

## 여자만 새꼬막 *Scapharca subcrenata*의 생식소 발달과 생식주기

김성연, 신윤경<sup>1\*</sup>, 임한규, 이원찬<sup>2</sup>  
국립수산물과학원 양식관리과, <sup>1</sup>남해특성화연구센터, <sup>2</sup>환경연구과

### Gonadal Development and Reproductive Cycle of the Ark shell *Scapharca subcrenata* (Bivalvia: Arcidae) from Yeoja Bay

Sung Yeon Kim, Yun Kyung Shin<sup>1\*</sup>, Han Kue Lim and Won Chan Lee<sup>2</sup>  
*Aquaculture Management Division, NFRDI, Busan 619-920, Korea*  
*<sup>1</sup>South Sea Mariculture Research Center, NFRDI, Namhae 668-821, Korea*  
*<sup>2</sup>Environment Management Division, NFRDI, Busan 619-920, Korea*

Gonadal development and reproductive cycle of the ark shell *Scapharca subcrenata* were investigated by histological observations. Samples were collected monthly from March 2007 to February 2008 in the Yeoja Bay, Yeosu, Jeollanam-do, Korea. *S. subcrenata* was dioecious. The gonads consist of a number of oogenic follicle and acinus. Monthly changes in the gonad index reached a maximum in June and a minimum in September. Monthly changes in the condition index reached a maximum in April and a minimum in September. The reproductive cycle of this species can be divided into five successive stages: early active stage (January to April), late active stage (March to June), ripe stage (May to August), spent stage (July to September) and recovery and resting stage (September to March). The main spawning of *S. subcrenata* occurred in July and August in Yeoja Bay. The sex ratio of female to male was not significantly different from 1:1.

**Keywords:** *Scapharca subcrenata*, Gonad development, Reproductive cycle, Sex ratio

## 서 론

새꼬막 *Scapharca subcrenata*는 이매패강(Bivalvia) 돌조개목(Aroicida) 돌조개과(Arcidae)에 속하는 이매패류로서 우리나라를 포함 일본과 중국 등지에 분포하며, 우리나라에서는 남해 서부와 서해 일원의 조간대로부터 수심 10 m의 진흙 갯벌에 서식하며 전남 여자만이 주산지이다(Yoo, 1976; Min, 2004).

조개류의 생식주기에 관한 연구는 주로 기초 생물학적 연구와 양식기술 개발 및 자원 증강을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행되어 왔다. 그 가운데 우리나라에 서식하는 조개류의 생식에 관한 연구로는 굴 *Crassostrea gigas*의 생식주기 및 인공산란 유도(Min et al., 2004), 진주조개 *Pinctada fucata martensii*의 생식주기(Choi and Chang, 2003), 바지락 *Ruditapes philippinarum*의 생식소 발달과 연령 및 성장(Chung et al., 1994), 바지락의 생식소 성숙과 인위적 산란(Chung et al., 2001), 민들조개 *Gomphina melanaeigis*의 생식주기(Lee et al., 1999), 백합 *Meretrix lusoria*의 성성숙과 배우자 형성(Chung and Kim, 2000), 대북 *Gomphina veneriformis*의 생식소 발달과 생식주기(Park

et al., 2003), 개조개 *Saxidomus purpuratus*의 생식소 발달과 생식주기에 관한 보고(Chung et al., 1999; Kim et al., 2001; Shin et al., 2007)가 있다. 그리고 새꼬막에 관해 지금까지 연구, 보고된 것은 새꼬막 *Scapharca subcrenata*의 성성숙에 관한 연구(Lee, 1998)가 있을 뿐이다.

이매패류의 성성숙 및 생식주기에 미치는 영향 요인들 가운데 수온은 외인성 요인으로 여러 요인들 가운데 가장 중요하게 작용하는 요인이며(Mackie, 1984; Rodriguez-Moscoso and Arnaiz, 1988), 수온은 주로 위도와 지리적 조건에 따라 달라진다고 하였는데, 새꼬막에 대한 지역별 생식주기와 연구 보고에 관한 자료는 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구는 조직학적 방법을 이용하여 우리나라 전라남도 여수시 소재의 여자만에 서식하는 2년산 새꼬막을 대상으로 성장 변화와 함께 생식생태학적 기초 자료인 생식소 발달 및 생식주기, 생식소지수와 비만도지수의 월 변화 그리고 성비를 조사하여, 새꼬막의 생식생태에 관한 기초 자료를 제공하고 기존 보고된 새꼬막의 성 성숙에 관한 조사 자료(Lee, 1998)와 비교하고자 하였다.

\*Corresponding author: ykshin@nfrdi.go.kr

## 재료 및 방법

### 시료 채집

본 연구에 사용한 새꼬막은 전라남도 여수시 소라면 소재 여자만 해역 (N 34° 46' 20", E 127° 34' 10")에서 2006년 5월에 치패 (2005년 채묘)를 살포하여 양식 중인 것을 2007년 3월부터 2008년 2월까지 소형 형망에 의해 매일 30개체 전후를 채집하였다.

