

피조개, *Scapharca broughtonii* 부착치패의 중간양성시 보호망 형태와 유실방지망 종류에 따른 성장과 생존

김병학*, 신윤경, 박기열, 최낙중, 오봉세¹, 민병희

국립수산과학원 남해특성화연구센터, ¹국립수산과학원 증보존연구센터

Growth and Survival of the Spat of Arkshell, *Scapharca broughtonii* in Intermediate Culture with Different Shape of Protective Net and Type of Preventive Net of Spat Loss

Byeong-Hak Kim*, Yun-Kyung Shin, Ki-Yeol Park, Nack-Joong Choi, Bong-Se Oh¹
and Byeong-Hee Min

South Sea Mariculture Research Center, NFRDI, Namhae 668-821, Korea

¹Marine Species Conservation Center, NFRDI, Jeju-do 699-800, Korea

ABSTRACT

Growth and survival of the spat of arkshell, *Scapharca broughtonii* were investigated for the improvement of survival in intermediate culture with different shape of protective net and type of preventive net of spat loss. The growth performance of the spat of arkshell was observed for 60 days by using different forms of protective net, as the exposure form with an average shell length of 12.8±3.2 mm (P<0.05), the fish pot form with 12.2±3.5 mm, the cylinder form with 11.9±3.8 mm and the last one is the rectangular form with 10.9±3.7 mm. Their numerical value did not show any marked difference with each other. But in case of survival rate, the fish pot form showed highest survival rate which is 43.7% and the significantly lowest was showed by the exposure form, which is 5.4% (P<0.05). The cylinder form and rectangular form showed 41.2 and 31.6% respectively. And then the growth of the spat of arkshell was observed for 163 days by rearing in a sort of preventive net, the first group was in a blackout curtain with average shell length of 13.9±3.1 mm, the next group was in a balsam pear net with 12.9±3.0 mm, in a polyethylene net with 11.8±3.1 mm and the control with 12.6±3.3 mm which was not installed by preventive net of spat loss. The survival rate was 91.5% in a blackout curtain, 90.1% in a polyethylene net, 88.5% in a balsam pear net and 61.5% in a controlled group. It is seen that the highest growth and survival rate were observed in a fish pot form and cylinder form. These results were a little bit difference from those of the spat of arkshell cultured in the form of different preventive nets. There was no significant difference in survival rate in relation to the sorts of preventive net against carrying-away, but there was a difference in survival rate by more than 30% as against the non-installed controlled group. We expect that survival rate would be highly improved in intermediate culture carried out with fish pot form and cylinder form of protective net and preventive net of spat loss.

Key words: *Scapharca broughtonii*, spat, intermediate culture, protective net, preventive net

서론

우리나라의 피조개 (*Scapharca broughtonii*) 양식은 1970년대 중반부터 자연채묘에 의한 대량 종묘생산과 산업화 양식이 이루어지면서 1986년의 생산량이 58,393톤에 달하였다. 그러나 1980년대 말부터 생산량이 급격히 감소되면서 2007년의 생산량은 2,894톤에 불과하였으며, 1986년에 비해

Received June 17, 2008; Revised July 21, 2008; Accepted July 31
Corresponding author: Kim, Byeong-Hak
Tel: +(82) 55-862-9640 e-mail: dabhkim@daum.net
1225-3480/24208

거의 1/20 수준으로 줄어들었다.

이러한 피조개의 생산량 감소는 장기간의 연작과 과밀 양식, 양식장의 수질 및 저질 환경 악화에 의한 대량폐사 (Park *et al.*, 1998) 와 자연채묘 종패의 생산 부진에 기인되며, 최근의 지구온난화와의 연관성도 있을 것으로 추정된다. 특히 자연채묘의 부진에 의한 양식용 종패 확보의 어려움으로 8,000여 ha의 양식면적 중 양식장의 이용은 2,000 ha 미만에 불과하며, 유희어장의 증가로 양식생산량이 지속적으로 감소하고 있어 양식생산량 증대를 위한 인공종묘의 대량생산 등 적극적인 해결책이 요구된다.

