

명주고둥, *Chlorostoma xanthostigma*의 생식주기

이 치 훈 · 이 영 돈
제주대학교 해양연구소

Reproductive Cycle of the Top Shell, *Chlorostoma xanthostigma*

Chi-Hoon Lee and Young-Don Lee

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

Reproductive cycle of the top shell, *Chlorostoma xanthostigma* was investigated histologically to know it's gonadal development using gonadosomatic index (GSI). Samples were collected at the coastal area of Hamdök in Cheju-Do from October, 1995 to August, 1996.

The top shell, *C. xanthostigma*, appeared to be dioecious, neither sex reversal nor hermaphroditic. The sex ratio was approximately 1 : 1. The gonad was located on the surface of the intestinal gland in the posterior spiral meat part of the shell. In male and female, GSI began to increase from April when water temperature increased and reached it's maximum value in July. It began to decrease August thereafter, maintained relatively low value until March. The annual reproductive cycle of this species could be classified into five successive developmental stage: multiplication stage (January to March), growing stage (February to June), mature and spent stage (April to July), degenerative stage (August to January) and recovery stage (October to February). The spawning of the top shell occurred from April to July and the main spawning period appeared in July.

Key words : reproductive cycle, *Chlorostoma xanthostigma*, gonadosomatic index, spawning period

서 론

보말고둥류는 조간대의 암반지역에 주로 서식하고 이동성이 미약한 정착성 종이기 때문에 연안의 주변 환경변화에 직접 노출되어 쉽게 영향을 받을 수 있다. 따라서 보말고둥류의 번식생태를 밝히는 것은 조간대의 생물상의 변화, 번식량 등 군집구조를 파악하기 위한 기초자료로서 중요하다.

유용 해산 권패류중 원시복족목에 속하는 전복류(*Haliotis*)의 생식생태에 관한 연구(猪野·原田,

1961; 富田, 1965, 1967; Newman, 1967; Webber and Giese, 1969; 이, 1974)와 소라의 생식세포형성 과정 및 생식 주기에 관한 연구(이, 1980; 이, 1983)는 비교적 많이 찾아 볼 수 있지만 한국산 보말고둥류의 생식생태에 관한 기초 생물학적 연구는 찾아보기가 힘들다.

제주연안에 분포하는 패류에 대한 보고는 최(1984), 이·좌(1988), 이 등(1989) 등이 있으며 고둥류의 생식주기에 관한 연구 *Monodonta australis*, *Oxystele variegata*, *Oxystele tabularis* (Lasiak, 1987), *Vermicularia spirata* (Bieler and Hadfield,

1990), *Rapana venosa* (정 등, 1993) 등이 있으나 제주연안역의 조간대에 서식하는 명주고둥의 생식 생태에 관한 연구는 전혀 찾아 볼 수가 없었다. 따라서 이 연구는 명주고둥의 생식주기와 이에 따른 생식소 발달단계, 생식소속도지수 등을 조사하여 이들의 번식생태를 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

이 연구의 실험재료는 제주대학교 해양연구소 앞 함덕 조간대에서 1995년 10월부터 1996년 8월까지 매월 15~20개체씩 총 198개체를 채집하여 조사하였다. 채집한 실험재료는 해양연구소 실험실로 옮겨 각고, 각경의 외부측정을 한 후 폐각을 제거하여 육중량을 측정하였다. 그리고 생식소의 발달과정을 조직학적으로 연구하기 위해 Bouin's 용액에 고정하였다.

고둥의 각고 및 각경은 Vernier caliper 를 이용하여 0.01 cm까지 측정하였다. 전중량 및 육중량은 0.01 g까지 달았다. 생식소속도지수(GSI)의 측정은

소화맹낭 밑부분을 절단한 단면직경 대 생식소두께의 비율로 계산하였다(Fig. 1). 성비분석은 χ^2 검정법으로 유의성을 검정하였다.

생식소 발달과정을 분석하기 위해 명주고둥의 몸체를 Bouin's 고정액에 24시간 고정한 후 24시간 수세하여 생식소 부위를 약 5~7 mm 두께로 절단하여 소편을 만든 후 70% 알콜에 고정하였다. 조직표본 제작을 위해 생식소 소편을 탈수 및 paraffin 유도 과정을 거쳐 paraffin에 포매한 후 불력을 제작하였다. microtome (Richert-Jung, 820)을 이용해 5 μ m 두께로 절편하여 슬라이드에 부착시켜 조직의 신전 및 탈과라핀 과정을 거친 후 Hansen's hematoxylin과 0.5% eosin으로 비교 염색하였고, 생물현미경(Zesis, HBO 50)으로 조직 검경 하였다.

