Korean J. Malacol. 30(2): 107-116 2014
http://dx.doi.org/10.9710/kjm.2014.30.2.107

# 북한강 엷은재첩, *Corbicula papyracea* (Heude) 의 번식생태

**김대희, 이완옥, 이준상[1]**

국립수산과학원 중앙내수면연구소, [1]강원대학교 생물학과

# Reproductive Ecology of the Freshwater Marsh Clam, *Corbicula papyracea* (Heude) in Bukhan River

**Dae-Hee Kim, Wan-Ok Lee and Jun-Sang Lee[1]**

*National Fisheries Research and Development Institute, Inland Fisheries Research Institute, Gapyeong 477-815, Korea*
*[1]Department of Biology, Kangweon University, Chuncheon 200-701, Korea*

## ABSTRACT

Gonadal development and maturation mechanism were studied on the freshwater marsh clam *Corbicula papyracea* (Heude), which is the endangered species in Korea. The specimens were collected in the rearing ponds and waterway of NFRDI in Gapyeong-gun, Gyeonggi-do from January to December 2004, and then investigated by condition factor, relative growth, gonadal development phases and gonad histological characters based on 30-50 individuals every month. Comparing with the freshwater marsh clam, *C. papyracea* is small, light olive brown shell and violet interior. The hermaphrodite individuals of *C. papyracea* take an internal fertilization and fertilized eggs are stored in the foster-sack in the gills, then the hatched juveniles are released outside after an ovoviviparous process. The average water temperature of inhabit area was in range of 1.8-27.0℃ and usually took great effects on the gonad maturation of *C. papyracea*. The condition factor ranged from 0.14 to 0.21 throughout the year, which was the lowest during winter season (December-February), and gradually increased to the highest value of 0.21 in May. The ratio of meat weight to total weight was 25.9-38.7%, indicating the similar trend with condition factor. The highest values of condition factor and the ratio of meat weight appeared 1-2 months later than gonadosomatic index reached the peak value, it was probably because that the ovoviviparous eggs would spend a long period before hatching from the foster-sack in the gills. To synthesize the characters of meat weight, condition factor and gonad development by histological study, reproductive cycle of *C. papyracea* could be divided into five successive stages: multiplicative stage (December to February), growing stage (February to May), mature stage (June to August), spawning stage (August to November), recovery stage (November to December). The smallest shell length of matured *C. papyracea* was 12.6 mm, and individuals, larger than 16 mm, was formed the nursery in the gills.

**Key words:** Reproductive ecology, Marsh clam, Brood pouch, *Corbicula papyracea*

## 서 론

전 세계적으로 재첩과 (Corbiculidae) 재첩속 (*Corbicula*)의 패류는 호수 및 하천의 담수 또는 기수에 서식한다. 재첩속 패류는 형태 변이가 심하고 (Britton and Morton, 1986; Morton, 1987), 발생학적으로 난생 또는 난태생을 하며 (Fuziwara, 1975, 1978; Kwon *et al*, 1987), 세포학적으로는 이배체 또는 삼배체 현상을 보이는 (Okamoto and Arimoto, 1986; Park *et al*, 1989) 다양한 생물학적 특징을 보이는 분류군이다 (Lee and Kim, 1997).

이치아강 (Heterodonta) 백합목 (Veneroida) 재첩과 (Corbiculidae)의 엷은재첩, *Corbicula papyracea*은 모래가

Received: June 2, 2014; Revised: June 10, 2014; Accepted: June 20, 2014
Corresponding author : Dae-Hee Kim
Tel: +82 (10) 9061-6828 e-mail: kdh3717@korea.kr
1225-3480/24520
This is an Open Access article distributed the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

많은 진흙 바닥에 주로 서식하는 담수산 이매패류로 (Kwon *et al*., 2001), 패각의 크기는 중소형이며, 껍질은 옅은 황갈색 바탕에 녹색을 띠고 있다. 양 패각은 부풀지 않아 각폭이 좁고, 성장맥은 가늘고 조밀하다. 패각 내면은 보라색을 띠고 있다. 본 종은 전국적으로 분포하지만 출현 군집수와 개체수가 매우 적고 환경 변화에 민감한 보호대상 담수 패류이다.

지금까지 재첩과 패류에 대하여는 분류 (Lee and Kim, 1997), 생태 (Jung, 1977; Kwon, 1987; Jo *et al*., 1998; Kim *et al*., 2002), 생식과 발생 (Kim and Yoo, 2000; Byun and Chung, 2001; Kim *et al*., 2003), 분자생물 (Jho *et al*., 1983; Park *et al*., 2000; Park and Chung, 2003) 등에 대하여 일부 연구가 이루어 진 바 있다.

한편, 본 종에 대하여는 Park *et al*. (2000), Huh (1998), Kwon *et al*. (1987) 에 의하여 세포학적, 유전학적, 자원생태학적 등의 연구가 이루어 졌으나, 성 성숙과 관련한 번식 생태적 연구는 아직 시도되지 않았다. 현재 자원량이 매우 빈약한 엷은재첩의 자원증강을 위해서는 종묘생산 및 증식 기술개발이 필수적이다.

따라서 본 연구는 북한강 조종천에 서식하고 있는 엷은재첩을 대상으로 상대성장, 비만 및 생식소지수 변화, 생식소의 발달 및 번식주기, 생물학적 최소체장 등, 번식 생태와 관련된 생물학적 기초자료를 확보함으로서 자원회복을 위한 채포금지 규정 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료의 채집 및 생태조사

본 연구에 사용된 엷은재첩 (*C. papyracea*) 은 2004년 1월부터 12월까지 경기도 가평군 북한강 지류인 조종천 물을 사용하는 국립수산과학원 중앙내수면연구소 사육지 수로에서, 매월 1회 30-50마리를 채집하였다 (Fig. 1, Table 1). 채집된 개체는 실험실로 옮겨 vernier caliper로 각장 (shell length: SL), 각고 (shell height: SH), 각폭 (shell width: SW) 을 0.01 mm까지 측정하고 electronic balance로 전중 (total weight: TW), 육중 (meat weight: MW) 및 각중 (shell weight: SW) 을 0.01 g까지 측정하였다. 생체측정 자료를 토대로 각장에 대한 각고, 전중, 육중 및 각중의 상대성장식을 구하였으며, Computer Program SPSSWin 10.0 으로 상관관계를 분석하였다.

### 2. 비만지수 (CI: Condition index)

육질부의 월별 비만상태 변화를 간접적 방법으로 알아보기 위해 비만도 (condition factor: CF) 와 육중량비 (flesh weight rate: FWR) 를 매월 아래의 식에 의해 산출하였다.

