

# 피조개, *Scapharca broughtonii* (Schrenck) 인공치패의 크기 및 환경조건이 잠입에 미치는 영향

김병학, 신윤경, 최낙중, 오봉세<sup>1</sup>, 손상규<sup>2</sup>, 정춘구<sup>3</sup>, 손태선<sup>4</sup>, 강경호<sup>4</sup>

국립수산과학원 남해특성화연구센터, <sup>1</sup>국립수산과학원 제주수산연구소,  
<sup>2</sup>국립수산과학원, <sup>3</sup>국립수산과학원 남해수산연구소, <sup>4</sup>전남대학교 수산과학과

## Effects of Size and Environmental Condition on Burrowing of Artificial Seedling of Ark Shell, *Scapharca broughtonii* (Schrenck)

Byeong-Hak Kim, Yun-Kyung Shin, Nack-Joong Choi, Bong-Se Oh<sup>1</sup>,  
Sang-Gyu Sohn<sup>2</sup>, Choon-Goo Jung<sup>3</sup>, Tai-Sun Son<sup>4</sup> and Kyoung Ho Kang<sup>4</sup>

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

*<sup>1</sup>Jeju Fisheries Research Institute, NFRDI, Jeju, 690-192, Korea*

*<sup>2</sup>National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-902, Korea*

*<sup>3</sup>South sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea*

*<sup>4</sup>Fisheries Science, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea*

### ABSTRACT

The influence of individual size, sediment, grain size, water temperature, salinity and air exposure on burrowing rate was investigated in order to obtain the basic biological data on applying shellfish farm for a sustainable production of ark shell, *Scapharca broughtonii* (Schrenck). The burrowing rate on individual size 300 minutes after starting the experiment was the highest in the shell length  $16.3 \pm 1.2$  mm, 97.7%. The highest burrowing rates were 97.0% in  $12.8 \pm 0.8$  mm, 96.7% in  $9.2 \pm 1.0$  mm, and 96.3% in  $5.9 \pm 0.7$  mm. The clams over 6 mm of shell length had burrowing ability and the burrowing rate was not related to the shell size. The burrowing rate depending on the kind of grain at the bottom after 300 minutes was the highest, 98.3%, in the mixture of sand and silt with a ratio of 75:25. The rates were 98% in silt (100%), 97.3% in mixture sand and silt with a ratio of 50:50, 97.3% in sand and silt ratio of 25:75, and 86.3%

in sand (100%) in this specific order. On grain size of the soil in the seafloor, the burrowing rates after 300 minutes was at its highest in the group of sand in pore size 1 mm with 85.0%, and the 12  $\mu$ m to 1 mm in the grain size was fitted to burrowing of artificial seed. In the case of water temperature, the burrowing rates were at its highest after 300 minutes. In 30°C group, the rate was 96.7% and in 25°C and 20°C, 90.0%. The rates decreased as the water temperature decreased below 15°C. The burrowing rates on salinity were the highest in 30 psu with 93.3% and at 15 psu and below, there was no noticeable change in the burrowing rate. On air exposure, the burrowing rates after 300 minutes were the highest in 1 hour with 93.3%, and remarkably decreased as air exposure time is longer after 12 hours of air exposure.

**Keywords:** *Scapharca broughtonii*, Burrowing rate, Size, Water temperature, Salinity.

Received November 6, 2006; Accepted June 8, 2007

Corresponding author: Kim, Byeong-Hak

Tel: +82 (55) 862-9640 e-mail: bhkim@nfrdi.re.kr  
1225-3480/23101

© The Malacological Society of Korea

### 서 론

우리나라의 피조개는 고막류 가운데 매우 중요한 산업 종 중 하나로 1970년대 중반 이후 진해만을 중심으로 자연채묘에 의한 피조개 종묘생산이 시행되면서부터 본격적으로 양식이 시작

되어 1980년대에 들어서면서 수출 대상 종으로 각광을 받기 시작한 후, 주생산지인 경남 통영, 남해, 공성 및 진해만과 전남 광양만, 여주만, 득량만 등에서 피조개 양식이 활발하게 이루어졌으며, 1986년에는 최대 58,393 톤을 생산하고 많은 양을 수출하여 연안어민의 소득증대와 외화획득에 중요한 위치를 차지하였으나 최근에 이르러 자연채묘의 부진으로 인한 양식용 종묘의 절대적 부족으로 8,000여 ha의 면허면적 중 양식장의 이용은 2,000 ha 미만 (추정) 에 불과하여 양식 생산에 이용되지 않는 유휴어장의 증가와 환경악화에 따른 빈영양층, 저산소층 형성 및 장기 연착에 의한 어장 노후화 등으로 2005년도에는 2,548 톤으로 급격히 감소하고 있는 실정이다 (Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 2006).

이러한 생산량 부진의 원인으로는 여러 가지 복합 요인이 있겠지만, 양식에 필요한 종묘를 전량 자연종묘에 의존하고 있기 때문에 종묘의 절대량이 부족하여 양식생산량이 감소되는 측면도 있겠지만 지속적인 양식생산을 위해서는 인공종묘에 의해 부족 되는 양식용 종패를 대체하는 적극적인 해결책이 요망된다.

