

서해비단고둥 (*Umbonium thomasi*)의 생식소 발달과 생식주기이 주 하⁺
전주대학교 생명과학부Gonadal Development and Reproductive Cycle of the Sand Snail, *Umbonium thomasi*Ju Ha LEE⁺

School of Life Science, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea

Although *Umbonium thomasi* is one of marine mollusc (Archaeogastropoda: Trochidae) inhabiting the sands in the intertidal zone of the west coast of Korea, aspects of its reproductive biology are still not too well known. Reproductive cycle, gametogenesis, and first sexual maturity of *U. thomasi* collected at the west coast of Buan-gun, Jeollabuk-do, Korea were investigated monthly from January to December 1999. *U. thomasi* was dioecious, and an oviparous. The gonad was placed in the rear of the flesh part in the spiral shell. The external colors of the ripe ovary and testis appeared to be green and milk-white or yellowish white, respectively. Meat weigh rate peaked in July (37.5%). And then the value sharply decreased in September (28.3%), thereafter, gradually increased in November (31.7%). Fully ripe oocytes were approximately 100~110 μm in diameter, and their cytoplasm contained a great number of yolk granules. Based on the monthly changes of the gonadal development, gametogenesis, and meat weight rate, the reproductive cycle of *U. thomasi* could be divided into five successive stages: early active (November to April), late active (February to May), ripe (April to August), spawning (July to October), and recovery (September to February). Gonadal development and spawning were closely related to the seawater temperature, the main spawning occurred in September when the temperature reached above 24.2°C. Individuals of 4.4 mm and less in shell height could not take part in reproduction in both sexes. Percentages of first sexual maturity of female and male shells ranging from 5.5 to 6.4 mm were 55.0% and 61.9%, respectively, and 100% of those over 7.5 mm in shell heights in both sexes participated in the reproduction.

Key words: *Umbonium thomasi*, Gonadal development, Reproductive cycle, First sexual maturity

서 론

원시복족목 (Archaeogastropoda) 밤고둥과 (Trochidae)에 속하는 서해비단고둥 (*Umbonium thomasi*)은 우리나라의 서해안과 중국연안에만 서식한다. 비단고둥 (*Umbonium costatum*)보다 소형으로 낮은 원추형이고, 조간대의 모래사장에 살며 간조 때에는 모래 속으로 파고 들어간다. 껍질은 약간 푸르스름하고 꾸불꾸불한 회색 무늬가 방사상으로 덮여 있으며 내부는 진주층으로 광택이 있다 (Yoo, 1976; Kwon et al., 1993).

표재동물 (epifauna)인 *Umbonium*에 관한 연구로는, *U. vestiarium*의 섭식방법 (Fretter, 1975), 개체군가입 (recruitment)과 성장 (Berry and Zamri, 1983), 생식주기, 산란의 주기성 및 분산 (Berry, 1986, 1987) 등이 있으며, Shibata (1993)는 *U. giganteum*의 생식주기를 보고한 바 있다. 또한 *U. costatum*에 관한 연구는, 패각의 성장 (Noda, 1991a), 개체군의 구조와 분포 (Noda, 1991b; Noda and Nakano, 1995), 생활사 (Noda et al., 1995) 등이 있다. 그러나 *U. thomasi*에 관한 연구는, 한국산 연체동물의 우리말 이름 (Je, 1989), 조간대의 환경과 저서동물의 분포 (An and Koh, 1992) 등이 있을 뿐, 정확한 산란시기, 군성속도 등은 거의 밝혀져 있지 않은 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 서해연안의 조간대에 서식하는 서해

비단고둥의 생식생물학적 기초자료를 얻고자 생식소의 발달과정, 생식주기 및 군성속도를 조직학적 방법으로 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 서해비단고둥 (*Umbonium thomasi*)은 1999년 1월부터 12월까지 1년간 전라북도 부안군 변산면 대항리 앞바다의 조간대 모래사장에서 채집되었다. 월별로 30~40개체씩 채집된 재료는 vernier calipers로 각고와 각폭을 0.1 mm까지 측정하였고, 전자저울을 이용하여 전중량, 육중량 (meat weight: MW), 각중량 (shell weight: SW)을 0.01 g까지 측정 후 다음과 같은 식에 의하여 육중량비 (meat weight rate)를 구하였다 (Momoyama and Iwamoto, 1979).

$$\text{육중량비 (\%)} = \frac{\text{MW (g)}}{\text{MW (g)} + \text{SW (g)}} \times 100$$

생식소의 조직학적 조사를 위하여 생식소의 선단부를 Bouin 용액에 24시간 고정 후 24시간 동안 수세한 후, 일반적인 paraffin 포매법에 의하여 5~6 μm 두께로 연속절편을 만들었다. 표본은 Bohmer's hematoxylin과 1%의 alcoholic eosin으로 핵과 세포질을 비교 염색하여 광학현미경으로 검경하였다. 채집지의 수온은 국립수산물과학원의 해양조사연보를 인용하였다. 생식소 발달단계의 월별 출현빈도 (Frequency: F)는 일반적으로 사용되는 다음 식에 의하여 구하였다.

