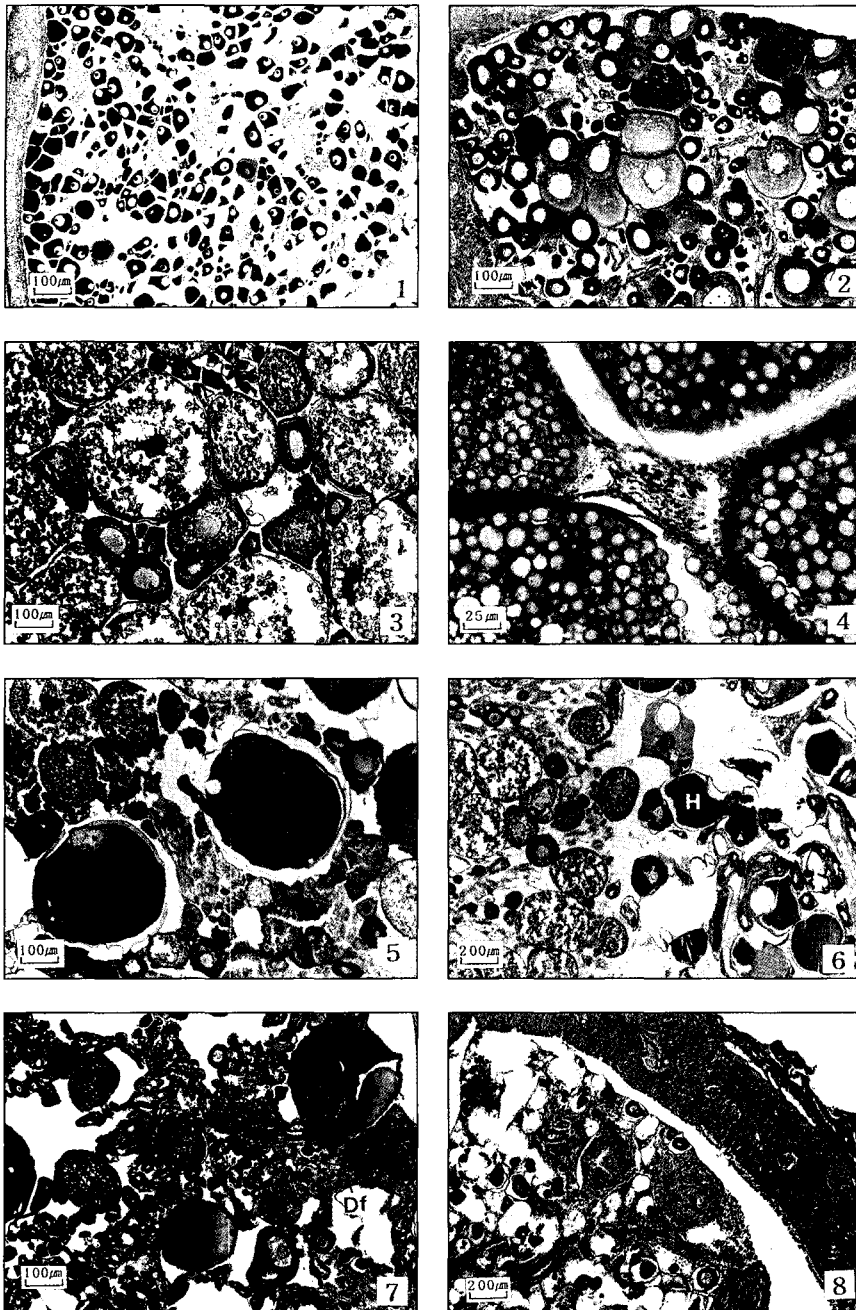


Fig. 3. Ovarian development *Sebastiscus marmoratus*.

1, Section of the ovary in the early growing stage. $\times 100$; 2, Ovary in the late growing stage. $\times 100$; 3, Ovary in the mature stage. $\times 100$; 4, Ovary in during the copulation period. note numerous spermatozoa located in the interstitial tissue around ripe eggs. $\times 400$; 5, Section of fertilized eggs. $\times 100$; Note mature and premature oocytes coexist. 6, Hatched prelarva in ovarian cavity. Note mature eggs coexist inside ovarian cavity. $\times 50$; 7, Section of degenerated ovary. $\times 100$; Note degeneration follicle cells and embryonic stage. 8, Resting stage. Note thickness of ovarian wall. $\times 200$. Df, degenerating follicle cells; Eb, embryonic body; Fe, fertilized egg; H, hatched prelarva; Sz, spermatozoa.

