

## 海産動物의 初期生活史에 관한 研究\*

### 3. 자주새우, *Crangon affinis*의 性成熟

李澤烈 · 安哲民

釜山水産大學 資源生物學科

## Early Life History of the Marine Animals\*

### 3. On the Maturity of *Crangon affinis*

Taek Yuil LEE and Cheul Min AN

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan,  
Pusan 608-737, Korea

Maturity and spawning of *Crangon affinis* were studied based on the histological observation. The samples were monthly collected in Nakdong estuary from June, 1988 to May, 1989.

The gonad lies on the dorsal side of the thorax. The cavity in which it lies is located below heart and above hepatopancreas.

Anterior part of ovary is fused roundly, and the posterior part shows a pair of tubule-like structure. Testis is bilaterally symmetrical; the anterior part shows convoluted tubule, and the posterior part consists of a pair of tubule. Seminal vesicle is connected and opened to the base of the fifth pereopod. Gametogenesis of ovum and spermatozoon is being repeated in short period without seasonality, and it is formed simultaneously in the whole parts of germinal epithelium. Diameter of a ripe oocyte is ca. 430 $\mu$ m. Spermatozoa is oval with distinct nucleoplasm.

Reproductive cycle is performed in ca. 40 days. *Crangon affinis* spawns all year round except November.

Incubation period of brooded eggs took 12~14 days before hatching in the aquarium at 21 $^{\circ}$ C~24 $^{\circ}$ C and 33‰.

### 緒 論

낙동강 하구지역에 서식하는 자주새우는 같은 하구역에 서식하는 저서어류의 주요먹이가 되므로 서 연안생태계의 먹이사슬에 있어서 대단히 중요한 역할을 하고 있다.

이들의 초기생활사 및 재생산과정을 밝히기 위해서는 생식생물학적 기초연구가 선행되어야 한다. 자주새우과, Crangonidae의 생식에 관한 연구로는 지중해, 북해, 발틱해등에 분포하는 *Crangon crangon*을 대상으로 비교적 일찍부터 많은 연구가 이루어져 있다.

\*부산수산대학 해양과학연구소 업적번호 제235호 (Contribution No. 235 of Institute of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan). 本 研究는 1988年度 文敎部 基礎科學育成研究費의 지원에 의한 것임.

性成熟에 도달하는 연령(Havinga, 1930; Lloyd and Yonge, 1947; Tiews, 1954; Meixner, 1966)을 위시해 생식소 성숙의 계절적변화(Lloyd and Yonge, 1947), 연령에 따른 산란수(Tiews, 1954) 및 연간 산란횟수와 산란기 추정(Wollebaek, 1908; Henking, 1927; Havinga, 1930; Meyer-Waarden, 1935; Lloyd and Young, 1947; Tiews, 1954; Meixner, 1966)등 비교적 광범한 연구결과가 보고되어 있다.

그러나 일본을 비롯하여 우리나라 내만 천해에 분포하고 있는 자주새우, *Crangon affinis*에 관한 생식생물학적인 연구는 거의 찾아볼 수 없고, 우리나라 해산 새우류의 生殖生物學的인 연구로서는 중하(李, 1968) 및 보리새우(李·李, 1970)의 卵子形成 및 排卵週期에 관한 연구등이 있을 뿐이다.

본 연구는 낙동강 하구지역에 서식하는 자주새우를 대상으로 생식소의 형태학적구조를 비롯하여 配偶者形成過程을 조직학적으로 조사하였고, 자연산 卵徑組成의 변화 및 실내사육을 통해 生殖短週期 조사로 年間 産卵生態를 밝혔다.

## 材料 및 方法

본 조사에 사용된 재료는 1988년 6월부터 1989년 5월까지 매월 낙동강 하구에서 소형저인망으로 채집한 자주새우이다.

채집된 재료는 채집 즉시 Bouin액에 고정한 후 실험실로 옮겨 각부위를 計測하고 생식소를 抽出하였다.

생식소 조직표본은 상법인 파라핀 절편법에 의해 5~8 $\mu$ m 두께로 연속절편을 만들었으며, Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin으로 비교염색하였다.

난경조성변화는 조직표본에서 정상으로 핵이 절편된 난의 長徑을 측정하여 이들의 상대적 출현율로 나타내었다.

부화된 유생수는 4l 원형수조에 전장 32.0mm에서 38.9mm사이의 포란한 개체 1미씩을 넣어 사육하면서 여기에서 부화된 유생을 10% 포르말린으로 고정한 다음 계수하였다.

생식단주기를 알기 위하여 자연에서 抱卵된 암컷을 채집하여 각기 분리 사육하면서, 포란된 난에서 유생이 부화된 직후 유생을 제거하고 이들 수조에 수컷을 넣어 계속 사육하면서 다시 포란하는 기간과 부화하는 기간을 조사하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 生殖巢의 形態學的 構造

#### 1) 卵巢

난소는 頭胸部의 심장 直下에 위치하며 심장을 중심으로 전방은 觸動脈과 眼動脈을 둘러싸고 등글게 융합되어 있고 후방은 한쌍의 곤봉형태를 띠고 있으며 그 사이로 腸이 통과하고 있다.

