

밤고둥, *Chlorostoma argyrostoma lischkei*의 생식주기

나 오 수 · 이 영 돈
제주대학교 해양연구소

Reproductive Cycle of the Top Shell, *Chlorostoma argyrostoma lischkei*

Oh-Soo Na and Young-Don Lee

Marine Research Institute, Cheju National University, Cheju-Do 695-810, Korea

Reproductive cycle of the top shell, *Chlorostoma argyrostoma lischkei* was investigated by the histological observations of gonads and the gonadosomatic index (GSI). Samples were collected at the intertidal zone of Hamdok in Cheju-Do from December, 1995 to October, 1996.

The gonad was located on the surface of the liver below the stomachal caecum posterior spiral meat part of the shell. GSI began to increase from April as water temperature increased and reached its maximum value in August both male(0.60) and female(0.59). It began to decrease from September thereafter, maintaining relatively low value from January to March. The annual reproductive cycle of this species could be classified into five successive developmental stage: multiplication stage (March to April), growing stage (April to June), mature stage (July to August), spent stage (September to October), degeneration and recovery stage (December to February). The spawning of the top shell occurred from September to December and the main spawning period appeared in October. The top shell, *C. argyrostoma lischkei*, appeared to be gonochorism, neither sex reversal nor hermaphroditism. The sex ratio was approximately 1:1 ($P > 0.05$).

Key words : reproductive cycle, *Chlorostoma argyrostoma lischkei*, gonadosomatic index, spawning period.

서 론

밤고둥, *C. argyrostoma lischkei*은 원시복족목 밤고둥과에 속하는 고둥류로서 우리나라 전 연안역의 조간대에 분포하며 해조류가 풍부한 암반지대에 주로 서식한다. 야행성으로 낮에는 햇빛을 피해 숨어 있다가 밤이면 기어나와 왕성한 활동을 보이기 때문에 밤(夜)고둥이라 부르며 식용되고 있다.(權 等, 1993). 이 종은 이동성이 미약한 정착성 종이기 때문에 연안의 주변 환경 변화에 직접 노출되어 쉽게 영향을 받을 수 있다. 따라서 이들의 번식생태를 밝히는 것은

조간대의 생물상의 변화, 생물량 등 군집구조를 파악하기 위한 기초자료로서 중요하다. 제주 연안에 분포하는 패류에 대한 연구는 최(1984), 이·좌(1989) 등이 있으며 유용 해산 권패류중 원시 복족목에 속하는 전복과 소라에 대한 연구는 전복의 생식생태에 관한 연구(猪野·原田, 1961; 富田, 1965, 1967; Newman, 1967; Webber and Giese, 1969; 이, 1974)와 소라의 생식세포 형성과정 및 생식 주기에 관한 연구(이, 1980; 이, 1983) 등이 있다. 고둥류의 생식 주기에 관한 연구는 *Colus jeffrey sianus* (Colman et al. 1986), *Monodonta australis*, *Oxysteles veriegata*, *Oxysteles*

tabularis (Lasiak, 1987), *Rapana venosa* (정 등, 1993) 등이 있으나 제주 연안의 조간대에 서식하는 밤고둥의 생식생태에 관한 기초 연구는 찾아 볼 수 없다. 따라서 이 연구는 밤고둥의 생식주기를 탐색하기 위해 월별 생식소 내에서 생식세포 발달 단계와 생식소 속도지수 등을 조직학 적으로 조사하여 이 종의 번식 생태를 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

이 연구에 사용된 실험 재료는 1995년 12월부터 1996년 10월까지 제주도 함덕 조간대에서 총 214개체를 채집하여 조사하였다. 채집한 시료는 제주대학교 해양연구소내 실험실로 운반하여 각고 및 각장은 vernier caliper를 이용하여 0.1 mm까지 측정하였고, 전중량 및 육중량은 전자저울(Sartorius, BP 3100s)을 이용하여 0.01 g까지 측정하였다.

생식소 발달과정을 조직학적으로 관찰하기 위해 Bouin's solution에 24시간 고정한 후 24시간 수세하였고, 소화맹낭 (stomachal caecum) 아래 부위를 약

5 mm 두께로 절단하여 소편을 만든 후 70% 알콜에 재 고정하였다. 고정된 시료는 자동조직파라핀유도기 (Richert-jung, Histokinett 2000)에서 파라핀 유도과정을 거쳐 microtome (Richert-jung, 820)을 이용하여 5 μ m로 절편을 만든 후 탈파라핀을 유도하여 Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin에 비교 염색하였다. 염색한 시료는 생물 현미경(Carl Zeiss, HBO 5)을 이용하여 검경하였다.

생식소속도지수(GSI)는 소화맹낭 밑부분을 절단한 단면직경에 대한 생식소 두께의 비율로 계산하였다 (Fig. 1). 채집지역의 월별 평균수온은 제주대학교 해양연구소의 자료를 인용하였으며, 성비분석은 χ^2 검정법을 이용하여 유의성 검정을 하였다.

결 과

생식소의 구조

이 연구에 사용된 밤고둥은 각고가 22.3 ± 5.1 mm, 각장이 23.2 ± 4.1 mm 이었고, 육중량이 1.40 ± 0.70 g.