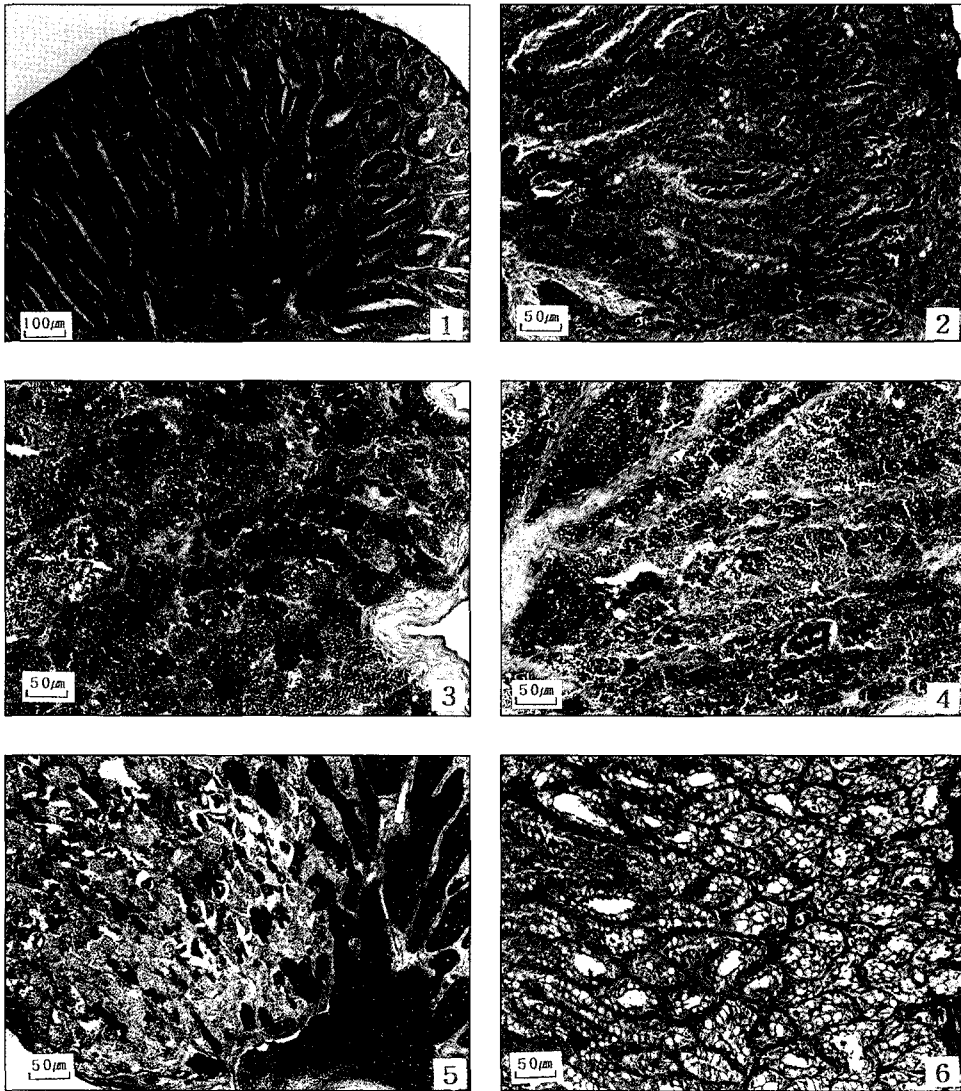


Fig. 4. Testicular development of *Sebastes marmoratus*. 1, Early growing stage. Testis is composed of many seminiferous tubules. $\times 100$; 2, Late growing stage. $\times 200$; 3, Mature stage. $\times 200$; 4, Ripe stage. Note the existence of spermatocytes, spermatid and spermatozoa. $\times 200$; 5, Spent stage. $\times 200$; 6, Resting stage. $\times 200$. Sc, spermatocyte; Sd, spermatid; Sg, spermatogonia; St, seminiferous tubule; Sz, spermatozoa.

어산출 흔적이 나타나는 시기로 11월에서 4월사이이다. 퇴화 및 휴지기는 12월에 접어들면서 일부 산출이 빠른 개체에서는 난소내 잔존여포세포가 퇴화흡수되기 시작하고, 생식상피상에는 어린 난모세포들이 재배치되어 이듬해 성장기까지 휴지기 상태를 나타내며, 주로 12월에서 5월까지이다.

2) 수컷

성장기는 4월에 접어들면서 일부 개체들이 정원세포, 정모세포들이 출현하는 시기로 대체로 4~7월 사이에 출현한다. 성숙기는 정모세포군, 정세포군 그리고 소수의 변태된 정자들이 정소내에 출현하며, 일부 성숙이 빠른 개체는 8월부터 11월에 걸쳐 나타난다. 완숙 및 교미기는