### 조직학적 방법

채집한 개체는 각장, 각고, 전중량 및 육중량 등의 측정 형질을 계측한 후, 생식소가 포함된 내장낭의 일부를 Bouin's solution에 24시간 고정 한 후 파라핀 절편법으로 두께 4~5의 조직표본을 제작하였다. 염색은 Hansen's hematoxylin과 0.5% eosin 비교염색을 실시하였다.

### 생식소 발달단계

새꼬막의 생식소 조직상을 광학현미경으로 관찰하여 초기 활성기(Ea: early active stage), 후기 활성기(La: late active stage), 완숙기(R: ripe stage), 방출기(spent stage) 그리고 회복 및 휴지기(Re: recovery & resting stage)의 5단계로 나누었다.

### 생식소지수(Gonad Index, GI)

생식소지수(GI)는 아래와 같이 Eversole (1997)의 방법을 일부 수정하여 계산하였다. 조직표본 관찰 후, 매일 각 개체에 대하여 단계별로 상수(Re=1, Ea=2, La=3, R=4, S=0)를 곱한 전체의 합을 매일 전체 개체수로 나누었다.

$$GI = \frac{(Re \text{ 개체수} \times 1) + (Ea \text{ 개체수} \times 2) + (La \text{ 개체수} \times 3) + (R \text{ 개체수} \times 4) + (S \text{ 개체수} \times 0)}{\text{월 조사 개체수}}$$

### 비만도지수(Condition Index, CI)

생식소 발달로 인해 증감되는 생식소 중량이 육중량에 미치는 영향을 알기 위해 일반적으로 비만도지수(CI)를 조사한다. 본 조사에서는 산란기를 간접적으로 추정하기 위하여 비만도지수(CI)를 구하였다.

비만도지수(CI)는 육중량(g) / 각장<sup>3</sup> (mm) × 1,000의 식으로 산출하였다.

### 성비(Sex Ratio)

2007년 3월부터 2008년 2월까지 매일 채집한 개체들에서 각 개체별 생식소의 조직 검경을 통해 암·수 구분이 가능하였던 2007년 3월에서 10월까지의 총 240개체(암컷 125개체, 수컷 115개체)를 대상으로 암컷:수컷의 성비가 1:1이라는 가정 하에 Chi square test를 실시하여 암·수의 성비가 1:1이라는 가설과

일치하는지 또는 유의한 차를 보이는지 판정하였다. 판정은 95% 신뢰구간에서 Chi square goodness-of-fit test의 기준값이 3.84이므로 이를 기준으로 하여 유의한 차를 보였는지 판정하였다.

## 결 과

### 생식소 구조와 생식소 발달단계

광학 현미경을 이용한 조직표본 분석 결과, 새꼬막은 암·수 구분되는 자웅이체였으며, 생식소는 새꼬막 연체부의 외측 근육층과 간체장 및 내장부위 사이에 위치하였으며 난소와 정소는 모두 수많은 소낭 구조로 구성되어 있었고, 소낭 내에서 생식세포들이 성장 및 성숙 발달하는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 암·수의 성 구분은 대부분 생식소가 활성화 및 성숙이 되는 시기였으며, 비활성기인 휴지기에는 개체별 정확한 암·수의 구분이 어려웠다.

이러한 생식소의 발달 단계는 암·수 모두 초기 활성기, 후기 활성기, 완숙기, 방출기 그리고 회복 및 휴지기의 연속적인 5단계로 나눌 수 있었다.

