

M  
E.P.3  
0388M

碩士學位論文

쏨뱅이, *Sebastiscus marmoratus*의  
초기 생식소와 배우자 형성과정



제주대학교 중앙도서관  
濟州大學校大學院

水産生物學科

吳 成 立

1998年 12月

# 쏨뱅이, *Sebastiscus marmoratus*의 초기 생식소와 배우자 형성과정

指導教授 李 定 宰

吳 成 立

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함



吳成立의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 송 춘 복 (인)

委 員 최 광 식 (인)

委 員 이 정 재 (인)

濟州大學校 大學院

1998年 12月

**Early Gonadogenesis and Gametogenesis  
in Scorpion Fish, *Sebastiscus marmoratus***

**Seong-Rip Oh**

**(Supervised by Professor Jung-Jae Lee)**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE**


**DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

**1998. 12**

# 목 차

Abstract .....	1
I. 서 론 .....	3
II. 재료 및 방법 .....	5
III. 결 과 .....	6
1. 성장 .....	6
2. 시원생식세포의 출현과 원시생식소 형성 .....	7
3. 초기 생식소 발달 .....	10
4. 배우자 형성과정 .....	13
1) 난자 형성과정 .....	13
(1) 염색인기 난모세포 .....	13



(2) 주변인기 초기난모세포 .....	13
(3) 주변인기 후기난모세포 .....	15
(4) 유구기 난모세포 .....	15
(5) 난황포기 난모세포 .....	15
(6) 1차난황구기 난모세포 .....	15
(7) 2차난황구기 난모세포 .....	15
(8) 3차난황구기 난모세포 .....	15
(9) 핵이동기 난모세포 .....	16
2) 정자 형성과정 .....	16
5. 성장에 따른 성비 조성 .....	20
 <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">제주대학교 중앙도서관</span> <small>JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY</small>	
IV. 고 찰 .....	21
V. 요 약 .....	25
VI. 참 고 문 헌 .....	26
감사의 글 .....	30

## Abstract

The purpose of this study is to examine the process in the formation of the primordial germ cells, primitive and early gonad as well as gametogenesis of scorpion fish, *Sebastiscus marmoratus* using histological methods.

The organs of the larvae such as the gut and kidney within the maternal body of 2 mm in length before parturition are nearly differentiated and a lot of pigment cells are attached on the epithelial layer of peritoneum stuck to the peritoneum. The primordial germ cells about 10  $\mu\text{m}$  in diameter were observed in the fibrous mesenchymal tissue located between gut and mesonephric duct of the larvae within the maternal body. As the fibrous epithelium extends to the direction of peritoneum, the primordial germ cells moved.

From 31 days after parturition, the fibrous epithelium gets thicker, and the primitive gonad starts to form. From 49 days after parturition, as the primitive gonad of the front part and the terminal part of the primitive gonad extend, it starts to form cavity, and near 60 days after parturition, the formation of the ovarian cavity is completed. After invagination occurred in the medulla region of ovary, ovarian lamallae were developed in the 79 days old juveniles.

The peri-nucleolus oocytes of 20  $\mu\text{m}$  in diameter are distributed in the ovarian lamallae. Until 280 days after parturition, only female fish were observed in all the individual, but on the 280th day, the male developed to the spermatid phase in one individual.

Development of oocytes could be distinguished into three phase: primary growth phase(chromatin-nucleolus, peri-nucleolus oocyte), secondary

growth phase(oil-droplet, yolk vesicle, primary yolk, secondary yolk, tertiary yolk oocyte), maturation phase(migratory nucleus oocyte). The examination till 515th day after parturition showed that the male fish were 7 out of 375 individuals



# I. 서 론

기본적으로 어류의 성 표현 양상은 유전자의 지배를 받지만 개체발생 초기에는 내·외적인 요인에 의해 암·수 어느 쪽으로든 분화할 수 있는 양성분화 능력을 가진다. 이러한 어류의 성 표현은 동일 개체의 생식소가 일생동안 암·수 양성의 기능을 가지는 자용동체형과 생식소가 난소 또는 정소로 분화하여 그 성이 일생 변하지 않는 자용이체형으로 대별되며, 자용동체형은 자성선속형, 웅성선속형, 동시성속형으로 구분하고, 자용이체형은 미분화형과 분화형으로 다양한 양상을 가지고 있어서 관심의 대상이 되어 왔다(Yamamoto, 1969). 자성선속형이란 처음에 난소가 성속해서 암컷으로 기능을 하고, 그 후 난소가 퇴화하고 정소로 분화해서 이것이 성속하여 수컷으로 기능을 가지는 형이고, 웅성선속형이란 먼저 정소가 형성되어 기능적으로는 수컷으로 성속하고 점차 정소의 퇴화와 동시에 난소가 분화하여 암컷으로 기능을 하는 형이며, 동시성속형은 동일 생식소 내에서 난소와 정소가 동시에 성속하는 형이다. 분화형이란 성분화 이전에 암·수 형태를 거치지 않고 바로 암·수로 분화되는 형이고, 미분화형이란 성분화 이전에 전체가 암컷 형태를 보이다가 암·수로 분화하는 형이다. 자용이체의 성분화 과정에 있어서 분화형에는 *Oncorhynchus keta* (Robertson, 1953), *Anguilla japonica* (Satoh et al., 1962), *Salvelinus leucomaenis* (Nakamura, 1982), *Paralichthys olivaceus*(이와 이, 1990), *Takifugu rubripes* (Matsuura, 1994), *Patagonia hatcheri* (Strussmann et al., 1996)등이 있고, 미분화형에는 *Brachydanio rerio* (Takahashi, 1977), *Cyprinus carpio* (Davies and Takashima, 1980), *Barbus tetraza tetraza* (Takahashi and Shimizu, 1983), *Tilapia zilli* (Yoshikawa and Oguri, 1978), *Pagrus major*(김, 1989), *Anguilla anguilla* (Coiombo and Grandi, 1996) 등이 있다.

국내에서의 초기생식소 형성에 관한 연구는 *Pagrus major*(김, 1989), *Misgurnus mizolipies*(Kim et al., 1990), *Paralichthys olivaceus*(이와



이, 1990), *Acanthopagrus schlegeli*(이 등, 1994), *Oncorhynchus masou*(박 등, 1997) *Oplegnathus fasciatus*(김, 1998) 등이 있으나 대부분이 난생어류에 국한되어 있고 태생경골어류는 *Sebastes schlegeli*(이 등, 1996), *Ditrima temmincki*(이와 이, 1996) 등에서 보고되고 있다.

볼락류는 저수온에 강하고, 월동이 가능하여 양식용으로는 물론 자원조성에도 유리하여 산업적 중요성이 날로 증대되고 있으며, 일반 어종과는 달리 교미를 통한 체내수정이라는 특이한 번식습성 때문에 볼락류의 번식특성에 대한 연구가 매우 활발하다. 볼락류에 대한 연구는 조피볼락(Chung and Chang, 1995; 손과 장, 1995; 정 등, 1995; 이 등, 1996), 황점볼락(장 등, 1994; 김, 1995), 볼락(이와 김, 1992; 김과 한, 1993; 고, 1997), 쏨뱅이(배 등, 1998)에 대한 생식주기, 성분화, 성성숙을 위한 내분비, 출산행동 및 체내자어 발달 등이 보고되어 있다.

쏨뱅이, *Sebastes marmoratus*는 양볼락과(Scorpaenidae) 쏨뱅이속에 속하는 태생경골어류로서 우리 나라 남해안, 제주도, 일본, 대만 및 동중국해의 연안 암초지역에 서식하는 생활력이 강한 경제성 어종이다. 체색은 서식처에 따라 흑갈색, 갈적색 등으로 변이가 다양하며 성어는 주로 게, 새우, 어류 등 저서동물을 먹이로 삼는다(정, 1991).

이 연구에서는 자원 조성용 어종으로 효율적인 쏨뱅이를 대상으로 체내자어 에서부터 성어에 이르기까지 시원생식세포의 출현과 원시생식소의 발달, 그리고 배우자형성 과정을 밝히는데 있다.

## II. 재료 및 방법

이 실험에 사용된 쏘뱅이는 국립수산진흥원 남제주수산종묘배양장 실내 수조에서 사육중인 쏘뱅이 어미에서 1997년 3월 12일 출산한 자어를 실내 콘크리트 수조에서 사육하면서 재료로 사용하였다.

자·치어 사육 수온은 14.4~28.9℃ 이었으며, 먹이생물 및 초기사료는 성장단계별로 로티퍼, 알테미아, 초기 배합사료 등을 공급하였다. 사육수는 출산 후 100일까지는 고압모래여과기로 여과된 해수를 가온하여 사육하였으며 그 이후에는 자연해수를 사용하였다.