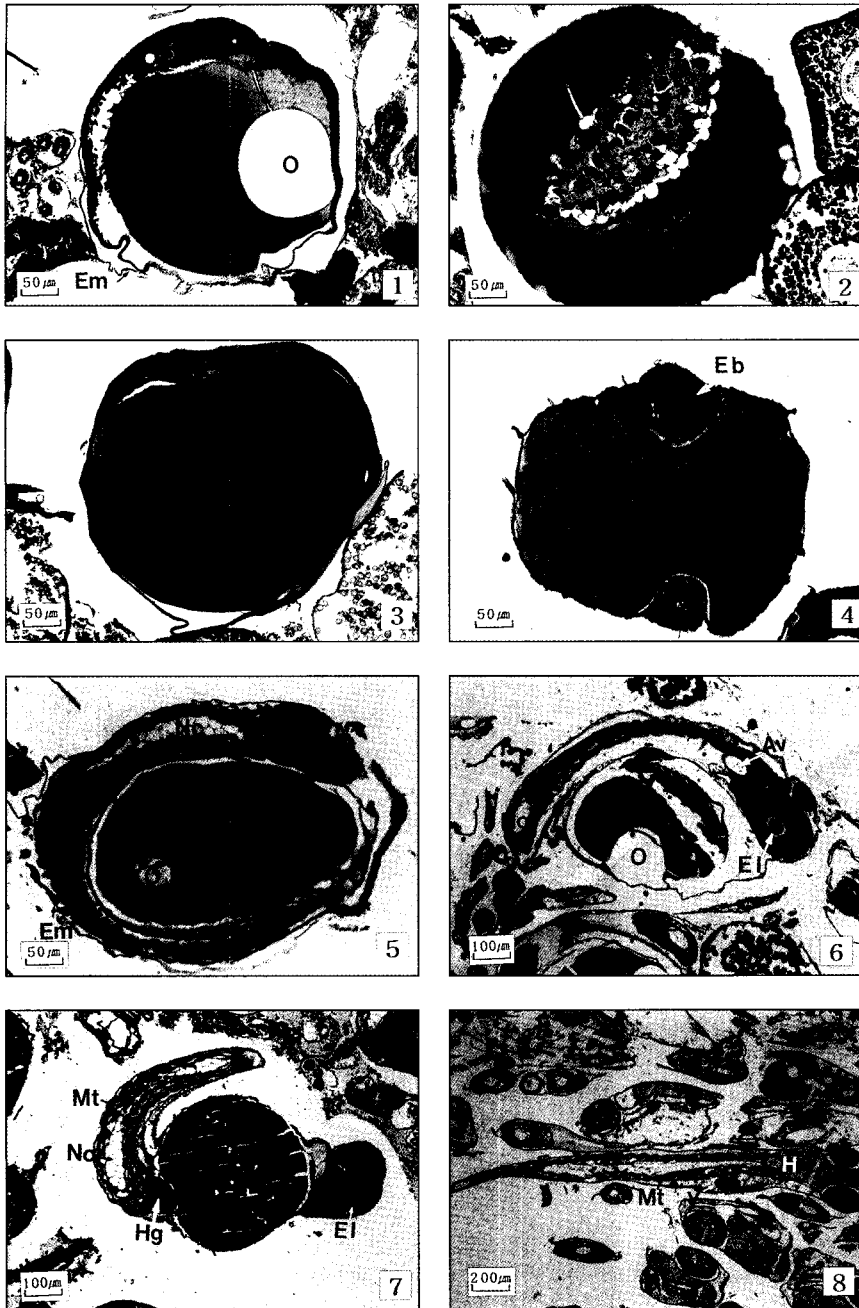


Fig. 5. Embryonic development in the ovary of *Sebastiscus marmoratus*.

1, Fertilized egg stage. Note the formation of blastodisc in animal pole. $\times 200$; 2, Morula stage. $\times 200$; 3, 4, Early embryonic development stage. $\times 200$; 5, Late embryonic development stage. Embryonic body had developed notochord and myotome $\times 200$; 6, Embryos before hatching in ovarian cavity. Embryonic head part had developed eye lens and auditory vesicle $\times 100$; 7, Hatched prelarva in the ovarian cavity. $\times 100$; 8, Section of larvae before parturition. $\times 50$.
 Av, auditory vesicle; B, blastodisc; Eb, embryonic body; El, eye lens; Em, egg membrane; H, hatched prelarva; Hg, hindgut; Mt, myotome; Nc, notochord; O, oil vacuole; Y, yolk.