피조개는 부유유생기를 지나 침강하여 일시 부착하는 생태적인 습성을 가지고 있는 종으로 종묘 생산을 위해서는 유생의 생태적 특성에 맞는 관리가 필요하며, 경제성이 확보되어야 하는 어려움이 있다. 자연채묘에 의한 부착치패에서부터 양식용 종패로 대량생산하기 위한 문제점으로는 부착치패의 중간양성 중에 치패의 생존율이 너무 낮아 대량생산이 지연되고 있어 이에 대한 기술개발이 시급한 실정이다. 이에 따른 해결책으로 인공종묘생산을 들 수 있는데, 피조개 유생과 치패사육의 연구는 다수 이루어져왔으며 (Cheong *et al.*, 1982; Kim *et al.*, 1979; Kanno, 1963), 국립수산물과학원 패류연구센터에서는 2004년부터 산업화를 위한 중간양성 기법개발을 수행하여 치패 생산이 가능하게 되었다. 그러나 생산된 치패를 어장에 살포하여 양식하기 위한 잠입생태에 관한 연구는 Kang *et al.* (1980) 의 보고가 있으나 체계적인 연구로는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 피조개 양식 산업의 지속적인 생산을 위해 양식현장에 바로 응용할 수 있는 기초 연구로서 인공치패를 대상으로 치패의 크기별, 저질 종류 및 입자 크기, 그리고 수온, 염분 및 공기노출에 따른 잠입 능력을 조사 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 인공치패의 크기, 저질종류 및 입자크기에 따른 잠입률

실험에 사용된 치패는 경남 남해 진해만산 피조개 어미로부터 2005년 6월 20일 수정란을 얻어 실내에서 사육한 부착치패를 마산시 구산면 앞바다에서 중간 양성하여 이용하였다.

각 실험구별로 30 liter (사육수 20 liter) 아크릴 원형 수조에 각각 피조개 치패 300 마리씩 수용하여 유수식으로 사육하

였고, 저질 깊이는 10 cm로 하였다.

치패의 잠입여부의 판정은 치패가 완전히 뿔에 잠입한 상태를 기준으로 하였으며, 조사시간은 실험 개시 후 10, 20, 30, 40, 50, 60, 180 및 300분 간격이었다. 먹이 공급량은 1-5 X 10<sup>4</sup> cell/ml이었고, 수온은 21.0 ± 2.0℃이였으며, 모든 실험은 3회 반복하였다.

#### 1) 크기별 잠입

치패의 크기별 잠입 조사를 위하여 각장 5.9 ± 0.7 mm, 9.2 ± 1.0 mm, 12.8 ± 0.8 mm, 16.3 ± 1.2 mm로 하여 구분하여 수용하였고 저질은 뿔 (50%) 과 모래 (50%) 를 혼합하여 사용하였다.

#### 2) 저질종류별 잠입

저질종류별 잠입 조사를 위하여 모래 (100%), 모래 (75%) + 뿔 (25%), 모래 (50%) + 뿔 (50%), 모래 (25%) + 뿔 (75%), 뿔 (100%) 로 구분하여 조사하였다.

#### 3) 저질입자 크기별 잠입

저질입자의 크기별 잠입 조사를 위하여 저질의 입자를 뿔 (15 μm), 모래 (1 mm), 모래 (2 mm), 모래 (3 mm), 모래 (4 mm) 로 구분하여 사육하였다.

### 2. 인공치패의 수온, 염분 및 공기노출에 따른 잠입률

실험에 사용된 치패는 경남 남해 진해만산 피조개 어미로부터 2005년 8월 8일 수정란을 얻어 실내에서 사육한 부착치패를 마산시 구산면 앞바다에서 중간 양성하여 이용하였다.

평균 각장 16.0 ± 2.0 mm인 치패를 각 실험구별로 30 liter (사육수 20 liter) 아크릴 원형 수조에 각각 100 마리씩 수용하여 사육하였다. 그리고 저질은 뿔 (75%) 과 모래 (25%) 를 사용하였고 저질 깊이는 10 cm이었다.

치패의 잠입여부의 판정은 치패가 완전히 뿔에 잠입한 상태를 기준으로 하였으며, 조사시간은 실험 개시 후 10, 20, 30, 40, 50, 60, 180 및 300분 간격이었다. 먹이 공급량은 1-5 X 10<sup>4</sup> cell/ml이었고, 모든 실험은 3 회 반복하였다.

#### 1) 수온별 잠입

치패의 수온별 잠입 조사를 위하여 수온을 5, 10, 15, 20, 25, 30℃로 구분하여 수용하였고 지수식으로 사육하였다.

#### 2) 염분별 잠입

치패의 염분별 잠입 조사를 위하여 염분을 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 psu로 구분하여 30.0 ± 0.5℃에서 지수식으로 사육하였다.

**3) 공기노출시간별 잠입**

치패의 공기노출시간별 잠입 조사를 위하여 공기노출시간을 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24시간으로 구분하여 노출시킨 후 30.0 ± 0.5℃에서 유수식으로 사육하였다.

**3. 통계처리**

모든 실험 결과는 One-way ANOVA test를 실시하였으며, 처리 평균간의 유의성 (p < 0.05) 은 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955) 로 SPSS program (version 11) 을 사용하여 검정하였다.

**결 과**

**1. 크기, 저질종류 및 입자크기에 따른 잠입률**

**1) 크기별 잠입**

치패크기별 잠입률을 조사한 결과, 실험 개시 30분 경과 후 잠입률이 16.3 ± 1.2 mm에서 51.0%로 가장 높게 나타났고, 각장 5.9 ± 0.7 mm에서 46.0%, 각장 9.2 ± 1.0 mm에서 46.7%, 각장 12.8 ± 0.8 mm에서 47.7%, 각장 16.3 ± 1.2 mm에서 51.0%로 나타났고, 300분 경과 후에는 각장 5.9 ± 0.7 mm에서 96.3%, 각장 9.2 ± 1 mm에서 96.7%, 각장 12.8 ± 0.8 mm에서 97.0%, 16.3 ± 1.2 mm에서 97.7%로 나타나 5.9 ± 0.7 mm에서 96.3%로 가장 높은 잠입률을 보였다. 피조개 인공치패의 크기에 따른 잠입률은 유의한 차이가 없었다 (p > 0.05, Fig. 1).

