

*Limnoperna fortunei*의 초기발생 및 유생에 관한 연구

충남대학교 이과대학 생물학과

최 신 석 · 신 창 남

= Abstract =

Study on the Early Development and Larvae of *Limnoperna fortunei*

Shin Sok Choi and Chang Nam Shin

Department of Biology, College of Natural Science, Chungnam National University
Taejeon, 300-31, Korea

The maturity of gonads, early development of the fertilized egg, spawning period, and morphogenesis of larvae in *Limnoperna fortunei* were studied from October, 1981 to November, 1982 as an attempt to identify its life cycle.

- 1) Active motility of its sperm was observed at late May, and matured egg could be found at late June.
- 2) It was estimated that the spawning was occurred from late August. This species was belong to the short-term breeder because it finished its spawning within 20 days.
- 3) It has free-living trochophore and D-shaped larva stage. The shell lengths of early, middle, and D-larval stage were 140.0 μm , 167.6 μm and 210.0 μm , respectively. The shell heights of each stage were 97.3 μm , 137.6 μm and 178.2 μm , respectively.

서 론

민물담치(*Limnoperna fortunei*)는 상수도의 수원지가 되는 강이나 호수에 서식하면서 수원지에서 상수도에 연결된 급수관, 취수구 및 가압장등의 내부 벽면에 다량 부착하여 수질을 변화시키며 생활용수의 공급을 방해하는 오염원으로 알려져 있다(Greenshielas and Ridley, 1957; Morton, 1973).

Morton(1975)에 의하면 1965년 홍콩지역에 생활용수를 공급하는 수원지인 Yen Jien 인공호내에 민물담치의 서식량이 급격히 증가되어 용수관의 내부에까지 부착하고 있음을 보고하였고, 또한 민물담치는 유속이 느리고 수심이 깊은 곳에서 생존이 가능하고 다른 종에 비해 번식력이 강한 종으로 보고하고 있다.

우리나라에서는 서울과 인천지역의 공업용수와 생활용수를 공급하는 용수관내 취수지 및 정수장, 울산과

마산지역의 공업용수를 공급하는 낙동강 취수장과 가압장의 용수관내와 내부벽에 본종이 다량 서식하고 있음이 발견되었다. 본종의 급격한 증식은 생활용수의 유속감소, 수질의 변화, 부패된 폐각의 축적이 있게 된다. 이 문제의 해결은 본종의 생태에 관한 연구로서 이루어질 수 있다.

본종의 생태학적 연구에 대하여는 현재까지 밝혀진 보문이 전혀 없으므로 생태에 관한 기초연구로 본종의 생활사를 조사하였다. 이에 관한 연구로서 생식소의 성숙도, 산란시기, 유생의 형태 및 출현시기를 조사하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

조 사 방 법

1) 조사지점

본 연구의 조사 대상지역으로는 민물담치가 가장 많

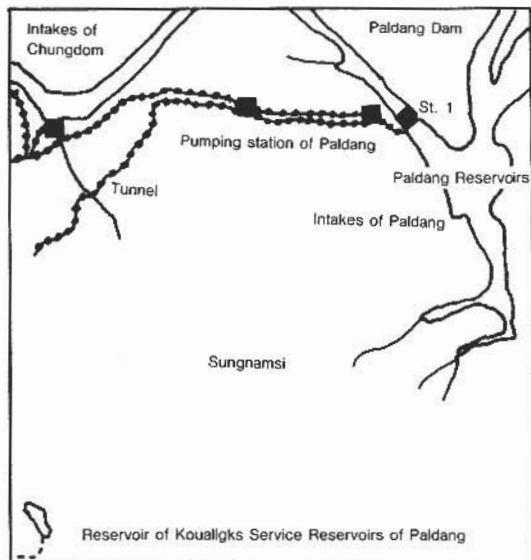


Fig. 1. Location of Paladang station sampled for investigation of *Limnoperna fortunei*.

이 서식하고 채집이 용이한 팔당댐호 내의 용수펌프장 벽과 송수관 내를 주조사 지역으로 선정하고, 비교 조사지역으로 양산의 낙동강 취수장 주변과 창원의 주남 가압 펌프장을 선정하였다.

본 조사지점은 Fig. 1, 2, 3에서 표시하고 있다.

2) 조사일자

본 연구의 채집은 1981년 10월에서 1982년 11월에 이르기까지 월 1회씩 실시하였으며 산란시기에는 월 2~3회씩 집중적으로 조사하였다.

