

다슬기(*Semisulcospira libertina libertina*)의 번식주기

장영진[†] · 장해진 · 민병화 · 방인철¹

부경대학교 수산과학대학 양식학과, ¹순천향대학교 해양생명공학과

Reproductive Cycle of the Melania Snail, *Semisulcospira libertina libertina*

Young Jin Chang[†], Hae Jin Chang, Byoung Hwa Min and In Chul Bang¹

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

¹Department of Marine Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

요 약 : 양산 내원사 계곡에 서식하는 난태생인 다슬기(*Semisulcospira libertina libertina*)를 재료로 하여 번식주기를 조사하였다. 서식지 수온은 연중 1.3~22.5°C였으며, 육중량비는 수온이 상승하기 시작하는 3월에 최고값을 보였고, 8월에 최저값을 나타내었다. 난모세포의 평균 직경은 7월에 249.6±2.6 μm로 최대값을 나타냈으며, 12월에 134.3±2.8 μm로 연중 최소값을 보였다. 다슬기는 혹서기와 혹한기를 제외하고 주년 번식하는 종으로서, 연간 2회의 주된 번식주기를 가져, 암컷에서 분열증식기 3월·10월, 성장기 4~5월·11월, 성숙기 6~7월·12월, 배란기 8월·1월, 출산기 9~10월·3~5월, 휴지기 9월·2월, 수컷에서는 분열증식기 3월·10월, 성장기 4월·11월, 성숙기 5~6월·12월, 교미기 7~8월·1월, 휴지기 9월·2월인 것으로 판정되었다.

ABSTRACT : The reproductive cycle of ovoviviparous melania snail, *Semisulcospira libertina libertina* was studied in the valley near Naewon Temple in Yangsan, Korea. Water temperature (WT) of the habitat ranged from 1.3°C to 22.5°C. The meat weight rate (MWR) reached the maximum with the beginning of WT increase in March and the minimum in August. Monthly changes in average oocyte diameter showed the maximum (249.6±2.6 μm) in July and the minimum (134.3±2.8 μm) in December. *S. libertina libertina* seemed to be a year-round breeder except for mid-summer and mid-winter. Two main reproductive cycle of the species could be divided into five successive stages: multiplicative (March, October), growing (April and May, November), mature (June and July, December), ovulation (August, January), parturition (September and October, March to May) and resting (September, February) stages in female and multiplicative (March, October), growing (April, November), mature (March to June, December), copulatory (July and August, January), resting (September, February) stages in male.

Key words : Melania snail, *Semisulcospira libertina libertina*, Reproductive cycle, Gonadal development, Ovoviviparous.

서 론

한국을 비롯하여 일본, 대만, 중국 등에 널리 분포되어 있는 다슬기(*Semisulcospira libertina libertina*)는 복족강(腹足綱), 중복족목(中腹足目), 다슬기과(科), 다슬기속(屬)으로 분류되며, 자웅이체로서 난태생인 것으로 알려져 있다(권, 1990).

우리나라에는 전국에 걸쳐 강, 호수, 연못 및 계곡 등에 널리 서식하며, 식용으로서 기호도가 높은 유용 수산자원이다. 그러나 최근에는 생활하수, 농약, 중금속 등에 의한 다슬기 서식지 오염과 행락객의 무분별한 채취로 인해 자원이 급격

히 줄어들고 있는 실정이다. 이와 같이 감소된 다슬기에 대한 자원 보호 및 증·양식 기술 개발이 중요한 과제로 등장하고 있어, 이 종에 대한 번식생물학적 연구와 양식산업에 이용하기 위한 종묘생산 및 양식기술 개발 관련 연구가 필요하다. 다슬기에 관한 연구로는 국외에서는 다슬기 생식기관의 해부·조직학적 연구(Nakano & Nishiwaki, 1989) 및 생식세포 형성의 계절적 변화(Koike et al., 1992)에 관한 연구 등이 이루어지고 있으며, 우리나라에서도 다슬기에 관한 번식생물학적 연구가 이루어져야 한다.

그러므로 본 연구에서는 경상남도 양산 내원사 계곡에 서식하는 다슬기를 재료로 조직학적 방법에 의해 생식세포의 발달과정과 번식주기를 조사하여, 담수 고등류의 번식기구 및 종묘생산 기술개발에 관한 기초자료로 제공하고자 하였다.

