



개불, *Urechis unicinctus* 치충의 저질선택성 및 성장

강경호* · 김재민
여수대학교 양식학과

Sediment Preference and Growth of the Young *Urechis unicinctus*

Kyoung-Ho Kang* and Jae-Min Kim

Department of Aquaculture, Yeosu National University, Yeosu 550-749, Korea

Studies of the seed production of *Urechis unicinctus* were conducted under the laboratory conditions to obtain some information for the *U. unicinctus* culture. The experiment included developmental studies of the egg development, larval culture, sediment preference and growth of young *U. unicinctus*. The experiment were conducted from March to August, 2000. The adults of *U. unicinctus* collected in Namhae-do, Korea. The developments of the fertilized eggs were observed under a light-microscope at intervals of one hour after containing with density of one individual per 1 ml. The larvae were fed with *Phaeodactylum tricorutum* cultured at the laboratory. The concentration of the phytoplankton for the feed was 30,000 cells per individual larva. With progress of development, the food concentration was gradually increased, up to 10,000 cells per individual for the young *U. unicinctus*. Trochophore larvae appeared on the 68 hours after hatching. On the 32 days after hatching, over 50 % of fertilized eggs developed into young *U. unicinctus*. In order to investigate the effect of sediment on the growth and burrowing of *U. unicinctus*, the young worms were reared in tanks with different grain sizes. The highest value of sediment preference and survival rate of *U. unicinctus* was shown in the mixture sediment group with below 0.10 mm, 1.01~12.00 mm, over 3.01 mm and shell. The lowest value in both sediment preference and survival rate of *U. unicinctus* was observed in 1.01~2.00 mm grain size.

Keywords: *Urechis unicinctus*, Sediment preference, Larval culture

서 론

개불류는 연안의 사니질에서 쉽게 발견되며 그 종류의 수나 자원량이 풍부한 저서동물군이다. 이들은 번식력이 강하고 저질에 U자형의 굴을 뚫어 해수를 순환하게 함으로써 유기성분을 변화시켜 저질의 정화 기능 등 연안생태계에서 매우 중요한 위치를 점하고 있다.

개불의 자원을 효율적으로 관리하고 이용하기 위해서는 자원 동태의 파악과 기초생물학적인 연구가 뒤따라야 하며, 더 나아가서는 인공종묘생산기술을 개발하여 해당 종의 생산증대 및 산업적 가치를 높일 필요성이 제기된다.

개불의 양식기술을 개발하기 위해서는 우선적으로 어미의 확보 및 산란유발, 난 발생 및 유생사육 등에 관한 생물학적인 기초자료가 필요하게 된다. 이와 관련하여 우리 나라 연안에 서식하며, 산업적인 가치가 높아 양식기술 개발이 필요하다고 생각되는 개불류에 관한 기존연구들을 살펴보면 Gould-Somero and

Holland (1975)가 *Urechis caupo*의 난발생에 관하여, Akesson (1977)이 *U. caupo*의 난발생에 미치는 수온의 영향에 관한 보고 외에 배발생에 대한 기초생물학적인 여러 연구 결과들(Fisher and MacGinitie, 1928; Newby, 1932; Pilger, 1978; Suer and Phillips, 1983; Suer, 1984; Eaton and Arp, 1990)이 있으나, 양식현장에 응용하기에는 거리감이 있다고 생각된다. 또한 개불과 비슷한 서식생태를 가지는 저서생물인 갯지렁이의 저질 선택성에 관하여는 강 등(1997)이 *Perinereis aibuhitensis*에 대하여, Yoshida(1984)가 *P. nuntia*에 관하여 보고한 바 있다. 이와 관련하여 개불의 육상수조식 사육을 위한 양식장의 저질과 굴의 형태에 관하여는 Kang et al.(1999)이 보고한 바 있으나, 아직까지 개불의 인공종묘생산에 대하여 체계적으로 연구된 바는 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 개불의 유생사육 및 치충의 저질선택성과 잠입에 관하여 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 어미는 경남 남해도 앞바다에서 어획한 개불

*Corresponding author: mobidic@yosu.ac.kr

로서, 크기와 활력이 비슷한 암컷 7마리와 수컷 5마리를 이용하여 2000년 3월 20일부터 2000년 8월 16일까지 실험을 하였다. 실험에 사용한 어미(체장 13.5 ± 2.4 cm, 전중 94.8 ± 24.7 g)는 여수대학교 무척추동물양식연구실로 운반하여 육상수조에서 1주일간 수온 $18 \sim 20^\circ\text{C}$ 의 해수로 유수식으로 관리하며 안정시켰다. 암·수의 GSI는 14.3과 11.4이었으며(Table 1), 수정은 절개법으로 하였다. 수정된 난은 수정 10분 후 $80 \mu\text{m}$ 물러가체를 이용하여 여과해수로 3회 세란하여 정충과 이물질을 깨끗이 제거하고 30 L 아크릴 수조에 수용하였다.

