

다슬기 (*Semisulcospira libertina libertina*)의 상대성장과 보육낭 유생단계의 월별 조성

장영진* · 장해진 · 김재준
부경대학교 수산과학대학 양식학과

Relative Growth of the Melania Snail, *Semisulcospira libertina libertina* and Monthly Composition of Larval Stages in its Brood Pouch

Young Jin CHANG⁺, Hae Jin CHANG and Jae Jun KIM

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

Relative growth and composition of larval development stages in brood pouch of the melania snail, *Semisulcospira libertina libertina* were investigated based on monthly field samples for a year. Total number of specimens examined was 1,200. Size values (mean±S. D.) of shell height (SH), shell diameter (SD), total weight (TW), meat weight (MW) and shell weight (SW) were 15.96±3.41 mm, 7.82±1.38 mm, 0.55±0.31 g, 0.24±0.15 g and 0.39±0.23 g, respectively. Water temperature (WT) of the sampling site varied from 1.3°C to 22.5°C. Relative growth equations among SH, SD, TW, MW and SW of *S. libertina libertina* specimens pooled were as follows: $SD=0.3583SH+2.1648$ ($R^2=0.8345$), $TW=0.0005SH^{2.4853}$ ($R^2=0.8391$), $MW=0.0005SH^{2.849}$ ($R^2=0.8391$) and $SW=0.0004SH^{2.3798}$ ($R^2=0.7057$). Female *S. libertina libertina* had larvae in its brood pouch throughout the year. Average number of larvae in the brood pouch varied from 91±33 (July) to 396±174 (November), decreasing in spring and increasing in autumn. In the monthly composition of larval stage in the brood pouch, trochophore, pre-veliger, veliger and juvenile showed maximum as 66.7% in May, 70.7% in November, 60.9% in February and 13.9% in January, respectively. Percent composition of the juveniles decreased in spring and autumn. In conclusion, *S. libertina libertina* is likely to have two main parturition periods, March to May and September and October.

Key words: *Semisulcospira libertina libertina*, Relative growth, Brood pouch, Larval composition

서 론

재료 및 방법

우리나라에 2속 9종이 서식하는 다슬기류는 자웅이체이며, 난생 또는 난태생이다. 그 중에서도 다슬기 (*Semisulcospira libertina libertina*)는 담수산 고등으로서, 보육낭 (brood pouch)에 발생중인 유생을 연중 가지고 있으며, 치패를 낳는 난태생 종으로 알려져 있다 (Kwon, 1990).

Koike et al. (1992)과 Chang et al. (2000)은 다슬기의 생식소에 대한 조직학적 관찰로서 다슬기의 배우자형성이 봄 수온 상승에 따라 활성화된다고 보고하였으며, Nakano and Izawa (1996)는 다슬기의 번식생태에 관해서 연구한 바 있다. 또한 다슬기류 (genus *Semisulcospira*)가 출산하는 치패의 수와 이들 치패의 실내사육에 관한 Nagai et al. (1979), Nakano (1990), Takami (1995)의 연구도 있다. 우리나라에서 다슬기는 탕이나 역기스 등의 건강식품으로서 이용되고 있지만, 다슬기의 자연자원이 날로 감소해지는 실정임에 비추어 볼 때, 앞으로 이 종의 양식 및 자원증식을 도모하기 위한 연구가 요구된다. 따라서 이 종의 성장과 어미의 보육낭내 유생의 조성 및 출산에 관하여 조사할 필요가 있다.

본 연구에서는 경남 양산시 내원사 계곡에 서식하는 다슬기를 재료로 상대성장 및 보육낭내 유생의 단계별 조성을 조사하였다.

본 연구에 사용된 다슬기는 경남 양산시 내원사 계곡 (35°22'N, 129°7'E)에 서식하는 것으로서, 매월 현장에서 무작위로 채취하여 형태가 정상적인 100개체씩 선택하였다. 채집시 서식지의 수온을 측정하였으며, 채집된 다슬기에 대하여 각고 및 각경은 Fig. 1의 방법에 따라 버니어 캘리퍼스로 0.01 mm까지 측정하였다. 채집된 개체는 전중 (total weight: TW)을 측정한 후 40개체만을 선택하여

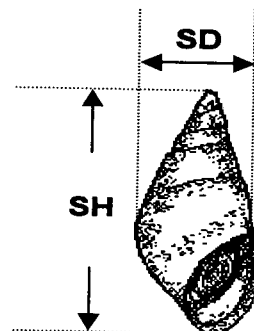


Fig. 1. Dimension of *Semisulcospira libertina libertina*. SH: shell height, SD: shell diameter.