난소는 성숙 발달될수록 점차 커지고 비후되어 완숙기의 난소에서는 동맥을 둘러싸고 있는 부위가 융합되어 좌우난소를 육안으로 식별할 수 없을 정도가 된다. 그리고 심장 바로 밑의 난소 좌우는 돌출되어 수관관이 연결부착되어 있다. 난소 후방은 비후되어 좌우난소는 해부시 떼어낼 수 없을 정도로 밀착되어 있다.

대하(Oka, 1967)나 중하(李, 1968), 보리새우(李·李, 1970)등에서 볼 수 있는 난소의 구조도 두흉부쪽의 심장을 중심으로 葉狀으로 된 突起가 좌우에 7쌍, 앞쪽으로 1쌍이 뻗어있고 여기에서 후방으로 管狀卵巢가 뒤로 가면서 가늘어지고 있는데, 자주새우의 난소는 후방의 형태는 유사하나, 전방은 등글게 융합되어 이들 새우류와는 다른 형태의 구조적 특성을 나타내고 있다.

#### 2) 精巢

정소는 두흉갑부의 심장 직하에 있고 심장을 중심으로 전방은 다섯개의 크고 작은 彎曲狀의 曲精管으로 구성되어 있고, 후방은 한쌍의 끝은 관상의 구조를 나타내고 있다. 그리고 이들 관상구조의 앞쪽에서 좌우로 수정관이 뻗어나오며 수정관의 끝에 비후확대된 저장낭이 위치한다. 저장낭은 제5흉지에 연결 開口되어 있다.

중하(李, 1968)의 정소는 심장을 중심으로 전방은 7쌍의 葉상돌기가 있고, 후방은 1쌍의 관상의 형태를 취하고 있고, *Crangon crangon*(Lloyd and Yonge, 1947)의 정소는 전반부와 중심부가 융합되어 있으며, 복부 3마디까지 뻗어있는 데, 본 종에 있어서는 정소 전방은 수개의 곡정관과 후방은 1쌍의 관상구조를 나타내고 복부 2마디까지 뻗어있는 점이 특성이라 하겠다.

### 2. 配偶者形成過程

자주새우는 그 출현빈도는 차이가 있으나 年中 포란개체가 채집되었고, 매월 조사된 개체들은 조직학적으로 각기 다른 발달 상태의 생식소를 가지고 있었다.

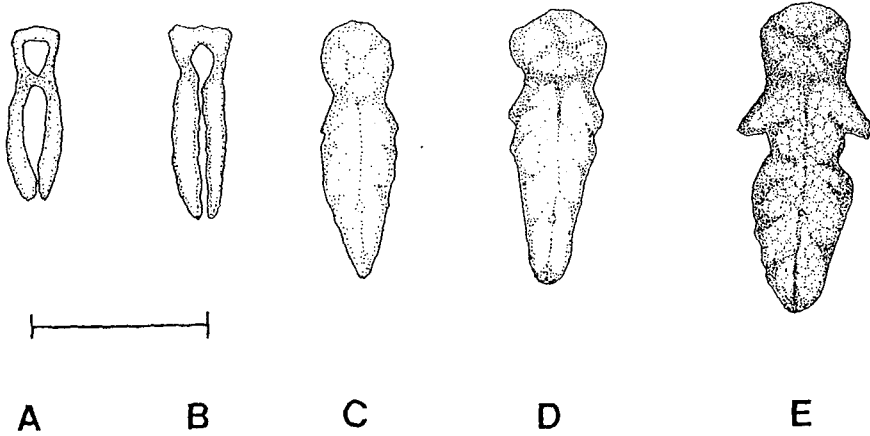


Fig. 1. Development of ovary. Scale=6mm.

A: Early growing stage, B: Late growing stage, C: Early mature stage, D: Late mature stage, E: Ripe stage

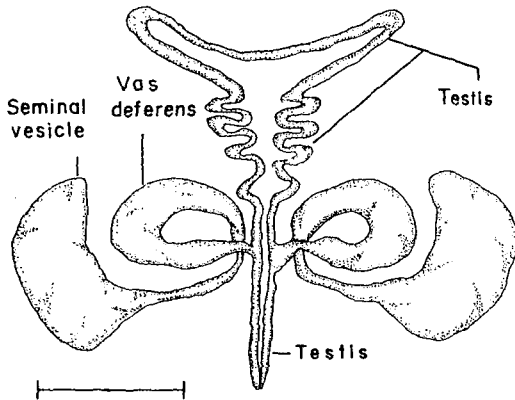


Fig. 2. Male reproductive organ. Scale=2mm.

일반적으로 11월을 전후한 동계에 포란개체의 출현빈도가 낮았을 뿐 춘계를 비롯하여 여름과 가을에는 생식활동이 계속되어 年周期를 가진 일반 새우류와는 특이한 種으로 조사되었으며, 年中 일정한 간격으로 생식단주기가 지속되는 種으로 판명되었다.