결 과

생식소의 구조

명주 고둥을 측정된 결과 각고와 각경의 평균은

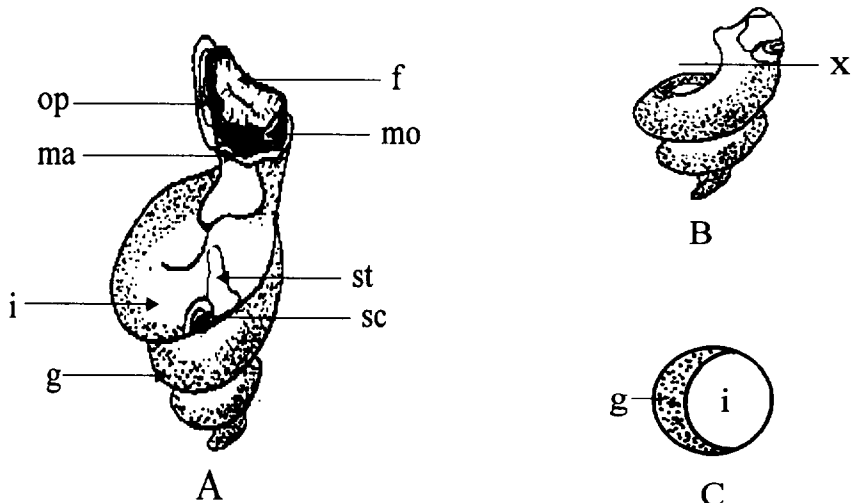


Fig. 1. External feature of *C. xanthostigma* removed from its shell(A), Conical appendage and the part cut for fixing(B), Cross section of conical appendage(C).

X : denote the sections for measurement of GSI

f : foot, g : gonad, i : intestinal gland, ma : mantle, mo : mouth, op : operculum, sc : stomachal caecum, st : stomach

각각 1.65 cm, 2.34 cm이었다. 그리고 전중량 및 육중량의 평균은 각각 4.70 g, 1.31 g이었다.

명주고동의 성체제는 자웅이체로서 생식소는 고동의 나선상 육질부 하단에서부터 꼬리돌기까지 간중장의 표면에 위치하고 있다. 생식소의 색깔은 암컷은 짙은 녹색을 띠고 방란 후에는 갈색을 띤다. 수컷은 유백색을 띠며 방출 후에는 연황색을 띤다.

생식세포 발달

난모세포발달

명주고동의 난소는 외피 근섬유막으로부터 기원하여 내강쪽으로 발달형성하고 있다. 생식상피에서 난원세포들이 다수 분열증식하고 있으며 구형이고 한 개의 뚜렷한 핵을 가지고 크기는 약 10 μm 이다. 난소 소낭의 상피는 더욱 발달하여 내측의 소화맹낭조직을 싸는 근섬유막과 연결되어 난소 소엽을 구성하게 된다. 그리고 심장이 다소 빠른 난모세포들은 난병을 형성하여 난소 소낭상피에 부착한 채 중앙 내강쪽으로 발달해 가며, 이 때의 난경은 평균 47.5 μm 이다. 핵은 거의 구형을 나타내며, 중앙에는 haematoxylin에 강한 양성반응을 보이는 한 개의 인을 가지고 있다(Pl. I, Fig. 1, Fig. 2).

이후 생식상피에 부착한 채 발달해 가던 난모세포는 난병을 소실하고 원형으로 변형되어 내강에 위치하게 된다. 난소 외피막에 보이던 호산성 과립세포들은 소실되고 이 때의 난모세포의 평균은 112 μm 이고 세포질에는 공포상의 난황물질이 다수 축적되며, 이때의 핵경은 약 50 μm 이다. 그리고 일부 미숙한 어린 난모세포들도 드문드문 보이며 난소 소엽과 생식소 외측 근섬유막의 두께는 30 μm 로 얇아진다(Pl. I, Fig. 3). 난모세포가 더욱 발달하여 완숙단계에 이르게 되면 난경은 약 155 μm 되고 많은 공포상의 난황이 균일하게 분포한다. 그리고 난황막을 싸고 있는 젤라틴상 피막은 더욱 뚜렷해진다. 이때의 핵경은 60~70 μm 이고 생식소 외측상피의 두께는 20 μm 로 가장 얇아진다(Pl. I, Fig. 4).