피조개는 다른 조개류와 같이 식물플랑크톤의 여과 섭식자로서 유생사육 초기에 일시 부착하는 생태적 습성을 가지고 있어 인공종묘 생산을 위해서는 유생의 생태특성에 적합한 관리 및 경제성이 확보되어야 하는 어려움이 있으며, 부착치패의 중간양성기간 중 치패의 낮은 생존율을 개선하기 위한 기술 확립이 시급한 실정이다.

특히, 채묘기에 부착된 치패는 성장함에 따라 먹이 섭취량이 급증하여 실내에서 배양된 먹이만으로는 필요한 먹이를 충분히 공급할 수 없으므로 부착치패를 바다에 내어 중간양성을 하여야 한다.

부착치패의 중간양성은 각장 1 mm 내외의 부착치패를 바로 양식장에 씨 뿌림하면 생존율이 너무 낮기 때문에 본 양식에 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 초기성장 과 바닷바다에서 중간양성한 치패의 성장 및 생존에 대해 보고한 이래, 치패의 중간양성에 관한 다수의 연구 (田中等, 1974; 寺嶋等, 1978)가 이루어져 왔다. 최근에는 국립수산물학원에서 피조개 인공종묘생산의 산업화 기술개발을 위해 중간양성 장소, 수심, 망목 및 성숙관리 기법 등에 관한 연구 (Min *et al.*, 2004, Kim *et al.*, 2006)가 추진되었으나 피조개 부착치패의 중간양성시 생존율이 낮아 산업화에는 미흡하였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 종전과 다른 개선된 중간양성 보호망 및 유실 방지망을 사용하여 부착치패의 성장 및 생존을 조사하였다.

재료 및 방법

피조개의 보호망 형태별 중간양성 시험의 부착치패는 남해 강진만산 피조개 어미로부터 2005년 6월 20일에 수정란을 얻어 실내에서 사육한 각장 1.6 ± 0.7 mm를 사용하였다. 중간양성 시험 기간은 2005년 8월 9일부터 10월 7일까지 60일간 이었고, 경남 마산시 진동면 앞바다 (Fig. 1)에서 연승수하식으로 시설하였으며 (Fig. 2), 치패를 부착시킨 채묘망을 보호망 (크

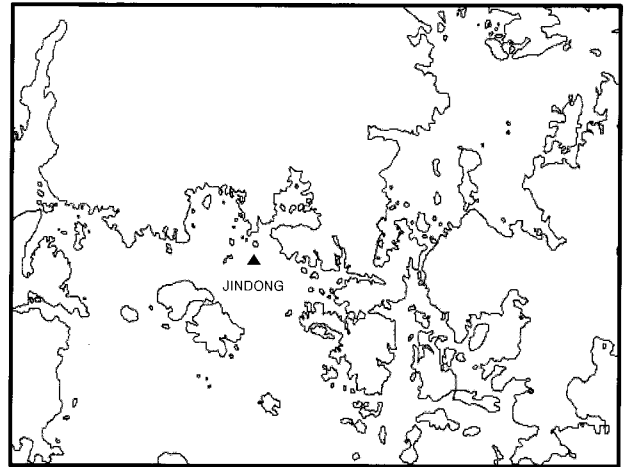


Fig. 1. The location of the intermediate culture area (JinDong Bay near Masan city).

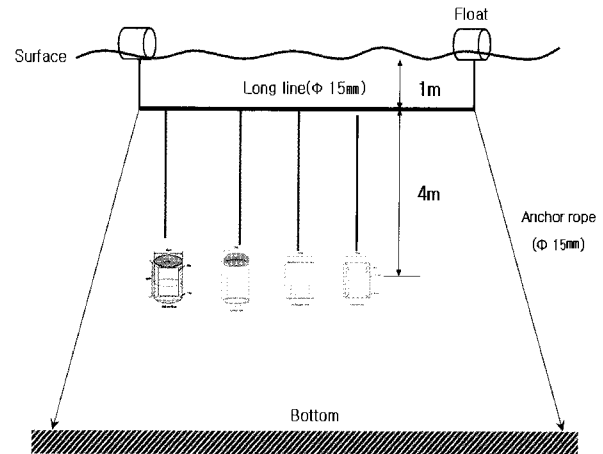


Fig. 2. Facilities for intermediate culture of arkshell.