이들 생식단주기 기간에서 생식소내의 배우자형성과정을 조직학적으로 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 卵子形成

初期成長期의 난소는 활발히 분열증식중인 난원세포들과 성장중인 초기난모세포로 구성되어 있다 (Fig. 3, a). 분열중인 어린난원세포는 10 $\mu$ m 전후로 세포질이 빈약한 반면 핵은 뚜렷하고, 분열상을 나

타내고 있다. 초기난모세포는 100 $\mu$ m 전후로 핵내에는 한개의 뚜렷한 仁이 있다.

이후 성장중인 초기난모세포를 둘러싸고 단층의 여포세포층이 발달하고, 난세포질에는 공포층이 환상으로 나타난다 (Fig. 3, b).

난모세포가 더욱 성장하면, 여포세포층은 더욱 뚜렷해지고 난세포질에는 난황물질이 출현하며, 난모세포는 차츰 장방형으로 변화한다 (Fig. 3, c). 그러나 핵은 아직 뚜렷한 원형을 취하고 있다.

난모세포가 성숙되면 난세포질내의 난황물질은 뚜렷한 球狀의 형태로 되어, 난세포질의 내층으로 확산되어가고, 핵질은 응축되어 나타난다 (Fig. 3, d).

난경이 350 $\mu$ m에 달하면 난황구의 축적이 충실해지고, 난세포질 외층에는 두터워진 난막이 형성된다 (Fig. 3, e).

난경이 430 $\mu$ m정도 되면 배란기의 난이 되는데, 난황구들은 균질화되고, 균질화된 난황물질들 사이로 유구들이 산재해 있다 (Fig. 3, f).

산란후 난소에는 미방출난이 세포질붕괴를 일으켜 퇴화 흡수되어 가고, 그 주위에는 호염기성세포들이 다수 출현하고 있다. 이들의 퇴화흡수가 완료되면 난소중앙의 생식상피를 따라 난원세포들이 분열증식하고 있고 이들은 초기난모세포로 성장해가고 있다 (Fig. 4, a).

보리새우 (李·李, 1970), 중하 (李, 1968), 대하 (Oka and Shirahata, 1964) 등에서 난소는 수개의 房型으로 구분된 卵囊들로 구성되어 있는 것으로 보고되고 있으나, 자주새우에서는 난낭의 구조는

보이지 않고 어린 난원세포들이 난소중앙의 생식상피에서 형성되고 있음을 알 수 있다.

보리새우(Yano, 1988)에서는 난원세포가 초기난모세포로 성장하면서 仁은 單一仁에서 핵막을 따라 分散仁으로 증가하는데, 일반적으로 전어(金·李, 1984), 노래미(鄭·李, 1985), 점망둑(白·李, 1985), 자리돔(李·李, 1987) 등의 어류에서도 분산인의 시기가 나타난다. 그러나 자주새우에서는 한개 또는 두개의 인만 존재하고 있으며 반면 인의 크기는 훨씬 크다. 이것은 그 수에 관계없이 난모세포의 성장과 관계되는 RNA합성과 축적에 관계

되는 것으로 보인다. 초기난모세포의 세포질이 호염기성에서 호산성으로 변화되어 가는데 이는 성장하면서 난황물질의 축적시기로 변화되어 가기 때문인 것으로 생각된다.

Adiyodi(1983)는 갑각류의 난소에서 미방출난의 퇴화흡수에 여포세포들이 관여하는 것으로 보고한 바 있는데, 본 종에 있어서도 방란된 난소에서 미방출난 주위에 호염기성의 여포세포들이 난모세포의 퇴화흡수시까지 그대로 출현하고 있어, 이들은 퇴화난모세포의 식작용에 관여하는 것으로 생각된다.