방란을 마친 난소내에는 젤라틴상 피막이 그대로 남아 방란 흔적을 남기고 있고 일부 미방출된 완숙난들이 생식상피 내강내에 잔존하여 퇴행 변성되어

가고 있다(Pl. I, Fig. 5). 이 후 생식소 외측피막기부에서 생식상피가 재배치되면서 난원세포들이 다시 발달해 가고 있다(Pl. I, Fig. 6).

정자형성

정소를 싸고 있는 외측 근섬유막으로부터 생식상피들이 기원되어 생식세포들이 재배치되면서 내측 소화맹낭 조직을 싸고 있는 근섬유막쪽으로 발달해 가고 있다. 생식상피상에는 세포질이 빈약한 초기 정원세포들이 활발하게 분열증식하고 있다. 초기 발달중인 정소 소엽생식상피 상에는 호산성 과립세포들이 출현하고 있으며 정소가 발달함에 따라 점차 감소해 간다(Pl. II, Fig. 1).

정소 소엽들은 발달 신장되어 소화맹낭을 싸는 근섬유막과 연결되고, 소엽의 생식상피상에는 정원세포와 정모세포 그리고 정세포들이 층상배열을 하고 있다(Pl. II, Fig. 2). 정소가 더욱 발달되어 감에 따라 정소 소엽과 소엽사이에 변태를 마친 정자가 나타나게 되며 외측 근섬유막은 점차 얇아진다. 정소는 더욱 비후되고 정소 소엽의 생식상피에는 정원세포와 정모세포들이 분포하고 정소 소엽 내강에는 변태를 마친 정자 무리들로 채워지게 된다. 이 시기의 정소는 최대로 부풀고 외측 근섬유막의 두께는 최대로 얇아진다. 그리고 정자의 방출은 부분적으로 소엽간 내강으로부터 일어나고 있다(Pl. II, Fig. 3). 방정 후 정소 소엽 내강에는 많은 미방출 정자가 남아 있고 이들은 퇴행변성되어 간다(Pl. II, Fig. 4, Fig. 5). 정소의 퇴화에 따라 외측 근섬유막은 다시 두꺼워지고 소엽기부로부터 신생 생식상피들이 발달한다(Pl. II, Fig. 6).

생식주기

생식소 발달단계를 조직학적으로 조사 결과 분열증식기, 성장기, 성숙기 및 방출기, 퇴행기, 회복기 등의 연속적인 주기로 구분할 수 있었다(Fig. 2).

분열증식기

생식소의 외측 근섬유막으로부터 기원한 난소 소낭과 정소 소엽들이 내측 소화맹낭쪽으로 발달되며

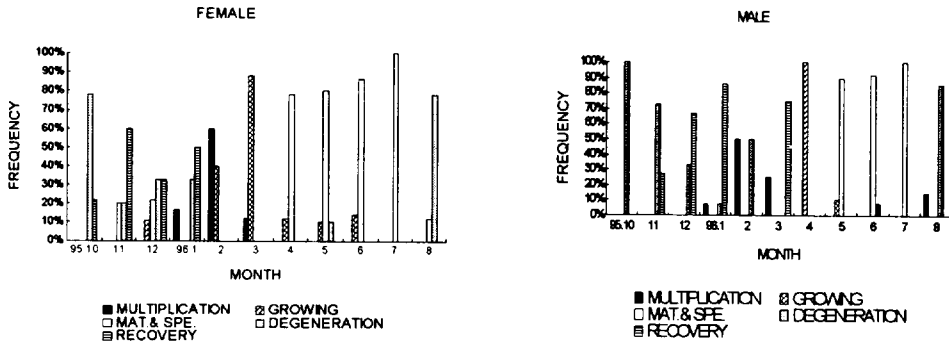


Fig. 2. Monthly composition of gonadal phases of *C. xanthostigma* from October, 1995 to August, 1996.