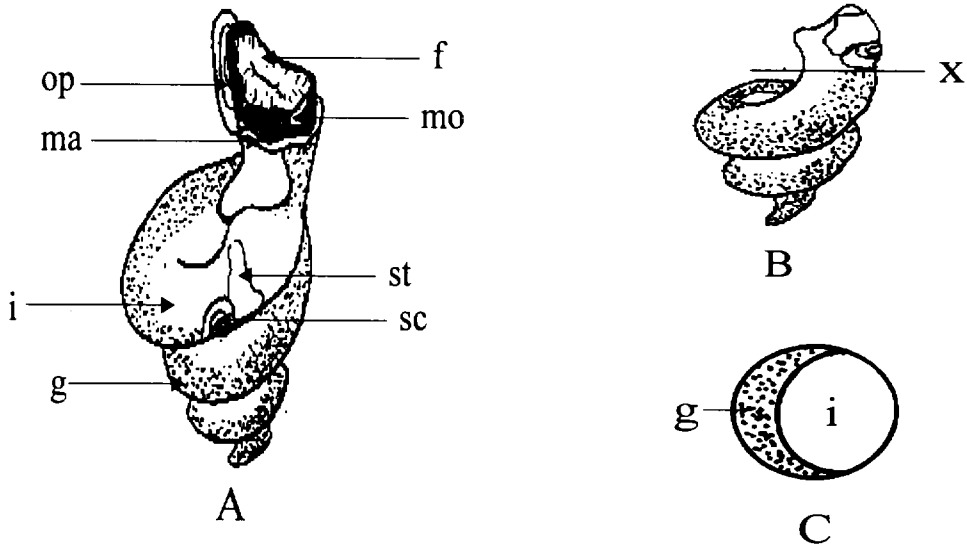


Fig. 1. External feature of *C. argyrostoma lischkei* removed from its shell (A), Conical appendage and the part cut for fixing (B), Cross section of conical appendage (C). f: foot, g: gonad, i: intestinal gland, ma: mantle, mo: mouth, op: operculum, sc: stomachal caecum, st: stomach, X: denote the sections for measurement of GSI.

전중량이 4.43 ± 1.21 g 이었다. 생식소는 패각내 나선상 육질부 아래쪽 소화맹낭에서부터 꼬리돌기 끝까지 간의 표면에 발달해 있다. 생식소의 크기나 색깔은 생식주기에 따라 다르게 나타났다. 성숙 초기의 암컷은 녹색, 수컷은 황백색을 띠고 완숙기에 암컷은 진한 녹색, 수컷은 유백색을 나타냈으며, 산란 후 암컷은 연갈색, 수컷은 연황색 이었다. 조사한 개체중 성 전환 개체나 자용동체는 관찰되지 않았으며 모두 자용이체였다.

GSI의 월별변화

GSI는 1995년 12월부터 1996년 10월까지 조사하였다. 소화맹낭의 밑부분을 절단한 단면 직경에 대한 생식소 두께의 비율로 산출한 GSI의 월별 변화는 Fig. 2와 같다.

암컷은 수온이 상승하는 5월에 이르면서 GSI가

0.38로 급격히 증가하기 시작하여 8월에 0.59로 최고치를 보였고, 수온이 하강하는 9월에 0.43으로 서서히 감소하였으며 저수온기인 1월에 0.07로 연중 최저치를 보였다. 수컷도 암컷의 GSI 변동과 유사하게 8월에 0.60으로 최고치를 보였고, 1월에 0.04로 최저치를 나타냈다.

생식세포 형성

난형성

난소의 생식상피에 다수의 난원세포들이 분포하였다. 난원세포는 7.0 ± 0.5 μ m 크기였고, 구형이며 세포의 대부분을 차지하는 크고 뚜렷한 핵을 가지고 있었다. 분열중식하고 있는 난원세포들이 분포하는 생식상피에는 eosin에 진하게 염색되는 호산성 과립세포들이 출현하였고 생식소 외측 근섬유막에서 기원한 생식상피는 더욱 발달하여 내측의 간 조직을 싸는 근

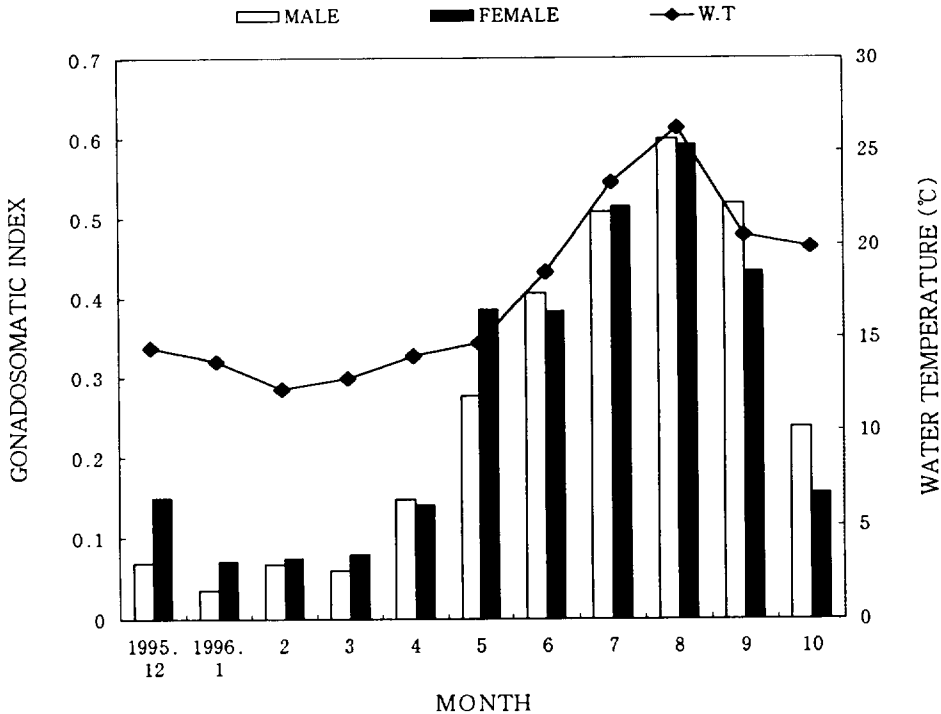


Fig. 2. Monthly changes in the mean gonadosomatic index of *C. argrostoma lischkei* and the mean water temperature.

