

참가리비, *Patinopecten yessoensis* 인공종묘 생산시 환수가 유생에 미치는 영향-유생성장, 스쿠티카충 발생, 치패성장의 관점

조규태* · 김수경* · 이채성** · 이진호** · 박미선**† · 문태석**

*국립수산과학원 양식관리과, **국립수산과학원 동해수산연구소 해역산업과

Effect of the hatchery larval sieving on the larval growth, scuticociliate occurrence, and ensuing spat growth of *Patinopecten yessoensis*

Qtae Jo*, Su Kyoung Kim*, Chae Sung Lee**, Jinho Lee**, Mi Seon Park**† and Tae Suk Moon**

*Aquaculture Management division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-705, Korea

**Aquaculture Industry Division, East Sea Fisheries Research Institute, Gangwon 210-861, Korea

Our previous finding summarizing that larval sieving process is inevitable but triggers the outbreak of scutica-like ciliates (SLCs) in the seed production of *Patinopecten yessoensis* urged further study to determine best suggestable sieving interval in an agreeable range of water quality. In the mass seed production of the scallop, SLC outbreak was closely related to the larval sieving in which larvae were drained on the basis of every 3-day (5T), 5-day (3T), 7-day (2T), or 9-day (1T) from culture tanks onto a mesh screen and placed back into new water in cleaned tanks. The larval performance of growth and survival was clearly dependent on the sieving intervals. It was in order of 3T, 5T, 2T, and 1T for both of growth and survival and in reverse order for SLC infection frequency, confirming that larval sieving is necessary but damageable if it overwhelms the larval resistance. Interestingly, the larval damages by the sieving persisted to their ensuing spat life in terms of nursery growth, survival, and abnormality.

Key words : Larval sieving, Larval growth, Scuticociliate, *Patinopecten yessoensis*

한국산 양식 참가리비(*Patinopecten yessoensis*)의 대량폐사 원인으로 동해안의 불안정한 물리적 해황(수온변동)이 구명된 이래, 대안으로 환경적응력이 강한 건강한 인공종묘에 의한 양식이 제시되어 왔다(Jo *et al.*, 2007). 참가리비는 저온내성이 강한 패류이나(Brand, 2006), 장기간 적응을 통해 gene pool이 협소화 되는 문제가 발생하나 동시에 고수온 저항 형질 발현이 가능하다(Blake *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 2007; Brun

et al., 2008). 따라서 이러한 고수온 저항 형질을 갖춘 모패로부터 인공종묘 생산을 할 경우 환경적응 형질을 갖춘 인공종묘 생산할 수 있고 실제로 이러한 절차를 통해 수온이 불안정한 지역에서 양식이 성공하고 있기도 하다(Guo and Luo, 2006). 그러나 어떤 형태의 접근이든 최적 사육조건에서 건강한 종묘를 생산하는 일은 양식산업 안정화의 근간임은 부인할 수 없다.

고밀도로 유생을 사육하고자 할 때 유생 사육조는 반드시 수질문제에 직면한다. 인공종묘 생산시 이러한 수질문제를 대처하는 가장 근본적인 방법은 환수

†Corresponding Author: Mi Seon Park, Tel : 033-660-8541

E-mail : parkms@nfrdi.go.kr

이며, 부분환수(유수식 포함)와 전량환수가 있다. 환수는 사육조의 수질을 개선하는 효과가 있으나, 동시에 생물에 물리적 피해를 줄 수 있다. 생물은 형태, 생태, 생리, 성장단계 등에 따라 환수요구량이 달라질 수 있고, 그에 따른 피해 정도 또한 달라질 수 있다. 보통 패류유생은 어류에 비해 소형이고, 또한 사육밀도가 높아 환수에 취약한 면이 있다.

참가리비 유생은 냉수성이 강하여 수질악화에 취약한 편이며, 인공종묘 생산시 지속적인 부분환수 외에 주기적인 전량환수가 필요하다. 전량환수는 사육수조를 이동하는 일(수조이동)이며, 이 과정에서 유생은 다소의 물리적 상처를 입을 수 있다. 전량환수를 하지 않음으로 인해 오는 수질문제와 수조이동 과정에서 오는 유생의 물리적 상처는 둘 다 병원체 감염의 요인이 된다. 따라서 정상 성장을 유도할 수 있는 최소 환수조건을 구명하는 일은 참가리비 인공종묘 대량생산에서 중요하다, 아직 이에 대한 연구는 부족한 실정이다.