수정란의 관정은 2세포기로 난할이 진전된 개체를 수정이 이루어진 상태로 보았으며, 수정란의 난 및 유생발생과정에 대한 조사는 한시간 간격으로 광학현미경 하에서 각 발생단계별 개체수를 관찰하였고, 부화 후에는 5일 간격으로 착저시까지의 부적 형태를 관찰하였다.

부화 직후의 유생은 평균체장 $163 \pm 2.52 \mu\text{m}$ 인 trochopore 유생이었으며, 유생사육은 30 L 수조에 1 indi./ml의 밀도로 수용하고, 2반복구를 설정하였다. 또한 신선한 여과해수로 매일 전체 사육수의 1/2씩 환수하였으며, 착저 후에는 매일 전부 환수하였다. 또한 사육수조도 1주일에 1회씩 깨끗한 수조와 교환하여 주었고, 사육수온은 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 였다.

유생사육시 공급한 먹이생물은 먹이생물배양실에서 연속 통기배양법으로 Conwy 배지를 사용하여 순수배양된 *Phaeodactylum tricornutum*으로, 공급량은 매일 30,000 cells/indi. 농도로 표층에 공급하였으며, 유생이 $30 \mu\text{m}$ 씩 성장함에 따라 10,000 cells/indi. 세포씩 증가하여 공급하였다. 또한 유생의 성장률과 생존율을 조사는 각 수조별로 매일 10 ml씩 3회 채수하여 포르말린으로 고정된 후 계수하였다.

치충의 저질 선택성을 조사하기 위한 실험구 설정은 0.10 mm 이하의 펄질구(A), 직경 1.01~2.00 mm의 모래구(B), 직경 3.01 mm이상의 조개껍질과 모래의 혼합구(C), 펄과 모래의 혼합구(D), 펄과 모래, 조개껍질 3가지 혼합구(E)로 설정하고(Fig. 1), 착저직전 부유유생 500마리를 수용한 뒤, 30일 후에 관찰하였다. 또한 개불의 잠입깊이를 조사하기 위해서 $\phi 75$ mm PVC파이프를 2.5 cm씩 절단하여 붙인 높이 30 cm의 원기둥을 만들고, 펄과 모래가 3:7의 비율로 섞인 저질을 넣었다. 그 후 평균체장 5.3 ± 0.92 mm인 개불 치충 30마리를 수용한 뒤, 30일 후 관찰하였다.

결 과

수정된 난은 분리침성란으로 저면에 침하하였으나, 해수의

Table 1. *Urechis unicinctus* used in spawning induction the experiment

Number of adult		Body length SD (cm)	Total weight ±SD (g)	GSI*	
Female	Male			Female	Male
7	5	13.5 ± 2.4	94.8 ± 24.7	7	5

*GSI: (생식소중량/전중)×100

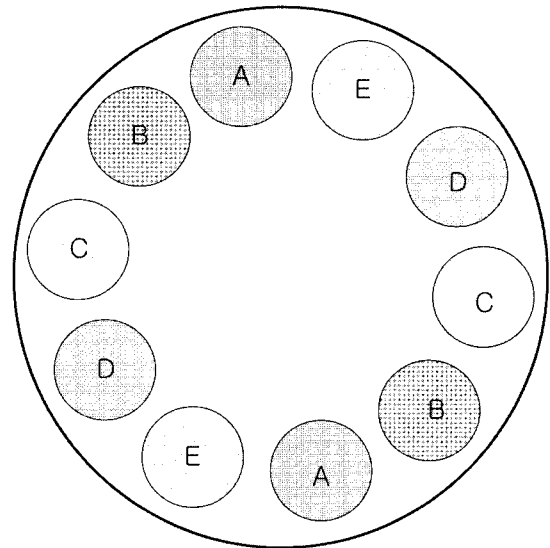


Fig. 1. Schematic diagram of sediment preference experimental tank of *Urechis unicinctus* dependent on the various sediment sizes. A: < 0.10 mm, B: 1.01~2.00 mm, C: > 3.01 mm Shell, D: AB, E: AC.

유동에 의하여 쉽게 부상하는 성질이 있었고, 난의 모양은 완전한 구형으로 구경은 평균 $150 \mu\text{m}$ 정도였다.

개불의 난 발생과 유생의 성장 단계는 수정란, 2세포기, 4세포기, 8세포기, 16세포기, 32세포기, 상실배, 낭배기, 부화유생 그리고 2체절기, 7체절기, 13체절기, 치충으로 구분하였다.