섬유막 쪽으로 신장되었다. 일부 난모세포들이 난병을 형성하여 생식상피에 부착한 채 내강 쪽으로 성

장 발달하였다. 난모세포의 핵은 거의 구형을 나타내고 있으며 중앙에는 haematoxylin에 친하게 염색되

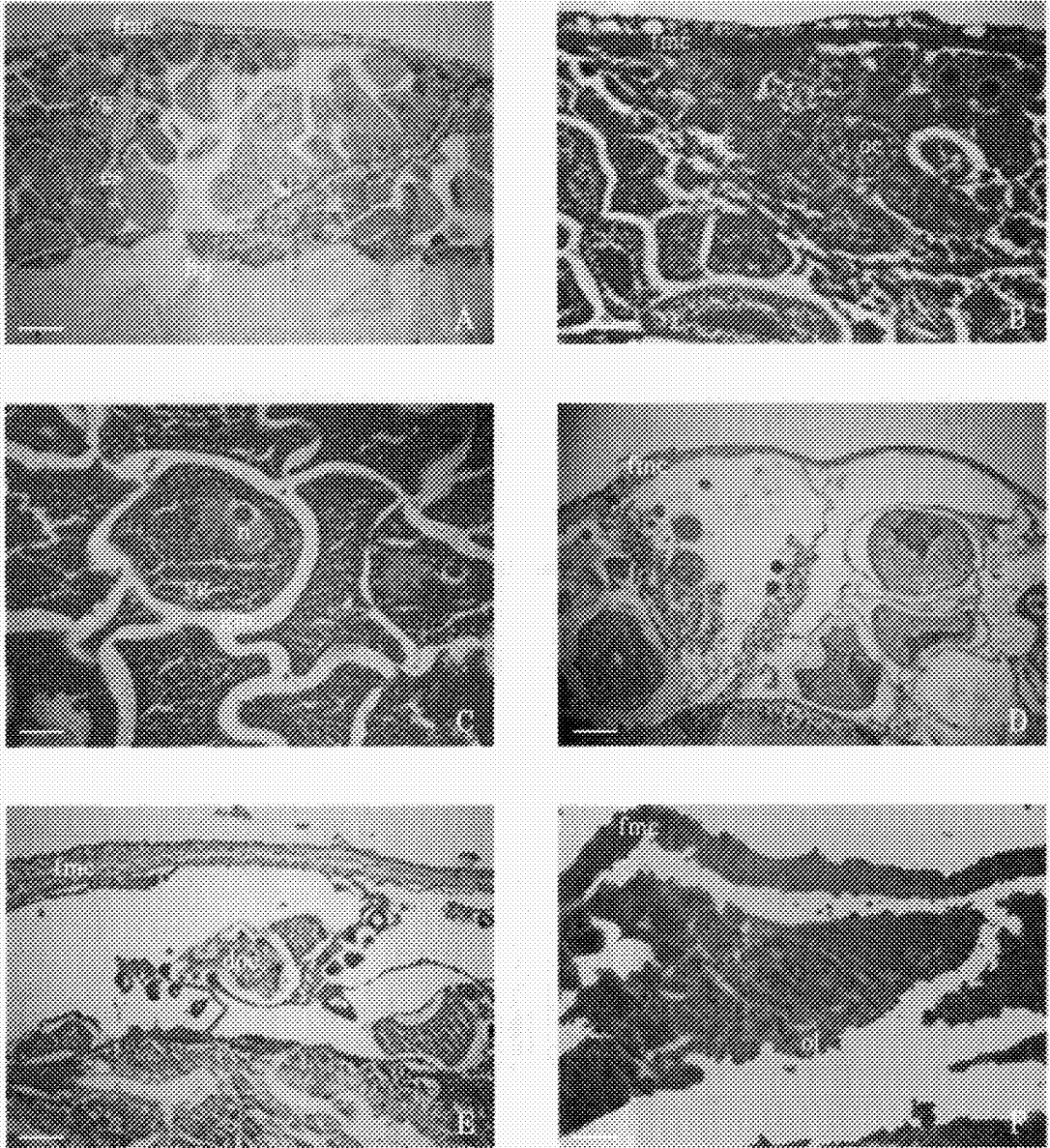


Fig. 3. Photomicrographs of developmental stage of oogenesis.

A : multiplication stage, B : growing stage, C : mature stage, D : spent stage, E : degeneration stage, F : recovery stage. doc : degenerated oocyte, epc : eosinophilic cell, es : egg stalk, fmc : fibromuscular capsule, gm : gelatinous membrane, hg : hepatic gland, n : nucleus, oc : oocyte, og : oogonia, ol : ovarian lobule, yg : yolk granule. Scale bars = 25 μ m.