참가리비에 감염되는 병원체는 바이러스에서 부터 상위 카테고리의 갑각류까지 다양하다. 그러나 한국에서 참가리비 인공종묘 생산시 병원체로 확인되어 보고된 바로는 스키티카 유사충(SCLCs, scuticula-like ciliates)이 유일하다(조 등, 2008). Scuticociliates는 어류 및 패류에 감염하여 1, 2차적으로 영향을 미치는 병원성 섬모충류이며, 양식산업에서 폐사를 일으키는 종들이 점차 확인됨에 따라 질병 연구자들의 관심을 끌고 있다(Jee *et al.*, 2001; Stickle *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2004; 배 등, 2009; Jin *et al.*, 2010).

본 연구는 참가리비 인공종묘 생산시 최적 유생성장 조건을 제공하는 최소 환수 횟수를 설정하는 데 목적을 두고 있으며, 유생성장, 생존, SLC 발생, 및 중간 육성장에서의 성장특성 등을 조건의 기준으로 하였다.

재료 및 방법

모패, 산란, 수정 및 D-유생

선별된 양식산 참가리비 *Patinopecten yessoensis* 모패 600마리(♀ 450; ♂ 150; GSI 20 이상)를 수온 5°C에서 15일간 안정시킨 후 8°C에 이르렀을 때(상승률, 0.5°C/일), 산란자극(건조자극, 40분, 22°C)을 거친 후 15°C에서 산란(밀도 45-50개/ml; 수조 5톤) 후 수정시켰다. 산란자극과 수정은 국립수산과학원 동해연구소 참가리비 종묘생산 프로토콜(NFRDI Report, 2006)에 준 하였고, 2차 자극으로 건조자극, 3차 자극으로 수온상승 자극을 실시하였다. 건조자극은 기온 20-22°C에서 자연광에 약 1시간 노출시켰고, 이어서 수온 13°C(수온상승 5°C)의 자외선 조사 해수에서 산란을 유도하였다. 불량 배우체의 유입을 최소화하기 위해 건조자극시 생식소의 선택과 크기가 불량한 것은 제거하였고, 선정된 것을 암수 분리하여 방란(5톤 수조, 가용수량 4.5톤), 방정(5톤, 가용수량 1톤)시킨 후 수정시켰다. 이때, 과량의 정충으로 인해 이상발생을 최소화하기 위해 정충 15 L(150마리가 1톤 수량에 방정한 양에서 채취)를 산란조(산란량, 약 1.2억) 뿌려 수정시켰다. 수정 후 수조 사각지역에서 저산소 및 알의 침강이 일어나지 않도록 주의하였다.

유생사육

먹이생물 공급은 trochophore 유생이 부상함과 동시에 소량 급이하기 시작하였고, D-유생과 동시에 정상적 공급을 시작하였다. 최초의 먹이는 *Isochrysis galbana*에 국한시켰고, 이후 유생의 성장과 더불어 *Chaetoceros calcitrans*, *Phaeodactylum tricorutum*, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros* sp.를 섞어 영양균형을 유도하였으며, 급이량은 먹이생물 종 및 유생발달 단계에 따라 1-10x10⁴cells/ml로 유지하였다. 그 외

모든 조건은 참가리비 종묘생산 프로토콜(NFRDI Report, 2006)에 준하여 실시하였다.

실험구 설정

부화된 D-유생(prodissoconch I stage) 약 14억 중 부상도가 좋은 유생을 선별(사용 망목, 40 μm)하여 12개의 수조(5톤, 가용수량 4.5톤)에 균등(수용밀도, 5개체/ml)하게 수용하였다. 12개의 수조는 총 유생사육 기간(16일간) 중 환수 횟수별로 4개의 실험구(3반복)로 설정하였다. 즉, 매 3일 총 5회 환수(every-3 day, 5T), 매 5일 총 3회 환수(every-5 day, 3T), 매 7일 총 2회 환수(every-7 day, 2T), 매 9일 총 1회 환수(every-9 day, 1T)로 나누어 실험하였다. 이때 유생 성장단계별 사용한 망목은 Helm *et al.* (2004)이 제시한 기준을 따랐다. 유생성장은 광학현미경(Carl Zeiss, AX10 Scope A1, equipped with AxioCam MRc5 Image Analyser)하에서 측정(n=10)하였고, 유생생존은 매 수조이동시 선별과정을 통해 폐기된 부분은 제외한 채 계산하였다.

