

실험실 사육에 의한 두토막눈썹참갯지렁이, *Perinereis aibuhitensis* (Grube)의 저질 선택성과 굴의 형태

강경호 · 이재학* · 유성규** · 장영진**

국립수산진흥원 울진수산종묘배양장, *한국해양연구소, *부경대학교 수산과학대학 양식학과

Sediment Preference and Burrow Shape of the Polychaete, *Perinereis aibuhitensis* according to the Laboratory Culture

Kyung Ho KANG, Jae-Hac LEE*, Sung Kyoo YOO** and Young Jin CHANG**

Ulchin Marine Hatchery, National Fisheries Research and Development

Agency, Kyungbuk 767-860, Korea

*Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

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

In order to obtain the basic knowledges for the effective seed production of *Perinereis aibuhitensis*, sediment preference, burrow shape and behavior with in burrow were investigated in the laboratory.

The highest value in both sediment preference and survival rate of *P. aibuhitensis* were shown at fine sand below 0.10 mm in the mean diameter.

The worm made various types of burrows, such as J, L, O, Y and I shapes. Generally, only one individual inhabits in a burrow with head-up, but when excreting, it positions up-side down.

Key words : sediment preference, burrow shape, fine sand, polychaete

서 론

갯지렁이류는 생활사가 비교적 짧고 번식력이 강하기 때문에 해양의 풍부한 2차 생산자 역할을 담당할 뿐만 아니라 섭식활동을 통하여 저질의 유기성분을 변화시켜 저질을 정화시키기도 하는 등, 해양 저서생태계에서 매우 중요한 위치를 점하고 있다 (Clark, 1977). 또한 갯지렁이류는 해양오염의 지표생물로 이용됨과 동시에 저서어류의 주된 먹이 및 낚시 미끼로 어민 부업의 대상이 되고 있다.

현재 우리나라에서의 갯지렁이류의 어업 생산량은 1981년에 약 1,100톤이었던 것이 1989년에는 700톤 정도로 해마다 감소하고 있다 (韓國海洋研究所, 1991). 이러한 어업행위는 해양 생태계를 파괴시킬 뿐만 아니라, 갯지렁이 자원을 비효율적으로 이용하는 방법이라 할 수 있으므로 자원의 고갈을 초래할 위험성이 매우 크다. 따라서, 두토막눈썹참갯지렁이 (*Perinereis aibuhitensis*, 이하 청충이라 표기함)의 어업자원을 효율적으로 관리하고 이용하기 위해서는 자원동태의 파악, 생태와 생활사 등 기초 생물학적인 연구가 뒤따라야 하며, 더 나아가서는 양식기술을 개발하여 본종의 생산증대 및 산업적 가치를 높일 필요성이 제기된다. 이와 관련하여 갯지렁이의 사

육에 관한 기존 연구들을 살펴보면, Yoshida (1984)는 눈썹참갯지렁이 (*Perinereis nuntia*, 석충)를 대상으로 실내 사육에 관하여 조사함으로써 현재 일본에서는 이의 양식이 활성화되어 있고, 우리나라에서도 석충의 양식에 관하여 연구한 바 있어 (Cheong et al, 1983) 양식개발 대상이 될 수 있다고 보지만, 이 종은 소형이기 때문에 대형 갯지렁이에 속하는 청충에 비해 낚시 미끼로서의 산업적 가치가 뒤떨어지는 것으로 판단된다.

더우기, 청충은 세계적으로 보아 우리나라의 서남해안 일대와 중국에 면한 황해 연안에만 분포하는 것으로 (韓國海洋研究所, 1991), 전술한 각 연구자들에 의한 대부분의 연구결과들은 본 연구에서 다루고자하는 청충을 대상으로 하고 있지 않다. 한편, 우리나라에서는 청충이 서해안 및 남해안 일대에 널리 분포하고 있음에도 불구하고, 갯지렁이류의 양식기술 개발에 있어 눈썹참갯지렁이에 관한 연구 (Lee et al, 1983; Cheong et al, 1983)만으로도 현재에 이르고 있어, 산업상 중요종인 청충의 양식을 위한 종묘생산과 사육기법의 개발이 선행되어야 할 연구과제라 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 청충의 양식방법을 구명하기 위하여 수조내 실험에 의한 저질 선택성과 굴의 형태 등에 관하여 연구하였다.