기 : 50×80 cm, 망목 : 1.5 mm)에 수용하여 수심 5 m에 양성하였다. 보호망의 형태별 중간양성시험의 시험구를 통발형, 원통형, 직사각형, 노출형으로 각각 설정하였다 (Fig. 3).

유실 방지망 종류별 중간양성시험은 남해 강진만산 피조개 어미로부터 2005년 8월 7일에 수정란을 얻어 실내 사육한 부착치패 (각장 1.8 ± 0.9 mm)를 사용하였고, 2005년 11월 14일부터 2006년 5월 22일까지 163일간 동일한 장소 및 수심에서 양성하였다. 유실 방지망 종류별 중간양성시험의 시험구를 여자망, 차광막, PE망으로 각각 설정하였다 (Fig. 4). 모든 시험구는 3반복으로 설정하였으며, 성장 및 생존을 조사는 보호망 1매 당 부착치패 30개체씩을 무작위로 채집하여 vernier caliper로 성장을 측정하였고, 생존율은 단위면적당 (10×10 cm) 생존개체수를 조사하였다. 양성장 환경조사는 15일 간격으로 성장 및 생존 조사시 수온, 염분, 용존산소를 조사, 분석하였다.

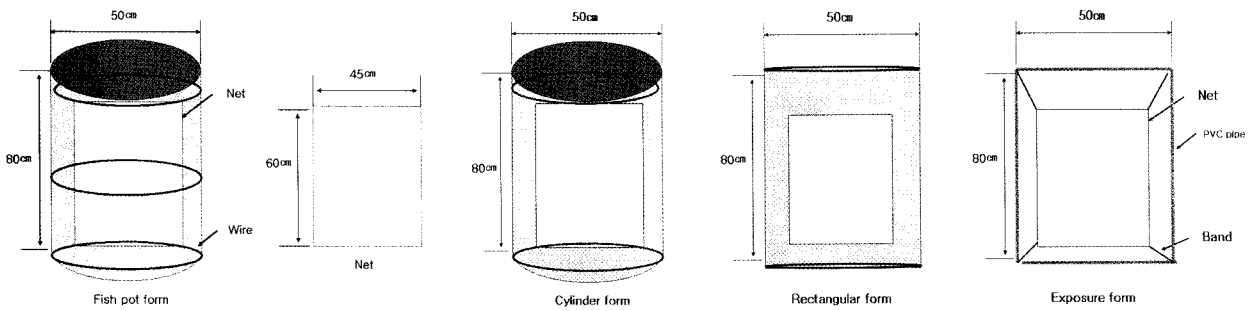


Fig. 3. The shapes of nets used for intermediate culture of *Scapharca broughtonii* spat.

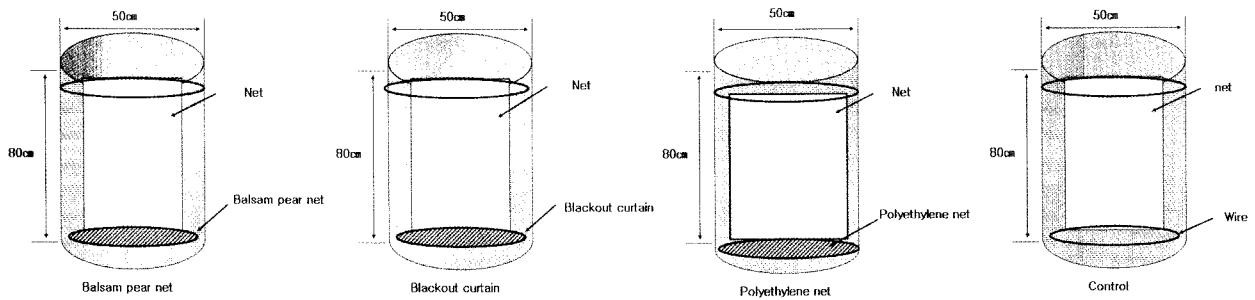


Fig. 4. The types of nets used for intermediate culture of *Scapharca broughtonii* spat.

