

피조개, *Scapharca broughtonii* 부착치패의 하계 중간양성

민광식, 김병학, 이승주, 박기열, 김병균

국립수산과학원 패류연구센터

Intermediate Culture of the Spat of Arkshell, *Scapharca broughtonii* in Summer

Kwang-Sik Min, Byoung-Hak Kim, Seung-Ju Lee, Ki-Yeol Park and Byung-Goun Kim

Shellfish Research Center, National Fisheries Research and Development Institute, Gyeongsangnam-do, 668-821, Korea

ABSTRACT

Arkshell, *Scapharca broughtonii* spats were placed in natural environmental condition for 30 days from July 28 to August 27, 2004, in order to establish intermediate culture technique. Growth and survival of the spats in different intermediate culture areas with various culture methods were measured.

Water temperature of studied area ranged from 24.1 to 28.5°C, salinity was 15.4 to 33.3 psu, dissolved oxygen was 3.92 to 12.6 mg/l.

Scapharca broughtonii spats cultured in Yeosu developed the best, 10.15 ± 1.12 mm in average shell length, and the highest survival was recorded as 77% in Namhae.

Shell lengths of the *Scapharca broughtonii* spats cultured in the water depths of 2, 5, and 10 m were 7.14 ± 1.14 mm, 6.98 ± 1.74 mm and 6.27 ± 1.33 mm, and the survivals showed 75.5%, 77.0% and 76.5%, respectively.

When 1 mm, 2 mm, and 3 mm-sized spats were cultured for 30 days in water depth of 5 m, the shell length increased to 6.73 ± 1.46 mm, 6.98 ± 1.74 mm and 7.04 ± 1.19 mm, and survivals were 67.0%, 77.0% and 58.5%, respectively.

The shell lengths of spat cultured for 30 days in mesh sizes of 1 x 1 mm, 2 x 2 mm and 3 x 3 mm, 5 m below the surface were 8.14 ± 1.23 mm, 8.26 ± 1.19

mm and 8.78 ± 1.16 mm, and survivals were 41.5%, 43.0% and 44.5%, respectively.

Keywords: *Scapharca broughtonii*, Spat, Growth and survival rate, Intermediate culture.

서론

우리나라의 피조개 (*Scapharca broughtonii*) 는 1970년 경반 이후 자연채묘에 의한 종묘산업이 시작된 이래, 1980년대는 양식생산량과 수출물량이 지속적으로 증가하여 1988년도에 수출액은 143,244천 불에 이르는 고부가 수출 전략 품종이었다. 그러나 최근에 이르러 양식생산량은 1990년도 17,758톤에서 2003년도에는 4,696톤 (1990년 대비 26%) 으로 급격히 감소하고 있는 실정이다. 이러한 생산량 감소의 원인은 양식장의 환경악화로 인한 생산성의 저하에도 기인되나, 더욱 중요한 원인은 자연채묘 부진에 의한 양식용 종패의 부족으로 8,000여 ha의 면허면적 중 양식장의 이용은 2,000 ha 미만 (추정) 에 불과하여 양식 생산에 이용되지 않는 유향어장의 증가로 양식생산량이 감소하고 있어 지속적인 양식생산을 위해서는 인공종묘에 의한 부족한 종묘의 확보 등 보다 적극적인 해결책이 요망된다.

그러나 피조개는 다른 조개류와 같이 식물성 미세플랑크톤을 여과 섭식하고, 유생사육 초기에는 일시 부착하는 생태적인 습성을 가지고 있으므로 인공종묘 생산을 위해서는 이러한 유생의 생태적 특성에 맞는 관리와 경제성이 확보되어야 하는 어려움이 있고 부착치패의 중간양성 중에 치패의 생존율이 너무 낮아 양식 산업화가 지연되고 있어 이에 대한 기술 확립이 시급한 실정이다.

