

# 어깨뿔고둥 (*Ocenebra japonica*)의 생식세포형성과 생식주기

이 주 하  
전주대학교 생명과학부

## Gametogenesis and Reproductive Cycle of the Murex Shell (*Ocenebra japonica*) (Neogastropoda: Muricidae)

Ju Ha LEE  
School of Life Science, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea

Gonadal development, gametogenesis, reproductive cycle, gonad index, and flesh weight rate of the murex shell (*Ocenebra japonica*) collected from the rocky intertidal zone of Buan-gun, Jeollabuk-do, Korea were investigated by means of histological method from January to December 2002. *O. japonica* had separate sexes, and was oviparous. The gonad was widely situated on the surface of the digestive gland located in the rear of the spiral flesh part in the shell. The male penis was located near the two tentacles. The ovary was composed of a number of oogenic follicles, and the testis was composed of several spermatogenic tubules. The size of ripe oocyte was approximately 140  $\mu$ m in diameter. The gonad index (GI) began to increase in March (33.24 $\pm$ 2.33) and reached the maximum in June (47.77 $\pm$ 1.90). Thereafter, the values decreased from July (45.12 $\pm$ 3.60) to October (19.32 $\pm$ 2.91). The flesh weight rate (FWR) began to increase in January (25.93 $\pm$ 1.32) and reached the maximum in May (31.78 $\pm$ 1.09). Thereafter, the values decreased from June (31.50 $\pm$ 0.66) to October (24.09 $\pm$ 1.60). The reproductive cycle could be classified into five successive stages: early active (October to April), late active (January to June), ripe (May to September), spawning (July to September) and recovery (September to February). The reproductive cycle was closely related to the seawater temperature.

Key words: *Ocenebra japonica*, Gonadal development, Reproductive cycle, Gonad index, Flesh weight rate

### 서 론

대수리 (*Reishia clavigera*)는 내분비계 장애물질 (endocrine disruptor compound) 즉 환경호르몬으로 생각되는 TBT (tributyltin)로 인하여 imposex 현상을 나타내기 때문에, 해양오염의 지표종으로도 알려져 있으며, Shiomi et al. (1982)은 대수리와 두드럭고둥 (*Reishia bronni*)의 쏘는 듯한 특유한 냄새는 새하선 (hypobranchial gland)에서 분비되는 휘발성 물질인 methyl mercaptan과 dimethyl disulfide라고 밝힌 바 있다. 또한 뿔소라과 어깨뿔고둥 (*Ocenebra japonica*)은 큰구슬우렁이 (*Neverita didyma*), 대수리와 더불어 굴의 치패와 바지락의 패각을 천공하므로서 폐사를 일으키는 해적생물로도 잘 알려져 있고 (Tanaka, 1949; Kon et al., 1966), 조간대의 바위나 자갈 밑에 서식하며, 우리 나라의 남동해 연안, 중국 및 일본에 분포하고 식용된다 (Kwon et al., 1993).

뿔소라과의 생식세포형성과정에 관한 연구로서, 일본산 대수리 (*Purpura clavigera*)의 산란생태, 발생 및 생식선의 계절적 변화 (Kon et al., 1966), 수컷 뿔고둥 (*Rapana venosa*)의 성숙과 저장낭의 상피세포에 관한 세포학적 연구 (Chung and Kim, 1997), 대수리의 생식세포형성과 생식주기 (Lee,

1999a), 암컷 뿔고둥의 군성숙도, 산란빈도 및 난낭출산 (Chung et al., 2002) 등이 있으나, 어깨뿔고둥의 생식소의 조직학적 구조나 생식주기에 관한 보고는 없다.

본 연구는 어깨뿔고둥의 생식주기와 산란시기를 알아보기 위하여 생식소발달, 생식세포형성과정, 생식소지수 및 육중량비 등을 조직학적 방법으로 조사하였다.

### 재료 및 방법

본 연구에 사용한 재료는 2002년 1월부터 12월까지 전라북도 부안군 대항리의 조간대 (35°41'19"N, 126°32'1"E)바위에서 채집하였다. 각고 14.1-45.8 mm에 속하는 총 325개체가 본 연구를 위하여 사용되었다. 채집된 재료는 생체로 실험실로 운반한 후, Vernier caliper를 이용하여 각고, 각폭을 0.1 mm까지 측정하였으며, 전자저울 (A&D Co., Japan)을 이용하여 총중량을 측정 후 패각으로부터 육질부를 분리하여 육중량 (Flesh weight, FW)과 각중량 (Shell weight, SW)을 0.01 g까지 측정하였다. 성숙한 개체의 암수 구별은 생식돌기 (음경)의 유무로 판정하였다. 육중량비 (Flesh weight rate, FWR)는 다음과 같은 식에 의하여 구하였다.