성장 단계별로 생식소의 발달 과정을 파악하기 위하여 사육중인 자·치어를 초기에는 2일 간격, 성장함에 따라 6~10일 간격으로 무작위 채집하였으며 성어는 실내 사육수조에서 사육중인 어미를 채집하였다. 채집된 자·치어는 10% 중성 포르말린에 고정후 만능투영기(Nikon, profile projector V-10)를 이용하여 각 부위를 계측하였으며, 조직관찰용 재료는 bouin's 용액에 고정하였다. 체내자어는 출산전의 개체에서 생식소만을 꺼내어 고정하였다. 6 cm이하 자·치어의 생식소는 발달이 미약하여 생식소만을 절취하기 어렵기 때문에 어체 전체를 고정하였고, 생식소를 육안으로 관찰할 수 있는 단계까지 발달한 6 cm이상 개체에서는 생식소만을 절취하여 고정하였다. 조직관찰을 하기 위하여 자동조직파라핀유도기(Richert-Jung, Histokinette 2000)를 이용하여 조직내 파라핀을 침투시킨 후 Tissue Embedding center(Richert-Jung, 8040)를 이용하여 파라핀에 포매하였다.

자·치어에서 내부기관 조직의 형태와 생식세포의 정확한 위치를 관찰하기 위하여 마이크로톰(Richert-Jung, 820)을 이용하여 횡단면과 종단면으로 연속절편을 만들었으며, 100일 이후의 발달된 생식소의 경우는 종단면으로 5~6  $\mu$ m 크기의 부분절편을 만들었다. 염색은 Mayer's haematoxylin과 0.5% eosin으로 비교 염색하였으며, 생물현미경(Zeiss, HBO 50)을 이용하여 검경하였다.

### III. 결 과

#### 1. 성장

1997년 3월12일 출산하여 61일까지 사육한 솜뱅이 자·치어의 성장을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 출산직후 자어의 크기는  $3.59 \pm 0.20$  mm (N=14)이었고, 입과 항문은 모두 열린 상태였으며 체조직들은 분화되어 있었다.

출산 후 25일째 평균 전장은  $6.87 \pm 0.59$  mm(N=14)로 성장하였다. 이 시기의 수온 범위는  $15.9^{\circ} \sim 17.3^{\circ}\text{C}$ 이었다.

출산 후 73일 이후부터 515일까지 성장을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 73일째  $3.71 \pm 0.24$  cm(N=15)이었고, 출산 1년 후에는  $11.24 \pm 0.78$  cm (N=50)이었다. 실험 종료 시 515일째는  $14.18 \pm 0.77$  cm(N=20)까지 성장하였다. 이 시기의 수온 범위는  $14.4^{\circ} \sim 24.5^{\circ}\text{C}$  이었다.

#### 2. 시원생식세포의 출현과 원시 생식소 형성

시원생식세포(primordial germ cell)의 출현과 원시 생식소(primitive gonad)를 구성하는 조직의 초기분화는 체내자어 에서부터 출산 후 50일을 전후한 전장 2.3 cm 전후의 치어에서 일어나고 있다.

출산 전 생식소 내의 체내자어는 이미 소화관, 신장 등 체조직이 거의 분화되어 있으며, 신장과 밀착된 복막 상피 층에 다수의 색소세포가 침착되어 나타나고 있다(Fig. III-1).

시원생식세포는 약 2 mm 내외의 체내자어에서 관찰되었다. 이들 시원생식세포는 직경 약 10  $\mu\text{m}$  내외 크기의 난형이며, 체내자어의 초기 소화관과