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, 평균간의 유의성을 95% 신뢰한계에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 보호망 형태별 중간양성시험장의 환경

2005년 8월 9일부터 2005년 10월 7일까지 60일간에 걸친 피조개 부착치패의 중간양성시험 기간 중의 수온범위는 22.5-27.7℃이었으며, 8월 24일에 28.7℃로 가장 높았고, 10월 7일에 22.5℃로 가장 낮았다 (Fig. 5). Jeong and Cho (2003)는 2002년부터 2003년까지 조사에서 연중 수온의 범위는 5.3-29.0℃이었고, 7-8월에 가장 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서의 고수온시기와 일치하였고, 중간양성 기간 중 평균 수온은 25.1±7.4℃로 부착치패 성장에 적합한 수온 상을 나타내었다. 염분범위는 24.5-32.5 psu이었으며, 10월 11일에 32.5 psu로 가장 높았고, 8월 9일에 24.5 psu로 가장 낮았다 (Fig. 5). Min et al. (2004)은 2004년 8월 11일에 여수해역에서 염분이 15.2 psu로 가장 낮게 나타났으며, 이는 태풍으로 인한 집중호우로 대부분의 해역에서 낮은 염분을 보였고, 성장과 생존에 영향을 미친 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 가장 낮은 염분이 24.5

psu로 비교적 높아 부착치패 생존에 크게 영향을 미치지 않았다.

용존산소의 변화는 5.4-8.5 mg/L이었으며, 8월 23일에 5.4 mg/L로 가장 낮았고, 10월 7일에 8.5 mg/L로 높게 나타났으며, 빈 산소수괴에 의한 대량폐사는 확인되지 않았다 (Fig. 5).

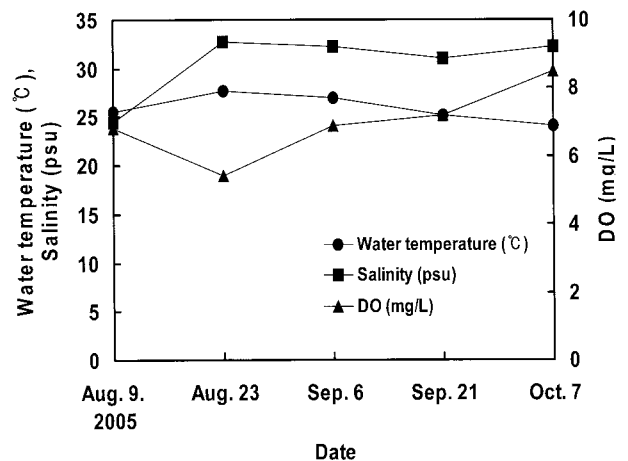


Fig. 5. Variations of water temperature, salinity and dissolved oxygen concentration in the intermediate culture area, Jin Dong bay near Masan city.

Table 1. Growth and survival rates of *Scapharca broughtonii* spat cultured in intermediate culture

		Shell length (mm)	Survival rate (%)
Shapes of protective nets	Fish pot form	12.2±3.5 ^b	43.7 ^a *
	Cylinder form	11.9±3.8 ^b	41.2 ^a
	Rectangular form	10.9±3.7 ^c	31.6 ^b
	Exposure form	12.8±3.2 ^a	5.4 ^c
Types of preventive nets of spat loss	Balsam pear net	12.9±3.0 ^b	88.5 ^a
	Blackout curtain	13.9±3.1 ^a	91.5 ^a
	Polyethylene net	11.8±3.1 ^c	90.1 ^a
	Control	12.6±3.3 ^b	61.5 ^b

* Superscripts with different alphabets in columns are significant ly different (P<0.05).