* Corresponding author: yjchang@pknu.ac.kr

패각으로부터 육질부를 분리하여 육중 (meat weight: MW)과 각중 (shell weight: SW)을 측정하였다. 이때 진중, 육중 및 각중은 정밀 저울 (Denver Instrument Company, U.S.A)을 이용하여 0.01 g까지 계량하였다 (Table 1).

다슬기의 상대성장 분석에 있어서 개체의 크기는 각고를 기준으로 하였으며, 각 연령군의 각고 조성이 정규분포를 한다고 가정하고, 각고 조성의 변화로 추정하였다.

보육낭내 유생수 및 유생 단계별 조성을 조사하기 위하여, 매월 개체별로 보육낭의 존재 유무를 파악하고, 월별로 보육낭을 가진 암컷 어미 6~14마리로부터 유생을 적출하여 광학현미경으로 유생의 발달단계와 마리수를 관찰하였다. 유생의 발달단계는 Nakano (1990)의 방법을 이용하여 거의 원형에 가까운 형태의 trochophore (T), 섬모를 갖고 있으며, torsion이 시작되는 단계인 pre-veliger (P), 1회의 torsion과 패각형성 단계의 veliger (V), 2회 이상의 torsion과 눈, 더듬이 등의 기관이 관찰되는 juvenile (J)의 4단계로 구분하여 계수하였다 (Fig. 2).

모든 자료는 Computer Program Statistix 3.1 (Analytical Software, St. Paul, Min. USA)로 분산분석을 실시하여 최소유의차 검정으로 기율기 차와 상관계수들의 유의차 유무를 판정하였다.

Table 1. Size (mean±S.D.) of *Semisulcospira libertina libertina* examined in this study

No. of specimens	Shell height (mm)	Shell diameter (mm)	Total weight (g)	Meat weight (g)	Shell weight (g)
1,200	15.96±3.41	7.82±1.38	0.55±0.31	0.24±0.15	0.39±0.23

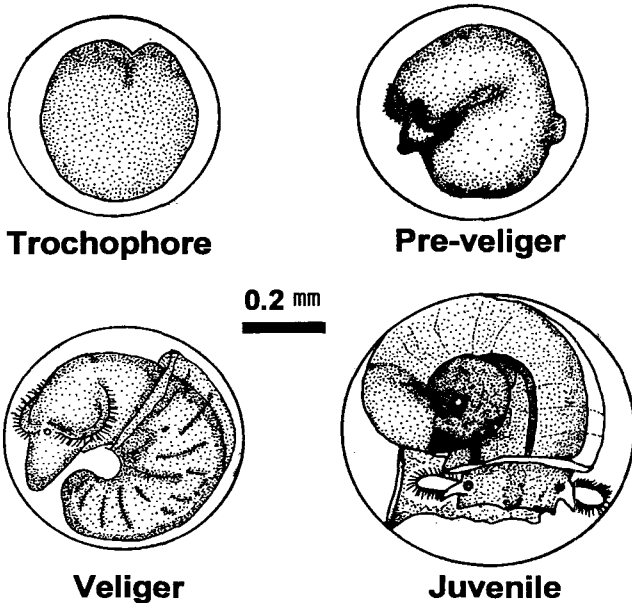


Fig. 2. Morphological characteristics of four larval stages of *Semisulcospira libertina libertina* for determination of larval stages.

결 과

1. 채집지역의 수온변화
 채집지의 수온은 조사기간 동안 1.3 (12월)~22.5°C (9월)로 나타났다 (Fig. 3).