$$FWR (\%) = \frac{FW (g)}{FW (g) + SW (g)} \times 100$$

생식소 발달, 생식주기 및 산란기에 따른 생식소지수

\*Corresponding author: juhalee@jj.ac.kr

(Gonad index, GI)의 월별 평균변화를 알아보기 위하여, 다음과 같은 식을 이용하였다 (Yamamoto and Yamakawa, 1985).

$$GI = \frac{\text{생식소의 직경}}{\text{횡단면적의 총직경}} \times 100$$

생식소의 발달에 따른 조직학적 변화를 관찰하기 위하여, 생식소가 포함된 내장낭 일부를 절취하여 Bouin's solution에 24시간 고정한 다음 24시간 동안 수세한 후, alcohol과정을 통하여 탈수시키고, paraffin 포매과정을 거쳤다. 포매된 조직은 rotary microtome (Leica Instruments, Germany)으로 4-6  $\mu\text{m}$ 의 두께로 연속절편을 만들어, slide glass위에 부착시켰으며, 염색은 Bohmer's hematoxylin과 1%의 alcoholic eosin으로 이중 염색한 후 광학현미경으로 검경하였다. 생식소 발달단계의 월별 출현빈도 (Frequency, F)는 일반적으로 사용되는 다음 식에 의하여 구하였다.

$$F (\%) = \frac{\text{각 생식소의 발달단계의 개체수}}{\text{전체 개체수}} \times 100$$

채집지의 수온은 NFRDI (2002)의 자료를 사용하였다.

## 결 과

### 생식소의 위치와 구조

어깨빨고등은 자용이체로서, 생식소는 패각 내 나선상 육질부의 후반부에 위치하는 간중장의 표면에 발달하여 있으며, 맹관 끝 부위까지 넓게 분포한다. 미성숙 시기의 생식소는 간중장 위에 아주 얇게 분포하지만, 성숙하게 되면 내장낭의 대부분을 차지할 만큼 비후하며, 암컷은 유백색, 수컷은 연한 황색을 나타내었다.

### 난소의 발달과 난자형성과정

단층원주상피세포와 여러 층의 결합성 근섬유조직으로 구성된 피층과 간중장선 사이에 위치하는 난소는, 크고 작은 수많은 난자형성소낭 (oogenic follicle)으로 구성되어 있었다. 10월에서 이듬해 4월까지 채집한 개체의 난소의 난자형성소낭벽에는, 난원세포들이 소낭의 벽에서 분열증식되었으며, 이들은 구형이거나 타원형이고, 직경은 15-17  $\mu\text{m}$ 이며, 10  $\mu\text{m}$  내외의 크고 뚜렷한 핵과 호염기성 단일 인을 가지므로, 세포질은 핵에 비하여 매우 빈약하였다. 소낭에는 eosin에 강하게 염색되는 과립세포와 간충직들이 다수 나타났다. 일부 빠르게 증식한 직경 35-40  $\mu\text{m}$ 의 초기 난모세포들은 난병을 형성하여 소낭의 벽에 부착된다. 세포질에는 아직까지 난황과립의 축적은 볼 수 없으나, 빠르게 증식한 일부 초기 난모세포의 세포질에는 난황과립이 축적되고 있었다 (Fig. 1A).

난소의 발달과 더불어, 난자형성소낭도 점차 발달, 신장되었다. 1월부터 6월까지 채집한 개체들 중에는 직경 70-80  $\mu\text{m}$ 로 성장한 난모세포들이 난병을 소낭의 벽에 부착한 채 내강의 중앙을 향해 서양배 모양으로 발달되었다. 핵은 난병의 반대쪽 난막 가까이로 이동되고, 핵내에는 강한 호염

기성 반응을 나타내는 한 개의 뚜렷한 인을 볼 수 있었으며, 세포질에는 크고 작은 수많은 난황과립으로 충만되었다. 그러나 소낭의 벽에는 난황과립의 축적을 볼 수 없는 난모세포도 여전히 존재하고 있었다 (Fig. 1B).

5월에서 9월까지 성숙한 개체의 난소소낭에는 일부 초기성장 중인 난모세포와 난황을 형성 중인 난모세포도 존재하지만, 대부분의 소낭에는 난황과립으로 충만된 성숙한 난모세포 (직경 120-130  $\mu\text{m}$ )들로 가득 채워졌다. 난자형성소낭의 벽은 가장 얇아지며, 호산성 과립세포들과 간충직은 거의 찾아볼 수 없게 되었다. 완숙한 난모세포의 직경은 140  $\mu\text{m}$  내외였다 (Fig. 1C, 1D).

난자형성소낭 내에 충만되어 있던 완숙란들은 7월부터 9월까지의 산란기에 이르러 거의 방란되지만, 일부 성장 중인 난모세포도 관찰할 수 있었다. 미방출 성숙란의 붕괴로 다수의 난황과립이 소낭의 내강에 존재하고 있었다 (Fig. 1E).