이들의 생식상피 위에는 많은 생식원 세포들이 다수 분열증식하고 있고 호산성 과립세포가 출현한다. 난소 소낭의 기부에는 난원세포들이 분포하고 생식상피를 따라 어린 난모세포들이 난병을 형성하여 위치하고 있다. 이 때 어린 난모세포들의 크기는 27.5~40 μm 이다. 정소에서는 정소 소엽을 따라 정원세포들이 나타나고, 내강쪽으로 소수의 정모세포들이 나타난다. 분열증식기 개체는 주로 암·수 모두 1월부터 3월에 출현하고 있다.

성장기

성장단계의 생식소는 난소 소낭과 정소 소엽이 내강쪽으로 더욱 신장되어 소화맹낭조직의 근섬유막과 연결되어 방형을 구성하게 되며, 생식소 외측 근섬유막의 두께는 30 μm 이다. 이 때의 난소에서는 난모세포가 난병을 생식상피에 부착한 채 발달해 가며 난경의 평균은 40 μm 이다. 일부 성장이 빠른 난모세포는 난병을 소실하여 난소내강에 유리되고 세포질에는 공포상의 난황이 축적되면서 eosin에 양성 반응을 보이고 있다. 정소에서는 정소 소엽의 상피조직을 따라 정원세포와 정모세포들이 나타난다. 이러한 개체는 주로 암컷은 1월부터 7월까지 나타나고 있지만 주로 2월과 3월에 출현한다. 수컷은 3월부터 6월에 나타나지만 주로 4월에 출현한다.

성숙 및 방출

난소의 경우 난모세포가 더욱 발달하여 세포질에는 공포상의 난황이 다수 균일하게 분포하며 젤라

틴상 피막이 뚜렷하게 보인다. 이 때 난경의 크기는 약 155 μm 이고, 핵경은 60~70 μm 이다. 생식소 피막 두께는 20 μm 로 가장 얇게 된다. 이러한 개체는 4월부터 7월까지 나타나고 방란은 7월과 8월에 일어나고 있다.

정소에서는 정세포가 정자로 변형되어 정소 소엽간 내강을 가득 채우고 있다. 이러한 개체는 주로 6월부터 8월까지 출현하고 있고 방정은 주로 7월에 일어나고 있다.

퇴행기

난소에서는 완숙난들이 방출되면서 그것을 싸고 있던 젤라틴상 피막이 흔적을 남기고 미방출된 난모세포들은 퇴행·변성되고 있으며 정소에서는 미방출된 정자들이 퇴행 흡수된다. 이러한 개체는 암컷은 8월~10월, 수컷은 8월~11월에 주로 출현하고 있다.

회복기

생식소 외피의 근섬유막으로부터 생식상피가 기원되어 재배치되며 생식소의 외측 근섬유막이 다시 두꺼워진다. 이러한 개체는 암·수 모두 주로 11월부터 2월에 출현하고 있다.

생식소 속도지수의 월별 변화

생식소속도지수는 1995년 10월부터 1996년 8월까지 조사하였다. 소화맹낭의 밑부분을 절단한 단면직경

대 생식소의 두께 비율로서 산란한 생식소속도지수의 월별변화는 Fig. 3과 같다.

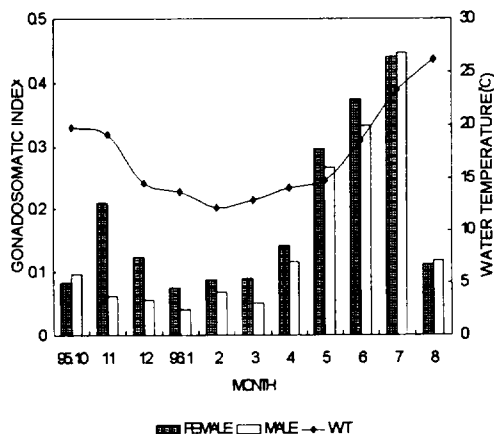


Fig. 3. Monthly changes in the mean gonadosomatic index of *C. xanthostigma* and the mean water temperatures.

암·수 모두 수온이 상승하면서 GSI값이 높아지고 7월에 암컷은 0.43 수컷은 0.44로 최고치를 보이고 있다. 이후 8월에 GSI값은 급격히 감소하기 시작하여 1월에 암컷은 0.08, 수컷은 0.04로 최저치를 나타내고 있다.