2. 상대성장

1) 월별 각고 조성의 변화

각고의 크기를 1 mm 간격으로 나누어 각고 범위별 크기의 빈도 분포를 Fig. 4에 나타냈다. 신생패로 생각되는 5~7 mm 크기의

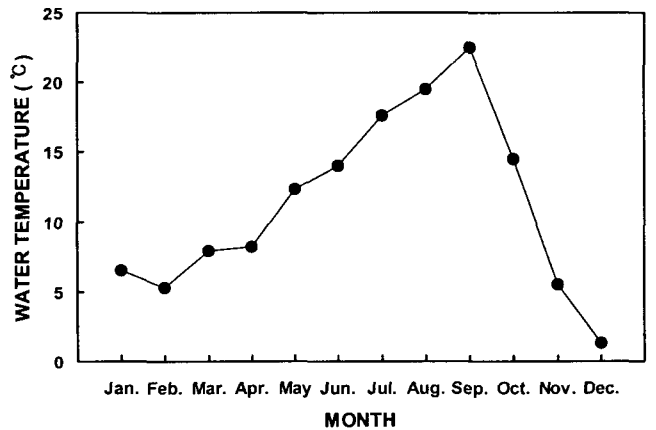


Fig. 3. Monthly changes of water temperature in habitat of *Semisulcospira libertina libertina*.

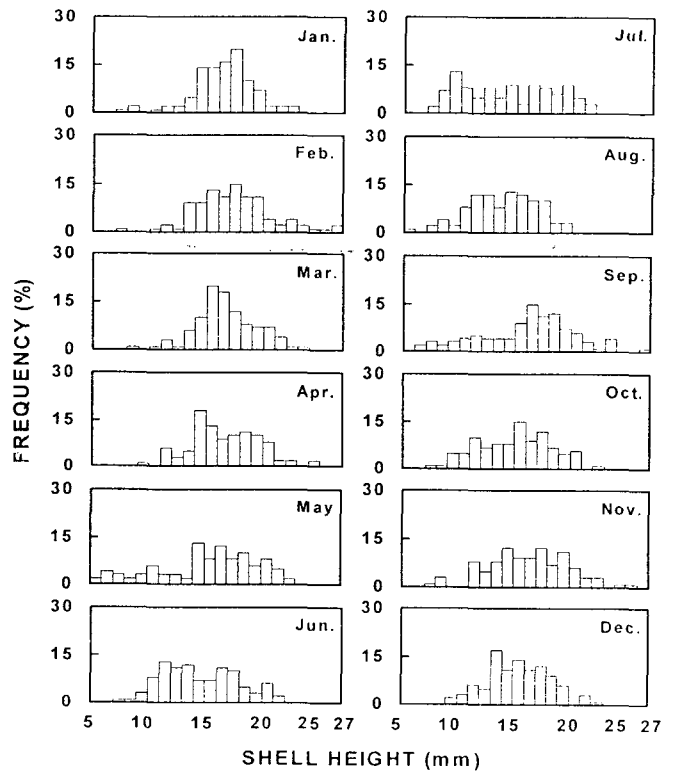


Fig. 4. Monthly frequency distributions of shell height of *Semisulcospira libertina libertina*.

개체들은 5월과 8~9월에 다수 출현하였으며, 크기 10~20 mm인 개체의 빈도가 6~7월 그리고 10~11월에 높게 나타나, 5월과 8~9월에 출산된 신생패가 6~7월, 10~11월에 성장한 것으로 보였다. 그리고 여름보다 겨울에 큰 개체의 빈도가 높게 나타났다.

2) 각고에 대한 각경, 전중, 육중 및 각중의 상대성장

조사 기간 동안 480마리의 각고에 대한 각경의 상대성장과 각고에 대한 전중, 육중 및 각중의 상대성장을 Fig. 5에 나타냈다. 각고 (SH)와 각경 (SD)의 관계는 $SD = 0.3583SH + 2.1648$ ($R^2 = 0.8345$)의 회귀직선으로 나타났다. 한편 각고 (SH)에 대한 전중 (TW), 각고 (SH)에 대한 육중 (MW) 및 각고 (SH)에 대한 각중 (SW)의 상대성장은 각각 $TW = 0.0005SH^{2.4853}$ ($R^2 = 0.8953$), $MW = 0.0004SH^{2.849}$ ($R^2 = 0.8391$), $SW = 0.0004SH^{2.3798}$ ($R^2 = 0.7057$)의 지수함수 관계를 보였다.

3) 월별 각고에 대한 전중의 상대성장

각고 (SH)와 전중 (TW)의 월별 상대성장은 Fig. 6에서 보는 바와 같다. 각고와 전중은 지수함수적 관계를 보였으며, 월별 기울기를 비교해 보면, 1월이 가장 높고 2~4월에 유의하게 낮아지는 경향을 나타냈다 ($P < 0.05$). 이후 5월에 높아졌으나, 6월부터 다시 낮아져 7월에 연중 가장 낮은 값을 보였다 ($P < 0.05$). 이후 기울기는 8월에 높아졌다가 9~10월에 다시 낮아지고 11~12월에 높아지는 경향을 나타냈다.

