

말백합, *Meretrix petechialis* (LAMARCK) 초기치패의 저질개선제 종류에 따른 성장 및 생존

김병학, 조기채¹, 변순규¹, 김민철¹, 지영주²

국립수산과학원 남서해수산연구소, ¹국립수산과학원 남동해수산연구소, ²국립수산과학원 생명공학과

Growth and Survival on Different Kinds of Sediment Improvements of Early Spats of the Hard Clam, *Meretrix petechialis* (LAMARCK)

Byeong Hak Kim, Kee Chae Cho¹, Soon Gyu Byun¹, Min Chul Kim¹ and Young Ju Jee²

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

¹Southeast Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Namhae 668-821, Korea

²Biotechnology Research Division, NFRDI, Gijang-gun, Busan 619-705, Korea

ABSTRACT

The study describes growth and survival on different kinds of sediment improvements of early spats of the hard clam, *Meretrix petechialis*. Specimens of the mature hard clam were collected in the intertidal zone of Yeonggwang, Korea, July 2011. After transportation, early spats(shell length $196 \pm 14 \mu\text{m}$) collected in mature hard clam were used. Experiment period were July 7 to August 6 in 2011 (30 days). Sediment improvements used iodine(10 ppm), hydrogen peroxide(H_2O_2 , 5 ppm), sodium hypochlorite (NaClO , 100 ppm), chlorine dioxide(ClO_2 , 100 ppm) and potassium permanganate (KMnO_4 , 5 ppm). After cultured during 30 days, shell length growth of hard clam were observed $1.04 \pm 0.26 \text{ mm}$ in sodium hypochlorite 100 ppm, $1.03 \pm 0.25 \text{ mm}$ in chlorine dioxide 100 ppm and $1.01 \pm 0.28 \text{ mm}$ in iodine 10 ppm. Survival rate were 31.4% in chlorine dioxide 100 ppm, 12.1% in sodium hypochlorite 100 ppm, 11.6% in iodine 10 ppm, 1.5% in hydrogen peroxide 5 ppm and 0% in potassium permanganate 5 ppm.

Keywords: Hard Clam, Spats, Sediment Improvements, Live Food, *Meretrix petechialis*

서 론

우리나라에서 양식되는 백합류의 대부분은 말백합이고, 말백합은 백합에 비해 각 폭이 넓고 패각이 백합보다 둥근 듯한 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 있는 것은 대부분 말백합이고, 이 두 종에 대한 정확한 분류가 필요할 것으로 생각된다. 비 부착성 패류의 인공종묘생산 과정은 어미성숙관리 (Kim *et al.* 2009), 산

란유발 및 유생사육 (Kim *et al.* 2010) 그리고 초기 치패사육 순으로 볼 수 있다. 그러나 초기치패는 바다에서는 착저 후 미세조류 외 각종 유기물을 먹음으로써 성장한다. 따라서 부족한 영양은 영양강화제 (Kim *et al.* 2011) 등을 통하여 공급하면서 성장 및 생존율을 올릴 수 있었다. 이러한 과정에서도 자체 분비물, 먹이생물 축적 등에 의한 원생동물 및 세균이 폭발적으로 증가된다. 특히 말백합 초기치패 사육 시 다른 패류와 달리 점액물질을 다량 배출하여 저면에 원생동물 및 곰팡이 등이 대량 발생하여 폐사가 일어남으로 이러한 것들을 제거 혹은 억제시키고, 초기치패는 해가 되지 않는 약품을 탐색하여 생존율을 높이는 것이 매우 중요하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 일정기간 사육 후 지속적으로 다른 수조로 이동 사육하여야 하고 이 과정에서 유실이 일어나 대량치패 사육 시 어려움이 있었다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 수없이 많은 시행착오를 하였으며 초기 치패를 생존 시키는데 어려움이 있었다. 특히 단순한 살균처리만 아니라 치패를 생존시켜야 하는 것이 걸림돌이었고, 처리약품에 따른 적정농도를 구명하는 것

