

## 대맛조개, *Solen grandis*의 생식소 발달 단계에 따른 일부 조직의 생화학적 성분변화

정의영, 김현진<sup>1</sup>, 김종배<sup>2</sup>, 이창훈<sup>3</sup>

군산대학교 해양생명과학부, <sup>1</sup>군산대학교 대학원 수산과학과, <sup>2</sup>군산대학교 해양 응용공학부,  
<sup>3</sup>한국해양연구원 남해연구소

### Changes in Biochemical Components of Several Tissues in *Solen grandis*, in Relation to Gonad Developmental Phases

Ee-Yung Chung, Hyun-Jin Kim<sup>1</sup>, Jong Bae Kim<sup>2</sup> and Chang-Hoon Lee<sup>3</sup>

*School of Marine Life Science, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea*

<sup>1</sup>*Department of Fisheries Science, Graduate School, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea*

<sup>2</sup>*School of Marine Applied Technology, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea*

<sup>3</sup>*South Sea Institute, Korea Ocean Research and Development Institute, Geoje 656-830, Korea*

#### ABSTRACT

We investigated the reproductive cycle with gonad developmental phases of *Solen grandis* by histological observations. Seasonal changes in biochemical components of the adductor muscle, visceral mass, foot muscle and mantle were studied by biochemical analysis, from January to December, 2005. The reproductive cycle of this species can be classified into five successive stages: early active stage (December to January), late active stage (January to March), ripe stage (March to July), partially spawned stage (June to July) and spent/inactive stage (July to December). Total protein content was the highest in the foot muscle, the content was high in January (early active stage), the lowest in April (ripe stage), and was the highest in August (partially spawned stage). In the visceral mass, total protein content began to increase in February (late active stage) and reached a maximum in March (ripe stage). Thereafter, it gradually decreased between June and July (partially spawned stage). There was a strong negative correlation in total protein contents between visceral mass and mantle ( $r$

= -0.594,  $p$  = 0.042). Meanwhile there was a positive correlation between the adductor muscle and foot muscle, the correlation was not statistically significant ( $r$  = 0.507,  $p$  = 0.093). Total lipid content was the highest in the visceral mass; it was more than 2 to 5-fold higher than that in the adductor muscle, foot muscle, and mantle. Monthly changes in total lipid content were also most dynamic in the visceral mass. It was relatively higher between January and February, showed a maximum in March (the ripe stage), decreased rapidly from April to July (ripe and partially spawned stage), and gradually decreased from September to December (spent/inactive stage). There was a strong positive correlation in total lipid content between foot muscle and adductor muscle ( $r$  = 0.639,  $p$  = 0.025). Though a negative correlation was found between visceral mass and mantle ( $r$  = -0.392), the correlation was not statistically significant ( $p$  = 0.208). Glycogen contents changed within relatively narrow range and were similar among different tissues. There was no statistically significant correlation in glycogen contents among tissues.