성현상

1995년 10월부터 1996년 8월까지 매월 채집된 명주고동의 성비는 Table 1과 같다.

월별 암·수의 분포는 계절에 큰 변동 없이 조사된 개체 중 암컷 96개체, 수컷 102개체로 암·수의 성비는 약 1 : 1 이었다(P> 0.05).

고 찰

해산 무척추동물은 대부분이 체외수정종이며 이들의 생식이 계절적이라는 것이 밝혀져 있다 (Kinne, 1963). Booloottian et al.(1962)에 의하면 연체동물의 산란습성은 크게 (1) 늦가을에서 이른봄에 걸쳐 산란하는 동계산란형, (2) 늦은 봄에서 초

Table 1. Sex ratio of the top shell, *C. xanthostigma* from October, 1995 to August, 1996.

sex \ month	No. of female	No. of male	ratio
'95 Oct.	9	6	1.5 : 1.0
Nov.	8	11	1.0 : 1.3
Dec.	9	9	1.0 : 1.0
'96 Jan.	9	11	1.0 : 1.2
Feb.	7	8	1.0 : 1.1
Mar.	8	10	1.0 : 1.2
Apr.	9	7	1.2 : 1.0
May.	10	10	1.0 : 1.0
Jun.	10	9	1.1 : 1.0
Jul.	8	10	1.0 : 1.2
Aug.	9	11	1.0 : 1.2
Total	96	102	1.0 : 1.06

가을에 걸쳐 산란하는 하계산란형, 그리고 (3) 계절에 관계없이 연중 산란하는 연중산란형 3가지 형태로 보고하고 있다. 뉴질랜드산인 *Zediloma atrovirens* (Colman, 1986)는 가을에서 초겨울 사이에 산란이 일어나고, *Monodonta 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 보고하고 있다. *Oxystele variegata*, *O.tabularis* (Lasiak, 1987), *Austocochlea constricta* (Underwood, 1974), *Cantharidus coruscans* (Simpson, 1977) 그리고 *Gibbula cineraria* (Underwood, 1972) 등은 연중산란이 일어난다고 보고되고 있다. 이 연구 결과 명주고동의 경우는 수온이 상승하면서 생식소가 발달하여 늦여름에 산란하는 것으로 보아 하계 산란형에 속한다.

해산 무척추동물의 생식소의 구조는 비교적 단순하여 거의 배우자만으로 구성되나 종에 따라서는 일종의 영양세포가 생식소의 발달에 관여하는 것으로 보고되어 있다(수 等, 1966; 高橋·高野, 1970). 복족류중에는 전복류에서 생식세포형성에 관여하는 영양세포가 있음이 보고되어 있고(이, 1974), 제주도 소라의 경우도 생식소의 발달초기에 미분화 간층직과 호산성 과립세포들이 다수 출현하다가 생식

소의 발달에 따라 점차 감소되고 있어 이들 세포가 일종의 영양세포로 간주된다고 보고되어 있다(이, 1983). 명주고둥의 경우도 생식소의 생식상피에 생식초기에 보이던 호산성 과립세포와 간층적이 다수 출현하다가 생식소 발달에 따라 점차 감소되고 있어 이들 세포가 생식세포의 발달에 직·간접적으로 관여하는 것으로 사려된다.

복족류에서 난황물질의 합성은 난모세포의 소포체나 골지체와 밀접한 관계가 있고(Taylor et al., 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 합성되었다고 보고하고 있다. 명주고둥에 있어서 성장중인 난모세포는 난병을 난소소엽상피에 부착시켜 생식상피를 통해 영양분을 흡수하여 난모세포의 세포질내에서 난황물질이 합성되는 것으로 보인다.

해산 패류는 대부분이 자용이체이며 자연집단에서의 성비는 1 : 1이나 전복류인 *Haliotis laevigata* 와 *H. ruber*는 연령에 따라 성비가 다르게 나타난다고 보고되어 있다(Shepherd and Laws, 1974). 이 연구에서 원시복족목인 명주고둥의 성체제는 자용이체였으며 자용동체 개체를 찾아 볼 수 없었고, 성비는 조사한 개체에서 암컷 96개체, 수컷 102개체로 약 1 : 1이었다($P > 0.05$).