3) 생식소 성숙 및 산란시기

본 종의 생식소 성숙정도는 매월 성패 100개체 이상을 채취하여 생식소 내의 난과 정충의 성숙 상태를 검경 조사하였고, 매회 그 성숙정도를 현미경사진기로 촬영하였다.

산란시기는 난의 성숙정도, 정충의 활동성, 수정시기 및 수정난의 방출등을 조사하여 추정하였으며 수정난의 초기발생 과정은 각 발생단계마다 현미경으로 검경한 후 사진촬영을 실시하였다.

4) 유생의 생활형 및 출현시기

본종의 성패 100개체 이상을 해부하여 아가미에 보유되는 생활형인지 혹은 방출되어 자유유영하는 생활형인지를 조사하고 방출된 유생의 생활형일 경우에는

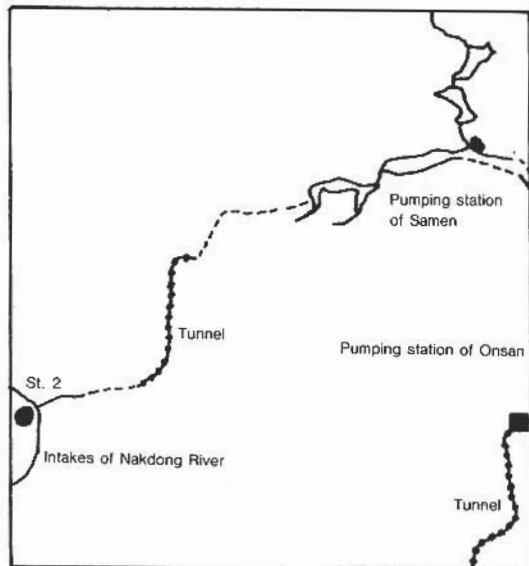


Fig. 2. Location of Nakdong River station sampled for investigation of *Limnoperna fortunei*.

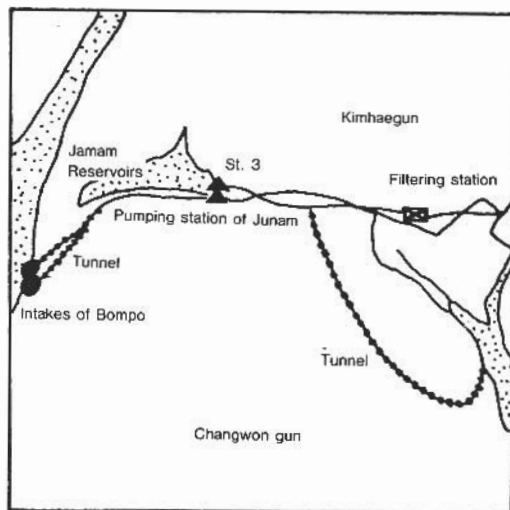


Fig. 3. Location of Changwon station sampled for investigation of *Limnoperna fortunei*.

Plankton Net(Müller 25)로 채집하여 해부현미경(Olympus X₂₀)으로 관찰조사하였으며 그때의 유생출현시기를 추정하였다.