**Keywords:** *Solen grandis*, Reproductive cycle, Biochemical components.

Received April 10, 2006; Accepted May 27, 2006

Corresponding author: Chung, Ee-Yung

Tel: +82 (63) 469-4592 e-mail: eychung@kunsan.ac.kr

1225-3480/22104

© The Malacological Society of Korea

#### 서 론

대맛조개, *Solen grandis* Dunker는 죽합과 (Solenida) 에 속하는 산업상 중요한 고가의 식용 이매패류로서 한국, 중국,

일본 등 동북아시아의 연안에 분포하는데, 특히 우리나라의 경우는 조간대 사니질에 서식하고 있다 (Yoo, 1976; Kwon *et al.*, 1993). 최근 대간척 사업과 해양오염 및 무분별한 남획 등으로 인하여 자원량이 날로 고갈되고 있어 이들 자원생물의 자원량 증대 및 번식을 위한 자원보존과 증양식이 요구되는 산업상 중요한 종이다. 지금까지 맛조개류에 관해서 연구, 보고된 것으로는 일본산 맛조개의 부유자패 및 치패 (吉田, 1939, 1953), 생활사 (河原, 1970), 그리고 일본산 맛조개의 생식주기 (河原 and 加藤, 1971) 등의 보고가 있다. 그리고 한국산 맛조개류에 관하여 보고된 것으로는 맛조개의 생식년주기 (Chung *et al.*, 1986), 붉은맛의 생식연주기 (Chung *et al.*, 1986) 와 수컷 대맛조개의 정자형성 과정과 생식주기 (Chung *et al.*, 1998) 가 보고되어 있을 뿐이다. 따라서 우리나라의 서해 군산산 대맛조개의 생식생태에 관한 연구, 보고는 매우 미흡한 실정이며 특히, 생식소 발달과 관련된 기관들의 생화학적 성분분석 연구는 찾아볼 수 없었다. 본 종은 수산업상 매우 중요한 위치를 차지하고 있어 본 종의 생식에 관한 연구는 매우 중요하다. 그러므로 본 종의 자원증식을 위해서는 무엇보다 기초연구로서 생식기구를 연구하여야 하는데, 이를 위해서는 우선 생식소 발달과 관련된 영양공급 기관인 족부근육, 폐각근, 내장낭, 외투막의 영양물질의 성분변화와 이동관계를 연구할 필요가 있다. 따라서 본 연구의 목적은 생식소의 발달단계에 따른 생식주기를 밝힌 후, 생식소 발달과 관련된 영양공급 기관인 족부근육, 폐각근, 내장낭, 외투막을 대상으로 각 조직 내 생화학적 영양성분의 함량변화 및 이동 관계를 유추하는데 있으며, 각 조직 부위별 영양성분들의 상관관계를 생식소 발달단계와 관련지어 생식기구의 일부를 밝히는데 있다.

## 재료 및 방법

본 실험에 사용한 대맛조개 (Fig. 1) 는 2005년 1월부터 12월까지 1년간 전북 김제시 심포 연안 조간대에서 채집하였다. 채집된 재료 중 각장 61.51-81.97 mm 크기의 개체를 무작위로 매월 40-50 개체씩 사용하여 생식주기를 조직학적으로 조사하였고, 생화학적 성분 함량 분석을 위해 매월 150-200 개체씩 채집하여 사용하였다.

### 1. 생식소 발달단계에 따른 생식주기의 조직학적 조사

#### 1) 조직학적 표본제작

내장낭에서 족부근육까지 분포하는 생식소 부위를 적출하여 Bouin 용액에 24시간 고정된 후 고정된 생식소 부위를 paraffin 절편법에 의해 5-7  $\mu$ m로 연속절편을 만들었으며, 염색은 Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin을 비교 염색하였다.

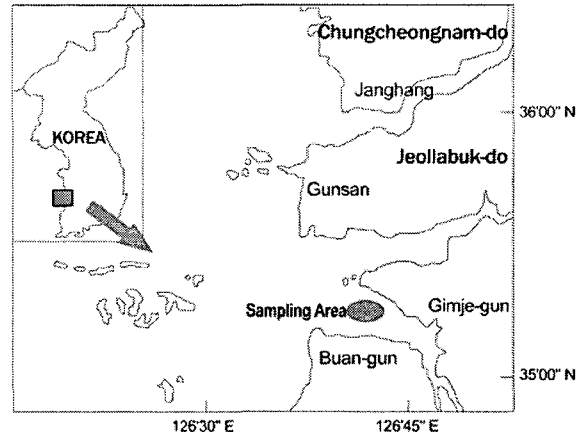


Fig. 1. Map showing the sampling area.

### 2) 생식소 발달단계의 기준

난소 및 정소의 발달 과정과 이들의 주기적 변화를 조직학적으로 조사한 결과 Chung *et al.* (2000) 의 분류 방법에 따라 생식주기를 초기 활성기 (early active stage), 후기 활성기 (late active stage), 완숙기 (ripe stage), 부분산란기 (partially spawned stage), 퇴화 및 비활성기 (spent/inactive stage) 의 연속적인 5 단계로 구분하였다.

### 2. 생식소 발달 단계에 따른 생화학적 성분변화 조사

#### 1) 생화학적 성분분석

대맛조개의 일반성분 분석은 AOAC법에 의하여 수분함량은 105°C 상압건조법으로 측정하였고, 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhelt 추출법으로 측정하였다. 부위별로 메어낸 시료를 균질화하여 일정량을 취한 후 30% 수산화칼륨 용액을 가하고, water bath 상에서 100°C에서 2시간 교반하였다. 그리고 냉각수 3배 양의 알코올을 가하여 교반한 후, 4°C 상태에서 하룻밤 방치하여 glycogen을 침전시켰다. 침전된 glycogen을 원심분리 (500 g  $\times$  10 min) 하여 침전물에 1 N 황산용액 6 ml를 가하여 용해시킨 후 원심 분리하여 상층액을 가지고 anthrone 황산법으로 측정하였다. 측정된 모든 자료는 dry base로 환산하여 나타내었다.

