

# 말백합, *Meretrix petechialis* (Lamarck) 의 산란유발 및 유생사육에 관한 연구

김병학, 문태석, 박기열<sup>1</sup>, 조필규, 김민철

국립수산과학원 남동해수산연구소, <sup>1</sup>국립수산과학원 자원조성사업단

## Study on Spawning Induction and Larvae Breeding of the Hard Clam, *Meretrix petechialis* (Lamarck)

Byeong Hak Kim, Tae Seok Moon, Ki Yeol Park<sup>1</sup>, Pil Gue Jo and Min Chul Kim

Southeast Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Namhae, Gyeongsangnam-do 668-821, Korea  
<sup>1</sup>Fisheries Resources Enhancement Center, NFRDI, Busan 619-902, Korea

### ABSTRACT

For industrialization of the hard clams, *Meretrix petechialis* (Lamarck), spawning was induced per spawning induction technique in the artificial maturation group administered of parent maturation control and the natural maturation group of which parents were transported for artificial spawning per time period. Then, fertilization rates, hatching rates and D-shaped larva development rates were investigated. In addition, growth and survival rates of larvae were investigated per larva breeding technique. The results of spawning induction by exposure in the artificial maturation group indicated that response rates were relatively higher at 23% and 32% respectively at the 4th hour and the 8th hour of exposure. In terms of water temperature increase, responses began only when the temperature reached 28°C or higher. In the experiment group administered with both exposure and water temperature increase techniques, response rate was found to be 45% or higher at the 4th hour of exposure and the temperature of 28°C. At the temperatures of 29, 30 and 31°C, significant differences were not observed. Therefore, it was indicated that the response rates of parent hard clams were higher toward water temperature increase than exposure time. As for spawning induction per time period of the transported parent group, response rate and D-shaped larva development rate were the highest at 67.6% and 96% respectively on August 6, 2009. In terms of water temperatures during larva breeding experiment, growth was faster as water temperature was higher. In addition, growth and survival rates were relatively higher at the salinity of 25. In terms of stocking density, growth and survival rates were relatively higher at 5 inds./mL.

**Keywords:** Hard Clam, Spawning Induction, Larvae Breeding, *Meretrix petechialis*

### 서 론

우리나라에서 백합을 본격적으로 양성하기 시작한 것은 1960년대 중반부터라고 할 수 있다 (유, 2000). 백합류의 총 생산량은 1960년대 1,000 M/T 내외였고, 1960년대 중반에 본격적인 양성이 시작되면서 1971년에 11,705 M/T로 최대 로 생산되었으며, 1975년 대량폐사가 일어나기 시작하여 급격

히 감소되었다. 2003년 7,085 M/T로 일시 증가하였으나, 전라북도의 새만금 간척사업으로 28,300 ha의 백합 양식장이 사라짐으로써 2008년 1,454 M/T로 생산량이 급격히 감소되고 있는 실정이다. 따라서 자연종패 생산량도 급격히 감소하여 양식에 필요한 종패가 부족한 실정이므로 종패의 대량 인공종묘 생산을 위하여 산업화 기술개발이 매우 절실하다. 말백합을 산업화하기 위해서는 성숙된 어미를 대량 확보하는 것이 매우 중요하고, 성숙된 어미로부터 정상적인 수정란을 얻기 위하여 산란유발 및 유생사육 기법을 정립할 필요가 있다.

우리나라에서는 2001년에 백합 종묘생산 기술개발이 시도된 적이 있고, 일부 종묘생산이 성공하였으나 산업화 기법은 정립되지 못한 실정이었으므로, 말백합 산업화를 위한 사육수

Received April 14, 2010; Revised May 20, 2010; Accepted June 21, 2010

Corresponding author: Kim, Byoung-Hak

Tel: +82 (55) 862-9640, e-mail: bhkim@nfrdi.re.kr  
1225-3480/24346

온별 어미성숙관리 기법을 정립하였고, 2009년에 두 번째 단계인 산란유발 및 유생사육에 관한 기법을 확립하고자 하였다. 따라서 본 연구는 산업화를 위하여 말뚝합 어미를 성숙 관리한 인위성숙개체군으로 산란유발 방법별로 산란을 유도하여, 반응률, 수정률, 부화율, D형 유생 발생률을 조사하였고, 전남 영광에서 수송한 자연성숙개체군으로 시기별로 산란유발자극하여 반응률, 수정률, 부화율, D형 유생 발생률을 조사하여 최적 산란시기를 구명하고자 하였으며, 또한 대량유생사육을 위하여 유생사육 방법별로 유생의 성장과 생존율 등을 조사하여 적정 유생사육 관리기법을 정립코자 하였다.

