

먹이생물에 따른 말백합, *Meretrix petechialis* (Lamarck) 유생의 성장 및 생존

김태익, 고창순¹, 허영백², 양문호¹, 장영진³

국립수산과학원 남서해수산연구소, ¹수산자원사업단, ²남동해수산연구소, ³부경대학교

Growth and Survival of the Hard Clam, *Meretrix petechialis* (Lamarck) Larvae to Food Organisms

Tae-Ik Kim, Chang Sun Ko¹, Young Baek Hur², Mun Ho Yang¹ and Young Jin Chang³

Southwest Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea

¹Korea Fisheries Resources Agency, Busan 612-020, Korea

²Southeast Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Tongyeong 619-705, Korea

³Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

ABSTRACT

The investigated amounts according to microalgae for stable supply of artificial seed of the hard clam, *Meretrix petechialis* and also observed the effect according to the repower of the microalgae after the specified period starvation. The stage of specimen used in the test was the D-shaped larva. The microalgae was *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* and *Nannochloris oculata*. When the mixture of *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* and *Nannochloris oculata* or alone *C. calcitrans* as food was supplied with 3,000-5,000 cells/ind., it turned to be the most effective. When the food was provided after starvation for some period, the shell length of D-shaped larva was grown to over 192.5 μm at fourth day from the initial feeding. The survival rate tended to be lower, the longer the starvation period.

Key words : *Meretrix petechialis*, growth, survival, food organisms

서 론

한국에서 말백합을 본격적으로 양성하기 시작한 것은 1960년대 중반부터이며, 이때부터 양식 생산량이 급격히 증가되어 1970년대 들어와 연간 6,000-9,000톤을 생산했으나 그 이후 대량폐사로 인해 그 생산량은 현저히 줄어들었다. 따라서 말백합의 자원증대 및 양식을 위해서는 안정적인 종묘 확보가 이루어져야 하며 이를 위해서는 인공 종묘생산이 필수적이다. 해양 미세조류를 먹이로 섭취하는 조개류는 D형 유생으로 성장하면서 활발히 먹이를 섭취하기 시작하며, 조개류 유생의 먹이생물로는 소화가 잘되고 영양가가 높은 부유성 미세조류가 좋다. 조개류 유생의 먹이생물에 대한 성장과 생존 연구는 먹이생

물 종류 (Wilson, 1978; Laing and Verdugo, 1991), 먹이 생물 공급량 (Epifanio and Ewart, 1977; Nell and Wisely, 1984), 유생의 먹이섭취 행동 (His and Seaman, 1992) 그리고 먹이의 선택성 (Wisely and Reid, 1978) 등이 있으며, 국내에서 조개류 유생사육에 관한 연구는 중요 조개류 유생기 먹이와 성장 (Yoo, 1969a)을 시작으로, 홍합, *Mytilus coruscus* (Yoo, 1969b), 살조개, *Protothaca jedoensis* (Yoon et al., 2005), 비단가리비, *Chlamys farreri* (Park et al., 2005), 참굴, *Crassostrea gigas* (Hur et al., 2010) 등이 있다.

백합류의 먹이생물에 따른 유생사육에 관한 연구는 먹이생물의 종류와 혼합비율에 따른 백합, *Meretrix lusoria*의 유생사육 (上城 等, 1979) 등 일부가 보고되어 있으나, 말백합의 경우 유생사육 시 먹이생물의 적정 공급량과 유생에게 일정기간 절식 후 먹이생물을 다시 공급함으로써 유생의 성장과 생존에 대해서 검토한 연구는 없는 실정이다.

