



노출선별 꼬막, *Tegillarca granosa* 치패의 출현과 분포

문태석, 정민민*, 양문호, 위종환¹, 이정호², 신연식³, 신윤경⁴, 장영진⁵
국립수산과학원 제주수산연구소, ¹경상북도 수산자원개발연구소,
²여수지방해양수산청 고흥해양수산사무소, ³여수지방해양수산청 광양해양수산사무소,
⁴국립수산과학원 남해수산연구소 패류연구센터, ⁵부경대학교 양식학과

Spats Appearance and Distribution of Blood Cockle, *Tegillarca granosa* in Each Tidal Time and Line

Tae-Seok Moon, Min-Min Jung*, Moon-Ho Yang, Chong-hwan Wi¹, Jung-Ho Lee², Yean-Sik Shin³,
Yun-Kyung Shin⁴ and Young-Jin Chang⁵

Jeju Fisheries Research Institute, NFRDI, Jeju-do 690-192, Korea

¹Gyeongsangbukdo Fishery Resources Development Institute, Gyeongsangbuk-do 766-850, Korea

²Goheung Maritime Affairs and Fisheries, Yeosu Regional Maritime Affairs and Fisheries Office, MOMAF, Gohëung 548-905, Korea

³Gwangyang Maritime Affairs and Fisheries, Yeosu Regional Maritime Affairs and Fisheries Office, MOMAF, Jangheung 529-801, Korea

⁴South Sea Fisheries Research Institute, Shellfish Research Center, NFRDI, Namhae 668-821, Korea

⁵Department of Aquaculture Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

We investigated appearance tidal time and line of spats blood cockle, *Tegillarca granosa*. And we observed appearance individual numbers and shell growth of spats blood cockle, *T. granosa* on the several tidal lines and time for the highly valued aquaculture business. Most of the blood cockle spats distributed on the 2~3 hours tidal line. The shell growth was high on the 1~3 hours tidal line. But we found small amount of spats on the 5~6 hours tidal line. The shell length of spats became 4.7±1.0 mm in December, 5.2±1.2 mm in January, 5.4±0.9 mm in May, 8.5±0.8 mm in June, 12.6±1.1 mm in July, 16.0±2.1 mm in August, 18.6±1.4 mm in September and 20.3±1.3 mm in October. As well, we could reconfirm of newly appearance blood cockle spats in the next October.

Keywords: Appearance, Blood cockle, Growth, *Tegillarca granosa*

서 론

꼬막은 한국, 일본, 중국은 물론 동남아시아 여러 나라에서 식용으로 인기 높은 이매패류로 천해의 갯벌을 이용하여 각국에서 양식되고 있다. 그러나 갯벌을 이용한 꼬막 양식용 종패를 수급하는 방법으로 자연산 꼬막 치패의 채취에만 의존하고 있는 양식 방법으로 이루어지고 있으며 이러한 양식 형태는 자연 수역의 꼬막 생물자원이 점차 고갈되는 원인이 될 수도 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 여러 나라에서 그 나라의 실정에 맞는 인공 종묘생산 방법과 양식에 관한 많은 연구를 수행하고 있다(Wong et al., 1985; Tian et al., 1996; Wang et al., 1997; Li et al., 1998; Zhang et al., 1998; Qiu et al., 2001; Chai et al., 2002).

중국이나 동남아시아의 저위도 지방은 꼬막의 성장에 유리한 수온조건을 갖추고 있어 갯벌에서의 성장이 빠르고 양식을 통

하여 연중 생산이 가능하지만, 한국은 꼬막의 성장이 왕성한 수온이 유지되는 시기가 비교적 짧아 산업적으로 제약된 환경에 처해 있다고 할 수 있다. 이에 꼬막 양식현장에서는 처해진 환경 하에서 보다 효율적인 양식방법의 개발을 요구하고 있다. 그렇지만 한국의 패류 양식은 굴, 피조개, 새꼬막, 가리비, 바지락, 백합 등의 몇 종에 국한되어 양식기술이 발달되었으며 더욱이 수하식 양식에 의한 굴양식을 제외한 대부분의 패류양식은 자연 채묘량의 부족, 인공종묘의 대량 생산과 양식기술의 미 확립 그리고 잦은 양식생물의 대량폐사로 인하여 양식 패류 생산은 매우 불규칙적이고 비계획적으로 이루어지고 있는 것이 사실이다.