특히, 채묘기에 부착된 치패는 성장함에 따라 먹이 섭취량이

Received September 20, 2004; Accepted December 8, 2004
Corresponding author: Min, Kwang-Sik
Tel: (82) 55-862-9640 e-mail: ksmin@nfrdi.re.kr
1225-3480/20204

© The Malacological Society of Korea

급증하여 실내에서 배양된 먹이로서 필요한 먹이를 충분히 공급할 수 없으므로 부착치패를 바다에 내어 중간양성을 하여야 한다. 부착치패의 중간양성은 생산한 어린조개를 바로 양식장에 살포하면 생존율이 너무 낮기 때문에 본 양성에 들어가기 전에 일정기간 동안 양성해서 각장 1 cm 내외로 성장 시키는 과정이며, 인공종묘의 양식 산업화 추진의 현안 핵심기술이다. 피조개 부착치패의 중간양성에 관한 연구는 Kanno (1963)가 육상수조에서 사육된 부착치패의 초기성장과 바깥바다에서 중간양성한 치패의 성장과 생존에 대해 보고한 이래, 치패의 중간양성에 관한 다수의 연구 (田中等, 1974; 寺嶋等, 1978)가 이루어져 왔으나, 치패의 생존율향상을 위한 구체적인 방안은 제시되지 않은 실정이다.

따라서 본 연구는 여름철 고수온기의 중간양성 관리기법을 확립하고자 중간양성 장소와 치패의 크기 및 양성방법을 서로 달리하여 부착치패의 성장과 생존율을 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 피조개 부착치패는 남해 강진만산 피조개 어미로부터 2004년 5월 20일과 6월 3일 2 회에 걸쳐 수정란을 얻어 실내에서 사육한 각장 1-3 mm, 10,000천 마리를 2004년 7월 28일 경남 마산시 진동면, 경남 고성군 동해면, 경남 거제시 사등면, 전남 여수시 화양면 및 경남 남해군 상주면 (패류연구센터 중간양성장) 앞바다 (Fig. 1) 에 치패를 부착시킨 채묘망 (90 x 80 cm, 망목 5 x 5 mm) 2 매씩을 보호망 (100 x 90 cm) 에 수용, 양성방법을 서로 달리하여 수확 (Fig. 2) 으로 시설하였다.

중간양성 방법별에 따른 시험구는 남해 상주 앞바다에서 중간양성 수심을 표층에서 2 m, 5 m 그리고 10 m 시험구로 설정 (치패크기: 각장 2 mm, 보호 망목: 2 x 2 mm) 하였고,

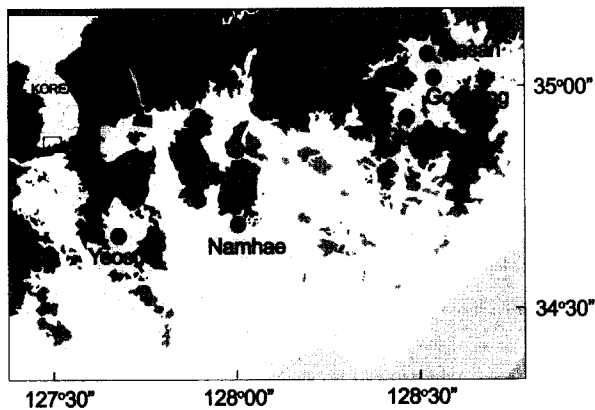


Fig. 1. Location of the intermediate culture area.

부착치패의 크기를 평균 각장 1 mm, 2 mm 및 3 mm의 시험구 (수심: 5 m, 보호 망목: 2 x 2 mm) 로 각각 설정하였으며, 거제 사등 앞바다에서 보호망목 크기를 1 x 1 mm, 2 x 2 mm 그리고 3 x 3 mm로 서로 달리 하였다. 모든 시험구는 3 반복으로 설정하였으며, 성장 및 생존을 조사는 보호망 1 매 당 부착치패 30 개체씩을 무작위로 채집하여 vernier caliper로 성장을 측정하고, 생존율은 단위면적당 (10 x 10 cm) 생존개체수를 조사하였다. 양성장 환경조사는 15일 간격으로 성장 및 생존 조사시 수온, 염분, 용존산소, 클로로필 a 함량을 조사, 분석하였다.

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

결과 및 고찰

1. 중간양성장의 환경특성

2004년 7월 28일부터 2004년 8월 27일까지 30일간에 걸친 피조개 부착치패의 중간양성시험 기간 중의 수온범위는 24.1-28.5°C였으며, 8월 4일 고성 동해 앞바다에서 28.5°C로 가장 높았고, 8월 26일 마산 진동 앞바다에서 24.1°C로 가장 낮았다 (Fig. 3). 중간양성 기간 중 고성 동해 앞바다가 다른 해역에 비하여 2°C 내외의 고온상을 나타내었다.