### 재료 및 방법

실험에 사용한 인위성숙개체군의 말뚝합 어미는 2009년 3월 19일에 전남 영광군에서 채집하여 2009년 3월 20일부터 2009년 6월 27일까지 99일간 1,200마리 (각장  $61.2 \pm 9.7$  mm)를 사용하였다. 사육방법은 FRP 사각수조 (용량 :  $1.5 \text{ m}^3$ )에 바구니 (크기 :  $80 \times 60 \times 60$  Cm) 3개를 띄워서 각각 100마리씩 총 300마리 수용하여 수온은 실험개시 일부터 하루에  $0.5^\circ\text{C}$  가온하여  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  로 설정하였다. 수온조절은 환경조절기 (경유보일러 및 전기 검용) 와 2 KW 용량의 티타늄 히터 2개를 보정용으로 사용하였다. 실내 조도는 자연 채광으로 100 Lux 내외로 조절하였으며, 사육수조의 유수량은 1일 1-2회전(1-2 L/min)되게 조절하였다.

먹이생물은 *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis galbana*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis tetrahele*를 동일 비율로 혼합,  $5 \times 10^4$ 세포/ml/일 농도가 유지될 수 있도록 먹이생물 자동 공급 장치로 조절하였다.

인위성숙개체군의 산란유발 실험방법은 간출시간별 (1, 2, 4, 8시간) 수온상승별 (25, 26, 27, 28, 29, 30,  $31^\circ\text{C}$ ) 간출 및 수온상승 병행 (간출 4시간 및 27, 28, 29, 30,  $31^\circ\text{C}$ ) 한 방법을 사용하였다.

자연성숙개체군은 2009년 7월 7일부터 2009년 8월 11일까지 전남 영광에서 당일 채집된 어미를 수송하여 시기별 (7. 24일, 7. 30일, 8. 6일, 8. 11일) 로 반응률, 체란수, 수정률, D형 유생 발생률을 조사했다.

유생사육 시험은 사육수온별 (25, 27, 29,  $31^\circ\text{C}$ ), 염분별 (15, 20, 25, 30), 수용밀도별 (1, 5, 10, 20 inds./mL) 로 실험하였고, 사육시험은 수용량  $12 \text{ m}^3$  콘크리트 사각수조에  $10 \text{ m}^3$ 의 여과 가온해수를 사용하였으며, 성장 및 생존율은 매일 오전 10시에 각장과 각고를 만능 투영기 (Nikon V-12) 를 이용하여  $1 \mu\text{m}$ 까지 측정하였고, 생존율은 표본 계수한 평균치를 용적법으로 계산하여 조사하였다

모든 실험은 3회 반복으로 하였고, 실험 결과는 Statistical Analysis System (SAS Inc., 1999) program으로

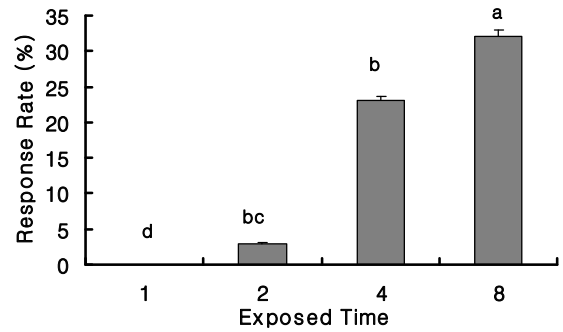


Fig. 1. Response rate of adult exposed time of *Meretrix petechialis*.