#### 초기 활성기(Early active stage)

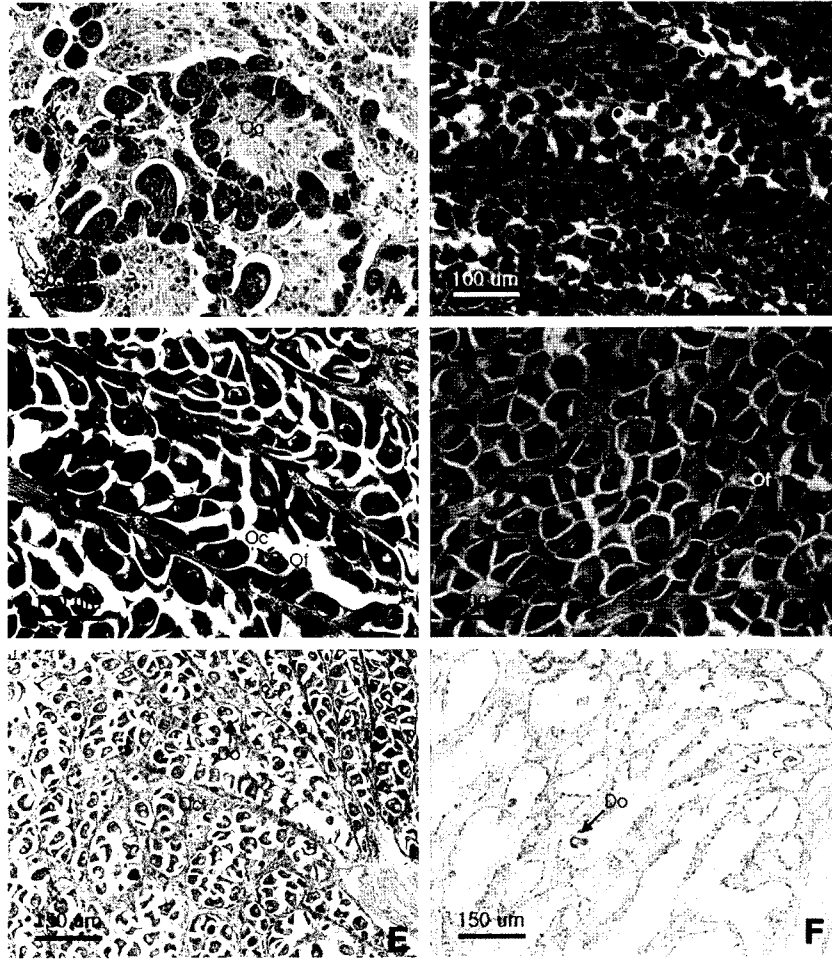
초기 활성기의 생식소는 소낭 벽의 두께가 비교적 두터웠으며, 소낭의 생식상피를 따라 소수의 생식세포만이 출현하고 있으며 소낭의 내강은 비어 있는 상태였다. 암컷의 경우, 난소 소낭 벽을 따라 난경 8~10 μm 내외의 난원세포들과 초기 발달 중인 난모세포들이 출현하였다(Fig. 1A). 이 시기의 난모세포들은 직경이 대략 30 내외의 크기로 핵과 인이 뚜렷하게 관찰되었으며, 생식 상피에 난병을 부착하여 내강 쪽으로 성장 발달하고 있다(Fig. 1B). 수컷의 경우도 정소 소낭의 상피세포를 따라 정원세포들의 분열 증식이 관찰되었고, 소낭의 내강으로 갈수록 다수의 정모세포와 정세포 그리고 소낭의 중앙내강에는 소수의 정자들도 관찰되었다(Figs. 2A, B).

#### 후기 활성기(Late active stage)

암컷의 경우, 난소 소낭 벽의 두께는 초기 활성기에 비해 아주 얇아졌으며 전체 난소의 면적도 크게 증가되었다. 이 시기에는 주로 직경 40~60 μm 크기의 난모세포들이 생식상피 쪽에 난병으로 연결된 상태로 계속적으로 발달하였다(Fig. 1C). 수컷의 경우도 정소 소낭 벽이 아주 얇아지고 정소의 면적은 크게 증가되었다. 정소 소낭에서는 정원세포들 보다 크기가 좀 더 작고 호염기성 염색성을 보이는 정모세포와 정세포들의 수가 크게 증가하고 있었으며 일부 변태 중인 정자들도 내강 중앙 부위에서 그 수를 점차 늘려가는 것이 관찰되었다(Fig. 2C).

#### 완숙기(Ripe stage)

암컷의 경우에는 난소 소낭 벽이 아주 얇게 관찰되었고, 호산성 난황 과립으로 채워진 직경 60~80 μm 내외의 완숙 난모세포들은 분리되어 난소 소낭의 중앙 내강을 가득 채웠다(Fig. 1D). 정소의 경우도 정소 소낭 벽 근처에서 정세포들을 관찰할 수 있으나, 정소 소낭의 중앙 내강에는 호염성의 완숙 정자들



**Fig. 1.** Photomicrographs of gonadal phases in female *Scarpharca subcrenata* as seen by light microscopy. A, B, early active stage; C, late active stage; D, ripe stage; E, partially spawned stage; F, recovery and resting stage. Abbreviations: Do, degenerated oocyte; Es, egg stalk; N, nucleus; Oc, oocyte; Of, oogenic follicle; Og, oogonium.

로 가득 채워졌다(Fig. 2D).

#### 방출기(Spent stage)

암컷의 경우 완숙 난모세포들이 부분적으로 방란되면서 난소 소낭의 내강에는 빈 공간들이 관찰되었으며, 난소 소낭 내에는 미방란된 다수의 난모세포들도 함께 관찰되었다(Fig. 1E). 정소의 경우도 많은 정자들이 방정되면서 그 수가 줄어들었으나, 정소 소낭 내에는 미방정된 정자들과 정세포들이 관찰되었다(Fig. 2E).

#### 회복 및 휴지기(Recovery & resting stage)

이 시기의 생식소 면적은 비교적 작았고 생식소 소낭 벽이 점차 두터워 졌다. 암컷의 경우, 퇴화기에는 난소 소낭벽의 비후와 함께 방출되지 못한 난모세포들의 퇴화·흡수가 관찰되었다. 이후 동계(11~1월)의 휴지기에는 발달된 난모세포들은 전부 흡수, 퇴화되고, 빈 소낭들만이 주로 관찰되었다(Fig. 1F). 수컷의 경우도 퇴화기에는 퇴화·흡수되는 잔존 정자와 정세포들이 관찰되었고, 동계의 휴지기에는 난소와 같이 빈 소낭의 상태가 관찰되었다(Fig. 2F). 산란 후 추계의 회복 시기에는 퇴화 흡수 중인 난모세포와 정자 및 정세포들로 하여 암·수의 성 구분이 가능하였으나, 동계의 휴지기에 속하는 개체에서는

조직 표본에서도 정확한 암·수의 구분이 어려웠다. 이들 회복 및 휴지기의 암, 수 개체들은 9월부터 이듬해 3월까지 비교적 장기간에 걸쳐 관찰되었다.