각 발생 단계의 소요시간을 보면 8세포기까지 1.9시간, 상실기까지 7.9시간, 낭배기까지 27시간이 소요되었다. 담류자유생까지의 발생소요시간은 68시간이었는데 이기간에는 섭이를 위해 활발하게 유영운동을 하였으며, 이때 유생의 체장은 평균 $163 \mu\text{m}$ 였다. 또 치충까지의 사육기간은 약 32일 정도로 바닥에서 연동운동에 의한 이동을 하였다.

유생 및 치충사육

유생의 사육은 평균체장 $163 \mu\text{m}$ 인 담류자유생을 30 L 원형수조에 1 indi./ml로 수용하여 사육하였다. 7체절기까지의 소요시간은 약 18일 소요되었고, 평균체장은 $521 \mu\text{m}$ 였다. 13체절기까지의 소요시간은 29일였으며, 이시기부터는 저면에서 연동운동에 의한 이동이 관찰되었다. 그리고 치충까지의 소요시간은 약 32일 정도의 기간이 소요되었고, 평균체장은 $768 \mu\text{m}$ 로 치충으로 변태와 함께 저질에 굴을 파고 잠입하였다. 60일 후 개불 치충의 평균체장은 $11,080 \mu\text{m}$ 였고, 90일 후에는 $18,350 \mu\text{m}$ 였고, 체색은 투명하였으나, 성체와 비슷한 모양으로 관찰되었다. 또한 120일 이후에는 평균체장이 3.74 cm로 성장하였고, 체색은 적황색이었으며, 입주위에 강모가 생성되어 완전한 성체의 모습을 갖추었다.

이러한 결과를 이용하여 사육일수(RD)와 체장(BL)에 관한 상대성장식을 구해보면 $BL = 0.2097e^{0.0484RD}$ ($r^2 = 0.9299$)이었고(Fig. 2), 체장(BL)과 체폭(BB)의 상대성장식은 $BB = 0.2033BL - 383.21$

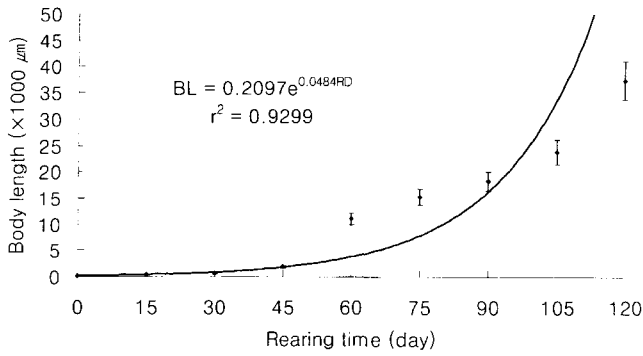


Fig. 2. Relationship between body length and rearing day of *Urechis uncinatus* larvae.

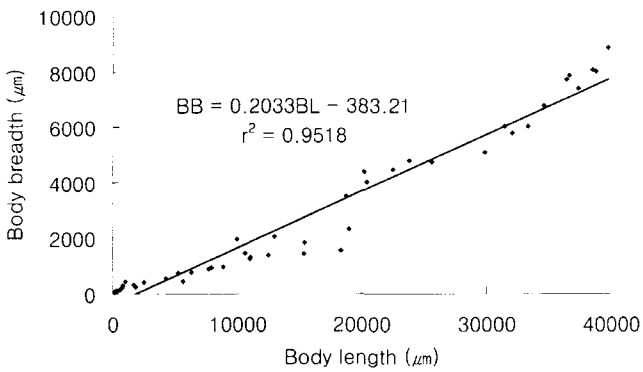


Fig. 3. Relationship between body length and body breadth of *Urechis uncinatus* larvae.

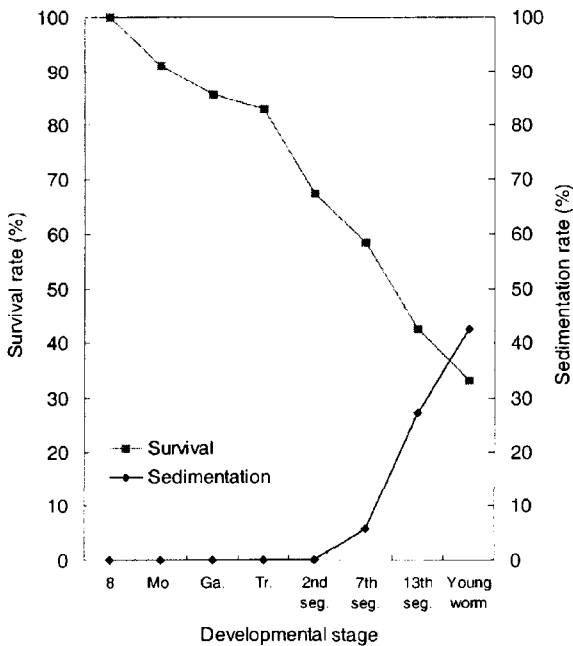


Fig. 4. Survival and sedimentation rate of *Urechis uncinatus* on development stage. 8: 8-cell stage, Mo.: Morula stage, Ga.: Gastrula stage, Tr.: Trochophore stage, 2nd seg.: 2nd

($r^2=0.9518$)로 나타났다(Fig. 3).