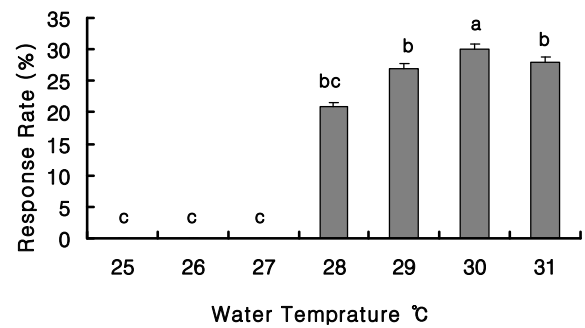


Fig. 2. Response rate of adult water temperature of *Meretrix petechialis*.

ANOVA test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1999) 로 처리 평균 간의 유의성을 95% 신뢰한계에서 검정하였다.

### 결 과

인위성숙개체군의 간출시간별로는 4시간 및 8시간이 반응을 23% 및 32%로 높게 나타냈다 (Fig. 1). 수온상승별로는  $30^\circ\text{C}$  시험구에서 30%,  $31^\circ\text{C}$  시험구 28%,  $29^\circ\text{C}$  시험구 27% 및  $28^\circ\text{C}$  시험구 28%로 나타났으나, 수온별 반응은  $28^\circ\text{C}$ 에서 반응이 시작되었다 (Fig. 2). 간출 및 수온상승 병행 시험구에서는 간출 4시간 및  $28^\circ\text{C}$ 에서 반응률이 45% 이상으로 나타났고, 29, 30,  $31^\circ\text{C}$ 에서는 유의한 차이를 보이지 않아 말뚝합 어미는 간출시간보다는 수온상승에 반응률이 높은 것으로 나타났다 (Fig. 3).

자연성숙개체군의 시기별 산란유발은 전남 영광에서 채집한 말뚝합 어미 300마리를 사용하여 총 4회 실시하였다. 시기별 산란량은 7월 24일이 8천만 개로 가장 많았으며, 8월 6일이 5천만 개로 7월에 비해 산란량이 적었다. 난경은 8월 6일이  $86.2 \pm 2.3 \mu\text{m}$  로 7월 및 8월 11일 보다 비교적 크게 나타났다. D형 유생발생률은 8월 6일이 96.0%로 가장 높았고, 7

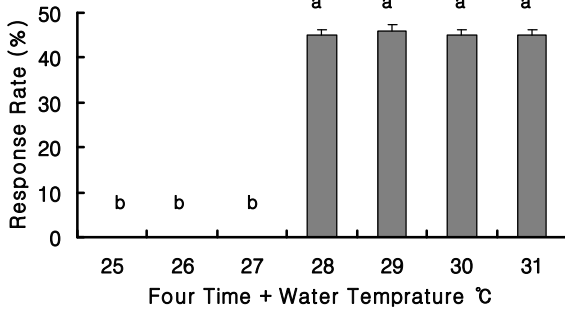


Fig. 3. Response rate of adult water temperature after exposed four time of *Meretrix petechialis*.

월 30일 76.6%, 8월 11일 65.5% 및 7월 24일이 33.3%로 나타났다. 이러한 결과로 보면 8월 6일이 개체당 산란양은 비교적 적은 편이었으나, 난경 및 D형 유생발생률은 다른 체란 일 보다 비교적 높은 결과를 나타내었다 (Table 1).

유생의 수온별 사육시험 결과 각장의 성장은 31°C가 일간 성장률 22.3 μm 로 가장 빨랐고, 29°C 21.7 μm, 27°C 17.9 μm 및 25°C 11.6 μm 순이었으며, 수온이 높을수록 성장이 빠른 경향이 나타났다. 유생사육 3일째 25, 27, 29 및 31°C의 시험구에서 각장은 각각 166.6 ± 8.2 μm, 185.5 ± 9.6 μm, 196.8 ± 11.4 μm, 198.4 ± 13.9 μm 로 성장하였으며, 각장 190 μm 이상인 29°C 및 31°C에서는 침착이 시

작되었다. 유생의 생존율은 수온 29°C에서 89.8%로 가장 높았으며, 27°C 88.5%, 31°C 86.4%, 25°C 77.5%로 나타나 전반적으로 생존율이 높은 경향이였다. 그러나 27°C 와 29°C는 유의한 차이가 나타나지 않았다 (P > 0.05). 따라서 유생의 성장과 생존율을 고려할 때 유생사육 적정수온은 27-31°C, 최적수온은 29°C로 나타났다 (Table 2).