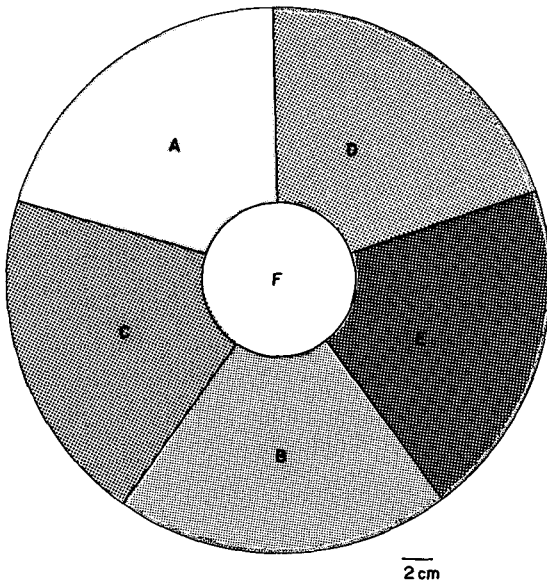


Fig. 1. Schematic diagram for burrowing behavior of *P. aibuhitensis* on the various sediment size. A : <0.10 mm, B : 0.11~0.50 mm, C : 0.51~1.00 mm, D : 1.01~2.00 mm, E : 2.01~5.00 mm, F : blank.

Table 1. The grain size composition and organic carbon content of each sediment sample

Sediment size	Composition (%)				Sediment type*	Mz (mm)	Org.C. (%)
	Gr.	Sand	Silt	Clay			
G	0	3.8	84.3	11.9	Silt	0.02	0.84
H	0	91.3	6.9	1.8	Sand	0.09	0.38
I	0.9	95.0	3.2	0.9	Sand	0.20	0.33

*classified by Shepard (1954), G : mud collected from the Mokpo beach, H : below 0.10 mm of commercial sand diameter, I : commercial fine sand, Gr.: gravel, Mz : median, Org.C.: organic carbon content.

재료 및 방법

청충의 양식시 사용 가능한 모래의 입도별 선택성 및 이에 따른 성장률과 생존율 실험에서는 Fig. 1과 같은 원형수조 (지름 35 cm × 높이 15 cm)를 이용하여 5개의 실험구를 설치하고, 저질을 입도별로 넣은 4개구의 모래층은 8 cm 깊이로 하였다. 각 실험구는 모래의 입도별로 나누어 직경 0.10 mm 이하의 구역을 A구, 직경 0.11~0.50 mm의 구역을 B구, 직경 0.51~1.00 mm의 구역을 C구, 1.01~2.00 mm의 구역을 D구, 직경 2.01~5.00 mm의 구역을 E구, 그리고, 저질이 없는 구역을 F구로 한 뒤, 평균 체중 2.0 ± 0.4 g의 청충을 각 실험구에 50개체씩 수용하여 20일 후에 모래 입도별 잠입률을 조사하였다. 또한, 성장률 및 생존율을 파악하기 위하여 사카 플라스틱

수조 (46 cm × 30 cm × 20 cm)에 모래를 입도별로 구분하여 8 cm 깊이로 채운 다음, 평균 체중 0.9 ± 0.1 g의 청충을 각 시험구별로 50개체씩 수용하였다. 먹이로는 시판되는 뱀장어 치어용 배합사료를 매일 21 : 00시에 수용체중의 3%를 공급하였다. 또한, 사육수의 환수량은 각 실험구별로 분당 300 ml의 해수를 흘려 주었으며, 이때 수위는 항상 1 cm 이하가 되도록 유지하였다.

한편, 모래의 입도 구분 보다는 더 세립질인 저질조성에 있어 청충의 성장률 및 생존율을 파악하기 위한 저질별 실험에서는 Table 1과 같이 청충의 자연 서식지인 전라남도 목포시 산정동 해안의 펄질을 G구 (평균 입도 0.02 mm), 시판용 모래의 입도별 선택성 실험시 가장 성적이 좋았던 0.10 mm 이하의 모래를 H구 (평균 입도 0.09 mm), 채로 치지 않은 시판용 세립질 모래를 I구 (평균 입도 0.20 mm)로 나누어 청충의 성장률과 생존율을 조사하였다. 한편, 그 외의 사육조건은 모래의 입도별 선택성 실험과 동일한 조건을 유지하여 주었으며 모든 실험은 반복구를 두었다.