유생사육기간동안 유생의 생존율 및 착저율을 보면 Fig. 4에

Table 2. Burrowing of *Urechis uncinatus* after 30 days in the experimental tank with different grain size

	Sediment				
	A	B	C	D	E
Number of burrowed	31	-	23	21	32
Survival (%)	6.2	-	4.6	4.2	6.4

A: <0.10 mm, B: 1.01~2.00 mm, C: >3.01 mm Shell+B, D: A+B, E: A+C.

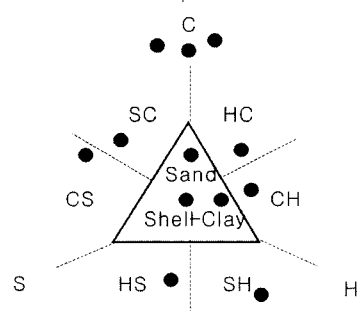


Fig. 5. Triangular diagram of sediment composition in sampling areas. Closed circles indicate *Urechis uncinatus* distribution. C: clay, SC: sandy clay, HC: shell clay, CH: clay shell, SH: sandy shell, H: shell, HS: shell sand, CS: clayey sand, S: sand.

서 보는 바와 같이 trochophore까지는 82.9%의 생존율을 보였으나, 착저는 이루어지지 않았고, 7체절기까지 58.5%의 생존과 5.8%의 착저를 보여 이기간부터 착저를 시작하였다. 또 13체절기까지 42.4%의 생존과 27.3%의 착저를 나타내었고, 최종적으로 치층까지는 33.0%와 42.6%의 착저를 보였다. 그러나 치층사육시 생존율은 치층이 저질에 잠입하여 서식하는 습성이 있고, 초기 치층은 체색이 투명하여 저질과 구별이 되지 않아 측정이 불가하였다.

개불 유생의 저질선택성

개불의 저질선택성을 실험개시 30일 경과 후 조사한 결과, 저질이 펄인 A구에서 31마리, 조개껍질과 모래의 혼합구인 C구에서 23마리, 펄과 모래의 혼합구인 D구에서 21마리, 펄과 모래와 조개껍질의 혼합구인 E구에서 32마리가 관찰된 것에 반해, 저질이 모래인 B구에서는 한 마리도 관찰되지 않았고(Table 2), 이러한 결과를 도식화해 보면 Fig. 5와 같은 분포양상을 나타내었다. 또한 개불의 잠입깊이를 조사하기 위한 실험 결과, 2.5~5 cm, 5~7.5 cm구간에서 각각 10마리가 관찰되었고, 나머지 구간에서는 관찰되지 않았다(Table 3).

고찰

개불은 과거에는 환형동물로 분류되었으나, 현재에는 의충동물로 독립적인 분류학적 위치를 가지고 있으며, 환형동물인 것

Table 3. Distribution of *Urechis unicinctus* in every 2.5 cm depth of sediment

Sediment depth (cm)	Number of <i>U. unicinctus</i>	Survival (%)
0~2.5	-	-
2.5~5.0	10	33.3
5.0~7.5	10	33.3
7.5~10.0	-	-
10.0~12.5	-	-
12.5~15.0	-	-

지렁이의 난발생과 같이 담륜자 유생기를 거치는 공통점이 있다. 이와 관련하여 두토막눈썹참갯지렁이의 발생과정을 보면 21~23°C에서 수정 6시간 후에 8세포기, 8시간 후 32세포기, 그리고 23시간이 지나면 prototrochophore 유생이 되어 젤리층 안

에서 회전운동을 한다. 또한 수정 40시간이 지나면 metatrochophore 유생이 되어 안점이 출현하고, 56시간만에 nectochaeta 유생이 되어 젤리층을 뚫고 나온다(Kang, 1992). 이러한 결과는 지금까지 개불의 난발생에 관한 연구로 볼 때 부화유생까지 약 3~4일 정도의 기간이 걸린다고 이미 보고된 것(Sakiyama, 1958)보다 1~2일 정도 빠르고, 본 연구의 68시간보다 1일 정도 빠른 결과를 보이고 있으나, 이는 종 특이성에 의한 결과라 생각되어진다.