본 연구에서는 말백합 유생사육 시 먹이생물의 종류 및 공급량을 조사하고, 인공 종묘생산시 먹이생물이 부족할 경우에

Received August 16, 2011 ; Accepted September 26, 2011
Corresponding author: Young Jin Chang
Tel: +82 (51) 629-5915 e-mail: yjchang@pknu.ac.kr
1225-3480/24392

Table 1. Cell size of three microalgal species

Species	Source of strain	Cell size (mean ± SD, μm)	
		Major axis	Minor axis
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	KMCC B-258	5.4 ± 0.5	4.4 ± 0.5
<i>Isochrysis galbana</i>	KMCC H-2	5.0 ± 0.6	4.5 ± 0.5
<i>Nannochloris oculata</i>	KMCC C-31	2.7 ± 0.5	2.5 ± 0.4

KMCC: Korea Marine Microalgae Culture Center, B: Bacillariophyceae, H: Haptophyceae, C: Chlorophyceae.

대비하여 유생을 일정기간 절식 후 먹이생물 공급에 의한 성장 및 생존율을 조사 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험종

실험에 사용된 말백합은 2003년 전북 김제시 진봉면 심포리 앞바다에서 생식소 발달단계가 성숙기 및 산란기인 7-9월에 채집된 각장 58.8±8.2-65.8±8.4 mm, 전중 54.3±29.8-73.1±28.7 g의 개체들이었다. 성숙된 어미는 공기노출 및 수온상승 방법을 병행하여 채란 및 수정하였고, 정상적인 발생과정을 거친 후 D형 유생으로 발생한 개체들을 사용하였다.

2. 먹이생물 종류에 따른 유생의 성장과 생존

먹이생물의 종류에 따른 유생의 성장과 생존율을 조사하기 위하여 4일간 먹이생물 종류를 달리하여 사육실험을 실시하였다. 사용된 먹이생물은 규조류 (Class Bacillariophyceae) 인 *Chaetoceros calcitrans*, 착편모조류 (Class: Haptophyceae) 인 *Isochrysis galbana*, 녹조류 (Class: Chlorophyceae)인 *Nannochloris oculata* 3종이었다 (Table 1). 이 실험에서 3종류의 미세조류를 단독으로 공급한 실험구와 3종을 혼합하여 공급한 실험구를 설정하여 성장과 생존율을 비교하였다. 먹이생물은 hemacytometer를 이용하여 1 mL당 세포수를 계수한 후 유생이 성장함에 따라 매일 1,000 세포씩 공급량을 증가시켜 유생 1개체 당 6,000-10,000 세포를 오전과 오후 10시에 2회 나누어 공급하였다.

실험에 사용된 D형 유생의 크기는 각장 133.1±2.5 μm로 1 L 비이커에 사육수 1 mL당 5개체씩 수용하여 사육하였다. 염분은 1 μm cartridge filter를 사용하여 여과된 해수에 증류수를 혼합하여 30 psu로 조절하였고, 수온은 water bath를 이용하여 33℃로 조절하였다. 적절한 수질을 유지하기 위하여 2일째 사육수를 전량 환수하였으며, 매일 오전 10시에 수온과 염분을 측정하였다. 유생의 성장은 10 mL를 3회 채집하여 만능투영기 (Nikon V-12) 로 각장과 각고를 1 μm 단위로 측정하였고, 생존 개체수를 계수하여 생존율을 분석하

였다. 실험은 2반복으로 실시하였다.

3. 먹이생물 공급량에 따른 유생의 성장과 생존

먹이생물 공급량에 따른 유생의 성장과 생존율을 알아보기 위하여 3일간 먹이생물 공급량을 달리하며 사육실험을 실시하였다. 실험에 사용한 D형 유생의 크기는 각장 132.7±5.9 μm였으며, *C. calcitrans*, *I. galbana*, *N. oculata* 3종의 미세조류를 동일한 세포수로 혼합한 후 사육 0-1, 2, 3일째의 공급량을 유생 1개체당 250-500-1,000 세포, 1,000-2,000-3,000 세포, 3,000-4,000-5,000 세포, 5,000-6,000-7,000 세포, 7,000-8,000-9,000 세포로 구분한 실험구를 설정하여 유생의 성장 및 생존율을 비교 분석하였다. 실험은 3반복으로 실시하였으며, 그 외 실험조건은 먹이생물 종류별 유생사육에서와 동일하게 하였다.