유생의 염분별 사육시험 결과 각장의 성장은 염분 25가 일간 성장률 19.9 μm 로 가장 빨랐고, 염분 30이 18.6 μm, 염분 20이 18.3 μm 및 염분 15가 14.9 μm 순이었으며, 유생사육 3일째 염분 15, 20, 25 및 30의 시험구에서 각장은 각각 177.5 ± 9.2 μm, 187.5 ± 9.7 μm, 192.3 ± 9.9 μm, 188.4 ± 8.7 μm 로 성장하였으며, 각장 190 μm 이상인 염분 25에서 침착이 시작되었다. 유생의 생존율은 염분 25에서 80.8%로 가장 높았으며, 염분 20이 88.5%, 염분 15가 76.5%, 염분 30이 76.4%로 나타났다. 염분 25와 염분 30은 유의한 차이가 나타났으나 (P < 0.05), 염분 20과 30은 유의한 차이를 나타내지 않았다 (P > 0.05). 이러한 결과로 볼 때 유생의 적정 염분범위는 20-30으로 나타났고, 적정염분은 25로 나타났다 (Table 3).

유생의 수용밀도별 사육시험 결과 각장의 성장은 5개체/mL가 일간성장률 22.3 μm 로 가장 빨랐고, 1개체/mL 20.2 μm, 10개체/mL 13.9 μm 및 20개체/mL 12.9 μm 순이었으며, 유생사육 3일째 수용밀도 1, 5, 10 및 20개체/mL의 시험

Table 1. Spawning and Development of D-shaped Larvae of *Meretrix petechialis*

Date	No. of adult	No. of spawned eggs (× 10 <sup>4</sup> )	Egg size (mean ± SD, μm)	D-shaped Larvae		
				Number (× 10 <sup>4</sup> )	Shell length (mean ± SD, μm)	Hatching (%)
Jul. 24	300	8,000	81.3 ± 2.7	2,600	129.8 ± 4.3	33.3
Jul. 30	300	6,000	83.0 ± 2.5	4,600	131.7 ± 3.6	76.6
Aug. 6	300	5,000	86.2 ± 2.3	4,800	132.7 ± 3.8	96.0
Aug. 11	300	5,500	82.9 ± 2.8	3,600	131.5 ± 3.6	65.5

Table 2. Growth and daily increment of Shell length (SL) with water temperature of *Meretrix petechialis* larvae

water temperature (°C)	Elapsed days (mean ± SD, μm)				daily increment of SL (μm)	Survival rate (%)
	Initial	1	2	3		
25	131.7 ± 3.6	151.6 ± 4.6	157.6 ± 6.8	166.6 ± 8.2	11.6 <sup>d</sup>	77.5 <sup>c</sup>
27	131.7 ± 3.6	152.7 ± 5.6	164.9 ± 8.4	185.5 ± 9.6	17.9 <sup>c</sup>	88.5 <sup>a</sup>
29	131.7 ± 3.6	159.8 ± 6.4	179.8 ± 9.3	196.8 ± 11.4	21.7 <sup>b</sup>	89.8 <sup>a</sup>
31	131.7 ± 3.6	161.4 ± 6.9	182.4 ± 11.9	198.4 ± 13.9	22.3 <sup>a</sup>	86.4 <sup>b</sup>

\* Superscripts with different alphabets in columns are significantly different at the P < 0.05.

구에서 각장은 각각  $191.5 \pm 8.2 \mu\text{m}$ ,  $198.3 \pm 10.3 \mu\text{m}$ ,  $173.4 \pm 9.7 \mu\text{m}$ ,  $168.4 \pm 6.7 \mu\text{m}$  로 성장하였다.