대부분의 해산 체외수정종들은 배우자를 방출하면 휴지기를 거쳐 생식세포의 형성이 일시 중지되는 것으로 보고되어 있으나(Loosanoff, 1962; Orton et al., 1956), 전복류(猪野 等, 1961; Webber et al., 1969; Hayashi, 1980)와 소라, *T. cornutus*(이, 1980)에서는 생식소의 발달이 년중 계속되고, 맛조개, *Solen strictus*(홍·이, 1990)에서도 생식세포들이 생식상피에서 년중 발달 성장한다고 보고하고 있다. 이 연구에서 명주고둥도 주년을 통해 생식상피상에서 초기의 생식세포 형성 및 성장을 관찰할 수 있었으나 개체에 따른 생식소 발달 단계가 다양하게 나타나고 있다.

이 연구에서 명주고둥의 산란시기는 수온이 상승하는 7월~8월에 대부분이 일어났고 그 후 퇴행기

로 접어들어 일정 기간 산란하는 종으로 간주된다. 그러나 수온이 상승하는 5·6월에도 생식소 내 퇴행난모세포를 갖는 개체가 존재하는 것은 외부 환경인자인 광과 수온의 변화가 심한 기간대 지역의 생태환경에 따른 것인지 아니면 다른 요소의 환경영향에 기인하는 것인지는 앞으로 자세한 조사가 요구된다.

요 약

1995년 10월부터 1996년 8월까지 제주도 함덕 조건대에서 채집한 명주고둥, *Chlorostoma xanthostigma* 을 대상으로 그들의 번식생태를 파악하기 위하여 생식소속도지수, 그리고 생식소의 조직학적 방법에 의한 생식주기, 생식소 발달단계 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

명주고둥의 성현상은 자용이체로서 성전환이나 자용동체인 개체를 찾아 볼 수 없었으며 성비는 약 1 : 1이었다.

명주고둥의 생식소는 나선상 육질부 하단에서부터 꼬리돌기까지 소화맹낭부의 표면에 위치하고 있으며 외피를 싸고 있는 근섬유막으로부터 기원하여 내강을 향해 신장되면서 생식소엽을 구성하고 이 소엽의 생식상피에서 생식세포가 발달하였다.

생식소 발달 초기에 다수 출현하는 호산성과립세포는 생식세포형성과 발달에 영향을 공급하는 일종의 영양세포로 간주된다.

생식소속도지수(GSI)는 암수 다같이 4·5월에 접어들면서 급격히 상승하기 시작하여 7월에 최대치를 나타내고, 8월에 접어들면서 하강하기 시작하여 1월에 가장 낮은 값을 나타내고 있다.

생식소 발달단계는 분열증식기, 성장기, 성숙 및 방출기, 퇴행기, 회복기의 연속적인 주기로 구분할 수 있었고 주 산란시기는 7~8월이었다.

사 사

이 연구를 수행함에 있어서 제주대학교 해양연구소의 실험기자재를 사용하게 해주신 직원 여러분께

깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 이정재, 1983. 제주도산 소라, *Turbo cornutus*의 생식주기에 관한 조직학적 연구. 제주대해양자원연보, 7, 29~51.
- 이정재 · 장창익 · 조운삼, 1989. 제주도 조간대 및 초지대 생태계의 군집분포에 관한 연구 - 저서대형무척추동물의 분포와 군집구조. 한국패류학회지, 5(1), 10~28.
- 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.
- 이택열, 1974. 전복류의 생식세포형성과정 및 생식주기. 부산수대임연보, 7, 21~50.
- 정의영 · 김성숙 · 김영길, 1993. 파랗고둥, *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.
- Bieler, R. and M. G. Hadfield, 1990. Reproductive biology of the sessile gastropod *Vermicularia spirata* (Cerithioidea : Turritellidae). J. Moll. Stud. 56, 205~219.
- 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.
- Chamberlain, N., 1958. Life history studies of *Campeloma decisum*. Nautilus, 72, 22~29.
- 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 *Aplysia*. J. Morph., 132, 461~486.
- 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, 1986. 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.
- Kinne, O., 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. I. Temperature. Oceanog. Mar. Biol. A. Rev., 1, 301~340.
- 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 Gastropod, *Hyanassa obsoleta*. J. Morph., 129, 211~248.
- Underwood, A. J., 1974. The reproductive cycles and geographical distribution of 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.
- 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.
- 今依・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.