염분범위는 15.4-33.3 psu였으며, 8월 11일 여수 화양 앞바다에서 33.3 psu로 가장 높았고, 8월 19일 같은 해역에서 15.4 psu로 가장 낮았다 (Fig. 4). 낮은 염분도의 원인은 태풍 "메기" 내습시 집중호우 (153 mm/일) 에 기인된 것으로 나타났다으며, 이와 같은 현상은 남해 상주 앞바다를 제외한 여수 화양, 고성 동해 앞바다에서 특히 심하였다.

용존산소의 변화는 3.92-12.6 mg/l이었으며, 8월 11일 마산 진동 앞바다의 수심 10 m에서 평균 3.92 mg/l로 저산소 수괴

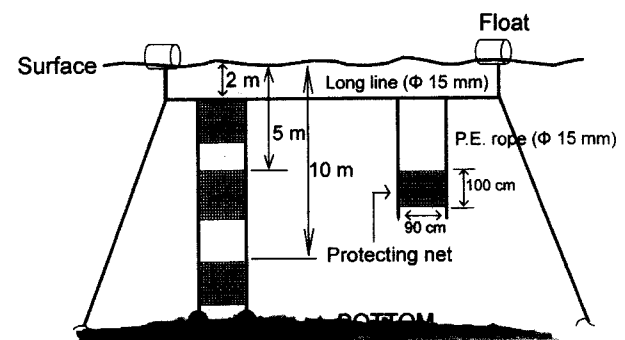


Fig. 2. Facilities for intermediate culture of the arkshell.

를 나타내었다 (Fig. 5). 특히 남해 상주 앞바다를 제외한 나머지 해역에서는 7월 하순 이후 시험 종료 시까지 저층에는 빈(저) 산소수위가 확인되었다.

클로로필 a 함량의 변화는 0.13-21.7 mg/l이었으며, 중간양성 기간 중 여수 화양 앞바다가 다른 해역에 비하여 비교적 높았고, 남해 상주 앞바다에서 낮은 경향을 나타내었다 (Fig. 6). 8월 26일 거제 앞바다에서 21.7 mg/l의 높은 함량을 보인 것은 *Alexandrium affine*에 의한 고밀도 적조에 의한 것으로 확인되었다.

2. 중간양성 해역별 부착지패의 성장과 생존

중간양성 장소를 서로 달리하여 30일만에 걸친 해역별 부착지패의 성장은 여수 화양 앞바다에서 평균 각장 10.15 ± 1.12 mm로 가장 빨랐으며, 고성 동해 9.70 ± 1.16 mm, 거제 사등 8.26 ± 1.19 mm, 마산 진동 8.22 ± 1.44 mm, 그리고 남해 상주 앞바다에서 평균 각장 6.98 ± 1.74 mm순으로 자라서 지역에 따라 차이를 나타내었다 (Fig. 7, Table 1). 이와 같은 현상은 해역에 따라 chlorophyll a 함량에서는 큰 차이

를 나타내지 않았으나, 수온은 여수 화양과 고성 동해 지역이 거제 사등과 남해 상주지역에 비해 1.7-2.6℃의 고온상을 나타내어 수온이 성장에 차이를 가져온 것으로 추정되었다. Kim et al. (1980)은 각장 1 mm 지패를 중간양성 시험한 결과, 지역별로 차이를 보여 진해만이 저도에 비하여 성장이 좋은 것으로 나타났으며, 이러한 현상은 양 해역의 수온 관계로 볼 때 진해만이 월 평균 15.7℃, 저도는 16.6℃로 저도가 0.9℃ 고온상이므로, 성장에 유리할 것으로 보였으나, 플랑크톤 양에 있어서는 진해만이 저도에 비하여 2 배 가량 많은 분포를 보여, 성장은 어장 특성에 따라 차이를 보인 것으로 보고한 바 있다.

