

말백합, *Meretrix petechialis* (LAMARCK) 초기치패의 사육방법별 성장 및 생존

김병학, 조기채, 지영주, 변순규, 김민철

국립수산과학원 남동해수산연구소

Growth and Survival by the Breeding Method of Early Young Spats of the Hard Clam, *Meretrix petechialis* (LAMARCK)

Byeong Hak Kim, Kee Chae Cho, Young Ju Jee, Soon Gyu Byun, Min Chul Kim

Southeast Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Namhae, Gyeongsangnam-do 668-821, Korea

ABSTRACT

To establish technical development for artificial seed production, growth and survival for early young spats of the hard clam, *Meretrix petechialis*, were investigated by breeding methods. Adult clams were collected at Hasa-ri, Baeksu-eup, Yeonggwang-gun, Jeollanam-do on July 13, 2010, and then transported to the indoor aquarium at the laboratory. Eggs which were taken from mother clams, were inseminated, and after they were fertilized in the aquarium, 60 million bottom-clinging spats ($198 \pm 12 \mu\text{m}$ in shell length) were produced and bred. The breeding experiments were carried out from July 16 to October 4, 2010 for 80 days. The methods of sand box, sand bottom circulation filter, inclosing net, floor were used for the breeding experiments, and the experimental condition of sea water temperature for larvae were at 25, 28, 31, 34°C. Four marine cultured food organisms were used for this study as follows: *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros gracilis*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis tetraathele*. According to the experimental conditions, experimental groups of the spats in the early stage were investigated the growth rate and the survival. As the result, the method of the inclosing net section was the fastest (grew up to $2.64 \pm 0.59 \mu\text{m}$ in shell length), followed by sandbox ($2.59 \pm 0.64 \mu\text{m}$, bottom circulating filter ($2.56 \pm 0.52 \mu\text{m}$), and floor ($2.52 \pm 0.56 \mu\text{m}$). The survival was the highest in the experimental condition of sandbox (35.9%), followed by floor (34.6%), bottom circulating filter (29.5%), and inclosing net (9.3%). Experimental condition of water temperature of 34°C showed the fastest growth rate (grew up to $2.70 \pm 0.76 \mu\text{m}$ in shell length), and showed the latest growth rate (grew up to $2.45 \pm 0.41 \mu\text{m}$ in shell length) at 25°C. The survival (%) was the highest under the water temperature conditions at 31°C, and showed the lowest (14.2%) at 34°C. The growth rate of the experimental group fed the mixture live food was the fastest with shell length $2.52 \pm 0.66 \mu\text{m}$, and that of experimental group fed *P. tricornutum* showed the latest (grew up to $2.29 \pm 0.43 \mu\text{m}$ in shell length). The survival was the highest (36.9%) under the experiment condition fed mixture live food and experimental group fed *T. tetraathele* showed the lowest rate (16.2%).

Keywords: Hard Clam, Spats, breeding method, Live Food, *Meretrix lusoria*

서론

우리나라에 서식하고 있는 백합은 대부분이 말백합이고, 말

백합은 패류 중에서 맛이 좋은 고급식품으로 서해안, 남해안에 많이 분포하였으나 현재에는 남해안에서는 거의 나지 않고 서해안에서만 일부 생산되고 있다. 예로부터 한방에서는 기를 보충하고 혈액을 맑게하고, 열을 내리는 효능이 탁월해 화병이나 여드름에도 매우 좋다고 하였다. 특히 백합의 껍질 조갯물은 태음정이라 하여 피를 맑게 하고 혈관계 질병에 특효약으로 쓰인다. 백합류를 본격적으로 양성하기 시작한 것은 1960년대 중반부터라고 할 수 있다 (유, 2000). 백합 류의 총생산량은 1960년대 1,000 M/T 내외였고, 1960년대 중반에 본격적인

Received May 21, 2011; Accepted June 13, 2011
Corresponding author: Kim, Byoung-Hak
Tel: +82 (55) 862-9640 e-mail: bhkim@nfrdi.re.kr
1225-3480/24385

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

Date	No. of adult	No. of spawned eggs ($\times 10^4$)	Egg size (mean \pm SD, μ m)	D-shaped Larvae		
				Number ($\times 10^4$)	Shell length (mean \pm SD, μ m)	Hatching (%)
Jul. 13	400	15,000	81.3 \pm 2.7	13,000	129.8 \pm 4.3	86.6

양성이 시작되면서 1971년에 11,705 M/T로 최대로 생산되었으며, 1975년 대량폐사가 일어나기 시작하여 급격히 감소되었다.