**2) 저질종류별 잠입**

저질 종류별 잠입률을 조사한 결과, 실험 개시 30분 경과 후 잠입률이 모래 (100%) 에서 38.0%, 모래 (75%) + 펄 (25%) 에서 78.3%, 모래 (50%) + 펄 (50%) 에서 64.3%, 모래 (25%) + 펄 (75%) 에서 59.7%, 펄 (100%) 에서 66.7%이었다. 300분 경과 후에는 모래 (100%) 에서 86.3%, 모래 (75%) + 펄 (25%) 에서 98.3%, 모래 (50%) + 펄 (50%) 에서 97.3%, 모래 (25%) + 펄 (75%) 에서 97.3%, 펄 (100%) 에서 98.0%로 나타나 잠입률이 모래 (75%) + 펄 (25%) 에서 98.3%로 가장 높게 나타났으며 모래 (100%) 에서 86.3%로 가장 낮은 잠입률을 보였다 (p < 0.05, Fig. 2).

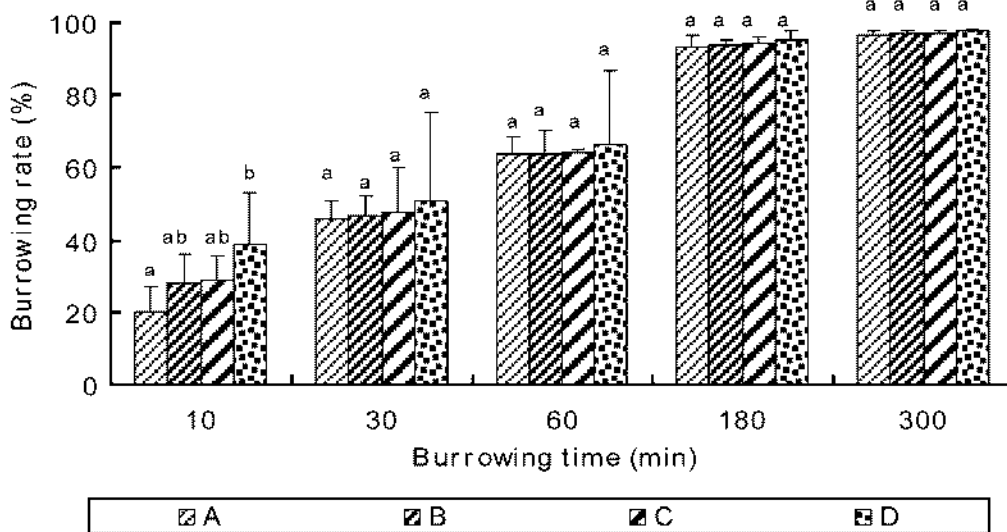
**3) 입자크기별 잠입**

입자크기별 잠입률을 조사한 결과, 실험 개시 30분 경과 후 잠입률이 1 mm 모래에서 21.3%, 2 mm 모래에서 13.3%, 4 mm 모래에서 12.0%, 3 mm 모래에서 9.0% 및 12 μm 펄에서 9.0%이었다. 300분 경과 후에는 잠입률이 12 μm 펄에서 83.0%, 1 mm 모래에서 85.0%, 2 mm 모래에서 75.7%, 3 mm 모래에서 75.0%, 4 mm 모래에서 72.5%로 나타나 1 mm 모래에서 85.0%로 가장 높은 잠입률을 보였다 (p < 0.05, Fig. 3).

**2. 수은, 염분 및 공기노출에 따른 잠입률**

**1) 수은별 잠입**

수은별 잠입률을 조사한 결과, 실험 개시 10분 경과 후 잠입



**Fig. 1.** Burrowing rate of *Scapharca broughtonii* spats by their size .  
**A,** shell length 5.9 ± 0.7 mm; **B,** shell length 9.2 ± 1 mm; **C,** shell length 12.8 ± 0.8 mm; **D,** shell length 16.3 ± 1.2 mm.

률이 5-10℃에서 0%, 15℃에서 6.7%, 20℃에서 23.3%, 25℃에서 26.7%, 30℃에서 36.7% 이였고, 30분 경과 후 5℃에서 0%, 10℃에서 20.0%, 15℃에서 33.3%, 20℃에서 50.0%, 25℃에서 60.0%, 30℃에서 66.7%였으며, 60분 경과 후 5℃에서 23.3%, 10℃에서 46.7%, 15℃에서 56.7%, 20℃에서 63.3%, 25℃에서 73.3%, 30℃에서 76.3% 나타났다. 실험

개시 180분 경과 후 5℃에서 46.7%, 10℃에서 50.0%, 15℃에서 56.7%, 20℃에서 66.7%, 25℃에서 76.7%, 30℃에서 83.3%였고, 300분 경과 후 5℃에서 56.7%, 10℃에서 63.3%, 15℃에서 73.3%, 20℃에서 90.0%, 25℃에서 90.0%, 30℃에서 96.7%로 나타나 잠입률은 30℃에서 96.7%로 가장 높게 나타났으며 5℃에서 56.7%로 낮은 잠입률을 보였다