⁺Corresponding author: juhalee@jeonju.ac.kr

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

군성숙도의 조사는 성숙 및 산란기로 추정되는 4월부터 10월까지 각각 3.3~9.2 mm의 암컷 120개체, 수컷 115개체를 대상으로 생식소의 조직절편을 만들어 광학현미경 하에서 조사하였다.

결 과

1. 생식소의 위치와 구조

서해안비단고둥은 자웅이체로서, 생식소는 패각 내 나선상 육질부의 후반부에 위치하는 간장의 표면에 위치하고 있다. 미성숙 생식소는 간장의 표면에 얇게 분포하지만 성숙함에 따라 두껍게 발달한다. 또한 미성숙한 시기의 생식소는 진한 갈색을 띄므로 육안으로 암수를 구별하기 힘들으나, 성숙한 암컷의 생식소는 녹색, 수컷의 생식소는 유백색 또는 황백색을 나타내므로 육안적으로 암수를 쉽게 구별할 수 있었다. 난소와 정소는 각각 난자형성소낭(oogenic follicle)과 정자형성소낭(spermatogenic follicle)으로 이루어져 있었다.

2. 생식소의 조직학적 변화

1) 난 소

11월부터 다음해 4월까지의 초기 활성기(early active stage)의 난소는 다수의 난자형성소낭으로 이루어져 있으며, 난자형성소낭의 소낭벽에는 난원세포들이 활발하게 분열증식하고 있었다. 이들 난원세포의 직경은 8~9 μm 이며, 중앙에 강한 호염기성 반응을 나타내는 인과 핵이 뚜렷하게 관찰되었지만, 세포질은 아주 빈약하여 핵이 차지하는 면적에 비하여 아주 적었다. 또한 다수의 초기 발달 중인 난모세포들도 소낭 내에서 발견되었지만 이들은 아직 난병을 형성하지 않았다. 간충직과 호산성 과립세포들이 소낭벽의 주위에 다수 나타났다(Fig. 1A).

2월 이후부터 5월까지의 후기 활성기(late active stage)의 난소에서 난모세포들은 난자형성소낭의 벽에 부착된 채 난황과립이 점차 축적되며, 핵은 난병의 반대편으로 이동되었다. 이때의 핵내에는 hematoxylin에 진하게 염색되는 인이 관찰되며, 난자형성소낭의 벽과 소낭의 내강에 존재하던 호산성 과립세포들과 간충직은 점차 감소하였다. 또한 핵과 더불어 세포질의 급속한 양적 증가를 볼 수 있었다(Fig. 1B).

4월에서 8월까지의 완숙기(ripe stage)의 난소는 성장 중이던 난모세포가 성숙하게 되므로, 난자형성소낭의 내강에는 직경 100~110 μm 의 성숙 및 완숙 난모세포들로 가득 채워져 있었다. 완숙란은 구형이며, 세포질은 수많은 난황과립으로 충만되고, 핵은 커다란 난핵포이며 그 속에는 염기성 색소에 강하게 염색되는 단일 인을 뚜렷하게 관찰할 수 있었다. 한편 이 시기의 난자형성소낭들은 최대로 비후되며, 가장 얇아진 소낭벽에는 초기 난모세포와 성장 중인 난모세포가 소수 나타날 뿐이다(Figs. 1C and D).

7월부터 일부 개체의 난자형성소낭 내에 빈곳이 생겨나는 산란기(spawning stage)의 조직상을 볼 수 있었다. 완숙란은 거의 산

란되므로 소낭의 중앙 내강은 거의 빈 공간으로 변하지만, 퇴화되는 미방출란과 일부 성장 중인 난모세포들도 동시에 관찰할 수 있었다(Fig. 1E).

9월 이후부터 다음해 2월까지의 회복기(recovery stage)의 난소는 외측의 근섬유막과 난자형성소낭의 벽이 재차 비후되기 시작하였다. 소낭벽의 주위에는 새롭게 분열증식하는 난원세포와 초기 성장 중인 난모세포, 호산성 과립세포 및 간충직들이 출현하면서 난소는 점차 그 기능을 회복하는 것이 관찰되었다(Fig. 1F).

2) 정 소

난소와 마찬가지로 11월부터 다음해 4월까지의 초기 활성기의 정소는 수많은 정자형성소낭(spermatogenic follicle)으로 이루어져 있으며, 정자형성소낭의 소낭벽에는 다수의 정원세포들이 활발하게 분열증식하고 있었다. 핵에 비하여 세포질이 비교적 빈약한 정원세포들은 구형 내지 타원형이며, 직경은 7 μm 내외였다. 핵은 5 μm 내외의 구형이며, 핵 속에는 몇 개의 과립 또는 과상인 염색질을 관찰할 수 있었다. 정자형성소낭벽의 주위에는 간충직과 eosin에 진하게 염색되는 호산성 과립세포들이 다수 나타났다(Fig. 2A).

2월부터 6월까지의 후기 활성기의 정소는 정자형성소낭의 발달과 더불어 소낭에서 활발하게 분열 증식하던 정원세포들은 소낭의 내강을 향하여 정모세포 및 정세포로 발달되면서 충상으로 배열되었다(Fig. 2B).