2003년 7,085 M/T로 일시 증가하였으나, 전라북도의 세만금 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 대량 인공종묘생산 기술개발에 의한 종패공급이 매우 절실하다.

우리나라에서는 2001년에 백합 종묘생산 기술개발이 시도된 바 있으나 대량 인공종묘생산 기법은 정립되지 않은 실정이다. 따라서 2008년부터 인공종묘생산 기술개발을 위하여 사육수온별 어미정숙관리 (Kim et al., 2009) 및 산란유발, 유생사육 기법 (Kim et al., 2010)을 기술개발하였고, 2010년에 대량 인공종묘생산을 위한 첫걸음인 초기치패 사육기술 정립을 하고자 하였다. 따라서 본 연구는 백합 인공종묘생산 기술정립을 위하여 초기 치패사육 사육방법별, 수온별, 먹이생물 종류별로 성장 및 생존을 등을 조사한 결과이다.

재료 및 방법

실험에 사용한 어미는 2010년 7월 13일 전남 영광군 백수면 하사리에서 채집된 어미를 수송하여 채란을 하였다. 실험에 사용된 초기치패는 수정란으로부터 3일간 유생사육 한 착저치패 (각장 198 \pm 12 μ m) 6,000만 마리를 사용하였고, 기간은 2010년 7월 16일부터 10월 4일까지 80일간 실험하였다 (Table 1). 사육방법은 모래상자 실험구, 저면여과식 실험구, 가두리 실험구, 바닥 실험구로 하였다. 모래상자 실험구는 바닥에 60 μ m 물러가제를 부착한 사각플라스틱 (50 \times 80 \times 20 cm) 에 모래를 1 cm 깔아서 사용하였고, 저면여과는 에어순환방식인 저면여과방식으로 설치하였으며, 가두리는 60 μ m 물러가제로 사각가두리 (80 \times 80 \times 50 cm) 를 제작하여 사용하였다.

수온별 사육시험은 수온을 25, 28, 31, 34 $^{\circ}$ C로 하였고, 각각 FRP 수조 (500 L) 에 티타늄 히터 2 Kw 를 사용하였다. 먹이생물 종류에 따른 초기치패의 사육시험은 *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros gracilis*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis tetrahele*를 단독으로 공급한 시

험구와 4종을 혼합하여 공급한 실험구이며, 각각의 성장과 생존율을 조사 하였다.

각 시험의 수용 개체 수는 각 수조 당 착저기 유생 1마리 / ml를 기준으로 수용하였고, 수온별 사육수온시험을 제외한 사육수온은 32 \pm 1 $^{\circ}$ C로 설정하였으며, 수온조절은 환경조절기 (경유보일러 및 전기 겸용) 와 2 KW 용량의 티타늄 히터 1개를 보정용으로 사용하였다. 실내 조도는 50 Lux 내외로 조절하였으며, 환수방법은 매일 노출이 되지 않는 75%정도를 배수 후 가온해수를 보충하였다

먹이생물 종류별 시험을 제외한 먹이생물 공급은 *I. galbana*, *C. gracilis*, *P. tricornutum*, *T. tetrahele*를 동일 비율로 혼합, 실험 시작시 5 \times 10⁸세포/ml/일을 공급하였으며, 치패가 성장함에 따라 점진적으로 증가 시켜서 충분한 농도가 유지될 수 있도록 공급하였다

모든 실험은 3회 반복으로 하였고, 실험 결과는 Statistical Analysis System (SAS Inc., 1999) program으로 ANOVA test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1999) 로 처리 평균 간의 유의성을 95% 신뢰한계에서 검정하였다.