3. 월별 보육낭내 유생수의 변화

보육낭내 유생수의 월별 변화는 7월이 91 ± 33 마리로서 연중

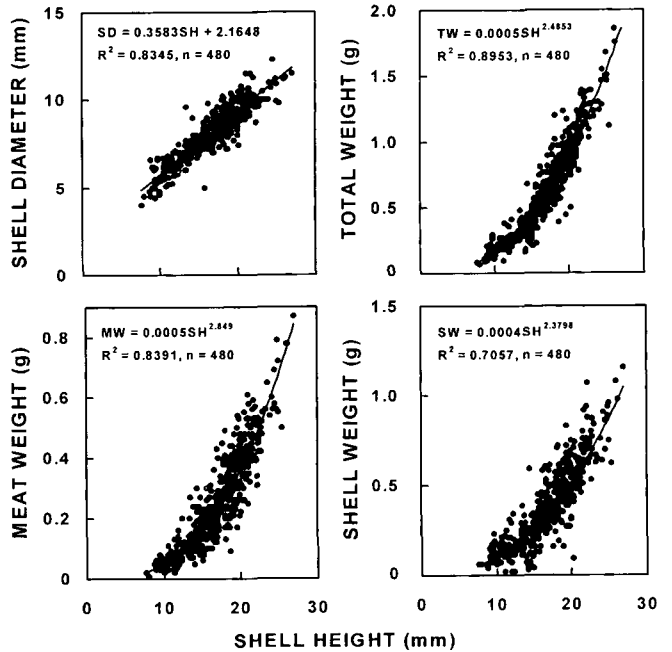


Fig. 5. Relative growth equations among shell height (SH), shell diameter (SD), total weight (TW), meat weight (MW) and shell weight (SW) of *Semisulcospira libertina libertina*.