중간양성 장소별 생존율은 남해 상주 앞바다에서 77%로 가장 높았으며, 나머지 해역에서는 32.0-48.5%로 비교적 낮은 경향을 보였다 (Fig. 8). 이러한 낮은 생존율은 태풍 "메기"의 내습으로 인한 심한 풍파에 의한 먹이섭취의 방해와 부착지패의 탈락에 기인한 것으로 확인되었다. 高見 等 (1977, 1978)은 중간양성 기간 중 생존율은 1975년도에 6.5%, 1976년도에 26.6%를 보였고, 낮은 원인은 중간양성 초기의 감모율이 많아 이러한 결과를 초래하였다고 보고한 바 있다. Kim et

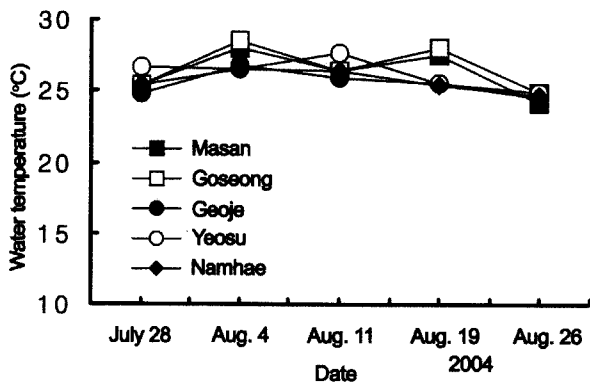


Fig. 3. Variation of water temperature in the intermediate culture area.

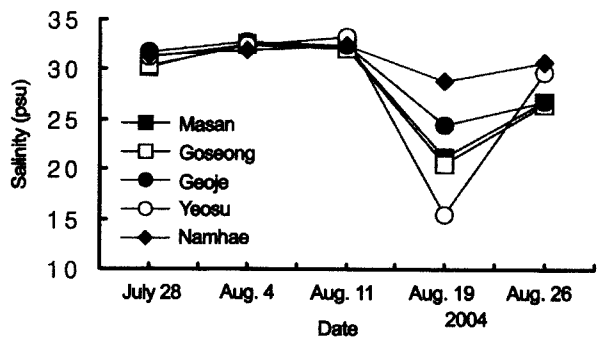


Fig. 4. Variation of salinity in the intermediate culture area.

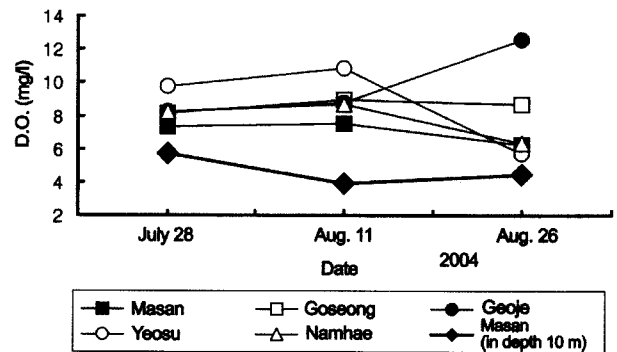


Fig. 5. Variation of DO in the intermediate culture area.

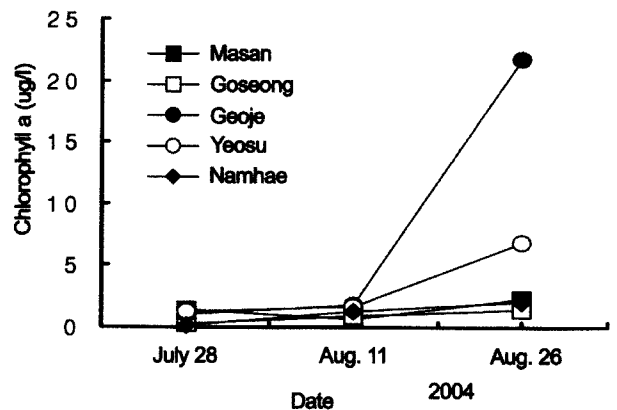


Fig. 6. Variation of chlorophyll a in the intermediate culture area.

Table 1. Growth and survival of *Scapharca broughtonii* spat during the intermediate culture.