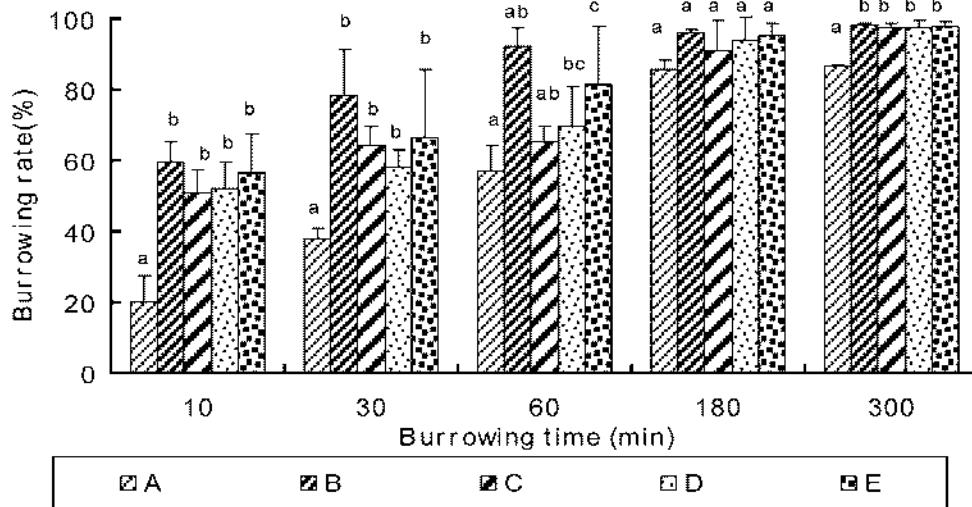


Fig. 2. Burrowing rate of ark shell, *Scapharca broughtonii* spats in the different sediment type. A, sand (100%); B, sand (75%) + silt (25%); C, sand (50%) + silt (50%); D, sand (25%) + silt (75%); E, silt (100%).

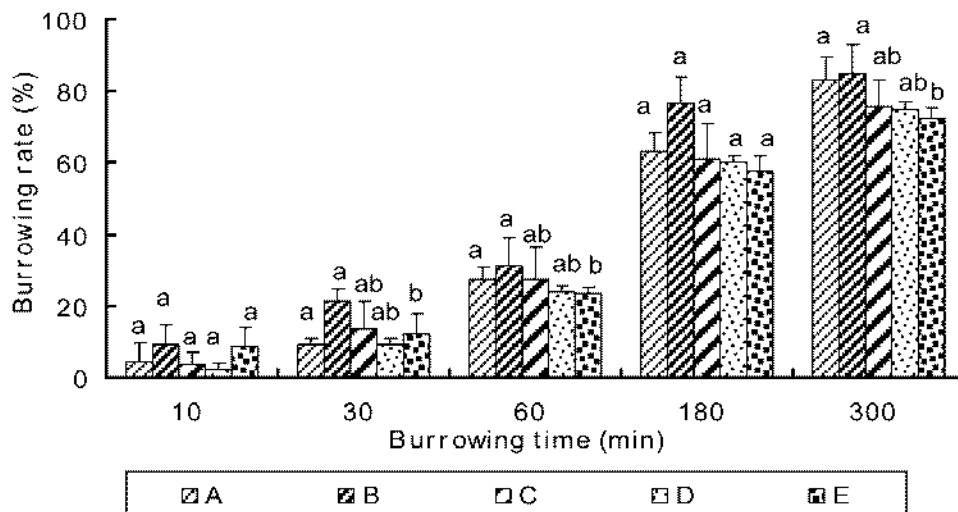


Fig. 3. Burrowing rate of ark shell, *Scapharca broughtonii* spats by grain size of sediment. A, 12 μm silt; B, 1 mm sand; C, 2 mm sand; D, 3 mm sand; E, 4 mm sand.

(Fig. 4).

**2) 염분별 잠입**

염분별 잠입률을 조사한 결과, 실험 개시 10분 경과 후 잠입률이 염분 5-10 psu에서 0%, 15 psu에서 3.3%, 20 psu에서 13.3%, 25 psu에서 20.0%, 30 psu에서 26.7%, 35 psu에서 23.3%이었고 30분 경과 후 5-10 psu에서 0%, 15 psu에서

6.7%, 20 psu에서 23.3%, 25 psu에서 43.3%, 30 psu에서 50.0%, 35 psu에서 46.7%였으며, 60분 경과 후 5 psu에서 0%, 10 psu에서 3.3%, 15 psu에서 16.7%, 20 psu에서 60.0%, 25 psu에서 83.3%, 30 psu에서 76.7%, 35 psu에서 73.3% 나타났다. 실험 개시 180분 경과 후 잠입률이 염분 5 psu에서 0%, 10 psu에서 3.3% 15 psu에서 16.7%, 20 psu에서 50.0%, 25 psu에서 76.7%, 30 psu에서 90.0%, 35

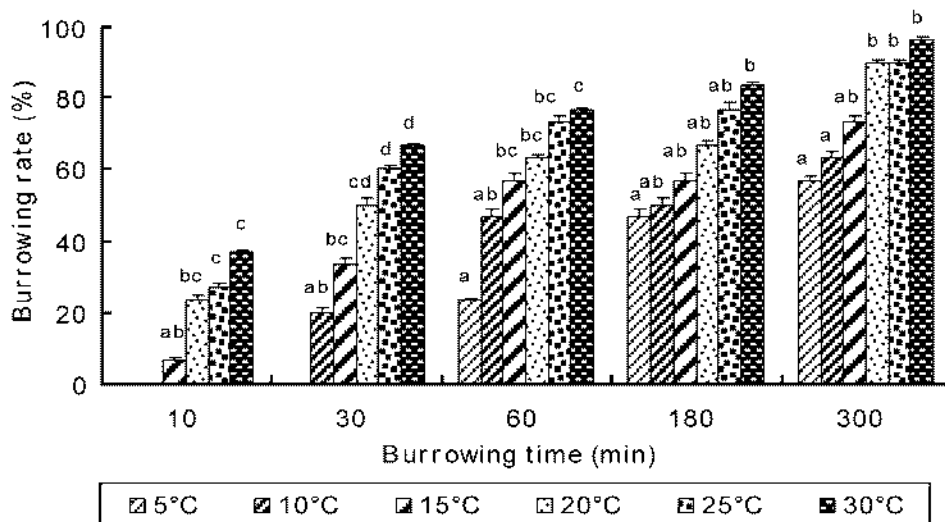


Fig. 4. Burrowing rate of ark shell, *Scapharca broughtonii* spats at various water temperature.