결 과

초기치패의 사육방법별 시험 결과, 성장은 가두리 실험구가 각장 2.64 \pm 0.59 μ m 로 가장 빨랐고 모래상자 실험구 2.59 \pm 0.64 μ m, 저면순환여과 실험구 2.56 \pm 0.52 μ m, 바닥 실험구 2.52 \pm 0.56 μ m 순이었다. 일간성장은 가두리 실험구 30.6 μ m, 모래상자 실험구가 30.1 μ m로 비교적 빠른 경향이 있었다 (Table 2). 생존율은 모래상자 실험구가 35.9%로 가장 높았고, 바닥 실험구 34.6%, 저면순환여과 실험구 29.5%, 가두리 실험구 9.3% 순으로 나타나 모래상자 시험구와 바닥 실험구는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 (P > 0.05), 저면순환여과 실험구와 가두리 실험구와는 유의한 차이가 나타났다 (P < 0.05).

수온별 초기치패의 성장은 34 $^{\circ}$ C 실험구가 각장 2.70 \pm 0.76 μ m 로 가장 빨랐고 31 $^{\circ}$ C 실험구가 2.69 \pm 0.43 μ m, 28 $^{\circ}$ C 실험구가 2.66 \pm 0.39 μ m, 25 $^{\circ}$ C 실험구가 2.45 \pm 0.41 μ m 순으로 수온이 높을수록 빠른 성장을 나타내었다 (Table 3). 일간성장은 34 $^{\circ}$ C 실험구 31.5 μ m 31 $^{\circ}$ C 실험구

Table 2. Growth of shell length(SL) and survival rate per with kind of substrat of *Meretrix petechialis* spats from July 13 to October 4, 2010

Kind of substrate	Growth of SL (mean ± SD, mm)		daily increment of SL (μm)	Survaval rate (%)
	Initial	Final		
Sand box	0.18 ± 0.02	2.59 ± 0.64	30.1 ^a	35.9 ^a
Sand bottom circulation filter	"	2.56 ± 0.52	28.3 ^{bc}	29.5 ^b
Inclosing net	"	2.64 ± 0.59	30.6 ^a	9.3 ^c
Floor	"	2.52 ± 0.56	29.5 ^b	34.6 ^a

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

Table 3. Growth of shell length(SL) and survival rate per with water temperature of *Meretrix petechialis* spats for 80 days

water temperature (°C)	Growth of SL (mean ± SD, mm)		daily increment of SL (μm)	Survaval rate (%)
	Initial	Final		
25	0.18 ± 0.03	2.45 ± 0.41	28.4 ^{bc}	24.7 ^c
28	"	2.66 ± 0.39	30.0 ^b	36.8 ^b
31	"	2.69 ± 0.43	31.4 ^a	38.2 ^a
34	"	2.70 ± 0.76	31.5 ^a	14.2 ^d

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

31.4 μm로 유의한 차이가 나타나지 않았고 (P > 0.05), 28°C 실험구와 25°C 실험구와는 유의한 차이가 나타났다 (P < 0.05).

생존율은 수온 31°C 실험구가 38.2%로 가장 높았고, 28°C 실험구 36.8%, 25°C 실험구 24.7%, 34°C 실험구 14.2% 순으로 나타나 각 수온별 실험구별로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다 (P < 0.05).

먹이생물 공급에 따른 성장은 혼합공급 실험구가 2.52 ± 0.66 μm 로 가장 빨랐고 *I. galbana* 실험구가 2.47 ± 0.45 μm, *C. gracilis* 실험구가 2.36 ± 0.39 μm, *T. tetrahele* 실험구가 2.32 ± 0.76 μm, *P. tricorntutum* 2.29 ± 0.43 μm 순이었다 (Table 4). 일간성장은 *P. tricorntutum* 실험구 26.3 μm와 *T. tetrahele* 실험구 26.8 μm는 유의한 차이가 나타나지 않았고 (P > 0.05), 다른 실험구와는 유의한 차이가 나타났다 (P < 0.05). 생존율은 혼합 실험구가 36.9%로 가장 높았고, *I. galbana* 실험구 32.4%, *C. gracilis* 실험구 28.5%, *P. tricorntutum* 실험구 18.4%, *T. tetrahele* 16.2% 순으로 나타나 각 수온별 실험구별로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다 (P < 0.05).