결과 및 고찰

1) 생식소의 성숙상황 및 산란시기

생식소의 난(egg) 성숙정도 및 정자(sperm)의 활동

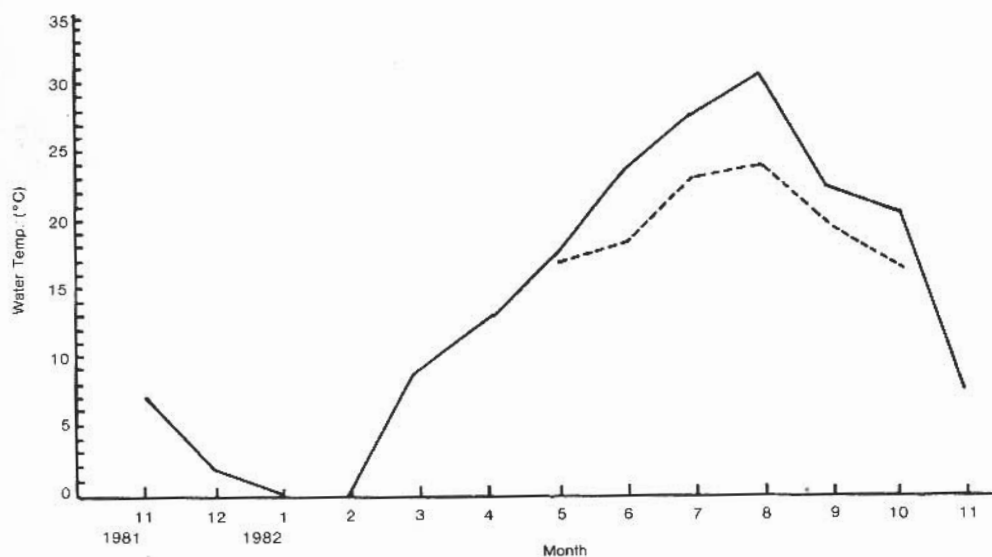


Fig. 4. The variation of water-temperature from November, 1981 to October, 1982 in Paldang Reservoir. surface ——— bottom

성을 알아보기 위하여 매 채집시마다 취수탑의 벽과 바위위에 부착되어 있는 성체의 생식소를 해부하여 조사하였다.

1981년 10월과 11월의 생식소 조사에 의하면 본종은 암수가 뚜렷이 구별되는 자웅이체임을 알 수 있었다. 이 시기의 난은 뚜렷한 형태를 갖추지 못하였고 정충은 약간의 운동성을 보여주었다.

1981년 12월에서 1982년 12월까지의 채집조사에서는 수온이 7.1°C~1.7°C(Fig. 4)로 하강되어 생식소는 발달이 미약하여 축소되어 있었으며 난은 거의 관찰되지 못하였고 정충의 활동도 활발치 못하였다.

1982년 3월 20일~21일(수온 8.8°C), 4월 3일(수온 11°C), 4월 10일~11일(수온 12.5°C)의 채집시에도 성숙난은 관찰할 수 없었고 정충의 운동성은 약간 활발하였다.

1982년 5월 8일의 마산 주남 가압 댐프장에서 채취한 sample에서는 처음으로 미성숙난이 발견되었고 정충(sperm)은 전보다 활발한 운동성을 보여 주었으며 생식소의 크기도 전보다 증대되었음을 관찰할 수 있었다(Fig. 5, Fig. 6 A). 이때의 수온은 18°C~22°C를 나타내었다.

1982년 5월 15일~16일의 경기도 팔당댐의 채취시에는 수온이 17.5°C를 나타내었고, 난은 80 μ 정도의 크기로 주위에 점액물질이 둘러싸여져 있는 생식소성숙의 초기단계를 보여주고 있으며, 이때의 난의 수는 적

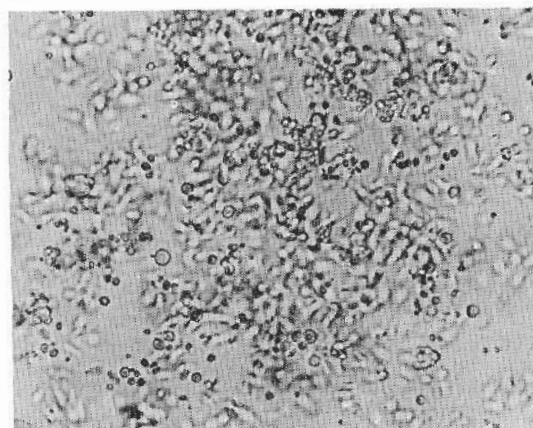


Fig. 5. The formation of motile sperm of *L. fortunei*.

었고, 완전히 성숙한 난은 발견되지 않았다. 정충의 운동성은 비교적 활동적임을 관찰할 수 있었다(Fig. 5, Fig. 6 A).

1982년 5월 26일 팔당댐의 표면수온은 20.3°C로서 채취한 sample을 현미경으로 검경한 바에 의하면, 난의 성숙상황이 어느정도 진전되어 난 주위의 점액질 물질은 매우 두껍게 보였으며 거의 원형의 난이 뚜렷하게 관찰되어 난 형성의 초기단계로 간주할 수 있었다. 정충(sperm)의 활동은 보다 활발하였고 생식소의 성숙도 상당히 진전되어 있었다(Fig. 6 B).