쏨뱅이 (*Sebastes marmoratus*)의 생식년주기와 체내자어 발달

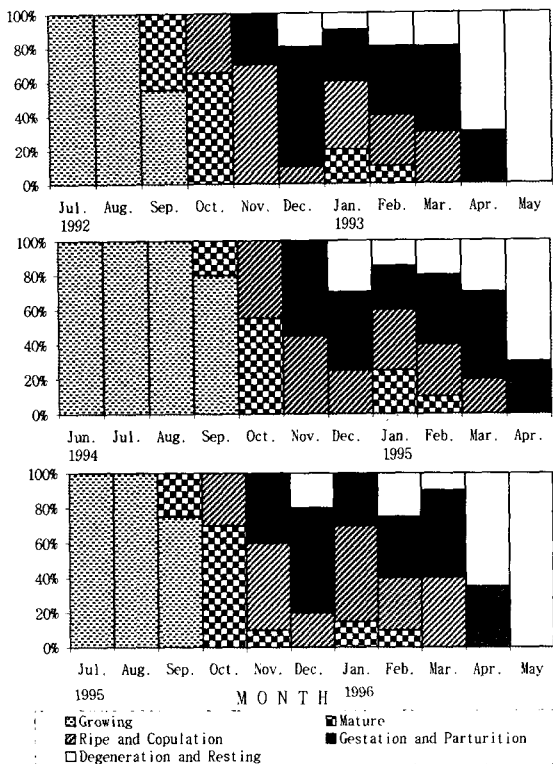


Fig. 6. Monthly changes of the gonadal phases of female *Sebastes marmoratus*.

정소내 곡정세관과 수정관내 정자들이 가득채워져 있는 개체들과 교미로 수정관내 정자들이 배정되어 텅비게 되는 시기로 9월에서 12월사이에 나타난다. 퇴화 및 휴지기는 미방출 정자들의 퇴화흡수가 일어난 후 생식소는 결체조직과 정원세포들이 출현되어 휴지기를 맞이하며, 주로 11월에서 3월까지 출현한다.

5. 난경 및 체내자어 체장조성

1) 월별변화

성숙이 일어나는 9월부터 체내자어 산출이 끝나는 4월까지 난소내 난경조성 (0.1~1.0 mm)과 체내자어 체장조성 (1.5~4.0 mm)을 나타내었다 (Fig. 8).

9월에는 난경 0.3~0.55 mm 범위의 난모세포들이 주를 이루고 있었으며, 일부 0.75 mm 전후의 성숙난들이 관찰되었고, 산출후 퇴화흡수중인 체내자어가 소수 검은점으로 나타났다. 10월에는 0.3, 0.55, 0.8 mm 전후의 뚜렷한 발달단계를 가지는 난경 group과 3.0 mm 전후로 성장중인 체내자어들이 관찰되었다. 11월은 0.3, 0.6, 0.8 mm의 난경 모드와 새로이 체내자어로 가입이 일

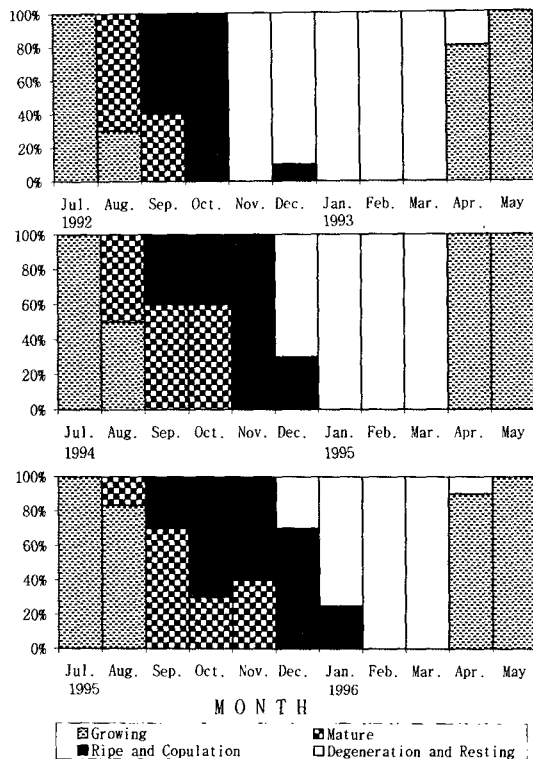


Fig. 7. Monthly changes of the gonadal phases of male *Sebastes marmoratus*.

어나는 1.5 mm모드, 성장한 2.6~3.5 mm의 체장모드가 나타났으며, 3.5 mm이상의 체내자어는 산출이 일어난 것으로 나타났다. 12월에 체내자어는 대부분이 산출되어 일부만이 나타났고, 난경은 0.15~0.45 mm 전후의 미숙난이 주 모드를 형성하며, 소수 0.8 mm 전후의 성숙난도 관찰되었다.

1월에는 0.2, 0.45, 0.8 mm 전후의 발달단계를 가진 난모세포들과 2.2~3.1 mm의 성장중인 체내자어가 보였다. 2월은 좀더 발달한 난모세포단계들과 많은 체내자어들이 2.7~3.7 mm까지 성장하며 산출가능한 모드를 나타냈다.

3월은 11월과 비슷한 모드로 성숙난들이 체내자어로 가입이 일어났으며, 체내자어들은 2.5~3.6 mm로 산출이 일어난 모드를 보였다. 4월에는 대부분 산출이 끝난 초기난모세포 모드가 주를 이루고 있으며, 일부 산출되지 않은 체내자어가 소수 남아있었다.