유생의 생존율은 5개체/mL에서 79.2%로 가장 높았으며, 1개체/mL 68.8%, 10개체/mL가 50.5%, 20개체/mL 41.2%로 나타나 수용밀도별로는 유의한 차이가 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 이러한 결과로 볼 때 유생의 적정 수용밀도는 5-10개체/mL로 나타났고, 적정 수용밀도는 5개체/mL로 나타났다 (Table 4).

### 고 찰

조개류의 산란은 외부와 내부 요인에 의해 조절되며 (Giese and Kanatani, 1987), 내분비 활동에 의한 내부 요인 중 신경세포에 의해 생산되는 prostaglandin과 amine이 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다 (Khotimchenko and Deridovich, 1991; Deridovich and Reunova, 1993). 또한 외부 요인은 산란을 유발하며, 특히 수온의 급격한 변화는 산란유발의 원인이 된다 (Thorarinsdottir, 1991).

백합의 산란유발 방법으로서 화학적 자극방법으로  $\text{NH}_4\text{OH}$ 의 수용액을 생식소에 주사하면 산란유발이 가능하며, 인공 수정시 난 발생이 정상적으로 일어난다고 하였다 (Choi, 1974). Choi (1975)는  $\text{NH}_4\text{OH}$ 의 해수용액을 주사함으로써 pH 상승을 일으켜 방란 방정을 유도한다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 화학적 방법은 실시하지 않았으며, 자연 상태의 산란유발에 가장 근접한 간출자극 및 수온상승 등의 물리적 방법을 사용하여 산란을 유발하였다. 이러한 이유는 현재에는 어미를 인위적으로 성숙시킬 수 있고, 산업화를 위해서는 대량의 어미

로부터 산란을 유발해야하기 때문에 화학적인 방법은 배재하였다. 본 연구 결과 간출자극 및 수온상승자극을 병행하여 실시하여 4회에 걸쳐 2억 4천만 개의 난을 얻을 수 있었다. 따라서 산란유발은 성숙된 어미를 확보하는 것이 매우 중요하고, 성숙된 어미로부터 산란유발은 간출자극과 수온상승자극만으로도 충분히 좋은 수정란을 확보할 수 있었다.

한국의 백합 산란기에 대한 연구로 인천 송도는 8월 중순부터 9월 중순까지이며, 산란 성기는 8월 하순으로 추정하였고 (Choi, 1971), 충남 서산군 안면도에서는 7월 하순에 난소 성숙도가 가장 높았고, 8월 중순부터 난소속의 성숙란이 극히 감소하였다고 보고하였다 (Choi and Song, 1974). 충남 부사만의 산란기는 5-10월이며, 산란 성기는 6-7월로 보고하였다 (Kim et al., 1986) 전북 김제 해역의 산란기에 대하여 Lee (1997a)는 수온  $22^\circ\text{C}$ 인 6월부터  $25^\circ\text{C}$ 인 9월까지이며, 산란 성기는 7월 ( $27^\circ\text{C}$ )에서 8월 ( $28^\circ\text{C}$ )로 보고하였다. Chung and Kim (2000)도 산란기를 6월부터 9월까지로 보고하였다. 본 연구에서 자연성숙 산란군의 시기별로 채란한 결과 전남 영관군의 말백합 어미의 산란 성기는 7월 중순부터 8월 중순까지로 판단되므로 지역별로 차이가 있음을 알 수 있다.

패류의 인공종묘생산에 있어 부유유생기의 성장에 미치는 중요한 요인은 수온, 염분, 조도, 유생의 밀도 및 먹이생물 등이 있으나 그 중에서 수온이 성장을 지배하는 가장 중요한 요인이며, 수온에 따라 먹이생물의 섭취량이 달라지고 유생의 성장에도 큰 영향을 미친다 (Loosanoff, 1950; Walne, 1974). 백합 유생의 성장에 관한 연구로서 Choi (1975)는 수온