[†]교신저자: 부산시 남구 대연3동 599-1, 부경대학교 수산과학대학 양식학과, (우) 608-737 (전) 051-620-6135 (팩) 051-628-7430 e-mail: yjchang@dolphin.pknu.ac.kr

재료 및 방법

본 연구에 사용한 다슬기는 1998년 1월부터 12월까지 매월 100개체씩 경남 양산시 내원사 계곡에서 채집하였고, 서식지의 수온도 함께 조사하였다. 채집된 다슬기에 대하여 각고 및 각경을 Vernier caliper로 0.01 mm까지 측정하였고, 전중(total weight: TW) 및 육중(meat weight: MW)은 정밀저울(Denver Instrument Company, U.S.A)을 이용하여 0.01 g까지 계량한 후, 육중량비(meat weight rate: $MWR = MW/TW \times 100$)를 계산하였다.

생식세포의 발달과정을 관찰하기 위하여 계속 직후 생식소 일부를 절취하였다. 생식소는 Bouin 용액에 고정하여 조직표본 제작에 사용하였으며, 조직은 파라핀 절편법에 따라 5~7 μm 의 조직절편을 만들고, Harris's haematoxylin과 0.5% eosin으로 이중염색하였다.

생식세포의 발달단계는 Chang & Lee (1982)의 방법을 준용하여 광학현미경으로 관찰하여 구분하였으며, 난경은 매월 2~5개의 서로 다른 조직표본에서 현미경과 연결된 컴퓨터의 화상분석프로그램(Matrox Electronic Systems Ltd, Canada)을 이용하여 측정하였다.

보육낭내 유생수를 조사하기 위해 껍질을 제거한 개체로부터 유생을 적출하였으며, 적출한 유생은 Nakano (1990)의 방법에 따라 trochophore, pre-veliger, veliger, juvenile로 구분하여 광학현미경으로 계수하였다.

결 과

1. 수온과 육중량비의 월별변화

채집지역의 월별 수온은 연중 1.3~22.5°C로, 2월부터 서

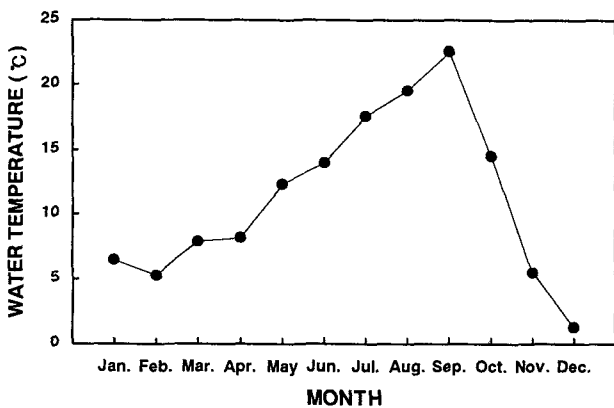


Fig. 1. Monthly changes of water temperature in the habitat.

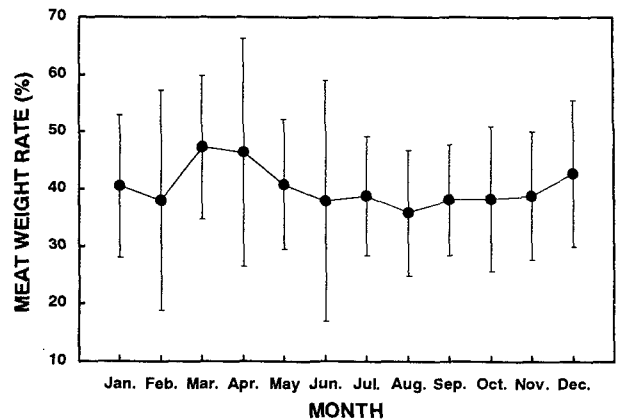


Fig. 2. Monthly changes in the meat weight rate of the melania snail, *Semisulcospira libertina libertina*.

서히 높아지기 시작하여 9월에 22.5°C로 최고값을 보였으며, 12월에 1.3°C로 최저값을 나타냈다(Fig. 1). 육중량비의 월별 변화는 2월에 38.0±19.2%였던 것이 3월에 47.3±12.6%로 높아져 연중 최고값을 나타낸 다음, 6월까지 낮아졌다. 이후 7월부터 다소 높아지는 경향을 보였으나 다시 낮아져 8월에 35.9±11.0%로 연중 최저값을 보였다(Fig. 2).