최소값으로 나타났으며, 11월에 396 ± 174 마리로서 연중 최다값을 보였다. 월별 보육낭내 평균 유생수는 2~4월, 6~7월에 감소하고

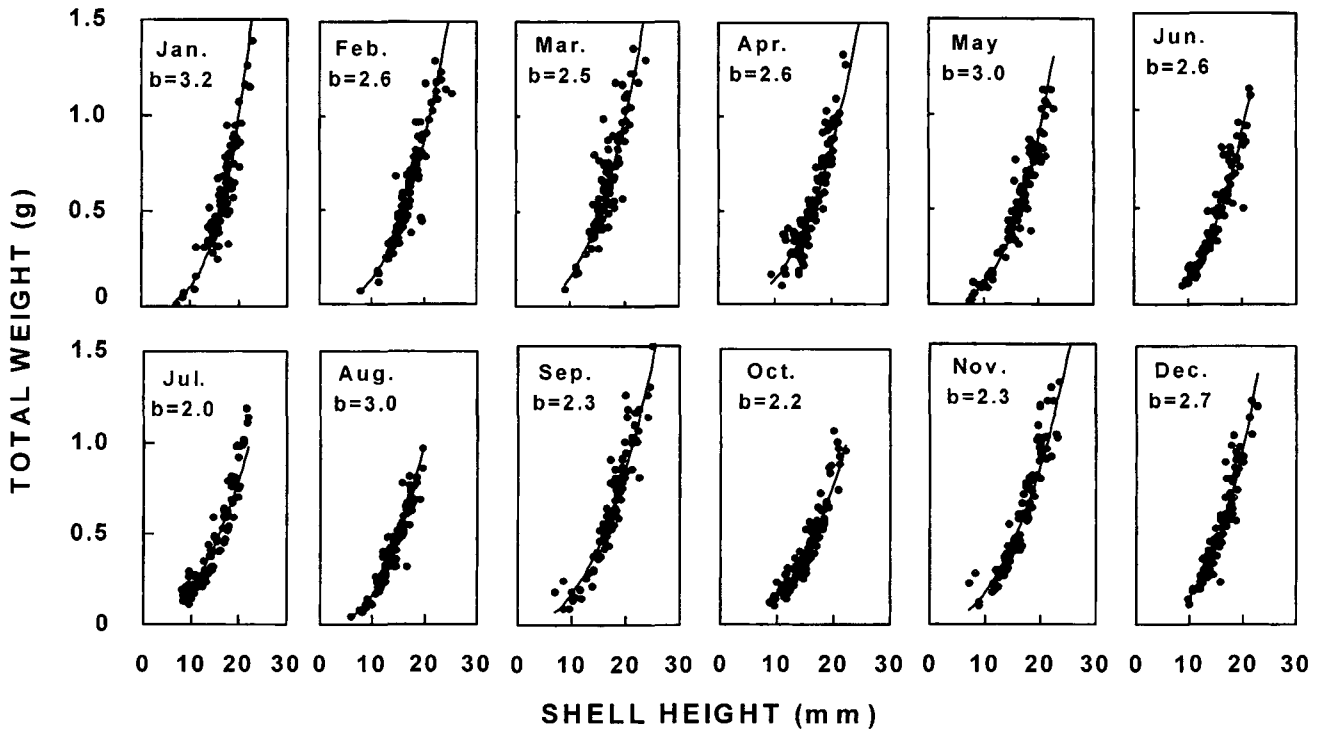


Fig. 6. Monthly relative growth equation between shell height and total weight of *Semisulcospira libertina libertina*. b=slope value.

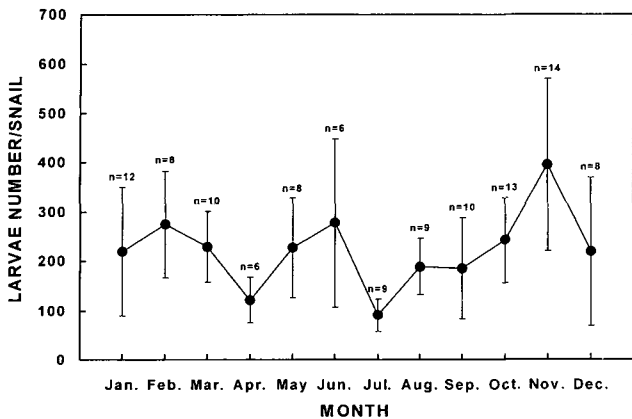


Fig. 7. Monthly changes of average number of larvae in brood pouch of female *Semisulcospira libertina libertina*.

9~11월에 증가하여, 봄·여름에 감소하고 가을에 증가하는 경향을 나타냈다 (Fig. 7).

4. 월별 유생 조성의 변화

월별 유생 조성의 변화를 조사한 결과 trochophore는 3월부터 증가하기 시작하여 5월에 66.7%로 연중 가장 높게 나타났으며, 6월에 19.4%로 급격하게 감소하는 경향을 보였다. 또한 7~9월에 걸쳐 높게 나타났으나, 10월에 7.4%로 감소하였다. Pre-veliger는 trochophore가 감소한 6월과 8월 그리고 10월에 유의적인 증가를

관찰할 수 있었으며, 11월에 70.7%로 연중 가장 높게 나타났다. Pre-veliger 유생은 2월을 제외하고 연중 20% 이상 관찰되었으며, 특히 10~12월에 높게 나타났다. Veliger는 2월에 60.9%로 연중 최고값을 보였으며, 이후 3~5월 그리고 7~9월에 감소하는 경향을 보였다. 출산 전 단계인 juvenile는 1월에 13.9%로 가장 높았으나, 3~5월 그리고 8~11월까지 감소하는 경향을 보였다. 보육탕내 juvenile는 20% 이하의 낮은 비율로 연중 존재함으로써, 다슬기는 주년 출산하는 종임을 알 수 있었고, 6~7월에 비해 12~2월에 juvenile의 비율이 높았던 점으로 보아 가을·겨울 보다는 봄·여름에 출산이 활발하게 이루어지는 것으로 판단된다 (Fig. 8).

고 찰

내원사 계곡에 서식하는 다슬기의 월별 각고 조성에서 5월과 8~9월에 5~7 mm 크기의 개체 빈도가 증가하였는데, 5월의 개체들은 전년도 가을에 출산되어 월동한 것이며, 8~9월의 개체들은 당년 춘계에 출산된 것으로 보인다. 이는 서식지 수온이 낮아지는 추계출산 개체에 비해 수온조건이 호전되는 춘계출산 개체들이 더욱 빠른 성장을 나타내는 것으로 판단된다. 그리고 6~7월, 10~11월에 10~20 mm 크기의 개체 빈도가 높아진 것은 5월과 8~9월의 개체들이 계속 성장해 왔음을 알 수 있다.