#### 2) 통계처리

대맛조개의 폐각근, 내장낭, 족부근육, 외투막 내의 총단백질 함량, 총지질 함량 및 글리코겐 함량 간의 상관관계를 알아보기 위하여 피어슨의 상관계수 (Pearson's correlation coefficient) 를 구하였다. 모든 통계처리는 SPSS 프로그램을 이용하여 유의수준 0.05에서 실시하였다.

결 과

1. 생식소 발달에 따른 생식주기

대맛조개 생식소의 월별 발달 단계를 조직학적으로 조사한 결과, 이들의 생식주기는 초기활성기, 후기활성기, 완숙기, 부분산란기 그리고 퇴화 및 비활성기의 연속적인 생식주기를 나타내었다 (Fig. 2).

초기 활성기 (Early active stage)

암컷의 경우, 난소의 크기는 작고, 난소소낭벽 (follicular wall) 은 비교적 두텁다. 다수의 난원세포가 소낭벽을 따라 출현하였고, 초기발달 난모세포가 나타나기 시작 하였다. 난원세포의 난경은 약 10-12  $\mu\text{m}$  정도였으며, 초기발달 난모세포의 난경은 15-25  $\mu\text{m}$  정도였다. 이 시기에 보조세포 (auxiliary cell) 들이 난소소낭 (follicle) 사이에서 발달하기 시작하였다 (Fig. 3A).

수컷의 경우, 정원세포와 정모세포는 정소소낭 (acinus) 의 생식상피를 따라 나타났다. 정원세포는 직경이 약 8-9  $\mu\text{m}$ , 정모세포는 6-7  $\mu\text{m}$  정도이다. 보조세포는 정소소낭들 사이에서 발달하였다 (Fig. 4A). 초기 활성기의 개체들은 수온이 낮은 12월에서 1월 사이에 나타났다.

후기 활성기 (Late active stage)

암컷의 경우 발달중인 생식세포들이 출현하는 특징을 보이는 단계이다. 난소소낭의 생식상피는 약간 얇아졌고, 내강은 다소 비어 있었다. 난모세포의 난경은 40-50  $\mu\text{m}$  정도로 성장하며, 각각의 난모세포들은 난병을 난소소낭의 생식상피에 부착한다. 소수의 성숙한 난모세포들이 소낭의 내강에서 나타났다. 특히, 이 시기에 핵은 증대되어 배포가 되며 배포 내에 뚜렷한 호염기성 인이 나타났지만 이때 보조세포들은 점차 감소되어 찾아보기가 어려웠다 (Fig. 3B).

수컷의 경우, 정소소낭의 내강 내에는 소수의 정원세포와 정모세포들, 정세포 일부 변태중인 정자들이 층상 배열로 나타났다 (Fig. 4B). 후기활성기의 개체들은 수온이 비교적 낮은 1월부터 3월에 걸쳐 출현하였다.

완숙기 (Ripe stage)

암컷의 경우, 생식소의 80% 이상을 차지하는 난소소낭 내에는 성숙 또는 완숙난모세포들로 가득채워 졌으며 이시기에 난소소낭벽은 아주 얇아졌다. 완숙한 난모세포들의 직경은 약 65  $\mu\text{m}$  정도이며, 난막은 젤라틴 막으로 둘러싸여져 있고, 세포질 내에는 많은 난황과립들로 가득 채워져 있다 (Fig. 3C, D).