4. 먹이생물 절식 기간에 따른 유생의 성장과 생존

유생의 절식실험은 8일간 실시하였다. 1일, 2일, 4일로 나누어 절식 후 먹이생물을 공급하였고, 먹이생물을 공급하지 않은 실험구 그리고 절식 없이 당일 먹이생물을 공급한 실험구를 함께 설정하여 유생의 성장과 생존율을 비교 분석하였다. 실험에 사용한 D형 유생의 크기는 각장 133.1±2.5 μm였다. 먹이생물은 *C. calcitrans*, *I. galbana*, *N. oculata*로서 초기 D형 유생에게 1개체당 매일 6,000 세포를 공급하였으며, 유생이 성장함에 따라 공급량을 증가시켜 4일째 10,000 세포를 공급하였다. 실험은 2반복으로 실시하였으며, 그 외 실험조건은 먹이생물 종류별 유생사육에서와 동일하게 하였다.

5. 통계처리

각 실험 결과로부터 얻어진 모든 측정값들은 평균±표준편차 (SD) 로 표시하였으며, 측정값들 사이의 유의차 유무는 SPSS (ver. 12) 를 사용하여 95% 신뢰수준에서 ANOVA와 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955) 로 검정하였다.

결 과

1. 먹이생물의 종류에 따른 유생의 성장과 생존

먹이생물 종류에 따른 유생의 성장을 비교한 결과, *C. calcitrans*, *I. galbana*, *N. oculata*를 동일비율로 혼합하여 공급한 실험구가 사육 4일째 각장 $193.1 \pm 11.4 \mu\text{m}$, 일간 성장 $15.0 \mu\text{m}$ 로 성장이 가장 빨랐으며, 먹이생물 종류를 단독으로 공급한 실험구 중에서는 *C. calcitrans*와 *I. galbana*를 단독으로 공급한 실험구에서 사육 4일째 각장이 각각 $187.2 \pm 8.4 \mu\text{m}$, $181.8 \pm 10.1 \mu\text{m}$ 로 성장하여 일간성장이 각각 $13.5 \mu\text{m}$, $12.2 \mu\text{m}$ 였다. 녹조류인 *N. oculata*를 단독으로 공급한 실험구는 사육 4일째 $173.1 \pm 10.4 \mu\text{m}$, 일간성장 $10.0 \mu\text{m}$ 로 성장이 가장 늦었다. 먹이생물 종류에 따른 유생의 성장은 3종의 먹이생물을 혼합한 실험구와 *C. calcitrans*의 단독 먹이 실험구 사이에는 유의한 차이가 없었으나 ($P > 0.05$), *I. galbana*와 *N. oculata*를 단독으로 공급한 실험구와는 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$, Table 2).

생존율은 사육 4일째 *I. galbana* 실험구에서 49.7%로 다른 실험구와는 유의한 차이를 보였고 ($P < 0.05$), 그 외 실험구의 생존율은 77.7-80.0%로 높은 생존율을 보였으며, 실험구

간에는 유의한 차이가 없었다 ($P > 0.05$, Table 3).

2. 먹이생물 공급량에 따른 유생의 성장과 생존율

먹이생물 공급량에 따른 유생의 각장 성장은 공급량 250 세포/개체, 1,000 세포/개체의 실험구에서 사육 3일째 각각 $154.2 \pm 11.8 \mu\text{m}$, $162.4 \pm 13.4 \mu\text{m}$ 크기로 나타나 일간 성장은 각각 $7.2 \mu\text{m}$, $9.9 \mu\text{m}$ 였다. 공급량 3,000 세포/개체, 5,000 세포/개체와 7,000 세포/개체의 실험구에서는 각장이 각각 $172.2 \pm 10.1 \mu\text{m}$, $172.8 \pm 10.0 \mu\text{m}$, $171.1 \pm 10.1 \mu\text{m}$ 였으며, 일간성장은 각각 $13.2 \mu\text{m}$, $13.4 \mu\text{m}$, $12.8 \mu\text{m}$ 였다. 한편 먹이생물을 공급하지 않은 실험구에서는 각장이 $152.5 \pm 8.3 \mu\text{m}$, 일간성장이 $6.6 \mu\text{m}$ 였다. 먹이생물 공급량에 따른 유생의 각장 성장은 공급량 3,000 세포/개체, 5,000 세포/개체와 7,000 세포/개체 실험구간에는 유의한 차이가 없었으나 ($P > 0.05$), 공급량 250 세포/개체, 5,000 세포/개체와 먹이생물을 공급하지 않은 실험구와는 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$, Table 4). 생존율은 사육 3일째 먹이생물을 공급하지 않은 실험구에서 62.7%로 가장 높았으며, 그 외 실험구의 생존율은 37.8-48.2%로 전실험구에서 생존율의 유의한 차이가 없었다 ($P > 0.05$, Table 5).