Scuticociliate 조사

본 실험에서는, scuticociliate가 종적 다양성으로 인해 분류학적 오류의 가능성이 있다(Song, 2000). 그 점에서, 분류 기준을 상위 카테고리 수준에서 설정하여 분류학적 오류를 최소화하려 하였다. 따라서 대상 scuticociliate를 SLC (scutica-like ciliate)로 명칭하였고, 광학현미경(Carl Zeiss, AX10 Scope, A1)하에서 확인하였다(조 등, 2008). 참가리비 유생의 SLC 감염률은 부상력이 떨어지는 개체를 대상으로 하였다. 즉, 유생사육 기간 중 매일 각 수조의 저면 가장자리 전체에서 약 30 l를 채취하여 약 10분간 방치한 후 바닥에 있는 유생을 걸러내어 감염률을 조사하였다.

치패성장 및 기형률

각 실험구에서 얻어진 부착치패는 배양장에서 15일간 적응시킨 후, 부착기와 더불어 채룽(직경 60 cm, 12단)에 24개씩(2개 채모틀/단) 수용하여 수심 15 m의 연승줄에 수하하여 중간육성 하였다. 중간육성 기간 매월 5개씩 4회 수거하여 성장, 생존율, 패각 기형율을 조사하였다.

반복실험 및 통계

모든 실험은 3반복하였고, 실험자료의 통계학적 자료는 SigmaPlot Systat (ver. 9) software의 student's *t*-test를 통해 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

유생성장에 미치는 영향

참가리비 인공종묘생산 중 수조 저면의 유기물 침착은 불가피하며, 따라서 주기적으로 수조이동 또한 불가피하다(Helm *et al.*, 2004; 조 등, 2010). 수조이동은 대부분 유생걸름 과정을 거치고, 이 과정에서 유생은 어느 정도 물리적 피해를 입는다. 따라서 사육조의 수질과 유생의 물리적 피해를 고려하여 수조이동 주기를 결정하는 일은 인공종묘생산에서 실제적으로 중요한 일임에도 불구하고 이에 대한 연구는 부족한 실정이다(조 등, 2008).

실험에 앞서 실험대상 생물의 상태를 확인하는 일은 과학적 결과를 도출하는데 있어 중요하다. 본 실험에 사용된 참가리비 D-유생의 초기 발생 내력은 수정율(4세포기 기준)과 부화율(초기 트로코포아 유생 기준)에서 공히 98% 이상이었고, D-유생 발생율 또한 약 95%에 달했다. 패류 유생 부화는 사육환경을 포함한 여러가지 오염물질, 적조기원 독성물질 등에 영향을 받으나, 정상조건에서 부화율은 90% 이상이

다(Yan *et al.*, 2001; Helm *et al.*, 2004; Choy *et al.*, 2007). 따라서 본 실험에 사용된 D-유생은 극히 정상적인 상태에 있음을 확인할 수 있었다.

이처럼 정상적인 발생과정을 보인 초기 D-유생을 통상적인 인공종묘생산 과정(조 등, 2010)을 통해 수조이동이 유생성장 및 생존에 미치는 영향을 조사하였고 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 총 16일간의 사육기간 동안 환수를 3일간격(5T), 5일간격(3T), 7일간격(2T), 9일간격(1T)으로 했을 때, 성장 및 생존율 모두 환수간격별 차이가 있었다. 전반적으로 3T가 성장 및 생존률에서 가장 좋은 결과를 보였고, 이어서 7T, 5T, 그리고 1T 순으로 나타났다. 성장차이는 사육 6일 째부터 나타나기 시작하였고(통계적 유의성 없