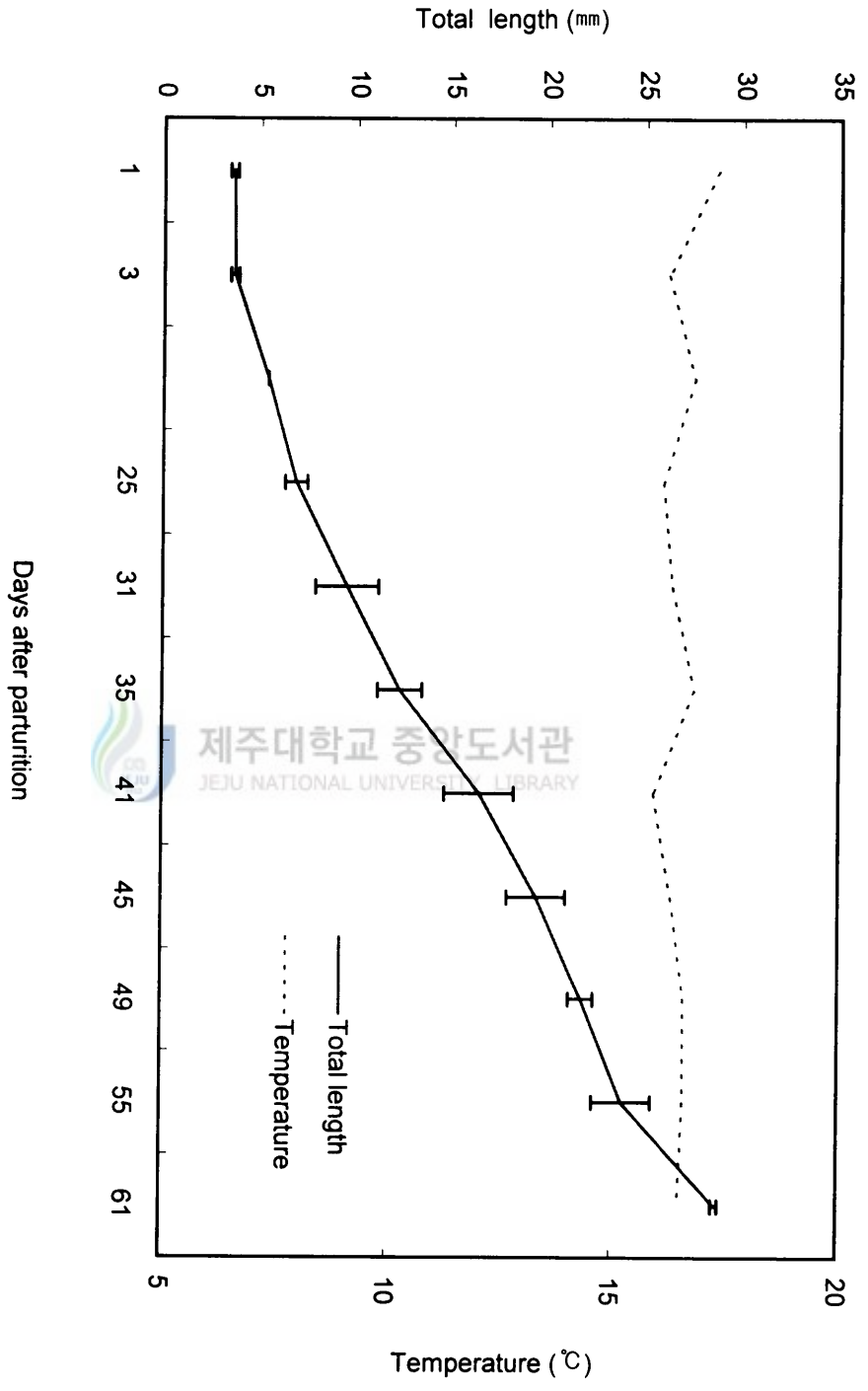


Fig. 1. Daily growth of the larva and juvenile of scorpion fish

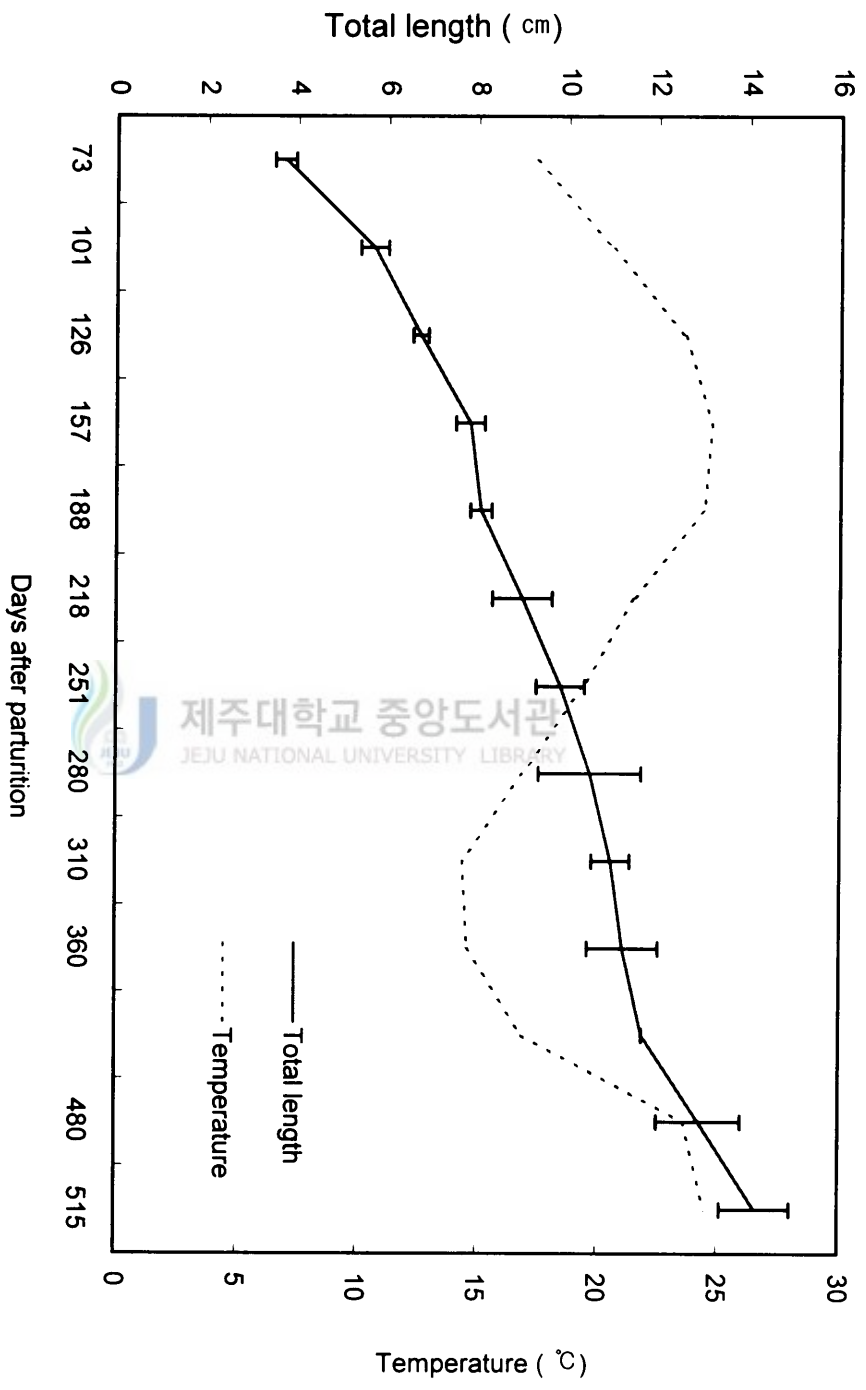
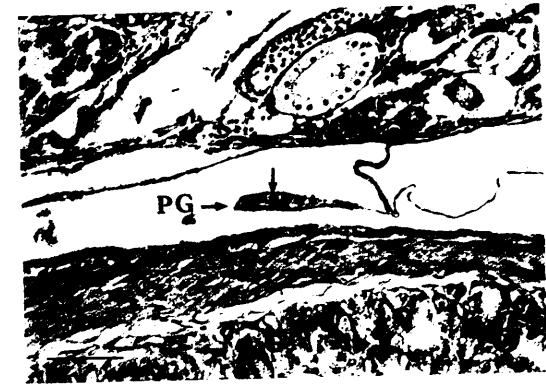
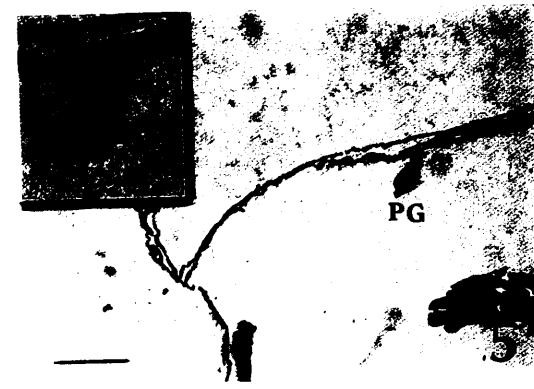
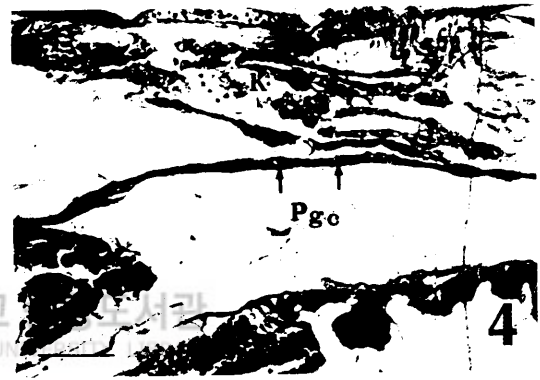
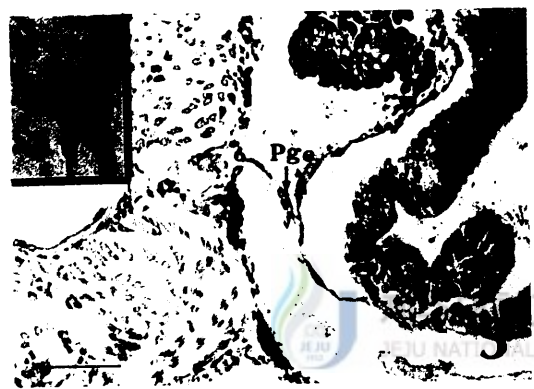
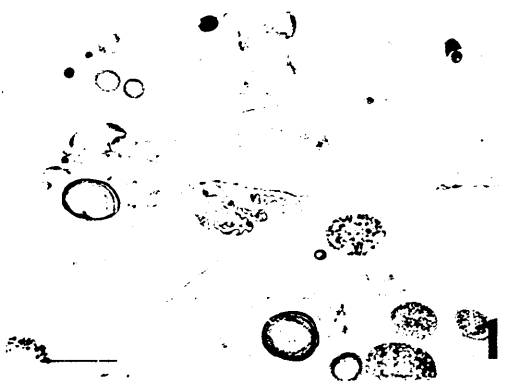


Fig. II. Monthly growth of the juvenile of scorpion fish



체강 위쪽 체벽사이의 섬유성 간층직 사이에 위치하고 있다(Fig. III-2). 체내자어의 체강 위쪽 섬유성 간층직 사이에 위치하고 있던 시원생식세포는 섬유성 상피가 복막 쪽으로 신장되면서 시원생식세포들은 후복막 쪽에 이동하여 위치하고 있다(Fig. III-3).

출산 후 25일된 평균전장  $6.87 \pm 0.59$  mm(N=14) 자어에서 시원생식세포를 감싸고 있는 섬유성 상피가 원시 생식소를 형성할 위치까지 신장되고 있다(Fig. III-4).

출산 후 31일된 개체들( $9.04 \pm 1.63$  mm, N=15)에서 섬유성 간층직 조직들이 점차 비후되면서 원시 생식소를 형성하기 시작한다(Fig. III-5).

출산 후 49일된 개체들( $21.78 \pm 0.65$  mm, N=15)에서 체세포 요소들이 크게 증가하고 섬유성 상피가 곤봉상을 이루며 원시 생식소를 형성하였다(Fig. III-6).

### 3. 초기 생식소 발달



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

출산 후 49일 이전까지는 아직 형태학적으로 정소와 난소의 뚜렷한 구별이 어렵지만, 출산 후 49일된 전장 22.25 mm인 개체에서 원시 생식소는 형태적인 차이를 보였다. 즉, 원시 생식소의 전단부와 후반부가 신장되면서 강(cavity)이 형성되기 시작하였다(Fig. IV-1, 2). 이러한 강 형성은 출산 후 60일 전후에서 원시 생식소의 선단부위와 말단부위의 접합이 이루어져 생식소의 가장자리를 따라 난소강(ovarian cavity) 형성이 완료된다(Fig. IV-3, 4). 이때, 난소강 형성이 완료된 생식소의 수질 층에는 생식원세포(gonial cell)들이 한 층으로 배열되어 나타난다.

출산 후 67일된 평균전장  $3.27 \pm 0.29$  cm(N=15) 개체의 생식소에는 난소박판이 주름을 형성하며 난원세포가 나타나고 있다(Fig. V-1, 2).