2. 생식소 발달

1) 월별 난경분포

평균 난경의 월별변화는 4월에 211.6±133 μm 이었던 것이 점차 작아져 6월에 155.1±133 μm 를 나타냈으며, 7월에는 급격히 증가하여 249.6±122 μm 로 연중 가장 큰 값을 보였다. 이후 점차 감소하는 경향으로 12월에 134.3±106 μm

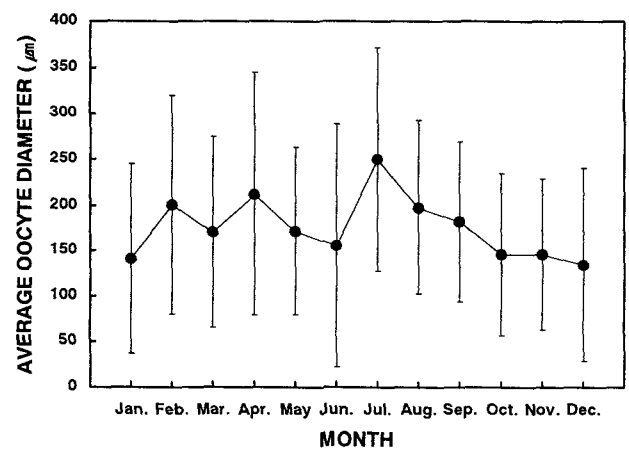


Fig. 3. Monthly changes in oocyte diameter of the melania snail, *Semisulcospira libertina libertina*.

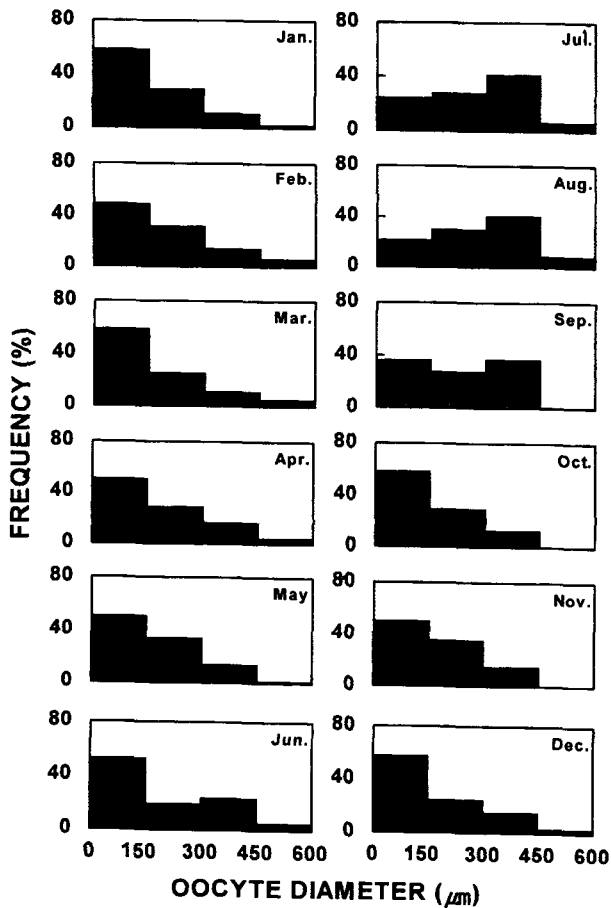


Fig. 4. Relative frequency distribution of the oocyte diameter of the melania snail, *Semisulcospira libertina libertina*.

로 연중 가장 작은 값을 나타냈다(Fig. 3).

난경계급을 0 μm부터 150 μm의 간격으로 하여 4단계로 나누어 조사한 난경의 월별 변화는 Fig. 4와 같이, 0~150 μm 크기의 난모세포는 3월과 10월에 가장 높게 나타났고, 7월과 8월에 걸쳐 낮은 값을 보였다. 150~300 μm 크기의 난모세포는 5월과 11월에 높게 나타났으며, 300~450 μm 크기의 난모세포는 7~9월에 걸쳐 높게 나타났다. 450~600 μm 크기의 난모세포는 2월 이후 점차 감소하여 5월에 0%를 나타냈으며, 이후 증가하는 경향을 나타내다가 8월부터 감소하기 시작하여 10, 11월에 0%를 나타냈다.