4월부터 9월까지의 완숙기의 정소는 최대로 비후되지만 정자형성소낭의 벽은 가장 얇아졌다. 소낭에는 발달 초기에 나타났던 간충직과 호산성 과립세포들을 거의 찾아 볼 수 없는 조직상을 보였다. 정자형성소낭 내에는 성장 중이던 정모세포들이 성숙하게 되므로, 정원세포 및 정모세포의 수는 현저히 감소되는 반면 변태 중인 정세포와 변태를 이미 마친 수 많은 완숙 정자들로 가득 채워졌다. hematoxylin에 강하게 염색되는 정자의 두부는 정자형성소낭의 벽쪽에, 그리고 eosin에 염색되는 꼬리부는 소낭의 내강을 향하고 있었다(Figs. 2C and D).

7월부터 10월까지의 방정기의 정소는 정자형성소낭 내에 충만되어 있던 성숙 정자의 체외 방출에 의하여 소낭의 내강은 대부분 빈 공간으로 변하지만, 소수의 미방출 정자도 관찰되었다(Fig. 2E).

10월부터 다음해 1월까지의 회복기의 정소에서는, 방정 후 정자형성소낭 내에 존재하던 미방출 정자가 점차 퇴화, 소실되었다. 정소의 외측 근섬유막과 소낭벽의 두께도 점차 두꺼워지면서 다시 회복되었다. 소낭 내에는 정원세포가 분열증식하고 있었으며, 간충직과 호산성 과립세포들도 점차 풍부하게 나타나기 시작하였다(Fig. 2F).

3. 육중량비와 수온

매월 채집된 서해비단고둥의 육중량비 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 실험개시 시기인 1월에 32.5에서 계속 증가하여 수온 상승과 더불어 6월과 7월에는 각각 37.3과 37.5로 연중 최고치를 나타내었다. 8월에는 완만한 감소를 나타내다가 9월에는 급격히 감소하

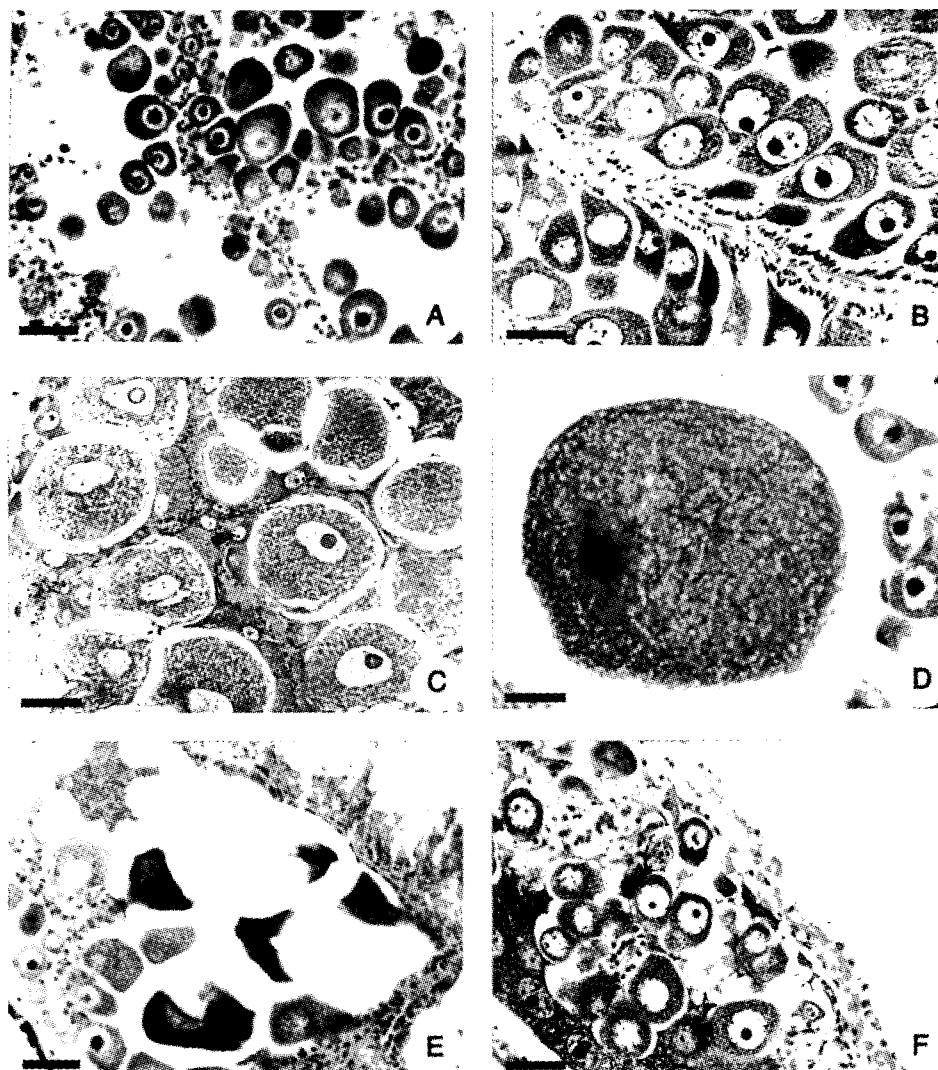


Fig. 1. Photomicrographs of the gonadal stage of the female sand snail, *Umboonium thomasi*. A, transverse section of the oögonic follicles in the early active stage in January. Note a large number of proliferating small oögonia and a few early growing oocytes along the follicular walls. B, section of the follicles in the late active stage in March. Note growing oocytes and an egg-stalk of oocyte connected to the follicular wall. C, section of the follicle in the ripe stage in June. There are a great number of mature oocytes in the oögonic follicle. 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 September. A few ripe undischarged oocytes, developing oocytes, and oögonia still remained in the follicle after spawning. F, section of the follicle in the recovery stage in October. Eosinophilic granular cells, mesenchymal tissues, oögonia, and early growing oocytes appeared in newly formed oögonic follicles. Scale bars=20 μm (D) and 40 μm (A, B, C, E, F).