출산 후 79일된 평균전장  $4.49 \pm 0.23$  cm(N=5) 개체의 난소에는 이들 난소박판이 여러 개로 분기하여 난소소낭을 형성하기 시작한다. 이러한 난

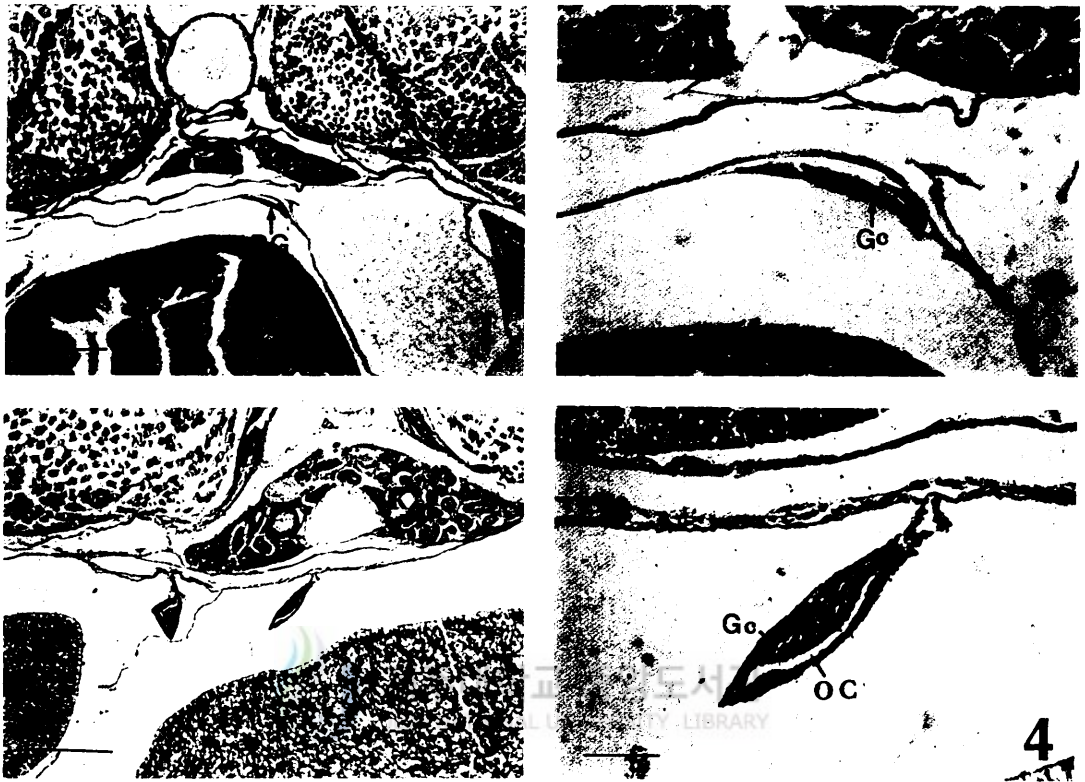


Fig. IV. Early ovarian differentiation of scorpion fish.

1. Cross section of ovary of the 49-day old larva.
  2. Showing the formation of ovarian cavity by somatic cell out growth in the direction of the front to near side of gonad(400x).
  3. Cross section of ovary observed in the 61-day old fish.
  4. Showing the complete formation of ovarian cavity(400x).
- K: kidney, Gc: gonial cell, Oc: ovarian cavity, PG: primitive gonad

1, 3: Bars indicate 100 $\mu$ m, 2, 4: Bars indicate 25 $\mu$ m



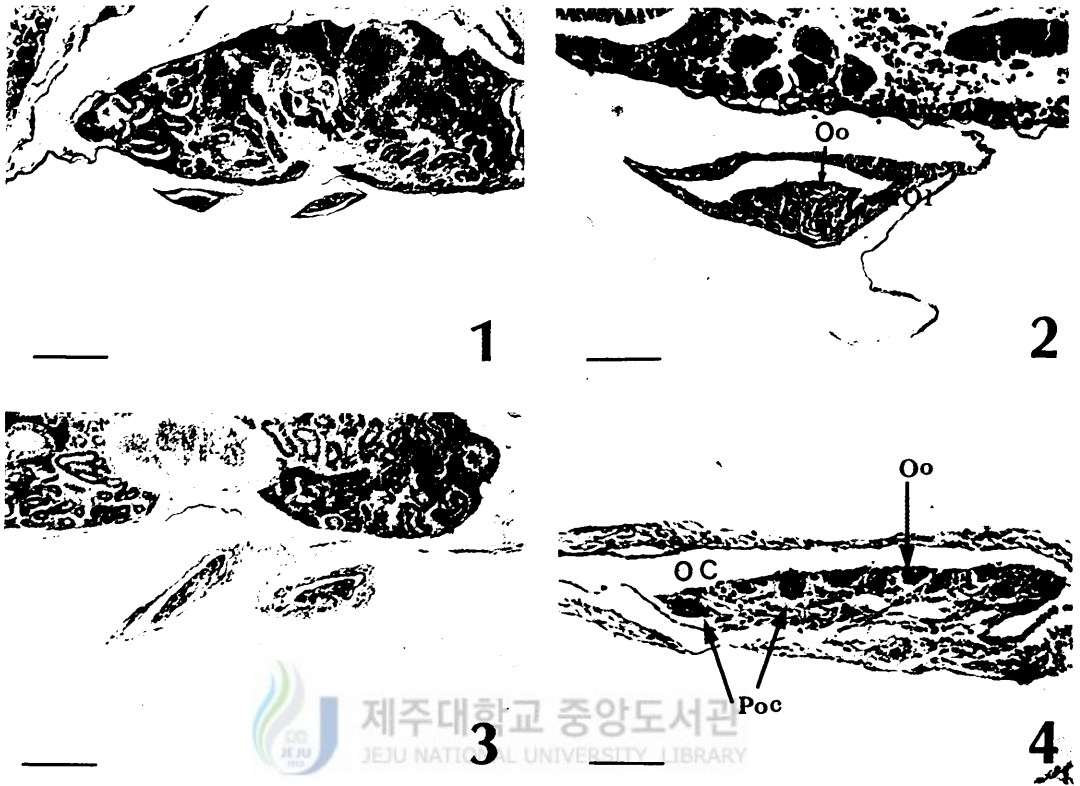


Fig. V. Cross section of the early ovarian of the scorpion fish.

1. The juvenile, 67 days after parturition.
2. The oogonia situated along the inner edge of the ovarian lamallae(400x).
3. The juvenile, 79 days after parturition.
4. The early growing oocyte of 20  $\mu\text{m}$  in size are distributed in the ovarian lamallae(400x).

K: Kidney, OC: ovarian cavity, Ol: ovarian lamallae, Oo: oogonia, Poc: peri-nucleolus oocyte

1, 3: Bars indicate 100 $\mu\text{m}$ , 2, 4: Bars indicate 25 $\mu\text{m}$

소소낭에는 난경 20  $\mu\text{m}$  내외의 주변인기 초기 난모세포들이 분포하기 시작한다(Fig. V-3, 4).

출산 후 280일된 개체에서 정세포 단계까지 발달한 정소를 갖는 수컷이 조사개체에서 처음으로 관찰되었다.

출산 후 515일된 개체들에서 정원세포단계 에서부터 성장기의 정모세포 단계까지 출현하고 있다.

썬병이 자·치어의 시원생식세포의 출현과 초기 생식소 형성과정에 따른 조직형태 분화는 Table.1과 같다.

#### 4. 배우자형성 과정

##### 1) 난자형성과정

###### (1) 염색인기 난모세포(chromatin-nucleolus stage)

염색인기의 난모세포는 난경이 약 20  $\mu\text{m}$  내외로 얇은 세포막과 세포질 용적의 대부분을 차지하는 큰 핵을 가지고 있다. 핵 내에는 염색사가 그물 모양으로 불규칙하게 배열해 있고, haematoxylin에 짙게 염색되는 염색인은 점차 그 수를 늘려간다. 염색인기의 난모세포는 주변인기의 난모세포와 함께 난소 내에서 연중 발견된다(Fig. VI-1).

###### (2) 주변인기 초기난모세포(early peri-nucleolus stage)

난모세포가 성장함에 따라 세포질은 점차 증가하여 난경이 약 25~50  $\mu\text{m}$  까지 성장하고 haematoxylin에 강한 친화력을 보이는 세포질을 갖는다. 세포질 용적에 비해 상대적으로 커진 핵은 구형이며, 핵막에 접하여 다수의 인이 분포한다(Fig. VI-2).