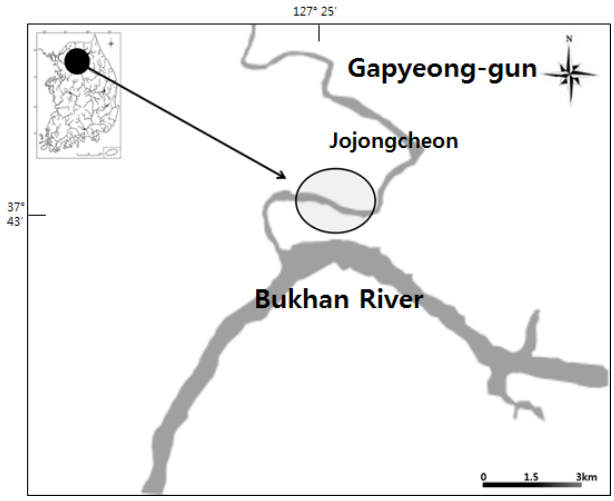


**Fig. 1**. Location of the study area and sampling sites.

CF = 육중량(FW) × $10^3$ / [각장(SL) × 각고(SH) × 각폭(SW)]

FRW = 육중량(FW) × 100 / [각중량(SW) × 육중량(FW)]

### 3. 생식소 및 반새 발달

생식소의 구조 및 발달과정을 관찰하기 위하여 계측 직후 생식소 및 아가미 일부를 절취하여 Bouin 용액에 고정한 후, 파라핀 절편법에 따라 5-7 $\mu$m의 절편을 제작하였다. 제작된 표본은 Harris's haematoxylin과 0.5% eosin으로 이중염색하여 광학현미경으로 관찰하여 생식세포의 발달단계를 구분하였다.

### 4. 번식주기

매월 제작된 조직표본은 Chang and Lee (1982) 의 방법을 준용하여 분열증식기 (multiplicative stage: Mu), 성장기 (growing stage: G), 성숙기 (mature stage: M), 산란기 (spawning stage: S), 휴지기 (resting stage: R) 의 연속적인 5단계로 구분하였다.

### 5. 생식소지수 (GI: Gonad index)

산란기를 간접적으로 추정하기 위해 생식소지수를 구하였다. 생식소지수 (GI) 는 아래와 같이 Mann (1979) 과 Eversole (1997) 의 방법을 일부 변경하여 사용하였다.

조직표본 관찰결과 분열증식기 (Mu), 성장기 (G), 성숙기 (M), 산란기 (S), 휴지기 (R) 로 나누고 매월 각 개체에 대하여 단계별로 상수 (Mu = 1, G = 2, M = 3, O or C = 4, R = 0) 를 곱한 전체의 합을 전체 개체수로 나누었다

GI = [(Mu개체수 × 1) + (G개체수 × 2) + (M개체수 × 3) + (S개체수 × 4) + (R개체수 × 0)] / 총 개체수

### 6. 군성숙도 (Group sexual maturity)

군성숙도 조사는 성숙시기인 6-7월에 채집한 각장 8.6-23.7 mm크기의 92개체를 대상으로 각 개체의 생식소 조직표본의 성숙여부를 관찰하여 개체군의 50%가 성숙하여 재생산에 가담할 수 있는 각장의 크기를 산출하였다. 군성숙도 (y, %) 는 각장 (x, mm) 기준, 아래식으로 계산하였다 (EXP는 자연대수 e, a, b는 상수).

$$y = 100 / (1 + EXP (a - b \times x))$$

## 결 과

### 1. 채집지 서식환경

채집지역의 특징은 북한강지류인 조종천으로부터 양수한 물을 저장하는 국립수산과학원 중앙내수면연구소 내 인공저수지로부터 흘러내려오는 수로에 서식하고 있으며, 수로의 수심은 20-30 cm정도이며, 전반적인 유속은 30 cm/sec 이상으로 대체적으로 빠르지만, 엷은재첩이 서식하는 곳은 수로의 중하부 지점으로 유속이 10 cm/sec 내외로 완만해지며 상부에서 흘러온 모래가 쌓이는 지점에 서식하였다.

채집기간 중의 수온은 1.0-28.0℃로 1월에 가장 낮았고 이후 8월까지 점차 상승하다 9월부터 급격히 떨어져 12월에는 3.9℃를 나타내었다 (Fig 2).

### 2. 상대성장

조사기간 중 총 590개체의 엷은재첩을 재집하였으며 평균 각장은 15.05 ± 3.94 mm (2.36-27.63 mm), 평균 각고는 12.84 ± 3.41 mm (4.55-25.1 mm), 평균 각폭은 7.68 ± 2.02 mm (2.53-13.56 mm), 평균 전중은 1.13 ± 0.77 g (0.03-5.79 g), 평균 육중은 0.32 ± 0.19 g (0.02-1.28 g) 이었다 (표 1).

채집한 엷은재첩의 외부형태는 녹색을 띠는 황갈색으로 성장맥이 가늘고 폭이 좁으며 패각의 내면은 짙은 보라색을 띠었다.

엷은재첩의 각장 (SL) 에 대한 각고 (SH), 각폭 (SW), 전중 (TW), 육중 (MW) 의 상대성장식을 조사한 결과는 $SH = 0.862\ SL - 0.142$ ($R^2 = 0.984$), $SW = 0.509\ SL + 0.0007$ ($R^2 = 0.953$), $TW = 0.0002SL^{3.069}$ ($R^2 = 0.977$), $MW = 0.00007SL^{2.992}$ ($R^2 = 0.921$) 이었다 (Fig. 3).

### 3. 비만지수 (CI: Condition index)

조사기간 중 엷은재첩의 육질부 월별 비만상태를 알아보기 위한 비만도와 육중량비 변화는 수온변화와 밀접한 관계를 나타내었다. 연중 비만도는 0.14-0.21의 범위였고 월별 변화양상은 봄 수온상승 시기인 3월부터 5월까지 급격히 높아져 연중 최고값을 나타낸 후 12월까지 지속적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 육중량비도 비만도와 비슷한 경향을 나타내었지만, 수온상승기인 8월까지 높은 값을 유지하다가 9월에 급격히 낮아지는 경향을 나타내었다 (Fig. 2).