여 연중 최저치인 28.3을 나타낸 후 11월 이후에는 다시 점차 증가하였다.

실험 기간 동안의 월별 평균 수온의 변화는 Fig. 3과 같으며, 2월에 3.7°C로 연중 최저치를 나타내었고, 그리고 8월에 26.7°C로 연중 최고치를 나타내었다.

4. 생식소 발달단계의 월별 변화

생식소의 발달 및 생식세포의 형성과정을 조직학적으로 조사한

결과와 육중량의 월별 변화를 종합하여 보면, 서해비단고둥의 생식주기는 Fig. 4, 5와 같이 초기 활성기, 후기 활성기, 완숙기, 산란기, 그리고 회복기 등의 연속적인 5단계로 구분할 수 있었다.

암컷의 경우, 난원세포에서 난모세포로 빠르게 성장하는 후기 활성기의 개체는 2월에 25%였으나, 수온 상승이 시작되는 3월에는 70%의 빈도로 출현하였으며 5월 (17%)까지 지속되었다. 완숙기의 개체는 4월 (32%)에 출현하기 시작하여, 수온이 22°C 이상 되는 6월에는 100%로 나타났으며, 8월까지 볼 수 있었다. 산란기

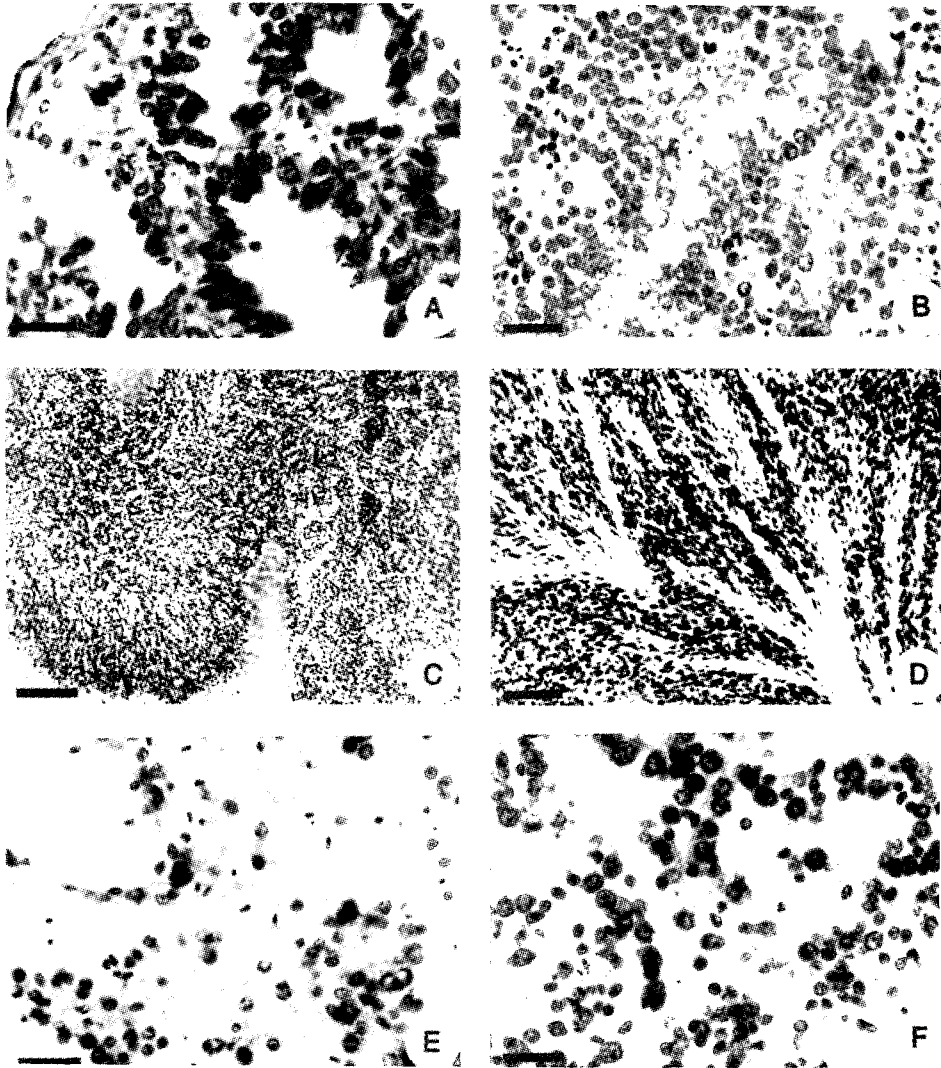


Fig. 2. Photomicrographs of the gonadal stage of the male sand snail, *Umbonium thomasi*. A, transverse section of the spermatogenic follicles in the early active stage in January. Note a number of proliferating spermatogonia, eosinophilic granular cells, and mesenchymal tissues in the follicles. B, section of the follicles in the late active stage in March. Note the multiple layers composed spermatogonia, spermatocytes, and spermatids. C, section of the follicles in the ripe stage in July. Countless spermatozoa occupied the majority of the follicular lumen. Note the various stage of the cells under spermatogenesis. D, section of the follicle in the same stage as above in July. E, section of the follicle in the spawning stage. A few undischarged