Table 1. Summary of observation on the gonadal development of the scorpion fish, *Sebastiscus marmoratus*

Age (days)	Histological characteristics	Sex		
		U	F	M
0 <sup>a</sup>	Primordial germ cell locate between the mesonephric duct and gut	2	-	-
0~25	A migration germ cells are enveloped by the mesenchymal epithelium	17	-	-
31~49	Formation of genital ridge and proliferation of somatic cells present	25	-	-
49	The primitive organ of the front part and the terminal part of the primitive gonad starts to form cavity	-	1	-
55~61	With the complete fusion of the primitive organ of the front part and the terminal part of the primitive gonad, the forming of the ovarian cavity is completed	-	10	-
67~73	Ovarian lamellae appears in the gonad	-	10	-
79~280	Ovarian lamellae are filled with oogonia and peri-nucleolus oocyte testicular tubules are occupied by spermatogonia, spermatocyte and spermatid	-	204	-

<sup>a</sup>The larvae within the maternal body, U: undifferentiated, F: female, M: male

(3) 주변인기 후기난모세포(late peri-nucleolus stage)

난모세포는 50~80  $\mu\text{m}$  까지 성장하며 세포질의 haematoxylin에 대한 친화력은 감소하고, 난모세포 주위에는 얇은 여포세포 층이 관찰된다. 이 시기에 세포질에 강한 염기성 반응을 나타내는 하나의 난황핵(yolk nucleus)이 나타난다(Fig. VI-2).

(4) 유구기 난모세포(oil-droplet stage)

주변인기의 난모세포가 75~120  $\mu\text{m}$  로 성장하며, 핵 주변의 세포질 층에 유구가 출현한다. 유구기 초기에는 핵을 따라 유구환을 형성하지만 성장함에 따라 세포질 전역에 산재한다(Fig. VI-3).

(5) 난황포기 난모세포(yolk vesicle stage)

다양한 크기의 난황포가 세포질 층에 출현하며, 이 시기의 난모세포 난경은 120-180  $\mu\text{m}$  이다. 난황포는 처음에 세포질 주변부에 미세한 소포의 형태로 나타나며, 이때부터 세포질에 난황구가 출현한다. 난모세포 주위의 여포세포 층은 점차 두꺼워지기 시작한다(Fig. VI-4).

(6) 1차난황구기 난모세포(primary yolk stage)

이 시기의 난모세포는 난경이 약 200-230  $\mu\text{m}$  로 성장하고, 난황구는 크기와 수를 증가하면서 세포질 주위에 원형의 띠를 형성한다.(Fig. VII-1).

(7) 2차난황구기 난모세포(secondary yolk stage)

이 시기의 난모세포는 난경이 200~300  $\mu\text{m}$ 로 증대되고, 세포질에는 난황구들이 층만하기 시작한다(Fig. VII-2).

(8) 3차난황구기 난모세포(tertiary yolk stage)

난경이 300~350  $\mu\text{m}$  로 성장하며, 세포질에는 난황구로 층만하게 된다. 난모세포의 중앙에 핵이 위치하며, 핵내에 인들이 산재하고 있다(Fig. VII-3).

(9) 핵이동기 난모세포(migratory nucleus stage)

난모세포가 난황을 축적하여 충분히 성숙하면 세포질의 중심부에 위치하고 있던 핵이 동물극 쪽으로 이동한다. 핵이 난막 근처에 도달하면 핵막은 소실되고 난황구는 직경 20  $\mu\text{m}$  내외로 커져 세포질을 가득 채우고 난경은 400~470  $\mu\text{m}$  까지 성장한다(Fig. VII-4).

2) 정자형성과정

썸뱅이의 정소는 많은 정소소관(seminiferous tubule)들로 구성되어 있으며, 이러한 정소소관들은 기부(基部)의 수정관(sperm efferent duct)과 연결되어 있다(Fig. VII-1,).

정소발달과 함께 정소소관 상피에는 많은 정원세포(spermatogonia)들이 분포하며, 정소소관 소낭(testicular cyst) 내에는 정모세포를 가진 정모세포(spermatocyte)들이 소수 출현하면서 소낭들의 면적이 증가하기 시작한다(Fig. VII-2).

이들 정소소관의 소낭 내에는 정모세포들이 성숙분열을 마친 후 haematoxylin에 강한 염색성을 나타내는 정세포(spermatid)로 발달한다. 그리고 변태를 마친 정자(spermatozoa)로 채워진 소낭들도 관찰되기 시작한다. 성숙이 진행될수록 정소소관 내에는 정세포와 정자로 채워진 정소소관 소낭이 증가한다.(Fig. VII-3).

그리고, 정소의 기부 쪽에는 정자들이 소낭 내에 충만하게 된다. 이 후 정소소관으로 배정된 정자는 수정관내에 가득 채워져 성숙시기라 할 수 있다(Fig. VII-4).

축적된 정자들은 교미에 의해 암컷 난소로 들어가고 방출되지 않은 정자만이 수정관 내에 남게 된다(Fig. VII-5).

잔존 정자들은 점차 퇴화 흡수되며 정소소관 상피는 공포상 구조로 휴지기 상태를 갖는다(Fig. VII-6).

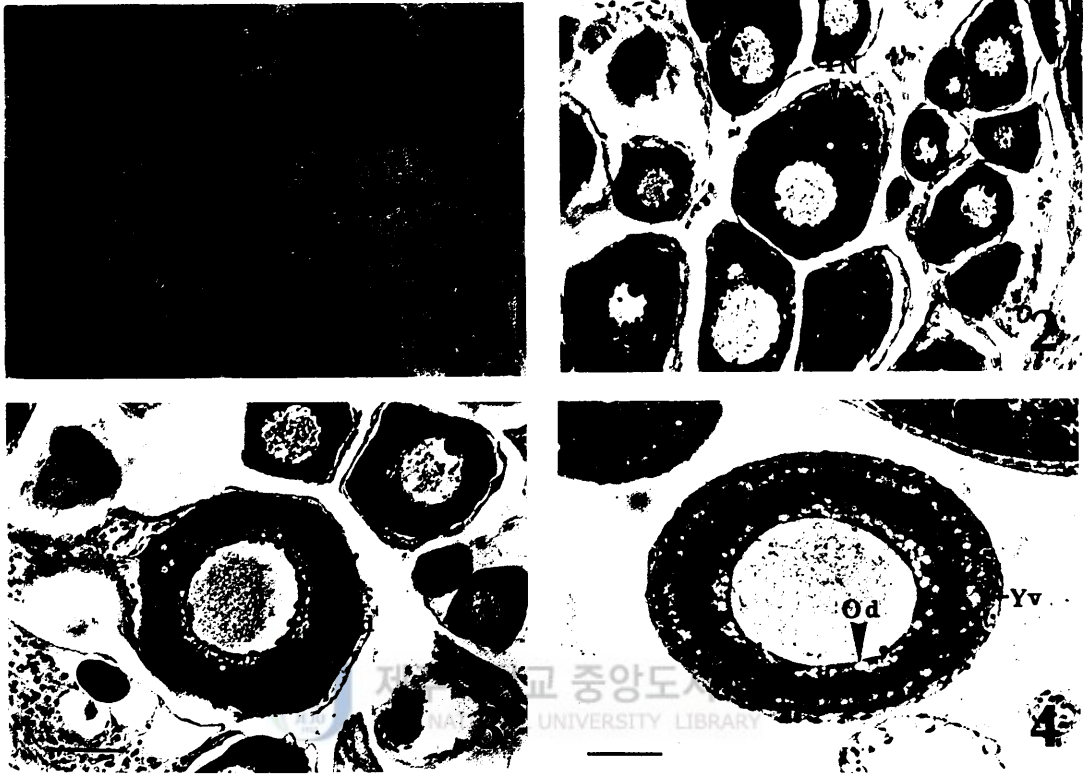


Fig. VI. Cross section of each developmental stage in oocyte.

1. Chromatin-nucleolus stage.
2. Peri-nucleolus stage.
3. Oil droplet stage.
4. Yolk vesicle stage.

Oo: Chromatin-nucleolus oocyte, YN: yolk nucleus, Od: oil-droplet, Yv: yolk vesicle