2) 생식소 발달단계

다슬기 생식소의 발달과정을 조직학적 방법에 의해 조사한 결과, 매월 발달된 생식세포가 관찰됨으로써 다슬기는 연중 출산하는 중임을 알 수 있었다. 생식소의 발달단계는 암·수 각각 5단계로 구분하였다. 암컷은 분열증식기(multipli-

cative stage: Mu), 성장기(growing stage: G), 성숙기(mature stage: M), 배란기(ovulation stage: O), 휴지기(resting stage: R)로, 수컷은 분열증식기(multiplicative stage: Mu), 성장기(growing stage: G), 성숙기(mature stage: M), 교미기(copulatory stage: C), 휴지기(resting stage: R)로 구분하였다(Fig. 5).

(1) 분열증식기(Mu)

난소소낭의 생식상피상에서 난원세포가 활발히 분열증식하여 난원세포 수가 증가하는 것이 관찰되었다. 난원세포의 직경은 20 μm 내외였으며, 핵과 인이 뚜렷이 관찰되었다. 정소에서는 정소세관의 생식상피상에서 정원세포가 분열증식하여 점차 정소세관 내측으로 발달하고 있었다(Fig. 5Mu).

(2) 성장기(G)

난소에서는 성장을 시작한 난모세포들이 난소소낭을 채우기 시작했으며, 핵과 더불어 세포질의 빠른 양적 증가를 관찰할 수 있었다. 성장한 난모세포의 직경은 100~300 μm였다. 정소에서는 분열증식을 마친 정원세포가 제1차 정모세포로 발달하였다. 제1차 정모세포는 제1차 성숙분열을 거쳐 제2차 정모세포로 발달하여 정소세관 내강을 가득 채우고 있었으며, 제2차 정모세포는 성숙분열에 의해 정세포로 되었다(Fig. 5G).

(3) 성숙기(M)

난소에서는 난모세포가 성장을 거듭하여, 세포질에 난황물질을 축적하여 성숙란의 모양을 갖추었으며, 대부분이 타원형이었다. 핵의 이동이 관찰되었으며, 성숙한 난모세포는 직경이 300~500 μm였고, 핵경은 50~100 μm였다. 정소에서는 생식상피 주변에 정모세포들과 정세포들이 존재하고 정소세관의 중앙에는 성숙 변태한 정자들이 세관의 내강을 채움으로써 물결모양의 흐름을 이루었다(Fig. 5M).

(4) 배란기(O) 및 교미기(C)

난소에서는 호산성 색소에 진하게 염색되는 난황과립이 충전하고 핵 이동이 완료된 다수의 난모세포가 관찰되었다. 배란기 난모세포는 성숙기의 난모세포 크기와 비슷하였다(Fig. 5O). 정소에서는 정자들이 체외로 방출되어 물결모양의 정자배열은 없어지고, 일부 미방출된 정자가 관찰되는 조직상을 보였다(Fig. 5C).

(5) 휴지기(R)