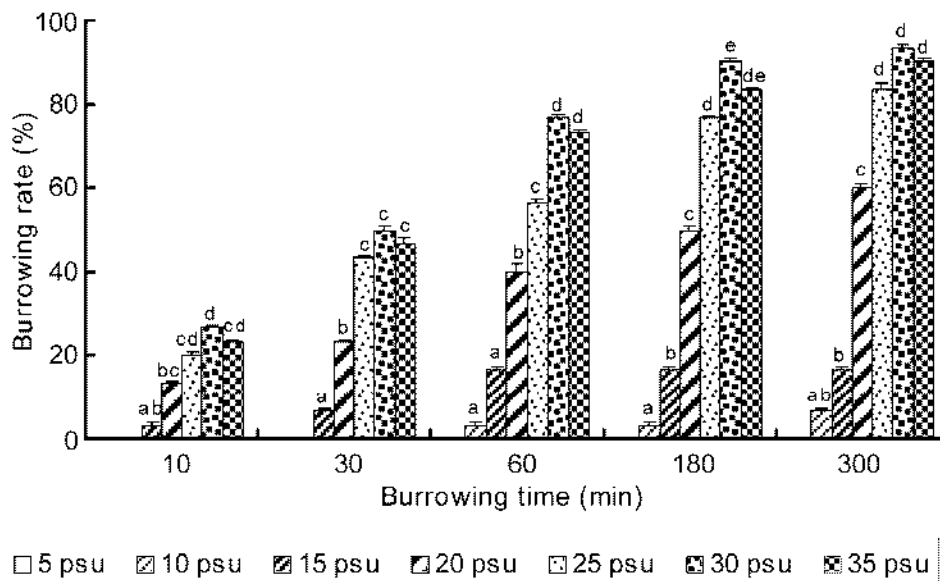


Fig. 5. Burrowing rate of ark shell, *Scapharca broughtonii* spats in various salinity.

psu에서 83.3%였고, 300분 경과 후 5 psu에서 0%, 10 psu에서 6.7%, 15 psu에서는 16.7%, 20 psu에서 60.0%, 25 psu에서 83.3%, 30 psu에서 93.3%, 35 psu에서 90.0%로 나타나 잠입률은 염분 30 psu에서 93.3%로 가장 높게 나타났으며 염분 5-10 psu에서 가장 낮은 잠입률을 보였다 (Fig. 5).

**3) 공기노출시간별 잠입**

공기노출 시간별 잠입률을 조사한 결과, 실험 개시 30분 경과 후 잠입률이 1시간 노출 실험구에서 63.3%, 3시간 노출 실험구에서 56.7%, 6시간 노출 실험구에서 43.3%, 9시간 노출 실험구에서 13.3%, 12-18시간 노출 실험구에서 3.3%, 24시간 노출 실험구에서 0%로 나타났다. 실험개시 300분 경과 후에는 1시간 노출 실험구에서 93.3%, 3-6시간 노출 실험구에서 86.7%, 9시간 노출 실험구에서 80.0%, 12시간 노출 실험구는 36.7%, 18시간 노출 실험구에서 33.3%, 24시간 노출 실험구에서 30.0%로 나타나 잠입률은 1시간 노출 실험구에서 93.3% 가장 높게 나타났으며 24시간 노출 실험구에서 30.0%로 가장 낮은 잠입률을 보였다 ( $p < 0.05$ , Fig. 6).

**고 찰**

비부착성 조개류는 부유생활을 마치고 직접 저질위에 침강하여 처음에는 족사로 저질에 붙어 몸을 지지하고 있지만 성장함에 따라 곧 저질 중에 잠입하게 된다 (유, 2000). 그리고 일반적으로 패류는 저질에 잠입하여 살고 있기 때문에 패류의 성장은 저질환경에 아주 민감한 영향을 받고 있다 (Yoo and Yoo, 1973). 그러므로 저질의 종류와 입자의 크기가 매우 중요하다.

저질 종류에 따른 결과로는 Kang *et al.* (1980) 의 경우 피조개 치패는 썰 (100%) 의 저질이 일주일째 높은 잠입률을 보였고, 복방대합, *Spisula sachalinensis*은 미세사질, 세사질 및 사질의 모든 실험구에서 10분 이내에 90% 이상 잠입하였으며 잠입시간에서도 8분 전후에 모두 잠입함으로써 저질보래의 크기에 따른 잠입능력에는 차이가 없다고 보고하였다 (Lee, 2003). 그리고 개불, *Urechis unicinctus*의 저질 선택성을 실험한 결과 저질이 썰인 구에서 31마리, 조개껍질과 모래의 혼합구인 구에서 23 마리, 썰과 모래의 혼합구인 구에서 21마리 썰, 모래와 조개껍질 혼합구인 구에서 32 마리가 관찰된 것에 반해 저질이 모래인 구에서는 한 마리도 관찰되지 않았다 (Kang, 1999). 그러나 본 연구에서는 실험 개시 30분 경과 후 잠입률이 모래 (75%) + 썰 (25%) 에서 78.3%로 가장 높게 나타났으며 썰 (100%) 에서 66.7%, 모래 (50%) + 썰 (50%) 에서 64.3%, 모래 (25%) + 썰 (75%) 에서 59.7%, 모래 (100%) 에서 38.0% 순으로 잠입률이 나타났다.