Table 2. Growth and daily increment of shell length (SL) with species of microalgae of *Meretrix petechialis* larvae

Microalgae	Elapsed days (mean \pm SD, μm)					Daily increment of SL (μm)
	Initial	1	2	3	4	
<i>Isochrysis galbana</i>	133.1 \pm 2.5	153.1 \pm 5.4 ^{ab}	168.0 \pm 7.2 ^{ab}	174.4 \pm 5.7 ^a	181.8 \pm 10.1 ^b	12.2 ^b
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	133.1 \pm 2.5	152.5 \pm 6.1 ^{ab}	171.7 \pm 9.6 ^b	183.1 \pm 8.7 ^b	187.2 \pm 8.4 ^{bc}	13.5 ^{bc}
<i>Nannochloris oculata</i>	133.1 \pm 2.5	151.1 \pm 4.8 ^a	163.0 \pm 7.5 ^a	167.4 \pm 8.5 ^a	173.1 \pm 10.4 ^a	10.0 ^a
Mixture	133.1 \pm 2.5	155.6 \pm 4.6 ^b	171.1 \pm 7.9 ^{ab}	183.7 \pm 8.0 ^b	193.1 \pm 11.4 ^c	15.0 ^c

Values in the same column having different alphabetical superscripts indicate that they are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Survival (%) of *Meretrix petechialis* larvae fed three different and mixed microalgae

Microalgae	Elapsed days (mean \pm SD)				
	Initial	1	2	3	4
<i>Isochrysis galbana</i>	100	97.0 \pm 6.0 ^a	78.0 \pm 18.0 ^a	74.0 \pm 16.3 ^a	49.7 \pm 9.3 ^a
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	100	100 \pm 0.0 ^a	92.0 \pm 9.2 ^a	85.3 \pm 14.5 ^a	77.7 \pm 13.0 ^b
<i>Nannochloris oculata</i>	100	91.0 \pm 7.6 ^a	90.0 \pm 9.5 ^a	87.3 \pm 8.9 ^a	78.3 \pm 15.7 ^b
Mixture	100	93.0 \pm 11.5 ^a	88.0 \pm 9.8 ^a	87.3 \pm 11.1 ^a	80.0 \pm 12.2 ^b

Values in the same column having different alphabetical superscripts indicate that they are significantly different ($P < 0.05$).

Table 4. Growth and daily increment of shell length (SL) with different amounts of microalgae of *Meretrix petechialis* larvae

Amounts of microalgae (cells/ind.)	Elapsed days (mean ± SD, μm)				Daily increment of SL (μm)
	Initial	1	2	3	
250	132.7 ± 5.9	143.5 ± 8.1 ^a	151.8 ± 10.9 ^{ab}	154.2 ± 11.8 ^a	7.2 ^a
1,000	132.7 ± 5.9	145.1 ± 6.8 ^{ab}	156.0 ± 11.9 ^b	162.4 ± 13.4 ^a	9.9 ^a
3,000	132.7 ± 5.9	147.1 ± 8.8 ^{ab}	165.3 ± 8.8 ^c	172.2 ± 10.1 ^b	13.2 ^b
5,000	132.7 ± 5.9	149.4 ± 7.6 ^b	162.9 ± 11.4 ^c	172.8 ± 10.0 ^b	13.4 ^b
7,000	132.7 ± 5.9	149.3 ± 9.3 ^b	161.2 ± 10.6 ^c	171.1 ± 10.1 ^b	12.8 ^b
Not fed	132.7 ± 5.9	145.2 ± 5.9 ^{ab}	150.9 ± 7.9 ^a	152.5 ± 8.3 ^a	6.6 ^a