산란 후, 미방출란은 퇴화, 흡수되며 소낭도 위축된다. 9월부터 이듬해 2월까지의 난소는 난소 외측의 결합성 근섬유조직이 다시 비후되며, 난자형성소낭도 발달되었다. 소낭의 벽에는 새로운 난원세포들이 급격하게 분열증식되면서 난소의 기능은 다시 회복되고, 호산성 과립세포와 간충직도 다수 출현하였다 (Fig. 1F).

### 정소의 발달과 정자형성과정

난소와 마찬가지로, 정소의 피층도 단층원주상피의 피막과 여러 층의 결합성 근섬유조직으로 구성되었으며, 정자형성세관 (spermatogenic tubule)은 피층에서 간중장선을 향하여 발달되고 있었다. 10월부터 이듬해 4월까지 채집된 개체의 정소의 정자형성세관벽에는, 정원세포들이 활발하게 분열증식하고 있었으며, eosin에 강하게 염색되는 호산성 과립세포와 간충직들도 풍부하게 나타났다. 직경 8  $\mu\text{m}$  내외인 정원세포들은 구형이며, hematoxylin에 진하게 염색되는 6  $\mu\text{m}$  정도의 구형 또는 타원형의 큰 핵을 가지고 있었다. 세관의 내강에는 일부 빠르게 분열증식한 염색성이 약한 정모세포들도 소수 관찰할 수 있었다 (Fig. 2A).

1월부터 6월까지 채집한 개체들 중에는 정소가 점차 비후됨과 동시에 정자형성세관의 벽에서 분열증식하던 정원세포들은 성장하여 정모세포로 되며, 일부 정모세포는 성숙분열을 마치고 정세포로 되었다. 정모세포와 정세포의 직경은 각각 5  $\mu\text{m}$ , 3  $\mu\text{m}$  내외이며, 핵질에는 뚜렷한 과립상의 염색질을 볼 수 있었다. 세관의 벽에는 정원세포, 정모세포 및 정세포들이 층상배열을 나타내었다 (Fig. 2B).

5월부터 9월까지 완숙한 정소의 정자형성세관 내에는 정원세포, 정모세포 및 정세포도 약간 존재하지만, 변태를 마친 정자들로 충만되었다. 완숙한 정자의 두부는 강한 염기성 반응을 나타내면서 세관의 벽쪽을 향하고 있었으며, 산성색소에 염색되는 미부는 내강의 중앙을 향하고 있었다. 이 시기의 정소는 최대치로 비후되는 반면, 정소의 피층과 세관의 벽은 최대치로 얇아졌다 (Fig. 2C, D).