Received: June 8, 2012 ; Accepted: June 18, 2012
Corresponding author: Kim, Byeong-Hak
Tel: +82 (55) 862-9640 e-mail: bhkim@nfrdi.re.kr
1225-3480/24434

이 필요하였다. 수산생물의 난소독 및 저질개선제로 주로 사용되는 여러 약품을 전문가에 의뢰하여 검색하였고, 이러한 약품 중에서 살균제로 사용하는 요오드, 과산화수소, 차염소산나트륨, 이산화염소, 과망간산칼륨 등을 생존이 가능한 농도를 우선 실험·검토하여 적정량을 초기치패 사육실험에 사용하여 성장 및 생존 등을 조사한 결과이다.

재료 및 방법

1. 산란유발, 수정 및 D형 유생발생

실험에 사용한 어미는 2011년 7월 4일 전남 영광군 백수면 하사리에서 채집된 어미를 사용하였다. 산란유발 방법은 간출 2시간, 수온상승 (+ 5℃) 으로 채란 하였고, 채란된 수정란을 거름망 (물러가제, 20 μm) 으로 모아서 3회 이상 세란하였으며 미리 유생사육수조 (사각콘크리트, 10m³) 에 받아둔 가온해수 (수온 30 ± 1℃) 에 수용하여 수정 및 D형 유생 발생을 조사하였다.

산란 유발 결과 1억 2천만 개를 채란하였고, 난경은 평균 88.9 ± 7.6 μm 였으며, 거름망 (물러가제 20 μm) 에 모아서 3회 세란을 실시 후 미리 받아둔 유생 사육수조 (사각 콘크리트 10 m³) 넣었다. 수온 30℃에서 약 16 시간에 D형 유생으로 발생되었고, 개체 수는 9천 6백만 마리였으며, 발생률은 80.0% 이었다 (Table 1).

2. 저질개선제 농도에 따른 초기치패의 생존

저질개선제로는 요오드, 과산화수소, 차염소산나트륨, 이산화염소, 과망간산칼륨을 사용하였으며, 본 실험에 앞서 적정농도를 구명하기 위하여 페트리 디쉬 (원형, 지름 15 cm) 에 D형 유생 (각각 131.2 ± 9.8 μm) 1,000 마리를 투입하여 요오드 0, 5, 10, 20, 40 및 80 ppm, 과산화수소 0, 5, 10, 20, 40 및 80 ppm, 차염소산나트륨 0, 50, 100, 200, 400 및 800 ppm, 이산화염소 0, 50, 100, 200, 400 및 800 ppm, 과망간산칼륨 0, 5, 10, 20, 40 및 80 ppm 농도를 각각 실험구에 투입하여 24시간 경과 후 만능투영기 (Nikon V-12) 를 이용하여 생존여부를 조사하였다.

3. 저질개선제 처리에 따른 초기치패의 성장 및 생존

농도별 실험구 결과에 따라서 생존율 80% 이상인 실험구를 기준으로 요오드 10 ppm, 과산화수소 5 ppm, 차염소산나트

륨 100 ppm, 이산화염소 100 ppm, 과망간산칼륨 5 ppm 농도로 설정하였다.

초기치패의 사육방법은 치패사육용 콘크리트 사각수조 (10 m³) 10개를 사용하여 착저기 유생 (191.5 ± 12.8 μm) 500만 마리를 수용하였다. 사육수온은 32 ± 1℃로 하였고, 수온 조절은 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 공급은 영양 강화한 *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis galbana*를 동일 비율로 혼합, 실험 시작 시 5 × 10⁹세포/ml/일를 공급하였으며, 치패가 성장함에 따라 점진적으로 증가시켜서 충분한 농도가 유지될 수 있도록 공급하였다. 모든 실험은 2회 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