1982년 6월 5일의 표면수온은 23.3°C이었고, 난의 성숙도는 난황이 어느정도 채워져 있으면서 난핵포가

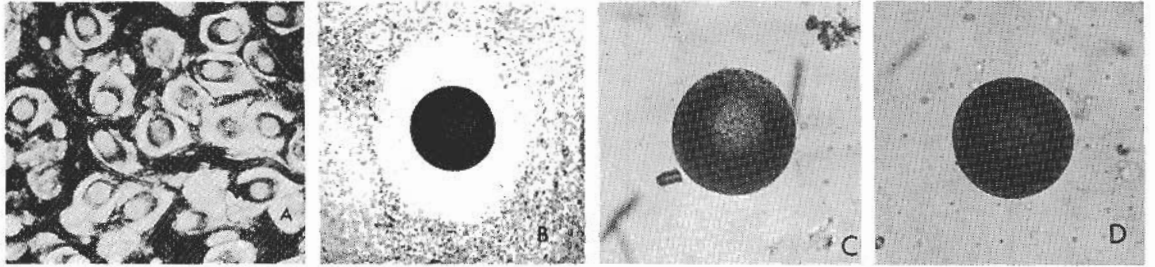


Fig. 6. A-D. The mature process of immature egg with germinal vesicle.

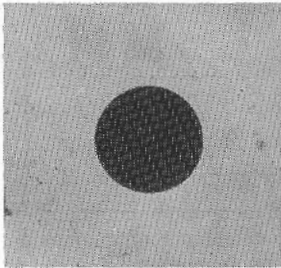


Fig. 7. The formation of mature egg.

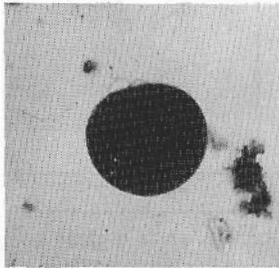


Fig. 8. The formation of polar body.

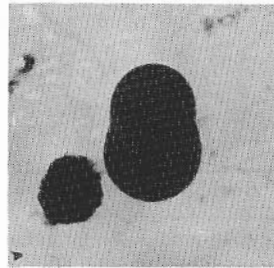


Fig. 9. First division, 2 blastomeres.

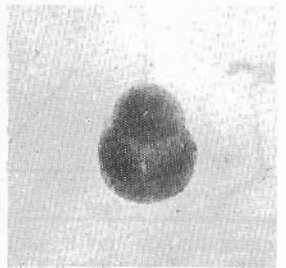


Fig. 10. The mediate stage of second division.

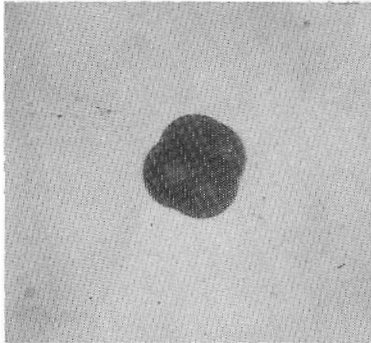


Fig. 11. Second division, 4 blastomeres.

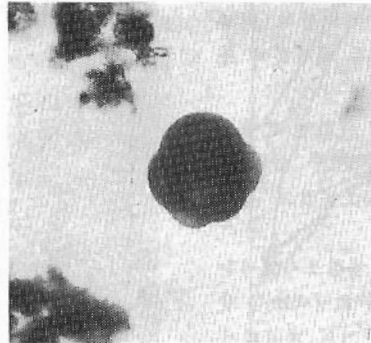


Fig. 12. Third division.

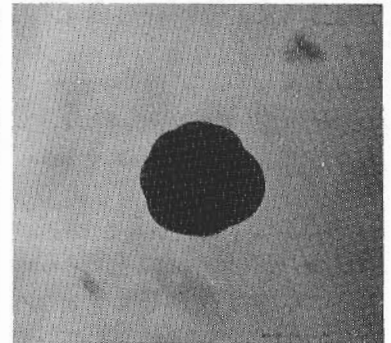


Fig. 13. Fourth division, 8 blastomeres.

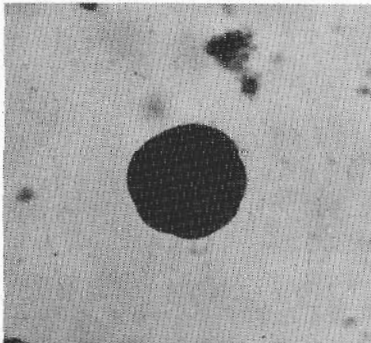


Fig. 14. Stages leading to gastrula.