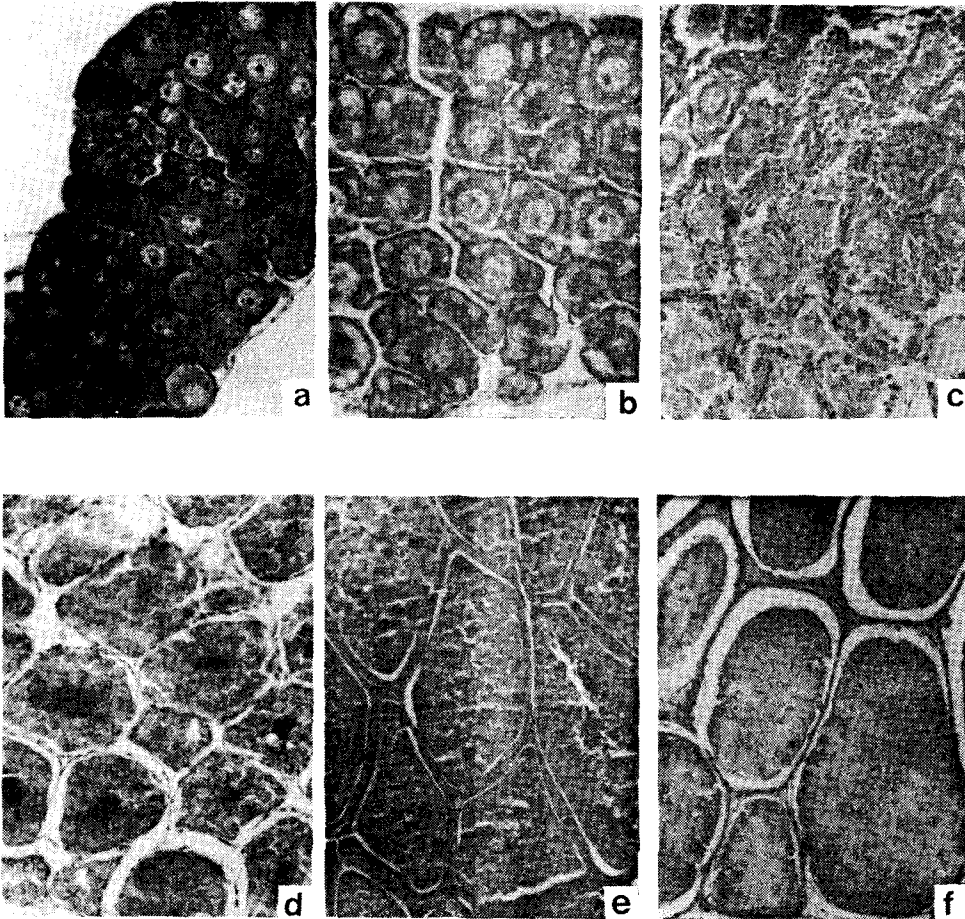


Fig. 3. The ovary of *Crangon affinis*.

a-b: Early growing stage, showing oogonia and early growing oocytes. c: Late growing stage, showing that oocytes are surrounded with follicle cells of the single layer. d: Premature stage, showing that yolk granules are accumulated in the ooplasm. e: Mature stage, showing the oocyte filled with yolk granules, and the thick external layer of ooplasm. f: Ripe stage, showing that yolk granules fused in the cytoplasm.

2) 精子形成

초기성장기의 정소에는 핵질과 세포질이 뚜렷한 구형의 정원세포들이 분열중식중에 있으며 이들로 부터 성장한 정모세포들이 산재해 있다(Fig. 4, b). 성장이 진행되면서 핵질이 응축해진 정모세포로 되고 이시기에는 각기 다른 핵분열상을 보이는 정모세포들로 가득차게 된다(Fig. 4, c). 이후 핵질이 더욱 응축해지고 농축되면 해마톡실린에 농염되어 나타나는 데, 이시기가 후기 성숙분열상에 있는 정모세포로 간주되는 시기이다(Fig. 4, d).

이들 정모세포는 성숙분열과정을 거친후 정세포로 되는데, 이들 정세포들은 변태를 시작하면서 핵

질이 먼저 응축되어 반달 모양을 띠고 있다(Fig. 4, e). 정세포가 변태를 하여 정자가 되면 변태된 정자들은 수정관을 통하여 저장낭에 모이게 된다. 변태를 마친 정자들은 핵을 포함하는 두부가 광학현미경하에서도 뚜렷한 타원형을 나타내고 있다(Fig. 4, f).

3. 卵徑組成 變化

성장기, 성숙기, 완숙기 및 퇴화기에 있는 난소 조직표본을 대상으로 난경조성변화를 조사한 결과 Fig. 5와 같았다.