개불의 부화유생은 어두운 곳보다 밝은 곳을 선호하는 주광성을 나타내었고, 성장함에 따라 빛에 상관없이 저면으로 침강하였는데 이는 Thorson(1964)이 대부분의 저서동물 유생의 경우 발육전기에는 정(正)의 주광성과 부(負)의 주지성을 가지고 표층에서 서식하다가 후기유생이 되면 주광성과 주지성의 정(正)과 부(負)가 역전하여 저층에 침강한다고 보고한 연구내용

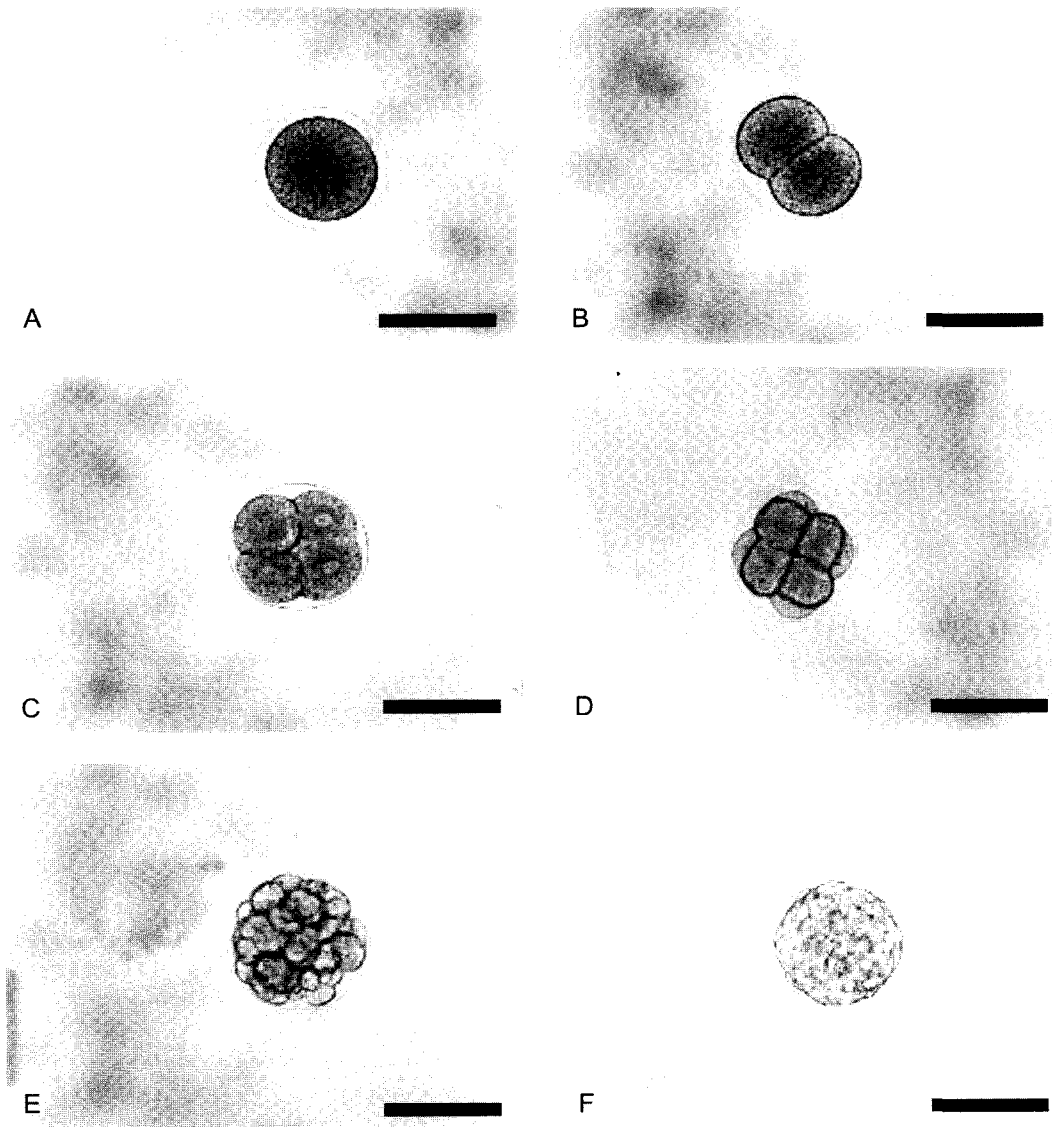


Fig. 6. A. Fertilized egg just spawned. 150 μ m, B. 2-cell stage. 150 μ m, C. 4-cell stage. 150 μ m, D. 8-cell stage. 150 μ m, E. 36-cell stage. 150 μ m, F. Morula stage. 150 μ m