spermatozoa and spermatogenic cells in various developmental stages still remained in the follicle after spawning. F, section of the follicles in the recovery stage in October. Eosinophilic granular cells, mesenchymal tissues, and spermatogonia appeared in newly formed spermatogenic follicles. Scale bars=20 μ m (A, B, D, E, F) and 40 μ m (C).

의 개체는 7월에 일부 (18%) 나타나기 시작하였지만 미미하였고, 가장 많은 산란개체가 출현하는 것은 9월 (81%)이었으며 10월에도 20%의 개체가 산란에 가담하는 조직상을 나타내었다. 일찍 방란을 마친 개체들 중에는 9월 (19%)부터 회복기에 들어간 개체들도 있었다. 이 회복기의 조직상은 10월에 80%로 가장 많이 나타나서 다음해 2월 (13%)까지 비교적 긴 기간 동안 지속되었다. 난원세포들이 출현하여 분열 증식하는 초기 활성기는 11월부터 나타나기 시작하여 12월에는 83%로 가장 많이 나타났으며 다음해 4월 (12%)까지 계속되었다.

수컷의 경우, 암컷의 경우와 대체로 유사한 경향으로 3월에는 77%가 후기 활성기였으며, 6월에는 92%가 완숙기로 나타났다. 또한 수컷의 방정도 7월 (5%)에 시작되지만 암컷보다 다소 낮은 빈도를 나타내었으며, 주 방정기는 역시 9월 (80%)이었고 방정은 10월 (29%)까지 지속되었다. 이어지는 회복기와 초기활성기의 조직상은 각각 10월~1월과 11월~4월로 암컷의 경우와 매우 유사하였다.

5. 군성숙도

성숙기에는 접어들기 시작하는 4월부터 방란·방정이 끝나는

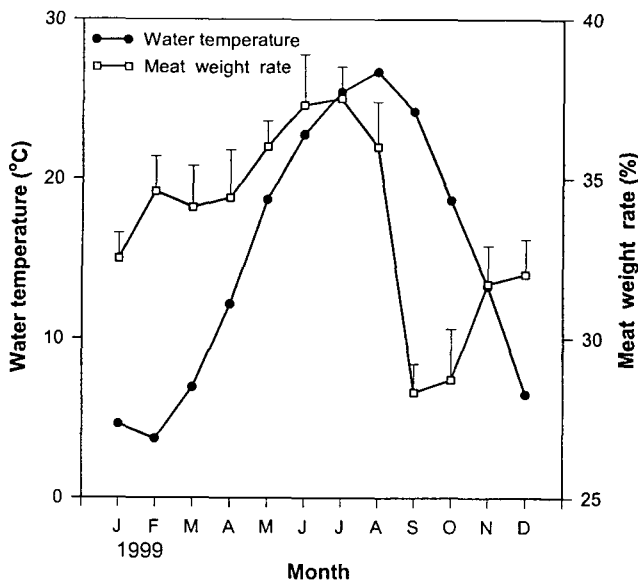


Fig. 3. Monthly changes in the mean meat weight rates of the sand snail, *Umbonium thomasi* and the mean seawater temperature from January to December, 1999.

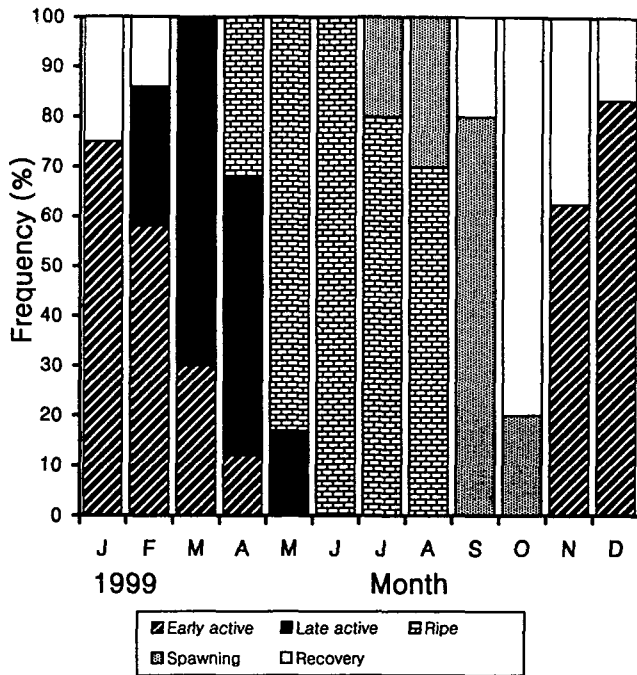


Fig. 4. Frequency distribution of gonadal phases of the female sand snail, *Umbonium thomasi* from January to December, 1999.