1: Bar indicate 10 $\mu$ m, 2~4: Bars indicate 25 $\mu$ m

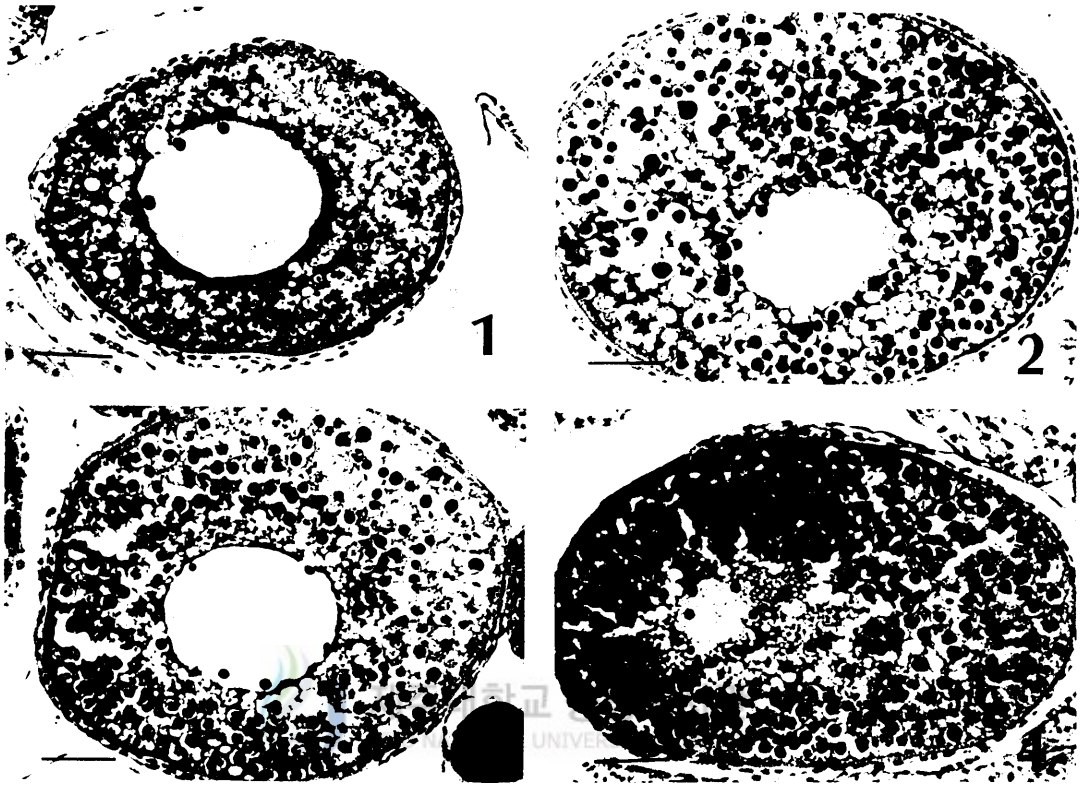
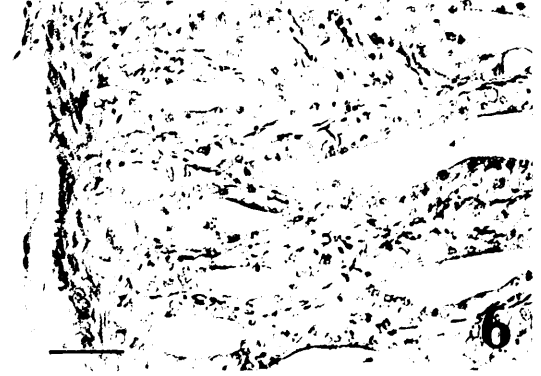
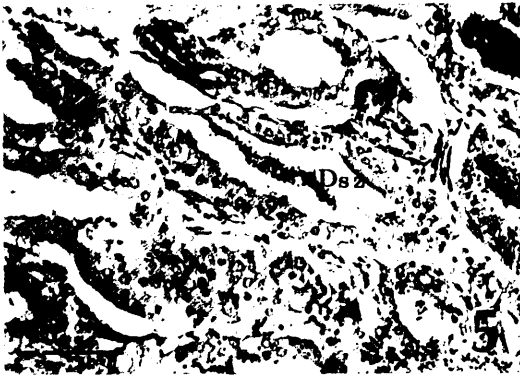
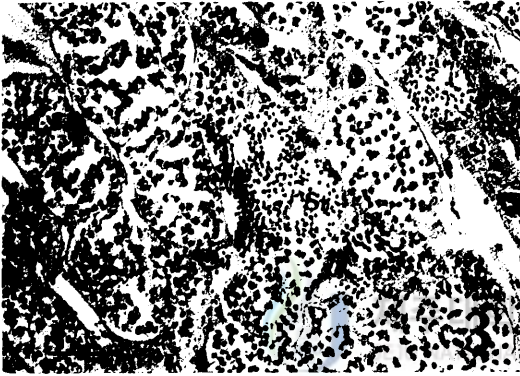
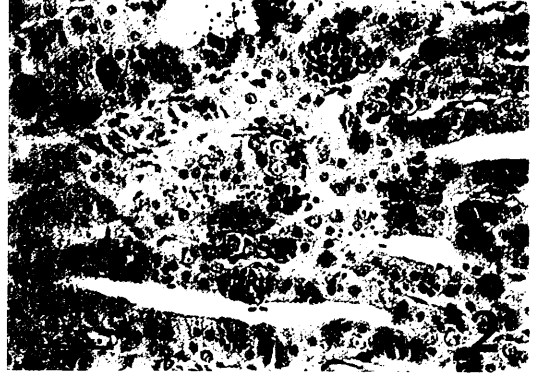
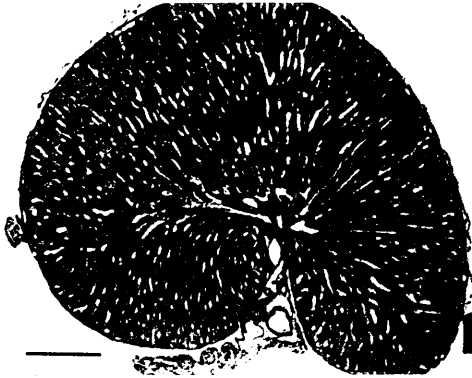


Fig. VII. Cross section of each developmental stage in oocyte.

1. Oocyte in the primary yolk stage.
2. Oocyte in the secondary yolk stage.
3. Oocyte in the tertiary yolk stage.
4. Oocyte in the migratory nucleus stage.

1~4: Bars indicate  $25\mu\text{m}$





## 5. 성장에 따른 성비조성

솜뱅이의 개체 성장에 따라 출산 후부터 출산 후 515일까지 조직학적 관찰에 의해 조사된 성비의 결과는 Table 2와 같다.

조사된 솜뱅이 375개체 중 미분화개체는 42개체, 암컷은 325개체, 그리고 전체 조사된 개체 중 수컷은 7마리였다. 출산 후 310일까지 조사된 274개체 중 정소조직은 1개체에서 관찰되었으며, 360~515일 사이에 조사된 90개체 중 6개체가 수컷으로 관찰되었다.

Table 2. Sexual differentiation according to time after parturition

Age (day)	Total length (cm)	Sex		
		U	F	M
1-49	0.36±0.202 ~ 2.17±0.642	14	1	-
55-79	2.37±1.500 ~ 4.49±0.233	2	23	-
85-101	4.97±0.284 ~ 5.69±0.306	-	20	-
111-310	6.14±0.290 ~ 10.97±0.422	-	199	1
360-515	10.84±0.526 ~ 13.81±0.292	-	84	6
Total		16	326	7

U: undifferentiated, F: female, M: male

## IV. 고 찰

일반적으로 어류의 초기 생식소 형성과정 동안 시원생식세포의 구별은 세포의 크기, 세포질과 핵의 비율 그리고 염색성에 기초한다고 보고되어 있다(Satoh, 1974). 또한 시원생식세포의 출현시기도 어종에 따라 다양하게 나타나고 있다. 난생어인 잉어, *Cyprinus carpio* (Davies and Takashima, 1980)는 부화직후 또는 부화 후 1일, 틸라피아, *Tilapia zilli* (Yoshikawa and Oguri 1978)는 부화 후 3일 그리고 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* (이 등, 1994)은 부화 후 3일로서 비교적 빠르게 나타나지만 무지개송어, *Oncorhynchus mykiss* (Takashima et al., 1980)는 생식세포가 부화 후 36일, 참돔, *Pagrus major* (김, 1988)는 매우 늦은 부화 후 8개월에 출현한다고 보고되어 있으며, 태생어인 조피볼락, *Sebastes schlegeli* (이 등, 1996)은 출산 후 2일, 망상어, *Ditrima temmincki* (이와 이, 1996)는 체내자어에서 출현한다고 보고되고 있다. 시원생식세포의 형태는 넙치, *Paralichthys olivaceus* (이와 이, 1990)와 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* (이 등, 1994) 그리고 무지개송어, *Salmo gairdneri* (Takashima et al., 1980)의 자어를 비롯하여 대부분 어종의 체벽중배엽 섬유성 간층직에서 난형 또는 구형으로 식별된다고 보고되고 있다. 이 연구에서는 체내 자어의 개체에서 섬유성 상피가 비후된 간층직 조직사이에서 거의 난형이며 주변의 체세포들보다 상당히 크고 뚜렷한 핵을 가진 몇 개의 시원생식세포를 관찰 할 수 있었다.