### 4. 생식소의 구조 및 발달

엷은재첩의 생식소는 소화맹낭의 주변부에서 족부로 연결되

**Table 1**. Sampling numbers and measuring characteristics of *Corbicula papyracea* used for gonadal development investigation (Mean ± SD) in 2004

| Date | Number of shellfish | shell length (mm) | shell height (mm) | shell width (mm) | total weight (g) | flesh weight (g) | shell weight (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jan. 10. | 45 | 14.99 ± 3.72 | 12.79 ± 3.25 | 7.74 ± 1.85 | 1.13 ± 0.74 | 0.29 ± 0.17 | 0.79 ± 0.43 |
| Feb. 10. | 50 | 17.00 ± 3.99 | 14.62 ± 3.52 | 8.12 ± 1.94 | 1.65 ± 1.05 | 0.35 ± 0.21 | 1.02 ± 0.64 |
| Mar. 15. | 50 | 16.48 ± 2.43 | 14.09 ± 2.01 | 8.43 ± 1.30 | 1.29 ± 0.56 | 0.30 ± 0.14 | 0.79 ± 0.38 |
| Apr. 11. | 50 | 14.52 ± 2.98 | 12.55 ± 2.64 | 7.29 ± 1.47 | 0.92 ± 0.52 | 0.27 ± 0.17 | 0.49 ± 0.26 |
| May 12. | 30 | 15.25 ± 1.38 | 13.23 ± 1.15 | 7.92 ± 0.69 | 1.04 ± 0.25 | 0.34 ± 0.09 | 0.67 ± 0.32 |
| Jun. 13. | 44 | 17.13 ± 3.18 | 14.61 ± 2.76 | 8.95 ± 1.62 | 1.47 ± 0.74 | 0.46 ± 0.27 | 0.73 ± 0.36 |
| Jul. 11. | 50 | 13.68 ± 2.83 | 11.38 ± 2.47 | 6.90 ± 1.61 | 0.73 ± 0.56 | 0.20 ± 0.16 | 0.37 ± 0.28 |
| Aug. 11. | 50 | 14.75 ± 3.21 | 12.37 ± 2.70 | 7.40 ± 1.77 | 0.93 ± 0.57 | 0.28 ± 0.17 | 0.50 ± 0.33 |
| Sep. 10. | 50 | 16.73 ± 4.08 | 14.19 ± 4.03 | 8.34 ± 2.22 | 1.54 ± 0.95 | 0.54 ± 1.23 | 1.32 ± 0.23 |
| Oct. 14. | 50 | 14.21 ± 4.02 | 12.08 ± 3.42 | 7.13 ± 2.30 | 1.00 ± 0.68 | 0.34 ± 0.09 | 0.92 ± 0.27 |
| Nov. 26. | 50 | 14.90 ± 3.54 | 12.71 ± 3.21 | 7.59 ± 1.86 | 1.12 ± 0.67 | 0.39 ± 0.10 | 1.04 ± 0.25 |
| Dec. 10. | 50 | 14.94 ± 4.08 | 12.90 ± 3.58 | 7.59 ± 2.15 | 1.18 ± 0.81 | 0.26 ± 0.20 | 0.73 ± 0.51 |

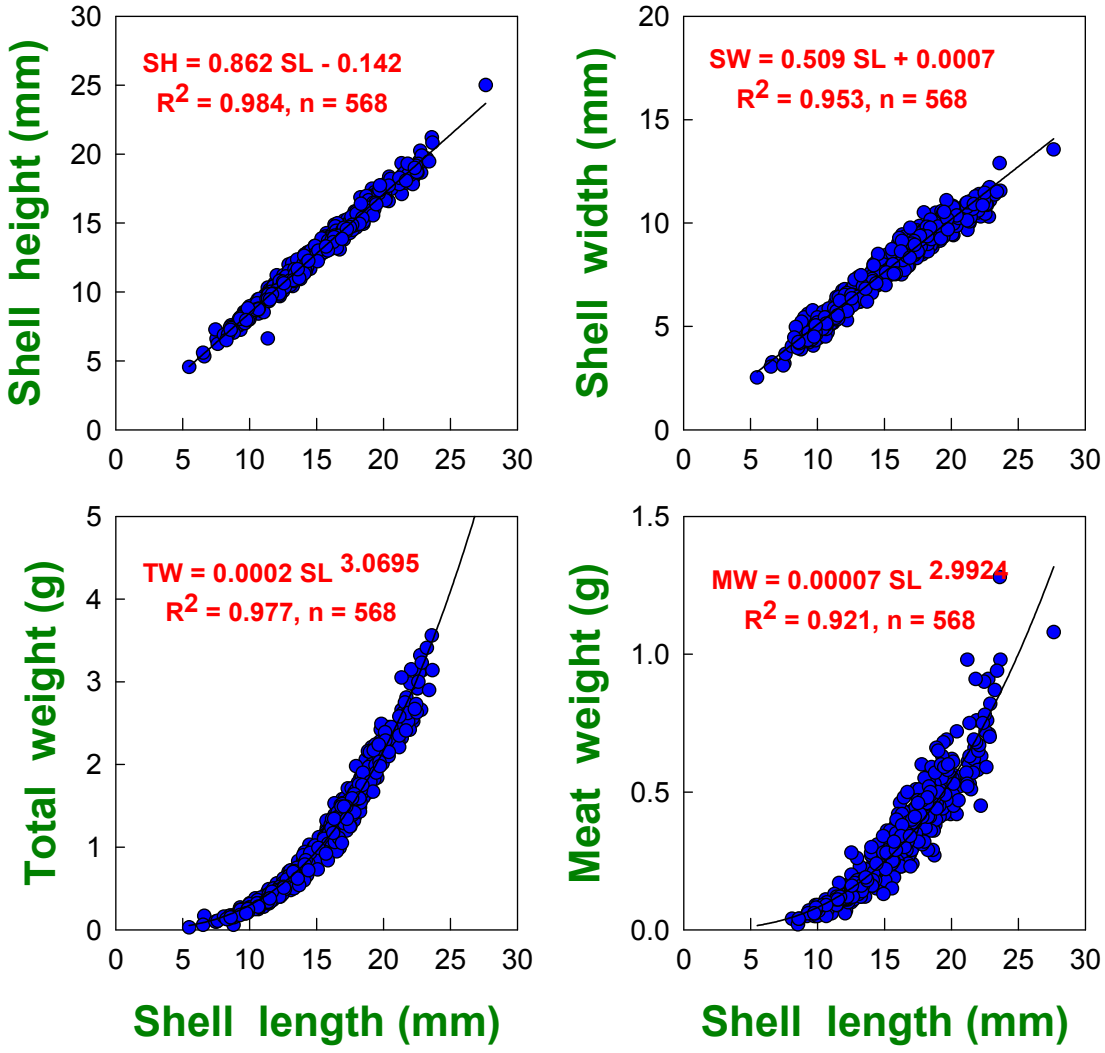


**Fig. 3**. Relationship between shell height (SH), shell width (SW), total weight (TW), meat weight (MW) and shell length (SL) of *Corbicula papyracea*.

는 망상결체조직에 분포하였으며 1개체에 난소와 정소가 함께 분포함으로서 동시자웅동체였으며 정자 및 난자형성 과정은 외측 상피세포층의 간조직 사이에 발달하였다.