Values in the same column having different alphabetical superscripts indicate that they are significantly different ($P < 0.05$).

Table 5. Survival (%) with different amounts of microalgae of *Meretrix petechialis* larvae

Amounts of microalgae (cells/ind.)	Elapsed days (mean ± SD)			
	Initial	1	2	3
250	100	71.3 ± 16.0 ^a	61.3 ± 13.6 ^a	48.2 ± 12.4 ^a
1,000	100	64.7 ± 4.2 ^a	50.7 ± 14.7 ^a	38.2 ± 15.8 ^a
3,000	100	61.3 ± 7.6 ^a	56.0 ± 11.1 ^a	45.3 ± 16.2 ^a
5,000	100	61.3 ± 9.0 ^a	48.0 ± 8.7 ^a	38.4 ± 6.0 ^a
7,000	100	54.0 ± 8.7 ^a	45.3 ± 6.1 ^a	37.8 ± 8.9 ^a
Not fed	100	73.3 ± 5.0 ^a	66.7 ± 6.1 ^a	62.7 ± 6.6 ^a

Values in the same column having different alphabetical superscripts indicate that they are significantly different ($P < 0.05$).

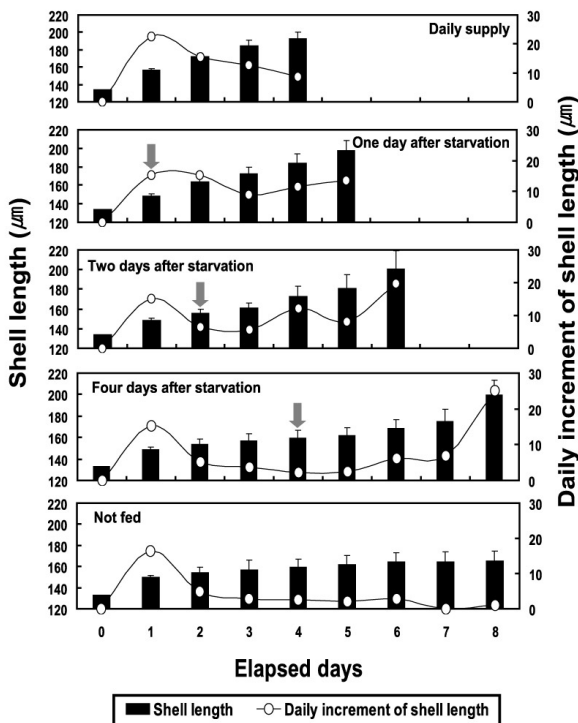


Fig. 1. Growth and daily increment of shell length of *Meretrix petechialis* larvae by the different starvations.

3. 먹이생물 절식 기간에 따른 유생의 성장과 생존

D형 유생을 일정기간 절식한 후 먹이생물을 공급한 사육실험에서 유생의 성장과 일간성장을 Fig. 1에 나타내었다. 절식 없이 먹이생물을 매일 공급한 실험구에서 각장의 성장과 일간성장은 사육 4일째 각장 $192.5 \pm 11.2 \mu\text{m}$ 의 침착기 유생으로 성장하였고, 일간성장은 $14.9 \mu\text{m}$ 였다. 1일 절식 후 먹이생물을 공급한 실험구는 먹이생물 공급 후 4일째에 각장 $197.3 \pm 18.3 \mu\text{m}$, 일간성장 $12.3 \mu\text{m}$, 2일 절식 후 먹이생물을 공급한 실험구에서는 각장 $200.3 \pm 17.2 \mu\text{m}$, 일간성장 $11.4 \mu\text{m}$, 그리고 4일 절식 후 먹이를 공급한 실험구에서는 각장 $199.8 \pm 21.4 \mu\text{m}$, 일간성장 $10.1 \mu\text{m}$ 로 나타났다. 절식 후 먹이생물을 공급한 4일째에는 전실험구에서 침착기 유생으로 성장하였다. 한편 먹이생물을 공급하지 않은 실험구에서는 사육 8일째 각장 $165 \pm 9.6 \mu\text{m}$, 일간성장 $4.0 \mu\text{m}$ 로 각장 $165 \mu\text{m}$ 크기에서 성장이 정지하였다.