각고에 대한 각경, 전중, 육중 및 각중의 상대성장식에서 상관계수 (R^2)는 0.7057~0.8953의 범위로 모두 비교적 높은 상관관계가 있는 것으로 판단되었다. 각고에 대한 전중의 월별 상대성장

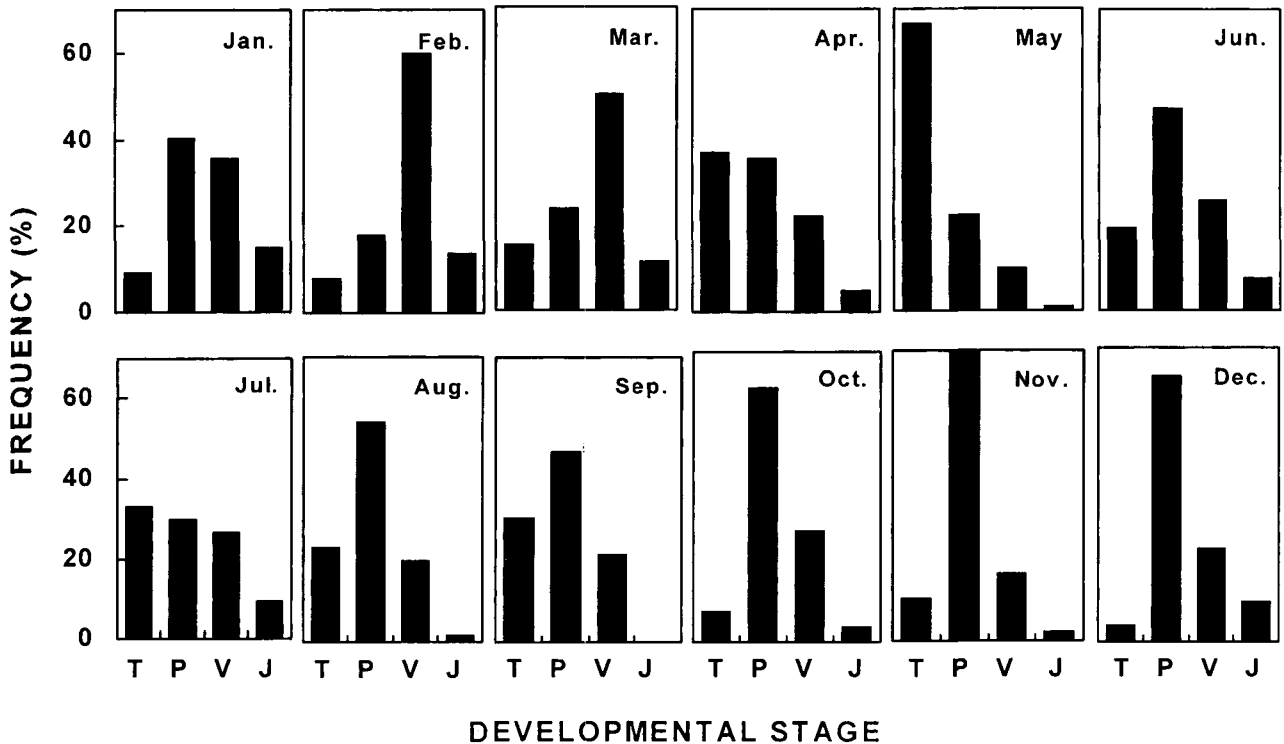


Fig. 8. Monthly composition of developmental stages of larvae in brood pouch of female *Semisulcospira libertina libertina*. T: trochophore, P: pre-veliger, V: veliger, J: juvenile.

에서 기온이 1월에 가장 높고, 7월에 가장 낮았는데, 이는 전년도 9~10월에 보육낭으로 보내진 유생을 수온이 상승하는 봄에 출산하기 위해 겨울 동안 보육낭내에 저장하고 있기 때문에 1월에 기온이 가장 높았던 것으로 생각된다.