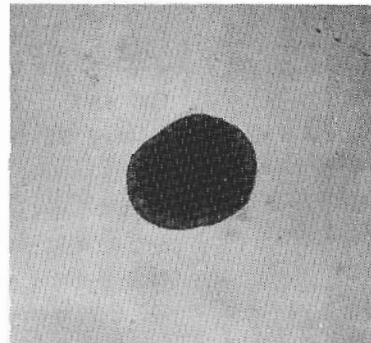


Fig. 15. Ciliated trochophore, 5 hr 30 min. to 6 hr 10 min. after fertilization.

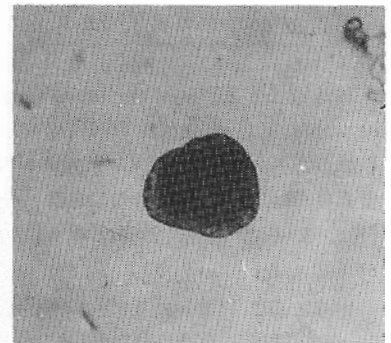


Fig. 16. Early D-larva stage.

관찰되는 난형성의 초기단계에 있었다(Fig. 6C).

1982년 6월 14일~15일의 표면수온은 23.6°C이고, 저부수온은 18.3°C이었으며, 대부분의 난들은 성숙 진행단계의 난이었다. 일부의 난은 거의 성숙되어 난핵포가 희미하게 보이는 정도이었다. 6월 20일의 표면수온은 25°C이었고 저부수온은 19°C로서 이때의 난들은 비교적 성숙된 상태의 난이 관찰되었으며 정중의 운동성은 매우 활발하였다. 6월 25일, 7월 1~2일의 표면수온은 25.5°C~26.2°C이었고 저부수온은 20°C를 나타내었으며, 난의 성숙도는 난핵포의 식별이 뚜렷하지 않은 정도로 난황의 양이 증가된 상태로서 거의 성숙직전의 단계를 관찰할 수 있었다(Fig. 6D).

1982년 7월 14~15일, 7월 23일의 조사연구에서는 난황이 충분히 채워진 성숙난의 출현빈도가 매우 높게 나타나고, 난막은 보다 견고해졌고, 뚜렷한 난의 형태를 갖추었으며 난의 수도 보다 많이 관찰되었다. 이때의 표면수온은 27°C~28°C이었으며 저부수온은 23°C를 나타내었다(Fig. 4).

1982년 8월 4일, 8월 11일~12일의 표면수온은 31°C이었고, 저부수온은 23°C~24°C를 기록하였으며, 물의 투명도는 3m 61cm로서 년평균 2m 44cm인데 비해 매우 높게 나타났다. 이 시기의 난의 성숙도는 난핵포가 거의 안보일 정도로 난황이 채워져 있는 성숙난을 다량 관찰할 수 있었다(Fig. 7).

1982년 8월 20~21일의 연구조사에서는 장마 이후이어서 물이 흐렸으며, 표면과 저부의 물이 순환현상을 일으키어 수온은 모두 24°C를 나타내었으며, 그 결과로 저부에 서식하는 plankton 및 저부의 방출된 난까지도 채집이 가능하였다. 이 시기에 저부에서 성패로부터 방출된 난 및 발생과정에 있는 난의 채집이 이루어져 수정후의 난의 발생과정도 관찰할 수 있었다.

수정후의 난의 발생과정을 현미경으로 검경한 바에 의하면, 수정 후 15분 후에 수정볼기가 관찰되었고(Fig. 8), 30분 이내에 2구기의 형태를 갖추었으며(Fig. 9), 10분 후에 2구기 단계에서 4구기로 변형되는 발생단계를 관찰할 수 있었고(Fig. 10), 곧바로 완전한 4구기의 형태가 출현하였다(Fig. 11), 약 20분후에 8구기의 형태를 갖추었고(Fig. 12), 약 10분이 경과한 후에 16구기의 모양을 갖추었으며(Fig. 13), 32구기 이후의 발생단계의 구별은 뚜렷하게 구별할 수 없었기 때문에 다구기로 취급하였으며, 이때까지의 시간의 소요는 약 2시간 30분정도이었다(Fig. 14). 다구기에서 1시간의 경과후에 포배기와 낭배기의 단계를 관찰할 수 있었고, 이 시기부터는 섬모의 활동이 관찰

되었으며 섬모운동으로 시간이 경과함에 따라 서서히 움직이기 시작하였고, 약 20분 경과된 후에는 상당히 활발하게 상하운동을 하고 있음을 관찰할 수 있었다(Fig. 15).