**Table 3.** Growth and daily increment of Shell length (SL) with salinity of *Meretrix petechialis* larvae

salinity	Elapsed days (mean $\pm$ SD, $\mu\text{m}$ )				daily increment of SL ( $\mu\text{m}$ )	Survival rate (%)
	Initial	1	2	3		
15	132.7 $\pm$ 3.8	154.0 $\pm$ 5.1	168.1 $\pm$ 6.9	177.5 $\pm$ 9.2	14.9 <sup>c</sup>	76.5 <sup>c</sup>
20	132.7 $\pm$ 3.8	158.5 $\pm$ 5.4	168.3 $\pm$ 8.4	187.5 $\pm$ 9.7	18.3 <sup>b</sup>	78.2 <sup>b</sup>
25	132.7 $\pm$ 3.8	159.1 $\pm$ 6.7	176.1 $\pm$ 10.3	192.3 $\pm$ 9.9	19.9 <sup>a</sup>	80.8 <sup>a</sup>
30	132.7 $\pm$ 3.8	158.2 $\pm$ 5.9	172.9 $\pm$ 9.9	188.4 $\pm$ 8.7	18.6 <sup>b</sup>	76.4 <sup>c</sup>

\* Superscripts with different alphabets in columns are significantly different at the  $P < 0.05$ .

**Table 4.** Growth and daily increment of Shell length (SL) with density of *Meretrix petechialis* larvae

density	Elapsed days (mean $\pm$ SD, $\mu\text{m}$ )				daily increment of SL ( $\mu\text{m}$ )	Survival rate (%)
	Initial	1	2	3		
1	131.5 $\pm$ 3.6	156.6 $\pm$ 4.1	178.1 $\pm$ 7.7	191.5 $\pm$ 8.2	20.0 <sup>b</sup>	68.8 <sup>b</sup>
5	131.5 $\pm$ 3.6	157.5 $\pm$ 5.4	179.4 $\pm$ 8.3	198.3 $\pm$ 10.3	22.3 <sup>a</sup>	79.2 <sup>a</sup>
10	131.5 $\pm$ 3.6	152.1 $\pm$ 5.1	165.2 $\pm$ 6.3	173.4 $\pm$ 9.7	13.9 <sup>c</sup>	50.5 <sup>c</sup>
20	131.5 $\pm$ 3.6	152.2 $\pm$ 5.2	162.6 $\pm$ 5.9	168.4 $\pm$ 6.7	12.3 <sup>d</sup>	41.2 <sup>d</sup>

\* Superscripts with different alphabets in columns are significantly different at the  $P < 0.05$ .

23-28℃에서 각장 109.5  $\mu\text{m}$ 의 D형 유생을 사육하였고 20일 후 각장 208.0  $\mu\text{m}$ , 일간성장 4.9  $\mu\text{m}$ 의 침착기 유생으로 성장하였고, 吉田 (1941) 은 수온 24-30℃에서 16-19일 후 유생이 180  $\mu\text{m}$ 로 성장하였으며, 3주 후 저서생활에 들어간다고 보고하였다. Choi and Song (1974) 은 수온 27℃에서 초기 D형유생 112  $\mu\text{m}$  크기를 사육하여 7일째 172  $\mu\text{m}$ , 20일째 232  $\mu\text{m}$ 로 성장하여 일간성장 6.0  $\mu\text{m}$ 로 보고하였다. 上城 等 (1978) 은 수온 26.5-28.2℃에서 초기 D형 유생에서 각장 200  $\mu\text{m}$ 의 침착기 유생까지 10일 소요된다고 보고하였다.

본 연구에서는 수온 29℃에서 각장  $131.7 \pm 3.6 \mu\text{m}$ 의 D형 유생을 사육하여 3일째에  $196.8 \pm 6.4 \mu\text{m}$ 의 침착기 유생으로 성장하였고 일간성장 21.7  $\mu\text{m}$ 로 매우 빠른 성장을 보였다. 이런 성장의 차이는 수온의 차이에 기인된 것으로 판단되지만 수온을 고려한다 해도 타 연구와는 성장에 있어 큰 차이를 보였다. 이러한 차이는 유생사육시험을 소형용기가 아닌 10 m<sup>3</sup> 콘크리트 사각 수조를 사용하여 안정된 수온 및 수질환경을 유지 할 수 있음으로써 좋은 결과를 얻을 수 있는 것으로 생각된다. 생존율에 있어서도 수온 29℃에서 3일째 89.8%로 다른 시험 결과보다 매우 높은 결과를 나타난 것도 대형수조 사용과 백합의 유생기간이 3-4일로 매우 짧아 수정, 세란 후 수용하여 환수를 하지 않고 침착기 유생까지 관리함으로써 높은 생존율을 얻을 수 있었던 것으로 생각되어진다.