10월까지의 개체 중, 각고 3.5~9.2 mm의 암컷 120개체와 수컷 115개체를 대상으로하여, 각고의 크기에 따른 군성숙도를 조사한 결과는 Table 1과 같았다. 각고 4.4 mm 이하의 크기에서는 방란·방정에 참여하는 개체가 전혀 나타나지 않은 반면, 4.5~5.4 mm의 개체군에서는 암컷 33.3%, 수컷 35.0%가 성숙 상태의 조직상을

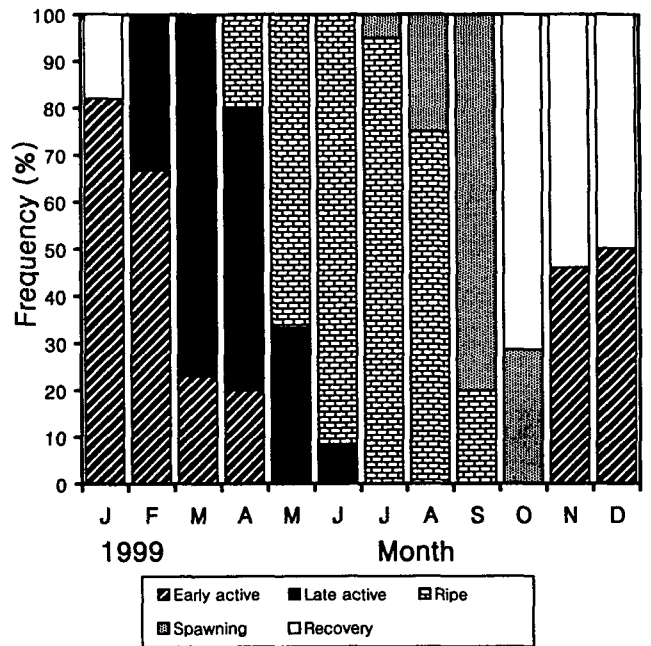


Fig. 5. Frequency distribution of gonadal phases of the male sand snail, *Umbonium thomasi* from January to December, 1999.

Table 1. The relationships between shell height and sexual maturity of the sand snail, *Umbonium thomasi*

Shell height (mm)	Female			Male		
	No. of individuals examined	No. of individuals matured	Maturity (%)	No. of individuals examined	No. of individuals matured	Maturity (%)
3.5~4.4	20	0	0	18	0	0
4.5~5.4	18	6	33.3	20	7	35.0
5.5~6.4	20	11	55.0	21	13	61.9
6.5~7.4	23	19	82.6	21	18	85.7
7.5~8.4	20	20	100	17	17	100
8.5~9.2	19	19	100	18	18	100
Total	120	75		115	73	

나타내었다. 그러나 각고 5.5~6.4 mm의 개체군에서는 암컷 55.0%, 수컷 61.9%가 재생산에 참여하였으며, 7.5 mm 이상에서는 암수 공히 100%가 재생산에 참여하는 생식소의 조직상을 관찰할 수 있었다.

고찰

Booolootian et al. (1962)은 연체동물의 산란습성을 크게 3가지 유형 즉 1년에 걸쳐 연중 산란하는 종, 늦 봄에 시작하여 초가을에 걸쳐 산란하는 하계 산란종, 당해의 늦 가을에 시작하여 다음에 이른 봄에 걸쳐 산란하는 동계 산란종으로 구분한 바 있다. 또한 산란 회수도 연중 1회 산란하는 종 (Kim and Yoo, 2001; Lee, 2001), 2회 산란하는 종 (Shibata, 1993; Noda et al., 1995; Kim

et al., 1999; Lee, 1999), 그리고 3회 산란하는 종 (Sarasquete et al., 1990) 등 다양한 것으로 알려져 있다. 해산 연체동물의 산란 시기는 여러 가지 환경요인 즉 해수의 비중 (Taki, 1949), 광주성 (Simpson, 1982), 지리적 위치 (Glovani and Diana, 1994), 성체와 유생들이 이용해야 할 먹이의 풍부도 (Jara-millo and Navarro, 1995), 해수의 온도 (Brousseau, 1995) 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

Umbonium spp.의 경우도 대부분의 연체동물과 마찬가지로 산란시기와 산란회수가 지역에 따라 다양한데, 흑비단고둥 (*U. moniliferum*)은 동계 산란종이며 연중 1회만 산란하고 (小澤·下山, 1980), 열대성인 *U. vestiarium*은 하계 산란종으로 역시 연중 1회만 산란한다 (Berry and Zamri, 1983; Berry, 1987). 한편 Shibata (1993)는 큰비단고둥 (*U. giganteum*)의 경우 하계에 1회, 동계에 1회씩 연중 2회 산란하는 종으로 보고한 바 있으며, Noda et al. (1995)은 비단고둥 (*U. costatum*)도 연중 2회에 걸쳐 산란한다고 하였다 (Table 2).