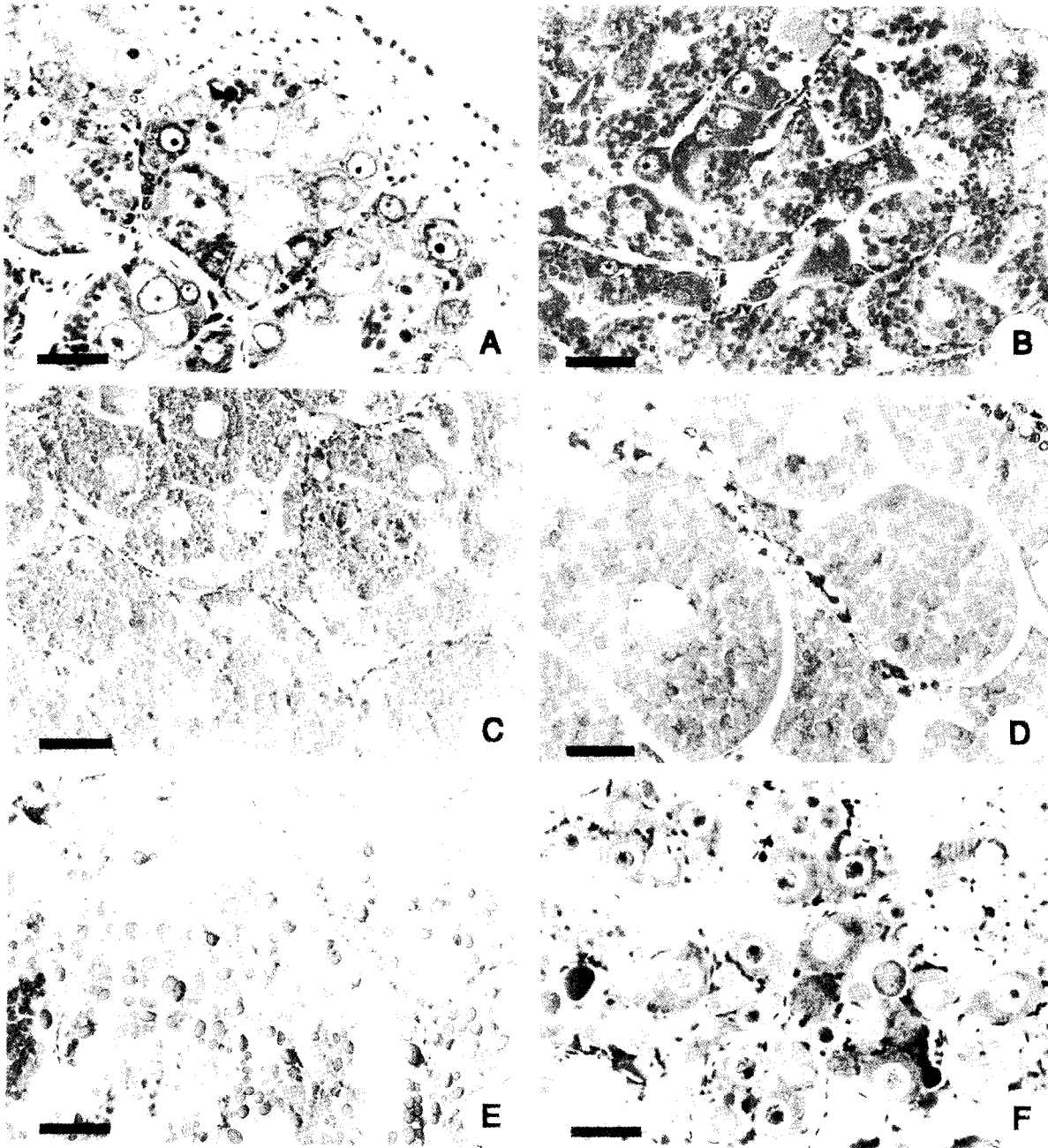


Fig 1. Photomicrographs of the gonadal phases of the murex shell (*Ocenebra japonica*). Female. A, transverse section of the oogenic follicles in the early active stage in February. B, section of the follicles in the late active stage in April. C, section of the follicle in the ripe stage in June. D, section of the follicle in the same stage as above in July. A great number of yolk granules were evenly distributed in the cytoplasm of the ripe oocyte. E, section of the follicle in the spawning stage in August. F, section of the follicle in the recovery stage in November. Eosinophilic granular cells, mesenchymal tissues, oogonia, and early growing oocytes appeared in newly formed oogenic follicles. Scale bars = 40  $\mu$ m (A, B, D, F) and 80  $\mu$ m (C, E).

7월부터 9월까지 세관의 내강에 충만되어 있던 대부분의 정자들은 외부로 방출되면서, 내강의 중앙은 빈 공간이 많아졌다. 그러나 세관 내에는 다수의 미방출정자, 퇴화 중인 정자, 정모세포 및 정세포들도 여전히 관찰되었다 (Fig. 2E).

방정 후 미방출정자는 퇴화, 흡수되며 세관도 위축된다. 9월부터 다음해 2월까지의 정소는 정소 외측의 결합성 근섬유 조직이 분화, 발달되며, 정자형성세관도 발달되었다. 세관의 벽에는 새로운 정원세포들이 빠르게 분열증식되면서 정소의



Fig 2. Photomicrographs of the gonadal phases of the murex shell (*Ocenebra japonica*). Male. A, transverse section of the spermatogenic tubules in the early active stage in January. B, section of the tubules in the late active stage in March. C, section of the tubules in the ripe stage in May. A great number of spermatozoa occupied the majority of the tubular lumen. Note the various stage of the cells under spermatogenesis. D, section of the tubules in the same stage as above in June. E, section of the tubules in the spawning stage in September. F, section of the tubules in the recovery stage in December. Eosinophilic granular cells, mesenchymal tissues, and spermatogonia appeared in newly formed spermatogenic tubules. Scale bars = 20  $\mu\text{m}$  (A, F), 40  $\mu\text{m}$  (B, D, E) and 80  $\mu\text{m}$  (C).

기능은 다시 회복되고 호산성 과립세포와 간충직도 다수 출현 하였다 (Fig. 2F).

#### 생식주기

생식소의 발달, 생식세포형성과정, 생식세포의 특성과 크기

및 조직분화에 따라 이들의 생식주기를 초기 활성기, 후기 활성기, 완숙기, 방출기 및 회복기로 구분할 수 있었다 (Fig. 3).

초기 활성기 (Early active stage)

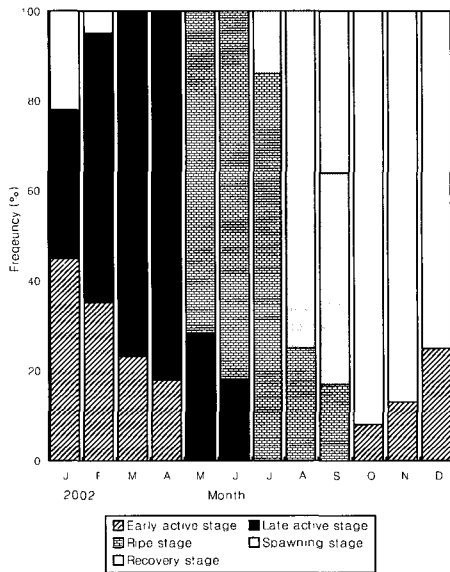


Fig. 3. Frequency distribution of gonadal phases of the murex shell (*Ocenebra japonica*) from January to December 2002.