음), 9일째부터 실험구별 유의한 차이를 보이기도 하였으나($P < 0.05$), 최종에는 221.80-244.71 μm 범위에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 생존율은 사육 6일째부터 실험구별 유의한 차이를 보이기 시작하였고($P < 0.05$), 이러한 차이는 전반적으로 실험 종료시까지 이어지는 경향이 있었으며, 최종 생존률(평균 \pm 표준오차)은 실험구별로 각각 25.14 \pm 3.26, 43.00 \pm 4.47, 31.86 \pm 4.67, 5.43 \pm 1.25%로 나타났다. 이상의 결과에서 참가리비 유생은 수조이동이 필요하지만, 너무 잦은 수조이동 과정은 성장과 생존 모두에서 좋지 않음을 알 수 있게 한다. 그리고 최소한 본 실험조건에서는 5일 단위의 수조이동이 필요한 것으로 판단되었다.

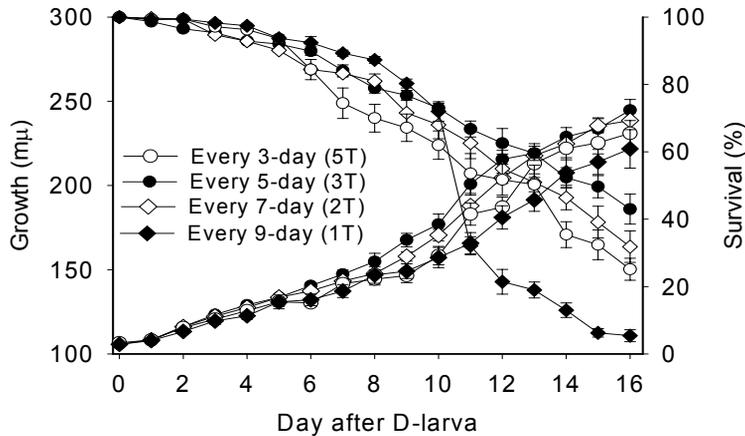


Fig. 1. Effects of larval screening frequency on growth and survival of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* during the seed production in hatchery. The larvae survived but inactive and thus discarded from the larval transfer to new culture tank were excluded from the growth and survival measurements. Error bar indicates mean \pm SE.

환수를 통한 수질개선은 패류 초기생활사의 활력과 직접적인 관계가 있다(Southgate and Ito, 1998). 따라서 Fig. 1에서 보는 바와 같이 1T 실험구에서

성장 및 생존이 극히 저하된 이유는 통상적인 관점에서 수질악화가 원인인 것으로 볼 수 있고, 2T 역시 같은 맥락에서 설명이 가능할 수 있다. 그러나 성장과

생존에 미치는 영향을 수질로만 한정할 경우 5T 실험구는 3T 실험구보다 나은 결과를 보여야하나 본 실험에서는 다르게 나타나고 있다. 즉, 3T 실험구가 전반적으로 통계적 유의성 없이(일부 구간에서는 $P < 0.05$ 의 유의성 있음) 다른 실험구에 비해 성장이 좋고, 생존은 초기 5일 이후 유의하게 3T에서 좋은 결과를 보이고 있다($P < 0.05$). 결국, 5T 실험구가 3T 실험구에 비해 수질이 좋음에도 불구하고 성장 및 생존에서 불리한 이유는 수조이동 자체 스트레스가 원인일 가능성을 예측하게 한다.

참가리비 유생의 성장 및 생존을 저하 현상은 확인 가능한 범위에서 병원체(pathogenic agent)와 연관시켜 분석할 필요성이 있다. 서론에서 언급한 대로 가리비류에는 감염 가능한 다양한 병원체가 있고, 이들 병원체는 생물의 상태에 따라 감염하여 폐사를 일으

킬 수 있는 가능성을 내재하고 있기 때문이다(McGladdery *et al.*, 2006). 저자들의 이전 연구에서 수조이동은 유생의 패각손실을 유발하고, 그 결과 SLC의 발생률이 높아짐을 예측한 바 있다(조 등, 2008). 본 실험의 3T 및 5T 비교에서 확인되는 수질개선에도 불구하고 유생의 성장 및 생존이 떨어지는 이유를 수조이동 과정의 스트레스(또는 패각의 물리적 파손 등)에서 오는 SLC 감염과 관련하여 분석할 필요성이 있다.