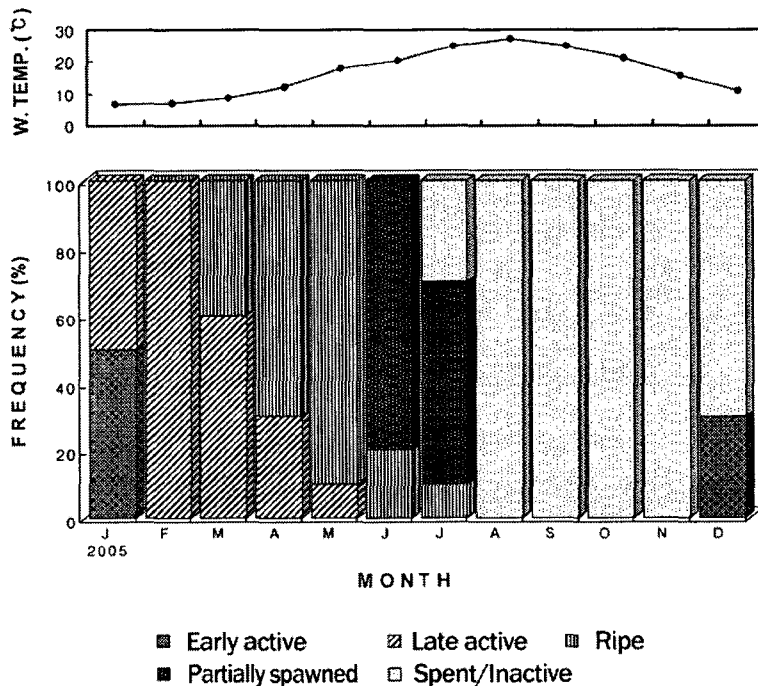


Fig. 2. Frequency of gonad developmental phases of *Solen grandis* and the mean seawater temperature from January through December, 2005.

수컷의 경우, 완숙정소의 정소소낭에는 극소수의 정원세포들과 정모세포들, 그리고 수많은 정세포들이 층상 배열을 하였고, 완숙정자들은 정소소낭 내강의 중앙부를 가득 채웠다. 이 시기에는 암컷의 경우와 마찬가지로 정소 내 소낭벽은 아주 얇아졌

으며 보조세포들은 찾아보기 어렵게 된다 (Fig. 4C, D). 완숙개체들은 수온이 급격하게 상승하는 3월부터 7월사이에 나타났다.