보육낭내 유생수의 월별변화에서 2~4월, 6~7월에 평균 유생수가 감소하고, 11월까지 유생수가 증가하는 경향은 연중 수온이 10.2~23.7°C로서 다소 수온변화가 큰 일본 군마현에 서식하는 다슬기의 유생수가 봄·여름에 감소하고, 가을·겨울에 증가한다는 Koike et al. (1992)의 연구와 비슷한 결과였다.

다슬기는 연중 보육낭내 발생 중인 유생을 보유하고 있었다. 유생을 발달단계에 따라 구분하여 계수한 결과, trochophore, pre-veliger, veliger 단계의 유생은 연중 나타났으며, 출산 전 단계인 juvenile은 9월을 제외한 모든 월에서 관찰할 수 있었다. 9월에 juvenile이 관찰되지 않았던 점으로 보아, 대부분의 개체가 봄 여름에 출산을 종료하고 고수온기에는 juvenile 이전 단계만 보육하는 것으로 생각된다. Trochophore의 빈도는 2월부터 증가하기 시작하여 5월에 연중 가장 높은 값을 나타냈으며, 이후 감소하여 9월에 다시 증가하는 경향을 보였다. 이것은 봄에 수온상승과 함께 생식세포의 성숙이 일어나서 교미를 통해 들어온 정자와 수정을 통해서 유생이 보육낭으로 보내져 trochophore의 빈도가 증가한 것으로 생각된다. 봄에 수온 상승과 함께 생식세포의 성숙이 일어난다는 것은 Koike et al. (1992)과 Chang et al. (2000)의 보고에서도 언급된 바 있다. 이때 보육낭으로 보내진 trochophore는 발생단계를 거쳐 pre-veliger 유생이 되는데, 5월과 9월 이후에 다슬기 보육낭내 pre-veliger 유생의 빈도가 높아진 것은 이전에 보육낭에서 발생한 trochophore에 의한 것으로 생각된다. 또한 6월에 비해 10~11월에 pre-veliger의 빈도가 높게 나타난 것으로 보아, 수온 하강기 보다는 수온 상승기에 유생이 다음 단계로 발생하는 데 걸리는 시간이 짧다는 것을 알 수 있다. Nakano (1990)는 수온 25°C에서 유생을 인공적으로 배양한 경우, 수정에서 veliger 유생까지 17.2일이 걸린다고 보고한 바 있다. 따라서 여름의 고수온에서는 유생의 발생이 빠르게 진행되고, 유생이 보육낭내에 저장되어 있는 기간도 겨울 보다는 짧은 것으로 추측된다. Veliger 유생은 2월에 60.9%로 연중 가장 높은 값을 보였는데, 이것은 10~11월의 pre-veliger 유생을 봄에 출산시키기 위하여 서서히 발달시킨 것으로 보인다. 그러나 여름에 veliger 유생의 급격한 발달을 관찰할 수 없었던 것은 고수온기에 다슬기 유생의 발생 속도가 빠르고 난소로부터 초기 발생배가 보육낭내로 연속 유입됨에 따라 유생단계별 비율의 차이가 없었던 때문으로 생각된다. 출산 전 단계인 juvenile의 빈도는 1월에 가장 높았고, 5월까지 계속 감소하는 경향을 보였다. 이후 6월과 7월에 걸쳐 그 빈도가 다소 높아졌으나, 8월부터 감소하여 9월에는 관찰되지 않았다. 그러나 10월부터 11월까지 juvenile의 빈도가 감소하는 것으로 보아 이후 11월까지도 유생이 출산되고 있음을 알 수 있었다. 따라서 봄에 trochophore의 발생과 함께 전년도에 성숙해 있던 juvenile의 출산이 3~5월에 이루어지고, trochophore의 빈도가 가장 높은 5월까지 대다수의 juvenile이 출산이 되는 것으로 생각되며, 5월에 발생한 trochophore는 이후 발생단계를 거쳐 8~11월에 출산되는 것으로 보인다.