한국에서 보고된 꼬막과 관련된 연구는 수온과 용존산소에 대한 환경내성(Shin and Moon, 2005; Shin et al., 2002), 인공종묘생산(Moon et al., 2004)에 관한 연구가 있으며, 꼬막양식과 직접 관련된 자료는 성장과 형태변이에 대한 연구(Yoo, 1971), 꼬막의 형태 변이에 관한 보고(Kim and Choe, 1972)와 꼬막 양식업의 형성과 발달과정(Bae, 1986) 등이 있을 뿐이다. 그러나 중국, 일본, 태국, 베트남, 말레이시아, 인도 등 주로 동남아시아

*Corresponding author: jungminmin@hanmail.net

에서는 꼬막이 많이 서식하고 있어 오래전부터 양식과 관련한 연구가 활발히 이루어져 왔는데, 꼬막의 식성(Lam and Hai, 1998)과 성장(Broom, 1982; Hansopa et al., 1988; Oon, 1986; You et al., 2002) 그리고 양성(Broom, 1983; Cai, 1993; Narasimham, 1980; Narasimham, 1983; Sanchai, 1996; Subba et al., 1990; Tookwinas, 1983; Wang, 1989; Zheng et al., 1994)에 관한 연구가 수행되었으며 식해(Broom, 1981; Vermeij, 1980)에 관한 연구 결과도 보고되어 있다.

그러나 꼬막에 대한 연구는 대부분 실험실에서 이루어진 매우 제한된 결과였거나 꼬막 양식이 이루어지고 있는 갯벌 양식장의 단편적인 생태에 관한 연구 결과일 뿐이었다.

따라서 이 연구에서는 자연산 종패를 활용한 꼬막 양식을 위해서 먼저 자연산 치패의 발생시기와 분포 노출선, 성장을 조사하여 효율적인 치패발생을 유도하기 위한 양식장 조성 및 채집시기를 구명하고 그 연구 결과가 꼬막 양식장의 관리와 생산성 향상에 기여할 수 있도록 의도하였다.

재료 및 방법

2000년 12월부터 2001년 11월까지 12개월에 걸쳐서 실시한 자연산 꼬막 치패 출현상황 조사는 우리나라에서 갯벌을 이용한 꼬막 양식이 가장 성행하는 전남 보성군 벌교읍 일원의 장암리 앞바다 꼬막 양식장에서 실시하였다. 우선 갯벌 상부부터 하부까지 6개 노출선별 조사정점(A: 6시간 전후 노출, B: 5시간 전후 노출, C: 4시간 전후 노출, D: 3시간 전후 노출, E: 2시간 전후 노출, F: 1시간 전후 노출)을 지정하고 매월 1회 조석차가 가장 심한 턱사리 또는 한사리에 연구원이 직접 현장에서 조사하였다. 시료는 각 노출선별 조사 정점을 중심으로 주위 10 m 간격으로 3차례 채취하였는데, 가로 20 cm, 세로 20 cm의 방형구(400 cm²)를 이용하여 깊이 10 cm 전후의 펄을 모두 수거하여 실험실로 이동한 후, 1,000 µm와 500 µm의 단계적인 체질(seiving)을 거쳐 갯벌과 꼬막을 분리하였다. 분리된 꼬막 치패(당년패)는 디지털 형식의 버어니어캘리퍼스(각각, 각장, 각폭(단위 mm)을 각 개체별로 측정하였다. 아울러 양식어의 서식 환경으로서 동일 장소에서 수온은 수질측정기(HYDROLAB, Data Sonde III+Scout II)로 현장에서 측정하였고, 염분은 실험실에서 염분계(Tsurumi model E-2)로 매월 1회 측정하였다.

결 과

2000년 12월부터 2001년 11월까지의 연구 기간 중 전라남도 보성군 벌교읍 장암리(여자만) 꼬막 시험어장에서 관측된 수온은 5.1~27.0°C의 범위로 최저수온은 1월에 관측되었고, 3월까지의 약 10°C 미만의 낮은 수온이 지속되었으나, 4월부터는 17.5°C까지 급격히 상승하여 8월에 약 27.0°C의 최고 수온을 보