2) 개체별 변화

개체별 난균형태와 산출회수 추정을 위하여 1992년 10월 28일과 12월 1일에 동일체급 (18 cm ≤ TL ≤ 19 cm)

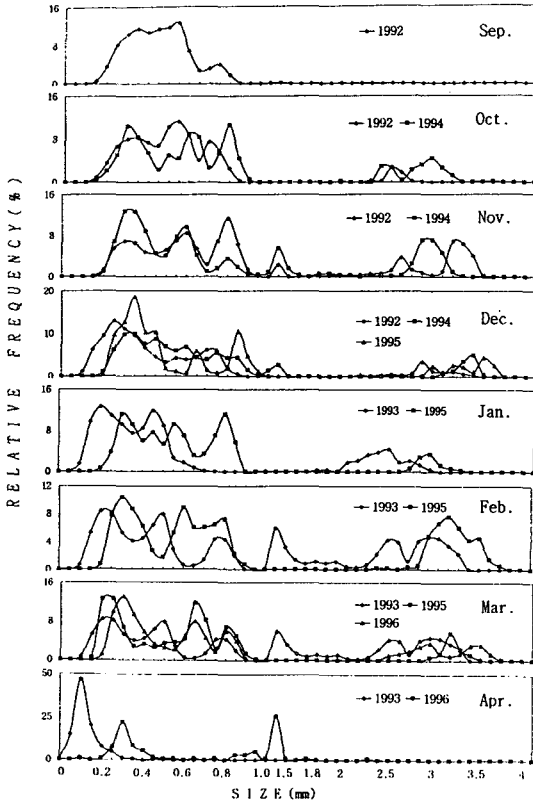


Fig. 8. Size frequency distribution of eggs and larvae of *Sebastiscus marmoratus*.

의 개체별 난경조성과 체내자어 체장조성을 나타내었다 (Fig. 9).

10월 28일 개체에 있어 Fig. 9-A (18.7 cm, GSI 6.3)의 경우처럼 체내자어를 가지고 있지 않고 뚜렷이 3개의 난경모드만 가지고 있는 개체, Fig. 9-B (18.5 cm, GSI 18.6)와 같이 0.2 mm 전후의 미숙난과 2.2~2.9 mm 전후의 체내자어만 나타나는 개체가 있었다.

12월 1일 개체에 있어서는 Fig. 9-C (18.7 cm, GSI 6.2)의 경우처럼 미숙난과 0.45~0.75 mm 전후의 성숙난경을 가지며 뚜렷한 2개 모드를 형성하는 개체, Fig. 9-D (18.6 cm, GSI 6.0)와 같이 여러개의 성숙난경과 2.2~2.5 mm 전후의 체내자어 모드를 보이는 개체, Fig. 9-E (18.7 cm, GSI 13.6)와 같이 미숙난경과 산출 가능한 2.5~3.4 mm 전후의 체내자어 조성으로 뚜렷한 3개의 모드를 형성하는 개체, Fig. 9-F (18.7 cm, GSI 1.92)처럼 0.2 mm 이하 휴지기 상태의 난경을 가지는 개체가 있다.

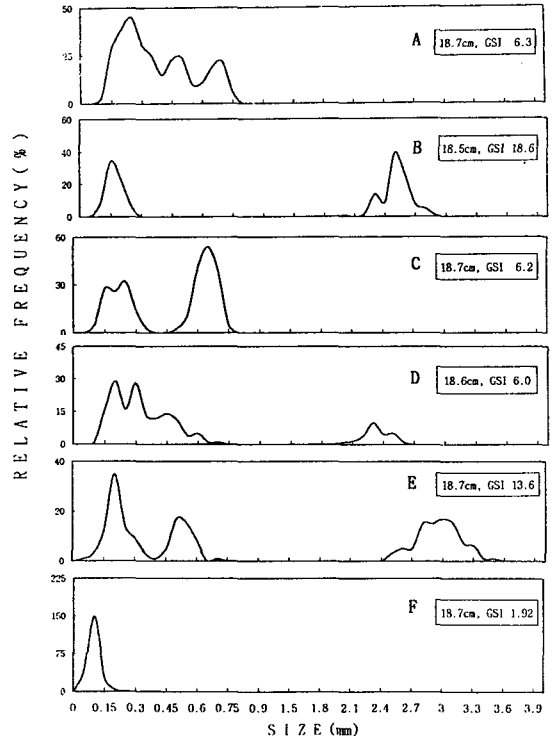


Fig. 9. Size frequency distribution of eggs and larvae of *Sebastiscus marmoratus*.

이상과 같이 솜뎀이는 동일한 시기 및 체급에 있어서도 난경조성 및 체내자어 체장조성의 개체차이가 크게 나타났으며, 1회 산출모드는 B, C, 2회 산출모드는 A, D, E로 관찰되었다.

6. 포란수와 체내자어수

포란수와 체내자어수는 성숙기인 9월에서 이듬해 3월까지 난소내 성숙난수와 체내자어수를 계수하였다. 포란수와 체내자어수는 총 39마리를 조사하였고, 최소 42, 974개에서 최대 188,476개로 계측되었다 (Table 1).