上城 等 (1978) 은 수온 28℃에서 각장 132  $\mu\text{m}$ 의 백합 D형 유생을 이용하여 3일간 염분에 따른 생존율과 성장을 조사한 결과, 완전 담수에서는 5시간 만에 전량 폐사하였고, 염분 11.1에서는 생존율 4%, 평균 각장 150  $\mu\text{m}$ 로 성장하였고, 염분 24.6에서 50%, 180  $\mu\text{m}$ , 염분 31.3에서는 25%, 170  $\mu\text{m}$ , 그리고 염분 40.2에서는 9시간 만에 전량 폐사하였다. 염분이 유생의 침착에 미치는 영향에 대해서는 각장 130  $\mu\text{m}$  크기를 사용하여 6일간 사육한 결과, 염분 10.8에서는 5일째 침하를 시작하였고, 염분 25.5에서는 4일째 평균 각장 180  $\mu\text{m}$ 로 성장하여 침하를 시작하였고, 5일째에 평균 각장 200  $\mu\text{m}$  크기에서 침착이 완료되었고, 생존율은 60%였다. 그리고 염분 43.6에서는 4일 만에 전량 폐사하여, 유생의 생존 가능 염분은 11.1-31.6이며, 최적 염분은 24.6이라 하였다. 본 연구에서는 백합 유생의 생존 가능 염분은 10-40, 최적 염분은 25로 上城 等 (1978) 의 최적 염분과 이 염분을 중심으로 염분이 높거나 낮음에 따라 빠른 성장과 높은 생존율을 보인 것은 일치하였다.

조개류의 인공종묘생산에 있어 유생사육 밀도를 높여 사육하는 것이 경제적이지만, 사육밀도가 한계 이상으로 높아지면 성장이 늦거나 수질의 악화 등으로 폐사하기 쉽다. 본 연구에서 백합의 유생은 사육수 1 mL당 5개체 이하의 밀도에서는

성장과 생존율이 양호하였으나, 10개체와 20개체에서는 다소 성장이 늦어 유생의 사육밀도는 1 mL 5개체 이하가 가장 효과적이었다. 백합 유생은 피조개, 참굴 등의 초기 D형 유생 60-80  $\mu\text{m}$  에 비해 각장이 130  $\mu\text{m}$  이상으로 크기가 매우 커서 다른 유생보다 사육 밀도를 조금 낮게 조절할 필요가 있다고 생각하며, 환수를 하지 않고, 관리를 할 경우 1 mL당 5개체 정도가 높은 성장 및 생존율을 기대 할 수 있다고 생각된다.

유생의 부유기간은 사육환경에 따라 다소 차이가 있으며, 사육환경이 좋으면 가능한 최대 크기까지 부유기간을 거치는 것으로 생각된다. 백합 유생은 각장 190  $\mu\text{m}$  이상의 크기에서 바닥에 착저가 시작되어 200  $\mu\text{m}$ 에서 포복활동을 시작하는 것으로 보아 인공종묘생산을 위한 적정채포 시기는 각장 190  $\mu\text{m}$ 일 때로 생각된다.

이상과 같이 비부착성 조개인 말백합의 유생사육 조건별인 수온, 염분 및 사육밀도에 관한 결과는 사육수온은 29℃, 염분 25, 수용밀도 mL당 5개체 정도로 나타나 산업화를 위한 대량 배양시험에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 시험에서는 먹이생물의 종류나 공급 방법 등의 연구를 수행하지 못하여서 차후 유생 및 착저 치폐의 먹이생물 시험에 관한 연구가 필요함을 알 수 있었다.

## 요 약

본 연구는 말백합 산업화를 위하여 어미성숙 관리한 인위성 숙계체군과 시기별로 어미를 수송 채란한 자연성숙계체군을 산란유발 방법 별로 산란을 유도하여, 수정율, 부화율, D형 유생 발생률을 조사하였고, 유생사육 방법별로 유생의 성장과 생존율 등을 조사하였다.

