

구멍뱀고둥, *Chlorostoma argrostoma turbinata*의 생식주기에 관한연구

김병호 · *최광식 · 이영돈

제주대학교 해양연구소 *제주대학교 증식학과

Study on the Reproductive Cycle of the Top Shell, *Chlorostoma argrostoma turbinata*

Byong-Ho Kim · *Kwang-Sik Choi and Young-Don Lee

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

*Department of Aquaculture, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

Reproductive cycle of the top shell, *Chlorostoma argrostoma turbinata* 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 Nobember, 1994 to September, 1995.

1. *Chlorostoma argrostoma turbinata* appeared to be dioecious, and neither sex reversal nor hermaphroditic. The sex ratio was approximately 1 : 1.
2. The gonad was located on the surface of the liver in the posterior spiral meat part of the shell.
3. In male and female, GSI began to increase from April when water temperature began to increase and reached it's maximum value in August. It began to decrease September thereafter, maintained relatively low value until January.
4. The annual reproductive cycle of this species could be classified into five successive developmental stage ; multiplication stasge, growing stage, mature stage, spent stage, degenerative and recovery stage.
5. In male and female, spawning time were from March to December but, main spawing time were September.

Key words : Reproductive cycle, *Chlorostoma argrostoma turbinata*, Gonadosomatic index, Spawning

서 론

구멍뱀고둥, *Chlorostoma argrostoma turbinata*은 원시복족목 뱀고둥과에 속하는 고둥류로서 우리나라 전연안역의 조간대 지역에 분포하며 해조류가 풍부한 곳에 주로 서식한다(權 等, 1993). 그리고 고둥류는 조간대의 군집분포와 형태학적 연구에 많이 연구되고 있다.

고둥류의 번식생태를 밝히는 것은 조간대의 생

물상의 변화, 생물량등 군집구조를 파악하기 위한 기초자료로서 중요하다. 고둥류의 생식주기에 관한 보고는 *Colus jeffreysianus*(Colman et, al 1986), *Monodonta australis*, *Oxystele variegata*, *Oxystele tabularis*(Lasiak, 1987), *Trochus niloticus*(Hahn, 1993), *Rapana venosa*(鄭 等, 1993)등이 있으나 제주 연안역의 조간대에 서식하는 구멍뱀고둥의 생식생태에 관한 기초 연구는 드물다. 따라서 이 연구는 구멍뱀고둥의 생식주기에 따른 생식소발달단계,

생식 소숙도지수등을 조사하여 이들의 번식생태를 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료는 제주도 함덕 조간대에서 1994년 11월부터 1995년 9월까지 총 194개체를 채집하여 조사하였다. 채집한 재료는 제주대학교 해양연구소 실험실로 옮긴 후 고등의 각고 및 각경은 Vernier caliper로 1/10mm까지 측정하였다. 전중량, 육중량은 0.1g까지 달았다.

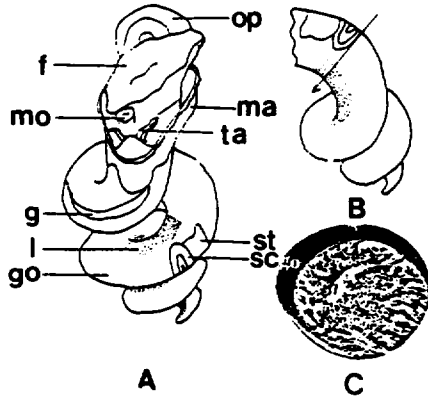


Fig. 1. External feature of *Chlorostoma argrostoma turbinata* removed from its shell (A), Conical appendage and the part cut for fixing(B), Cross section of conical appendage(C). X, denote the sections for measurement of GSI f: foot, g: gill, go: gonad, l: liver, ma: mantle, mo: mouth, op: operculum, sc: stomachical caecum, st: stomach, ta: tentacle.