그후 완전한 담륜자 유생에 이르기까지는 약 2시간 10분이 소요되었다. 따라서 수정후 담륜자 유생이 출현하기까지 5시간 30분~6시간 10분 정도의 시간이 소요되었다고 할 수 있다.

이제까지의 생식소 성숙상황과 난의 발생과정을 관찰한 결과로 보아 성패로부터 난이 방출되는 산란시기는 난핵포가 전혀 보이지 않아 현미경 검경시에 거의 대부분이 성숙난으로 관찰되는 7월 하순경부터 8월중순 사이로 추정할 수 있다.

*L. fortunei*와 유럽의 *Dreissena polymorpha*는 유사한 서식습성을 갖고 있고 외형상 아주 비슷한 종으로 알려져 있다(Kornobis, 1977; Morton, 1969). Morton(1975)의 연구보고에 의하면 홍콩의 Plover Cove에서 민물담치의 산란기간은 매우 길고 유생은 아주 짧은 기간에 방출된다고 하였다. Kachanova(1962)의 *Dreissena polymorpha*의 생태에 관한 연구에 의하면, 유생의 자유유영 기간이 1주일 정도로 보고하고 있다. 이에 비하면 *L. fortunei*는 1개월 정도의 유생기간을 갖고 있었다. 산란시기는 홍콩의 *L. fortunei*의 경우 1월(수온 17°C), 6월(수온 26°C~27°C), 9월(수온 27°C)로서 1년중 9개월에 걸쳐 3회의 산란이 이루어진다.

Clarke(1952)는 *D. polymorpha*의 산란기간을 5월에서 9월까지로 보고하고 있다. 그러나 본조사 대상자인 팔당댐호의 경우는 수온이 낮아서 12월에는 1.7°C까지 내려가고 1월에는 표면수가 얼음에 덮여있는 실정이므로 수온이 15°C 이상으로 상승되는 5~6월경에 성숙난이 관찰되고 산란기는 1년중 1회일 것으로 사료된다.

따라서 본종의 산란기간은 15~20일 정도의 짧은 기간으로 이 시기에 성숙난을 방출시켰고, 발생과정의 시작이 이루어지는 시기로 사료되며, short-term breeder에 해당되는 종으로 생각할 수 있다.

2) 유생의 형태 및 출현시기

담수이매패류는 아가미속에 유생을 보호하는 glochidium의 유생형태와 성숙난을 방출시켜 자유유영을 할 수 있는 담륜자(trochophore) 유생형태의 두가지 type이 있다.