#### 생식주기

생식소의 조직학적 발달단계를 월별로 조사한 결과, 전라남도 여자만에서 채집한 새꼬막의 생식주기는 초기 활성기는 1월부터 4월까지, 후기 활성기는 3월부터 6월까지, 완숙기는 5월부터 8월까지 나타났으며, 방출기 개체는 7월부터 9월까지 그리고 회복 및 휴지기 개체는 9월부터 이듬해 3월까지 관찰되었으며, 주 산란기는 7월과 8월 사이로 조사되었다(Fig. 3).

#### 생식소지수(GI)의 월별 변화

산란기를 간접적으로 추정하기 위해 새꼬막의 월별 생식소지수(GI)를 구하였다. GI 값은 조사가 시작된 3월에 1.96을 나타내었고, 이후 점차 증가하여 6월에 3.80으로 연중 최고 값을 보이다, 7월에 급격히 감소하여 0.50으로 연중 최소 값을 나타내었다. 이후 8월부터 이듬해 2월까지 1.26까지 서서히 증가하는 추세를 나타내었다(Fig. 4).

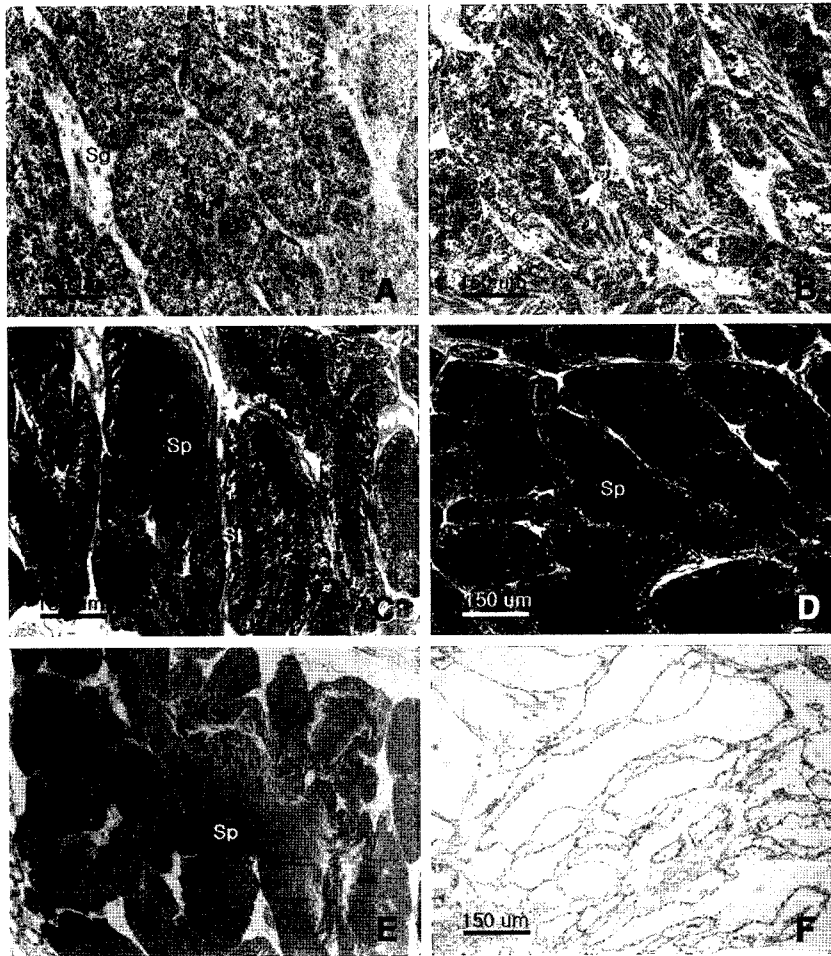


Fig. 2. Photomicrographs of gonadal phases in male *Scarpharca subrenata* as seen by light microscopy. A, B, early active stage; C, late active stage; D, ripe stage; E, partially spawned stage; F, recovery and resting stage. abbreviations: Sc, spermatocyte; Sg, spermatogonium; Sp, spermatozoon; St, spermatid.

**비만도지수(CI)의 월별 변화**

산란기를 간접적으로 추정하기 위해 새꼬막의 월별 비만도 지수(CI)를 구하였다. CI는 4월에 0.14로 연중 최고 값을 보였다. 이후 5월부터 7월까지 큰 폭으로 감소하였고, 9월에 0.07

로 연중 최저 값을 나타냈다. 그리고 10월부터 2월까지 다시 서서히 증가하는 추세를 나타내었다(Fig. 5).