1. 저질개선제 농도에 따른 초기치패의 생존

저질개선제 농도에 따른 초기치패의 생존을 조사 결과 요오드 실험구는 대조구인 0 ppm에서 95.5% 로 가장 높았고, 5 ppm 95.0%, 10 ppm 90.5%, 20 ppm 65.5%, 40 ppm 33.3% 및 80ppm 12.7%순이었다. 이러한 결과는 농도가 높을수록 생존율이 낮게 나타나는 경향이 있었다. 생존율은 0 ppm과 50 ppm에서 95.5%, 95.0%로 유의한 차이가 나타나지 않았고 (P > 0.05), 그 외의 실험구는 유의한 차이가 나타났다 (P < 0.05). 따라서 농도별 실험에서는 생존율이 90% 이상인 실험구는 10 ppm 이하의 농도로 나타났다 (Fig. 1).

과산화수소 실험구는 대조구인 0 ppm에서 96.1% 로 가장 높았고, 5 ppm 95.6%, 10 ppm 91.7%, 20 ppm 41.8%, 40 ppm 11.3% 및 80ppm 1.7%순이었다. 결과는 농도가 높을수록 생존율이 낮게 나타나는 경향이 있었다. 생존율은 0 ppm과 5 ppm에서 96.1%, 95.6%로 유의한 차이가 나타나지 않았고 (P > 0.05), 그 외의 실험구는 유의한 차이가 있었다 (P < 0.05). 따라서 농도별 실험에서는 생존율이 90% 이상인 실험구는 10 ppm 이하의 농도로 나타났다 (Fig. 2).

차염소산나트륨 실험구는 대조 구 50 ppm에서 95.6% 로

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

Date	No. of adult	No. of spawned eggs (×10 ⁴)	Egg size (mean ± SD, μm)	D-shaped Larvae		
				Number (×10 ⁴)	Shell length (mean ± SD, μm)	Hatching (%)
Jul. 4	400	12,000	88.9 ± 7.6	9,600	131.2 ± 9.8	80.0

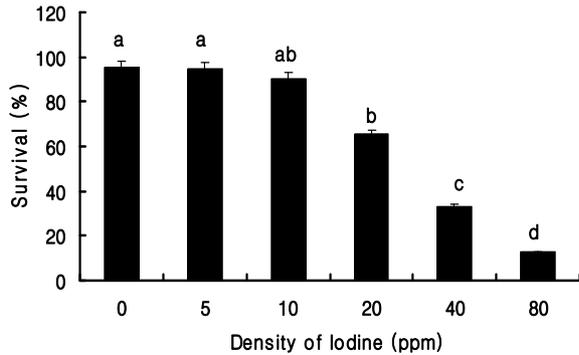


Fig. 1. Survival rate per with kind of Density Iodine of *Meretrix petechialis* Early Spats.

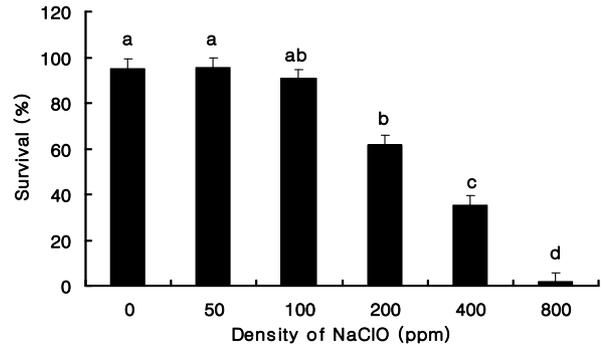


Fig. 3. Survival rate per with kind of Density NaClO of *Meretrix petechialis* Early Spats.