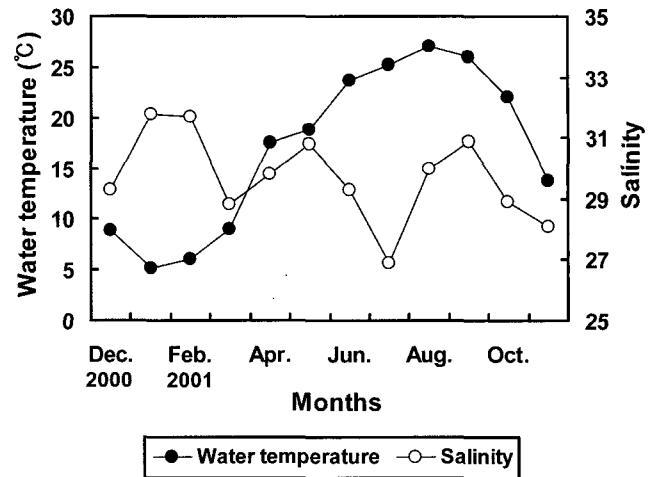


Fig. 1. Monthly water temperature (°C) and salinity (ppt) at the habitat ground of Beolgyo.

인 후 11월에 14°C 이하로 하강하는 경향을 나타내었다. 염분은 26.9~31.8 ppt로서 강우대가 자주 형성되는 7월에 가장 낮았다(Fig. 1).

여름철 자연수역에서 산란되어 부유 유생기를 거쳐 바닥에 침착한 꼬막치패는 12월이 되어야 육안으로 관찰할 수 있었다. 이처럼 꼬막 양식장에 출현한 치패의 분포를 매월 1회 노출선별로 조사한 결과, 2000년 12월에서 2001년 11월까지의 조사 기간 중 노출선 A와 노출선 B에서는 꼬막 치패를 거의 관찰할 수 없었다(Fig. 2). 그러나 노출선 D와 노출선 E에서는 다른 노출선에 비교하여 비교적 많은 수의 꼬막 치패가 매월 관찰되었다. 노출선별 꼬막 치패의 분포 조사 결과 가장 많은 수의 치패가 관찰된 것은 노출선 E로 2000년 12월부터 2001년 5월까지 1.3±0.5~11±4.9개체/400 cm²가 관찰되었는데 이를 1 m²당의 출현수로 환산하면 3.25~27.5개체로서 많은 개체가 관찰된 것을 알 수 있다. 한편 노출선 C와 노출선 F에서는 불규칙적으로 꼬막의 치패가 관찰되었다(Fig. 2).

노출선별로 매월 관찰한 꼬막 당년생 치패의 성장(각장 비교)을 비교한 결과, 노출시간이 짧아질수록 각장이 다소 큰 값을 나타내는 경향을 보였다. 11월의 예를 들면, 노출선 D의 각장은 19.3±0.8 mm이었으나, 노출선 E는 22.4±0.2 mm 그리고 노출선 F는 22.2±2.2 mm로 노출 시간이 짧아질수록 꼬막의 각장은 다소 길어지는 것을 알 수 있었다(Fig. 3).

시험어장에서 12월에 관찰된 당년생 꼬막 치패의 각장은 4.7±1.0 mm이었으며 이 치패는 수온이 비교적 낮은 시기인 동계와 초봄에 해당되는 4월까지의 거의 성장하지 않아 1월에는 각장 5.2±1.2 mm, 2월에는 각장 4.3±1.3 mm, 3월에는 각장 4.7±1.4 mm, 4월에는 각장 4.9±1.5 mm로 각 성장이 관찰되었다. 수온이 본격적으로 상승하는 5월 이후부터는 당년생 꼬막 치패의 뚜렷한 각 성장이 관찰되었는데 5월에는 각장 5.4±0.9 mm, 6월에는 각장 8.5±0.8 mm, 7월에는 12.6±1.1 mm, 8월에는