청충이 저질 속에서 서식하면서 만드는 굴의 형태를 알아보기 위하여는, 검은 비닐로 덮은 2개의 유리수조 (길이 30 cm × 두께 1.0 cm × 높이 15 cm)에 평균 체중 1.9 ± 0.3 g의 개체를 20마리씩 수용하여 먹이를 공급하지 않은 상태에서 서식하는 굴의 형태를 관찰하였다. 굴 속에서 청충의 행동을 투시 관찰하기 위하여는, 직경 3 mm, 길이 10 cm의 유리관을 수직으로 세워 그속에 잠입한 개체들의 행동 및 배설시 행위를 관찰하였다. 또한, 수직분포를 알아보기 위한 실험장치에서는 직경 10 cm, 길이 10 cm의 PVC 파이프 10개를 100 cm가 되도록 테이프로 연결하여, 그 속에 저질을 채운 원통 2개에 청충을 각각 10개체, 50개체씩 수용하여 저질 깊이별 청충의 분포를 조사하였다. 이때, 환수량은 분당 100 ml로 하였고, 먹이는 공급하지 않았다. 저질상에서의 수평적 행동실험에는 유리수조 (직경 24 cm × 높이 18 cm) 6개를 사용하여 수조의 정중앙에 직경 3 mm, 길이 10 cm 인 유리관을 세운 후, 직경 3 mm 정도의 왕모래를 유리관의 높이와 수평이 되게 채웠다. 그 후, 수조의 중앙에 있는 유리관에 최대 체장 9.2 cm인 한 개체를 집어 넣고 유리관을 기점으로 반경 2, 4, 6, 8, 10 및 12 cm 거리의 저질 표면에 직경 3 mm의 뱀장어 치어용 배합사료를 두고 24시간 후 먹이 유무의 조사로 청충의 행동을 파악하였다.

결 과

실험기간 중 수조내 자연해수의 수온 및 염분농도 변화는 Fig. 2와 같이 각각 $8.2 \sim 27.0^\circ\text{C}$, $26.7 \sim 34.5\%$ 였다.

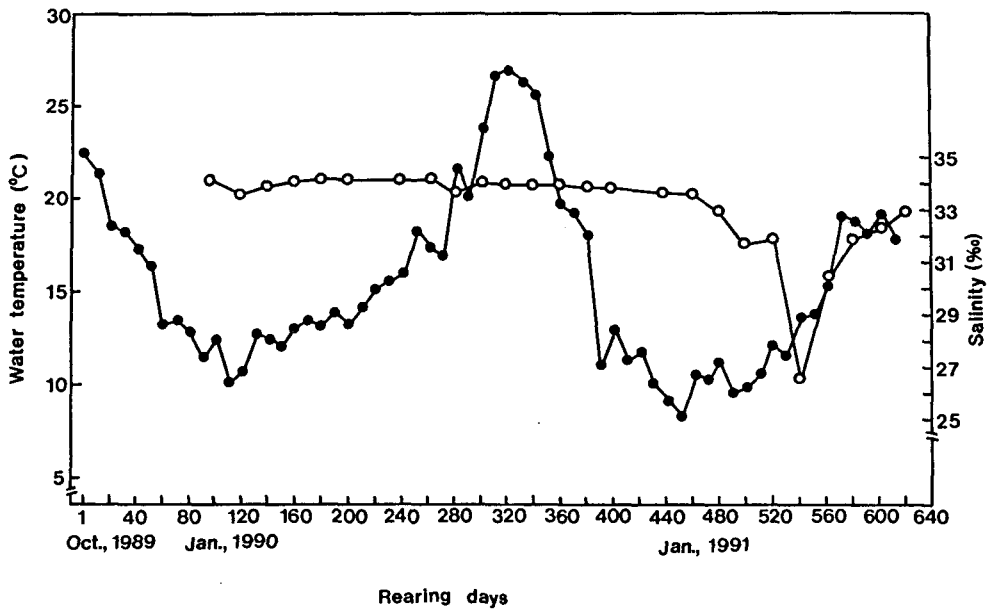


Fig. 2. Variation of water temperature (●) and salinity (○) of rearing sea water during the experiment period.