Fig. 2는 Fig. 1과 연계된 실험으로 수조이동 빈도별 SLC 감염도를 보여주고 있다. 본 실험결과 모든 실험구에서 최초 SLC 발병은 각정기 3-4일 이후였다. 이러한 수치는 이전의 조사결과(조 등, 2008) 보다 1-2일 늦게 발병하긴 하였으나 보통 SLC 발병은 각정기 이후라는 사실을 보강하는 자료가 된다.

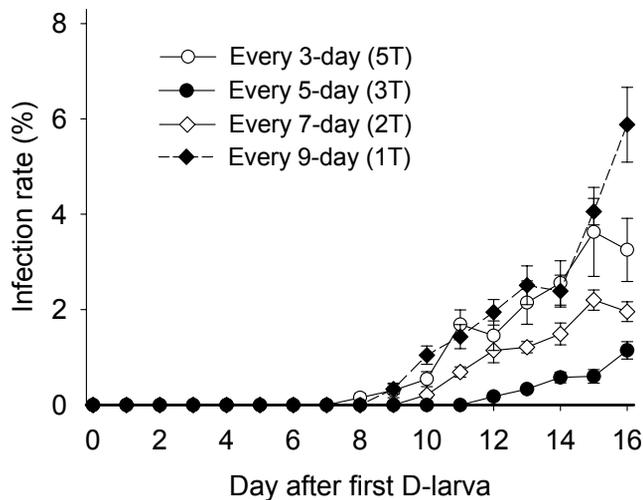


Fig. 2. Relationship between larval screening frequency and SLC infection during the hatchery production of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis*. The infection rate was calculated from the larvae in the pooled bottom waters including waters in every corner of the tank. Error bar indicates mean \pm SE.

실험구별 발병특성은 1T와 5T에서 비교적 높은 수치를 보였고, 발병 시점도 2일정도 빨랐다. 특히, 1T와 5T의 발병률은 D-유생 10일 이후부터 2T와 3T에 비해 대부분의 기간을 통해 유의한 차이로 높게 나타났다($P < 0.05$). 발병률이 비교적 낮은 두 실험구 비교에서 2T는 D-유생 11일째 이후부터 3T에 비해 높은 수치를 보였다($P < 0.01$). 흥미로운 사실은 최초 SLC가 발생한 실험구는 5T 실험구이며, 최종 발병률이 가장 높은 실험구는 1T 실험구였다($P < 0.01$)는 점이다. 이러한 사실은 참가리비 각정기 유생의 SLC 감염은, 최소한 본 시험 조건하에서는, 수조내 유기물의 함량 보다는 유생의 물리적 상처 등이 더 중요하다는 것을 의미하기도 한다.

SLC 발병률(Fig. 2)을 유생성장 및 생존(Fig. 1)과 비교하면 상당부분 일치한다. 그러나 현실적으로 본 시험에서 확인할 수 없는 부분, 즉 감염증상으로까지 진행되지 않은 초기감염 결과도 고려할 필요가 있다. 이러한 부분을 고려하여 각 실험구에서 생산된 유생을 중간육성까지 사육하면서 이후의 영향을 확인하였다. 측정항목은 일반적인 성장, 생존 및 기형여부였으며, 이러한 요인들은 사육시 환경과 직접적인 관련이 있다(Rhoads and Lutz, 1980)는 점을 고려하여 기형 발생률을 조사하였다(Table 1).

조사결과 성장은 유의한 차이를 보이지 않았고,

생존율은 1T 실험구 만 타 실험구에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 기형률은 처음 1-2개월은 확인이 어려웠고, 3개월 이후부터 확인 가능하였는데, 모든 실험구에서 통계적 개념에서 뚜렷한 경향을 읽기 어려웠다. 그러나 5T, 3T, 2T에 비해 1T에서 기형률이 높은 경향을 보였다.

Rhoads and Lutz (1980)는 패류의 패각은 환경변화에 따라 형태변화를 보이게 되고, 이를 이용한 환경변화 추측 마커로 활용한 바 있다. 치패의 기형원인에 대한 연구는 일찍이 Epifanio (1976)에 의해 수행된 바 있는데, 가리비류의 치패 기형은 상당부분 영양균형 실패 및 수질악화와 관련이 있다고 알려져 있다. 따라서 본 연구에서 단 한번 수조이동을 한 경우에 기형률이 높은 이유는 수질이상에서 오는 영양불균형과 관련이 있을 것으로 추측된다.