고 찰

말백합은 백합에 비해 각폭이 넓고 패각이 백합보다 둥근듯한 삼각형이다. 형태학적으로 구분되나 (Min, 2005), 명백한 구별은 어렵다고 기술하고 있다 (柳, 2000). Kim *et al.* (2004) 은 염기서열을 이용한 계통분류에서 말백합과 백합은 동일한 조상을 갖는다고 보고하였다. 그러나 우리나라 서해안을 중심으로 주로 분포되어 있는것은 대부분 말백합이고, 이 두 종에 대한 정확한 분류가 필요할 것으로 판단된다. 비 부착성 패류는 부유유생기간을 거치고 나면 침착 기 유생으로 성장하여 바닥에 침착하여 초기치패로 성장하며, 패류는 종의 생리 생태에 따라 모래, 모래와 펄, 펄 등으로 서식한다. 말백합의 경우 모래기질에 서식하는 경향이 있으므로 모래를 사용한 바닥기질을 선택할 필요가 있다. 그러나 인공종묘의 대량생산을 위해서는 새롭게 고안한 모래상자, 가두리 등으로 시험을 하여야 수확이 용이 할것으로 판단된다. 잠입성 패류는 바닥에 착저한 상태에서 안정적인 먹이섭취활동을 하며, 잠입기질이 없을 경우 외부에 노출되어 성장에 장애가 올 수 있을 것으로 추측된다. 그러나 초기치패의 대량배양을 위해서는 수확이 용이한 방법을 사용하여야 할 필요가 있다. 특히 2008년과 2009

Table 4. Growth of shell length(SL) and survival rate per with species of microalgae of *Meretrix petechialis* spats for 80 days

Microalgae	Growth of SL (mean ± SD, mm)		daily increment of SL (μm)	Survival rate (%)
	Initial	Final		
<i>Isochrysis galbana</i>	0.18 ± 0.03	2.47 ± 0.45	28.6 ^b	32.4 ^b
<i>Chaetoceros gracilis</i>	"	2.36 ± 0.39	27.3 ^{bc}	28.5 ^b ^c
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	"	2.29 ± 0.43	26.3 ^c	18.4 ^c
<i>Tetraselmis tetrathele</i>	"	2.32 ± 0.76	26.8 ^c	16.2 ^d
Mixture	"	2.52 ± 0.66	29.3 ^a	36.9 ^a

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

년에 대량배양시험을 실시한 결과 대량폐사가 지속적으로 일어나 성장보다는 생존할 수 있는 실험이 매우 절실한 과제였다. 따라서 초기치패의 생존을 위한 다수의 실험이 필요하였다. 따라서 본 실험에서 가능한 방법을 검토하여 사육방법별로 시도하였으며, 생존율은 모래상자가 가장 높았고, 바닥, 저면 순환여과, 가두리 순이었다. 上城 等 (1978) 은 자연수원에서 저면순환여과 방법으로 각장 0.17 ± 0.6 μm 의 칩작기 유생 450,000마리를 105일간 사육하여 각장 3.5 ± 1.2 mm 치패를 생산하였으며, 생존율은 43.5%였다. 그러나 본 연구에서는 저면순환여과방식은 80일간 사육시 2.56 ± 0.452 μm 로 유사하였으나 생존율은 29.5%로 모래상자나 바닥식보다 낮은 결과를 나타내었다. 이러한 원인으로서는 1978년 시점보다 수질이 나빠 원생동물 및 세균이 대량 증식되었고, 모래를 살균 처리하는 것이 어려워 이러한 결과가 나온 것으로 판단된다. 또한 저면순환여과방식은 초기치패의 대량 배양 시에는 수확이 불편하여 이 방법을 적용하기는 어려울 것 같다. 따라서 초기 치패사육 방법으로는 성장 및 생존율이 가장 높았던 모래상자가 유효한 것으로 나타났고, 생존율이 비교적 높은 바닥식도 대량 배양 시에는 가능할 것으로 생각된다.