Table 2. Burrowing rates of *P. aibuhitensis* after 20 days in each experimental tank with different grain size

Item	A	B	C	D	E	F
No. of burrowed	38 ± 9.9	5 ± 4.2	3 ± 1.4	2 ± 0	2 ± 0	0
Burrowing rate (%)	76	10	6	4	4	0

A : <0.10 mm, B : 0.11~0.50 mm, C : 0.51~1.00 mm, D : 1.01~2.00 mm, E : 2.01~5.00 mm, F : blank.

즉, 실험장소인 부경대학교 해양과학연구소의 염분에 대한 년중 변화폭은 거의 일정하다고 할 수 있으나, 여름철 집중호우시에는 26.7%까지 떨어졌다.

시판용 모래의 입도별 선택성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 입도가 0.10 mm 이하인 A구에서는 약 40마리가 잠입하여 76%의 잠입률을 보인 반면, 입도가 0.51~1.00 mm인 C구에서는 6% 이하인 잠입률을 나타내었고, 입도 2.01~5.00 mm인 E구에서는 4%의 잠입률을 보여 모래의 입도가 커질수록 잠입률이 낮아지는 경향을 보였다. 한편 저질이 없는 F구의 각 개체들은 서로 얽혀 있거나 수조 바닥에서 불안정한 상태로 움직이는 것을 볼 수 있었다. 또한, 동일한 모래의 입도로 사육하였던 청충의 각 실험구별 생존율과 일간성장률은 Table 3에서와 같이 입도가 0.10 mm 이하인 A구에서 각각 90%와 0.68%로 가장 높았고, 입도가 0.51~1.00 mm인 C구에서는 82%, 0.16%, 입도 2.01~5.00 mm인 E구에서는 72%, 0.01%였다. 따라서 모래의 입자가 커질수록 생존율과 일간

성장률이 감소하는 현상을 보이고 있어, 모래의 입도별 잠입률과 같은 경향을 나타냈다. 모래가 없는 F구에서의 생존율은 A구보다는 낮았으나, 그 외의 실험구에 비해 상대적으로 높은 88%였고, 일간 성장률은 0.01%로 다른 실험구에 비해 낮았다.

자연 서식지의 펄질 및 세립질 모래로 구성된 3개의 저질에 대한 청충의 성장과 생존율은 Table 4와 같이 입도 0.02 mm인 펄에서 각각 95%와 0.74%, 입도가 0.20 mm인 시판용 모래에서는 91%와 0.17%를 나타내, 이들 청충의 자연서식 저질인 펄질에서 높은 일간 성장률과 생존율을 보였다.

청충이 저질 속에서 만드는 굴의 형태는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 J형, L형, O형, S형, Y형 및 I형 등으로 매우 다양하였고, 대부분의 굴 속에는 한 개체씩 들어가 있었지만, Y형의 굴에는 두 개체가 공서하고 있었다.

유리관을 수직으로 세워 유리관 안에서의 청충은 먹이를 먹거나 배설할 때를 제외하고는 유리관 속에서 연동(peristalsis) 운동을 하고 있었으나, 모래질 속의 청충은 연동운동을 전혀 하지 않고 부동상태로 있었다. 배설시 청충의 행동은 굴 속에서 몸을 반전하여 머리를 아래 쪽으로 향하고 항문이 있는 꼬리 부분을 굴 밖으로 내놓은 상태에서 배설물을 처리하였다. 청충의 수직 분포에 대한 결과는 Table 5와 같이, 50개체를 수용하였을 경우는 10 cm 깊이까지는 50.5%의 잠입률을 보였고, 10~20 cm 깊이에는 27.4%가 잠입해 있었다. 이외에도 그 잠입률은 극히 낮지만 30 cm 보다 더 깊은 저질에서도 잠입하고

Table 3. Growth and survival rate of each experimental tank by different sediment size for 45 days

Sediment size	Density (ind.)		Survival rate (%)	Body weight (g)		Daily growth rate (%)
	Initial	Final		Initial	Final	
A	50	45.1 ± 0.7	90.0	45.5 ± 0.5	55.6 ± 3.5	0.45
B	50	42.2 ± 2.1	84.0	44.9 ± 2.0	39.5 ± 4.6	0.07
C	50	41.0 ± 4.9	82.0	42.1 ± 0.7	37.1 ± 1.8	0.08
D	50	37.2 ± 4.9	74.0	41.6 ± 0.9	32.5 ± 7.6	0.07
E	50	36.3 ± 1.4	72.0	43.9 ± 1.9	31.7 ± 6.2	0.01
F	50	44.0 ± 1.0	88.0	43.7 ± 3.5	38.9 ± 1.3	0.01

A : <0.10 mm, B : 0.11~0.50 mm, C : 0.51~1.00 mm, D : 1.01~2.00 mm, E : 2.01~5.00 mm, F : blank.