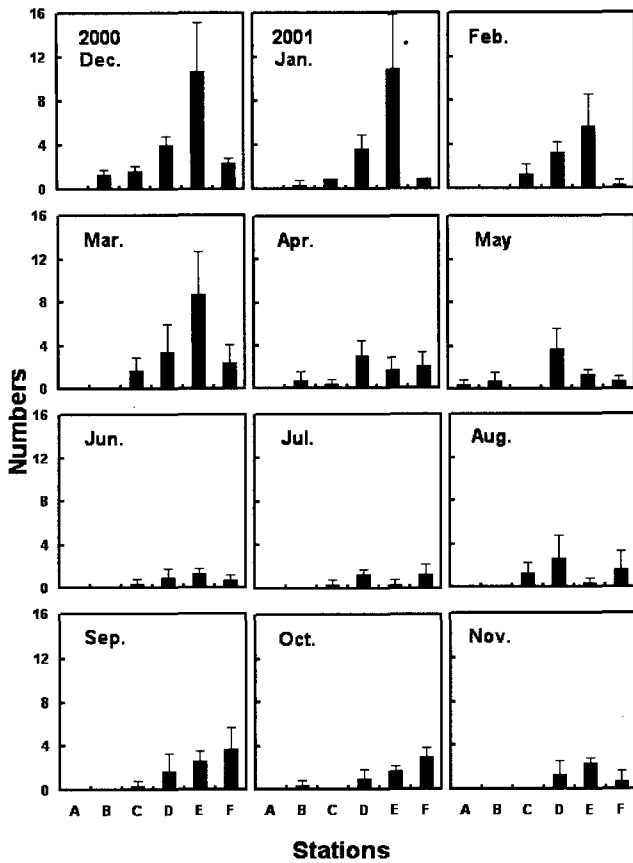


Fig. 2. Spats appearance of blood cockle, *Tegillarca granosa* in each time of tidal line from December 2000 to November 2001 (time of tidal: A: 6 h, B: 5 h, C: 4 h, D: 3 h, E: 2 h, F: 1 h).

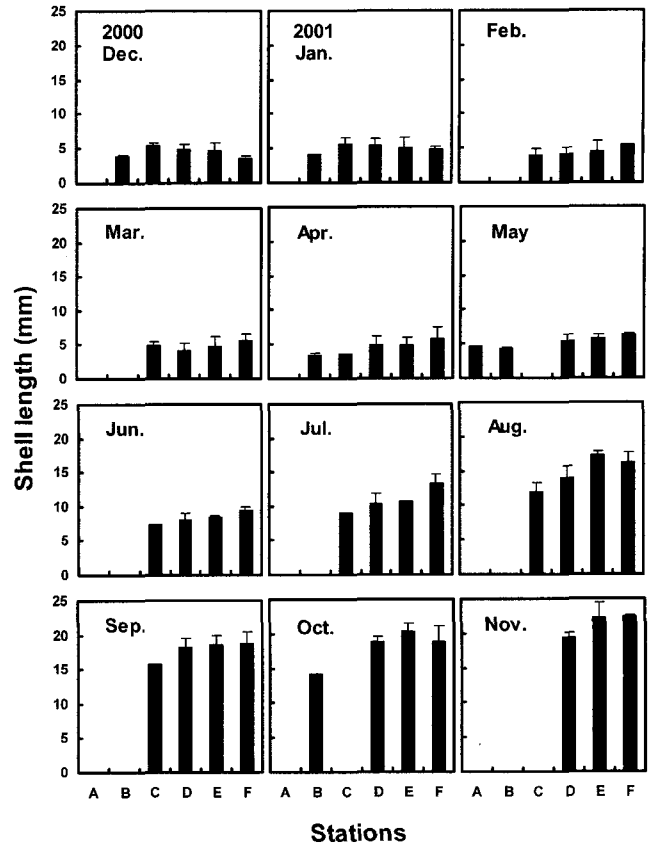


Fig. 3. Shell length distribution of blood cockle, *Tegillarca granosa* in each time of tidal line from December 2000 to November 2001 (time of tidal: A: 6 h, B: 5 h, C: 4 h, D: 3 h, E: 2 h, F: 1 h).

16.0±2.1 mm, 9월에는 18.6±1.4 mm, 10월에는 20.3±1.3 mm, 그리고, 11월에는 21.3±1.1 mm로 급격하게 성장하였다(Fig. 3). 이러한 성장 결과는 12월에 처음 관찰된 꼬막 치패에 비해 1년이 경과된 다음해 11월의 꼬막 치패가 4.5배 각 성장한 것이다.

한편 시험 조사를 실시한 그 다음해인 2001년 10월에는 새로운 자연 치패군이 시험어장에 가입되는 것이 관찰 가능하였는데 2000년 12월에 관찰된 꼬막 치패의 각장보다는 다소 큰 각장 5.4±1.1 mm의 치패가 관찰되었다(Fig. 4).