생식소숙도지수(GSI)의 측정은 소화낭 밑부분을 절단한 단면직경 대 생식소두께의 비율로 계산하였다(Fig. 1). 성비분석은 χ^2 검정법으로 유의성 검정하였다. 생식소의 조직학적 관찰을 위해 구멍뿔고등 몸체를 Bouin's 고정액에 24시간 고정 한 후 24시간 수세하여 생식소 부위를 약 5mm 두께로 절단하여 소편을 만든후 70%알콜에 고정하였다. 조직표본 제작을 위해 생식소 소편을 탈수 및 파라핀 유도 과정을 거쳐 paraffin에 포매한후

블락을 제작하였다. 마이크로톰을 이용해 5~6 μ m 두께로 절편하여 슬라이드에 부착시켜 조직의 신전 및 탈파라핀 과정을 거친후 Hansen's hematoxylin과 0.5% eosin으로 비교 염색하였다.

결 과

생식소 외부형태

구멍뿔고등의 성체체는 자웅이체로서 생식소는 고등의 나선상 육질부 하단에서부터 꼬리돌기까지 간의 표면에 위치하고 있다. 성숙초기 암컷은 녹색, 수컷은 백색을 띠고 완숙기에는 암컷은 암청색 수컷은 유백색을 가지며 산란 후 암컷은 연갈색 수컷은 연황색으로 된다.

생식세포 형성과정

- 난자형성과정

구멍뿔고등의 난소는 외피를 싸고있는 근섬유막으로부터 기원하여 내강쪽으로 발달하고 난소소엽의 생식상피에서 난원세포들이 다수 분열증식하고 있다. 난원세포는 크기가 7.5 μ m전후이고 구형이며 한개의 뚜렷한 핵을 갖고 있다. 난원세포들이 분열증식하고 있는 난소소엽 상피상에는 eosin에 양성 반응을 가지는 호산성 과립세포들이 출현하고 난소소엽의 섬유성막은 발달하여 내측의 간장조직을 싸는 근섬유막과 연결되어 방형을 구성하게 된다. 그리고 성장이 다소 빠른 난모세포들이 패류에서 볼수 있는 난병을 난소소엽상피에 부착한 채 난소소엽 사이의 중앙 내강쪽으로 발달해 간다. 이때 35 μ m내외의 난모세포들은 현저하게 세포질을 증가시키면서 포도송이 모양으로 난소소엽에 부착되어 있다. 핵은 거의 구형을 나타내고 있으며, 중앙에는 haematoxylin에 강한 양성반응을 나타내는 한개의 인을 갖고 있다(Pl. I, Fig. 1).

이후 난소소엽에 부착하여 발달해가던 난모세포는 난병을 소실하고 원형으로 변해가면서 소엽사이로 유리되어 내강에 자리잡는다. 한편, 성장초기에 난소소엽 상피위에 나타나던 호산성과립세포들은 소실되어 가고 난소내강에는 성숙에 가까운 난모세포들로 가득 채워지고 일부 미숙한 난모세포들이 드문드문 자리잡고 있다. 난소소엽으로부터

유리되어 내강에 위치한 난모세포들이 70~150 μ m으로 성장하면, 세포질내에는 난황과립이 다수 축적되며 난소소엽과 생식소 외측 근섬유막은 얇아진다(Pl. I, Fig. 2).

완숙된 난모세포들은 150 μ m전후의 크기로 성장하면 난세포질에는 난황과립이 다수 균일하게 분포하고 난황막을 싸고 있는 젤라틴상 피막은 더욱 뚜렷해진다(Pl. I, Fig. 3).

방란을 마친 난소내에는 젤라틴상 피막은 그대로 남아 방란 흔적을 남기고 있고 일부 미방출된 완숙난들은 소엽상피 또는 내강내에 잔존하여 퇴행 변성되어 가고 있다(Pl. I, Fig. 4). 이들 난소내 잔존난들이 퇴행 변성 되어감에 따라 난소는 급격히 수축되어 가며, 난소소엽상피와 기부를 따라 난원세포와 어린난모세포들이 출현하고 있다(Pl. I, Fig. 5). 이후, 난소소엽의 기부에서 조직들이 재배치 되면서 잔존 어린난모세포들과 함께 신생 난소소엽을 형성하여 다시 발달해 가고 있다(Pl. I, Fig. 6).