전장 15.0~16.9 cm에서 포란수와 체내자어수는 평균 58,377개, 전장 21.0 cm 이상에서는 평균 105,283개였다. 전장 (TL)과 포란수 및 체내자어수 (N)와의 관계식은 $N=100.53 TL^{2.278}$ ($r=0.757$)로 나타났다 (Fig. 10).

체중 40.0~79.9 g에서 포란수 및 체내자어수는 평균 54,728개, 체중 200.0 g 이상에서는 평균 135,515개였다. 체중 (BW)과는 $N=3,985 BW^{0.630}$ ($r=0.722$)로 표시되었다 (Fig. 11).

Table 1. Composition of fecundity and number of eggs and larvae by total length and body weight of *Sebastiscus marmoratus*.

Total length (cm)	Number of eggs and larvae Mean (Range)	Number of samples
15.0~ 16.9	58,377 (42,974~ 88,073)	8
17.0~ 18.9	73,366 (60,350~ 97,067)	10
19.0~ 20.9	100,960 (60,127~179,498)	11
21.0~	113,602 (81,728~188,476)	10
Body weight (g)	Number of eggs and larvae Mean (Range)	Number of samples
40.0~ 79.9	54,728 (42,974~ 65,734)	6
80.0~119.9	73,117 (50,568~ 97,067)	10
120.0~159.9	93,537 (60,350~179,498)	11
160.0~199.9	102,094 (81,728~126,475)	8
200.0~	135,515 (93,771~188,476)	4

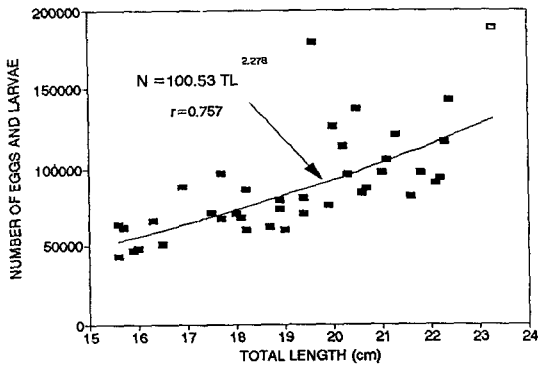


Fig. 10. Number of eggs and larvae against the total length of *Sebastiscus marmoratus*.

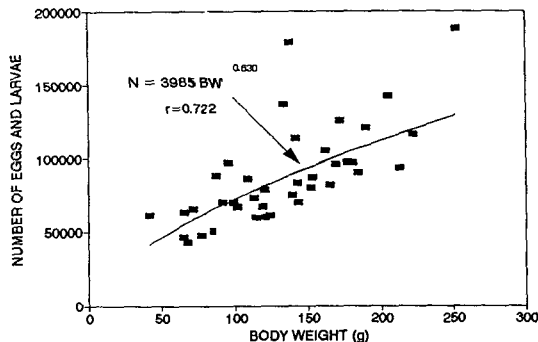


Fig. 11. Number of eggs and larvae against the body weight of *Sebastiscus marmoratus*.

고찰

쏨뱅이, *Sebastiscus marmoratus*의 성숙한 난소는 연한 황색이며 체내자어가 출현하면서 검게 보이는 낭상형으

로 난소의 후단부가 전체의 1/4지점까지 융합되어 있어 수정난의 부화 장소 및 산출에 적응된 구조를 가진다. 정소는 1쌍으로 되어있고, 내부는 곡정세관의 형태를 나타내는데, 이러한 구조는 양서류·파충류와 고등척추동물의 정소 및 누루시블락, *Sebastes vulpes* (Sasaki and Igarashi, 1974), 태생어인 *Cymatogaster aggregata* (Wiebe, 1968) 등에서도 볼 수 있고, 난소에 비하여 1/10~1/20 정도로 매우 작다 (Yokogawa et al., 1992).

일반적으로 대구, *Merluccius hubbsi* (鄭, 1981), 자리돔, *Chromis notatus* (Lee, 1987)과 볼락, *Sebastes inermis* (Lee and Kim, 1992) 등의 암·수의 GSI모드 변화는 거의 일치하는데 반하여, 쏨뱅이는 수컷이 1~3개월 먼저 성숙된다. 조직학적 증명에서도 정자형성이 완성되고, 완숙난이 관찰되기전에 고미가 일어났다. 이것은 볼락이나, 쏨뱅이 수컷의 최종 성숙은 암컷에 선행하며 (Mizue, 1957), 성숙한 정자는 고미에 의해 난소속으로 진입한 뒤 배란될 때까지 난소내에 저장된다는 사실 (Takahashi et al., 1991)과 수정시기의 적응성등 볼락류의 생식생리의 특성때문이다.