는 한 개의 입을 가지고 있다(Fig. 3. A).
이후 생식상피에 난방을 부착하여 발달해 가던 난

모세포는 성숙함에 따라 난방이 퇴화되고 원형으로
변형되어 새장에 위치 하였다. 성장초기에 나타나는

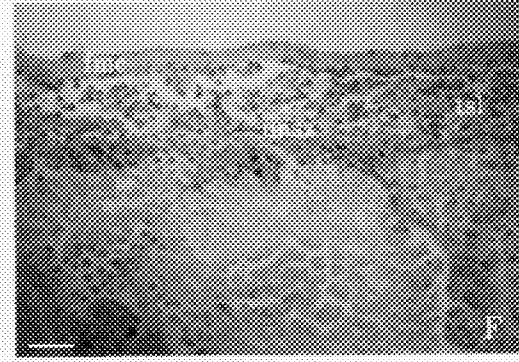
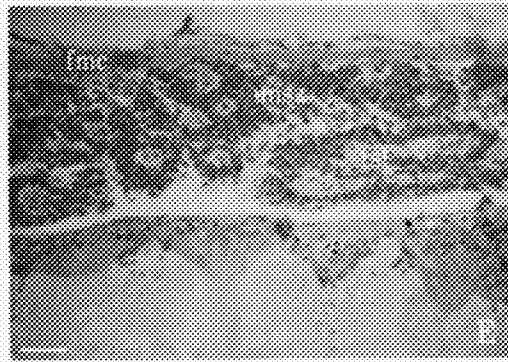
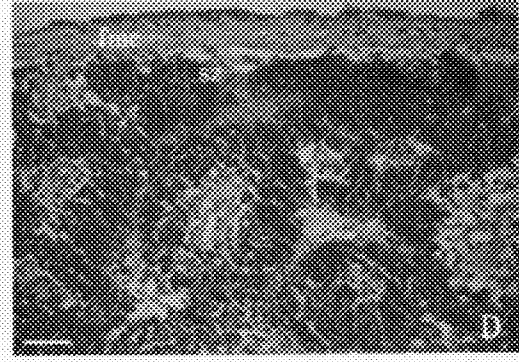
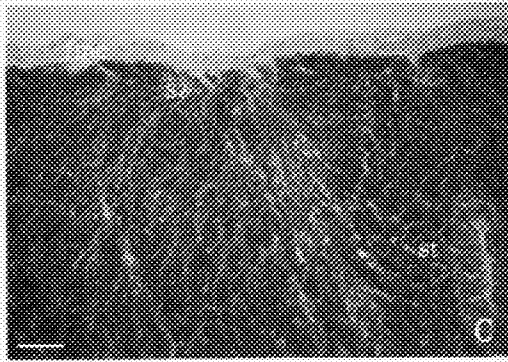
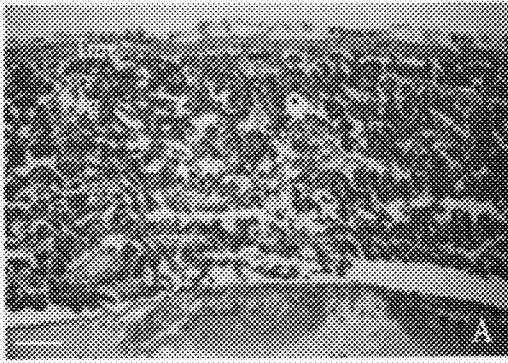


Fig. 4. Photomicrographs of developmental stage of spermatogenesis.

A : multiplication stage, B : growing stage, C : mature stage, D : spent stage, E : degeneration stage, F : recovery stage, sc : spermatocyte, sg : spermatogonia, st : spermatid, sz : spermatozoa, tl : testicular lobule, unsz : undischarged spermatozoa. Scale bars = 25 μ m.

외피막의 호산성 과립세포들은 소실되면서 난소 내강에는 성장한 난모세포들로 채워지고 일부 미성숙한 난모세포들이 드문드문 생식상피에 위치 하였다. 난모세포의 세포질내에는 공포상의 난황과립이 다수 축적되며, 난모세포질은 eosin에 짙게 염색되는 호산성을 띠었다. 이러한 시기에 생식상피와 생식소 외측 근섬유막은 점차 얇아졌다. 이때의 난모세포의 크기는 $130 \pm 18.0 \mu\text{m}$, 핵의 크기는 $22 \pm 7.0 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 3. B).

완숙에 이른 난모세포들의 세포질에는 공포상의 난황과립이 균일하게 분포하였고, 난황막을 싸고 있는 젤라틴상 피막이 선명한 구조를 보였다. 이 때의 완숙 난모세포의 크기는 $180 \pm 25.0 \mu\text{m}$, 핵의 크기는 $55 \pm 5.5 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 3. C).

방란을 마친 난소내에는 완숙난을 싸고 있던 젤라틴상 피막과 일부 미방출된 완숙난들은 생식상피 또는 내강에 잔존하여 퇴행, 변성되었다(Fig. 3. D). 이 미방란된 성숙한 잔존난들의 퇴화가 진행됨에 따라 난소는 급격히 수축되었으며, 생식상피의 기부에 난원세포와 어린 난모세포들이 출현하였다(Fig. 3. E). 이후 생식소의 외피막 기부에서 생식상피가 재배치되면서 난원세포들이 다시 발달하였다(Fig. 3. F).

정자형성

정소를 싸고 있는 외측 두꺼운 근섬유막으로부터 생식상피들이 기원되어 내측 간을 싸고 있는 근섬유막 쪽으로 발달하여 수많은 정소소엽을 형성하였다. 이들 생식상피에는 정원세포들이 위치하여 활발하게 분열증식 하였다. 난소에서와 같이 정원세포들이 분열 증식하고 있는 정소 소엽상피에 호산성 과립세포들이 출현하였으며 eosin에 붉게 염색되었다. 이 때의 정원세포의 크기는 $7.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$ 이며 빈약한 세포질에 비해 커다란 핵과 뚜렷한 단일 인을 가졌다(Fig. 4. A).

생식상피들은 발달하여 간을 싸고 있는 근섬유막과 연결되었고, 소엽내에는 정원세포, 정모세포 그리고 정세포들이 층상배열을 하였다(Fig. 4. B). 정자형성 과정이 발달함에 따라 정소가 점점 비후 되었고, 외측 근섬유막은 점차 얇아졌다. 그리고 정소소엽 내강에 변태를 마친 정자들이 나타났다(Fig. 4. C).