본 조사에서는 민물담치가 담륜자 유생형태를 갖추

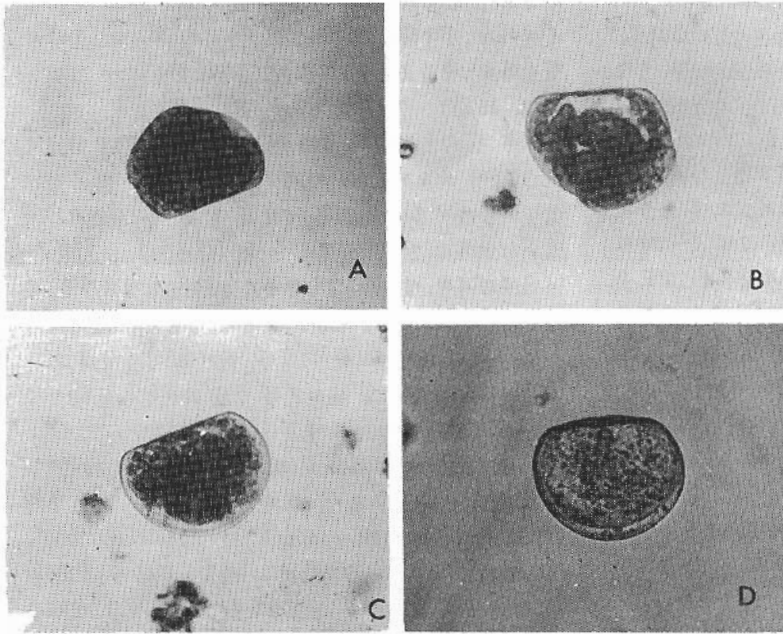


Fig. 17. A-D. Late D-stage with velum

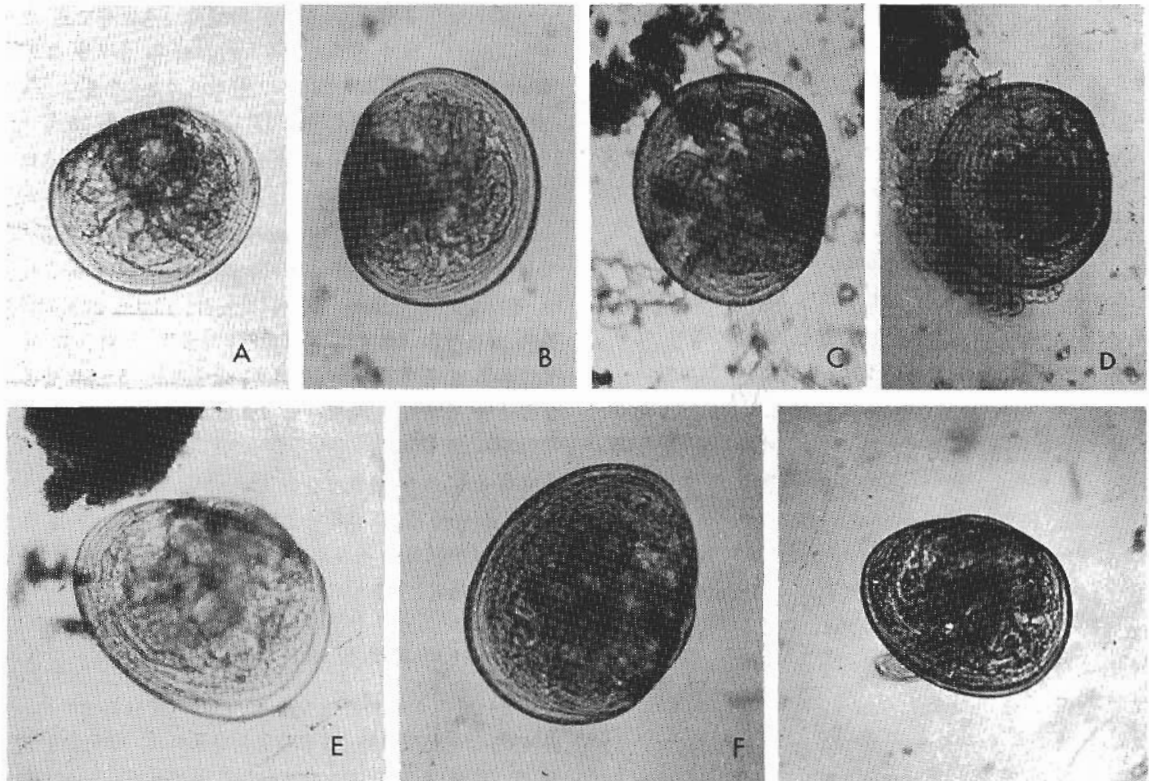


Fig. 18. A-G. Umbo stage.

고 있었음을 확인할 수 있었다. 유생의 최초 출현은 8월 20일~21일 채집시에 관찰되었다.

그후 채집한 유생들은 실험실로 운반하여 계속 관찰한 바에 의하면, 8월 23일에는 Fig. 16의 그림과 같이 초기단계의 D유생을 보여주고 있다. 8월 28일의 관찰에서는 턱반(velum)이 관찰되었으며, 매우 활발한 운동성을 보여주는 단계로서 이 시기에 영양분의 섭취가 활발히 이루어지고 있음을 관찰할 수 있었다. 8월 31일에 관찰한 바에 의하면 Fig. 17 A~E에서 보여주는 바와같이 후기 D형 유생단계 부터 장래 각정부가 될 부분까지 서서히 성장을 하고 있음을 관찰할 수 있었으며 보다 많은 영양분을 섭취하고 있음을 관찰하였다.

본종의 유생의 성장 상태를 검경한바에 의하면 1982년 9월 7일에는 Fig. 18 A, B에서와 같이 각장이 $167.61 \pm 10.98(\mu)$, 각고가 $13.7 \pm 11.9(\mu)$ 이었고, 1982년 9월 14일엔 Fig. 18 C, D에서와 같이 각장 $210.50 \pm 7.19(\mu)$, 각고 $178.18 \pm 6.3(\mu)$ 의 크기를 보여주었다.