본 연구에서 암컷의 성숙시기는 10~3월로 九州各地 (Mizue, 1959; Mio, 1960) 및 山口縣 (有園 等, 1978), 愛媛縣 (宇和海)의 11월에서 4월과 비슷한 변화를 나타내었으나, 香川縣 (Yokogawa and Iguchi, 1992)은 12~6월로 일치하지 않았다. 수컷은 8~11월로 長崎縣 (Mizue, 1958)의 8~10월과 비슷하였다. 이와같이 제주산 쏨뱅이는 볼락, 황점볼락, *Sebastes oblongus* 및 *Sebastes flavivulus* 같은 동계출산종으로 나타났다.

HSI 월별 변화는 성숙기 암·수 GSI 월별 변화와 관련하여 뚜렷한 상관관계는 나타내지 않으나, 산출과 배정이 끝나는 3~5월과 12월 전후에는 낮게 나타나는 경향을 보였다.

조직학적 관찰에서 11~3월까지의 성숙한 난소내에는 주변인기, 난황포기, 난황구기, 배발생단계 (수정난, 상실기, 포배기), 체내자어의 형태로 성숙 발달하였다. 이때 주변인기와 난황포기는 항상 관찰되며, 난황구기 이상이 성숙에 참여하는 비동시 난균발달형을 나타내었다. 또한 2회산출인 경우 성숙난과 체내자어가 동시에 존재하며 (Fig. 3-6), 1회산출후 성숙난은 빠르게 체내자어로 가입되어 산출이 일어난다.

생식주기는 해마다 각 생식단계의 차이를 보였으며 성숙과 산출의 최고월에 있어서도 약간의 변동을 보였다. 특히 미성숙 생식단계 대 성숙한 휴지기 생식소의 차이 점은 해석하기가 어려웠으며, 휴지기가 오래지속되다가 갑자기 8~10월에 성숙하는 경향을 보였다. 또한 암컷은

수컷에 비해 개체군의 생식주기가 6개월 이상으로 길게 나타났으며, 이러한 특성은 개체별 생식환경에 적응하는 능력의 차이에 기인한 듯 하다.

본 연구에서 조직관찰 및 난경과 체내자어 체장조성의 개체별 변화 (Fig. 9)에서 성숙 난경모드 또는 자어모드는 1, 2개만이 관찰되었고, 3개이상의 뚜렷한 모드의 변화는 찾아볼 수 없어, Mizue (1959), カサゴ放流技術開發研究會 (1975), Mio (1960) 등이 보고한 3회이상 대량산출은 일어나지 않는 것으로 관찰되었다. 이렇듯 한계절에 두번의 산출은 *Sebastes paucipinis* (Moser 1967), *Sebastes ovalis*와 *Sebastes constellatus* (Macgregor, 1970) 등에서도 보고되고 있다.

Bowers (1992)는 *Sebastes flavidus*의 체내자어가 부화하여 산출될 때 까지를 30~40일, Boehlert와 Yoklavich (1984)는 1회 산출하는 *Sebastes melanops*에 대해 37일, Mizue (1959)은 솜뻥이를 30~45일로 추정하고 있다. 그리고 Ohgami et al. (1978)는 1회 산출을 마친 41마리중 10마리에서 13~22일 간격으로 2회 산출이 일어났다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 체내자어가 부화에서 산출까지 1회 또는 2회 산출은 최대 두달이상은 소요하지 않는 것으로 추정되었다.

Mizue (1959)는 난소의 성숙이 진행되면서 포란수는 증가하여 약 5만의 난세포수가 최대 17만으로 증가하였다고 보고하고 있고, Ohgami et al. (1978)는 1회 산출 자어는 1,100~93,900마리의 자어를 산출하며 전장 260 mm 정도까지의 어체 크기까지는 산출 자어수가 증가한다고 보고하고 있다. 본 연구에서 포란수와 체내자어수는 최소 42,974개에서 최대 188,476개로 전장과 체중이 증가함에 따라 포란수와 체내자어수도 증가하는 경향을 나타내었으나, 전체 측정 개체중 일정값에 미달되는 개체는 제외하였다.

요 약

1992년 7월부터 1996년 5월까지 제주도 연안에서 어획된 솜뻥이, *Sebasticus marmoratus* 1,035개체를 대상으로 생식소발달과정, 생식주기 및 체내자어발달과정을 조사하였다. 생식소중량지수 (GSI)에 있어 암컷의 GSI값은 10월부터 3월에 최대값에 이른 후 11월에서 4월에 감소하였고, 수컷은 9월에 최대에 이른 후 (암컷보다 1~3개월 전) 10월부터 12월까지 감소하였다. 생식년주기는 암컷은 성장기 (6~9월), 성숙기 (9~2월), 완숙기 및 교미기 (10~3월), 임신 및 산출기 (11~4월), 퇴화 및 휴지기 (12~5월)의 나타났고, 수컷은 성장기 (4~7월), 성숙

기 (8~11월), 완숙기 및 교미기 (9~12월), 퇴화 및 휴지기 (11~3월)로 구분된다. 난경과 체내자어 체장조성은 비동시성을 나타내었고, 체내자어산출은 11월에서 4월동안 1회 또는 2회 일어났다. 산출자어의 평균크기는 3.5 mm였다. 포란수와 체내자어수는 최소 체장 15 cm급에서는 평균 58,377개이고, 전장과 체중이 증가함에 따라 포란수와 체내자어수는 증가되는 현상을 나타내었다.