생식소에 피층에서 기원된 난자형성소낭 및 정자형성세관들이 내측의 간중장선을 향하여 발달되며, 이들 소낭과 세관의 벽에서 난원세포와 정원세포가 분열증식되는 시기로서 10월부터 4월까지의 개체에서 발견되었으며, 가장 왕성한 시기는 1월 (45%)이었다.

후기 활성기 (Late active stage)

난자형성소낭의 벽에서 분열증식 중이던 난원세포들이 세포질에 난황과립을 형성하는 시기로서 대부분의 난모세포는 난병을 소낭의 벽에 부착한 채 내강의 중앙을 향하고 있었다. 수컷의 경우, 정원세포들이 제1정모세포 제2정모세포 및 정세포로 성장하면서, 내강의 중앙을 향하여 여러 층으로 배열되어 있었다. 이 시기의 개체는 1월부터 6월까지 관찰되었으며, 가장 활발한 시기는 4월 (82%)이었다.

완숙기 (Ripe stage)

생식소의 두께는 최대로 비후되지만, 소낭의 벽은 최대로 얇아진다. 다각형의 완숙란들이 난자형성소낭을 가득 채우며, 완숙란의 세포질에는 크고 작은 난황과립으로 충만되는 시기이다. 정자형성세관에는 변태를 마친 정자들로 가득차지만, 정원세포, 정모세포 및 정세포들도 일부 존재하는 시기이다. 이 시기의 개체는 5월부터 9월까지 관찰되었으며, 가장 왕성한 시기는 7월 (86%)이었다.

방출기 (Spawning stage)

방란의 결과로, 난자형성소낭은 점차 빈 공간으로 되지만, 다수의 미방출된 난황과립과 성장 중인 난모세포도 관찰할 수 있는 시기이다. 정자형성세관도 점차 빈 공간으로 되지만, 미방출정자, 퇴화 중인 정자, 정모세포 및 정세포들도 존재하는 시기이다. 이 시기의 개체는 수온이 25.4℃ 이상되는 7월부터 9월까지 관찰되었으며, 가장 활발한 시기는 8월 (75%)

이었다.

회복기 (Recovery stage)

방란 후, 내강 속에 있는 미방출란과 미방출정자는 퇴화, 흡수되며 소낭도 위축, 퇴화된다. 그 후 생식소의 피층은 새로운 섬유성 근섬유조직의 발달로 비후되기 시작하며, 난자형성소낭과 정자형성세관도 점차 형성된다. 난자형성소낭에는 난원세포, 호산성 과립세포 및 간중직을 관찰할 수 있으며, 정자형성세관에도 정원세포, 호산성 과립세포 및 간중직을 관찰할 수 있는 시기로서, 9월부터 2월까지 관찰되었으며, 가장 왕성한 시기는 10월 (92%)이었다.

생식소지수, 육중량비 및 수온

매월 채집된 어깨뿔고둥의 월별 육중량비와 생식소지수의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 생식소지수는 3월부터 점차 증가하기 시작하여 6월에 47.77±1.90로 최고치를 나타낸 후, 9월과 10월에 각각 30.22±3.73과 19.32±2.91로 급격히 감소하다가 11월부터 서서히 증가하기 시작하였다.

한편 육중량비도 생식소지수와 유사한 양상을 나타내는데, 실험개시 시기인 1월에 25.93±1.32에서 계속 증가하여 수온의 상승과 더불어 5월과 6월에는 각각 31.78±1.09와 31.50±0.66으로 연중 최고치를 나타내었다. 7월에는 완만한 감소를 나타내다가 8월과 9월에는 급격히 감소하여 각각 27.87±1.40과 25.01±0.90을 나타내었다. 그후 비교적 완만한 감소를 나타내