정소는 더욱 비후되었고 소엽상피층에서 내강쪽으

로 정모세포와 정세포들이 분포하였으며 소엽 내강에는 변태를 마친 정자들로 채워졌다. 이 시기의 정소는 최대로 부풀고 외측 근섬유막의 두께는 가장 얇았다. 그리고 정자의 방출은 부분적으로 정소 소엽간 내강으로부터 일어났다(Fig. 4. D).

방정 후의 정소소엽 내강에는 미방출 정자 무리들이 잔존하였다. 이들 잔존 정자들은 서서히 퇴행, 변성되면서 정소는 수축되었다(Fig. 4. E). 정소의 퇴화에 따라 외측 근섬유막은 다시 두꺼워졌고, 새로운 생식 상피들이 다시 발달하였다(Fig. 4. F).

생식주기

생식세포의 발달단계를 조직학적으로 조사한 결과 분열증식기, 성장기, 성숙기, 방출기, 퇴행 및 회복기 등의 연속적인 주기로 나타낼 수 있었다(Fig. 5).

분열증식기

생식소의 외측 근섬유막에서 기원한 난소 및 정소 생식상피들이 발달하여 내측 간 쪽으로 신장되었으며, 이들 생식상피들은 생식소의 소낭과 소엽을 구성하였다. 난원세포와 정원세포들은 이들 생식상피에 위치 하였고, 분열증식 증가하였다. 생식소 외측 근섬유막의 두께는 $35 \pm 2.5 \mu\text{m}$ 이었고, 호산성 과립세포가 출현하였다. 생식상피의 기부에 난원세포들이 분포하였고 내측에는 난병을 부착한 어린 난모세포들이 분포하였다. 난원세포의 난경은 $7.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$ 이었고, 어린 난모세포의 난경은 $25 \pm 5.0 \mu\text{m}$ 이었다. 정소에서는 생식상피를 따라 정원세포들이 줄지어 나타났고 내강 쪽으로 소수의 정모세포가 출현하였다. 분열증식기의 개체는 암·수 모두 3~4월에 주로 출현하였다.

성장기

성장 초기의 생식소는 생식상피가 내강 쪽으로 더욱 신장되어 간의 근섬유막과 연결되었으며 생식소 외측 근섬유막의 두께는 $40 \mu\text{m}$ 이었다. 이 시기의 난소에서는 생식상피에 난병을 부착한 채 발달해 가던 난모세포가 성장함에 따라 소낭 내강으로 유리되었다. 이러한 난모세포의 세포질에는 난황이 축적되면서 eosin에 진하게 염색되었고, 난경은 $130 \pm 18.0 \mu\text{m}$

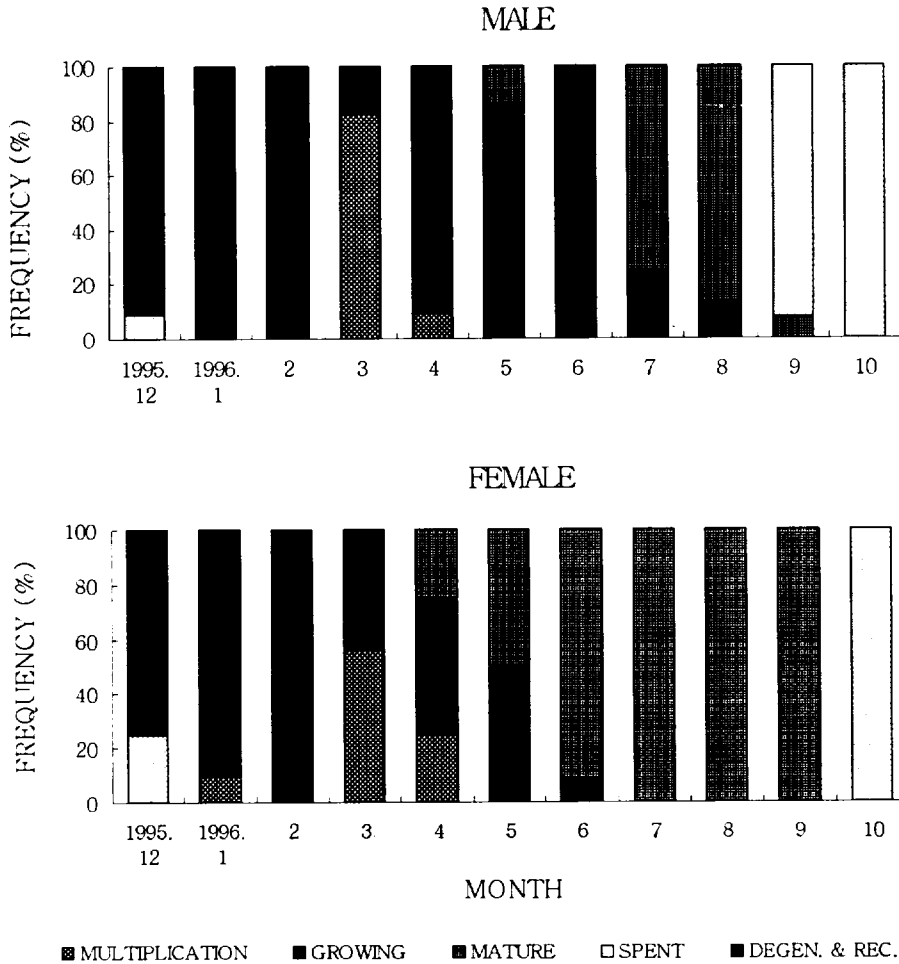


Fig. 5. Monthly composition of gonadal phases of *C. argyrostoma lischkei* from December, 1995 to October, 1996.