고 찰

대부분의 조개류는 봄부터 여름에 걸쳐 산란하며, 특히 갯벌에 서식하는 대합, 바지락, 가리땃, 우럭 등은 7~8월에 산란하여 가을에 육안으로도 관찰할 수 있는 크기의 치패가 출현하게 된다(유, 2000). 본 연구에서 꼬막은 7월에 산란하여 12월에는 각장 4~5 mm 전후로 성장하여 다른 조개류와 비슷한 성장과 출현 경향을 보였다.

꼬막은 갯벌에 서식하면서 노출에 의해 패각이 두터워지고,

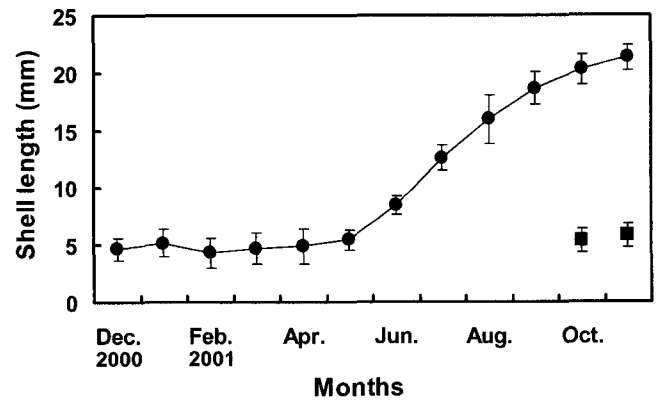


Fig. 4. Monthly growth of shell length of blood cockle, *Tegillarca granosa* spats in the habitat ground.

성장이 더디며 맛이 좋아지는데, 바지락은 간조 시 저질에 묻혀 서식하므로 위험으로부터 다소 보호될 수 있는 반면, 꼬막은 자연에 그대로 노출되므로 흑한이나 흑서, 장마 등 외부환경에 무방비 상태이며, 조류나 해적생물로부터 공격을 받기 쉽다. 그러므로 꼬막은 이러한 환경에 견디기 위하여 껍질은 두꺼워지고 간조 시 패각을 닫고 수분발산을 최대한

억제하면서 폐각내의 산소로 호흡하면서 밀물 때 다시 물속에 잠기게 될 때까지 기다리게 된다. 이러한 이유로 꼬막은 성장이 매우 느릴 수밖에 없다(Broom, 1982; You et al., 2002).

Shariffudin and Yulianda (2000)은 인도네시아에서의 꼬막은 9~10월 조사 시 미세한 갯벌 저질에 분포하며, 이때의 수온은 27~31°C, 염분은 15~34 ppt라고 보고하였고, Boonruang and Janekarn (1983)은 환경요인과 남획, 서식장의 저질 환경 등이 꼬막의 분포, 밀도, 자원량에 영향을 미친다고 하였다.

꼬막이 서식하는 갯벌은 계절과 조석에 따라 환경의 변화가 심한 곳으로 이러한 서식환경은 꼬막의 성장과 생존에 많은 영향을 미칠 것으로 생각된다. 이 연구에서 시험어장으로 선택한 꼬막 양식장은 다른 곳과 마찬가지로 갯벌에 위치하고 있어 계절과 조석에 따라 양식장의 환경변화가 현저하게 변하는 것을 알 수 있었다. 2000년 12월에서 2001년 11월까지 12개월간 매월 측정된 꼬막 양식장의 수온 범위는 5.1~27.0°C로서 2001년 1~2월에 최저수온을 보인 후, 점차 상승하여 6월에 20°C 이상으로 상승하였고, 최고수온은 8월에 27.0°C가 관찰된 후, 동년 12월에 10.9°C로 하강하는 경향을 보였는데 이와 같은 수온 환경의 분석 결과는 갯벌 양식장의 꼬막이 계절에 따른 기온의 변화에 영향을 받을 수 있음을 시사한다.