Table 4. Growth and survival rates of each experimental tank loaded with sediments of different sediment size for 45 days

Sediment size	Density (ind.)		Survival rate (%)	Body weight (g)		Daily growth rate (%)
	Initial	Final		Initial	Final	
G	50	47.5 ± 0.7	95.0	43.9 ± 1.8	58.0 ± 0.3	0.67
H	50	47.0 ± 1.4	94.0	43.4 ± 2.1	51.1 ± 2.0	0.44
I	50	45.5 ± 0.7	91.0	44.0 ± 0.4	47.7 ± 0.4	0.44

G : mud collected from the field, H : below 0.10 mm of commercial sand diameter, I : commercial fine sand.

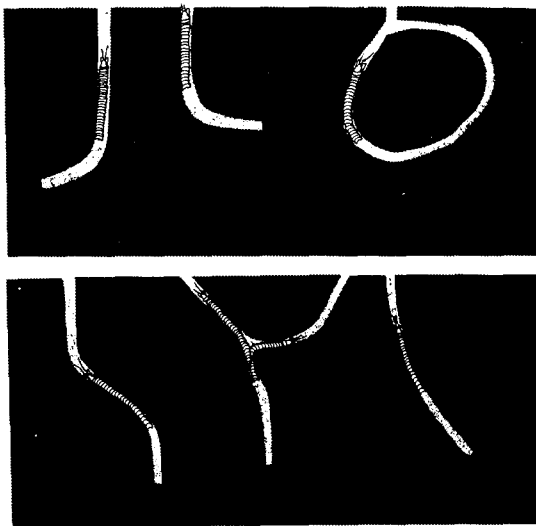


Fig. 3. The various types of *P. aibuhitensis* burrow.

있음을 알 수 있었다. 또한, 10개체를 수용한 경우에는 78.5%가 10 cm 이내의 저질에 잠입해 있었다. 이상을 종합하면, 10개체를 수용한 실험구에서는 표면으로부터 10 cm 이내에 7개체가 잠입하여 약 70%의 잠입율을 보였으나, 50개체 수용구에서는 10 cm 이내의 깊이에 25개체가 잠입하여 50%의 잠입율을 나타냈다. 한편, 잠입 깊이 별로 개체 크기를 중량으로 살펴 보면, 청충을 50개체 수용한 실험구의 경우, 10 cm 이내의 깊이에는 개체 중량이 1.85 ± 0.20 g, 10~20 cm에서는 1.44 ± 0.27 g, 20~30cm

Table 5. Distribution and body weight of burrowing *P. aibuhitensis* in every 10 cm depth of sediment

Sediment depth ¼cm%	Individual		Body weight (g)	
	10	50	10	50
0~ 10	7	25	1.64 ± 0.34	1.85 ± 0.20
10~ 20	2	8	1.16 ± 0.22	1.44 ± 0.27
20~ 30	1	5	0.90	1.19 ± 0.29
30~ 40	0	4	-	0.89 ± 0.04
40~ 50	0	3	-	0.85 ± 0.03
50~ 60	0	2	-	0.83 ± 0.03
60~ 70	0	2	-	0.83 ± 0.03
70~ 80	0	1	-	0.80
80~ 90	0	0	-	-
90~100	0	0	-	-

에서는 1.19 ± 0.29 g이었고, 30~40 cm에서는 0.89 ± 0.04 g, 50 cm 보다 더 깊은 곳에서는 0.85 g 이하의 개체들이 관찰되어 저질의 깊이가 깊어질수록 개체의 크기가 작아짐을 알 수 있었다. 또한, 10개체를 수용한 실험구에서도 0~10 cm 깊이에서는 1.64 ± 0.34 g, 10~20 cm에서는 1.16 ± 0.22 g, 20~30 cm 깊이에서는 0.90 g을 보여, 50개체를 수용한 실험구에서와 같이 저질의 깊이가 깊어질수록 잠입 개체의 중량도 가벼워졌다. 청충의 수평적인 이동범위를 관찰하기 위하여 원형수조의 정중앙에 있는 유리판을 기점으로 하여 반경 2 cm 간격으로 12 cm 거리까지 먹이를 두어 실험한 결과, 어느 거리에 있는 먹이든지 청충은 섭취하였을 뿐만 아니라, 먹이를 먹기위해 유리

관 밖으로 몸 전체가 나와 있는 것을 관찰할 수 있었다.