50 $\mu$ m 전후의 초난모세포군들은 성장기, 성숙

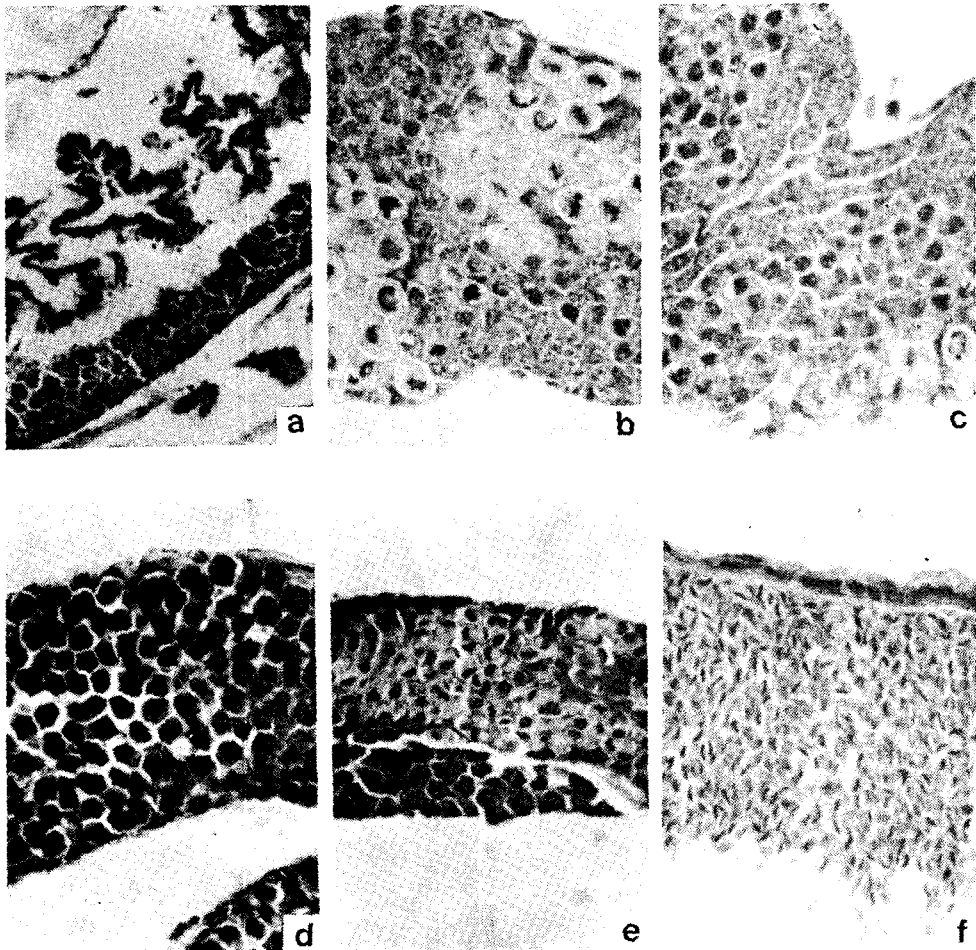


Fig. 4. A, ovary; b-f, testis of *Crangon affinis*.

a: Spent ovary, showing the presence of empty follicle cells. b: Early growing testis, showing numerous spermatogonia and primary spermatocyte. c: Growing testis, filled with primary spermatocytes having concentrated nucleoplasm. d: Premature testis, showing that lumen of testis filled with secondary spermatocyte. e: Mature testis, showing spermatids. f: A great number of spermatozoa are filled in the seminal vesicle.

기, 완숙 및 퇴화기에 관계없이 항상 존재하고 있다. 후기 성장기에는  $150\mu\text{m}$  전후의 난모세포군과  $180\mu\text{m}$ 의 난모세포군이 모드를 이루고 이들은 점진적으로 이행하여 완숙기에는  $350\mu\text{m}$  이상  $410\mu\text{m}$ 의 대형난모세포군이 모드를 이루고 있고, 또다시 초기난모세포군들이 성장해간다.

그러나 본 종에서는 퇴화기에 초기난모세포군의 성장이 끝이어서 일어나고, 생식소도 함께 활성화되는 것으로 미루어, 재산란을 위한 휴지기간이 매우

짧은 것으로 나타났다.

4. 生殖周期

배우자형성과정 및 난경조성의 변화에서 관찰된 바와 같이 자주새우는 계절에 따른 생식년주기를 갖지 않고 11월을 전후한 동계를 제외하고 주년산란을 하는 생식단주기를 나타내었다.

이들 생식단주기 기간을 실내 사육으로 조사한 결과는 Fig. 6과 같았으며 이때 사육수온범위는  $21\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 였다.