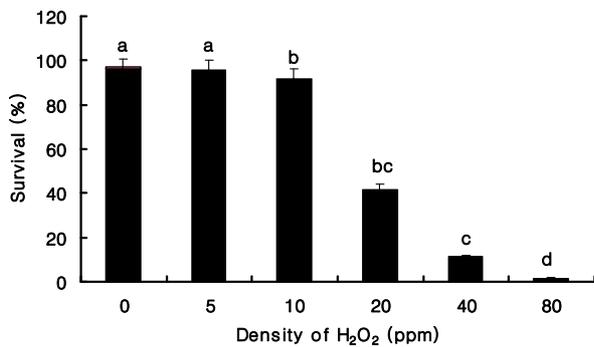


Fig. 2. Survival rate per with kind of Density H₂O₂ of *Meretrix petechialis* Early Spats.

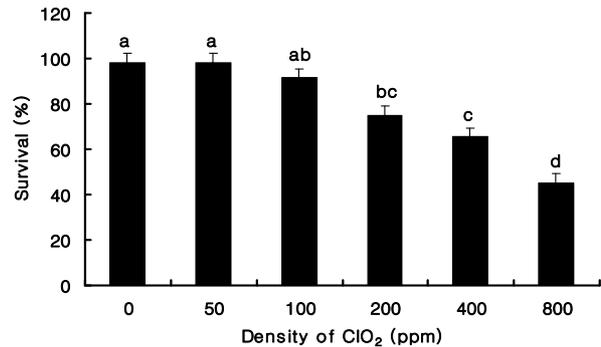


Fig. 4. Survival rate per with kind of Density ClO₂ of *Meretrix petechialis* Early Spats.

가장 높았고, 0 ppm 95.1%, 100 ppm 90.6%, 200 ppm 61.8%, 400 ppm 35.3% 및 800ppm 1.7%순이었다. 농도가 높을수록 생존율이 낮게 나타나는 경향이 있었다. 생존율은 50 ppm과 0 ppm에서 95.6%, 95.1%로 유의한 차이가 나타나지 않았고 ($P > 0.05$), 그 외의 실험구는 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$). 따라서 농도별 실험에서는 생존율이 90% 이상인 100 ppm 이하의 농도로 나타났다 (Fig. 3).

이산화염소 실험구는 대조 구 0 ppm에서 98.3% 로 가장 높았고, 50 ppm 98.2%, 100 ppm 91.4%, 200 ppm 75.1%, 400 ppm 65.5% 및 800ppm 45.2%순이었다. 이러한 결과는 농도가 높을수록 생존율이 낮게 나타나는 경향이 있었다. 생존율은 0 ppm과 50 ppm에서 98.3%, 98.2%로 유의한 차이가 나타나지 않았고 ($P > 0.05$), 그 외의 실험구는 유의한 차이가 나타났다 ($P < 0.05$). 따라서 종류별 실험에서는 생존율이 90% 이상인 100 ppm 이하의 농도로 나타났다 (Fig. 4).

과망간산칼륨 실험구는 대조구 0 ppm에서 98.3% 로 가장 높았고, 5 ppm 88.2%, 10 ppm 49.4%, 20 ppm 25.1%,

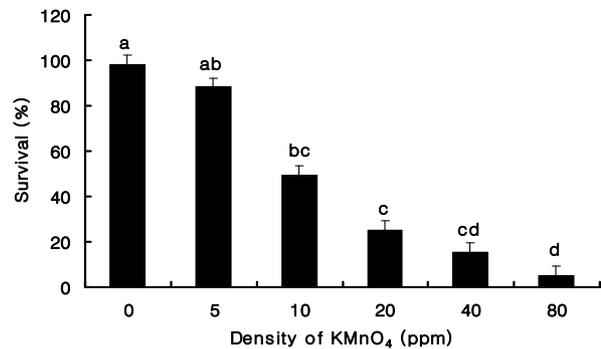


Fig. 5. Survival rate per with kind of Density KMnO₄ of *Meretrix petechialis* Early Spats.