고 찰

자연상태 하에서 청충의 서식지역의 저질 입도조성은 점토질 실트, 사질 실트, 실트 등으로 (韓國海洋研究所, 1991), 청충은 펄질에 서식하고 있는데, 이는 모두 0.10 mm 이하의 입도조성을 나타내, 청충의 육상 양식시에는 0.10 mm 이하의 저질을 이용하는 것이 서식지의 저질조건에 부합되는 것이라고 판단된다.

본 연구의 실내 사육실험 결과, 입도가 0.10 mm 이하인 모래질에서 성장 및 생존율이 가장 좋았는데, 이 결과는 자연상태 하에서 청충의 서식저질과도 일치하는 경향을 보이고 있을 뿐만 아니라, 같은 참갯지렁이과에 속하는 석충의 저질에 대한 선호도와도 일치하는 경향을 보이고 있어 참갯지렁이과에 속하는 청충의 서식저질로는 입도가 0.10 mm 이하인 모래질이 가장 좋은 것으로 판단된다. 또한, 저질을 청충의 서식지인 전라남도 목포 앞바다의 개펄 (평균 입도 0.02 mm)과 입도별 실험에서 성적이 가장 좋았던 시판용 모래 (평균 입도 0.09 mm) 및 평균 입도 0.20 mm의 시판용 모래에 대한 실험결과, 자연서식지의 개펄에서 95%의 생존율과 0.74%의 일간 성장률을 보이고 있으나, 저질의 평균 입도가 0.20 mm인 시판용 모래에서도 91%의 생존율과 0.41%의 일간성장을 나타낸 점으로 보아, 청충의 양식용 저질로는 대량구입이 쉽고, 정확이 용이한 시판용 모래를 이용하는 것이 경제적인 것으로 생각된다.

Yoshida (1984)는 유리수조 (24 cm×19 cm×20 cm)에 석충을 수용하여 서식상태를 관찰한 결과, L형, Y형, 수직에 가까운 3가지 형태의 굴을 볼 수 있었다고 보고하였다. 본 연구에서 관찰된 청충의 굴은 J형, L형, O형, S형, Y형 및 I형 등으로 나타나, 석충에 비해 굴의 형태나 수가 다양하다는 것을 알 수 있다.

석충은 굴 속에 산소가 부족할 때, 연동운동을 한다고 보고하고 있으나 (Yoshida, 1984), 청충의 경우, 유리관을 이용하여 실험한 결과, 충분한 에어레이션 하였음에도 연동운동을 하고 있는 것이 관찰되었다. 이러한 연동운동은 유리관 내부로 신선한 해수를 끌어들이며 해수중의 부유물질을 점액질 막에 부착시켜 먹이로 이용하거나, 호흡에 이용하기 위한 행동으로 생각되기도 하지만, 실제 저질 속의 굴 안에서는 충체를 서서히 회전시키거나, 반전하며 이동하는 행동 이외에 연동운동은 관찰할 수가 없었던 점으로 미루어 보아, 유리관 속에서의 연동운동은 벽면이 미끄럽기 때문에 미끄럼을 방지하기 위한 행동으