생존율은 먹이생물을 매일 공급한 실험구에서 사육 4일째 69.0%, 1일 절식 후 먹이생물을 공급한 실험구에서 43.6%, 2일 절식 후 먹이생물을 공급한 실험구에서 33.6%, 4일 절식 후 먹이생물을 공급한 실험구에서 12.6%, 그리고 먹이생물을 전혀 공급하지 않은 실험구에서 7.8%로 나타나 절식 기간이 길수록 생존율이 낮아지는 경향을 보였다 (Fig. 2).

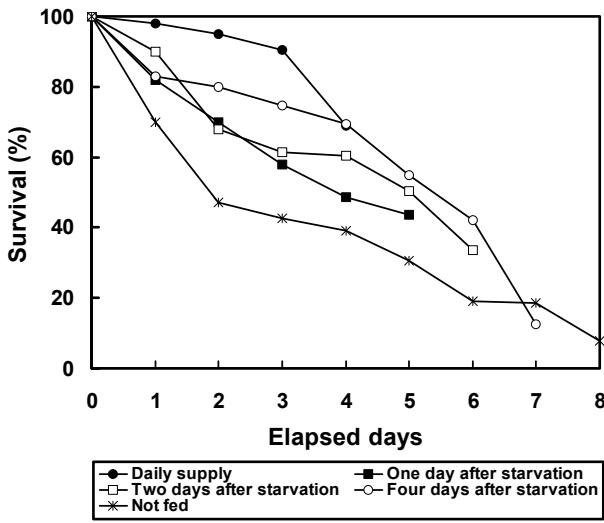


Fig. 2. Survival (%) of *Meretrix petechialis* larvae by five different starvation.

고 찰

조개류는 식물플랑크톤을 여과 섭식하므로 인공종묘생산에 있어 식물플랑크톤의 확보가 매우 중요하며 (Epifanio, 1979), 조개류의 먹이로는 *C. calcitrans*, *Pavlova lutheri*, *I. galbana*가 많이 이용되고 있다 (Delaunay et al., 1992; Marty et al., 1992). 본 연구에서 사용한 먹이생물은 *C. calcitrans*, *I. galbana*, *N. oculata*이다. 규조류인 *C. calcitrans*의 외부 형태는 직사각형에 가깝고 세포의 모서리 부분에 긴 강모가 있고 운동성은 없으며, 장축의 크기는 5.4 μm 이다. 착편모조류에 속하는 *I. galbana*는 세포의 한쪽 중간지점에서 긴 편모가 있어 운동성이 있으며, 전체적인 세포형태는 원형에 가깝고 장축의 크기는 5.0 μm 로 단백질과 지방산 함량이 높아 먹이생물로 가장 널리 이용된다. 녹조류인 *N. oculata*는 원형으로 운동성이 없으며, 세포의 장축 크기는 2.7 μm 로 가장 작다. 上城 等 (1979)은 먹이생물 종류에 따른 백합, *Meretrix lusoria* 유생의 성장과 생존율을 알아보기 위하여 수온 26.5-28.6 $^{\circ}\text{C}$ 에서 7일간 사육실험을 하여 *C. calcitrans*를 단독으로 공급한 실험구와 *C. calcitrans*와 *Monochrysis lutheri*를 4:1, *M. lutheri*와 *C. calcitrans*를 4:1, *C. calcitrans*, *M. lutheri*, *Chlorella sp.*를 4:4:1 비율로 혼합하여 공급한 실험구에서 크기 190 μm 이상의 침착기 혹은 포복기 유생으로 성장하였으며, 생존율은 6.3-18.2%로 보고하였다. 본 연구에서는 *C. calcitrans*, *I. galbana*, *N. oculata*를 동일비율로 혼합하여 공급한 실험구에서 사육 4일째 각각 193.1 \pm 11.4 μm , *C. calcitrans*를 단독으로 공급한 실험구에서 각각 187.2 \pm 8.4 μm 의 침착기 유생으로 성장하였으나, *N. oculata*를 단독으로 공급한 실험구에서는 사