지금까지 이루어진 경골어류의 성분화에 관한 보고에 의하면 생식소의 성분화 개시를 형태적으로 판단하기 위한 특징으로 생식세포의 분열상과 체세포의 종류와 분포양상 등으로 식별되고 있다. 이중 생식세포의 분열상에 의해 나타나는 특징은 일반적으로 난원세포의 증식 및 감수분열의 개시가 정원세포의 증식 및 감수분열의 개시에 비교해서 빠른 경향이 있다. 즉 부화 후 어떤 시기까지 이르면 생식소의 내부에 많은 생식세포를 함유하고, 그것들 모두가 감수분열을 개시하고 있는 것과 생식소의 대부분을 체

세포 요소가 점하고, 생식세포는 소수가 체세포 요소 중에 단독으로 산재해 있는 2가지형으로 나눌 수 있는데, 전자의 생식소가 난소, 후자가 정소로 분화한다. 또 체세포성 간질세포의 변화에 의해 나타나는 특징은 난원세포가 감수분열을 개시하기 전이나 이와 거의 동시에 체세포 요소가 발달해서 난소강이 형성되는 것이 난소로의 분화로 판단할 수 있고, 그것이 형성되지 않는 생식소는 그대로 정소로 분화한다(Takahashi and Shimizu, 1983; 隆島와 會田, 1984). 즉, 넙치, *Paralichthys olivaceus* (이와 이, 1990)는 부화 후 45일경부터 난소강이 형성되어 난소의 구조적 체제를 갖추며, 정소는 부화 후 80일경에 분열중식상이 나타나기 시작해 부화 후 130일경이 되면 엽상형의 정소소엽과 곡정세관이 형성되어 생식소 분화가 일어난다. 또, 조피볼락, *Sebastes schlegeli* (이 등, 1996)에서도 출산 65일된 개체들에서 생식소의 주변부위에 강을 형성하고 다수의 생식원세포로 구성된 생식소는 난소로 발달하고, 이 시기에 체세포들이 곡정세관을 형성하는 생식소는 정소로 분화한다고 보고하고 있다.

이와 같이 생식소 내부구조와 생식원세포의 분열상 그리고 체세포의 분포양상을 비교함으로써 초기에 성구분이 가능했던 어종은 큰가시고기, *Gasterosteus aculeatus* (Shimizu and Takahashi, 1980), 다묵장어, *Lampetra reissneri* (Fukayama and Takahashi, 1983), 넙치, *Paralichthys olivaceus* (이와 이, 1990)였다. 또한, 초기 생식소의 형태차이에 의해 암수의 구별이 가능했던 어류는 난소가 정소보다 복막의 부착범위가 넓은 초어, *Ctenopharyngodon idella* (Jensen and Shelton, 1983)와 정소는 2엽으로 분화되고 난소는 하나로 융합되는 Yellow perch, *Perca flavescens* (Malison et al., 1986)등 소수의 어종에 국한되어 있다.

이 연구에서 쏨뱅이는 출산 후 50일을 전후한 실험어의 모든 개체에서 생식소 주변부를 따라 강(cavity)을 형성한 이후 난소로 발달하고 있으며, 280일 이전의 모든 개체에서 난소강을 형성하여 전형적인 난소로 발달하고 있다. 출산 후 280일에 조사개체 중 한 개체에서 정세포 단계까지 발달한 정소조직을 갖는 개체가 처음으로 나타나고 있는데, 이러한 것이 성분화 시기의 조사개체에 의한 오차인지, 실내사육에 의한 환경적인 변화에 기

인한 결과인지는 명확하지 않다.

경골어류의 난소강 형성양식은 난소의 중앙에 난소강이 형성되는 entovarion sac과 난소의 가장자리에 난소강이 형성되는 parovarion sac의 두가지 형태로 나누고 있다. 큰가시고기, *Gasterosteus aculeatus* (Shimizu and Takahashi, 1980), *Tilapia zilli* (Yoshikawa and Oguri, 1978), 잉어과 어류인 *Barbus tetrazoa tetrazoa* (Takahashi and Shimizu, 1983)등의 난소에는 parovarion sac의 형태가 나타나고 있다. 그리고 청어과에 속하는 *Brevoortia patronus* (Combs, 1969), 홍송어, *Salvelinus leucomaenis* (Nakamura, 1982), 무지개송어, *Salmo gairdneri* (Takashima et al., 1980) 넙치, *Paralichthys olivaceus* (이와 이, 1990)등에서는 entovarion sac에 속한다. 쏨뱅이의 경우는 난소의 가장자리에 난소강이 형성되는 parovarion sac형에 속한다.

Yamamoto(1969)의 어류 생식소 분화 양상에 의하면 쏨뱅이의 성은 자웅이체형이며 생식소 분화형은 초기 생식소가 각각 정소와 난소로 분화되는 분화형에 속하는 것으로 사려되나 정소 분화개체를 관찰할 수 없어서 단정하기는 어렵다. 그러나, 같은 양볼락과에 속하는 조피볼락과 비교했을 때 암컷의 성분화 시기가 거의 일치하고 있으며, 난소강 형성양식이 같은 점을 고려하면 분화형으로 추측할 수 있으나 앞으로 계속적으로 연구해야 할 것으로 사려된다.

어류의 성은 포유류처럼 성염색체의 조합에 의해 일률적으로 결정되는 것은 아니고, 어 종에 따라서 성분화에 대한 유전적 지배가 약하여 성분화 시의 수온과 그 외 환경조건에 의해 유전적 성과는 다른 성으로 변하는 가능성이 있다(山崎, 1989). 송어목의 *Menidia menidia* (Conver and Kynard, 1981; Conver and Fleisher, 1986)는 산란시의 수온에 의해 성비가 변하며, 고수온 사육시 전 개체가 수컷으로 되는 경우가 있고, 역으로 저수온 하에서는 암컷이 비율이 높게 된다고 보고하였다. 또한 poeciliid와 cichlid에서는 pH가 영향을 끼쳐 pH가 낮으면 수컷, 높으면 암컷으로 된다고 보고하였다(Rubin, 1985).

이 연구에서 조사된 총 375개체 중 수컷은 단지 7개체만이 나타났다.

이러한 것은 넙치, *Paralichthys olivaceus* (이와 이, 1990)와 돌돔, *Oplegnathus fasciatus* (김, 1998)에서 보고된 암·수 비율이 3 : 1, 그리고, 조피볼락, *Sebastes schlegeli* (이 등, 1996), 망상어, *Ditrima temmincki* (이와 이, 1996)에서 보고된 1:1과는 차이가 났다. 이러한 성비의 불균형이 성분화 시기에 있어서 실내사육에 의한 환경 적인 영향에 의한 것인지는 계속적으로 연구 되어 할 것으로 사려된다.



## V. 요약

쏨뱅이, *Sebastiscus marmoratus*를 대상으로 하여 체내자어 에서부터 성어에 이르기까지 시원생식세포의 출현, 원시 생식소와 초기 생식소의 형성, 배우자 형성과정을 조직학적으로 규명하였다.

1. 출산 전 2 mm 내외의 체내자어는 소화관과 신장 등 조직이 거의 분화되어 있으며, 복막과 밀착된 복막 상피층에 다수의 색소세포가 침착되어 있다.
2. 10 $\mu$ m 내외의 시원생식세포는 체내자어의 증신소관과 초기 장관사이에서 관찰되었으며, 섬유성 상피가 복막 쪽으로 신장되면서 시원생식세포의 이동이 이루어졌다.
3. 출산 후 31일째부터 섬유성 상피가 비후 되면서 원시 생식소를 형성되어 진다.
4. 출산 후 49일부터 원시 생식소의 전단부와 말단부의 원기가 신장되면서 강(cavity)을 형성하기 시작하며, 60일을 전후하여 난소강 형성이 완료 된다.
5. 출산 후 79일을 전후하여 난소의 수질 층에는 난소박판이 발달하여 난소소낭으로 되고 소낭 내에는 20  $\mu$ m 내외의 주변인기 초기 난모세포들이 분포한다.
5. 출산 후 280일 이전까지는 모든 개체가 암컷으로 관찰되었지만 280일째 한 개체에서 정세포 단계까지 발달한 수컷이 출현하였다. .
6. 난모세포의 발달단계를 나누어 보면 1차 성장기(염색인기, 주변인기난모세포), 2차 성장기(유구기, 난황포기, 1, 2, 3차 난황구기 난모세포), 성숙기(핵이동기 난모세포)로 구분할 수 있었다.
7. 출산 후 515일까지 조사된 수컷은 375개체 중 7개체에서 관찰되었다.