배란·교미가 끝난 난소소낭 및 정소세관은 위축되었고,

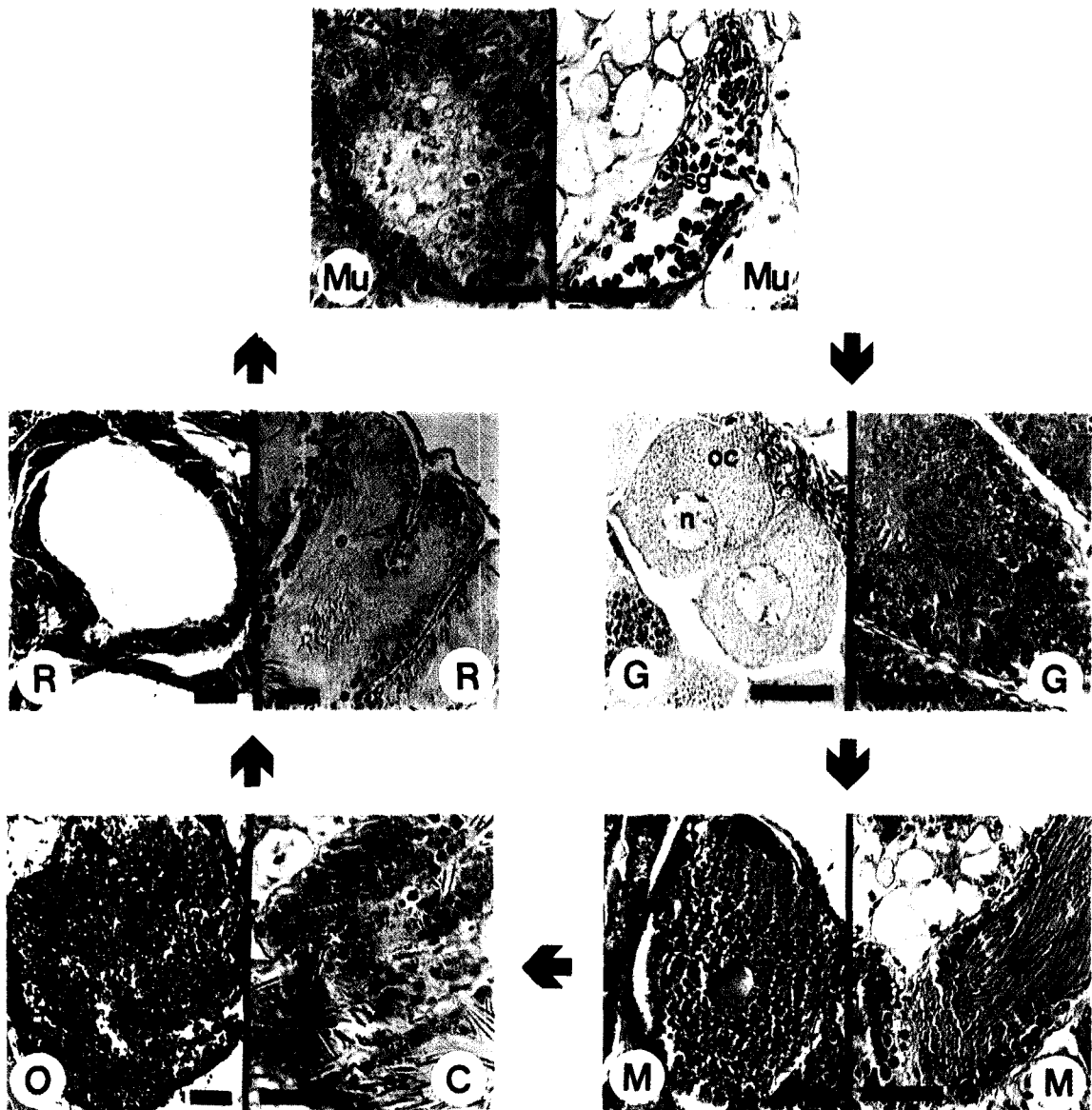


Fig. 5. Histological identifications of the gonad stages. Left side of each photograph shows female gonad and right side shows male gonad. Mu: Multiplicative stage, G: Growing stage, M: Mature stage, O: Ovulation stage, C: Copulatory stage, R: Resting stage. n: nucleus oc: oocyte, og: oogonia, sc: spermatocyte, sg: spermatogonia, st: spermatid, sz: spermatozoa. Scale bar=50 μ m.

내강이 비어 있는 조직상을 보였다. 그러나 소낭내에는 미방출된 난모세포도 관찰되었으며, 정소세관을 가득 채웠던 정자들 중에 일부 방출되지 않고 잔존해 있는 정자가 관찰되었다(Fig. 5R).

3. 보육낭내 치패의 월별변화

보육낭내 월별 평균 치패수는 2월에 14.8±4.2마리였던 것이 5월에 3±2.8마리로 감소하였다. 이후 증가하여 7월에 6.3±1.5마리였으나 8월부터 감소하여 9월에는 나타나지 않았

다. 10월부터 보육낭내 치패수는 증가하여 12월에 26.2±7.3마리로 연중 최다값을 보였다(Fig. 6).