이었다. 정소에서는 생식상피를 따라 정원세포, 정모세포 그리고 정세포가 층상으로 배열되었다. 성장기의 개체는 암컷의 경우에 주로 3월부터 5월까지 출현하였고, 수컷의 경우에 3월부터 8월까지 나타났지만 주로 4월부터 6월에 출현하였다.

성숙기

생식소 외측 근섬유막의 두께는 17.5 μm 이었으며, 난소의 소낭내에는 난경 180±25.0 μm 되는 완숙난으로 가득 찼다. 완숙난의 세포질은 공포상의 난황과립이 균일하게 분포하였고, 난세포질 주위에는 젤

라틴상 물질로 싸여 있었다. 정소에서는 정모세포와 정세포, 그리고 변태를 마친 정자가 관찰되었고, 정자형성과정이 성숙해짐에 따라 정소 소엽이 부풀어지면서 생식 상피는 얇아졌다. 성숙기의 개체는 암컷이 7월과 8월에, 수컷이 6월부터 9월까지 출현하였다.

방출기

난소 소낭 내강에 완숙난들이 방란되면서 난을 싸고 있던 젤라틴상 피막과 소수의 미방출 난들이 남아 있다. 정소의 소엽간 내강을 가득 채우고 있던 변태

중인 정세포와 변태를 마친 완숙한 정자들이 방정된 흔적이 관찰되었다. 방출기의 개체는 암컷이 주로 10월에, 수컷이 9월과 10월에 출현하였다.

퇴행 및 회복기

방란·방정이 일어났던 생식소는 미방출된 난과 정자들이 서서히 퇴행 변성되면서 수축되었다. 생식소 외측 근섬유막의 두께는 125 μ m로 다시 두꺼워졌고, 세포질의 염색이 호산성에서 호염기성으로 바뀌었다. 생식소 외측 근섬유막에서 새로운 생식상피들이 발달하면서 그 위에 생식원세포들이 출현하였다. 퇴행 및 회복기의 개체들은 암·수 모두 12월부터 2월까지 출현하였다.

성비

1995년 12월부터 1996년 10월까지 채집된 밤고둥의 성비는 Table 1과 같다. 조사한 총 214 개체 중 암컷이 106 개체, 수컷이 108 개체로 암·수의 성비는 약 1:1이었다($P > 0.05$).

고 찰

일간 주야의 변동, 계절별 변동, 육상으로부터의 하천수의 유입, 생활·산업폐수의 유입에 따른 물리·화학적 변동이 다양한 조건대역에 서식하는 고둥류들

의 종족 번식을 위한 생식주기를 탐색하기 위한 일환으로 밤고둥의 배우자 형성과 생식주기를 조사하였다. 제주연안에 밤고둥과에 속하는 고둥류는 13종으로 암반이나 암초가 발달한 조건대에 서식하고 있다(權 等, 1993). 대부분 연체동물의 산란습성은 크게 (1) 늦가을에서 이른봄에 걸쳐 산란하는 동계산란형, (2) 늦은 봄에서 초가을에 걸쳐 산란하는 하계산란형, 그리고 (3) 계절에 관계없이 연중 산란하는 연중산란형 3가지 형태로 보고하였다(Booolootian et al., 1962). 뉴질랜드산인 *Zediloma atrovirens* (Colman, 1986)는 가을에서 초겨울 사이에 산란이 일어나고, *M. australis* (Lasiak, 1987), *Gibbula bilicalis* 그리고 *Monodonta lineata* (Williams, 1965; Desai, 1966; Underwood, 1972; Garwood and Kendall, 1985) 등은 수온이 상승하면서 성숙이 시작되어 늦여름에 산란이 일어난다고 보고하였다. *O. variegata*, *O. tabularis* (Lasiak, 1987), *Austocochlea constricta* (Underwood, 1974), *Cantharidus coruscans* (Simpson, 1977) 그리고 *Gibbula cineraria* (Underwood, 1972) 등은 연중산란이 일어난다고 보고하였다. 제주도 조건대에 서식하는 보말고둥류의 생식주기에 관한 연구에서 구멍 밤고둥, *C. argyrostoma turbinata* (김 등, 1996)은 9월에, 명주고둥, *C. xanthostigma* (이 등, 1998)은 7~8월에 산란이 일어나는 것으로 보고하여 하계산란형에 속한다. 이 연구에서 밤고둥은 수온이 상승하면서 생식소가 발달하여 주로 10월에 산란하는 것으로 보아 여름철에 생식소가 성숙한다. 성숙이 빠른 개체는

Table 1. Sex ratio of the top shell, *C. argyrostoma lischkei* from December, 1995 to October, 1996

Month	Number	Female (%)	Male (%)	Ratio
1995 Dec.	19	42.1	57.9	1.0:1.4
1996 Jan.	20	55.0	45.0	1.2:1.0
Feb.	20	55.0	45.0	1.2:1.0
Mar.	20	45.0	55.0	1.0:1.2
Apr.	19	42.1	57.9	1.0:1.4
May.	17	58.8	41.2	1.4:1.0
Jun.	20	60.0	40.0	1.5:1.0
Jul.	20	40.0	60.0	1.0:1.5
Aug.	20	60.0	40.0	1.5:1.0
Sep.	19	36.8	63.2	1.0:1.7
Oct.	18	50.0	50.0	1.0:1.0
Total	214	49.5	50.5	1.00:1.02

9월부터 산란. 방정이 일어나기 시작하여 Boolootian et al., (1962)에 의해 산란형을 구분한 범주에서 보면 하계산란형에 속하지만, 이 연구에서 제주 연안의 참고동은 가을에 산란하는 것으로 여겨진다.