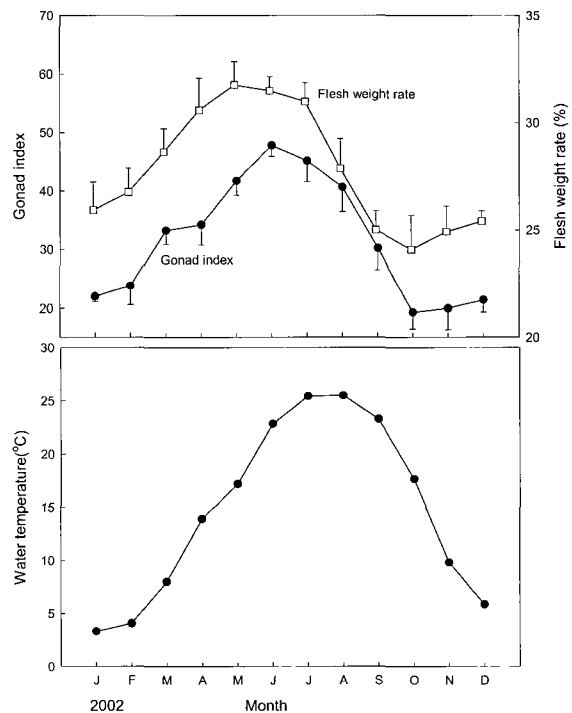


Fig. 4. Monthly changes in the mean gonad indices and flesh weight rates of the murex shell (*Ocenebra japonica*) from January to December 2002. Monthly changes of seawater temperature is also shown.

다가 11월 이후에는 다시 점차 증가하였다.

실험 기간 동안의 월별 평균 수온의 변화는 Fig. 4와 같으며, 1월에 3.3℃로 연중 최저치를 나타내었고, 그리고 8월에 25.5℃로 연중 최고치를 나타내었다.

## 고 찰

해산 무척추동물의 생식소 발달, 생식세포형성과정, 생식소의 성숙 및 산란에 미치는 외부요인은 많이 알려져 있다. 해수의 비중이 낮으면 산란은 억제되며 (Taki, 1949), 성체와 유생들이 섭취할 수 있는 먹이의 풍부도에 따라 생식력이 결정되고 (Jara-millo and Navarro, 1995), 지리적 차이 즉 위도에 따라, 고위도인 한대 지방에서는 연 1회, 중위도인 온대 지방에서는 연 2회, 저위도인 열대 지방에서는 연중 산란을 하는 종류도 있는 것으로 알려져 있다 (Rand, 1973; Glovani and Diana, 1994).

한편 Brousseau (1995)는 산란의 첫 번째 자극요인은 수온이라고 보고한 바 있으며, Boolootian et al. (1962)은 연체동물의 습성을 연중 산란하는 종 (year-around breeders), 늦 봄과 이른 가을 사이에 산란하는 하계산란종 (summer breeders), 늦 가을과 이듬해 이른 봄 사이에 산란하는 동계산란종 (winter breeders)으로 구분한 바 있다. 또한 패류 중에는 1년에 1회 산란하는 종 (Lee, 2001), 1년에 2회 산란하는 종 (Ko, 1957; Lee, 1999b), 1년에 3회 산란하는 종 (Sarasquete et al., 1990)으로 구별할 수 있다. 이와 같이 많은 해산 패류들의 생식생리적 활동에는 수온이 크게 작용하는 것으로 생각된다.

빨소과과에 속하는 일본산 대수리 (*Purpura clavigera*)의 산란기는 늦 봄에서 여름 까지인 하계산란종으로 보고되어 있으며 (Kon et al., 1966), 우리나라 서해안산 대수리 (*Reishia clavigera*)의 산란시기도 7, 8월에 일어나는 하계산란종으로 보고되어 있다 (Lee, 1999a). 본 연구에서 어깨빨고둥은 수온이 급격히 상승하는 3월 이후부터 생식세포가 활발히 성장하기 시작하여 5월에는 성숙한 난모세포가 많이 나타나며, 해수의 온도가 25.4℃ 이상되는 7월부터 산란을 시작하는 것으로 보아, 1년에 1회만 산란하는 하계산란종으로 생각되며, 생식세포의 형성과정과 산란은 수온에 많이 영향을 받는 것으로 추정된다.

육중량비의 월별 변화는 수온이 상승하는 3월 (28.65±1.10%)부터 증가하기 시작하여 성숙기 개체가 많이 나타나는 5, 6, 7월에는 각각 31.78±1.09, 31.50±0.66, 30.99±0.90%로 높은 값에 이른 후, 주산란기인 8, 9월에는 각각 27.87±1.40, 25.01±0.90%로 비교적 낮은 값을 나타내었으며 회복기에는 다시 서서히 증가하는 주기성을 나타내었다. 산란 후에 육중량비가 떨어지는 결과는, 부족류인 왕우럭 (*Tresus keenae*) (Kim et al., 1999)과 우럭 (*Mya arenaria*) (Kim and Yoo, 2001), 참굴 (*Crassostrea gigas*) (Min et al., 2004), 복족류인 보말고둥 (*Omphalius rusticus*) (Lee, 2001), 서해안비단고둥 (*Umbonium thomasi*) (Lee, 2002) 등과 일치하고 있는데, 이와 같은 현상은

후기 활성기 동안 빠르게 성장하던 생식세포들이 완숙기를 거쳐 산란되므로 나타나는 것으로 생각된다. 또한 회복기에 육중량비가 다시 상승하는 현상은 새로운 생식세포를 형성하기 위한 물질흡수 과정이라고 추정된다.