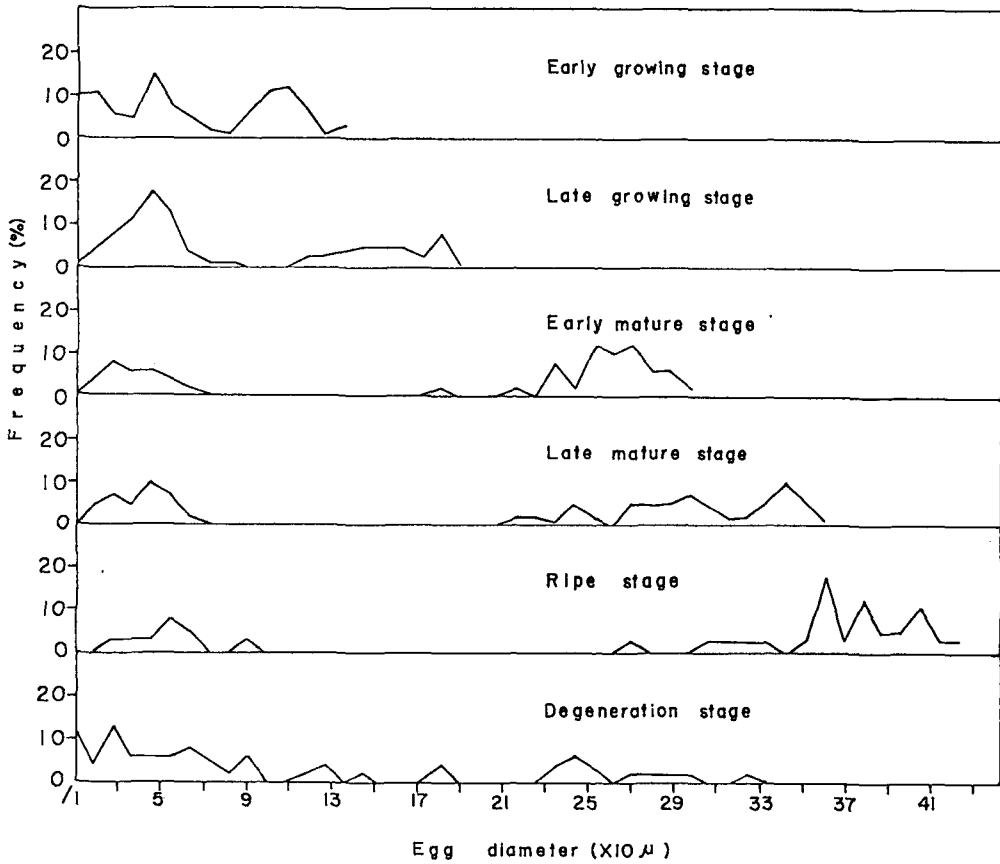


Fig. 5. Frequency distribution of egg diameter which is measured from each ovary classified into six stage.

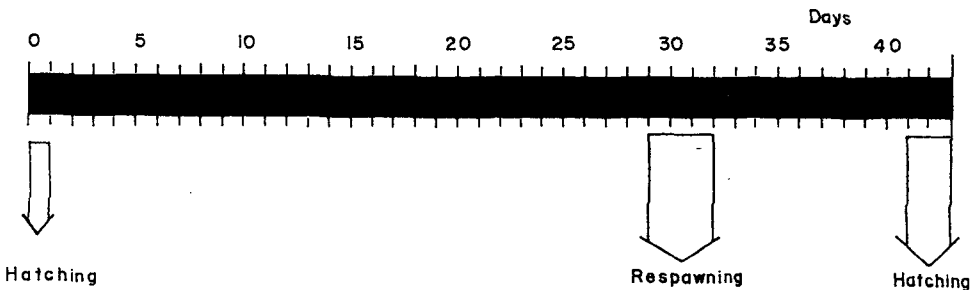


Fig. 6. Resawning period observed in the laboratory ( $21\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Fig. 6에서 보는 바와 같이 난할초기의 난을 포란한 암컷을 사육한지 10일째부터 유생이 부화되기 시작하여 11일째 완전히 부화가 완료되었고, 이들 암컷을 수컷과 1쌍씩 짝지워 계속 사육한 결과 29~32일 되는 날에 다시 산란하여 포란개체가 되었다. 이들은 포란후 12~14일째부터 유생이 부화되었다. 이와 같은 재산란은 적정수온이 유지되는 한 약 40일 간격으로 반복되었다.

일반적으로 해산 무척추동물은 일정 계절에 번식기를 가지는 생식년주기를 가지는 것이 주종을 이루고 있으며, 새우류중에서도 보리새우(李·李, 1970)등은 그 대표적인 예라 할 수 있다.

그러나 자주새우과중 구라과에 넓게 분포하고 있는 *Crangon crangon*에서 사육실험 보고(Meixner, 1966)에 의하면, 수온 14℃에서 5개월 사육하는 동안 5마리중 1마리는 5회, 2마리는 4회, 1마리는 3회, 나머지 1마리는 2회 산란한 것으로 조사되었다.

이들의 재산란의 생식단주기는 30일내지 60일로서 평균 40일 전후로 간주할 수 있어 본 연구에서 조사된 한국산 자주새우와 거의 같은 생식단주기를 갖고 있는 것으로 보인다.

그러나 자연산 *Crangon crangon*에서 조사하여 보고된 연간 산란횟수는 2회(Ehrenbaum, 1890) 또는 3회(Meyer-Waarden, 1935; Tiews, 1954)등으로 연구자에 따라 달리 보고되고 있는 경우도 있다.

이는 이와같이 짧은 생식단주기를 갖는 종은 그들의 서식수온을 비롯한 환경요인과 섭식량에 따라 그 주기성이 지역 및 개체간에도 상당한 차이가 있을 것으로 사료된다.

산란후 포란된 난의 부화기간이 Fig. 6에서 보는 바와 같이 12~14일이 소요되는 데 생식소는 생식년주기를 갖는 종과는 달리 휴지기기간이 거의 없이 곧이어 활성화되면서 발달하는 데 포란된 난의 발달단계에 따라 생식소의 외관적 변화는 Fig. 7에서 보는 바와 같다. 즉 초기난할기의 난을 포란하고 있는 개체의 생식소는 이미 1쌍의 후기성장상태의 관상난소를 가지고 있으며, 낭배기가 되면 체내 생식소는 비후되어 전단부로부터 후부 관상부까지 한개의 난소로 융합되면서 성숙상태를 나타내고 있다. 배체형성기 난을 포란하고 있는 개체의 생식소는 더욱 발달하여 후기성숙상태를 나타내고 있다. 즉 이들은 산란후 포란한 상태에서 생식소는 곧 재생성숙하고 있음을 알 수 있다.