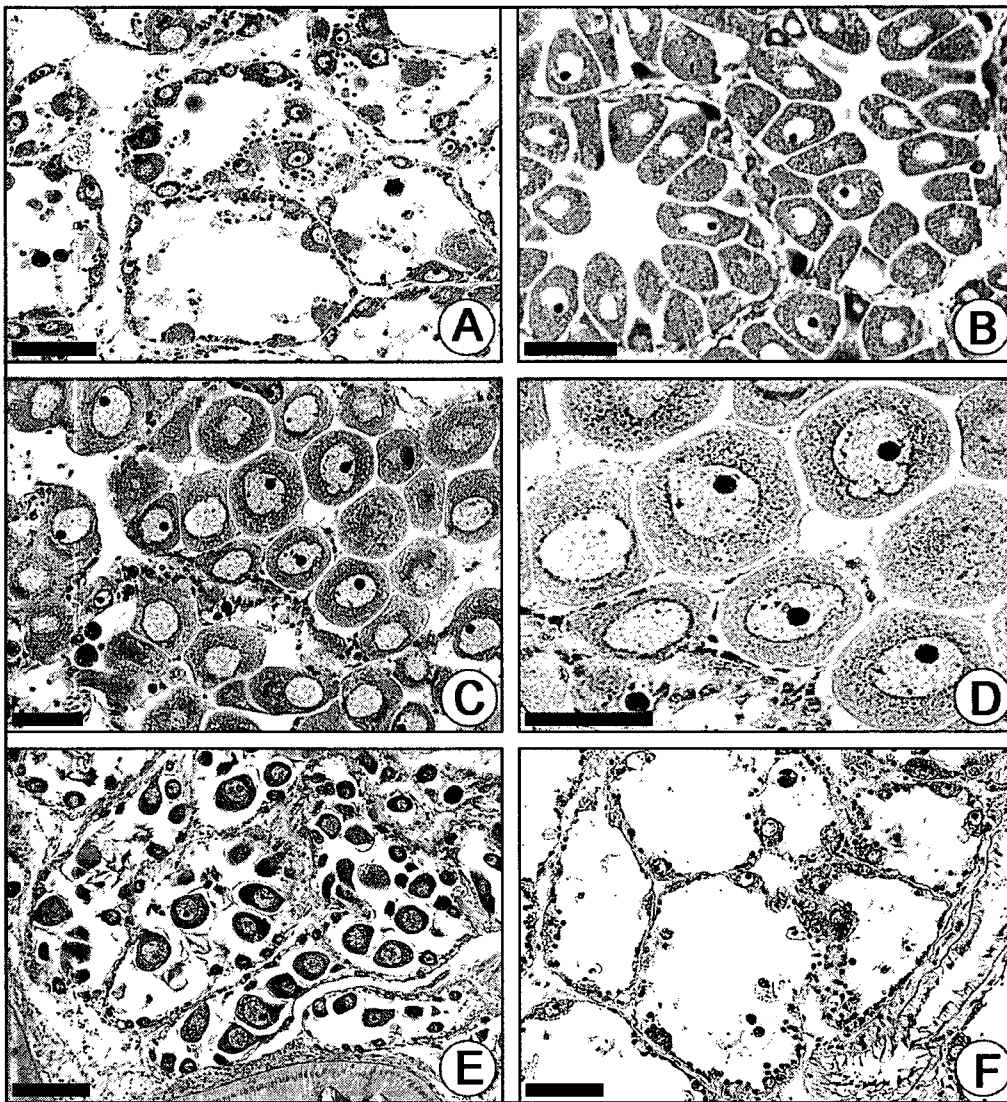


Fig. 3. Photomicrographs of gonadal phases of the female razor clam, *Solen grandis* (A-F). A, Section of follicles in the early active stage. Note oogonia and early developing oocytes attached to the germinal epithelium. Scale bar=50  $\mu$ m; B, section of the follicles in the late active stage. Note a number of late developing oocyte in the follicles; C, section of the follicles in the ripe stage. Note mature and ripe oocytes in the lumen of the follicle; D, fully mature oocytes in the same stage. Note the germinal vesicle and a number of granules in the cytoplasm; E, section of the follicles in the partially spawned stage. Note undischarged oocyte in the lumen of the follicle after spawning; F, section of the follicles in the spent/inactive stage. Note newly formed oogonia on germinal epithelium and the connective tissues in follicles after degeneration of the follicles. Scale bar = 50  $\mu$ m.

**부분산란기 (Partially spawned stage)**

암컷의 경우, 대부분의 난소소낭 내강의 중앙부는 산란하여 텅비게 되며 일부 미방출된 잔존 난모세포들이 출현하였다 (Fig. 3E).

수컷의 경우, 정소소낭의 내강 중앙부에 가득 채워져 있던 정

자들의 50% 이상이 방정되어 내강의 중앙부는 텅 비어 있게 된다. 그러나 일부 미방출된 정모세포들과 정세포들 그리고 미방출된 다수의 정자들이 정소소낭 내에 잔존하였다 (Fig. 4E). 방란, 방정기의 개체들은 수온이 20°C 전 후인 6월 중순부터 7월 말까지 출현하였다.