2. 보호망 형태별 부착치패의 성장과 생존

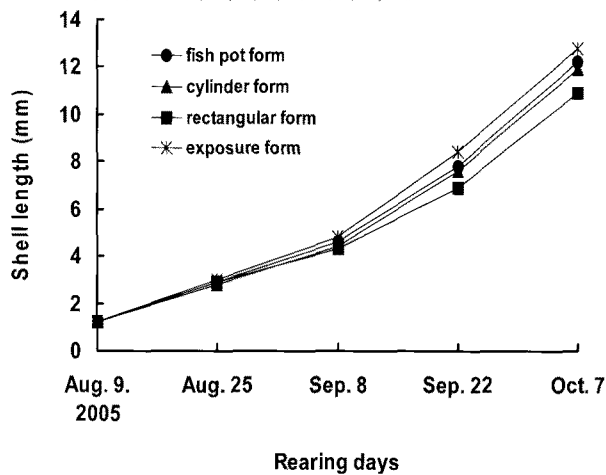


Fig. 6. Growth of shell length of *Scapharca broughtonii* spat after 60 days cultivation in the different shapes of protective nets for intermediate culture.

보호망 형태를 서로 달리하여 60일간 중간양성한 부착치패의 성장은 노출형이 평균 각장 12.8±3.2 mm로 가장 빨랐으며 (P<0.05), 통발형이 12.2±3.5 mm, 원통형이 11.9±3.8 mm, 직사각형이 10.9±3.7 mm 순으로 큰 차이를 나타내지 않았다 (Table 1, Fig. 6). 이 결과는 Ryu *et al.* (1993)이 보고한 해중채롱수하관리로 55일째 11.0 mm로 성장한 것과 유사한 결과를 나타내었다.

생존율은 통발형이 43.7%, 원통형이 41.2%, 직사각형이 31.6%로 보호망 형태에 따라서는 통발형 및 원통형이 직사각형 보다 유의하게 높았으며, 노출형이 5.4%로 매우 낮았다 (P<0.05, Table 1, Fig. 7). 高見 等 (1977, 1978)은 중간양성 기간 중 생존율이 1975년도에 6.5%, 1976년도에 26.6%였고, Kim *et al.* (1980)은 각장 1 mm 부착치패를 55일간 중간양성 시험한 결과, 생존율이 23.9-25.0%로 보고 한 바 있다. 낮은 생존율의 원인으로는 피조개 부착치패의 중간양성 시 보호망에 부착된 부니와 부착생물로 인한 해수소통의 부진

등과 같은 문제점이 있으며 (Ryu *et al.*, 1993), Min *et al.*

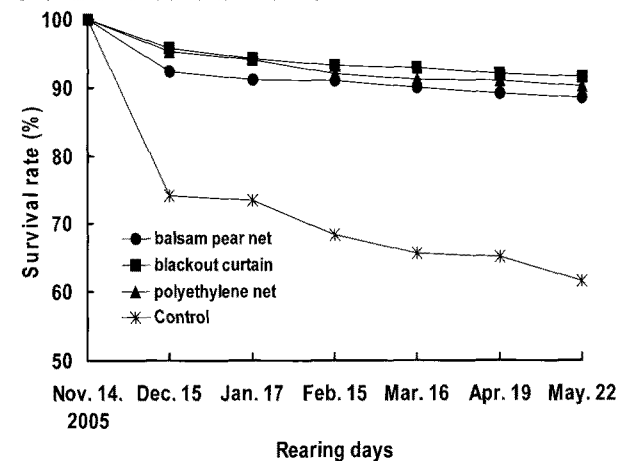


Fig. 7. Survival of *Scapharca broughtonii* spat after 60 days cultivation in the different shapes of protective nets for intermediate culture.