— 정자형성과정

정자형성과정도 근본적으로 난자형성과정과 상동적인 과정을 거친다.

정소를 싸고 있는 외측 두꺼운 근섬유막으로부터 정소소엽들이 기원되어 내측 간장조직을 싸고 있는 근섬유막쪽으로 발달해 가고 있으며, 이들 소엽상피 위에서 초기 정원세포들이 활발하게 분열증식하고 있다. 난소에서와 같이 정원세포들이 분열증식하고 있는 정소소엽상피상에는 eosin에 양성반응을 가지며 정원세포들은 세포질이 빈약하며 세포질에 비하여 커다란 핵과 뚜렷한 단일핵을 갖는다. 이때의 정원세포의 크기는 7.5 μ m전후이고 외측 근섬유막의 두께는 60 μ m전후이다. 초기발달 중인 정소소엽상피 위에는 호산성과립세포들이 출현하고 있으며 정소가 발달함에 따라 점차 감소해 간다(Pl. II, Fig. 1).

정소소엽들은 발달 신장되어 간장을 싸는 근섬유막과 연결되고, 소엽의 생식상피상에는 정원세포와 정모세포 그리고 정세포들이 충상배열을 하고 있다(Pl. II, Fig. 2). 정소가 더욱 발달함에 따라 외측 근섬유막과 내측 근섬유막은 점차 얇아지면서 정소소엽과 소엽사이에 변태를 마친 정자가 나타나기 시작한다(Pl. II, Fig. 3).

이후 정소는 더욱 비후되고 정소소엽의 생식상피에는 정원세포와 정모세포들이 분포하고 정소소엽 내강에는 변태를 마친 정자무리들이 채워지게

된다. 이 시기의 정소는 최대로 부풀고 외측 근섬유막의 두께는 20 μ m로 얇아진다. 그리고 정자의 방출은 부분적으로 소엽간 내강으로부터 일어나고 있다(Pl. II, Fig. 4). 방정후의 정소소엽 내강에는 상당수의 미방출정자가 잔존하고 있다. 이후, 잔존 정자들은 퇴행변성되어 간다(Pl. II, Fig. 5). 정소의 퇴화에 따라 외측 근섬유막은 다시 두꺼워지고 난소에서와 마찬가지로 소엽기부로부터 신생 정소소엽들의 발달이 시작된다(Pl. II, Fig. 6).

생식주기

생식소 발달상태를 주로 조직학적인 조사결과를 중심으로 구분하여 보면 생식주기를 분열증식기, 성장기, 성숙기, 방출기, 퇴행 및 회복기 등의 연속적인 주기로 구분할 수 있었다(Fig. 2).

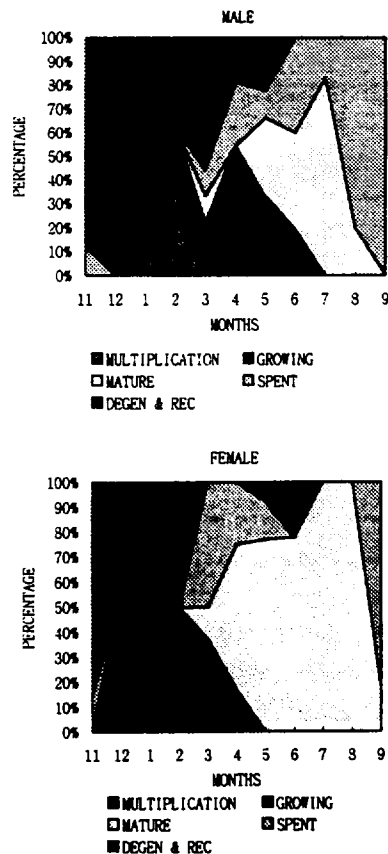


Fig. 2. The reproductive cycle of female and male *Chlorostoma argrostoma turbinata* based on the proportion of the population at various maturity stages.