피조개가 부착기질로부터 떨어져 잠입생활로 들어가는 시기에 관하여 吉田 (1953) 는 동경만에서 살포 후 만 1년이 지난 각장 40-50 mm라 하였고 平松 (1958) 는 바다만에서 각장 25-30 mm라고 보고하였으며 Kang *et al.* (1980) 은 인공종묘생산하여 중간육성 시킨 각장 19-30 mm라고 보고하였다. 伊丹 (1968) 는 인공종묘생산한 피조개의 잠입 크기에 관하여 수온 11.5-15.6℃에서 각장 9 mm 이하는 잠입이 불가하나 20 mm 이상은 충분히 완벽히 잠입하여 정상적으로 생존하였고 15-19 mm의 종묘는 완전 잠입은 하지 않더라도 정상적으로 성장한다고 보고한 바 있다. 그리고 Kang *et al.* (1980) 은 수온 15.6℃에서 각장 9 mm 이하는 수온 15.6℃에서 각

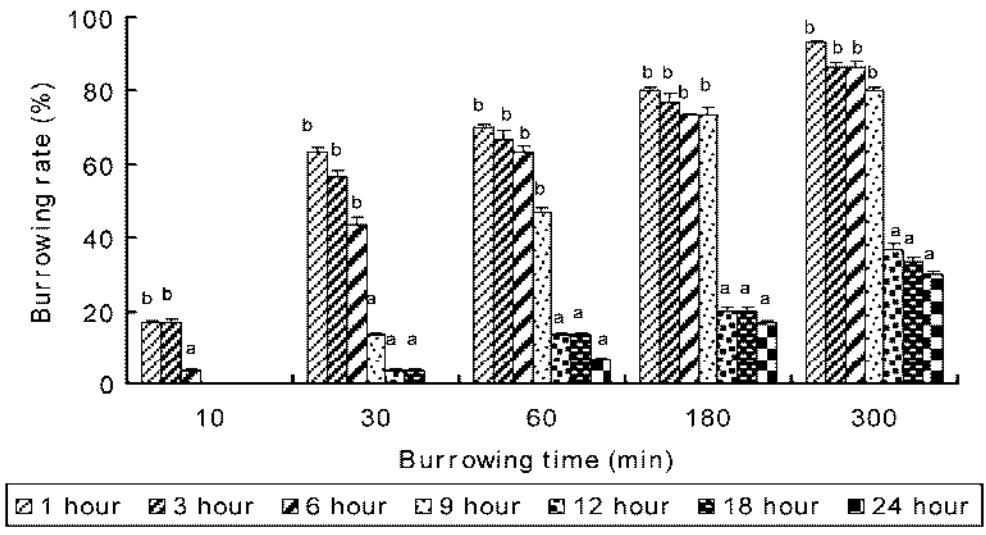


Fig. 6. Burrowing rate on air exposure time of ark shell, *Scapharca broughtonii* spat.

장 9 mm 이하는 잠입이 불가하나 20 mm 이상은 충분히 완벽히 잠입하여 정상적으로 생존하였고 15-19 mm의 종묘는 완전 잠입은 하지 않더라도 정상적으로 성장한다고 보고한 바 있다. 그리고 Kang *et al.* (1980) 은 수온 11.7-14.5℃의 실내수조에서 연구한 결과 잠입 가능한 최소치패는 각각 11.1 mm 였고 14.0-18.0 mm의 치패는 65% 잠입을 했고 19-30 mm는 100% 잠입을 보여 伊丹 (1968) 의 보고와 크기에 다소 차이가 있으나 이는 잠입시 수온, 잠입상태 등의 시험조건에 따라 다소 차이가 있는 것으로 보고한 바 있다. 하지만 高尾等 (1978) 은 각각 15-35 mm의 잠입시험에서 작은 치패일수록 빨리 잠입을 시작하지만 1일 이후에는 큰 치패가 잠입률이 높으며 수온 12.0-14.6℃에서 각각 15 mm의 치패가 잠입률이 20%, 각각 20 mm에서는 시험 당일에 50%가 잠입하였고, 30-35 mm는 완전 잠입한 개체가 다시 모래위에 패각의 일부 또는 전부를 노출하는 수직행동을 볼 수 있다고 하였으며 노출된 군에 있어서는 불가사리 등의 피해를 받기 쉽다고 하였다. 왕우럭조개, *Tresus keenae* 치패는 각각 1.8 mm 정도가 되면 저질 속으로 잠입하며, 잠입 직후에는 완전히 저질 속에 매몰하나 몇 시간이 지나면 각각의 1/3-1/2을 저면에 노출시키고 수관을 뾰고 생활한다고 한다 (유, 2000). 그리고 Lee (2003) 는 북방대합, *Spisula sachalinensis*도 각각 2 mm 이상의 치패는 모래 속에 잠입하여 생활하였으며, 각각 2-5 mm의 치패는 방류 후 10분 이내에 잠입함으로써 해적생물로부터 공격당할 가능성이 낮으나 각각 15 mm 이상의 치패는 잠입률이 낮고 잠사시간이 길어지므로 해적생물로부터 공격당할 가능성이 높을 것으로 보고 하였으며 본 연구에서는 수온 21.0 ± 1.0℃에서 300분 안에 잠입률이 각각 16.3 ± 1.2 mm에서 97.7%로 가장 높게 나타났고, 각각 12.8 ± 0.8 mm에서 97.0%, 각각 9.2 ± 1.0 mm에서 96.7%, 각각 5.9 ± 0.7 mm에서 96.3%로 치패의 크기에는 상관없이 각각 약 6 mm 이상이면 잠입이 가능하였다.