		Shell length (mm)	Survival (%)
Intermediate culture area	Masan Jindong	8.22 ± 1.44 ^{bc}	32.0 ^{c*}
	Goseong Donghae	9.70 ± 1.16 ^a	48.5 ^b
	Geoje Sadeung	8.26 ± 1.19 ^{bc}	43.0 ^b
	Yeosu Hwayang	10.15 ± 1.12 ^a	33.0 ^c
	Namhae Sangju	6.98 ± 1.74 ^c	77.0 ^a
Water depth	2 m	7.14 ± 1.14 ^a	75.5 ^a
	5 m	6.98 ± 1.74 ^a	77.0 ^a
	10 m	6.27 ± 1.33 ^b	76.5 ^a
Shell length	1 mm	6.73 ± 1.46 ^a	67.0 ^b
	2 mm	6.98 ± 1.74 ^a	77.0 ^a
	3 mm	7.04 ± 1.19 ^a	58.5 ^c
Mesh size	1 x 1 mm	8.14 ± 1.23 ^a	41.5 ^a
	2 x 2 mm	8.26 ± 1.19 ^a	43.0 ^a
	3 x 3 mm	8.78 ± 1.16 ^a	44.5 ^a

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

al. (1980) 은 각장 1 mm 치패를 55일간 중간양성 시험한 결과, 생존율은 23.9-25.0%였다. 본 시험이 하계에 수행되었고, 시험조건과 해역특성에 차이가 있어 이들 연구자들의 연구결과와 비교, 고찰하기는 어려우나, 이들 연구결과 보다는 비교적 높은 생존율을 나타내었다. 이상과 같은 결과로 볼 때 부착치패의 고수온기 중간양성장은 집중호우와 태풍 그리고 빈 (저) 산소수위의 영향을 비교적 적게 받는 곳에서 높은 생존율을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 중간양성 방법별 부착치패의 성장과 생존

중간양성 수심을 표층에서 2 m, 5 m 그리고 10 m로 서로 달리하여 30일만에 걸친 부착치패의 성장은 2 m와 5 m 수

심에서 각각 각장 평균 7.14 ± 1.14 mm, 6.98 ± 1.74 mm로 10 m 수심의 6.27 ± 1.33 mm 보다 빠른 경향을 보였으며 ($p < 0.05$), 생존율은 5 m 수심에서 77.0%로 가장 높았고, 2 m와 10 m 수심에서 각각 75.5%, 76.5%로 나타나 수심에 따른 큰 차이는 없었다 (Fig. 9, 10, Table 1).

표층은 먹이생물량이 풍부하여 빠른 성장을 기대할 수 있으나, 태풍 등 풍파에 영향을 많이 받을 경우 부착치패의 탈락이 심하여 생존율이 낮아질 수 있고, 수심이 깊어질수록 먹이생물량이 줄어들어 성장에 나쁜 영향과 저층 빈 (저) 산소수위의 영향으로 생존율이 낮아져, 보다 빠른 성장과 높은 생존율을

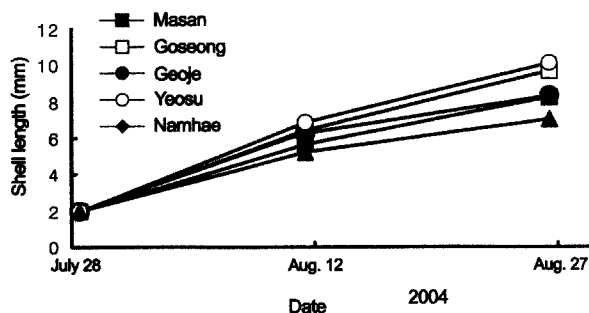


Fig. 7. Growth of shell length of *Scapharca broughtonii* spat in the intermediate culture area.

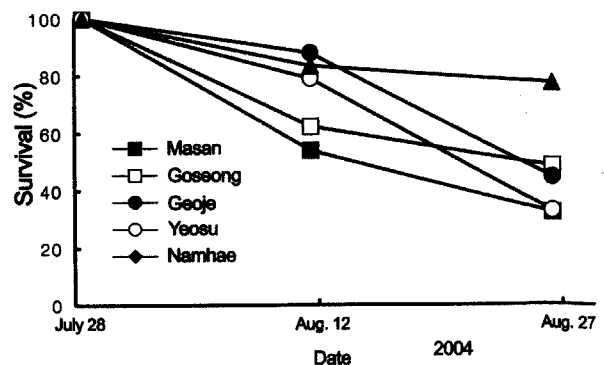


Fig. 8. Survival of *Scapharca broughtonii* spat after 30 days cultivation in the intermediate culture area.