결론적으로 참가리비 인공종묘 생산시 전량환수는 최소한 7일 이하 5일 이상의 범위에서 실시해야 함을 알 수 있었다. 그러나 본 실험은 환수에 의한 유생의 물리적 피해와 수질과의 합수를 단순화한 문제점이 있고, 또한 scuticociliates에 대해서 현미경 관찰이 가능한 부분만 조사한 단점이 있는 바, 이 부분은 추후 보다 정밀한 연구를 통해 명확히 정리할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

Table 1. Growth, survival, and abnormality of *Patinopecten yessoensis* spats from each experimental larval group

Item	Month after installation				
	0	1	2	3	4
Growth (mm)					
5T	0.99 (0.36)*	2.64 (1.52)	4.13 (1.43)	4.62 (2.59)	7.57 (4.11)
3T	0.99 (0.36)	2.78 (1.06)	3.78 (1.71)	4.22 (1.73)	9.19 (3.30)

2T	0.99 (0.36)	2.30 (1.02)	3.94 (2.67)	4.96 (2.77)	9.63 (4.97)
1T	0.99 (0.36)	2.12 (1.08)	3.16 (1.89)	3.95 (1.79)	6.32 (3.99)
Survival (%)					
5T	100	42.89 (9.06)	32.44 (5.98)	27.67 (5.58)	23.22 (7.02)
3T	100	39.78 (7.73)	32.33 (8.59)	27.22 (9.38)	26.22 (6.87)
2T	100	35.33 (13.67)	30.11 (9.87)	29.56 (7.95)	27.44 (8.75)
1T	100	24.78 (7.66)	20.67 (5.68)	18.33 (7.48)	15.11 (4.86)
Abnormality (%)					
5T	-	-	-	5.0	3.7
3T	-	-	-	2.0	3.0
2T	-	-	-	3.7	1.3
1T	-	-	-	5.7	7.7

*Numerical value in parenthesis indicates standard deviation.

요약

이전의 연구에서 참가리비(*Patinopecten yessoensis*) 인공종묘생산 중 수질관리를 위해 주기적으로 실시하는 환수(전량환수)가 scuticociliates 감염을 촉진할 수 있다는 가능성을 제기하였다. 본 연구에서는 수질과 scuticociliates 감염을 고려한 최적 환수 횟수를 결정하고자 하였으며, 유생성장, 생존, scuticociliates 발생을 1차 기준으로 하였으며, 부가하여 중간 육성장으로 이동하여 성장 및 기형 발생율을 2차기준으로 조사하였다. 5일 간격의 환수(3T)가 가장 좋은 결과를 보였다. 잦은 환수(5T)는 수질 개선에도 불구하고 성장 둔화가 확인되었으며, 이것은 scuticociliates의 감염과 연관이 있는 것으로 보였다. 9일간격의 환수(1T) 역시 성장둔화를 보였으며, 5T 실험구와

더불어 중간육성이후 성장 둔화(통계적 유의성 없음)와 비정상 발생을 유발하였다. 본 연구결과 최적 환수 간격은 5-7일 사이로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물연구원 동해수산연구소 참가리비 현장애로 해소 과제(참가리비 종묘이후 관리기술개발)로 수행된 것입니다.

참고문헌

Blake, S.G., Blake N.J., Oesterling M.J. and Graves J.E.: Genetic divergence and loss of diversity in two cultured populations of the bay scallop, *Argopecten*