월별 당년생 치패의 출현수를 조사한 결과, 꼬막 양식장내에서 12월에 가장 많은 출현 분포를 보인 후 시간이 경과함에 따라 자연 발생된 치패의 출현 수는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 1~3월의 동절기 후 그 개체수가 크게 감소되었는데 이는 동절기 혹은 시 노출에 따른 결빙으로 인한 동해와 겨울 철새들에 의한 피해가 그 원인으로 추정된다. 또한 노출선별 치패의 출현 수는 주로 2~3시간 노출선에 가장 많은 분포를 보였다. 이러한 결과는 꼬막과 유사한 서식 습성을 가지고 있는 바지락의 경우 노출시간이 1~5시간인 장소에 치패나 성패가 많고 5시간 이상 되는 곳은 알맞은 수분만 있으면 서식과 생존에 지장이 없다는 보고(조선총독부수산시험장, 1939)와 백합의 치패가 침강하는 곳은 대조 시 5~6시간 간출되는 비교적 조위가 높은 곳이라고 보고하였다(유, 2000). 이처럼 바지락이나 백합과 같은 패류와 비교하여 꼬막의 서식장소가 다른 이유로서 다른 패류가 서식하지 않는 노출선대에 서식 장소를 잡음으로서 종족을 지속적으로 유지할 수 있는 생존전략에서 비롯된 것은 아닐까 추측되는데 구체적인 이유는 앞으로 검토하여 볼 가치가 높다고 판단된다. 이상을 종합하여 보면, 본 연구결과인 꼬막 치패의 적정 서식 노출선은 백합보다는 낮고, 바지락보다는 높은 2~4시간인 것으로 추정된다.

1년간에 걸쳐 추적한 꼬막 당년생의 폐각 성장을 구체적으로 살펴보면, 1월의 당년생 꼬막 치패의 각장은 4.7±1.0 mm 이던 것이 11월에는 21.3±1.1 mm 이었으나 12월에서 4월까지의 그 성장을 거의 관찰할 수 없었으며, 5월부터 다시 각 성장이 관

찰되기 시작하여 6월부터 10월 사이에는 매우 빠른 성장을 보였다. 한편 2001년 10월에 각장 5.4±1.1 mm 크기의 치패가 새로 어장에 출현하는 것으로 보아 꼬막은 7~8월에 산란되어 2~3개월 후인 10월경에 육안으로도 확인이 가능한 크기로서 출현하는 것으로 생각된다. 갯벌에 서식하는 바지락도 꼬막과 마찬가지로 늦가을에 발생한 치패는 겨울에는 성장이 정지되고, 이듬해 봄까지는 성장이 늦기 때문에 봄에 발생한 치패 중에서 성장이 빠른 것과는 크기로 구별하기 힘들 정도로서(유, 2000) 꼬막과 같은 성장 양상을 보인다.

꼬막은 수중의 유기현탁물(detritus)과 플랑크톤을 먹이로 하여 성장하는 종으로 개체의 성장은 서식장의 온도, 염분 등 수질과 저질 상태, 먹이의 질과 양, 간출, 밀도 등 여러 환경요인에 의해 좌우된다(Lam and Hai, 1998).

You et al. (2002)은 아열대 지방인 중국 저장성에서 1998~2000년에 각장 8.3 mm의 종패를 살포하여 15개월 후에는 28.6 mm, 1개월에 평균 1.4 mm씩 성장하는 것을 보고하였고 Muthiah and Narasimham (1992)가 온도가 높은 남중국지역에서 실시한 결과에 의하면 꼬막은 난 발생에서부터 5개월 만에 20 mm로 성장하였다고 하였다. 이러한 결과는 이 연구에서 도출된 월 평균 각 성장 0.8~1.0 mm인 것에 비교하여 월등히 성장이 빠른 것을 알 수 있으며 꼬막의 성장은 온도조건과 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

이상의 결과, 중국 남부 지방과 같이 연중 수온이 높은 지역의 꼬막 양식장에 비교하여 동계 수온이 낮아 연중 성장이 어려운 우리나라의 경우에는 이 연구에서 도출된 연구 결과와 같이 꼬막의 치패 출현 시기와 치패를 가장 많이 확보할 수 있는 노출선을 먼저 알고 있다면 지금보다 더 부가가치 높은 경쟁력 있는 꼬막 양식장을 경영할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

이 연구에서는 자연산 종패를 활용한 꼬막 양식을 위해서 먼저 자연산 치패의 발생시기 및 노출선별 분포와 성장을 조사하여 효율적인 치패 발생 및 성장을 유도하기에 적합한 양식장 조성 및 치패의 채집시기를 구명하고자 하였다. 당년생 꼬막 치패의 노출선별 분포와 성장을 조사한 결과, 꼬막 치패는 노출선 2~3시간대에 주로 분포하며, 성장도 노출선 1~3시간대에서 높은 경향이 관찰되었다. 반면 노출선 5~6시간대에서는 당년생 꼬막 치패를 거의 관찰할 수 없었다. 월별 관찰된 치패의 각장 성장을 분석하여 보면 12월에 각장 4.7±1.0 mm의 치패는 1월 5.2±1.2 mm, 5월 5.4±0.9 mm, 6월 8.5±0.8 mm, 7월 12.6±1.1 mm, 8월 16.0±2.1 mm, 9월 18.6±1.4 mm 그리고 10월에는 20.3±1.3 mm 까지 성장함을 알 수 있었다. 그리고 다음 해 10월에는 자연어장에서 생산된 새로운 치패군의 가입이 관찰되었다.