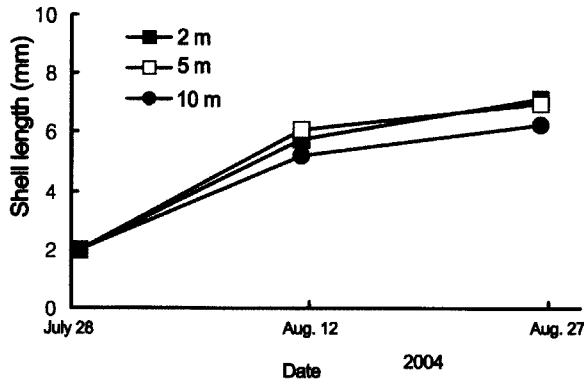


Fig. 9. Changes of shell length of *Scapharca broughtonii* spat cultured in water depths of 2, 5, and 10 m in the intermediate culture area.

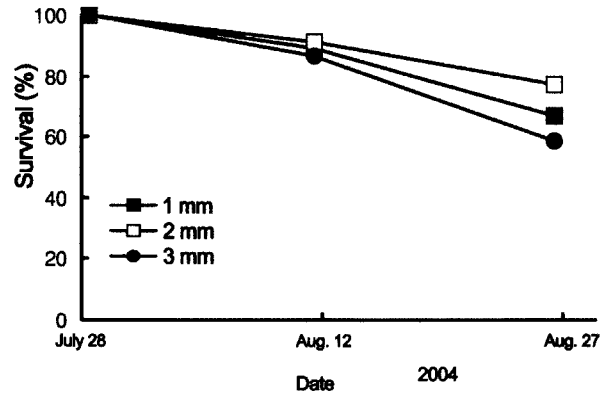


Fig. 12. Survival of *Scapharca broughtonii* spat after 30 days cultivation with initial shell lengths of 1, 2, and 3 mm in the intermediate culture area.

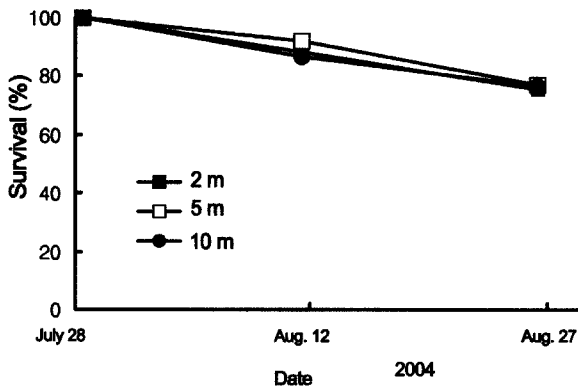


Fig. 10. Survival of *Scapharca broughtonii* spat cultured in water depths of 2, 5, and 10 m in the intermediate culture area.

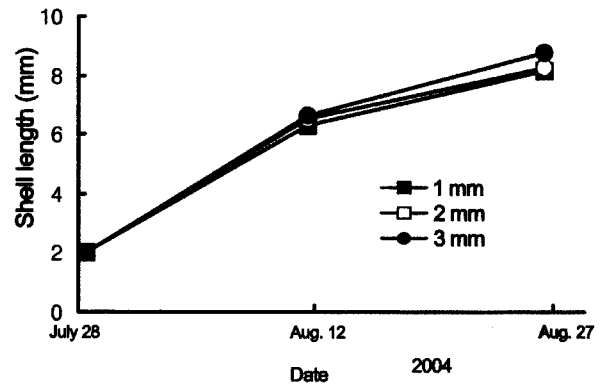


Fig. 13. Growth of 2 mm-sized *Scapharca broughtonii* spat cultured for 30 days in the mesh sizes of 1, 2, and 3 mm in the intermediate culture area.