4. 번식주기

다슬기의 생식소 발달단계를 관찰한 결과, 암컷과 수컷은 혹서기와 혹한기를 제외한 2회의 배란·교미기를 가지고 있었다. 암컷의 경우 생식세포의 분열은 3월과 10월에 개시되었으며, 4~5월과 11월에 성장하여 6~7월, 12월에 성숙한 개체가 나타났다. 성숙한 개체는 8월과 1월에 배란기를 거쳐 9

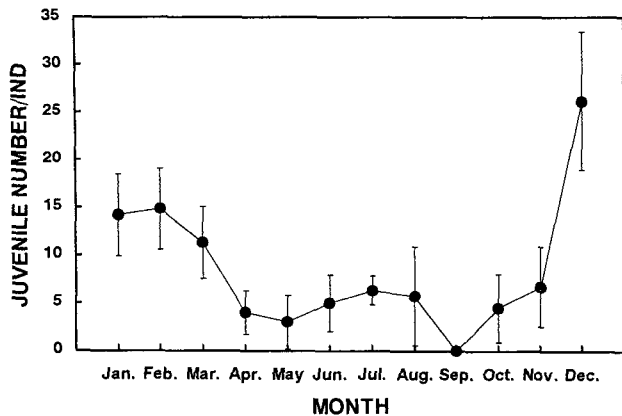


Fig. 6. Monthly changes of juvenile number in the brood pouch of the melania snail, *Semisulcospira libertina libertina*.

월과 2월에 휴지기의 조직상을 보였다. 그러나 9월과 2월의 휴지기에도 발달중인 난모세포가 관찰되었다. 수컷의 경우 암컷의 경우와 대체로 비슷한 경향으로, 3월과 10월에 정원세포가 분열·증식하기 시작하였고, 4월과 11월에 정원세포가 정모세포와 정세포로 성장하여 5~6월과 12월에는 성숙·변태한 정자들이 다수 나타났다. 수컷의 주 교미기는 7~8월과 1월로 나타났으며 9월과 2월에는 방출후 잔존 정자가 일부 관찰되는 휴지기의 조직상을 보였다. 다슬기의 난모세포는 수정이 되면 보육낭으로 이동하여 발생단계를 거쳐 출산되는 데, 8월에 배란된 난모세포는 9~10월에, 1월에 배란된 난모세포는 혹한기를 지나 3~5월에 주로 출산되는 경향을 보였다.

이상의 서식지의 수온, 다슬기의 육중량비, 월별 생식소의 조직학적 관찰 및 난경분포의 연구결과를 종합해 볼 때, 다슬기의 주된 번식주기는 암컷에서 분열증식기 3월·10월, 성장기 4~5월·11월, 성숙기 6~7월·12월, 배란기 8월·1월, 출산기 9~10월, 3~5월, 휴지기 9월·2월인 것으로 나타났고, 수컷에서 분열증식기 3월·10월, 성장기 4월·11월, 성숙기 5~6월·12월, 교미기 7~8월·1월, 휴지기 9월·2월인 것으로 판정되었다.

고 찰

우리나라 강원도 일부 산간지대를 제외하고 전국 도처의 산간 계곡에 분포하고 있는 다슬기는 폐흡충(*Paragonimus westermani*) 및 요꼬가와 흡충(*Metagonimus yokogawai*)을 매개하는 담수 고등으로서 기생충학적으로 매우 중요한 의의를 갖고 있다(서, 1978). Nakano & Nishiwaki (1989)는 다슬기

의 생태학적 연구를 통해 종(種) 및 서식 환경이 번식에 미치는 영향이 크다고 보고한 바 있다. 우리나라에는 다슬기에 관한 기생충학적 연구(임 등, 1986)와 세포학적 연구(김 등, 1987)는 이루어지고 있으나, 번식에 관련된 연구는 찾아보기 힘든 실정이다. 따라서 본 연구에서는 육중량비 변화와 생식소의 조직학적 관찰을 통해 다슬기의 번식주기를 조사하였다.

월별 육중량비의 변화는 수온이 상승하기 시작하는 3월에 최고값을 보였으며, 이후 수온이 상승하는 것과 반대로 육중량비가 감소하는 경향을 나타냈다. 이것은 다슬기가 수온 상승과 함께 출산을 시작하는 중임을 시사하는 것으로, 일본群馬縣赤城山南麓의 계절적 수온 변화가 큰 지역에서 채집한 다슬기의 난성숙이 봄과 여름에 걸쳐 이루어진다고 보고(Koike et al., 1992)한 것과 일치하였다. 월별 평균 난경은 7월이 $249.6 \pm 2.6 \mu\text{m}$ 로 연중 가장 큰 값을 나타냈으며, 2월과 4월을 제외한 대부분이 $200 \mu\text{m}$ 이하의 크기를 나타냈다. 월별 난경분포에서 다슬기는 연중 발달중인 난모세포를 가지고 있는 것으로 관찰되었으며, 가장 성숙했다고 생각되는 $450 \sim 600 \mu\text{m}$ 크기의 난모세포가 2월과 8월에 다수 출현한 것을 보아 다슬기는 2회의 주된 번식주기를 갖는 것으로 판단된다.