인위성숙계체군의 간출시간별로 산란 유도한 결과 간출 4시간 및 8시간이 반응률이 23% 및 32%로 비교적 높았고, 수온 상승별로는 28℃ 이상 되어야 반응이 시작되었다. 간출 및 수온상승 병행 시험구에서는 간출 4시간 및 28℃에서 반응률이 45% 이상으로 나타났고, 29, 30, 31℃에서는 유의한 차이를 보이지 않아 말백합 어미는 간출시간보다는 수온상승에 반응률이 높은 것으로 나타났다.

어미수송계체군의 시기별 산란유발 결과는 2009년 8월 6일이 반응률 67.6%, D형 유생 발생률이 96%로 가장 높게 나타났다. 유생사육 시험 중 수온별로는 유생의 성장과 생존율을 고려할 때 유생사육 적정수온은 27-31℃, 최적수온은 29℃로 나타났고, 염분은 25에서 성장 및 생존율이 비교적 높았으며, 수용밀도별로는 5 inds./mL에서 성장 및 생존율이 비교적 높게 나타났음을 알 수 있었다.

## REFERENCES

- Choi, K.C., (1971) Ecological studies of the clam, *Meretrix lusoria* and *Cyclina sinensis* for the increasing seed clam yield. *Korean J. Limnol.*, **4**: 9-19. [in Korean]
- Choi, S.S. and Y.K. song, (1974) Studies on the artificial fertilization and development of *Meretrix lusoria*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **7**: 1-6. [in Korean]
- Choi, S.S. (1975) Comparative studies on the early embryonic development and growth of *Meretrix lusoria*. and *Cyclina sinensis*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **8**: 185-195. [in Korean]
- Chung, E.Y. and Y.M. Kim, (2000) Ultrastructural study of germ cell development and sexual maturation of the hard clam, *Meretrix lusoria* (Bivalvia: Veneridae), on the west coast of Korea. *J. Med. Appl. Malacol.*, **10**: 181-202.
- Duncan, D.B. (1955) Multiple range and multiple Ftests, *Biometrics*, **11**: 1-42.
- Giese, A. C. and H. Kanatani, (1987) Maturation and spawnig. pp. 251-329. **In**; A.C. Giese, J.S. Pearse and V.B. Pearse (eds). *Reproduction of marine invertebrates*. Vol. 9. Blackwell Scientific Publications, Palo Alto, California.
- Kim, J.R., E.Y. Chung, M.S. Choi and M.H. Ryn, (1986) Studies on environment and biology of aquatic living resources in Pusa Bay. *Bull. Natu. Sci. Kunsan Nat. Univ.*, **1**: 151-197. [in Korean]
- Khotimchenko, Y.S. and Deridovich, (1991) Monoaminergic and cholinergic mechanisms of reproduction control in marine bivalve molluscs and echionoderms: A review. *Comp. Biochem. Physiol.*, **100**: 311-317.
- Lee, J.H., (1997a) Histological studies on the gametogenesis and reproductive cycle of the hard clam, *Meretrix lusoria*. *Korean J. Malacol.*, **13**: 131-141.
- Loosanoff, V.L., (1950) Rate of water pumping and shell movements of oyster in relation to temperature (Abstract). *Anat. Rec.*, **108**: 620 pp.
- Thorarinsdottir, G.G., (1991) The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Muller) in breidafjordur, west Iceland I. Spat collection and growth during the first year. *Aquaculture*, **97**: 13-23.
- Waline, P.R., (1974) Shellfish culture. **In**: Sea Fisheries Research (ed. by Jones, F.R.H.). Elek, London, 379-398.
- 吉田裕, (1941) ハマグリ初期生活史に就て. *Venus*, **11**(1): 1-11.
- 上城義信・幡手格一・安東正雄, (1978) ハマグリ人工種苗と稚貝の飼育, 栽培技研, **7**: 39-50.
- 유성규, (2000) 천혜양식. 구덕출판사. 부산. 639pp.