감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원(꼬막 양식기술 개발, RP-2006-AQ-009)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고문헌

- Bae, S. W., 1986. Origin and development process of ark-shell culture industry in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 19, 72–82.
- Boonruang, P. and V. Janekarn, 1983. Distribution, density, biomass, and population bionomics of *Anadara granosa* (L.) in relation to environmental factors at Sapum Bay on the east coast of Phuket Island. *Thai Fish. Gaz.*, 36, 461–468.
- Broom, M. J., 1981. Size-selection, consumption rates and growth of the Gastropods *Natica maculosa* and *Thais carinifera* preying on the bivalve, *Anadara granosa*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 56, 213–233.
- Broom, M. J., 1982. Analysis of the growth of *Anadara granosa* (Bivalvia: Arcidae) in natural, artificially seeded and experimental populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 9, 69–79.
- Broom, M. J., 1983. Mortality and production in natural, artificially-seeded and experimental populations of *Anadara granosa* (Bivalvia: Arcidae). *Ecologia*, 58, 389–397.
- Cai, Y. Y., 1993. Semi-artificial breeding and cultivation of *Tegillarca granosa* in reservoirs. *Proceedings of the symposium on aquaculture, Keelung Taiwan, Taiwan fisheries research Institute*, 3, 203–210.
- Chai, X., Z. Liu, J. Fang, Z. Lin and T. Li, 2002. Study on induced triploid of *Tegillarca granosa*. *Journal of Zhejiang Ocean University, Zhejiang Haiyang Xueyuan Xuebao*, 21, 16–19.
- Hansopa, Y., K., Thanormkiat, S. Limsakul, Y. Charoenvittayakul, T. Chongpeepien, C. Mongkolmann and S. Tuaycharoen, 1988. Growth, mortality and transportation studies on transplanted cockles (fam. Arcidae) in Nakhon Bay, Thailand, bivalve mollusk culture research in Thailand. *McCoy, E. W. and Chongpeepien, T. (ed.)*, 19, 102–108.
- Kim, C. M. and K. J. Choe, 1972. Morphological variations of the ark-shell *Anadara granosa bisenensis* Schenck et Reinhart. *Thesis Collect. Yeosu Fish. Tech. Coll.*, 6, 19–25.
- Lam, N. N. and D. N. Hai, 1998. Gut content of blood cockle, *Anadara granosa* (L.) with emphasis on diatoms, Tra Vinh, South Vietnam. *Proceedings of the Eighth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP. Hylleberg, J. (ed.)*, 18, 77–82.
- Li, K., Y. Cui, R. Gao, J. Liu, X. Li, K. Liu and W. Li, 1998. Studies on technique for high yield of industrial bloody clam breeding in large area. *Shandong-Fish., Quil-Yuye.*, 15, 10–13.
- Moon, T. S., M.-M. Jung, Y. K. Shin, M. H. Yang, C. S. Ko and Y. J. Chang, 2004. Spawning inducement, egg development and early larval rearing of ark shell (*Tegillarca granosa*) (L.). *J. Kor. Fish. Soc.*, 37, 485–491.
- Muthiah, P. and K. A. Narasimham, 1992. Larval rearing, spat production and juvenile growth of the blood clam, *Anadara granosa*. *J. Mar. Biol. Assoc. India*, 34, 138–143.
- Narasimham, K. A., 1980. Culture of blood clam at Kakinada. *Mar. Fish. Inf. Serv. Tech. Ext. Sxt.*, 23, 7–9.
- Narasimham, K. A., 1983. Experimental culture of the blood clam *Anadara granosa* (Linnaeus) in Kakinada. *Proceedings of the symposium on coastal aquaculture. Part 2: Molluscan culture. Mar. Biol. Assoc. of India, Cochin India*, 6, 551–556.