EXPLANATION OF ABBREVIATIONS

- doc : degenerated oocyte
 es : egg stalk
 fmc : fibromuscular capsule
 gm : gelatinous membrane
 hg : hepatic gland
 n : nucleus
 oc : oocyte
 og : oogonia
 sc : spermatocyte
 sg : spermatogonia
 st : spermatid
 sz : spermatozoa
 tsl : testicular lobule
 unsz : undischarged spermatozoa
 ya : yolk granule

PLATE I

Developmental stage of oogenesis

- Fig. 1. Multiplication stage
 Fig. 2. Primary growing stage
 Fig. 3. Growing stage
 Fig. 4. Mature stage
 Fig. 5. Degeneration stage
 Fig. 6. Recovery stage

PLATE II

Developmental stage of spermatogenesis

- Fig. 1. Mmultiplication stage
 Fig. 2. Growing stage
 Fig. 3. Mature & spent stage
 Fig. 4. Degeneration stage
 Fig. 5. Resting stage
 Fig. 6. Recovery stage

PLATE I

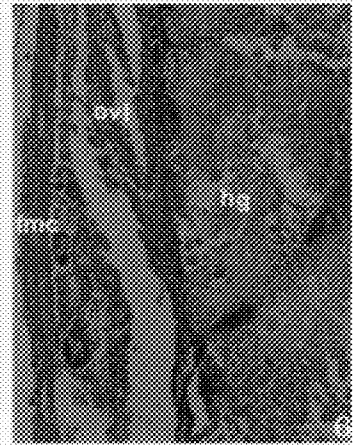
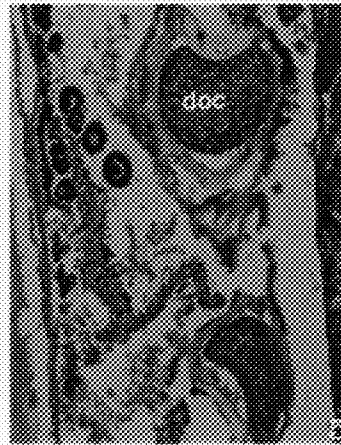
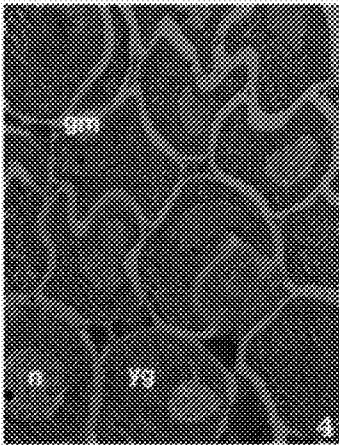
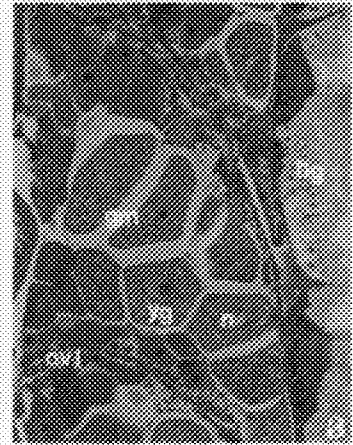
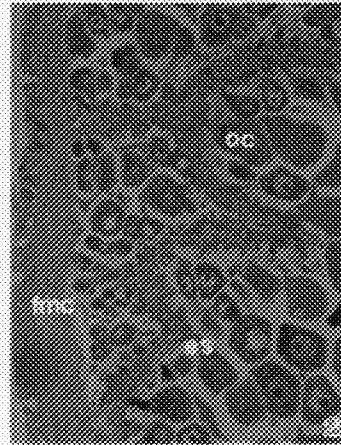
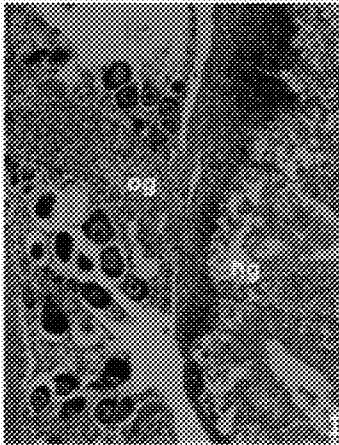


PLATE I