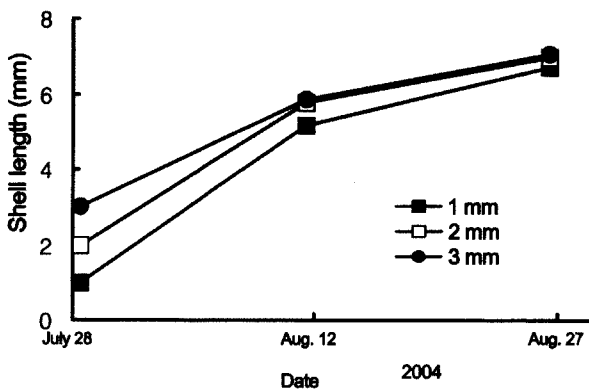


Fig. 11. Growth of *Scapharca broughtonii* spat after 30 days cultivation with initial shell lengths of 1, 2, and 3 mm in the intermediate culture area.

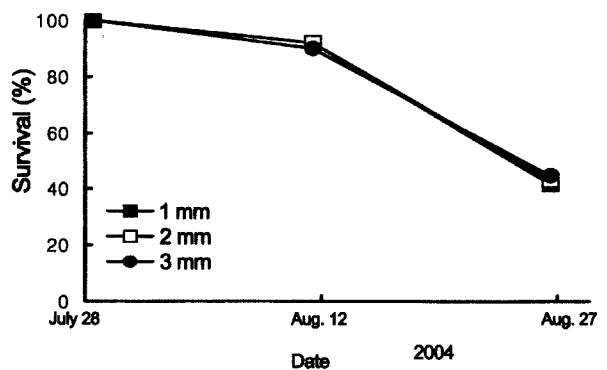


Fig. 14. Survival of 2 mm-sized *Scapharca broughtonii* spat cultured for 30 days in the mesh sizes of 1, 2, and 3 mm in the intermediate culture area.

얻을 수 있는 수심은 5 m 수층이 적정할 것으로 판단된다.

부착치패의 크기를 서로 달리하여 수심 5 m에서 중간양성한 결과, 평균 각장 1 mm, 2 mm 및 3 mm 시험구의 성장은 각각 평균 각장 6.73 ± 1.46 mm, 6.98 ± 1.74 mm 및 7.04 ± 1.19 mm (Fig. 11, Table 1) 로 나타내어 치패의 크기에 따른 뚜렷한 성장차이는 나타나지 않았으나, 생존율은 Fig. 12와 같이 각각 67.0%, 77.0% 및 58.5%로 시험구간에 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$).

부착치패가 클수록 작은 치패에 비해 성장은 비교적 빠르나, 풍파 등에 의한 영향을 받아 탈락이 심하며, 너무 작은 치패는 중간양성망을 빠져나와 유실되는 경향이 있어 부착치패의 빠른 성장과 높은 생존율을 기대할 수 있는 중간양성시 바다내기 적정 크기는 평균 각장 2 mm가 적정할 것으로 판단된다.

부착치패를 수용하는 보호망목 크기를 서로 달리하여 수심 5 m에서 중간양성한 결과, 보호망목 1 x 1 mm, 2 x 2 mm 및 3 x 3 mm 시험구의 성장은 각각 평균 각장 8.14 ± 1.23 mm, 8.26 ± 1.19 mm 및 8.78 ± 1.16 mm로 자라서 보호망목 크기에 따른 뚜렷한 성장 차이는 나타나지 않았으며 (Fig. 13, Table 1), 생존율도 Fig. 14에서 나타낸바와 같이 각각 41.5%, 43.0% 및 44.5%로 유의한 차이는 없었다.

작은 망목은 치패의 유실은 적으나 부착생물과 이물질 등의 다량 부착으로 조류의 소통이 원활하지 못하여 먹이섭취에 지장을 받아 다소 성장이 부진하였으며, 큰 망목은 원활한 조류 소통으로 성장은 비교적 빠르나 초기 부착치패는 망목사이로 빠져나와 치패가 유실 될 수 있으므로 중간양성 초기의 망목은 2 mm 내외가 적정할 것으로 보이며, 성장함에 따라 망목 크기를 달리 하여 치패의 빠른 성장과 생존율을 향상시킬 수 있을 것으로 추정된다.

요 약

본 연구는 피조개 부착치패의 중간양성 관리기법을 확립하기 위하여 2004년 7월 28일부터 8월 27일까지 30일간에 걸쳐 중간양성 장소와 양성방법을 서로 달리하여 중간양성장의 환경 특성, 부착치패의 성장과 생존율을 조사하였다.