## VI. 참고 문헌

- 고창순, 1997. 수온과 광주기 조절에 의한 볼락 *Sebastes inermis*의 성숙과 출산제어. 부경대학교 석사학위 논문, 38pp.
- 김병호, 1998. 돌돔, *Oplegnathus fasciatus*의 性分化和 生殖巢發達. 제주대학교 석사학위논문, 28pp.
- 김승헌, 1994. 황점볼락, *Sebastes oblongus*의 산출 생태와 자치어 사육. 부산수산대학교 석사학위 논문, 51pp.
- 김용억·한경호, 1993. 볼락, *Sebastes inermis*의 초기생활사에 관한 연구 - I. 인위적 방법에 의한 수조내에서의 난발생 과정과 부화자어의 형태. 한국수산학회지, 26(5) : 458-464
- 김형배, 1989. 참돔, *Pagrus major*의 性分化和 生殖素 發達. 부산수산대학교 박사학위논문, 84pp.
- 박인석·이영돈·정의영, 1997. 산천어, *Oncorhynchus masou*의 성분화. 제주대 해양연보, 21 : 1-9
- 배희찬·정상철·이정재·이영돈, 1998. 제주산 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)의 생식년주기와 체내자어 발달. 한국수산학회지, 31(4) : 489-499.
- 손영창·장영진, 1995. 황점볼락과 조피볼락의 뇌조직에 분포하는 neuropeptide Y성 물질. 한국수산학회지, 28(4) : 383-391
- 이영돈·강법세·이정재, 1994. 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker)의 性分化. 한국어류학회지, 6(2) : 237-247.
- 이영돈·노섭·장영진·백혜자·안철민, 1996. 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 性分化. 한국수산학회지, 29(1) : 44-50.
- 이영돈·이택열, 1990. 넙치, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel)의 性分化和 生殖巢發達. 제주대 해양연보, 14 : 61-86.
- 이정식·이영돈, 1996. 태생경골어류, 망상어(*Ditrema temmincki*)의 初期 生殖巢 形成 및 性分化. 한국수산학회지, 29(1) : 35-43.

- 이택열 · 김성연, 1992. 난태생 경골어류 볼락, *Sebastes inermis*의 생식과 체내자어 발달. 한국수산학회지, 25(5) : 413-431
- 장영진 · 임한규 · 변순규, 1995. 황점볼락, *Sebastes oblongus*의 성숙과 생식주기. 한국양식학회지, 8(1) : 31-46
- 정문기, 1991. 한국어도보. 일지사, 서울, pp.498-506
- 정의영 · 장영진 · 이근광, 1995. 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 성숙에 따른 간세포 활성화와 간 및 근육의 단백질 · 총 RNA 함량 변화. 한국수산학회지, 28(3) : 338-346
- Chung, E. Y and Y. J.Chang, 1995. Ultrastructural changes of germ cell during the gametogenesis in Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. Korean Fish. Soc., 28(6) : 736-752
- Colombo, G., and G. Grandi, 1996. Histological study of the development and sex differentiation of the gonad in the European eel. J. Fish Bio., 48 : 493-512.
- Combs, R. M., 1969. Embryogenesis, histology and organology of the ovary of *Brevoortia patronus*. Gulf Res. Report., 2(4) : 333-436.
- Conover, O. O. and B. E. Kynard, 1981. Environmental sex determination: Interaction of temperature and genotype in a fish. Science, 213 : 577-579
- Conover, O. O. and M. H. Fleisher, 1986. Temperature-sensitive period of sex determination in the Atlantic silverside, *Menidia menidia*. Can. J. Aquat. Sci., 43 : 514-520.
- Davies, P. R. and F. Takashima, 1980. Sex differentiation in common carp, *Cyprinus carpio*. J. Tokyo Univ. Fish., 66(2) : 191-199.
- Fukayamas, S. and F. Takahashi, 1983. Sex differentiation and development of the gonad in the sand lamprey, *Lampetera reisseneri*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 34(4) : 279-290
- Jensen, G. L. and W. L. Shelton, 1983. Gonadal differentiation in



- relation to sex control of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Pisces: Cyprinidae). *Copeia*, 749-755.
- Kim, D. S., K. Y. Lee, and T. Y. Lee, 1990. Gonadal sex differentiation in *Misgurnus mizolepis*. *Korean J. Ichthyol.*, 2 : 95-105.
- Malison, J. A., C. D. Best, T. B. Kayes, and C. H. Amundson, 1986. Sex differentiation and use of hormones to control sex in yellow perch, *Perca flavescens*. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 43 : 26-35
- Matsuura, S., T. Naito, and M. Shincho, 1994. Gonadal sex differentiation in tiger puffer, *Takifugu rubripes*. *Jap. J. Ichthyol.*, 42 (2) : 619-625.
- Nakamura, M., 1982. Gonadal sex differentiation in whitespotted char, *Salvelinus leucomaenis*. *Jap. J. Ichthyol.*, 28(4) : 431-436.
- Robertson, J. G., 1953. Sex differentiation in the Pacific salmon, *Oncorhynchus keta*. *Can. J. Zool.*, 31 : 73-79.
- Rubin, D. A., 1985. Effect of pH on sex ratio in cichlid and a poeciliid (Teleostei). *Copeia*, 233-235
- Satoh, H., N. Nakamura, and T. Hibiya, 1962. Studies on the sexual maturation of the eel. 1. on the sex differentiation and maturation process of the gonads. *Bull. Jap. Sci. fish.*, 28 : 579-584.
- Satoh, N., 1974. An ultrastructure study of sex differentiation in the teleost, *Oryzias latipes*. *J. Embryol. Exp. Morph.*, 32 : 195-215.
- Shimizu, M. and H. Takahashi, 1980. Process of sex differentiation on the gonad and gonoduct of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 31(1) : 137-148.
- Strussmann, C. A., J. C. C. Cota, G. Phonlor, H. Higuchi, and F. Ta-

- kashima, 1996. Temperature effects on sex differentiation of two South American atherinids, *Odontesthes argentinensis* and *patagonina hatcheri*. *Env. Bio. Fish.*, 47 : 143-154.
- Takahashi, H. and M. Shimizu, 1983. Juvenile intersexuality in a cyprinid fish, the Sumatra barb. *Barbus tetrazaoa tetrazaoa*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 34(2) : 69-78
- Takahashi, H., 1977. Juvenile hermaphroditism in the zebrafish, *Braichydanio rerio*. *Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ.*, 28 : 57-65.
- Takashima, F., R. Patino, and M. Nomura, 1980. Histological studies on the sex differentiation in rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 46 : 1317-1322.
- Yamamoto, T., 1969. Sex differentiation. In : W. S. Hoar and D. J. randall(eds.). *Fish Physiology*, Vol. 3. Academic Press, New York, pp.117-175
- Yoshikawa, H. and M. Oguri, 1978. Sex differentiation in a cichlid, *Tilapia zilli*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44 : 313-318
- 山崎文雄, 1989. 水族繁殖學(陸島史夫・羽生 功 編). 綠書房, 東京, pp.160-161
- 陸島史夫・會田勝美, 1984. 魚類の性分化とホルモン. 日本内分泌學會. 學會出版 センター-, 東京, pp.77-93

## 감사의 글

부족함이 많은 저를 학문의 길로 들어서게 해주시고 논문이 완성되기까지 사랑으로 지도해주신 이정재 선생님과 이영돈 선생님께 진심으로 감사드립니다. 그리고, 부족한 논문을 꼼꼼하고 정성스럽게 다듬어 주신 송춘복 선생님과 최광식 선생님께 크나큰 감사를 드리며, 학위 과정 중 항상 관심을 가지시고 조언을 해주신 정상철 선생님, 이기완 선생님, 노섭 선생님, 이제희 선생님께도 감사를 드립니다.

2년여 동안 자상한 보살핌과 많은 충고를 해주신 국립수산진흥원 제주분소의 강용진 분소장님과 남제주수산종묘배양장의 이정의 장장님, 그리고 친 형님같이 늘 곁에서 많은 조언을 해주신 양상근, 김성철, 김경민, 황형규 선배님을 비롯한 직원 여러분들께도 감사를 드립니다.

본 논문이 완성되기까지 옆에서 많은 도움을 주고 현재는 일본에서 유학중인 병호형, 동고동락을 같이하며 실험과 자료를 정리하는데 있어 도움을 준 발생학 실험실가족 (오수, 영보, 봉원, 치훈, 용주, 성보, 봉수, 순주, 숙자, 종표형, 정권, 철안, 흥운, 경훈, 진완, 기필, 창범, 성민)들, 학위 과정 중 늘 격려해준 대학원 선, 후배님들에게도 고마움을 전하며, 실험을 하는 동안 실험기기 및 시설을 이용하는데 도움을 준 제주대학교 해양연구소의 변수철 선배님을 비롯한 여러 선생님들께도 감사 드립니다.

끝으로 어려움 속에서도 한없는 사랑과 정성으로 뒷바라지에 고생하신 부모님과 철없는 막내를 이해하고 도와주신 형님, 누님들께 감사와 사랑을 전하며 시작에 불과한 이 작은 결실을 바칩니다.