- Oon, N. F., 1986. Growth and mortality of the Malaysia cockle (*Anadara granosa* L.) under commercial culture. *Analysis through length-frequency data. Fish. Res. Inst., Glugor. Penang, Malaysia. Madras. India. FAO, SIDA.*, 1986. 21.
- Qiu, Z., M. Li, J. Lu, F. Yu, J. Liu and R. Gao, 2001. Technique of rearing bloody clam larvae in the shrimp pond. *Shandong-Fish., Quil-Yuye.*, 18, 36–37.
- Sanchai, T., 1996. Culture of cockle, *Anadara* spp., on the west coast of southern Thailand. *Proceedings of the Sixth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP Hylleberg, J. and Ayyakkannu, K. (ed.)*, 16, 97–100.
- Sharifuddin, B. A. O. and F. Yulianda, 2000. Distribution of *Anadara granosa* (L.) in molluscan assemblages at Rawameneng Beach, Subang, West Java, Indonesia. *Proceedings of the 10th International Congress and Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP. Hylleberg, J. (ed.)*, 21, 63–67.
- Shin, Y. K. and T. S. Moon, 2005. Temperature tolerance and physiological change of Blood cockle (*Tegillarca granosa*). *J. Kor. Fish. Soc.*, 38, 251–256.
- Shin, Y. K., T. S. Moon and C. H. Wi, 2002. Effects of the dissolved oxygen concentration on the physiology of the blood cockle, *Tegillarca granosa*. *J. Korean Fish. Soc.*, 35, 485–489.
- Subba, R. B. V. S. S. R., R. V. Nageswara, V. T. Ravi, G. V. Lakshmi, R. M. Janardhana, 1990. Oxygen uptake and respiratory metabolism in the blood clam, *Anadara granosa*. *J. Environ. Biol.*, 11, 51–59.
- Tian, C., Y. Liang, R. Wang, J. Sun and R. Yu, 1996. Studies on the high yield techniques for nurture of juvenile mud clam, *Tegillarca granosa*. *J. Ocean Univ.*, 26, 25–30.
- Tookwinas, S., 1983. Cockle culture in southern Thailand, *Thai Fish. Gaz.*, 36, 445–450.
- Vermeij, G. J., 1980. Drilling predation in a population of edible bivalve *Anadara granosa* (Arcidae). *Dep. Zool., Univ. Maryland, Collage park, USA*, 94, 123–125.
- Wang, H., C. Sun, M. Hou, G. Wang and H. Wang, 1997. On technique for industrial seed-rearing of *Arca granosa*. *Shandong-Fish., Quil-Yuye.*, 14, 13–15.
- Wang, X., 1989. Tolerance of the blood cockle (*Anadara granosa* L.) and Philippine clam (*Ruditapes philippinarum* Adams et Reeve) to ammonia in sediments. *Mar. Sci. Haiyang Kexue.*, 6, 51–54.
- Wong, T. M. and T. G. Lim, 1985. Cockle (*Anadara granosa*) seed produced in the laboratory, ICLARM-NEWSL., Malaysia, 8, 13 p.
- Yoo, S. K., 1971. Biological studies on the propagation of important bivalves 3. Growth and morphological variations of the ark shell *Anadara granosa bisenensis* Schenck et Reinhart, *Publ. Haewundae Mar. Lab., Bull. Pusan Fish. Coll.*, 4, 19–27.
- You, Z., Y. Wang and J. Chen, 2002. Growth of *Tegillarca gra-*

- nosa* in the pond culture of Leqing Bay. J. Fish. China, 26, 440-447.
- Zhang, X., Y. Zheng, Y. Qi, F. Sun and Z. Wang, 1998. Studies on technique for solid spat fall of *Anadara granosa* in the artificial seed-rearing, Shandong-Fish., Quil-Yuye., 15, 16-19.
- Zheng, Y., X. Zhang, H. Luan, H. and Z. Wang, 1994. On promoting maturity of ark shell by controlling water temperature. Shandong-Fish., Quil-Yuye., 11, 7-9.
- 유성규, 2000. 천해양식. 구덕출판사. 부산, 639 pp.
- 조선총독부수산시험장, 1939. 패류 생식 시기 조사. 조선총독부 수산시험장, 8, 8-20.
-
- 원고접수 : 2006년 3월 23일
수정본 수리 : 2006년 5월 5일