Table 2. Comparison of the spawning seasons of *Umbonium* spp. in different geographic locations

Species	Spawning seasons	Location	Reference
<i>moniliferum</i>	Oct.~Dec.	Fukuoka, Japan	小澤, 下山 (1980)
<i>vestiarium</i>	Mar.~May	Penang, Malaysia	Berry and Othman (1983)
<i>vestiarium</i>	Mar.~Aug.	Penang, Malaysia	Berry (1987)
<i>giganteum</i>	Apr.~Jun. and Dec.~Jan.	Kujukuri Coast, Japan	Shibata (1993)
<i>costatum</i>	Jun.~Jul. and Sep.~Oct.	Hakodate Bay, Japan	Noda et al. (1995)
<i>thomasi</i>	Jul.~Oct.	Buan, Korea	Present study

서해비단고둥의 경우, 수온 상승이 시작되는 4월부터 성숙 개체가 나타나기 시작하여 수온이 25.4°C인 7월에는 일부 개체가 산란에 참가하지만 주된 산란은 수온이 최고점에서 하강하기 시작하는 9월에 일어나고, 18.6°C인 10월에도 일부 산란하는 것으로 보아 산란이 비교적 긴 종으로 생각되며, 또한 초기 활성기, 후기 활성기, 완숙기, 산란기 및 회복기를 주기적으로 거치면서 연중 1회만 산란하는 종으로 생각된다. *Umbonium* spp.사이에도 이와 같이 산란시기가 서로 다르게 나타나는 현상은 지리 및 수온 등의 여러 가지 환경요인 때문인 것으로 판단된다.

육중량비의 월별 변화는 수온이 상승하는 4월 (34.4%)부터 증가하기 시작하여 완숙기 개체가 많이 나타나는 6, 7, 8월에는 각각 37.3, 37.5, 36.1%로 높은 값에 이른 후, 주산란기인 9월에는 28.3%로 가장 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), 복족류인 눈알고둥, *Lunella coronata coreensis* (Lee, 2000)과 보말고둥, *Omphalius rusticus* (Lee, 2001) 등과 일치하고 있는데, 이와 같은 현상은 후기 활성기 동안 빠르게 성장하던 생식세포들이 완숙기를 거쳐 산란되므로 나타나

는 것으로 생각된다. 또한 회복기에 육중량비가 재차 상승하는 현상은 새로운 생식세포를 형성하기 위한 물질흡수 과정이라고 추정된다.

각고 4.4 mm 이하의 개체군들은 암수 공히 성적 성숙을 볼 수 없었으며, 4.5~5.4 mm의 개체군에서는 암수 각각 33.3과 35.0%, 그리고 5.5~6.4 mm의 개체군에서는 각각 55.0과 61.9%의 성적 성숙을 볼 수 있었다. 따라서 본 종의 자원관리를 위하여서는, 군성숙도가 50%를 넘지 못하는 5.4 mm 이하의 개체군은 특히 보호되어야 할 것으로 생각된다.

일반적으로 해산 패류 중에는 방란·방정기를 지난 후, 생식소 내에 잔존하던 미방출 생식세포들은 퇴화, 흡수되면서 휴지기에 들어가게 되지만 (Loosanoff, 1962; Brousseau, 1995; Kim et al., 1999), 많은 복족류 (Webber and Giese, 1969; Lee, 2000; Lee, 2001)와 부족류 (Kim, 1969; Lee, 1999)는 휴지기가 없이 방란·방정 후 바로 생식세포를 형성하기 위하여 회복기로 들어간다. 한편 담수 패류 중에는 방란·방정이 끝난 후 아주 짧은 휴지기를 지난 뒤 바로 회복기로 들어가 생식세포를 형성하는 종도 있다 (Kim and Yoo, 2001). 서해비단고둥의 경우, 방란·방정 후 생식소는 휴지기를 거치지 않은 채 곧이어 회복기를 거치면서 새로운 생식세포를 형성하는 종으로 생각된다.

요 약

서해비단고둥, *Umbonium thomasi*는 우리나라 서해안 일대의 조간대 모래사장에 서식하는 원시복족목 밤고둥과에 속하는 패류 중의 하나이지만, 그들의 기초 생물학적 연구는 거의 없다. 따라서 1999년 1월부터 12월까지 전라북도 부안군 변산면 대항리 앞 바다의 조간대에서 매월 채집한 서해비단고둥을 대상으로 생식소 발달에 따른 생식주기, 생식세포형성과정, 육중량비 그리고 군성숙도를 조사하였다.

서해비단고둥은 자웅이체로서 난생이며, 생식소는 나선형 패각 내의 후반부에 위치하고 있었으며, 완숙한 암컷의 생식소는 녹색, 수컷은 유백색 또는 황백색을 띄었다.

육중량비는 7월에 37.5%로 가장 높았고, 9월에 28.3%로 급격히 감소하였으며 11월부터는 서서히 증가하였다. 완숙기의 난모세포 크기는 100~110 μm이며, 세포질은 다량의 난황과립으로 채워져 있었다.

생식소의 발달, 생식세포의 형성과정 그리고 육중량비의 변화에 따라, 서해비단고둥의 생식 주기를 초기 활성기 (11~4월), 후기 활성기 (2~5월), 완숙기 (4~8월), 산란기 (7~10월) 그리고 회복기 (9~2월) 등 연속적인 주기로 구분할 수 있었다. 생식소의 발달과 산란기는 수온과 밀접한 관련성이 있으며, 산란성기는 평균 수온이 24.2°C 전후인 9월이었다.