－ 분열 증식기

생식소의 외측 피막에서 기원한 난소 및 정소소엽들이 내측 간장부쪽으로 발달 신장된다. 이들 생식상피 위에는 많은 생식원세포들이 분열 증식하고 있다. 생식소의외측 근섬유막의 두께는 30 μ m이고 호산성과립세포가 출현한다. 난소의 기부에는 난원세포 무리들이 분포하고 생식상피를 따라 난병이 부착된 어린 난모세포들이 위치하고 있다. 난원세포의 난경은 약 7.5 μ m이고 어린 난모세포의 난경은 약 37 μ m이다. 정소에서는 정소소엽을 따라 정원세포 무리들이 줄지어 나타나고 내강쪽으로 소수의 정모세포가 출현하고 있다. 분열증식기의 개체는 암컷은 주로 1월부터 2월까지 수컷은 2월에 출현하고 있다.

－ 성장기

성장초기의 생식소는 난소소엽과 정소소엽이 내강쪽으로 더욱 신장되어 간장조직의 근섬유막과 연결되며 생식소의외측 근섬유막의 두께는 약 37 μ m이다. 이시기에 세포질이 호산성을 띠는 난경 50 μ m 전후의 난병을 갖는 난모세포들이 생식상피상에 출현하고 있다. 일부 성장이 빠른 난모세포는 세포질에 난황물질이 축적되며 난소 내강으로 유리된다. 정소에서는 소엽상피를 따라 정원세포 무리와 정모세포 무리들이 나타난다. 이러한 발달단계의 개체는 주로 암컷은 2월과 3월, 수컷은 4월과 5월에 출현하고 있다.

－ 성숙기

생식소 외측 피막의 두께는 17.5 μ m이고 난모세포의 난경은 약 137 μ m이다. 핵의 비율도 증가하여 핵경은 약 37 μ m이고 세포질에는 난황과립으로 채워진다. 정소에서는 정세포가 성숙분열에 의해 정자로 변형되기 시작하고 생식상피는 가늘게 된다. 이러한 개체는 주로 암컷은 6월부터 8월까지 출현하고 있다.

－ 방출기

생식소가 성숙해지면서 외관상 암컷은 암청색으로 변하고 수컷은 유백색을 띠어 암수가 쉽게 구

별된다. 생식소 피막두께는 12 μ m로 가장 얇게되고 난소내강에는 난소소엽상피로부터 난병을 소실하고 유리된 난경 150 μ m 전후의 완숙난으로 가득차게 된다. 완숙난 세포질에는 난황과립으로 가득차고 주위에는 젤라틴상 물질로 싸여 있다. 정소에서는 정원세포들과 정모세포들이 줄어들고 변형중인 정세포와 변태를 마친 완숙정자들로 소엽간 내강을 가득채우고 있다. 이러한 개체는 암수 모두 3월에서 부터 12월까지 분포하고 있으나 주로 9월에 출현하고 있다.

－ 퇴행 및 회복기

난소에서는 완숙난들이 방출되면서 난을 싸고 있던 젤라틴상 피막이 흔적을 남기고 미방출된 난황을 축적한 난모세포들은 퇴행 변성되고 있다. 생식소 외측 근섬유막의 두께는 다시 150 μ m로 두꺼워 지고 세포질의 염색이 호산성에서 호염기성으로 된다. 이후, 생식상피 위에는 다시 난원세포들이 출현하고 있다. 정소에서는 미방출된 정세포와 정자들이 퇴화하면서 흡수된다. 이후, 생식상피 위에 정원세포가 출현하고 분열 증식한다. 이러한 개체는 11월부터 3월까지 주로 출현하고 있다.

생식소 속도지수의 월별변화

생식소속도지수는 1994년 11월부터 1995년 9월까지 조사하였다. 소화맹장 밑부분을 절단한 단면적경 대 생식소의 두께 비율로서 산출한 생식소속도지수의 월별변화는 Fig. 3과 같다.