참 고 문 헌

- Boehlert, G.W and M.M. Yoklavich. 1984. Reproduction, energetics, and the maternal-fetal relationship in the viviparous genus *Sebastes* (Pisces: Scorpaenidae). Biol. Bull., 167, 354~370.
- Bowers, M.J. 1992. Annual reproductive cycle of oocytes and embryos of yellowtail rockfish, *Sebastes flavidus* (Family Scorpaenidae). Fish. Bull., U.S. 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. Aquacul., 8, 31~46.
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Iijisa, Seoul, Korea, pp. 498~511.
- Kim, I.S. and W.O. Lee. 1993. Taxonomic revision of the Scorpionfishes (Pisces: Scorpaenidae) with four new records from Korea. Korea J. Zool. 36, 452~475.
- Kim, Y.U. and K.H. Han. 1991. The early life history of Rockfish, *Sebastes schlegelii*. Korean J. Ichthyol. 3, 67~83.
- 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.
- Lee, Y.D. and T.Y. Lee. 1987. Studies on the reproductive cycle of Damsselfish, *Chromis notatus*. Bull. Korea Fish. Soc., 20, 509~519.
- Macgregor, J.S. 1970. Fecundity, multiple spawning and description of the gonads in the *Sebastes*. U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish. 596, 12P.
- Mio, S. 1960. Studies of population biology of coastal fishes in Kyushu II. Biology of *Sebasticus marmoratus* (Cuvier et Valenciennes). Oceanogr. WKS. Japan, 5, 437~449.
- Mizue, K. 1957. Studies on scorpaenous fish *Sebasticus marmoratus* Cuvier et Valenciennes-I. On the monthly variation of gonad maturity. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 5, 27~29.
- Mizue, K. 1958. Studies on scorpaenous fish *Sebasticus marmoratus* Cuvier et Valenciennes-II. The seasonal cycle of mature testis and the spermatogenesis. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 6, 27~38.

- Mizue, K. 1959. Studies on scorpaenous fish *Sebastiscus marmoratus* Cuvier et Valenciennes-V. On the maturation and the seasonal of the ovaries of the matine ovoviviparous teleost.. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. 8, 84~109.
- Moser, H.G. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastes paucispinis* (Ayres), an ovoviviparous teleost (Family Scorpaenidae). J. Morph., 123, 329~351.
- Norton, E.C. and R.B. MacFarlane. 1995. Nutritional dynamics of reproduction in viviparous yellowtail rockfish, *Sebastes flavidus*. Fish. Bull., 93, 229~307.
- Ohgami, H., T. Ohtagi, N. Katano and T. Sasaki. 1978. Studies on the seedling production of scorpaenous fish, *Sebastiscus marmoratus* Cuvier et Valenciennes-I, Spawning behavior in pond. Bull. Shizuoka Pref. Fish. Exp. Stn. 12, 37~44.
- 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.
- Takahasi, H., K. Takano and A. Takemura. 1991. Reproductive cycle of *Sebastes taczanowskii*, compared with those of other rockfishes of the genus *Sebastes*. Environ. Biol. Fish., 30, 23~29.
- Wiebe, J.P. 1968. The reproductive cycle of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* Gibbons. Can. J. Zool., 46, 1221~1234.
- Wyllie Echeverria, T. 1987. Thirty-four species of California rockfishes: Maturity and seasonality of reproduction. Fish. Bull. U.S., 85, 229~249.
- Yamada, J. and M. Kusakari. 1991. Staging and the time course of embryonic development in kurosoi, *Sebastes schlegeli*. Environ. Biol. Fish., 30, 103~110.
- Yokogawa, K. and M. Iguchi. 1992. Food habit and maturation of marbled rockfish, *Sebastiscus marmoratus* in southern coastal waters of the harima sea. Suisanzoshoku. 40, 131~137.
- 有園眞琴・松浦季喜・大内俊彦・道中和彦. 1978. カサゴの放流技術開発に関する研究. 山口外海水試研報., 16, 32~52.
- 鄭相喆. 1981. 메르루사 (*Merluccius hubbsi*)의 성장과成熟に関する研究. 東京大學校 博士學位論文, pp. 19~24.
- カサゴ放流技術開発研究會. 1975. カサゴ放流技術開發調査研究報告. 瀬戸内海栽培漁業協會編, 114 pp.

1997년 11월 12일 접수
1998년 7월 4일 수리