초기 정원세포들은 정소소엽의 상피에서 분열증식하였고 이들 정원세포들은 세포질이 적었으며 정원세포들이 분열증식하고 있는 소엽상피는 eosin에 황색으로 나타났다. 소엽상피 위의 정원세포들은 정모세포로 발달해 가며 방사상인 층상배열을 하고 소엽상피에는 정원세포로부터 발달된 정모세포들이 층상 배열을 하였다. 성숙한 정자는 방출기가 가까워지면서 소엽사이 내강으로 이동하였다.

난모세포들은 비교적 큰 핵과 eosin에 강하게 반응하는 단일 인을 가지고 있으며 난모세포의 형태는 긴 난병 형태를 나타내고 성장한 난모세포는 형태가 원형에 가까워지며 이때 난의 크기는 약 100 $\mu$m에 이르렀다. 성숙된 난들은 내측으로부터 이동하여 수관을 타고 반새 보육낭으로 이동되며 여포세포 내에 난을 싸고 있던 막의 일부는 그대로 남아 방란의 흔적이 남았다. 또한 성숙한 난은 모두 방란되지 못하고 일부는 발달해오는 결합조직에 의해 퇴화되기도 하였다.

엷은재첩의 생식소를 조직학적으로 관찰한 결과, 분열증식기, 성장기, 성숙기, 산란기, 휴지기의 5단계로 구분할 수 있었다 (Fig. 4).

엷은재첩의 생식소 발달은 암수동체인 관계로 난소와 정소의 발달단계가 비슷한 경향으로 변화하였다. 분열증식기는 12월부터 3월까지 매월 나타나다가. 4, 5월은 확인되지 않았고

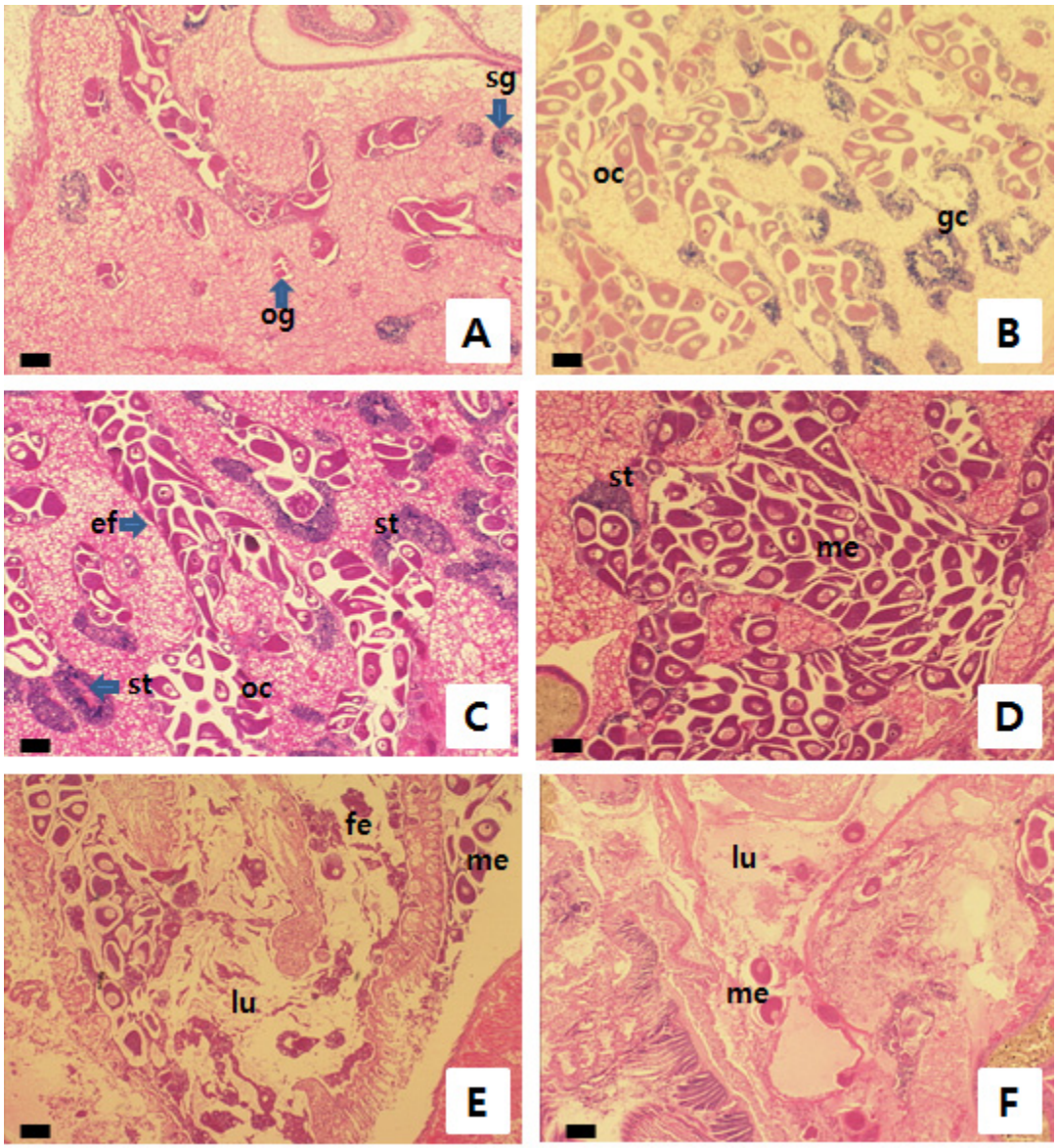


**Fig. 4**. Histologiclal identifications of the gonad stages in *Corbicula papyracea*. **A**: multiplicative stage, **B**: growing stage, **C**-**D**: mature stage, **E**: spawning stage, **F**: recovery stage. lu: lumen, ef: egg follicle, fe: fertilized egg, me: maturation egg, oc: oocyte, sc: spermatocyte, sg: spermatogonium, st: spermatid. Sclae bar = 50 μm.

6, 7월에 다시 낮은 빈도로 나타났다. 성장기는 12월부터 나타나 5월까지 60% 이상의 개체가 성장기 단계를 나타내었고 이후 빈도는 낮아졌지만 8월까지도 성장단계에 있는 개체를 확인할 수 있었다.

성숙기는 11, 12월을 제외하고는 연중 관찰되었지만 6월부터 8월에 높은 빈도를 나타내었다. 산란기는 6월부터 나타나기 시작하여 9월에 정점을 나타낸 후 11월까지 점차 낮아지는 추세를 나타내었다. 휴지기는 7월부터 나타나기 시작하여 11월에 정정을 나타낸 후 2월까지 빈도가 낮아지는 경향을 보였다.

분열증식기에서 휴지기까지의 월별변동을 보면 분열증식, 성장, 성숙, 산란기의 정점의 모드가 오른쪽 정방향으로 이동해 가는 것을 알 수 있었다 (Fig. 5).