(2004)의 연구에서도 중간양성 30일 후 태풍 등에 의해 생존율이 매우 낮은 것으로 보고 되어 현재까지 중간양성시 생존율은 매우 낮은 경향을 보이고 있다. 본 연구는 하계에 수행되었고, 앞에서 보고 된 시험조건과 해역특성에 차이가 있어 이들의 연구결과와 비교, 고찰하기는 어려우나, 이들 연구결과 보다는 비교적 높은 생존율을 나타내었다. 본 연구에서는 채묘망과 보호망 간의 공간이 확보되어 마찰에 의한 탈락이 방지되고, 해수의 소통이 원활하여 부착치패의 생존율이 높은 것으로 추정되며, 피조개 부착치패의 보호망을 통발형 및 원통형을 사용하면 높은 생존율을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

3. 유실 방지망 종류별 중간양성장의 환경

2005년 11월 14일부터 2006년 5월 22일까지 163일간에 걸친 피조개 부착치패의 중간양성시험 기간 중의 수온범위는 9.8-18.3°C이었으며, 1월 13일에 9.8°C로 가장 낮았고, 5월

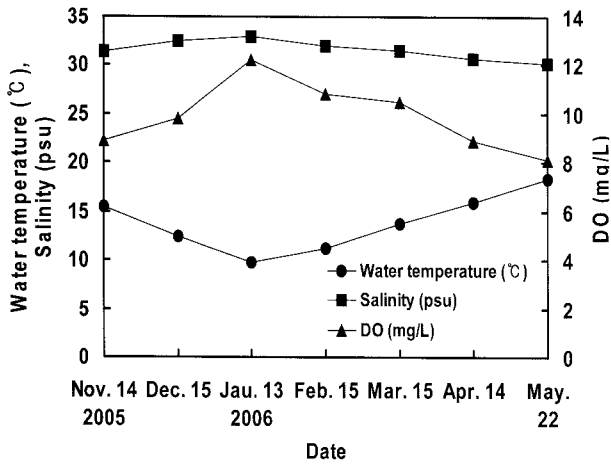


Fig. 8. Variations of water temperature, salinity and dissolved oxygen concentration in the intermediate culture area, Jin Dong bay of Masan city.

22일에 18.3°C로 가장 높았다 (Fig. 8). 중간양성 기간 중 평균 수온은 14.1±4.2°C로 비교적 낮았으나 저수온에 의한 폐사는 발견되지 않았다.

염분범위는 30.2-32.9 psu이었으며, 1월 13일에 32.9 psu로 가장 높았고, 5월 22일에 30.2 psu로 비교적 낮았으나 부착치패 생존에 크게 영향을 미치지 않았다. 용존산소의 변화는 8.1-12.2 mg/L로 비교적 높아 생존율에 영향을 주지는 않았다 (Fig. 8).

4. 유실방지망 종류별 부착치패의 성장과 생존

유실 방지망 종류별로 163일간 중간양성한 부착치패의 성장은 차광막이 평균 각장 13.9±3.1 mm로 가장 빨랐고 (P<0.05), 여자망이 12.9±3.0 mm, PE망이 11.8±3.1 mm 및 대조구가 12.6±3.3 mm 순으로 나타났으며, 생존율은 차광막이 91.5%, PE망이 90.1%, 여자망이 88.5%로 유의한 차이가 없었다. 그러나 유실 방지망을 설치하지 않은 대조구에서는 61.5%로 설치한 시험구보다 유의하게 낮았다 (P<0.05, Table 1, Fig. 9, Fig. 10).

Ryu *et al.* (1993)은 생존율이 낮은 원인으로 중간양성시 부착치패의 크기가 작아 탈락에 따른 유실이 문제가 된다고 보고한 바 있다. 그러나 부착치패의 탈락을 막기 위하여 보호망의 망목 크기를 부착치패 크기보다 작게 할 경우 해수의 소용돌이 원활하지 않아 대량폐사가 일어날 가능성이 많다. 따라서 본 연구에서는 보호망목의 크기는 2 mm 내외를 사용하여 해수의 유통이 비교적 원활히 되도록 하였으며, 일시적으로 탈락하는 개체의 유실을 방지하기 위하여 부착치패 채묘망과 직각으로 설치한 결과 높은 생존율을 올릴 수 있었다. 또한 실내에서 사육한 부착치패를 수송 후 바다에 중간양성을 하게 됨에