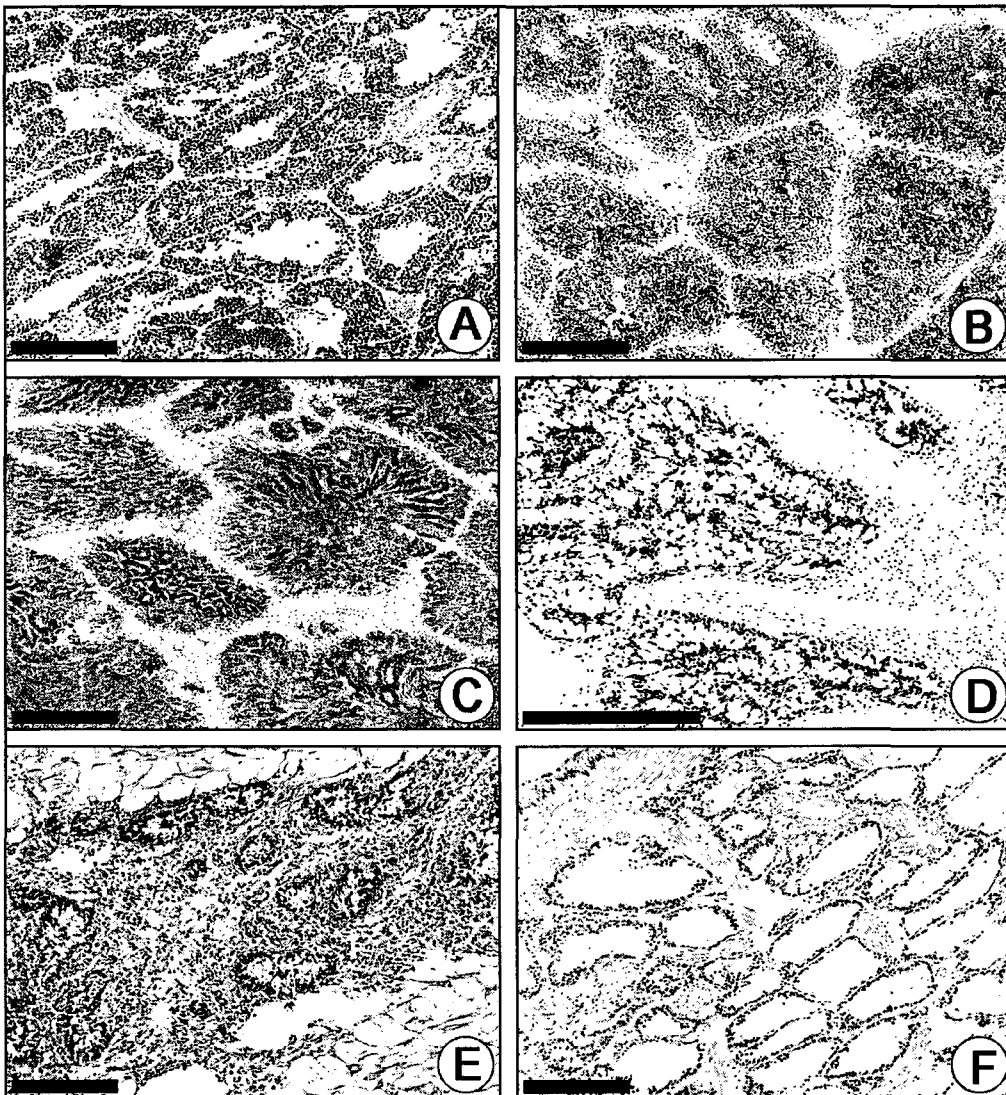


Fig. 4. Photomicrographs of gonadal phases of *Solen grandis* (A-F). A, Section of acini in the early active stage. Note spermatogonia and spermatocytes near the germinal epithelium; B, section of acini in the late active stage. Note spermatocytes, spermatids and spermatozoa during semiogenesis; C, section of the acini in the ripe stage. Note spermatids and numerous spermatozoa in the lumen of the acinus; D, fully ripe spermatozoa with their tails in the lumen; E, section of the acini in the partially spawned stage. Note undischarged spermatozoa and spermatids in the lumen after release of sperms; F, section of the acini in the spent/inactive stage. Note newly formed spermatogonia on the germinal epithelium and the connective tissues in the acini after degeneration of the testis. Scale bar = 50  $\mu$ m.

**퇴화 및 비활성기 (Spent and inactive stage)**

암컷의 경우, 산란 후 퇴화 붕괴 중인 난소소낭 내에는 잔여 물질들과 잔존 난모세포들이 세포질 붕괴를 일으켜 수축, 퇴화되어 이 단계에 접어든 조직절편들은 현미경적 검정에 의해서도 암, 수의 구별이 어렵게 된다. 그 후 퇴화 소실되었던 난소는 결체조직들로 다시 채웠다. 새로 형성된 난모세포의 생식상피 내에는 소수 난원세포들이 다시 출현하였으며 이들은 장기간 잔존하였다 (Fig. 3F).

수컷의 경우, 방정 후 퇴화, 붕괴 중인 정소 내에는 소수의

잔존 정모세포들, 정세포들, 그리고 다수의 붕괴중인 정자들이 출현하였다. 새로 형성된 정소소낭 생식상피 내에는 소수의 정원세포들이 다시 나타나 장기간 잔존하였다 (Fig. 4F). 퇴화 및 비활성기의 개체들은 7월부터 8월 하순까지 나타났다.

**2. 생식소 발달 관련 조직의 생화학적 성분 변화**

**1) 총단백질 함량**

총단백질 함량은 측부근육에서 가장 높은 값 (55-81%) 을 나타내었고, 그 다음은 폐각근 (55-76%) 이었으며, 외투막과 내장낭은 비교적 낮은 함량의 범위 (50-68%) 를 나타내었다