육 4일째 173.1 \pm 10.4 μm 로 성장이 가장 늦어 먹이로서 효율이 가장 낮았다. 위와 같은 결과로 볼 때 백합과 말백합을 포함한 백합류는 *C. calcitrans*를 단독으로 그리고 여러 종을 혼합하여 공급하였을 경우 가장 양호한 효율을 나타내는 것으로 보인다.

유생사육시 먹이생물 공급량이 부족하면 영양 부족으로 성장에 영향을 미치며, 너무 많이 공급되면 사육환경을 악화시켜 생존율과 성장에 영향을 미치므로 적절한 먹이생물 공급량을 결정하는 것은 중요하다. 본 연구에서는 *C. calcitrans*, *I. galbana*, *N. oculata*를 혼합하여 공급한 말백합 유생의 일간 성장은 공급량 3,000-7,000 세포/개체에서 12.8-13.2 μm , 1,000 세포/개체에서 9.9 μm , 250 세포/개체에서 7.2 μm 로 나타나, 공급량 1,000 세포/개체 이하는 먹이생물의 부족에 의한 유생 성장의 저해요인으로 작용하였다. 공급량 3,000 세포/개체 이상에서는 유생의 성장에 유의한 차이가 없어 ($P > 0.05$), 말백합 유생은 5 개체/mL의 사육밀도에서 먹이생물 공급량은 3,000-7,000 세포/개체가 가장 적합한 것으로 나타났다. 한편 먹이생물을 공급하지 않은 실험구에서는 일간성장은 6.6 μm 로 가장 늦었지만 생존율은 62.7%로 먹이생물을 공급한 실험구보다 높았다. 이는 먹이생물을 공급한 실험구에서는 유생의 먹이생물 섭취에 따른 배설물 및 분비물 등으로 초래되는 환경악화가 생존율에 악영향을 미친 것으로 추정된다.

조개류의 대량 인공종묘생산시 많은 양의 먹이생물이 필요하며, 실내에서 먹이생물 배양이 부진한 때는 유생에게 먹이를 안정적으로 공급하지 못할 수 있다. 먹이의 준비가 지연되는 경우를 대비하여 초기 D형 유생의 절식 후 재공급 실험을 실시한 결과, 일정기간 절식 후 먹이생물을 공급한 날로부터 4일째에 전실험구에서 평균 각각 192.5 μm 이상의 침착기 유생으로 성장하였으며, 생존율은 절식 기간이 길수록 낮은 경향을 보였다. 8일간 먹이생물을 공급하지 않은 유생은 6일 이후 각각 165 μm 에서 성장이 정지하였으며, 이는 초기에 자체영양분이 성장에 관여했을 것으로 보인다. 따라서 본 연구결과를 볼 때 인공종묘생산 시 환경변화가 성장과 생존에 미치는 영향을 최소화하기 위해선 각 유생 단계별 절식에 따른 성장한계시간을 파악하여 이에 따른 원활한 먹이생물의 공급이 필요할 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 말백합의 안정적인 인공종묘생산을 위해 먹이생물의 종류 및 공급량을 조사하였고, 일정기간 절식 후 먹이생물의 재공급에 따른 영향을 관찰하였다. 유생의 먹이생물은 *I. galbana*, *C. calcitrans*, *N. oculata*를 혼합하거나 단독으로 공급할 경우 *C. calcitrans*를 D형 유생 1개체당 3,000-5,000

세포를 공급하는 것이 가장 효과적이었다. D형 유생을 일정기간 절식 후 먹이생물을 공급한 경우 먹이생물을 공급한 시점부터 4일째에 평균각장 192.5 μm 이상의 침착기 유생으로 성장하였다. 생존율은 절식기간이 길수록 낮아지는 경향을 보였다.