해산 무척추동물의 생식소의 구조는 비교적 단순하여 거의 배우자만으로 구성되나 종에 따라서는 일종의 영양세포가 생식소의 발달에 관여하는 것으로 보고하였다(今 等, 1966; 高橋·高野, 1970). 복족류 중에는 전복류에서 생식세포형성에 관여하는 영양세포가 있음이 보고되었고(이, 1974), 제주도 소라의 경우도 생식소의 발달초기에 미분화 간충직과 호산성 과립세포들이 다수 출현하다가 생식소의 발달에 따라 점차 감소되고 있어 이들 세포가 일종의 영양세포로 간주된다고 보고되었다(이, 1983). 참고동의 경우도 생식소의 생식상피에 생식초기에 보이던 호산성 과립세포와 간충직이 다수 출현하다가 생식소 발달에 따라 점차 감소되고 있어 이들 세포가 생식세포의 발달에 직·간접적으로 관여하는 것으로 사려된다. 그리고 생식소의 발달에 따른 생식소를 둘러싸는 근섬유막의 두께의 변화와 근섬유막 상피세포의 발달도 호산성 과립세포의 출현빈도와 유사한 변화를 보여주고 있어 급후에 이에 대한 연구가 요구된다.

복족류에서 난황물질의 합성은 난모세포의 소포체나 골지체와 밀접한 관계가 있고(Taylor and Anderson, 1969; Coggeshall, 1970), 전복류(이, 1974)와 소라, *Tubo cornutus* (이, 1980) 그리고 이매패류인 venus clam, *Dosinia (Phacosoma) japonica* (Chung et al., 1987)에서는 난황물질이 난모세포에 흡수된 후 난모세포내에서 합성된다고 보고하였다. 참고동에 있어서 성장중인 난모세포는 난병을 난소의 소엽상피에 부착시키고 영양분을 흡수하여 난모세포의 세포질내에서 난황물질을 합성하는 것으로 생각된다.

해산 패류는 대부분이 자용이체이며 자연집단에서의 성비는 1:1이나 전복류인 *Haliotis laevigata*와 *H. ruber*는 연령에 따라 성비가 다르게 나타난다고 보고하였다(Shepherd and Laws, 1974). 이 연구에서 원시복족목인 참고동의 성체제는 자용이체였으며 자용동체 개체는 찾아 볼 수 없었고, 성비는 조사한 개체에서 암컷 106개체, 수컷 108개체로 약 1:1이었다($P > 0.05$).

대부분의 해산 체외수정종들은 배우자를 방출하면

휴지기를 거쳐 생식세포의 형성이 일시 중지되는 것으로 보고되었으나(Loosanoff, 1962; Orton et al., 1956), 전복류(猪野·原田, 1961; Webber et al., 1969; Hayashi, 1980)와 소라, *T. cornutus* (이, 1980)에서는 생식소의 발달이 연중 계속되고, 맛조개, *Solen strictus* (홍·이, 1990)에서도 생식세포들이 생식상피에서 연중 발달 성장한다고 보고하였다. 이 연구에서 참고동도 주년을 통해 생식상피에서 초기의 생식세포 형성 및 성장을 관찰할 수 있었으나 개체에 따라 생식소 발달단계가 다양하게 나타났다.

저수온기인 동절기에 생식소는 대부분 휴지기 상태였으나 일장이 길어지고 수온이 상승하는 3월에 접어들어 암·수 다같이 난원세포와 정원세포들이 분열증식하기 시작하여 수컷의 경우 3~8월에, 암컷의 경우 3~6월에 걸쳐 성장기 개체들이 출현하고 있다. 그리고 산란과 방정은 9월부터 시작하여 10월에 peak를 보이는 것으로 생각된다. 그러나 수온이 상승하는 5월과 6월에도 생식소내 퇴행 난모세포를 갖는 개체가 나타나는 것은 외부 환경요인인 광과 수온의 변화가 심한 조간대 지역의 생태환경 때문인 것으로 생각되며, 해산 무척추동물의 성숙속에 미치는 환경요인 영향에 대해서 앞으로 자세한 연구가 요망된다.

요 약

1995년 12월부터 1996년 10월까지 제주도 함덕 조간대에서 채집한 참고동, *C. argyrostoma lischkei*를 대상으로 그들의 번식생태를 파악하기 위하여 GSI 그리고 조직학적 방법에 의한 생식소 발달단계, 생식주기 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

참고동의 생식소는 나선상 육질부 아래쪽 소화맹낭에서부터 꼬리돌기까지 간의 표면에 위치하고 있으며 외피를 싸고 있는 근섬유막으로부터 기원하여 내강을 향해 신장되면서 생식소엽을 구성하고 이 소엽의 생식상피에서 생식세포가 발달하였다.

생식소속도지수는 암·수 다같이 5월에 접어들면서 GSI가 급격히 상승하기 시작하여 8월에 최대치에 이르고, 9월에 접어들면서 감소하기 시작하여 1월에 GSI가 가장 낮은 값을 나타내었다.

생식소 발달단계는 분열증식기(3~4월), 성장기(4~6월), 성숙기(7~8월), 방출기(9~10월), 퇴행 및 회복기(12~2월)의 연속적인 주기로 구분할 수 있었다. 그리고 밤고둥의 주 산란시기는 10월이었다. 밤고둥의 성현상은 자웅이체로서 성전환이나 자웅동체인 개체를 찾아 볼 수 없었으며 성비는 약 1:1이었다.