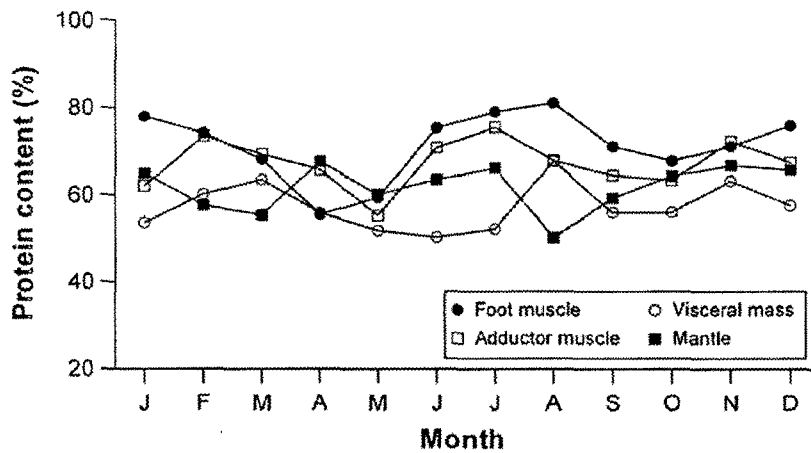


Fig. 5. Monthly changes in total protein contents in the foot muscle, visceral mass, adductor muscle and mantle of *Solen grandis* from January to December, 2005.

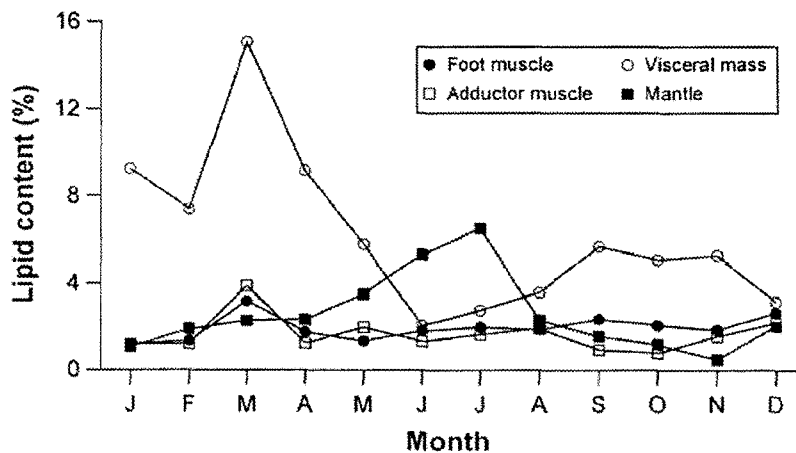


Fig. 6. Monthly changes in total lipid contents in the foot muscle, visceral mass, adductor muscle and mantle of *Solen grandis* from January to December, 2005.

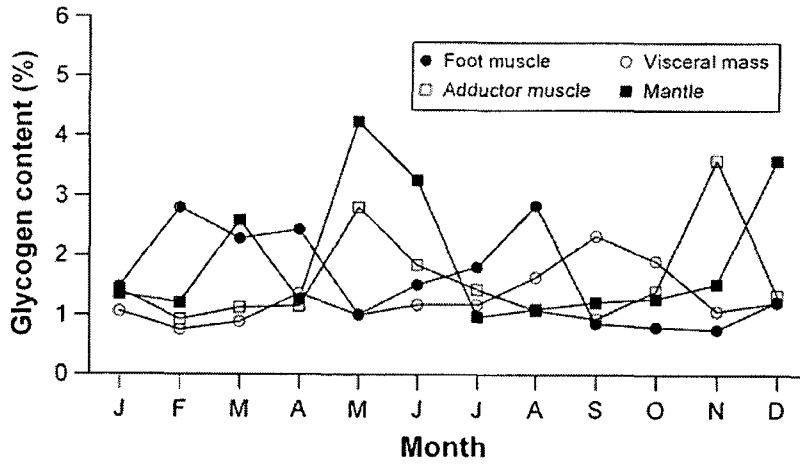


Fig. 7. Monthly changes in glycogen contents in the foot muscle, visceral mass, adductor muscle and mantle of *Solen grandis* from January to December, 2005.