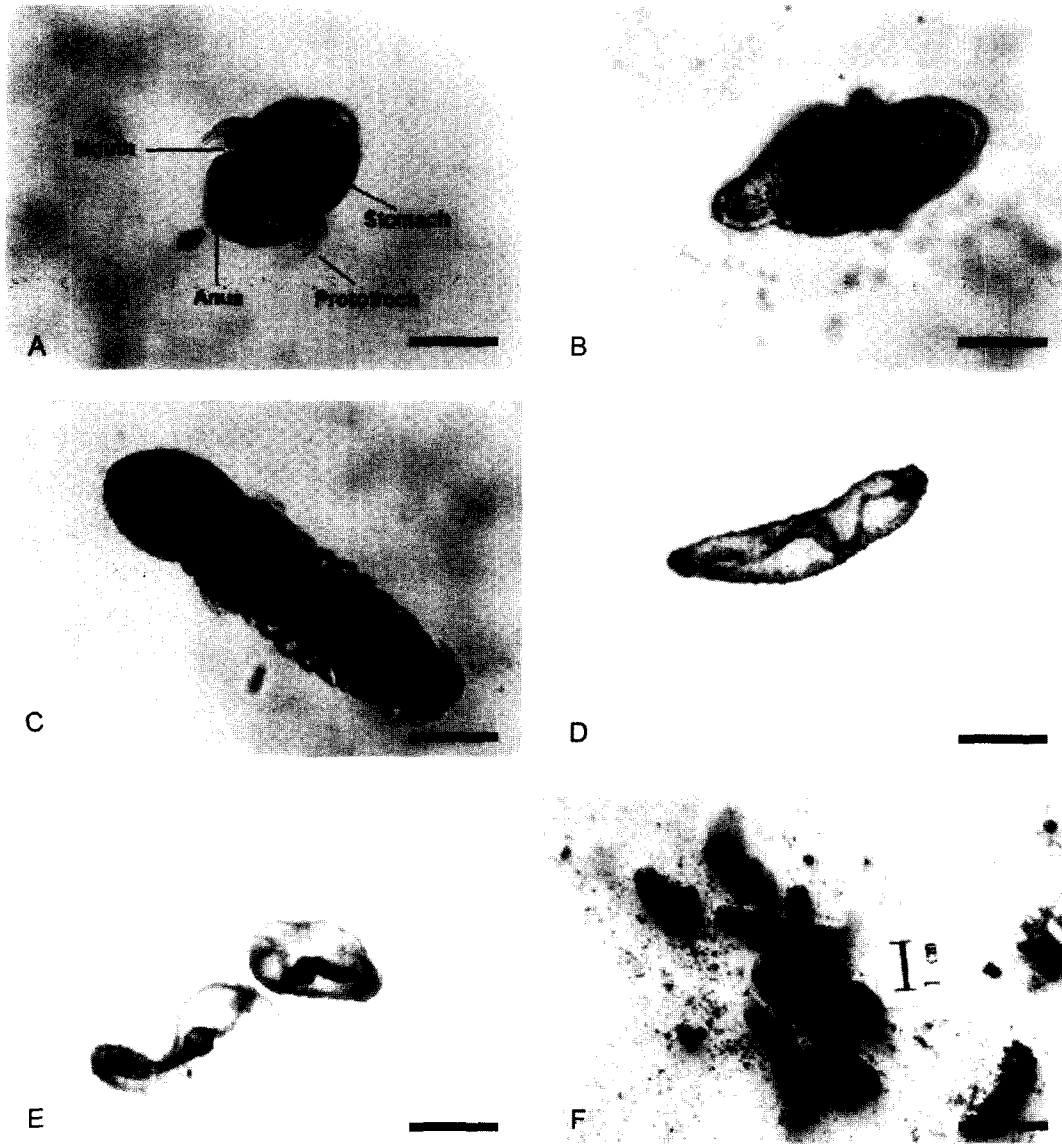


Fig. 7. A. Trochophore stage. 160 μm , B. 7th segmentation stage. 500 μm , C. 13th segmentation stage. 640 μm , D. Young *Urechis unicinctus*. 770 μm , E. Young *Urechis unicinctus*. 770 μm , F. Young *Urechis unicinctus*. $18 \times 10^3 \mu\text{m}$

과 일치한다.

본 연구에서 최종적으로 저면에서 연동운동에 의한 이동을 볼 수 있었던 치층(Fig. 7F)까지 약 30일 정도 소요되었다. 이러한 결과는 Sakiyama (1958)의 *Urechis unicinctus*의 사육 실험에서 부화 7주 후 체질이 없는 치층으로 되어 연동운동 하는 것을 관찰하였다는 보고보다 약 20일 빠른 결과를 나타내었다.