### 5. 생식소지수(GI: Gonad index)

조사기간 중 엷은재첩의 연중 난소 생식소지수는 0.27-2.82 범위, 정소는 0.53-2.70 범위를 나타내었으며, 월별 양상은 암수 비슷한 경향으로 변화하였으며, 암수 모두 12월부터 익년 6월까지 생식소지수가 지속적으로 증가하다기 7월에 갑자기

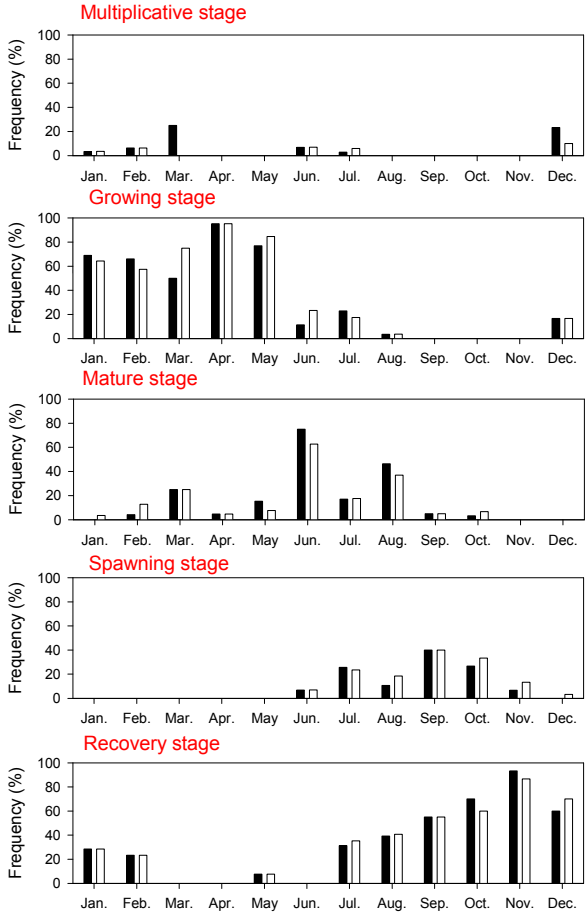


**Fig. 5**. Monthly frequency variations of the gonadal stages of *Corbicula papyracea* in 2004. Female (■), Male (□).

낮아진 후 11월까지 지속적으로 낮아지는 경향을 나타내었다 (Fig. 6).

### 6. 반새 보육낭 형성 및 유생발생

생식소에서 성숙한 난과 정자는 수관을 통해 보육낭 역할을 하는 아가미 반새로 이동하였고 (Fig. 7-A), 6월에는 초기 발생중인 유생을 확인할 수 있었고 (Fig. 7-B, C) 7월부터 11월까지는 각을 형성한 glochidia 유생을 확인할 수 있었으며 (Fig. 7-D, E), 12월에는 방출 후 회복상태를 나타내었다 (Fig. 7-F).

### 7. 생물학적 최소체장 및 군성숙도

엷은재첩의 생물학적 최소체장을 조사한 결과, 11 mm 미만 개체의 생식소는 모두 미숙상태였고, 최소성숙한 개체의 체장은 11.4 mm였다 (Fig. 8). 개체군의 50%가 성숙하는 군성숙체장은 각장 12.6 mm로 조사되었다 (Fig. 9).

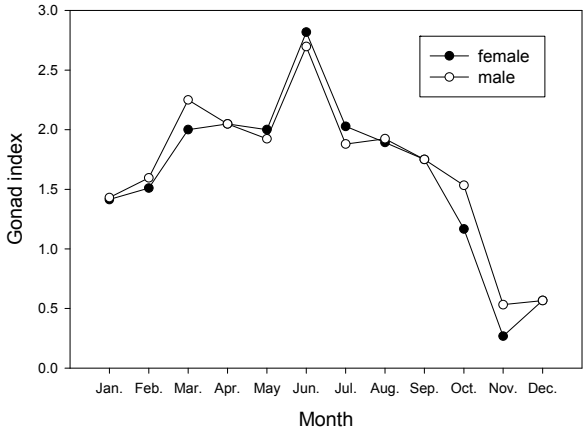


**Fig. 6**. Monthly variations of the GI (gonad index) of *Corbicula papyracea* in 2004.

## 고 찰

재첩류는 오래전부터 기호식품으로 식물성 sterol이 많아 동맥경화에 좋은 식품으로 알려져 있지만 (Joh *et al.*, 1982) 과도한 자원개발과 오염으로 인한 자원감소로 관리의 대상이 되고 있는 주요 자원생물이다 (Kwon *et al.*, 2002).

그 중에서도 엷은재첩은 우리나라 고유담수패류로서 오염 및 서식지 감소에 따른 서식개체수가 극히 빈약한 상태로 Lee and Kim (1997)에 의하면 국내서식이 의문시 될 정도이며 우선적으로 국내 서식현황에 대한 조사가 필요하다고 하였다. 본 조사로 북한강지류인 조종천에 엷은재첩이 서식하고 있는 것을 확인할 수 있었고, 추가적으로 산란생태를 구명함으로서 본 종에 대한 생태학적인 기초자료를 확보할 수가 있었다.

산란생태 조사 시 계측한 형질에 대하여 각장에 대한 각고, 각폭, 전중, 육중의 상대성장식을 추정한 결과, 상관계수 ($R^2$)는 0.921-0.984로 아주 높은 상관관계를 나타내었고 이 계수값은 이전 Kwon *et al.* (2002) 이 엷은재첩 성장모수 추정 시 보고한 값 0.9336-0.9819의 범위와도 비슷한 값을 나타내었다.

비만지수 및 생식소지수는 산란기를 추정하는데 많이 이용하고 있다 (Shin *et al.* 2007; Kim *et al.* 2007; 2012). 조사기간 중 엷은재첩의 월별 비만도와 육중량비 변화는 수온변화와 밀접한 관계를 나타내었다. 봄 수온상승 시기인 3월부터 상승하기 시작하여 8월까지 높은 값을 유지하다가 9월에 급격히 낮아지는 경향을 나타내었다. 일반적으로 이매패류에서 비만도 지수의 변화는 생식소 발달주기와 연관성을 보이는데, 새조개 (Chang and Lee, 1982), 북방대합 (Lee *et al.*, 1997), 꼬막 (Lee, 1997), 대복 (Park *et al.*, 2003), 키조개 (Lee *et al.*, 2006)의 비만지수는 생식소지수의 월 변화 및 생식소 발달과 유사한 형태로 변화하는 경향을 보였다. 본 연구에서도 비만지