**성비**

생식소 조직으로 월별 채집된 전 개체들의 암·수를 정확히 구분 할 수 있는 3월에서 10월까지의 8개월간 암·수 총 240 개체(암컷 126개체, 수컷 114개체)를 대상으로 암수의 성비를 조사한 결과, 성비는 1:0.90 이었고  $\chi^2 = 0.600, P > 0.05$ 로 나타나 암, 수 성비는 1:0.90으로 유의한 차를 보이지 않았다. 따라서 전반적으로 8개월 모두 1:0.9의 성비를 나타내었고, 유의한 차를 보이지 않았다(Table 1).

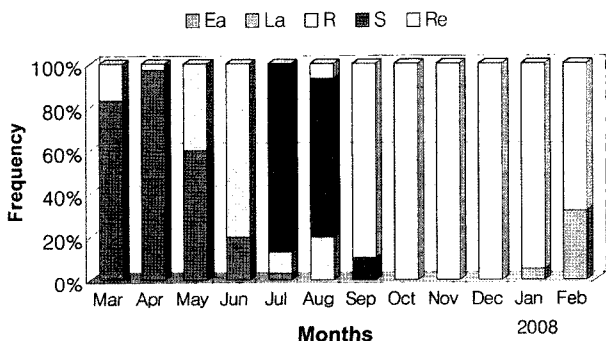


Fig. 3. Frequency of gonadal development stage of the ark shell *Scarpharca subrenata*. Ea, early active stage; La, late active stage; R, ripe stage; S, spent stage; Re, recovery & resting stage.

**논 의**

새꼬막의 생식주기에 관한 본 연구에서 산란기가 7월에서 9월 사이로 조사되었으며, 이러한 결과는 인근한 전남 순천만에

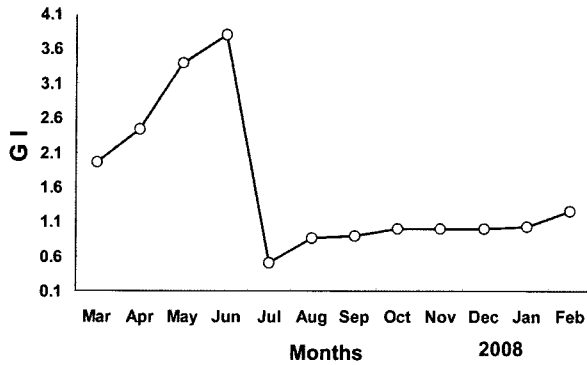


Fig. 4. Monthly variation in the gonad index (GI) of the ark shell *Scarpharca subcrenata*.

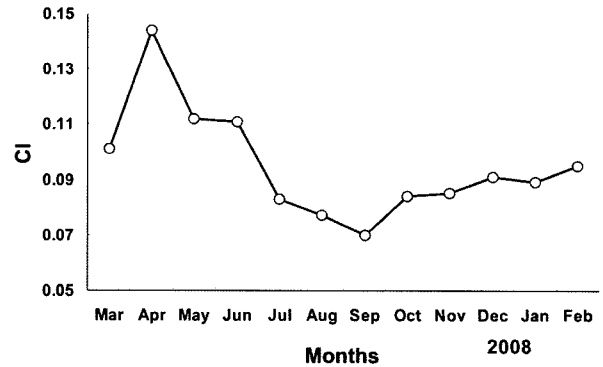


Fig. 5. Monthly variation in the condition index (CI) of the ark shell *Scarpharca subcrenata*.

서의 새꼬막 산란기가 7월 초순부터 9월까지라는 보고(Lee, 1998)와 일치하였다.

해산 이매패류의 생식주기 및 성 성숙은 외인성 요인과 내인성 요인의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 외인성 요인은 수온, 먹이, 빛, 조석주기, 수심, 밀도, 기생충 및 질병, 염분도 및 기질 등이며, 내인성 요인으로는 유전학적 요인과 내분비성 요인 등을 들 수 있는데, Mackie (1984)는 특히, 수온과 먹이가 상기 여러 요인들 가운데 가장 중요하게 작용하는 요인이라고 보고하였다. 수온과 성 성숙과의 관계에 대하여 새조개 *Fulvia mutica* (Chang and Lee, 1982), 가무락 *Cyclina sinensis* (Chung et al., 1991), 바지락 *Ruditapes philippinarum* (Chung et al., 1994), 북방대합, *Spisula sachalinensis* (Lee et al., 1997)에서는 수온이 성 성숙에 가장 큰 영향을 미친다고 보고하였으나, 백합류(Veneridae)의 red clam *Megapitaria aurantiaca*에서는 수온과 성성숙과의 관계가 뚜렷하지 않는 것으로 보고(García-Domínguez et al., 1994) 되었다.