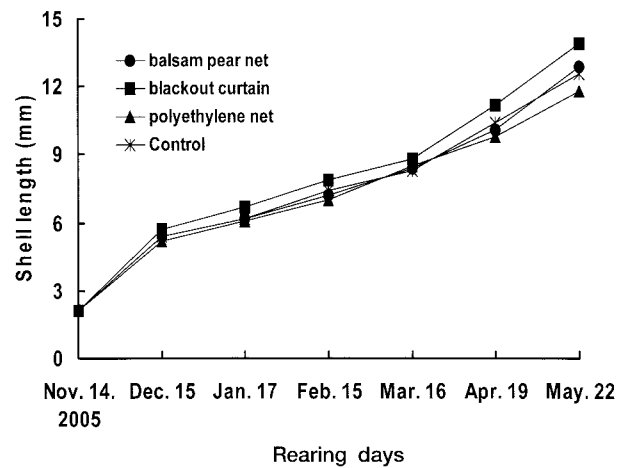


Fig. 9. Growth of shell length of *Scapharca broughtonii* spat after 163 days cultivation in the different types of preventive nets of spat loss for intermediate culture.

따라 온도차, 건조, 스트레스 등에 의한 탈락으로 인한 폐사가 발생됨으로 이러한 문제점에 관한 더 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

유실 방지망 종류별 중간양성시험 결과는 시험기간이 겨울철이어서 태풍 등의 영향을 전혀 받지 않았고, 보호망에 부착물질이 거의 없어 생존율이 매우 높았다. 따라서 여름철 중간양성 보다 생존율에서는 월등히 높은 결과를 나타내어 겨울철 중간양성이 우리나라에서 주로 행하여지는 봄철에 써 뿌림 시기와 일치하므로 산업화를 위해서는 겨울철 중간양성이 유리할 것으로 추정된다. 따라서 피조개 부착치패 중간양성 시기는 태풍 등의 위험한 시기를 피하여 조절하고, 보호망과 유실 방지망을 병행하여 설치하면 높은 생존율을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

요 약

피조개 부착치패의 중간양성시 생존율을 향상시키기 위하여 보호망의 형태 및 유실 방지망의 종류에 따른 부착치패의 성장 및 생존을 조사하였다. 보호망의 형태별로 60일간 중간양성한 부착치패의 성장은 노출형이 평균 각장 12.8±3.2 mm로 가장 빨랐으며 (P<0.05), 통발형이 12.2±3.5 mm, 원통형이 11.9±3.8 mm, 직사각형이 10.9±3.7 mm 순으로 큰 차이를 나타내지 않았다. 생존율은 통발형이 43.7%, 원통형이 41.2%, 직사각형이 31.6%로 보호망의 형태에 따라 통발형 및 원통형이 직사각형보다 높았으며, 노출형이 5.4%로 매우 낮았다 (P<0.05).

유실 방지망 종류별로 163일간 중간양성한 부착치패의 성장은 차광막이 평균 각장 13.9±3.1 mm로 가장 빨랐고 (P<0.05), 여자망이 12.9±3.0 mm, PE망이 11.8±3.1

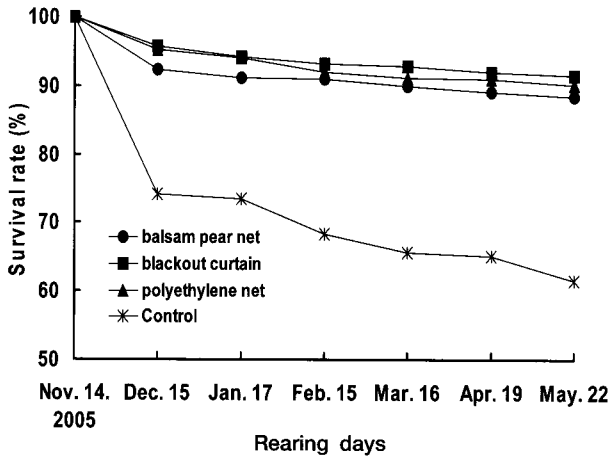


Fig. 10. Survival of *Scapharca broughtonii* spat after 163 days cultivation in the different types of preventive nets of spat loss for intermediate culture.