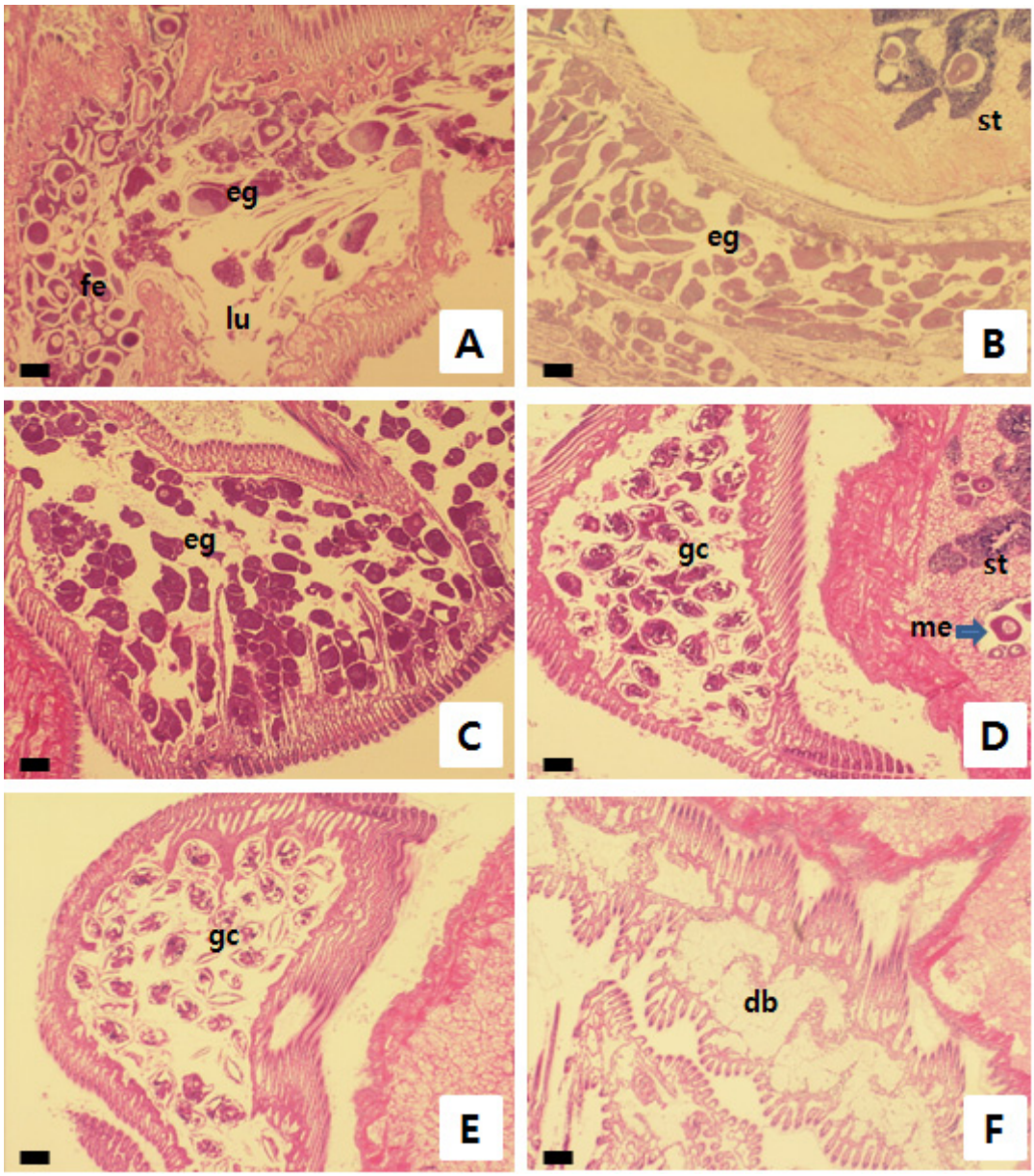


**Fig. 7**. Histological identifications in the brood pouch of *Corbicula papyracea*. **A-B**: early developmental stage, **C-D**: late developmental stage, **E**: release stage, **F**: recovery stage. db: demibranch, lu: lumen, eg: embryogenesis, fe: fertilized egg, gc: glochidia, me: maturation egg, st: spermatid. Sclae bar = 50μm.

수의 연중 변화는 앞에 언급된 다른 종과 마찬가지로 생식소 발달과 유사한 경향을 나타내었다.

엷은재첩의 생식소구조는 동시자웅동체이며 난태생으로 의암호산 재첩 (*C. fluminea*)으로 조사한 이전 연구 (Choi *et al*., 2002; Kwon *et al*., 1987) 와 비슷한 구조를 나타낸 것으로 보아 순담수산 재첩류들의 생식소 구조 및 생식세포 발달 과정은 비슷한 것으로 추정해 볼 수 있다.

엷은재첩의 생식세포 발달과정은 동시자웅동체인 관계로 생식소 내 난소와 정소의 발달이 비슷한 양상으로 변화하였다. 수온이 낮은 동절기에는 생식세포가 분열증식기 및 초기성장기를 나타내다가 수온이 상승하는 4월부터 본격적으로 성장기를 거쳐 여름철 고수온기에 성숙하여 수온이 하강하는 가을에 산란하고 이후 퇴화유지단계에 들어가는 연주기 양상을 보였다. 연체동물의 생식소 발달 및 성숙은 일반적으로 외적요인인 수온 (Chung *et al*., 1991, 1994) 과 먹이 이용도 (Maru, 1976; Griffiths, 1997; Chung *et al*., 1991) 및 일조량 그리

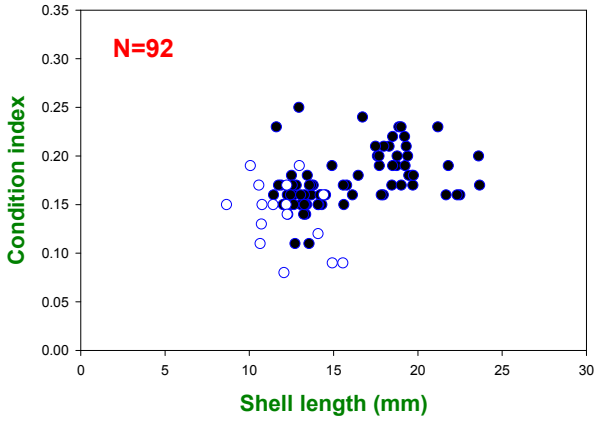


**Fig. 8**. Condition index for individual populations of *Corbicula papyracea*, from June to July in 2004. Open circles: immature populations, closed circles: mature populations.