2007년 여자만의 새꼬막 생식주기 조사에서 초기 활성화는 1~4월, 후기 활성화는 3~6월, 완숙기는 5~8월로 각각 조사 구분 되었으나, 1996년 순천만의 새꼬막 조사(Lee, 1998)에서는 초기 활성화기(11~5월), 후기 활성화기(5~7월), 완숙기(6~9월)로 구분 보고하였다. 이러한 보고 자료를 본 연구 결과와 비교 해 볼

때 조사 장소가 서로 인접한 해역임에도 불구하고 1996년 대비 현재의 새꼬막 생식소 활성화 및 발달 시기가 좀 더 빨리 진행되는 것으로 나타났다. 이것은 Lee (1998)의 1996년 어장 수온과 2007년 3월부터 2008년 2월까지 본 연구에서의 월별 어장 수온의 비교에서 연중 최저 수온을 보이는 2월은 6.9°C와 7.2°C, 4월 11.1°C와 14.5°C, 6월 18.7°C와 21.9°C 8월 25.5°C와 26.3°C 그리고 연중 최고 수온을 보이는 9월의 경우 24.2°C와 24.9°C를 각각 보인 후 감소한 결과와 같이 지리적 서식환경의 차이 보다는 최근 기후 온난화 등과 관련하여 동계와 춘하계 어장 수온의 상승과도 연관이 있을 것으로 사료된다.

그리고 일반적으로 무척추동물의 생식시기는 종의 지리적 위치 및 생식 전략과 밀접한 관계가 있어, 저위도 지역의 종은 생식 시기가 길며 고위도 지역의 종은 생식시기가 짧은데(Fretter, 1984), 이러한 특성은 위도에 따른 빛이나 수온의 차이로 종의 생식 특성에 영향을 주는 것으로 고찰되고 있다.

이매패류의 생식주기는 주로 생식세포의 발달 및 생식소 발달단계 빈도의 월별 변화, 생식소지수의 월별 변화 그리고 비만도지수의 월별 변화 등의 자료를 바탕으로 구분되어 왔다 (Behzadi et al., 1997; Villalejo-Fuerte and García-Domínguez, 1998; Marsden, 1999; Chung and Kim, 2000; Chung et al.,

Table 1. Specimen number for analysis of gonadal development and sex ratio of the ark shell *Scarpharca subcrenata*

Month	No. of Females	No. of Males	Total ind.	Sex ratio (F/F+M)	$\chi^2$ (Chi squared)*
Mar. 2007	18	12	30	1:0.66	1.200
Apr. 2007	17	13	30	1:0.76	0.533
May 2007	16	14	30	1:0.87	0.133
Jun. 2007	15	15	30	1:1.00	0.000
Jul. 2007	16	14	30	1:0.87	0.133
Aug. 2007	17	13	30	1:0.76	0.533
Sep. 2006	14	16	30	1:1.14	0.133
Oct. 2006	13	17	30	1:0.76	0.533
Total	126	114	240	1:0.90	0.600

\*The critical value for  $\chi^2$  goodness-of-fit test of equal numbers of females and males (1 df) at 95% significance is 3.84.

2001; Park et al., 2003).

굴 *Crassostrea gigas* (Min et al., 2004)과 대복 *Gomphina veneriformis* (Park et al., 2003)을 비롯한 많은 종류의 이매패류는 생식주기 가운데 어느 한 시기에는 조직학적으로 생식소 소낭 내에서 생식세포가 구분되지 않는 비활성기(inactive stage)가 존재하여 이 시기에는 암·수의 구분이 불가능 하나, 개조개 *Saxidomus purpuratus*는 생식세포의 방출 후 잔존 세포들이 퇴화되는 과정 중에 다시 발달하는 초기 생식세포들로 인하여 조직학적으로 연중 암·수 구분이 가능한 것으로 보고(Chung et al., 1999; Shin et al., 2007) 되고 있다. 새꼬막도 굴과 대복과 같이 동계에 비활성기를 가지며, 이 시기 즉 휴지기에는 조직 표본에서도 암·수의 구분이 불가능 하였는데, 순천만의 새꼬막 연구 보고(Lee, 1998)에서도 동일한 결과를 보고 하였다.

연체동물의 산란 습성은 연중 1회 산란하는 종과 연중 다회 산란하는 종으로 구분할 수 있으며, 계절에 따라 연중 산란형(year-round breeders), 늦은 봄부터 이른 가을 사이에 산란하는 하계 산란형(summer breeders)과 늦은 가을부터 이듬해 이른 봄 사이에 산란하는 동계 산란형(winter breeders)으로 구분된다(Booolootian et al., 1962).

생식소 발달단계 빈도의 월 변화를 기초로 새꼬막의 생식주기는 1~4월의 초기 활성기, 3~6월의 후기 활성기, 5~8월의 완숙기, 7~9월의 산란기 그리고 9~3월의 회복 및 휴지기로 구분할 수 있었고, 주 산란기는 7~8월로 조사되었다. 이러한 결과로부터 새꼬막은 하계 산란종이며, 방출기 동안 다회 산란하는 것으로 판단되었다.

본 연구 결과, 여자만에서 채집된 새꼬막의 생식소지수(GI)는 연중 한 번 6월에 높은 값을 보였는데, 이러한 원인은 GI를 평가 시 그 기준을 생식세포의 발달에 두었기 때문이다. 즉 6월의 생식소 내에는 대부분은 완숙된 난모세포 또는 정자들을 가지는 완숙된 생식소 소낭들로 채워진데 반하여, 7월부터는 산란기에 접어들면서 완숙 생식세포들의 방출로 이러한 완숙 생식소 소낭이 차지하는 비율이 감소하기 때문이다. 그러나, 생식소 표본의 면적에 대한 생식소 소낭이 차지하는 비율을 반영한다면 이와는 다소 다른 결과가 도출될 것으로 판단된다.