다. 그러나 각고에 대한 전중의 상대성장 기온기 값이 8~11월 중 9~10월에 낮은 값을 나타냄으로써, 9~10월에 대부분의 유생을 출산하는 것으로 판단된다. Nakano and Izawa (1996)는 일본 미에현에 서식하는 다슬기의 보육낭 유생을 조사한 결과, 8월말에 보육낭에서 발생된 유생이 휴지상태로 겨울을 지내고 다음해 4~6월에 걸쳐 출산하여, 겨울에 보육낭내 유생을 저장하는 기간이 8개월이 걸린다고 보고하였다. 본 연구에서는 9월에 발생한 trochophore 유생이 다음 해 3~5월에 출산되는 것으로 나타나, 일본 미에현에 서식하는 다슬기 보다 보육낭에 유생을 저장하는 기간이 약 2개월 짧은 것으로 밝혀졌다.

이상의 다슬기 성장과 유생 조성의 월별변화를 고찰해 볼 때, 다슬기는 보육낭내 연중 발생 중인 유생을 가지고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 다슬기는 가을에 발생된 유생을 월동후 3~5월에 대부분 출산하고, 봄에 발생된 유생은 같은 해 9~10월에 출산함으로써, 봄·가을 연 2회의 출산성기를 갖는 것으로 판단되었다.

요 약

양산시 내원사 계곡에 서식하는 다슬기 (*Semisulcospira libertina libertina*)를 대상으로 상대성장과 보육낭내 유생조성을 조사하였다. 조사한 다슬기의 총 개체수는 1,200마리였으며, 각고 (SH), 각경 (SD), 전중 (TW), 육중 (MW) 및 각중 (SW) (평균 \pm 표준편차)은 각각 15.96 ± 3.41 mm, 7.82 ± 1.38 mm, 0.55 ± 0.31 g, 0.24 ± 0.15 g, 0.39 ± 0.23 g이었다. 각각의 상대성장식은 $SD = 0.3583 SH + 2.1648$ ($R^2 = 0.8345$), $TW = 0.0005 SH^{2.4853}$ ($R^2 = 0.8953$), $MW = 0.0004 SH^{2.849}$ ($R^2 = 0.8391$), $SW = 0.0004 SH^{2.3798}$ ($R^2 = 0.7057$)였다. 다슬기는 연중 보육낭내 발생 중인 유생을 갖고 있었으며, 유생수는 봄·여름에 감소하고 가을에 증가하는 경향을 보였다. 다슬기 암컷 1개체당 보육낭내의 평균 유생수는 11월에 396 ± 86 마리로 가장 많았으나, 7월에는 91 ± 33 마리로 가장 적은 수를 나타냈다. 보육낭내 유생의 발달단계별 조성에 있어서 trochophore는 5월에 66.7%, pre-veliger는 11월에 70.7%, veliger는 2월에 60.9%, juvenile은 1월에 13.9%로 가장 높은 값을 보였다. 출산 전 단계인 juvenile의 빈도는 3~5월, 8~11월에 감소하는 경향을 나타냈다. 이상의 조사결과에 따라, 다슬기의 출산성기는 3~5월, 9~10월의 연 2회인 것으로 추정되었다.

감사의 글

이 논문은 2000년 평창군 사업연구비에 의하여 수행되었으므로 이에 감사드립니다. 또한 샘플 채집과 측정을 도와준 부경대학교 양식학과 양식생리학연구실원들에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

Chang, Y.J., H.J. Chang, B.H. Min and I.C. Bang, 2000. Reproductive cycle of melania snail, *Semisulcospira libertina libertina*. Dev.

- Reprod., 4, 175~180 (in Korean).
- Koike, K., S. Kuniyoshi, K. Furuse, N. Umezawa, A. Masuda and S. Nishiwaki. 1992. Seasonal changes in gametogenesis and embryo composition in the brood pouch of *Semisulcospira libertina*. Venus, 51, 279~294 (in Japanese).
- Kwon, O.G. 1990. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Mollusca (I), pp. 131~140 (in Korean).
- Nagai, S., H. Yamamoto, K. Ishii, M. Otsuka and M. Kobayashi. 1979. Rearing and population growth of fresh water snail, *Semisulcospira libertina* in the laboratory. Venus, 38, 25~34.
- 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. and K. Izawa. 1996. Reproductive biology of *Semisulcospira libertina* (Prosobranchia: Pleuroceridae) in Iga Basin, Mie Prefecture. Venus, 55, 235~241.
- Takami, A. 1995. Growth and number of newborns in *Semisulcospira kurodai* (Prosobranchia: Pleuroceridae) reared in the laboratory. Venus, 54, 123~132 (in Japanese).

2000년 12월 12일 접수

2001년 3월 10일 수리