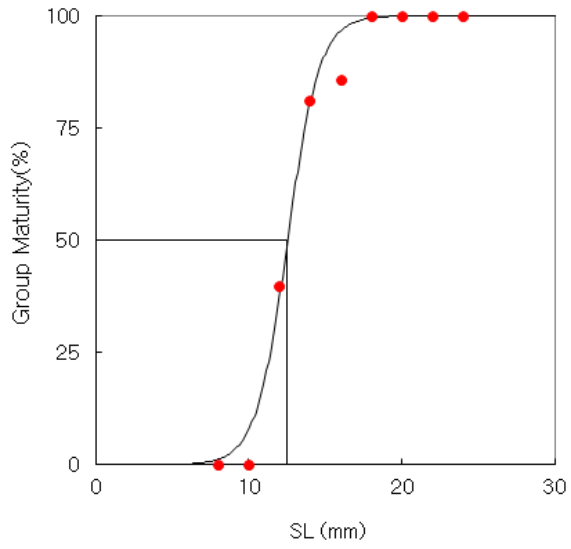


**Fig. 9**. The group maturity ratio of *Corbicula papyracea* in the shell height group.

고 내적요인인 호르몬 (Boolootian *et al* 1962; Fretter, 1984) 등에 의해 영향을 받는다고 많은 연구자들이 보고한 바가 있다. 이로 미루어 보아 엷은재첩의 생식소 발달도 수온과 먹이 등의 영향을 받는 것으로 추정해 볼 수 있다.

재첩류의 세포학적 연구에서 기수역에 서식하는 일본재첩 (*C. japonica*) 의 핵형은 2배체 (diploid) 인 반면 (Okamoto and Arimoto, 1986; Choi. *et al*., 2007), 순담수산 재첩인 참재첩 (*C. leana*), 재첩 (*C. fluminea*) 및 엷은재첩 (*C. papyracea*) 의 핵형은 3배체임을 밝혔다 (Okamoto and Arimoto, 1986; Park *et al*., 1989).

Choi *et al*. (2007) 은 담수산 3배체 재첩은 난태생으로서 담수역에 서식하는 석패과에 속하는 종과 마찬가지로 성숙란이 반새 (inner-demibranch) 내에서 수정하여, 담륜자 및 피면자 유생으로 성장하여 체외로 방출된다고 하였다. 또한 기수산 재첩은 자웅이체 난생으로 체외수정 및 유성생식을 하지만, 담수산 재첩은 자웅동체로 체내수정하고 난태생이며 단위생식을 한다고 하였다. 본 조사에서도 엷은재첩은 동시자웅동체이고 단위생식을 하며 난태생이라 것을 확인하였다.

엷은재첩의 군성숙도 조사에서는 각장 11 mm 이하 개체는 모두 미숙이었고 50%가 성숙하는 군성숙체장은 각장 12.6 mm로 조사되었다. 일반적으로 군성숙체장은 자원을 보호하기 위한 포획채취 금지체장을 설정하려고할 때 설정 기준점이 된다고 할 수 있다.

연체동물의 산란습성은 연중 1회 산란하는 종과 연중 다회 산란하는 종으로 구분할 수 있으며, 계절에 따라 연중산란형 (year-round breeder), 늦봄부터 초가을 사이에 산란하는 하계산란형 (summer breeders) 과 늦가을부터 이듬해 초봄 사이에 산란하는 동계산란형 (winter breeders) 으로 구분할 수 있는데 (Boolootian *et al*., 1962) 본 연구결과 엷은재첩은 연중 1회 하계산란형에 속한다고 볼 수 있겠다.

## 요 약

북한강에 서식하고 있는 엷은재첩의 산란생태를 파악하기 위하여, 생식소 발달단계에 따른 생식주기, 군성숙도, 난경의 월별변화를 조사하였다. 각장에 대한 각고, 각폭, 전중, 육중간의 상대성장식에서 상관계수 ($R^2$) 는 0.921-0.984로 높은 상관관계를 나타내었다. 엷은재첩은 기수재첩 보다는 소형종이었으며, 동시자웅동체로서 체내에서 수정되어 아가미 보육낭에서 부화되어 체외로 방출하는 난태생종이었다. 월별 비만도는 0.14-0.21 범위로 동계인 12월-2월에 낮은 값을 보이다가 2월부터 서서히 높아지기 시작하여 5월에 0.21로 정점을 보였다. 월별 육중량비는 25.9-38.7%로 비만도의 월별 변화와 같은 경향을 나타내었다. 비만도와 육중량비의 정점이 생식세포의 최성숙기와 1-2개월 차이가 있었다. 생식소의 조직상, 비만도 및 생식세포의 월별 변화를 종합하면 북한강산 엷은재첩 생식년주기는 분열증식기(12-2월), 성장기(2-5월), 성숙기(6-8월), 완숙 및 발생기(8-11월), 회복기(11-12월) 로 구분되어 하계산란종이었다. 군성숙 각장은 12.6 mm 였으며, 16 mm 이상의 개체는 모두 성숙하여 아가미에 보육낭을 형성하였다

## 사 사

이 연구는 국립수산과학원 시험연구사업(13-AQ-23, 수산생물 종보존 및 복원)에 의해 수행되었습니다.

## REFERENCES


Briton, J.C. and B. Morton. (1986) Polymorphism in *Corbicula fluminea* (Bivalvia: corbiculacea) from North America. *Malacological Review*, **19**: 1-43.

Boolootian, R.A., Farmanfarmaian, A. and Giese, A.C. (1962) On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. *Biological bulletin*, **122**: 183-192

Byun, K.S. and Chung, E.Y. (2001) Distribution and ecology of marsh clam in Gyeongsangbuk-do. Ⅱ. reproductive cycle and larval development of the reproductive cycle and larval development of the *Corbicula japonica*. *Korean Journal of Malacology*, **17**: 45-55.

Chang, Y,J. and Lee, T.Y. (1982) Gametogenesis and reproductive cycle of the cockel. Fulvia mutica (Reeve). *Journal of Korean Fisheries Society*, **15**: 241-253. [in Korean]

Cho, D.H., O.K. Kwon and S.B. Park. (1983) Eletrophoretic and immunological analyses on the freshwater bivalve (*Corbicula*). *Korean J. of Limnology*, **16**: 39-41 [in Korean]

Choi, K.H., Chung, E.Y. and Kwak, O.Y. (2007) Karyotype and reproductive characteristics of the diploid brackish water clam, *Corbicula japonica* and the triploid freshwater marsh clam, *C. fluminea*. *Korean journal of Malacology*, **23**(1): 39-49. [in Korean]

Chung E.Y., Lee, T.Y. and An, C.M. (1991) Sexual maturation of the venus clam, *Cyclina sinensis*, on the west coast of Korea. *Journal of Medical and Applied Malacologym,* **3**:125-136.

Chung E.Y., Ryou, D.K. and Lee, J.H. (1994) Gonadal development, age and growth of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum* (Pelecypoda: Venerida), on the coast of Kimje, Korea. *Korean journal of Malacology*, **10**: 38-54 [in Korean]

Eversole, A.G. (1997) Gametogenesis of *Mercennaria mercennaria*, *M. cappechiensis* and their hybrids. *Mautilus*, **110**: 107-110.