각고 4.4 mm 이하의 개체군은 재생산에 전혀 가담하지 않았으며, 각고 5.5~6.4 mm 범위에서는 암수 각각 55.0%와 61.9%가 재생산에 참여하였고, 7.5 mm 이상에서는 100%가 산란에 가담하였다.

참 고 문 헌

- An, S.M. and C.H. Koh. 1992. Environments and distribution of benthic animals on the Mangyung-Dongjin tidal flat, west coast of Korea. *J. Oceanog. Soc. Korea*, 27, 78~90 (in Korean).
- Berry, A.J. 1986. Daily, tidal, and two-weekly spawning periodicity and brief pelagic dispersal in the tropical gastropod *Umbonium vestiarius* (L.). *J. Exp. Biol. Ecol.*, 95, 211~223.
- Berry, A.J. 1987. Reproductive cycles, eggs production and recruitment in the Indo-Pacific intertidal gastropod *Umbonium vestiarius* (L.). *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 24, 711~723.
- Berry, A.J. and B.O. Zamri. 1983. An annual cycle of recruitment, growth and production in a Malaysian population of the trochacean gastropod *Umbonium vestiarius* (L.). *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 17, 357~363.
- Booolootian, 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, 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.
- Fretter, V. 1975. *Umbonium vestiarius*, a filter-feeding trochid. *J. Zool. Lond.*, 177, 541~552.
- 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.
- Jara-millo, R. and J. Navarro. 1995. Reproductive cycle of the Chilean ribbed mussel *Aulacomya ater* (Molina, 1782). *J. Shellfish Res.*, 14, 165~171.
- Je, J.G. 1989. Korean names of molluscs in Korea. *Korean J. Malacol. Suppl.*, 1, 1~90 (in Korean).
- Kim, A.Y. 1969. Studies on the gametogenesis and breeding season of *Saxidomus purpuratus* (Sowerby). *Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll.*, 2, 27~36 (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. Korean 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. Korean Fish. Soc.*, 34, 656~660 (in Korean).
- Kwon, O.K., G.M. Park and J.S. Lee. 1993. Coloured shells of Korea. Academy Publishing Co., Seoul, pp. 224 and 384~385 (in Korean).
- Lee, J.H. 1999. Histological study on the reproductive cycle of *Potamocorbula amurensis* (Bivalvia: Corbulidae). *J. Korean Fish. Soc.*, 32, 629~636 (in Korean).
- Lee, J.H. 2000. Sexual maturation of the turban shell, *Lunella coreana coreensis* (Gastropoda: Turbinidae), on the west coast of Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 33, 533~540 (in Korean).
- Lee, J.H. 2001. Gonadal development and reproductive cycle of the top shell, *Omphalius rusticus* (Gastropoda: Trochidae). *Korean J. Biol. Sci.*, 5, 37~44.
- Loosanoff, V.L. 1962. Gametogenesis and spawning of the European oyster, *Ostrea edulis* in waters of Maine. *Biol. Bull.*, 122, 86~95.
- Momoyama, K. and T. Iwamoto. 1979. On the spawning season of the clam, *Tapes philippinarum*, in Yamaguchi and Omi Bay. *Bull. Yamaguchi Prefec. Naikai Fish. Exp. Stn.*, 7, 19~34.
- Noda, S., S. Nakano and S. Goshima. 1995. Life history of the temperate subtidal gastropod *Umbonium costatum*. *Mar. Biol.*, 122, 73~78.
- Noda, T. 1991a. Shell growth of the sand snail, *Umbonium costatum* (Kiener) in Hakodate Bay. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 42, 115~125.
- Noda, T. 1991b. Population structure and distribution of the sand snail, *Umbonium costatum* (Kiener) in Hakodate Bay. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 42, 126~135 (in Japanese).
- Noda, T. and S. Nakano. 1995. Spatio-temporal population dynamics of the sand *Umbonium costatum*: importance of ontogenetic migration and annual recruitment variability. *Mar. Biol.*, 123, 815~820.
- 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.*, LXXXVII, 90~99.
- Shibata, T. 1993. Reproductive cycles of the sand snail *Umbonium (Suchium) giganteum* in Kujukuri coast, central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59, 1309~1312 (in Japanese).
- Simpson, R.D. 1982. Reproduction and lipids in the sub-Antarctic limpet *Nacella (Patinigera) macquariensis* Finlay, 1927. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 56, 33~48.
- Taki, I. 1949. Spawning season of *Meretrix lusoria* (Bivalves) in Tokyo Bay in 1947. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 15, 479~486 (in Japanese).
- Webber, H.H. and A.C. Giese. 1969. Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone, *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda: Prosobranchiata). *Mar. Biol.*, 4, 152~159.
- Yoo, J.S. 1976. Korean shells in colour. Iljisa, Seoul, pp. 142~143 (in Korean).
- 小澤智生, 下山正一. 1980. イボキサゴの個体群生態について(要旨). *ベントス研連誌*, 19/20, 81~82.

2002년 8월 9일 접수

2002년 11월 30일 수리