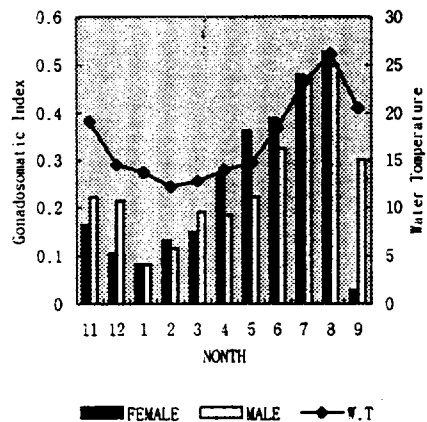


Fig. 3. Monthly changes in the mean gonadosomatic index in *Chlorostoma argrostoma turbinata* and the mean water temperatures.

암컷은 수온이 18°C 이상이 되는 5월에 이르면서 GSI는 급격히 증가하기 시작하여 8월에 최고치를 가지고 수온이 감소하기 시작하는 9월부터 서서히 감소하고 있으며, 저수온기인 1월에 년중 가장 낮은 값을 보이고 있다. 수컷도 암컷이 GSI 변동과 유사하게 8월에 최고치를 보이고 9월 이후 서서히 감소하고 있다.

고찰

원시복족목을 포함하는 전세아강에는 중복족목, 신복족목이 있으며 *Melanoides*, family Melaniidae (Jacob, 1957); *Hydroria* and *Potamopyrgus*, family Hydrobiidae (Boycott, 1919; Sanderson, 1940); and *Campelma*, family Viviparidae (Van Cleave and Altringer, 1937; Hubricht, 1943; Chamberlain, 1958)인 중복족목은 단위생식을 한다고 알려져 있다. 본 조사의 결과 원시복족목인 구멍뚫고둥의 성체제는 자웅이체였으며 자웅동체 개체를 찾아볼 수 없었고 성비는 조사한 개체에서 암컷 90개체 수컷 104개체로 약 1:1이었다 ($P>0.05$).

뚫고둥과의 *Oxystele variegata*, *O. tabularis* (Lasiak, 1987), *Austro-cochlea constricta* (Underwood, 1974), *Cantharidus coruscans* (Simpson, 1977) 그리고 *Gibbula cineraria* (Underwood, 1972) 등은 산란기간이 년중 계속해서 나타나고, 반면에 일정기간 산란기를 가지는 종들을 보면 *Monodonta australis* (Lasiak, 1987), *Gibbula bilicalis* 그리고 *Monodonta lineata* (Williams, 1965; Desai, 1966; Underwood, 1972; Garwood and Kendall, 1985) 등은 수온이 상승하면서 성장하여 늦여름에 산란하고, 뉴질랜드산인 *Zediloma atrovirens* (Colman, 1986)는 가을에서 초겨울에 걸쳐 산란이 일어난다고 보고되고 있다 (Lasiak, 1986). 본 연구에서 구멍뚫고둥은 온도가 상승하면서 생식소가 성숙하여 9월에 대부분 산란하고 있다.

난모세포 주위에 젤라틴막이 있는 종들은 *Calliostoma papillos*, *Calliostoma zizyphin* (Gersch, 1936) 그리고 *Margarites helcinus* (Thorson, 1935) 등이 있고 난case를 갖고있는 뚫고둥과도 있다고 보고되고 있다 (Lasiak, 1987). 구멍뚫고둥은 난모세포가 성장하면서 난황막 주위에 젤라틴막을 형성하고 있다.

제주도산 소라의 경우 생식소의 발달초기에 미

분화 간층직과 호산성과립세포들이 다수 출현하다가 생식소의 발달에 따라 점차 감소되고 있어 이들 세포가 일종의 영양세포로 간주된다고 보고하고 있다 (李, 1983). 구멍뚫고둥의 경우도 생식소의 생식상피에 생식초기에 보이던 호산성 과립세포가 생식소 발달에 따라 점차 감소되고 있다.

초기 난모세포는 haematoxylin에 강한 염색을 보이다가 난모세포가 발달함에 난세포질은 호염기성에서 호산성으로 변화되고 있다.