- irradians* (Lamarck, 1819). J. Shellfish Res., 16:55-58, 1997.
- Brun, N.T., Bricelj V.M., MacRae T.H. and Ross N.W.: Heat shock protein responses in thermally stressed bay scallops, *Argopecten irradians*, and sea scallops, *Placopecten magellanicus*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 358:151-162, 2008.
- Choy, E.J., Jo Q., Moon H.B., Kang C.K., and Kang J.C.: Time-course uptake and elimination of benzo(a)pyrene and its damage to reproduction and ensuing reproductive outputs of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Mar. Biol., 151:157-165, 2007.
- Epifanio, C.E.: Shell deformity among scallops (*Argopecten irradians* Lamarck) cultured in a recirculating seawater system. Aquaculture, 9:81-85, 1976.
- Guo, X. and Luo Y.: Scallop culture in China. In Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture, pp.1143-1161, 2nd ed., Shumway S.E. and Parsons G.J., Elsevier, Amsterdam, 2006.
- Helm, M.M., Bourne N. and Lovatelli A.: Hatchery culture of bivalves: a practical manual, pp.1-177, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2004.
- Jee, B.Y., Kim Y.C. and Park M.S.: Morphology and biology of paracite responsible for scuticociliatosis of cultured olive flounder *Paralichthys olivaceous*. Dis. Aquat. Org., 47:49-55, 2001.
- Jin, C.N., Harikrishnan R., Moon Y.G., Kim J.S., Kim M.C., Balasundaram C. and Heo M.S.: Effectiveness of chemotherapeutants against scuticociliate *Philasterides dicentrarchi*, a parasite of olive flounder. Vet. Parasitol., 168:19-24, 2010.
- Kim, S.M., Cho J.B., Lee E.H., Kwon S.R., Kim S.K., Nam Y.K. and Kim K.H.: *Pseudocohnilembus persalinus* (Ciliophora: Scuticociliatida) is an additional species causing scuticociliatosis in olive flounder *Paralichthys olivaceous*. Dis. Aquat. Org., 62:239-244, 2004.
- McGladdery, S.E., Bower S.M. and Getchell R.G.: Chapter 11 Diseases and parasites of scallops. In Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture, pp.595-650, 2nd ed., Shumway S.E. and Parsons G.J., Elsevier, Amsterdam, 2006.
- Rhoads, D.C. and Lutz R.A.: Skeletal records of environmental change. In Skeletal growth of aquatic organisms, pp.1-19, Rhoads D.C. and Lutz R.A., Plenum, New York, 1980.
- Song, W.: Morphological and Taxonomical Studies on Some Marine Scuticociliates from China Sea, with Description of Two New Species, *Philasterides armatalis* sp. n. and *Cyclidium varibonneti* sp. n. (Protozoa: Ciliophora: Scuticociliatida). Acta Protozool., 39:295-322, 2000.
- Southgate, P.C. and Ito I.C.M.: Evaluation of a partial flow-through culture technique for pearl oyster (*Pinctada margaritifera* L.) larvae. Aquacultural Engineering, 18:1-7, 1998.
- Stickle, W.B., Weidner E.H. and Kozloff E.N.: Parasitism of *Leptasterias* spp. (Echinodermata: Asteroidea) by the ciliated protozoan *Orchitophrya stellarum* (Scuticociliata). Invert. Biol., 120:88-95, 2001.
- Yan, T., Zhou M., Fu M., Wang Y., Yu R. and Li J.: Inhibition of egg hatching success and larvae survival of the scallop, *Chlamys farreri*, associated with exposure to cells and cell fragments of the dinoflagellate *Alexandrium tamarense*. Toxicon.,

- 39:1239-1244, 2001.
- Wang, L., Zhang H., Song L. and Guo X.: Loss of allelic diversity in introduced populations of the hermaphroditic bay scallop *Argopecten irradians*. *Aquaculture*, 271:252-259, 2007.
- 배민지, 임은영, 김홍윤, 정성주: 온도가 스쿠티카충 *Miamiensis avidus*의 증식과 넙치에 감염시 폐사에 미치는 영향. *한국어병학회지*, 22:97-105, 2009. (in Korean with English abstract)
- 조규태, 방중득, 김수경, M. M. Rahman, 공용근, 김대권, 이주석: 참가리비 (*Patinopecten yessoensis*) 대량 종묘생산시의 scutica-like ciliate 발생 및 대책. *한국어병학회지*, 21:167-174, 2008. (in Korean with English abstract)
- 조규태, 김수경, 이채성, 안명모: 패류인공종묘생산기술 참가리비 중심 pp.1-150, 국립수산과학원 기술지, 2010. (in Korean)
- NFRDI Report: 2006년 수산시험연구최종평가자료(수산생명과학, 양식과학). 국립수산과학원 pp.105-155, 2006. (in Korean)
-
- Manuscript Received : October 20, 2010
Revised : December 7, 2010
Accepted : December 20, 2010