상기 생식소지수(GI)와 함께 비만도지수(CI)의 월별 변화도 생식소 발달단계 및 생식주기와 밀접한 관련을 가지며 변화하였다. 이매패류에서 비만도 지수의 변화가 생식소 발달주기와 연관성을 보이며 유사한 변화 경향을 보이는 것은, 새조개(Chang and Lee, 1982), 북방대합(Lee et al., 1997), 꼬막 *Tegillarca granosa* (Lee, 1997), 대복(Park et al., 2003), 키조개 *Artina pectinata* (Lee et al., 2006), 개조개 *Saxidomus purpuratus* (Shin et al., 2007)에서도 찾아 볼 수 있었다. 그리고 가리비류 *Argopecten irradians concentricus* (Barber and Black, 1981)와 복족류 *Rapana venosa* (Chung et al. 2001)에서 체구성 성분들이 생식시기에는 생식세포 구성 물질로 전환되는 등 체내 물질 대사가 생식주기와 연계되어 변화하는 것으로 보고 하였는데,

본 연구 결과에서 새꼬막의 비만도 지수가 생식소 지수와 비교 시 2개월 정도 앞선 4월에 최고 값을 보이는 것은, 새꼬막의 성장과 생식시기에 체세포 성분이 생식세포로 변화하는 과정에서 체구성 물질의 성분 변화 등에 기인하는 것으로 사료된다.

이매패류의 성비와 관련하여 Makie (1984)는 일반적으로는 1:1의 성비를 보이나 암컷이 수컷보다 많은 종들도 있다고 보고하였는데, 새꼬막의 암·수 성비도 1:0.90로 암컷이 수컷에 비해 약간 많았으나 Chi-square test 검정 결과 성비는 1:1로 유의한 차이가 없었다.

여자만 새꼬막의 균성속도를 분석한 결과, 하계의 생식시기에 만 2년산에 접어든 각장 29.4 이상의 개체들 모두에서 100%의 성숙도를 보이고 있어, 암·수 모두 각장 29.4 이상의 개체들은 생식에 참여하는 것으로 나타났다.

## 요 약

전라남도 여수시 소라면 여자만에서 2007년 3월부터 2008년 2월까지 채집된 새꼬막 *Scapharca subcrenata*의 생식소 발달과 생식주기를 조직학적으로 조사하였다. 새꼬막은 자웅이체로 난소는 많은 난소 소낭(oogenic follicle)으로 이루어져 있으며, 정소도 많은 정소 소낭(acinus)으로 구성되어 있다. 생식소지수(GI)는 6월에 연중 최고 값을 나타내었고, 그 후 감소하여 7월에 최저 값을 나타내었다. 비만도지수(CI)는 4월에 연중 최고 값을 보였고, 그 후 감소하여 7월에 최저 값을 보였다. 새꼬막의 생식주기는 초기 활성기(1~4월), 후기 활성기(3~6월), 완숙기(5~8월), 방출기(7~9월) 그리고 회복 및 휴지기(9~3월)의 연속적인 발달 단계로 구분되었으며, 주 산란기는 7~8월로 조사되었다. 암, 수 성비는 1:1로 유의한 차를 보이지 않았다.

## 감사의 글

이 연구는 국립수산과학원 (연안 환경용량 산정 연구, RP-2008-AQ-047)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- Barber, B. J. and N. J. Black, 1981. Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 52, 121-134.
- Behzadi, S., Parivar, K. and P. Roustaiian, 1997. Gonadal cycle of pearl oyster, *Pinctada fucata* (Gould) in northeast Persian Gulf, Iran. J. Shellfish Res., 16, 129-135.
- Booolootian, R. A., A. Farmanfarmanian and A.C. Giese, 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. Biol. Bull., 122, 183-193.
- Chang, Y. J. and T. Y. Lee, 1982. Gametogenesis and reproductive cycle of the cockle, *Fulvia mutica* (Reeve). J. Kor. Fish. Soc., 15, 241-253.