구멍뚫고둥에 있어서 성장중인 난모세포는 난병을 난소소엽상피에 부착시켜 생식상피를 통해 영양분을 흡수하여 난모세포의 세포질내에서 난황물질이 합성되는 것으로 보인다.

소라류의 경우 주년을 통해 생식소 활동이 일어난다고 밝혔는데 (李, 1980), 제주도산 구멍뚫고둥도 주년을 통해 생식상피 위에서 초기의 생식세포 형성 및 성장을 관찰할 수 있었으나 개체에 따른 생식소 발달 단계가 다양하게 나타나고 있다.

이 조사에서 구멍뚫고둥의 산란시기는 수온이 상승하다가 떨어지는 9월부터 대부분 일어났으나 수온이 상승하는 4, 5월에도 일부는 산란이 일어나는 점으로 보아 외부환경 인자인 광과 수온의 변화가 이들의 산란에 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 사료되며, 앞으로 계절에 따른 외부환경요인과 성숙에 관한 심도있는 연구가 요망된다.

요약

1994년 11월부터 1995년 9월까지 제주도 함덕 조간대에서 채집한 구멍뚫고둥, *Chlorostoma argrostoma turbinata*을 대상으로 그들의 번식생태를 파악하기 위하여 생식소속도지수, 그리고 생식소의 조직학적 방법에 의한 생식주기, 생식소 발달 단계등을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 구멍뚫고둥은 성전환이나 자웅동체인 개체를 찾아볼 수 없었으며 성비는 약 1:1이었다.
2. 생식소는 고둥의 나선상 육질부 하단에서부터 꼬리돌기까지 간의 표면에 위치하고 있다.
3. 생식소 속도지수(GSI)는 암수 다같이 4월에 접어들면서 상승하기 시작하여 8월에 최대치를 나타내고, 9월에 접어들면서 하강하기 시작하여 1월에 가장 낮은 값을 나타내고 있다.
4. 생식소의 발달단계는 분열중식기, 성장기, 성숙기, 방출기, 퇴행 및 회복기의 연속적인 주기로 구분할 수 있었다.

5. 산란시기는 암수모두 3월부터 12월 까지 출현하고 있으나, 대부분 개체의 산란시기는 주로 9월에 출현 하고 있다.

참 고 문 헌

- 權吾吉 · 朴甲萬 · 李俊相, 1993. 原色 韓國貝類圖鑑. 아카데미서적, 445PP.
- 李定宰, 1983. 제주도산 소라, *Turbo cornutus*의 생식주기에 관한 조직학 적 연구. 제주대학교 해양자원연보, 7.
- 李株河, 1980. 소라, *Turbo cornutus* Solander의 생식세포 형성과정 및 생식주기에 관한 조직학 적 연구. 한 수지, 13(4), 125-134
- 鄭義泳 · 金聖淵 · 金榮吉, 1993. 피빨 고둥, *Rapana venosa* (Gastropoda : Muricidae)의 생식생태, 특히 생식주 기, 난낭산출 및 유생부출에 관하여. 한국패류학회지, 9(2). 1-15.
- Boycott, A. E., 1919. Parthenogenesis in *Paludetrina jenkinsi*. J. Conchol., 16, 54-61
- 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.
- Chamberlain, N., 1958. Life history studies of *Campeloma decisum*. *Nautilus*, 72, 22-29.
- Desai, B. N., 1966 The biology of *Monodonta lineata* (Da Costa). *Proceedings of the Malacological Society of London.*, 37, 1-17.
- Garwood, P. R., and M. A. Kendal 1986. The reproductive cyclrs of *Monodonta lineata* and *Gibbula umbilicalis* on the coast of Mid-Wales. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.*, 65, 993-1008.
- Gersch, M., 1936. Der genitalapparat und die sexualbiologie der Nordseetrochiden. *Zeitschrift fur Morphologie und Okologie der Tiere.*, 31, 106-150.
- Hahn, K.O., 1993. The reproductive cycle of the tropical top shell, *Trochus niloticus*, in French Polynesia. *Invertebrate Reproduction and Development.*, 24 : 2, 143-156.
- Hubricht, L., 1943. Sex ratios in *Campeloma*. *Nautilus.*, 56, 138-139.
- Jacob, J., 1957. Cytological studies of Melaniidae (Mollusca) with special reference to parthenogenesis and polyploidy. I. Oogenesis of the pa-