패류의 생식주기를 추정하는 방법으로는, 생식소지수 (Yamamoto and Yamakawa, 1985) 와 생식소중량지수 (Oh et al., 2002) 조사, 생식소 등 조직 내에 존재하는 화학물질분석 (Strohmeier et al., 2000), 생식소의 조직학적 관찰, 비만도와 육중량비 조사, 부유유생의 출현빈도 조사 등이 알려져 있는데, 소라 (*Turbo cornutus*)의 경우, 생식소지수는 초기 활성기 동안 낮은 값을 유지하다가 후기 활성기에 점차 생식소지수가 서서히 증가하며 성숙기에 이르러 최고치를 나타낸다 (Yamamoto and Yamakawa, 1985). Sasaki (1987)는 북방대합 (*Spisula sachalinensis*)의 생식주기를 생식소지수의 변화에 따라 4가지 유형 즉 생식소의 빠른 성장단계 (growing phase), 산란 전 성숙단계 (maturing phase), 방출단계 (releasing phase), 생식능력이 낮은 단계 (resting phase)로 구분한 바 있으며, 굴 (*Crassostrea virginica*)의 경우, 생식소지수는 성숙기 동안 최고치를 나타내다가 산란기에 급격하게 떨어진다 (Brousseau, 1995)고 보고되어 있다. 본 연구의 경우, 생식소지수는 난모세포가 활발하게 성장하는 2월 (23.84±3.24; 후기 활성기; growing phase)부터 증가하기 시작하여 성숙란이 많은 6월 (성숙기; maturing phase)에는 47.77±1.90로 최고치를 나타낸 후, 산란기가 거의 끝난 10월에는 19.32±2.91로 가장 낮은 값을 나타내었고, 회복기에 들면서 점차 높은 수치를 나타내었다. 따라서 본 종에 있어서, 생식소지수의 월별 변화는 조직학적으로 관찰한 생식주기와 거의 일치하는 것으로 생각된다.

해산 부족류 중에는, 방란·방정 후 생식소 안에 남아있던 일부 생식세포들은 완전히 퇴화, 흡수되어 버린 채 비활성기인 휴지기로 들어가므로 생식세포를 찾아 볼 수 없는 종류 (Brousseau, 1995; Chintala and Grassle, 1995)와, 휴지기를 거치지 않고 바로 회복기로 들어가는 종류 (Lee, 1999b)가 있는 것으로 알려져 있다. 한편 전복 (Hayashi, 1980), 대수리 (*R. clavigera*) (Lee, 1999a), 보말고둥 (*O. rusticus*) (Lee, 2001), 서해안비단고둥 (*U. thomasi*) (Lee, 2002), *Trochus niloticus* (Jin et al., 2004) 등 대부분의 복족류는 산란 후 휴지기가 없이 바로 새로운 생식세포를 형성하기 위하여 회복기로 들어간다. 본 연구에서, 어깨빨고둥의 생식주기는 초기 활성기, 후기 활성기, 완숙기, 방출기 및 회복기 등으로 구별할 수 있었다. 따라서 어깨둥은 방란·방정 후, 생식소는 휴지기로 들어가지 않고 곧바로 회복기로 들어가 새로운 생식세포형성 과정을 거치는 것으로 보아, 본 종은 연중 생식소의 발달이 계속되는 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

Boolootian, R.A., A. Farmanfarmaina and A.C. Giese.