이와 같이 본 조사에서는 살포를 위한 치패의 저질은 모래 (75%) + 펄 (25%) 에서 비교적 높게 나타났으며 치패 크기는 6 mm 이상이면 살포 가능 할 것으로 판단된다.

패류의 잠입률은 환경내성에 따라 달라질 수 있는데 수온, 염분 및 공기노출이 그중 하나로써 Davis *et al.* (2000) 는 Geoduck, *Panopea abrupta*의 잠입을 온도와 염분 상태의 1회 노출에 반응하여 측정하였는데 Geoducks는 각각 4.6 mm, 각각 7.2 mm 각각 9.5 mm 크기로 시험하였고 수온은 8, 11, 14, 17, 20, 23℃ 그리고 염분은 20, 22, 24, 26, 28, 30 psu으로 처리하였다. 연구 결과는 크기와는 상관없이 수온 11, 14, 17℃에서 가장 잠입률이 좋았으며 염분 26, 28, 30 psu의 높은 염분에서 잠입률이 최고치를 보였다. 하지만 각각 7.2 mm는 11-14℃ 그리고 고염분에서 잠입률이 최고치를 보

였고 저온인 8-11℃ 그리고 고온인 23℃ 실험구는 잠입률을 감소시켰다. 모든 수온과 염분 구간에서 각각 7.2 mm 각각 9.5 mm와 비교해서 각각 4.6 mm가 잠입률이 확실하게 더 높았다. 각각 9.5 mm는 염분 26 psu 미만에 잠입률이 현저히 감소하였다. 그러므로 수온은 23℃ 이상과 특히 염분 26 psu 미만은 피하는 것이 높은 생존을 증가에 도움이 된다고 판단하였다. 본 연구도 이와 비슷한 실험구를 두어 조사하였더니 수온별 잠입률은 실험 개시 300분 경과 후 30℃에서 96.7%로 가장 높게 나타났고, 25℃와 20℃에서 각각 90.0%, 15℃에서 73.3%, 10℃에서 63.3% 및 5℃에서 56.7%로 수온이 30℃ 이내에서는 높을수록 높은 경향을 보였다.

염분별 잠입률은 실험 개시 300분 경과 후 염분 30 psu에서 93.3%로 가장 높았고 35 psu에서 90.0%, 25 psu에서 83.3%, 20 psu에서 60.0%, 15 psu 이하에서는 거의 잠입이 이루어 지지 않았다.

쌍각류인 *Donax serra*는 원자력 발전소 및 가까운 모래사장을 거주하는 종으로 패각의 잠재적 충격은 잠입 생존에 영향을 준다고 조사 되었다. 치명적인 노출 시간 및 기온은 *D. serra*의 열 포용력을 정의하기 위하여 이용 되었으며 *D. serra*를 공기 중 기온이 24-29℃ 사이에서 장시간 노출 후 조사하였더니 50% 정도만이 모래사장에 남아 있지 않았으며 32℃에서 *D. serra*의 모든 크기에 치명적이었다고 보고하였다 (Stenton-Dozey and Brown, 1994). 본 연구에서는 기온은 무시 하에 실험에 들어갔는데 피조개 치패는 실험개시 300분 경과 후에는 1시간 노출 실험구가 93.3%로 가장 높았고 3시간 노출 실험구 86.7%, 6시간 노출 실험구 86.7%, 9시간 노출 실험구 80.0%, 12시간 노출 실험구 36.7%, 18시간 노출 실험구 33.3% 및 24시간 노출 실험구 30.0%로 노출시간이 길수록 잠입률이 낮았다. 그리고 환경 매개변수는 패류의 생존율을 좌우할지도 모르기 때문에 패류의 잠입은 아마 아주 중요한 생태적 습성이라고 보고한 바 있다.

따라서, 본 실험결과 저질종류는 모래 (75%) + 펄 (25%) 에서 98.3%로 가장 높게 나타났으며 치패는 크기와 상관없이 잠입이 이루어졌고, 수온은 30℃이내에서 높을수록 좋았으며 염분은 20-35 psu 이내에서 높을수록 좋았으며 공기 중 노출 시간은 짧을수록 좋은 것을 알 수 있었다. 아울러 보다 나은 결과를 얻기 위해서는 이러한 요인들을 복합적으로 연구하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구는 피조개 양식 산업의 지속적인 생산을 위해 양식현장에 바로 응용할 수 있는 기초 연구로서 인공치패를 대상으로 치패의 크기별, 저질 종류 및 입자 크기, 그리고 수온, 염분 및 공기노출에 따른 잠입 능력을 조사 하였다. 피조개 치패의 크