- rthenogenetic species *Melanoides* (Prosobranchia-Gastropoda). *Trans. R. Soc. Edinburgh.*, 63, 341-352
- Lasiak, T., 1987. The reproductive cycle of three trochid gastropoda from the transkei coast Southern Africa. *J. Moll. Stud.*, 53, 24-32.
- Sanderson, A. R., 1940. Maturation in the parthenogenic snail *Potamopyrgus jenkinsi*. *Proc. Zool. Soc. London, Sect. A* 110, 11-26.
- Simpson, R. D., 1977. The reproduction of some littoral molluscs from Macquarie Island (Sub-Antarctic). *Marine Biology.*, 44, 125-142.
- Thorson, G., 1935. Studies on the egg capsules and development of arctic marine prosobranchs. *Meddelelser om Gronland.*, 100, 1-17.
- Underwood, A. J., 1972. Observations on the reproductive cycles of *Monodonta lineata*, *Gibbula umbilicalis* and *Gibbula cineraria*. *Marine Biology.*, 17, 333-340.
- Underwood, A. J., 1974 There productive cycles and geographical distribution of some common Eastern Australian prosobranchs(Mollusca : Gastropoda). *Australian Journal of Marine and Freshwater Reseach.*, 25, 63-88.
- Van Cleave, H. J., and D. A. Altringer. 1937. studies on the life cycle of *Campeloma rufum*, a freshwater snail. *Am. Nat.*, 71, 167-184.
- 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.

EXPLANATION OF ABBREVIATIONSd

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| doc : degenerated oocyte | ec : epithelial cell |
| epc : eosinophilic cell | es : egg stalk |
| fmc : fibromuscular capsule | |
| gm : gelatinous membrane | |
| hg : hepatic gland | n : nucleus |
| oc : oocyte | og : oogonia |
| osc : osmophilic cell | ol : ovarian lobule |
| sc : spermatocyte | sg : spermatogonia |
| st : spermatid | sz : spermatozoa |
| tsl : testicular lobule | |
| nsz : undischarged spermatozoa | |
| yg : yolk granule | |

EXPLANATION OF PLATES

PLATE I

PLATE II

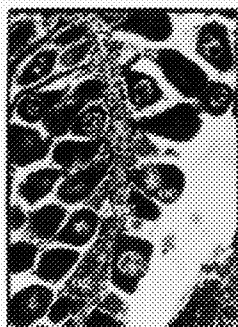


Fig. 1. Ovary of multiplication stage



Fig. 2. Ovary of growing stage



Fig. 3. Ovary of mature stage.

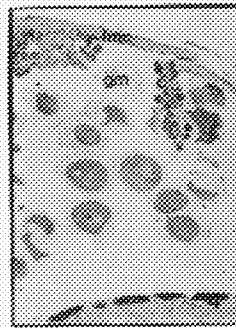


Fig. 4. Ovary of spent stage.



Fig. 5. Ovary of degeneration stage



Fig. 6. Ovary of recovery stage



Fig. 1. Testis of multiplication stage

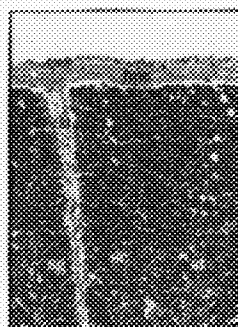


Fig. 2. Testis of growing stage.

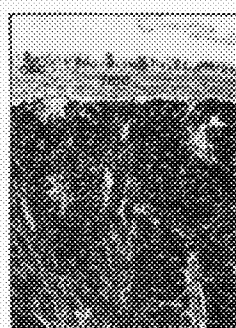


Fig. 3. Testis of mature stage.



Fig. 4. Testis of spent stages.



Fig. 5. Testis of degeneration stage.



Fig. 6. Testis of recovery stage.