Fretter, V. (1984) Prosobranchs. ***In***: The Mollusca, Vol. 7. (ed. by Tompa, A.S., Verdonk, N.H., and van den Biggelaar, J.A.M.) pp. 1-45. Academic Press, New York.

Fuziwara, T. (1975) on the reproduction of *Corbicula leana* Prime. Venus, **34**(1): 54-56. [in Japanese]

Fuziwara, T. (1978) on the ovulation of *Corbicula leana* Prime. *Venus*, [in Japnaese]

Griffiths, R.J. (1997) Reproductive cycle in littoral populations of *Chloromytilus meridionalis* (Kr.) and *Aulocmaya ater* (Molina) with a quantitative assessment of gamete production in the former. *Journal of Experiment Marine Biology and Ecology*, **30**: 53-71.

Huh, M.K. (1998) Allozyme variation and population structure of *Corbilula papyracea* from Nam and Sumjin Rivers. *Kor. J. Genetics*, **20**: 163-172

Jo, M.K., Byun, K.S. and Jang, M.H. (1998) Distribution and ecology of genus *Corbicula* in the North Kyungsang province. I. Distribution and classification of genus *Corbicula* in the North Kyungsang province. *Journal of Aquaculture*, **11**: 581-592. [in Korean]

Joh, Y.G., Park, S.J. and Ahn, V.W. (1982) Lipids of fresh-water cockle, *Corbicula elatior*. *Kor. Fish. Soc.*, **15**, 94-98. [in Korean]

Jung. J.Y. (1977) Ecological studies of a brackish water clam, *Corbicula japonica* PRIME, from Nag Dong river. Nat. Fresh Water Fish Hat. of Fish. Choeng-Pyong, Korea, **2**: 130-140. [in Korean]

Kim, J.H. and Yoo. M.S. (2000) Reproductive cycle of marsh clam, *Corbicula leana* (Prime) in Hyongsan estury. *J. Kor. Fish. soc.*, **33**: 184-191. [in Korean]

Kim, W.K., Lee, C.S., Lee, J.Y. Baik, K.K. and Hur, S.B (2002) Environmental factors and population density of brackish water clam, *Corbicula japonica* on Namdae stream in Yangyang, Gangwon, *Journal of Aquaculture*, **15**: 1-6.

Kim, W.K. Lee, J.Y., An, C.M., Kim, H.S., Choi, C.Y., Kim, J.W., Chung E.Y. and Kim, B.S. (2003) Reproductive cycle and the sex ratio of *Corbicula japonica* from Namdae stream in Gangwon-do, Korea. *Korean Journal of Malacology*, **19**: 117-124. [in Korean]

Kwon, D.H., Kang, Y.J. and Kim D.H. (2002) Estimation of Growth Parameters of *Corbicula* (*Corbiculina*) *papyracea* Heude from Chungpyeong. *J. Korean Fish. Soc.* **35**(6): 557-562.

Kwon, O.K., Min, D.K. Lee, J.R. Lee, J.S., Je J.G. and Choe, B.L. (2001) Korean Mollusks with color illustration. Min's shell House, 332pp. [in Korean]

Kwon, O.K., Lee J. S. and Park, G. M. (1987) the studies on the mollusks in the lake Ulam(7). *Kor. J. Limn.*, **20**(1): 30-38. [in Korean]

Kwon, O.K., Park, K.M. and Lee, J.S. (1993) Coloured shells of Korea. 371 pp. Academy Publishing Co., Seoul. [in Korean]

Lee, J.H. (1997) studies on the gonadal development and gametogenesis of the granulated ark, *Tegillarca garnosa* (Linne). *Korean Journal of Malacology*, **13**: 55-64.

Lee, J.S. and Kim. J.B. (1997) Systematic study on the genus *Corbicula* (Bivalvia: Corbiculidae) in Korea. *Koreans Journal of Systematics Zoology*, **13**: 233-246. [in Korean]

Lee, J.Y., chang, Y.J. and lee, C.S. (1997) Reproductive cycle of surf clam, *Spisula sachalinensis*. *Journal of Korean Fisheries Society*, **30**: 132-138. [in Korean]

Lee, S.J., Min, K.S., Kim, B.G., An, C.M., Ju, S.M. and Lee, J.S. (2006) Gonadal development and gametogenic cycle of the pen shell, *Atrina pectinata* (Bivalvia: Pinnidae). *Journal of Korean Fisheries socity*, **39**: 398-403. [in Korean]

Mann, R. (1979) Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea*

*gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperatures. *Journal of marine Biological association of U.K.*, **59**: 95-110.

Maru, K. (1976) Studies on the reproduction of a scallop, *Patinopecten yssoensis* (Jay) - 1. Reproductive cycle of the cultured scallop. *Science Reports hokkaida Fishery Experiment Station*, **18**: 9-26.

Morton, B., 1987. Polymorphism in *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculacea) from Hong Kona. *Malacological Review*, **20**: 105-127.

Okamoto, A. and B. Arimoto, 1986. Chromosomes of *Corbicula japonica*, *C. sandai* and *C.* (*Corbiculina*) *leana* (Bivalvia: Corbiculidae). *Venus*, **12**(3-4): 150-158. [in Japanese]

Park, G.M., Lee, J.S. Song, H.B. Park, J.C. and Kwon, O.K. (1989) Cytological studies of *Corbicula papyracea* (Bivalvia: Corbiculidae) in the lake Uiam. *J. Science and Technology, Kangweon Nat. Univ.*, **28**: 77-82. [in Korean]

Park, G.M., Yong, T.S., Im, K.I. and Chung, E.Y. (2000) Karyotypes of three species of *Corbicula* (Bivalvia: Veneroida) in Korea. *Journal of Shellfish Research*, **19**: 979-982.

Park, G.M. and Chung, E.Y. (2003) Molecular phylogenetics of five *Corbicula* species determined by partial 28S ribosomal RNA gene sequences. *Journal of Shellfish Research*, **22**: 481-485.

Park, J.J., Lee, J. S. and Chang, Y.J. (2003) Gonadal development and gametogenic cycle of the equilateral venus, *Gomphina veneriformis* (Bivalvia: Veneridae). *Journal of Korean Fisheries Society*, **36**: 213-218. [in Korean]

Shin, Y.K., Choi, N.J., OH, B.S., Jung A.J. and Kim, S.Y. (2007) Development and reproductive cycle of the purplish Washington clam, *Saxidomus purpuratus* (Bivalvia: Veneridae) from Gangin Bay. *Korean journal of Malacology*, **23**(2): 165-172. [in Korean]