1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. Biol. Bull., 122(2), 183-192.
- Brousseau, D.J. 1995. Gametogenesis and spawning in intertidal oysters (*Crassostrea virginica*) from western Long Island Sound. J. Shellfish Res., 14, 483-487.
- Chintala, M.M. and J.P. Grassle. 1995. Early gametogenesis and spawning in "juvenile" Atlantic surfclams, *Spisula solidissima* (Dillwyn, 1819). J. Shellfish Res., 14, 301-306.
- Chung, E.Y. and S.Y. Kim. 1997. Cytological studies on testicular maturation and cyclic changes in the epithelial cells of the seminal vesicle of the male purple shell, *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae). Malacol. Rev., 29, 25-38.
- Chung, E.Y., S.H. Kim and C.N. Seong. 2002. First sexual maturity, spawning frequency and deposition of the egg capsules of the female purple shell *Rapana venosa* in the slag deposit area, Gwangyang Bay, Korea. Dev. Reprod., 6, 37-44. (in Korean)
- Glovani, S. and C. Diana. 1994. Gametogenesis and spawning patterns of Manila clams, *Tapes philippinarum* (Mivalvia: Veneridae) in two lagoons of the river Po Delta, Italy. J. Shellfish Res., 13, 37-46.
- Hayashi, I. 1980. Reproductive biology of the ormer, *Haliotis tuberculata*. J. Mar. Biol. Ass. UK, 60(2), 415-430.
- Jara-millo, R. and J. Navarro. 1995. Reproductive cycle of the Chilean ribbed mussel *Aulacomya ater* (Molina, 1782). J. Shellfish Res., 14, 165-171.
- Jin, Y.S., Y.J. Park, H.J. Kim, Y.B. Song, O.S. Na, C.H. Lee, M.S. Choi, S. Rho and Y.D. Lee. 2004. Reproductive cycle of top shell, *Trochus niloticus* in Chuuk Island, Micronesia. Kor. J. Malacol., 20, 65-73. (in Korean)
- Kim, D.H., H.K. Lim, K.S. Min, Y.J. Chang and T.I. Kim. 1999. Reproductive cycle of surf clam (*Tresus keenae*) in southern coast of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 32, 659-663. (in Korean)
- Kim, J.H. and M.S. Yoo. 2001. Annual reproduction cycle of the soft clam, *Mya arenaria*. J. Kor. Fish. Soc., 34, 656-660. (in Korean)
- Ko, Y. 1957. Some histological notes on the gonads of *Tapes japonica* Deshayes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 23(7, 8), 394-399. (in Japanese)
- Kon, T., Y. Honma and S. Murakawa. 1966. Studies on the maturity of gonad in some marine invertebrates-I. Seasonal changes in the gonads of prosobranch mollusc, *Purpura (Mancinella) clavigera*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 32(6), 484-491. (in Japanese)
- Kwon, O.K., G.M. Park and J.S. Lee. 1993. Coloured Shells of Korea, Academy Pub. Co., Seoul, pp. 286. (in Korean)
- Lee, J.H. 1999a. Gametogenesis and reproductive cycle of the rock shell, *Reishia (Thais) clavigera* (Neogastropoda: Muricidae), on the west coast of Korea. Kor. J. Biol. Sci., 3, 375-383.
- Lee, J.H. 1999b. Histological study on the reproductive cycle of *Potamocorbula amurensis* (Bivalvia: Corbulidae). J. Kor. Fish. Soc., 32, 629-636. (in Korean)
- Lee, J.H. 2001. Gonadal development and reproductive cycle of the top shell, *Omphalius rusticus* (Gastropoda: Trochidae). Kor. J. Biol. Sci., 5, 37-44.
- Lee, J.H. 2002. Gonadal development and reproductive cycle of the sand snail, *Umbonium thomasi*. J. Kor. Fish. Soc., 35, 702-708. (in Korean)
- Min, K.S., B.S. Kim, T.I. Kim, Y.B. Hur and E.Y. Chung. 2004. Reproductive cycle and induced sexual maturation of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Kor. J. Malacol., 20, 75-84. (in Korean)
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2002. Annual Report of Oceanographic Observations, pp. 7-13. (in Korean)
- Oh, B.S., C.G. Jung, S.Y. Kim, S.Y. Kim, and E.Y. Chung. 2002. Reproductive cycle of the bay scallop, *Argopecten irradians* transplanted from China. J. Kor. Fish. Soc., 35, 201-206. (in Korean)
- Rand, W.M. 1973. A stochastic model of the temporal aspect of breeding strategies. J. Theoret. Biol., 40, 337-351.
- Sarasquete, M.C., S. Gimeno and M.L. Gonzalez de Canales. 1990. Cycle reproducteur de la palourde *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) de la cote sud ouest atlantique (Espagne). Rev. Int. Oceanogr. Med., 97, 90-99.
- Sasaki, K. 1987. Life cycle in adult stage of the sakhalin surf clam in Sendai Bay. Nippon Suisan Gakkashi, 53, 1959-1963.
- Shiomi, K., K. Sasaki and H. Yamanaka. 1982. Volatile sulfur compounds responsible for a fetid odor of the hypobranchial gland of Muricid Gastropods *Reishia (Thais) clavigera* and *R. (T.) bronni*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 48, 1353-1356.
- Strohmeier, T., A. Duinker and Lie. 2000. Seasonal variations in chemical composition of the female gonad and storage organs in *Pecten maximus* (L.) suggesting that somatic and reproductive growth are separated in time. J. Shellfish Res., 19, 741-747.

- Taki, I. 1949. Spawning season of *Meretrix lusoria* (Bivalves) in Tokyo Bay in 1947. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 15, 479-486. (in Japanese)
- Tanaka, Y. 1949. Injuring mechanisms of oyster drill (*Purpura clavigera*) to young oyster (*Ostrea gigas*). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 15, 447-457.

- Yamamoto, T. and H. Yamakawa. 1985. The gonadal maturation in *Turbo (Batillus) cornutus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 53, 357-364. (in Japanese)

---

2004년 8월 26일 접수  
2004년 10월 27일 수리