또한 생식소의 조직학적 관찰에 의해 다슬기의 생식세포 형성이 3월에 시작되는 것이 관찰되었으며, 발달하기 시작한 난모세포는 성숙하여 배란전에 수컷과의 교미를 통해 들어온 정자와 수정이 이루어지는 것으로 보인다. Nakano & Nishiwaki (1989)는 다슬기 생식기관에 관한 해부·조직학적 연구를 통해 암컷에 저장낭(spermatophore bursa)이 존재한다고 보고하였으나, 수컷과의 교미시기, 교미행동, 교미횟수에 관한 보고는 찾아보기 힘들다. 그리고 다슬기는 지역에 따른 개체변이가 심하므로, 다슬기의 종에 따른 생식기관 및 번식행동에 관한 세부적인 연구가 필요하다고 사료된다. 보육낭내 치패수의 월별변화는 수온이 높아지기 시작하는 3월부터 5월까지 감소하는 경향을 보였으며, 수온이 낮아지는 10월부터 12월까지 증가하는 경향을 보였다. 이것은 1월에 배란된 생식세포가 수정을 통해 보육낭으로 이동하면, 수온 상승과 함께 3~5월에 걸쳐 출산하여 치패수가 감소하고, 8월에 배란된 생식세포는 9~10월에 걸쳐 출산하는 것으로 판정되었다. 9월 이후 보육낭내 치패수의 증가는 서식지 수온이 낮아짐에 따른 것으로 생각된다. Nakano & Izawa (1996)는 일본三重縣의 Otani에 서식하는 다슬기의 보육낭 유생을 조사한 결과, 8월말에 공급된 유생이 휴지상태로 겨울을 지내고 다음해 4~6월에 걸쳐 출산한다고 하여 치패의 출산과 수온이 관계가 있음을 시사하였다. 대부분의 해산 무척추동물의 번

식주기를 지배하는 환경요인으로 수온, 광주기, 염분 및 먹이 등을 들 수 있다. 본 연구의 재료인 다슬기의 서식지 수온은 계절적 변화가 큰 것으로 조사되어 다슬기의 배우자 형성과정, 교미 및 출산에 영향을 미치는 중요한 요인으로 생각된다.

인용문헌

- Chang, YJ, Lee TY (1982) Gametogenesis and reproductive cycle of the cockle, *Fulvia mutica* (Reeve). Bull Korean Fish Soc 15: 241-253.
- Hamamoto S, Oobayashi T (1985) The suitable time for taking eggs and some problems in breeding the larvae of shell, *Tresus keenae* (Kuroda et Habe). Bull Kagawa Pref Fish Exp Stn 22: 1-9 (in Japanese).
- Koike K, Kuniyoshi S, Furuse K, Umezawa N, Masuda A, Nishiwaki S (1992) Seasonal changes in gametogenesis and embryo composition in the brood pouch of *Semisulcospira libertina*. Venus 51: 279-294.
- Nakano D, Nishiwaki S (1989) Anatomical and histological studies on the reproductive system of *Semisulcospira libertina* (Prosobranchia: Pleuroceridae). Venus 48: 263-273.
- Nakano D (1990) A method of embryo culture and an outline of development of the ovoviviparous freshwater snail, *Semisulcospira libertina* (Prosobranchia: Pleuroceridae). Venus 49: 107-119.
- Nakano D, Izawa K (1996) Reproductive biology of *Semisulcospira libertina* in Iga Basin, Mie Prefecture. Venus 55: 235-241.
- 김성순, 김동찬, 정평림, 정용재 (1987) 한국산 다슬기류 (*Semisulcospira* spp.) 두 종의 세포학적 연구. 한국패류학회지 3: 24-34.
- 권오길 (1990) 한국동식물도감 동물편(연체동물 I) 32: 131-140.
- 서병설 (1978) 최신 임상기생충학. 일조각 230-256.
- 임승균, 정인실, 정평림, 이근태 (1986) 한국산 다슬기 (*Semisulcospira* spp.)의 흡충류 유미유충 감염실태 및 농약의 잔류성에 관한 조사연구. 한국패류학회지 2: 13-25.