### 5. 孵化幼生數

포란된 개체의 전장에 따른 부화유생수를 조사한 결과는 Table 1과 같았다. 부화유생수는 전장

32.0mm군에서는 평균 1,405마리였고, 38.0mm군에서는 1,650마리로 전장에 비례하여 증가하는 경향은 있으나 뚜렷하지 않고, 32.0mm에서 38.9mm 사이의 평균 부화유생수는 1,602마리로 나타났다. 일반적으로 복부에 난을 달고 있는 새우류는 가벼운 충격에도 포란된 난을 떼어버리는 경우가 있는 데, 본 실험에 사용된 개체들도 채집시 충격으로 얼마간의 난의 탈락이 있었을 것으로 생각된다.

Table 1. Number of hatched larvae in relation to total length of *Crangon affinis* female

Total length (mm)	Number of hatched larvae		n
	Range	Mean	
32.0~32.9	1372~1437	1405	2
33.0~33.9	1474~	-	1
34.0~34.9	1599~	-	1
35.0~35.9	1592~1632	1612	2
36.0~36.9	1649~1796	1723	2
37.0~37.9	1640~1781	1711	2
38.0~38.9	1650~	-	1
Mean	1372~1796	1602	11

## 요 약

낙동강 하구지역에 서식하는 자주새우를 대상으로 1988년 6월부터 1989년 5월까지 성성숙과 산란에 대하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 난소는 두홍부의 심장 하방에 위치하며 심장을 중심으로 전방은 촉각동맥 및 眼동맥을 둘러싸고 둥글게 융합되어 있고, 후방은 1쌍의 관상으로 복부 2마디까지 뻗혀있다. 정소는 심장직하에 위치하며 심장을 중심으로 전방은 관상으로 곡정관의 형태를 취하고 있으며 후방은 1쌍의 관상의 형태를 띠고 있고, 이곳으로부터 연결된 저장낭이 제5홍지에 개구되어 있다.

2. 난자 및 정자의 배우자형성은 계절과 관계없이 단기간에 반복되고 있으며, 생식소상피의 전 구역에서 동시에 이루어지고 있다. 완숙난의 장경은 430 $\mu$ m 전후이고, 변태된 정자는 두부 핵질이 뚜렷한 타원형의 구조를 나타낸다.

3. 생식주기는 약 40일을 간격으로 단주기성이며, 11월을 전후한 동계를 제외하고는 주년 산란종이다.

4. 포란된 난의 부화기간은 수온 21~24℃의 실내사육에서 12~14일이 소요되었다.

5. 포란된 개체의 평균 부화유생수는 1,602마리였고, 전장 32mm에서 1,372마리, 38.2mm에서 1,650마리였다.