중간양성장의 수온범위는 $24.1\text{--}28.5^\circ\text{C}$ 였으며, 고성 동해 앞 바다에서 가장 높았고 마산 진동 앞바다에서 가장 낮았으며, 중간양성기간 중 고성 동해 앞바다의 수온이 다른 해역에 비하여 2°C 내외의 고온상을 나타내었다. 염분범위는 $15.4\text{--}33.3$ psu로 나타났으며, 8월 19일 여수 화양 앞바다에서 집중호우에 의한 영향으로 염분은 15.4 psu로 가장 낮았다. 그리고 용존산소는 $3.92\text{--}12.6$ mg/l이었으며, 특히 남해 상주 앞바다를 제외한 나머지 해역에서는 7월 하순 이후 시험 종료 시까지 저층에는 빈 (저) 산소수위가 확인되었다

중간양성 해역별 부착치패의 성장은 여수 화양 앞바다에서 평균 각장 10.15 ± 1.12 mm로 가장 빨랐으며, 고성 동해, 거제 사등, 마산 진동의 순이었으나 남해 상주 앞바다에서 평균 각장 6.98 ± 1.74 mm로 가장 느린 성장을 보여 지역에 따라 차이를 나타내었다. 그러나 중간양성 해역별 부착치패의 생존율은 남해 상주 앞바다에서 77.0%로 가장 높았으며, 나머지 해역에서는 32.0-48.5%로 비교적 낮은 경향을 나타내었다.

중간양성 수심을 표층에서 2 m, 5 m 그리고 10 m로 서로 달리한 결과, 부착치패의 성장은 2 m와 5 m 수심에서 각각 평균 각장 7.14 ± 1.14 mm, 6.98 ± 1.74 mm로 수심 10 m의 6.27 ± 1.33 mm 보다 빠른 경향을 보였으며 ($p < 0.05$), 생존율은 5 m 수심에서 77.0%로 가장 높았고, 수심 2 m와 수심 10 m 에서는 각각 75.5%, 76.5%로 나타났다.

부착치패의 크기를 서로 달리하여 수심 5 m에서 중간양성한 결과, 평균 각장 1 mm, 2 mm 및 3 mm 시험구의 성장은 각각 6.73 ± 1.46 mm, 6.98 ± 1.74 mm 및 7.04 ± 1.19 mm로 치패 크기에 따른 뚜렷한 성장차이는 나타나지 않았으나, 생존율은 각각 67.0%, 77.0% 및 58.5%로 시험구간에 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$).

부착치패를 수용하는 보호망목 크기를 서로 달리하여 수심 5 m에서 중간양성한 결과, 보호망목 1 x 1 mm, 2 x 2 mm 및 3 x 3 mm 시험구의 성장은 각각 평균 각장 8.14 ± 1.23 mm, 8.26 ± 1.19 mm 및 8.78 ± 1.16 mm로 자라서 보호망목 크기에 따른 뚜렷한 성장차이는 나타나지 않았으며, 생존율도 각각 41.5%, 43.0% 및 44.5%로 시험구간에 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

REFERENCES

- Kanno, H. (1963) Breeding of the ark, *Anadara broughtonii*, in tank. *Bulletin of Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory*, **23**: 108-116. [in Japanese]
- Kim, J.D., Cheong, S.C. and Kang, H.W. (1980) Studies on the artificial mass seed production of the ark shell, *Anadara broughtonii* on the intermediate culture of the artificial seed. *Bulletin of National Fisheries Research and Development Agency*, **25**: 45-53. [in Korean]
- 高見東洋, 岩本哲二, 中村達夫, 井上 泰 (1977) アカガイの増殖に關する研究. 山口内海水試報告, 7-14.
- 高見東洋, 岩本哲二, 中村達夫, 中村雅人, 陣之内征龍, 富山 昭, 桃山和夫, 井上 泰 (1978) アカガイ増養殖に關する研究. 山口内海水試報告, 8-18.
- 田中邦三, 須田恭光, 庄司泰雅 (1974) アカガイの成長歩留りについて. *水産増殖*, **21**(4): 155-156.
- 寺嶋 朴, 小野 秀次郎, 土屋 豊 (1978) アカガイ人工種苗の中間育成について. *岡山縣水試事報*, 199-206.