기에 따른 잠입 실험 결과 실험 개시 후 300분 경과 후 각장 16.3 ± 1.2 mm에서 97.7%로 가장 높게 나타났고, 각장 12.8 ± 0.8 mm에서 97.0%, 각장 9.2 ± 1 mm에서 96.7%, 각장 5.9 ± 0.7 mm에서 96.3%로 치패의 크기에는 상관없이 각장 약 6 mm 이상이면 잠입이 가능하였다. 저질종류에 따른 잠입 실험 결과 실험 개시 300분 경과 후에는 잠입률이 모래 (75%) + 펄 (25%) 에서 98.3%로 가장 높게 나타났으며, 펄 (100%) 에서 98.0%, 모래 (50%) + 펄 (50%) 에서 97.3%, 모래 (25%) + 펄 (75%) 에서 97.3%, 모래 (100%) 에서 86.3%순으로 나타났다. 입자크기에 따른 잠입 실험 결과는 실험 개시 300분 경과 후 잠입률이 1 mm 모래에서 85.0%로 가장 높았고, 12 μm 펄에서 83.0%, 2 mm 모래에서 75.7%, 3 mm 모래에서 75.0%, 4 mm 모래에서 72.5%순으로 입자 크기는 1 mm 및 12 μm 펄이 잠입에 적합한 것으로 판단된다. 공기노출 시간에 따른 잠입 실험 결과는 실험 개시 300분 경과 후 1시간 노출구가 93.3%로 가장 높았고, 3시간 노출구 86.7%, 6시간 노출구 86.7%, 9시간 노출구 80.0%, 12시간 노출구 36.7%, 18시간 노출구 33.3% 및 24시간 노출구 30.0%로 노출시간이 길수록 잠입률이 낮았다. 수온에 따른 잠입 실험 결과는 실험 개시 300분 경과 후 30℃에서 96.7%로 가장 높게 나타났고, 25℃에서 90.0%, 20℃에서 90.0%, 15℃에서 73.3%, 10℃에서 63.3% 및 5℃에서 56.7%로 수온이 30℃ 이내에서는 높을수록 높은 경향을 보였다. 염분에 따른 잠입 실험 결과는 실험 개시 300분 경과 후 염분 30 psu에서 93.3%로 가장 높았고, 35 psu에서 90.0%, 25 psu에서 83.3%, 20 psu에서 60.0%, 15 psu 이하에서는 거의 잠입이 이루어 지지 않았다. 따라서, 적정 살포를 위한 잠입률은 치패의 크기와 상관없이 저질종류는 모래 (75%) + 펄 (25%), 입자크기는 1 mm 모래에서 높게 나타났다. 공기 중 노출시간은 짧을수록, 수온은 30℃ 이내에서 높을수록, 염분은 20-35 psu 이내에서 높을수록 잠입률이 높은 경향을 나타내었다.

### 감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원의 수산시험연구과제인 패류양식 산업안정화연구 (RP-2006-AQ-030) 의 일부로 수행되었습니다.

### REFERENCES

Cheong, S.C., Kang, H.W. and Lee, J.M. (1982) Experiments on the early artificial seedling production of ark shell *Anadara broughtonii*

(Schrenck). *Bulletin of Fisheries Research and Development Agency*, **28**: 185-197. [in Korean]

Davis, J.P., Barenburg, C. and Pederson, D. (2000) Burrowing response of juvenile Geoducks (*Panopea abrupta*) to changes in temperature and salinity. *Journal of Shellfish Research*, **19**: 689. [Abstract]

Kang, K.H. (1999) Sediment preference and burrow shape of spoon worm, *Urechis unicinctus* (Von Drashe) in laboratory culture. *Journal of Aquaculture*, **12**: 193-196. [in Korean]

Kang, H.W., Cheong, S.C. and Kim, J.D. (1980) Experiments on the burrowing of seeds ark shell, *Anadara broughtonii* (Schrenck) into the bottom mud. *Bulletin of Fisheries Research and Development Agency*, **25**: 63-67. [in Korean]

Kanno, H. (1963) Breeding of the ark, *Anadara broughtonii*, in tank. *Bulletin of Tohoku Regional Laboratory*, **23**: 108-116.

Kim, J.D., Cheong, S.C., Chang, Y.J. and Kang, H.W. (1979) Studies on the artificial mass seed production of the ark shell *Anadara broughtonii* (Schrenck) - (I). *Bulletin of Fisheries Research and Development Agency*, **22**: 55-65. [in Korean]

Lee, J.Y., Kim, W.K., Lee, C.S. and Park, Y.J. (2003) Survival on water temperature, salinity and air exposed time and sand immersion ability of the surf clam, *Spisula sachalinensis* spat. *Bulletin of Fisheries Research and Development Agency*, **16**: 229-232. [in Korean]

Ministry of Marine Affairs and Fisheries (2006) Fishery Production Survey, 2006. 270 pp. Seoul. [in Korean]

Stenton-Dozey, J.M.E and Brown, A.C. (1994) Exposure of the sandy-beach bivalve *Donax serra* Röding to a heated and chlorinated effluent. 1. Effects of temperature on burrowing and survival. *Journal of Shellfish Research*, **13**: 443-449.

Yoo, S.K. and Yoo, M.S. (1973) Biological studies on oyster culture (II) Morphological characteristics of the oyster, *Crassostrea gigas*. *Bulletin of Korean Fisheries Society*, **6**: 66-75. [in Korean]

김영훈 (2006) 피조개 양식장의 유해생물 서식환경 및 번식제어에 관한 연구. 여수대학교 대학원 박사학위 논문, 113 pp.

유성규 (2000) 천해양식. 639 pp. 구덕출판사. 부산.

吉田 裕 (1953) 海産有用二枚貝の稚仔の研究. 水産講所研究報告, **3**: 15-21.

平松達男 (1958) 福岡灣のイカガイの生態上, 増殖についての考察 II. 昭和31年度福水 岡試事報 (昭和31年度), 22-46.

伊丹宏三 (1968) アカガイの種苗生産に關する研究-III. 稚貝の潛泥する大きさについて. 兵庫縣水試報告, **10**: 31-34.

高見東洋, 岩本哲二, 中村達夫, 陣三内征龍, 富山 昭, 桃山和夫, 井上 泰 (1978) アカガイの増養殖に關する研究. 山口縣内海水試報告 (昭和52年度 指定調査研究總合助成事業), 26-27.