Fig. 18 E는 9월 21일에 관찰한 바로서, 각장 $228.74 \pm 6.96 \mu$, 각고 $192.9 \pm 4.71 \mu$ 의 크기를 보여주었고, 9월 28일의 검경시에는 Fig. 18 F, G에서 보는 바와같이 각장 $251.94 \pm 11.44(\mu)$ 의 크기를 보여 주었으며 이러한 크기를 이룰때까지 사육중인 유생의 부착은 관찰할 수 없었다.

유생이후 D형유생과 각정시기까지의 성장과정은 각장이 약 230μ , 각고가 약 190μ 이 되었을 때 각정이 거의 완전한 형태를 갖추고 있음을 볼 수 있었다.

결과적으로 팔당댐호내의 민물담치 유생의 출현시기는 8월 28일~29일, 9월 7일, 9월 11~12일까지의 plankton 채집에서, 계속 담륜자(trochophore)유생이 관찰된 것으로 보아 8월중순에서 9월중순까지의 약 1개월 정도에서 유생이 출현되는 것으로 사료되며 D형유생과 각정기는 8월말 이후로 추정할 수 있다.

결 론

민물담치(*Limnoperna fortunei*)의 생활사를 규명할 목적으로 1981년 10월에서 1982년 11월에 이르기까지 생식소의 성숙 상황, 수정란의 초기 발생과정, 산란시기, 유생의 형태변화에 대하여 조사연구를 실시하였다.

1) 민물담치는 체외 수정을 하는 자웅이체의 담수이매패로서, 정자의 활발한 운동성은 5월말에 관찰할 수 있었고 성숙한 난은 6월말에 관찰되었다.

2) 본종의 산란시기는 7월말에서 8월말까지로 추정되며, 산란기간은 15일~20일로 short-term breeder

에 속하는 종이다.

3) 본종의 유생은 자유 유행하는 trochophore의 유생시기를 가지며, 유생의 성장은 초기에 각장이 $140.0 \mu\text{m}$, 각고가 $97.3 \mu\text{m}$ 이고 증기에 각장이 $167.6 \mu\text{m}$, 각고가 $137.6 \mu\text{m}$ 이며, 후기에 각장이 $210.0 \mu\text{m}$, 각고가 $178.2 \mu\text{m}$ 이었다.

참 고 문 헌

- Clarke, K.B. (1952) The infestation of water works by *Dreissena polymorpha* a fresh water mussel. *J. Instn. Wat. Engrs.*, 6:370-378.
- Greenshielas, F. & Ridley, J.E. (1957) Some researches on the control of mussels in water pipex. *J. Instn. Wat. Engrs.*, 11:300-306.
- Ingram, W.M. (1956) Snail and clam infestations of drinking-water supplies. *J. Amer. Water Works Assoc.*, 48(3):258-268.
- Kachanova, A.A. (1962) Über die Entwicklung Von. *D. polymorpha*. sitzber. Ges naturforsch. Freunde: 131.
- Kornobis, S. (1977) Ecology of *Dreissena polymorpha*(PALL) (DREISSENIDAE, Bivalvia) in lakes receiving heated water discharges. *Polshie Axchiwum Hydrobiologii.*, 24(4):531-546.
- Morton B.S. (1969) Studies on the biology of *Dressena polymorpha* Pall. I. General anatomy and Morphology. *Proc. Malacol. Soc. London*, 38:301-321.
- Morton B.S. (1973) Some aspects of the biology and functional morphology of the organs of feeding and digestion of *Limnoperna fortunei* (Dunker)(Bivalvia: MYTILACEA). *Malacologia*, 12:265-281.
- Morton B.S. (1975) The colonization of Hong Kong's raw water supply system by *Limnoperna fortunei*(Dunker 1857) (Bivalvia; MYTILACEA) from China. *Malacol. Rev.*, 8:91-105.
- Morton B.S. (1977) The population dynamics *Limnoperna fortunei*(Dunker 1857) (Bivalvia, MYTILACEA) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Malacologia*, 16(1):165-182.
- Morton B.S. (1981) The Biology and Functional Morphology of *Mytilopsis sallei*(Rechuz)

(Bivalvia: DREISSENACEA) fouling Visakha-
patnam Marbour, Andhra Pradesh, *India J.*
of Molluscan Studies, 47(1):25-42.
Sinclair, R.M.(1964) Clam pests in Tennessee

water supplies. *J. Amer. Water Works Assoc.*
56:592-599.

Sinclair, R.M.(1971) *Corbicula* variation and *Dre-*
issena Parallels. *The Biologist*, 53:153-159.