초기치패 사육시 성장에 미치는 중요한 요인은 수온, 염분, 조도, 밀도 및 먹이생물 등이 있으나 그 중에서 수온이 성장을 지배하는 가장 중요한 요인이며, 수온에 따라 먹이생물의 섭취량이 달라지고 초기치패의 성장에도 큰 영향을 미친다 (Loosanoff, 1950; Walne, 1974). Numaguchi and Tanaka (1987)는 각장 1-2 mm 초기 치패를 사용하여 시험한 결과 적정 수온은 27-37°C로 보고하였으나 본 실험 결과 수온 28°C 이상에서는 수온이 높을수록 빠른 성장을 나타내었고, 생존율은 수온 31°C 실험구가 38.2%로 가장 높게 나타났으며 수온 34°C 이상에서는 생존율이 낮아지는 경향이 있었다. 따라서 초기 치패사육 적정 수온은 31-34°C 내외로 판단된다.

성장 및 생존율의 차이는 수온의 차이에 기인된 것으로 판

단되지만 이러한 차이는 초기치패 사육시험을 소형용기가 아닌 12 m³ 콘크리트 사각 수조를 사용하여 안정된 수온 및 수질환경을 유지 할 수 있음으로써 좋은 결과를 얻을 수 있는 것으로 생각된다.

먹이생물 종류별 공급에 따른 성장은 혼합공급 실험구가 2.52 ± 0.66 μm 로 가장 빨랐고, *I. galbana* 실험구, *C. gracilis* 실험구, *T. tetrathele* 실험구, *P. tricornutum* 순이었다. 이러한 원인은 초기치패의 크기가 각장 0.18 mm 로 작아서 *I. galbana* (크기 3-5 μm) 가 포함된 실험구가 성장 및 생존율이 높은 것으로 판단된다. 따라서 초기치패 사육 시 초기에는 *I. galbana* 를 공급하고 점진적으로 *C. gracilis* (크기 5-8 μm), *P. tricornutum*, *T. tetrathele* 를 공급하는 것이 유효할 것으로 판단된다. 따라서 이러한 방법으로 말백합 초기치패의 대량배양 시험한 결과 생산이 가능하였고, 효과적으로 나타나 차후에 정밀한 실험이 필요하다고 생각된다.

이상과 같이 비부착성 패류인 말백합의 초기치패 사육방법으로는 모래상자 및 바닥식이 유효할 것으로 판단되고, 적정 수온은 31-34°C 내외, 먹이생물 종류별로는착저기 초기치패는 *I. galbana*를 공급해야 할 것으로 할 것으로 생각되며, 단계 별로 *C. gracilis*, *T. tetrathele*, *P. tricornutum* 순으로 공급하는 것이 먹이 효율과 성장 및 생존율을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 이러한 결과를 토대로 초기치패를 배양한 결과 성장이 양호하고 생존율 30%이상 가능하여 초기치패 1억 1천만 마리를 생산할 수 있었다. 이러한 결과들은 현장 실용화를 위한 대량배양시험에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 시험 초기치패 대량배양은 성공하였으나 먹이생물의 공급량이 한정되어있어 각장 1 cm의 치패 생산에는 매우 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 차후에 먹이생물 대량배양 기술개발과 바다 현장에서 중간 양성에 관한 연구가 지속되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

실험에 사용한 어미는 2010년 7월 13일 전남 영광군 백수면 하사리에서 채집된 어미를 수송하여 채란을 하였다. 실험에 사용된 초기치패는 수정란으로부터 3일간 유생사육 한 착저치패 (각장 $198 \pm 12 \mu\text{m}$) 6,000만 마리를 사용하였고, 기간은 2010년 7월 16일부터 10월 4일까지 80일간 실험하였다

사육방법은 모래상자식, 저면여과식, 가두리식, 바닥식으로 하였고, 수온별 사육실험은 수온을 25, 28, 31, 34℃로 하였다. 먹이생물 종류에 따른 초기치패의 사육실험은 *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros gracilis*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis tetrahele*를 단독으로 공급한 시험구와 4종을 혼합하여 공급한 시험구로 각각 성장과 생존율을 조사 하였다.