40 ppm 15.5% 및 80ppm 5.2%순이었다. 이러한 결과는 농도가 높을수록 생존율이 낮게 나타나는 경향이 있었다. 생존율은 각 실험구별로 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$). 따라서 농도별 실험에서는 생존율이 80% 이상인 실험구는 5 ppm 이하의 농도로 나타났다 (Fig. 5).

Table 2. Growth of shell length(SL) and survival rate per with kind of Enrichment of *Meretrix petechialis* Early Spats from Jul. 7 to Aug. 6, 2010

Kind of Enrichment	Growth of SL (mean ± SD, mm)		daily increment of SL (μm)	Survival rate (%)
	Initial	Final		
Iodine 10ppm	0.19 ± 0.09	1.01 ± 0.28 ^{ab}	0.27 ^{ab}	11.6 ^{bc}
H ₂ O ₂ 5ppm	"	0.97 ± 0.21 ^c	0.26 ^c	1.5 ^c
NaClO 100ppm	"	1.04 ± 0.26 ^a	0.28 ^a	12.1 ^b
ClO ₂ 100ppm	"	1.03 ± 0.25 ^a	0.28 ^a	31.4 ^a
KMnO ₄ 5ppm	"	-	-	0.0 ^d

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

2. 저질개선제 공급에 따른 초기치패의 성장 및 생존

성장은 차염소산나트륨 100 ppm 실험구가 1.04 ± 0.26 mm 로 가장 높았고, 이산화염소 100 ppm 1.03 ± 0.25 mm, 요오드 10ppm 1.01 ± 0.28 mm 및 과산화수소 5ppm 0.97 ± 0.21 mm 순으로 나타나 차염소산나트륨 100 ppm 실험구와 이산화염소 100 ppm과는 유의한 차이가 나타나지 않았고 (P > 0.05), 그 외의 실험구는 유의한 차이가 있었다 (P < 0.05).

생존율은 이산화염소 100 ppm 실험구가 31.4% 로 가장 높았고, 차염소산나트륨 100 ppm 12.1%, 요오드 10 ppm 11.6%, 과산화수소 실험구 ppm 1.5%, 과망간산 칼륨 5 ppm 실험구 0%로 나타나 생존율은 각 실험구별로 유의한 차이가 있었다 (P<0.05).

고 찰

비부착성 패류의 인공 종묘생산 시 대부분의 치패는 바닥에 착저하여 오랜 기간 동안 성장 과정을 거친다. 이 기간 동안 저질에서 세균과 원생동물이 발생하여 대량폐사가 일어난다. 그러나 패류의 경우 선행 연구가 미흡하여 어떤 약품으로 저질을 개선하여야 할지 어려움이 있었다. 어류의 경우 수독제로 요오드, 차염소산나트륨 및 이산화염소처리 등이 사용되었으며 이러한 약품을 이용하여 바닥의 초기치패 저질을 개선하고자 본 실험을 추진하게 되었다. 특히 패류 초기치패 배양 시 이러한 저질처리 방법이 시도되지 않아 어려움이 있었다.

살균제로 사용하는 요오드는 본 실험에서는 생존율이 11.6%로 나타났으나 지속적으로 사용할 경우 잔류 요오드가 누적되어 수질에 문제가 생겨서 적합하지 않은 것으로 나타났다. Kim *et al.* (2009) 년에 의하면 과산화수소는 이스라엘 잉어의 세균과 기생충 제거 효과가 있다고 하였으나 말백합 초기 치패사육에서는 생존율이 매우 낮게 나타나 사용이 불가한

것으로 나타났다. 일반적으로 수질개선제로 사용되는 차염소산나트륨은 Singer *et al.* (1999) 에 의하면 소독과정에서 트리할로메탄 등 많은 소독부산물들이 생성되는 것으로 알려져 있다. 이중 일부 소독부산물의 경우 유해성이 높아 선진국에서는 대체소독제로 이산화염소를 많이 사용하고 있다. 이산화염소는 현재 정수장에서 소독제로 많이 사용되고 있으며 그 안정성을 인정받고 있다. 특히 치패사육 과정에서 이산화염소 처리 후 지속적으로 통기를 시킴으로써 잔류 염소를 휘발시킴으로써 치패에 미치는 영향을 최소화 할 수 있었다고 생각된다.