mm 및 대조구가 12.6±3.3 mm 순으로 나타났으며, 생존율은 차광막이 91.5%, PE막이 90.1%, 여자망이 88.5%로 유의한 차이가 없었다. 그러나 유실 방지망을 설치하지 않은 대조구에서는 61.5%로 설치한 시험구보다 유의하게 낮았다 ($P < 0.05$).

피조개 부착치패의 중간양성시 보호망은 통발형 및 원통형을 사용하면 채묘망과 보호망 간의 공간이 확보되어 파찰에 의한 탈락을 방지하고, 해수의 소통이 원활하여 높은 생존율을 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 보호망목의 크기는 2 mm 내외를 사용하여 해수의 유통이 비교적 원활히 되도록 하였으며, 일시적으로 탈락하는 개체의 유실을 방지하기 위하여 부착치패 채묘망과 직각으로 설치한 결과 높은 생존율을 보였다.

유실 방지망 종류별 중간양성시험 결과는 시험기간이 겨울철이어서 태풍 등의 영향을 전혀 받지 않았고, 보호망에 부착물질이 거의 없어 생존율이 매우 높았다. 겨울철 중간양성이 여름철 중간양성 보다 생존율에서는 월등히 높은 결과를 나타내어 산업화를 위해서는 유리할 것으로 추정되었다.

따라서 피조개 부착치패 중간양성 시기는 태풍 등의 위험한 시기를 피하여 조절하고, 피조개 부착치패의 중간양성시 통발형 및 원통형의 보호망과 유실 방지망을 병행하여 사용하면 높은 생존율을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

REFERENCES

- Choe, S. (1967) Phytoplankton studies in Korean waters. II. Phytoplankton in the coastal waters of Korea. *Journal of the Oceanological Society of Korea*, **2**: 1-12.
- Jeong, W.G. and Cho, S.M. (2003) The physiochemical characteristics of seawater and sediment of marine shellfish farm in Jindong Bay. *The Korean Journal of Malacology*, **19**: 161-169.
- Kanno, Hisashi. (1963) Breeding of the ark, *Anadara broughtonii*, in tank. *Bulletin of Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory*, **23**: 108-116. [in Japanese]
- Kim, B.H., Min, K.S., Lee, S.J., Park, K.Y., An, C.M. and Min, B.H. (2006) Effect of temperature on induced sexual maturation of the ark shell, *Scapharca broughtonii*. (Schrenck) broodstock. *The Korean Journal of Malacology*, **22**: 175-182. [in Korean]
- 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]
- Min, K.S., Kim, B.H., Lee, S.J., Park, K.Y. and Kim, B.G. (2004) Intermediate culture of the spat of arkshell, *Scapharca broughtonii* in summer. *The Korean Journal of Malacology*, **20**: 125-130. [in Korean]
- Park, M. S., Lim, H. J. and Kim, P.J. (1998) Effect of environmental factors on growth, glycogen and hemoglobin content of cultured arkshell, *Scapharca broughtonii*. *Journal of the Korean Fisheries Society*, **31**: 176-185. [in Korean]
- Ryu, H.Y., Park, D.W., Jeon, C.Y., Jeong, C.K., Kim, D.H., Kim, K.H., Im, Y.S., Kim, M.C. and Kim, S.H. (1993) Studies on the artificial seedling production of ark shell, *Scapharca broughtonii* (SCHRENCK). Gyeongsangnam-do, Report of Commission Research, pp. 221. [in Korean]
- 高見東洋・岩本哲二・中村達夫・井上 泰 (1977) アカガイの増殖に関する研究. 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) アカガイ増養殖に関する研究. 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**: 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.