갯지렁이류 중 *Perinereis nuntia*는 서식 굴에 산소가 부족할 때 연동운동을 한다고 보고하고 있으나(Yoshida, 1984), 개불의 경우 굴속에서 주둥이를 위로 내밀어 주기적으로 오므렸다 폄다 하는 행동을 반복하여 연동운동을 하고 있는 것이 관찰되었는데, 이러한 행동은 신선한 해수를 굴속으로 끌어들이어 해수 중의 부유물질을 먹이로 이용하거나 호흡에 이용하기 위한 행동

으로 추정된다(Arp et al., 1992; Kang, 1999).

개불의 난 발생과 유생사육기간을 단축시키기 위한 환경조성을 위해서는 개불의 산란기에 대해 지속적인 연구의 필요성이 제기되며, 나아가 개불의 대량 인공종묘생산을 위해서는 인위적인 성숙속 및 산란제어를 통한 연중 산란시킬 수 있는 기술 개발이 요구된다.

대부분의 무척추동물 부유유생은 먼저 변태한 후 침강하는 것이 아니라 변태가 가능하게 된 유생은 접지와 부유를 반복하는 시기를 가지고 적절한 자극을 받아야 변태하며(Kikuchi, 1982), 변태직전의 성숙한 유생은 착저하여 저면을 건드려 보면서 기질을 탐색하는 유영포복기를 넘기는 것이 확인되었다(Wiseley, 1960; Crisp, 1961; Cranfield, 1973). 본 연구에서 부

화후 25일을 전후하여 유영과 착저를 반복하는 것이 관찰되었는데, 이 또한 기질을 탐색하는 행동이라 생각되어진다. 또한 치층으로 변태 했을지라도 잠입하지 못한 개체는 먹이공급량이나 환경요인에 관계없이 성장을 거의 멈추었으며, 약 7일 후 결국 폐사하였다. 본 연구에서 개불의 유생이 실험개시 10일 내에 대량 폐사가 일어났던 것은 다른 무척추동물과 같이 부화후 환경에 적응하면서 생기는 초기감모 현상으로 볼 수 있으나, 25일을 전후해서 생기는 폐사는 저층으로 가라앉으면서 저질에 잠입을 하지 못해 생기는 폐사라고 생각된다. 따라서 개불의 성장률과 생존율을 높이기 위해서는 변태직전 적당한 저질이 필요하다고 판단되며, 착저 유인에 관한 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이라 사료된다.

저서동물 중 유형동물, 환형동물, 연체동물의 담륜자유생은 부유 환상으로 둘러 싼 2쌍의 섬모띠에 의해 플랑크톤과 그 외의 현탁입자를 여과섭식한다(Strathmann, 1978). 이와 관련하여 본 연구에서 먹이공급은 섬모에 의해 부유생활을 시작하는 Morula기부터 먹이를 공급하였다. 저질을 필질로 하여 개불 치층을 사육한 결과, 개불은 각 개체마다 독립된 굴을 가지는 것이 아니라 굴을 서로 연결하여 서식하는 것이 관찰되었는데, 이는 개불 치층의 고밀도 사육시 해결되어야 할 문제점이라 생각된다.

사회적으로 개불의 수요가 점차 높아가고 연안의 오염과 간석지 매립으로 인한 서식지의 감소로 개불의 자원량이 감소함에 따라 개불의 인공종묘생산을 모색해야 하지만 30일 이상으로 유생 사육기간이 길고, 이 기간 중 폐사율이 높게 나타났으므로, 효율적인 종묘생산을 하기 위해서는 유생사육시 생존율을 높이는 방안이 모색되어야 할 것이라 생각된다.

요 약

수정된 난은 분리침성란으로 저면에 침하하였으나, 해수의 유동에 의하여 쉽게 부상하는 성질이 있었다. 또 난의 모양은 완전한 구형으로 구경은 평균 150 μm 정도였다.

각 발생 단계의 소요시간을 보면 8세포기까지 1.9시간, 상실기까지 7.9시간, 낭배기까지 27시간이 소요되었다. 담륜자 유생까지의 발생소요시간은 68시간이었는데 이 기간에는 섭이를 위해 활발하게 유영운동을 하였으며, 이때 유생의 체장은 평균 163 μm였다.