- Choi, Y. H. and Y. J. Chang, 2003. Gametogenic cycle of the transplanted cultured pearl oyster, *Pinctada fucata martensii* (Bivalve: Pteriidae) in Korea. J. Aquacult., 220, 781-790.
- Chung, E. Y., T. Y. Lee and C. M. An, 1991. Sexual maturation of the venus clam, *Cyclina sinensis* on the west coast of Korea. J. Med. Appl. Malacol., 3, 125-136.
- Chung, E. Y., D. K. Ryou and J. H. Lee, 1994. Gonadal development, age and growth of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum* (Pelecypoda: Veneridae), on the coast of Kimje, Korea. J. Malacol., 42, 38-54.
- Chung, E. Y. and B. S. Kim, 1994. Histological and ultrastructural studies on gonadal development and germ cell development of the purplish Washington clam, *Saxidomus purpuratus* (Sowerby). Bull. Coast. Research, Kunsan National University, 6(1), 1-15.
- Chung, E. Y., Y. M. Kim and S. G. Lee, 1999. Ultrastructural study of germ cell development and reproductive cycle of the purplish Washington clam, *Saxidomus purpuratus* (Sowerby). Yellow Sea, 5, 51-58.
- Chung, E. Y. and Y. M. Kim, 2000. Ultrastructural study of germ cell development and sexual maturation of the hard clam, *Meretrix lusoria* (Bivalvia: Veneridae), on the west coast of Korea. J. Med. Appl. Malacol., 10, 181-202.
- Chung, E. Y., S. B. Hur, Y. B. Hur and J. S. Lee, 2001. Gonadal maturation and artificial spawning of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae), in Komso Bay, Korea. J. Fish. Sci. Technol., 4, 208-218.
- Chung, E. Y., S. Y. Kim and K. H. Park, 2001. Changes in biochemical composition of the digestive gland of the female purple shell, *Rapana venosa* in relation to ovarian development phases. Korean J. Malacol., 17(1), 27-33.
- Eversole, A. G., 1997. Gametogenesis of *Mercenaria mercenaria*, *M. campechiensis* and their hybrids. Nautilus, 110, 107-110.
- Fretter, T., 1984. Prosobranchs. (in) A. S. Tompa, N. H. Verdonk and J. A. M. Van Den Biggelaar (eds.), The Mollusca, Vol. 7. Reproduction. Academic Press, New York, pp. 1-45.
- García-Domínguez, F., S. A. García-Gasca and J. L. Castro-Ortiz, 1994. Spawning cycle of the red clam, *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831) (Veneridae) at Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, Mexico. J. Shellfish Res., 13, 417-423.
- Kim, S. K., K. Y. Park, C. N. Jang, D. J. Kim and H. C. Seo, 2001. Studies on the ecological aspect and gametogenesis of *Saxidomus purpuratus* (Sowerby) in the Yellow Sea Area. Bulletin of National Fisheries Research and Development Institute, 59, 152-158.
- Lee, J. H., 1997. Studies on the gonadal development and gametogenesis of the granulated ark, *Tegillarca granosa* (Linné). J. Malacol., 13, 55-64.
- Lee, J. Y., Y. J. Chang and C. S. Lee, 1997. Reproductive cycle of surf clam, *Spisula sachalinensis*. J. Kor. Fish. Soc., 30, 132-138.
- Lee, J. H., 1998. A study on sexual maturation of the Ark shell, *Scapharca subcrenata* Lischke. Kor. J. Malacol., 14(2), 91-102. (in korean)
- Lee, J. Y., Y. J. Park and Y. J. Chang, 1999. Gonadal development and reproductive cycle of *Gomphina melanaegis* (Bivalvia: Veneridae). J. Kor. Fish. Soc., 32, 198-203.
- Lee, S. J., K. S. Min, B. G. Kim, C. M. An, S. M. Ju and J. S. Lee, 2006. Gonadal development and gametogenic cycle of the pen shell, *Atrina pectinata* (Bivalvia: Pinnidae). J. Kor. Fish. Soc., 39, 398-403.
- Mackie, G. L., 1984. Bivalves. (in) A.S. Tompa, N.H. Verdonk and J.A.M. Van Den Biggelaar (eds.), The Mollusca, Vol. 7. Reproduction. Academic Press, New York, pp. 351-418.
- Marsden, I. D., 1999. Reproductive cycle of the surf beach clam, *Paphies donacina* (Spengler, 1973) from New Zealand. J. Shellfish Res., 18, 539-546.
- Min, D. K., 2004. Mollusks in Korea. Hanguel Graphics, Busan, 387 pp.
- Min, K. S., B. S. Kim, T. I. Kim, Y. B. Hur and E. Y. Chung, 2004. Reproductive cycle and induced sexual maturation of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Korean J. Malacol., 20, 75-84. (in korean)
- Park, J. J., J. Y. Lee, J. S. Lee and Y. J. Chang, 2003. Gonadal development and gametogenic cycle of the equilateral venus, *Gomphina veneriformis* (Bivalvia: Veneridae). J. Kor. Fish. Soc., 36, 352-357.
- Rodriguez-Moscoco, E. and R. Arnaiz, 1988. Gametogenesis and energy storage in a population of the Grooved carpet-shell clam, *Tapes decussatus* (Linne, 1787) in northwest Spain. Aquaculture, 162, 125-139.
- Shin, Y. K., N. J. Choi, B. S. Oh, A. J. Jung and S. Y. Kim, 2007. Gonadal Development and Reproductive cycle of the Purplish Washington Clam, *Saxidomus purpuratus* (Bivalvia: Veneridae) from Gangjin Bay. Korean J. Malacol., 23(2), 165-172. (in Korean)
- Villalejo-Fuerte, M. and F. García-Domínguez, 1998. Reproductive cycle of *Spondylus leucacanthus* (Broderip, 1833) (Bivalvia: Spondylidae) at Isla Danzante, Gulf California. J. Shellfish Res., 17, 1037-1042.
- Yoo, J. S., 1976. Korean Shells in Colour. Iljisa, Seoul, 196 pp.

원고접수 : 2008년 9월 22일

심사완료 : 2008년 10월 2일

수정본 수리 : 2008년 10월 6일