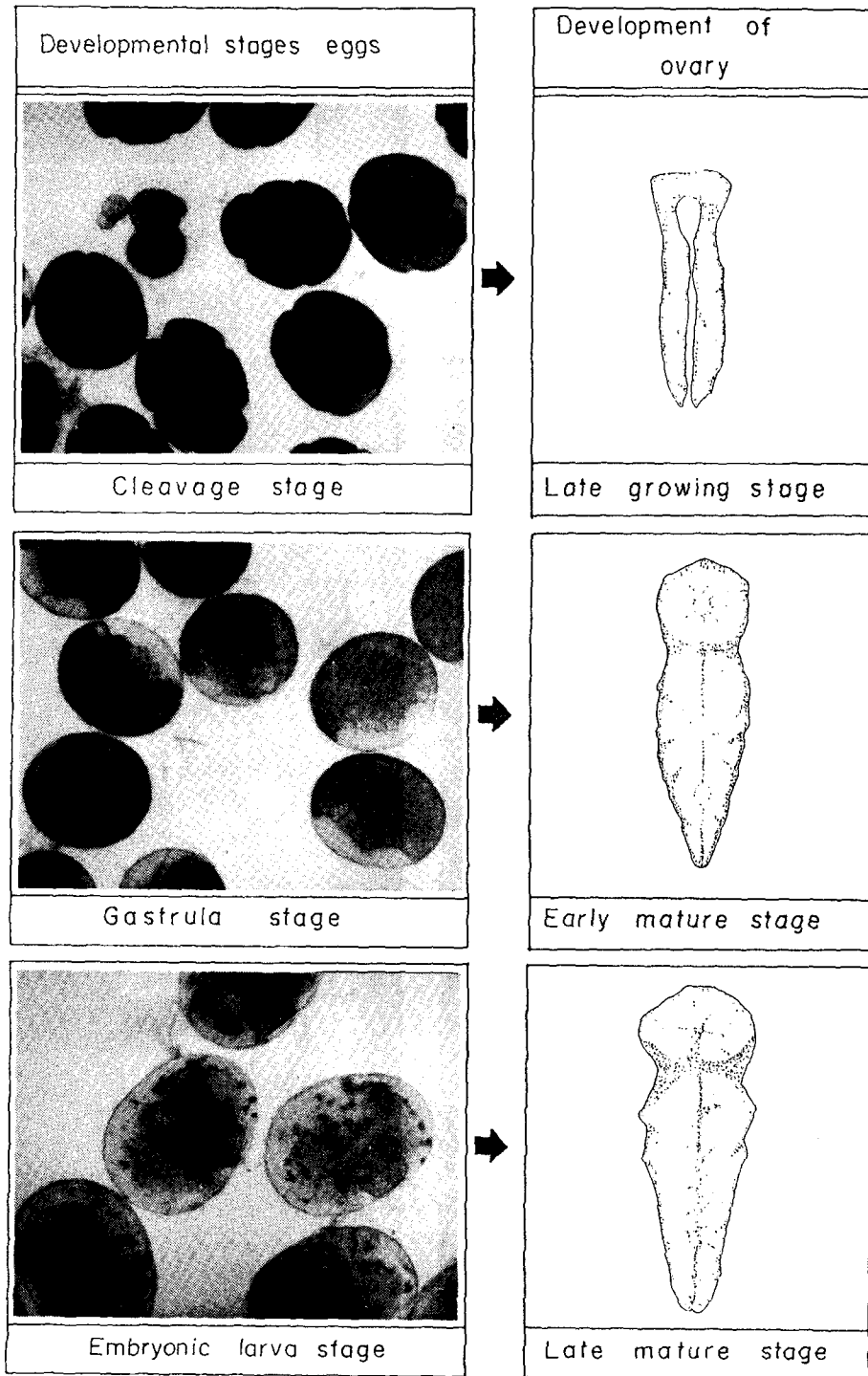


Fig. 7. External morphology of ovary with development of the brooded eggs.



## 參 考 文 獻

- Adiyodi, R. G. and T. Subramonian. 1983. Reproductive Biology of Invertebrates. Volume 1: 18. Arthropoda-Crustacea, pp. 443~495.
- 白惠子·李澤烈. 1985. 점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*의 生殖機構에 관한 實驗의 研究. 韓水誌 18(3), 245~252.
- Ehrenbaum, E. 1890. Zur Naturgeschichte von *Crangon vulgaris* Fabr. Berlin Dtsch. Seefisch. Verein, Mittl. Sect. Küsten-u. Hochseefisch., Sonderbeilage, 9~124.
- Havinga, B. 1930. Der Grant (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den holländischen Gewässern. J. Cons., 5, 57~87.
- Henking, H. 1927. Der Fang der Nordsee-Garnelen (*Crangon vulgaris* L.) in der Ostsee. Mitt. dtsch. Seefisch. Ver. 43(1), 1~14.
- 鄭義泳·李澤烈. 1985. 노래미, *Agrammus agrammus* (Temminck et Schlegel)의 生殖周期에 관한 研究. 釜山水大研報 25, 26~42.
- 金炯培·李澤烈. 1984. 전어, *Konosirus punctatus*의 生殖生物學的 研究. 韓水誌 17(3), 206~218.
- 李澤烈. 1968. 중하, *Metapenaeus joyneri*(Miers)의 산란기 生殖巢에 관한 研究. 韓水誌 1, 1~18.
- 李澤烈·李秉燾. 1970. 보리새우, *Penaeus japonicus* Bate의 배란周期 및 卵子形成에 관하여, 釜山水大臨研報 3, 45~52.
- 李榮敦·李澤烈. 1987. 자리들의 生殖周期에 관한 研究. 韓水誌 20(6), 509~519.
- Lloyd, A. J. and C. M. Yonge. 1947. The biology of *Crangon vulgaris* L. in the Bristol Channel and severn esstuary. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 26, 626~661.
- Meixner, R. 1966. The effects of food supply on moulting, growth and spawning of the shrimp *Crangon crangon* (L.). ICES, C. M., Shellfish Committee M(5), 1~7.
- Meyer-Waarden, P. F. 1935. Wachstums- und Altersuntersuchungen an der Nordseekrabbe (Grant) *Crangon vulgaris* Fabr. Zool. Anz. 111(5/6), 145~152.
- Oka, M. and S. Shirahata. 1964. Studies on *Penaeus orientalis* Kishinouye-- I. Seminal mechanism and its function. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. 17, 55~67.
- Oka, M. 1967. Studies on *Penaeus orientalis* Kishinouye-- III. Structure of ovary and mechanism of ovulation. Bull. Faculty Fisheries, Nagasaki Univ. 23, 43~56.
- Tiews, K. 1954. Die biologischen grundlagen der Büsumer Garnelenfischerei Ber. dtsch. Komm. Meeresforsch. 13(3), 235~269.
- Yano, I. 1988. Oocyte development in the Kuruma prawn *Penaeus japonicus*. Marine Biol. 547~553.
- Wollebaw, A. 1908. Remark on decapod crustaceans of the North Atlantic on the Norwegian fjords I and II. Bergens Mus. Aarb. 12, 1~74.

1989년 11월 10일 접수

1989년 12월 12일 수리