따라서 이산화염소는 잔류 염소가 적고 소독부산물이 발생하지 않으며 원생동물 및 세균의 발생을 억제 할 수 있으므로 초기치패가 생존하는데 적합한 저질개선제로 판단된다. 따라서 본 실험에서도 다른 실험구에 비해 성장 및 생존율이 높은 것으로 나타나 비 부착성 패류 인공종묘 생산 시 매우 유용하게 사용될 것으로 판단된다. 이상과 같이 말백합의 초기치패 저질개선제로는 이산화염소가 유생 및 치패의 성장 및 생존율이 다른 실험구에 비해 높은 것을 알 수 있었다. 특히 말백합 초기치패의 경우 다른 패류와 달리 점액물질을 다량 배출하여 저면에 원생동물 및 곰팡이 등이 대량 발생하여 폐사가 일어나는 현상이 있어 인공종묘생산이 매우 어려움이 있었는데 이를 해결할 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 초기치패를 대량 배양한 결과 성장이 비교적 양호하고 생존율 30%이상 가능하였으며 초기치패 (각장 2.7 ± 0.5 mm) 1억 1천만 마리를 생산할 수 있었다. 이러한 결과들은 현장 실용화를 위한 대량배양 시험에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

실험에 사용한 어미는 2011년 7월 4일 전남 영광군 백수면 하사리에서 채집된 어미를 수송 후 채란하여 3일간 유생 사육한 초기치패 (각장 196 ± 14 μm) 9천 6백만 마리를 사용한

였으며, 시험기간은 2010년 7월 7일부터 8월 6일까지 30일간 사육 실험하였다. 실험 개시 전 각 저질개선제의 농도별로 치패의 생존가능 범위 조사 하였고, 농도는 요오드 10 ppm, 과산화수소 5 ppm, 차염소산나트륨 100 ppm, 이산화염소 100 ppm, 과망간산칼륨 5 ppm 으로 실험하였다. 실험 결과 성장은 차염소산나트륨 100 ppm 실험구가 1.04 ± 0.26 mm 로 가장 높았고, 이산화염소 100 ppm 실험구 1.03 ± 0.25 mm, 요오드 실험구 1.01 ± 0.28 mm 순이었으며, 생존율은 이산화염소 100 ppm 실험구가 31.4% 로 가장 높았고, 차염소산나트륨 실험구 100 ppm 12.1%, 요오드 실험구 10ppm 11.6%, 과산화수소 실험구 5 ppm 1.5% 순이었으며, 과망간산칼륨 실험구 5 ppm 은 전량 폐사하였다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 (백합 인공종묘생산 기술개발 RP-2012-AQ-042) 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

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

Singer, P (1999) Formation and Control of Disinfection By-Products in Drinking Water, AWWA

Kim, J.J., Kim, S.C. and Hong, H.C. (2004) Molecular phylogeny of veneridae (Bivalvia: Heteroconchia) on the basis of partial sequences of mitochondrial cytochrome oxidase I. *Korean Journal of Malacology*, **20**: 171-181.

Kim, B.H., Moon, T.S., Park, Y.G., Jin, Y.G., and Shin, Y.K. (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., Moon, T.S., Park, Y.G., 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**: 151-156.

Kim B.H., Jo, K.C., Jee, Y.J., Jo, P.G., Byun, B.S., and Kim, M.C. (2011) Growth and Survival on Enrichment of Larvae and Early Spats of the Hard Clam, *Meretrix petechialis* (LAMARCK). *Korean Journal of Malacology*, **27**: 353-358.

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

유성규 (2000) 천해양식. 구덕출판사, 부산, 639pp.