초기치패의 사육방법별 시험 결과, 성장은 가두리 시험구가 각장 $2.64 \pm 0.59 \mu\text{m}$ 로 가장 빨랐고, 모래상자 시험구가 각장 $2.59 \pm 0.64 \mu\text{m}$, 저면순환여과 시험구가 각장 $2.56 \pm 0.52 \mu\text{m}$, 바닥 시험구가 각장 $2.52 \pm 0.56 \mu\text{m}$ 순이었다. 생존율은 모래상자 시험구가 35.9%로 가장 높았고, 바닥 시험구 34.6%, 저면순환여과 시험구 29.5%, 가두리 시험구 9.3% 순으로 나타났다.

수온별 초기치패의 성장은 34℃ 시험구가 각장 $2.70 \pm 0.76 \mu\text{m}$ 로 가장 빨랐고 31℃ 시험구 각장 $2.69 \pm 0.43 \mu\text{m}$, 28℃ 시험구 각장 $2.66 \pm 0.39 \mu\text{m}$, 25℃ 시험구 각장 $2.45 \pm 0.41 \mu\text{m}$ 순으로 수온이 높을수록 빠른 성장을 나타내었다. 생존율은 수온 31℃ 시험구가 38.2%로 가장 높았고, 수온 28℃ 시험구 36.8%, 수온 25℃ 시험구 24.7%, 수온 34℃ 시험구 14.2% 순으로 나타났다.

먹이생물 공급에 따른 성장은 혼합공급 시험구가 각장 $2.52 \pm 0.66 \mu\text{m}$ 로 가장 빨랐고 *I. galbana* 시험구 각장 $2.47 \pm 0.45 \mu\text{m}$, *C. gracilis* 시험구 각장 $2.36 \pm 0.39 \mu\text{m}$, *T.*

tetrahele 시험구 각장 $2.32 \pm 0.76 \mu\text{m}$, *P. tricornutum* 각장 $2.29 \pm 0.43 \mu\text{m}$ 순이었다. 생존율은 혼합 시험구가 36.9%로 가장 높았고, *I. galbana* 시험구 32.4%, *C. gracilis* 시험구 28.5%, *P. tricornutum* 시험구 18.4%, *T. tetrahele* 16.2%순으로 나타났다.

REFERENCES

Duncan, D.B. (1955) Multiple range and multiple Ftests, *Biometrics*, **11**: 1-42.

Kim, B.H., T.S. Moon, Y.G. Park, Y.G. Jin and Y.K. Shin (2009) Effect of Temperature on Induced Sexual Maturation of the Hard Clam, *Meretrix petechialis* (LAMARCK) broodstock *korean Journal of Malacology*, **25**: 113~119.

Kim B.H., T.S. Moon, Y.G. Park, P.G. Jo and M.C. Kim (2010) Study on Spawning Induction and Larvae Breeding of the Hard Clam, *Meretrix petechialis* (LAMARCK). *korean Journal of Malacology*, **26**: 151~156.

Kim, J.J., S.C. Kim and H.C. Hong (2004) Molecular phylogeny of Veneridae on the basis of partial sequences of mitochondrial cytochrome oxidase I. *korean Journal of Malacology*, **20**: 171~181.

Loosanoff, V.L (1950) Rate of water pumping and shell movements of oyster in relation to temperature (Abstract). *Anat. Rec.*, **108**: 620 pp.

Min, D.K. (2005). Molluks in Korea. Hangule Co., 230pp.

Numaguchi, K. and Y. Tanaka (1987) Effects of temperature and salinity on growth of early young hard clam *Meretrix lusoria*. *Bull. Nat. Res. Aquaculture*, **11**: 35~40.

Waline, P.R. (1974). Shellfish culture. In: Sea Fisheries Research (ed. by Jones, F.R.H.). Elek, London, 379~398.

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. 천해양식. 구덕출판사. 부산. 639pp.