평균체장 163 μm인 담륜자 유생이 7체절기로 성장하는데는 8일이 걸렸고, 13체절기까지의 소요시간은 29일였으며, 이 시기부터는 저면에서 연동운동에 의한 이동이 관찰되었다. 그리고 32일 경과시에는 평균체장은 768 μm인 치층으로 저질에 굴을 파고 잠입하였다. 60일 후 개불 치층의 평균체장은 1,108 μm였고, 90일 후에는 1,835 μm였으며, 체색은 투명하였다. 또한 120일 이후에는 평균체장이 3.7 cm로 성장하였고, 체색은 적황색이었으며, 입 주위에 강모가 생성되어 완전한 성체의 모습을 갖추었다.

사육일수와 체장에 관한 상대성장식은 $BL=0.2097e^{0.0484RD}$ ($r^2=0.9299$)이었고(Fig. 2), 체장과 체폭의 상대성장식은 $BB=0.2033BL-383.21$ ($r^2=0.9518$)이었다.

저질선택성 실험개시 30일 경과 후, 펄에서 31마리, 조개껍질과 모래의 혼합구에서 23마리, 펄과 모래의 혼합구에서 21마리, 펄과 모래와 조개껍질의 혼합구에서 32마리가 관찰된 것에 반해 모래구에서는 한 마리도 관찰되지 않았다. 또한 개불의 잠입깊이 실험 결과, 2.5~5 cm, 5~7.5 cm구간에서 각각 10마리가 관찰되었다.

참고문헌

Akesson, T. R., 1977. The effect of temperature change on the development of *Urechis caupo* Fisher and MacGinitie 1928 (Echiuroidea). *Estu. Coast. Mar. Sci.*, **5**: 445-453.

Arp, A. J., B. M. Hansen and D. Julian, 1992. Burrow environment and coelomic fluid characteristics of the echiuran worm, *Urechis caupo* from population at three sites in northern California. *Mar. Biol.*, **113**: 613-623.

Crisp, D. J., 1961. Territorial behavior in barnacle settlement. *J. Exp. Biol.*, **38**: 429-446.

Cranfield, H. L., 1973. A study of the morphology, ultrastructure and histochemistry of the foot of the pediveliger of *Ostrea edulis*. *Mar. Biol.*, **22**: 187-202.

Eaton, R. A. and A. J. Arp, 1990. The defect of sulfide on the oxygen consumption rate of *Urechis caupo*. *Am. Zool.*, **30**: 1-69.

Fisher, W. K. and G. E. MacGinitie, 1928. The natural history of an echiuroid worm. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **10**: 204-213.

Gould-Somero, M. and L. Holland, 1975. Fine structural investigation of the insemination response in *Urechis caupo*. *Dev. Biol.*, **46**: 358-369.

Kang, K. H., 1992. Basic studies for aquaculture of the polychaete, *Perinereis aibuhitensis* (Grube). D. S. thesis. Nat'l. Fish. Univ. Pusan, 40 pp.(Korean)

Kang, K. H., 1999. Sediment preference and burrow shape of spoon worm, *Urechis unicinctus* (Von Drasche) in laboratory culture. *J. of Aquaculture* **12**(3): 193-196.(Korean).

Kang, K. H., J. H. Lee, S. K. Yoo and Y. J. Chang, 1997. Sediment preference and burrow shape of the polychaete, *Perinereis aibuhitensis* according to the laboratory culture. *J. Korean Fish. Soc.* **30**(4): 634-639.(Korean).

Kikuchi, T., 1982. Reproductive ecology and life history traits of the marine invertebrates -V. Habitat selection at the settlement of larvae. *Aquabiology*, **20**: 171-176.

Newby, W. W., 1932. The early embryology of the Echiuroid, *Urechis*. *Biol. Bull.*, **63**: 389-399.

Sakiyama, F., 1958. Rearing experiments of *Urechis* larvae. *Natural Science Report, Ochanomizu Univ.*, **9**(2): 47-56.

Strathmann, R. R., 1978. The evolution and loss of feeding larval stages of marine invertebrates. *Evolution*, **34**: 894-906.

Suer, A. L., 1984. Growth and spawning of *Urechis caupo* (echiura in Bodega Harbor, California). *Mar. Biol.* **78**: 275-284.

Suer, A. L. and D. W. Phillips, 1983. Rapid, gregarious settlement

- of the larvae of the marine echiuran, *Urechis caupo*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., **67**: 243–259.
- Thorson, G., 1964. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia*, **1**: 167–208.
- Wiseley, B., 1960. Observations on the settling behaviour of larvae of the tubeworm *Spirorbis borealis* Daudin (Polychaeta). Austral. J. Mar. Freshw. Res., **11**: 55 p.
- Yoshida, S., 1984. Studies on the biology and aquaculture of a common polychaete, *Perinereis nuntia*. Bull. Osaka Pref. Fish. Exp. Sta., **6**: 1–63.
-

원고접수 : 2002년 9월 30일

수정본 수리 : 2003년 1월 8일

책임편집위원 : 명정인