사 사

이 연구를 수행함에 있어서 제주대학교 해양연구소의 실험기자재를 이용하였고, 연구수행 과정에 여러 가지로 협력하여주신 해양연구소 직원여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- Booolootian, R. A., A. Farmanfarmaina and A. C. Giese, 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. *Bilo. Bull.*, 122(2), 183~192.
- Chung, E. Y., Y. D. Lee and T. S. Ko, 1987. Cyclic Changes in the gonad of venus clam, *Dosinia (Phacosoma) japonica* Reeve. *Inst. of Nat. Sci. Kunsan Nat. Univ.*, Vol. II, 127~142.
- Coggeshall, R. E., 1970. A cytologic analysis of the bag cell control of egg laying in *Aplysis*. *J. Morph.*, 132, 461~486.
- Colman, J. G., P. A. Tyler and J. D. Gage, 1986. The reproductive biology of *Colus jeffreysianus* (Gastropoda Prosobranchia) from 2200m in the N. E. Atlantic. *J. Moll. Stud.*, 52, 45~54.
- Desai, B. N., 1966. The biology of *Monodonta lineata* (Da Costa). *Proceeding of the Malacological Society of London*, 37, 1~17.
- Garwood, P. R., and M. A. Kendal, 1985. The reproductive cycle of *Monodonta lineata* and *Gibula umbilicalis* on the coast of Mid-Wales. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 65, 993~1008.
- Hayashi, I., 1980. The reproductive biology of the ormer, *Haliotis tuberculata*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 60(2), 415~430.
- Lasiak, T., 1987. The reproductive cycle three trochid gastropoda from the transei coast Southern Africa. *J. Moll. Stud.*, 53, 24~32.
- Loosanoff, V. L., 1962. Gametogenesis and spawning of the European oyster, *Ostrea edulis* in water of Marine. *Biophys. Biochem. Cytol.*, 9, 409~427.
- Newman, G. G., 1967. Reproduction of the South African abalone, *Haliotis midae*. *Invest. Rep. Div. of Sea Fish. S. Afr.*, 64, 1~24.
- Orton, J. H., Southward, A. J. and J. M. Codd, 1956. Studies o the biology of limpets. II. The breeding of *Patella vulgata* in Britain. *J. Mar. Biol. Ass.*, 35, 149~176.
- Shepherd, S. A. and H. M. Laws, 1974. Studies on Australian abalon (Genus *Haliotis*). II. Reproduction of five species. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 25, 49~62.
- Simpson, R. D., 1977. The reproduction of some littoral Molluscs from Macquarie Island (Sub-Antarctic). *Marine Biology*, 4, 125~142.
- Taylor, G. T. and Anderson, E., 1969. Cytochemical and fine structural analysis of oogenesis in the Gatropod, *Hyanassa obsoleta*. *J. Morph.*, 129, 211~248.
- Underwood, A. J., 1974. The reproductive cycles and geographical distribution of some some common Eastern Australian prosobranchs (Mollusca : Gastropoda). *Australian Journal of Marine and Freshwater Reseach*, 25, 63~88.
- 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.
- Williams, E. E., 1965. The growth and distribution of *Gibbula umbilicalis* (Da Costa) on a rocky shore in Wales. *Journal of Animal Ecology*, 33,

- 433~442.
- 權吾吉·朴甲萬·李俊相, 1993. 原色 韓國貝類圖鑑. 아카데미서적, 서울, 445PP.
- 김병호·최광식·이영돈, 1996. 구멍밤고둥, *Chlorostoma argyrostoma turbinata*의 생식주기에 관한 연구. 제주대 해양연보, 20, 9~15.
- 이정재, 1983. 제주도산 소라, *Turbo cornutus*의 생식주기에 관한 조직학적 연구. 제주대 해양자원연보, 7, 29~51.
- 이정재·좌용우, 1988. 제주도 조간대의 생태학적 기초연구 1. 패류의 군집분포. 한국패류학회지, 4 (1), 17~29.
- 이주하, 1980. 소라, *Turbo cornutus* Solander의 생식세포형성과정 및 생식주기에 관한 조직학적 연구. 한수지, 13(4), 125~134.
- 이치훈·이영돈, 1998. 명주고둥, *Chlorostoma xanthostigma*의 생식주기. 제주대 해양연보, 22, 47~56.
- 이택열, 1974. 전복류의 생식세포형성과정 및 생식주기. 부산수대임연보, 7, 21~50.
- 정의영·김성숙·김영길, 1993. 피빨고둥, *Rapana venosa* (Gastropoda : Muriciade)의 생식생태, 특히 생식주기, 난낭산출 및 유생부출에 관하여. 한국패류학회지, 9(2), 1~15.
- 최병래, 1984. 제주도의 해산복족류의 분류학적 연구. 군산대논문집, 7, 411~425.
- 홍성삼·이정재, 1990. 제주도산 맛조개, *Solen strictus* GOULD의 생식세포형성과 생식주기에 관한 조직학적 연구. 제주대 해양연보, 14, 39~59.
- 高橋延昭·高野和則, 1970. ウバガイの生殖週期に関する組織學的研究-I. 精巢の季節的變化. 日水誌, 36 (4), 337~344.
- 今攸·本間義治·村川新十郎, 1966. 海山無脊椎動物の生殖腺の成熟に関する研究-I. 日水誌, 32(6), 484~491.
- 富田恭司, 1965. 礼文島産エゾアワビの卵巢の成熟. 北水試報, 7, 1~7.
- 富田恭司, 1976. 礼文島産エゾアワビの精巢の成熟. 北水試報, 9, 56~61.
- 猪野峻·原田和民, 1961. 茨城縣に於けるアワビ産卵期. 東海區水研報, 31, 275~281.