REFERENCES

- Delaunay, F., Marty, Y., Moal, J. and Samain, J.F. (1992) Growth and lipid class composition of *Pecten maximus* (L) larvae grown under hatchery conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **163**: 209-219.
- Duncan, D.B. (1955) Multiple-range and multiple F test. *Biometrics*, **11**:1-14.
- Epifanio, C.E. (1979) Comparison of yeast and algal diets for bivalve molluscs. *Aquaculture*, **16**: 187-192.
- Epifanio, C.E. and Ewart, J. (1977) Maximum ration of four algal diets for the oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Aquaculture*, **11**: 13-29.
- His, E. and Seaman, M.N.L. (1992) Effects of temporary starvation in the survival and on subsequent feeding and growth of oyster (*Crassostrea gigas*) larvae. *Marine Biology*, **114**: 277-279.
- Hur, Y.B., Kim, T.E., Lee, S.J. and Hur, S.B. (2010) Variations in reserved nutrient consumption and growth of Pacific oyster, *Crassostrea gigas* larvae during starvation. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **43**(5): 489-494. (in Korean)
- Kim, B.S., Moon, T.S., Park, K.Y., Jo, P.G. and Kim, M.C. (2010) Study on spawning induction and larvae breeding of the hard clam, *Meretrix petechialis* (Lamarck). *Korean Journal of Malacology*, **26**(2): 151-156. (in Korean)
- Laing, I. and Verdugo, C.G. (1991) Nutritional value of spray-dried *Tetraselmis suecica* for juvenile bivalves. *Aquaculture*, **92**: 207-218.
- Marty, Y., Delaunay, F., Moal, J. and Samain, J.F. (1992) Changes in the fatty acid composition of *Pecten maximus* (L) during larval development. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **163**: 221-234.
- Nell, J.A. and Wisely, B. (1984) Experimental feeding of Sydney rock oysters, *Saccostrea commercialis* Ill. Food concentration and fattening procedures. *Aquaculture*, **37**: 197-208.
- Park, K.Y., Kim, S.K., Seo, H.C. and Ma, C.W. (2005) Spawning and larval development of the jicon scallop, *Chlamys farreri*. *Journal of Aquaculture*, **18**(1): 1-6. (in Korean)
- Wilson, J.H. (1978) The food value of *Phaedactylum tricorutum* Bohlin to the larvae of *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* Thunberg. *Aquaculture*, **13**: 313-323.
- Wisely, B. and Reid, B.L. (1978) Experimental feeding of Sydney rock oyster (*Crassostrea commercialis* = *Saccostrea cucullata*) I. Optimum particle sizes and concentrations. *Aquaculture*, **15**: 319-331.
- Yoo, S.K. (1969a) Food and growth of the larvae of certain important bivalves. *Bulletin of Pusan Fisheries College*, **9**: 65-87. (in Korean)
- Yoo, S.K. (1969b) Culture condition and growth of larvae of the *Mytilus coruscus* GOLD. *The Journal of the Oceanological Society of Korea*, **4**(1): 36-48. (in Korean)
- Yoon, H.S., Kim, J. and Choi, S.D. (2005) Biological studies on aquaculture for resources enhancement of *Protothaca jedoensis* I. Egg development and larva reared. *Journal of Aquaculture*, **18**(4): 260-266. (in Korean)
- 上城義信・安東正雄・松本正勝. (1979) ハマガリ人工種苗の成長とその生態に関する二・三の知見. *栽培技研*, **8**(1): 1-8.