로 생각된다. 청충이 배설시에 굴속에서 몸을 반전시켜 항문이 있는 꼬리 부분을 굴밖으로 내 보낸 채로 배설을 하는 습성은 석충 (Yoshida, 1984)과도 동일한 것인데, 이는 굴속의 밀폐된 공간에서 배설할 경우, 굴속에 배설물이 쌓여 굴이 막히거나, 배설물의 분해로 인한 산소결핍, 암모니아 발생 등, 굴 내부의 오염을 방지하기 위한 행동으로 인정된다. 갯지렁이류에 대한 잠입 깊이 및 서식하는 굴에서의 이동에 관하여 Yoshida (1984)는 석충의 저질 깊이로는 8 cm가 알맞고, 먹이를 먹기 위해 이동하는 범위는 개체의 최대 체장의 3/4 정도로 한정된다고 하였고, 永井 (1978)는 *Nereis japonica*의 경우, 번식기를 제외하고는 굴에서 이탈하는 일이 없으며, 수온의 급변, 산소의 결핍, 먹이의 부족, 유화수소의 존재 등, 환경 악변이 발생할 때는 굴밖으로 이동한다고 하였다. 또한, 이 종의 양식과정 중에는 먹이를 먹을 때를 제외하고는 외부에서 관찰이 되지 않는 점으로 미루어, 충체가 외부에 노출되어 있을 때는 사육수조의 저질이 노화되어 흑변한 것을 나타낸다고 하였다.

본 연구에서는 10 cm 깊이 이내의 저질에 대부분의 개체가 잠입해 있었기 때문에, 청충의 주된 잠입 깊이는 10 cm 정도로 추정된다. 이러한 결과는 자연 서식지에서 청충의 채취시 대부분의 개체들이 15 cm 깊이 이내의 저질에서 채집되는 것과도 거의 일치함으로써, 청충의 양식시에는 저질의 깊이를 10 cm 정도로 하는 것이 바람직하다고 생각된다. 한편, 충체의 체중별 잠입깊이에 있어서는 작은 개체일수록 더 깊은 층에 분포하고 있었는데, 이러한 현상은 작은 개체들이 큰 개체들의 세력권에서 밀려나 더 깊이 잠입한 것으로 생각되므로, 실제 양식시에는 충체의 크기에 따라 선별 사육이 필요할 것으로 보인다.

청충의 수평적인 이동범위 조사결과, 청충은 먹이를 먹기 위해서는 체장보다 더 멀리 떨어진 곳이라도 굴밖으로 충체를 노출시켜 이동함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 *N. japonica*의 행동 (永井, 1978)과도 일치하고 있으나, 먹이를 먹기 위해서 몸체를 굴밖으로 완전히 이탈하지 않는 석충 (Yoshida, 1984)과는 차이를 보이고 있어, 갯지렁이류의 섭식행동은 종에 따라 차이가 있는 것으로 추측된다.

요 약

한국산 갯지렁이류 중에서 산업적으로 가장 중요한 청충의 양식기법 개발에 관한 기초자료를 얻기 위하여, 청충의 서식생태에 관하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 청충은 입경이 0.10 mm 이하인 저질에서 가장 좋은 일간 성장률과 생존율을 보였다.
2. 유리 수조 실험 결과, 청충이 저질 속에 잠입하여 만든 굴의 형태는 J형, L형, O형, S형, Y형 및 I형 등이었고, 한 개의 굴에 한 개체가 서식하는 것이 일반적이었으며, 배설시 청충의 체위는 굴 속에서 두부와 미부를 서로 반전하여 항문을 굴밖의 저질 표면에 노출 시킨채로 배설하였다.
3. 청충이 저질속에 잠입하는 깊이는 10 cm 전후의 저질이며, 먹이를 먹기 위해서는 굴 밖으로 몸체를 완전히 이탈하여 이동하였다.

참 고 문 헌

Cheong, S. C., H. W. Kang, J. D. Kim and Y. J. Jo. 1983. A study on the culture of nereid worm, *Perinereis nuntia* (Savigny). Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 31, 89~95.

- Clark, R. B. 1977. Reproduction, speciation and polychaete taxonomy. In : *Essay on polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman*, 477~502.
- Lee, J. K., H. W. Kang, J. W. Chang and S. C. Cheong. 1983. Studies on spawning and development of *Perinereis nuntia* (Savigny). Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 31, 77~88.
- Shepard, F. P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. J. Sed. Petrol., V. 24, 151~158.
- Yoshida, S. 1984. Studies on the biology and aquaculture of a common polychaete, *Perinereis nuntia*. Bull. Osaka Pref. Fish. Exp. St, (6). 1~63.
- 韓國海洋研究所. 1991. 海産 갯지렁이 資源調査 및 飼育技法 開發. 韓國海洋研究所 1~267.
- 永井康豊. 1978. ゴカイ 養殖技術とその實用化. 養殖 15 (11), 47~50.

1996년 9월 24일 접수

1997년 7월 3일 수리