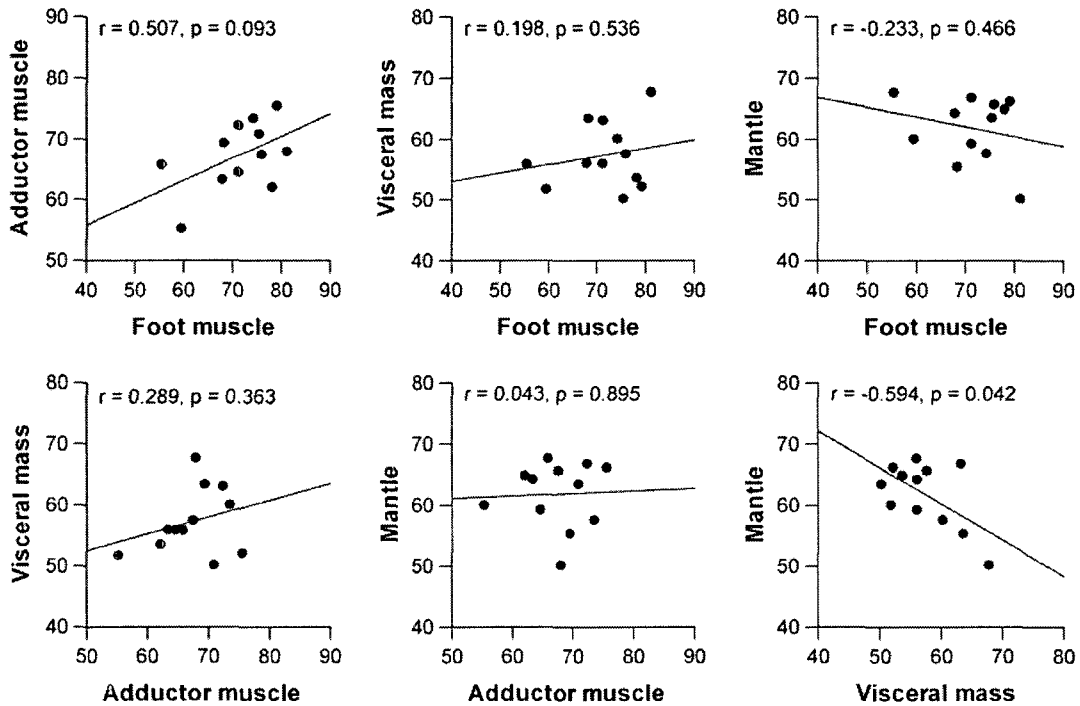


Fig. 8. Correlations of total protein content among the foot muscle, adductor muscle, visceral mass, and mantle of *Solen grandis*.

(Fig. 5). 족부근육의 경우, 단백질 함량은 초기 활성기인 1월에 78%로 비교적 높았다가 후기활성기에 감소하기 시작하여

완숙기인 4월에 최소값 55%를 나타내었고, 완숙기 및 부분산란기인 5-8월 사이에 다시 증가하여 8월에 최대값 81%를 나

타내었다. 그 후 퇴화 및 비활성기인 9-10월에는 다시 감소하였으나 초기 활성기인 12월부터 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 폐각근의 경우, 초기 활성기인 1월에 62%이었다가 후기 활성기인 2월에 74%로 증가하였고, 3월 이후 감소하기 시작하여 완숙기인 5월에 최소값 55%를 나타내었고, 부분산란기인 6-7월 사이에 다시 증가하여 최대값을 나타내었으며, 그 후 퇴화 및 비활성기인 8-10월에는 다시 감소하였다가 11월에 약간 증가한 후 12월에 다시 감소하였다.

내장낭의 경우, 후기활성기인 1-3월까지의 점차 증가하는 경향을 보이다가 완숙기 및 부분산란기인 4-7월 사이에는 서서히 감소하여 50-55% 범위의 낮은 값을 나타내었다. 이후 8월에 급격하게 증가하여 최대값 67%를 나타내었고, 그 후 퇴화 및 비활성기인 9-12월까지 다시 감소하여 낮은 값을 보였다. 외투막의 경우, 단백질 함량 변화는 내장낭의 경우와 반대되는 경향을 나타내었다. 즉, 후기활성기인 3월까지의 점차 감소하는 경향을 보이다가 완숙기 및 부분산란기인 4-7월 사이에는 60-67% 범위의 높은 값을 유지하였으나, 퇴화 및 비활성기인 8월에 다시 크게 감소하여 최소값 50%를 기록하였고, 9-12월 까지 서서히 증가하였다.

## 2) 총지질 함량

총지질 함량은 내장낭에서 가장 높은 값 (2-15%) 을 나타내었고, 그 다음은 외투막 (1-7%) 이었으며, 족부근육과 폐각근에서는 1-3%의 낮은 함량을 나타내어 유사한 경향을 보였다 (Fig. 6). 족부근육의 경우, 지질 함량은 초기 활성기인 1월에 1% 정도로 낮았으나 후기활성기인 3월에는 3% 이상으로 크게 증가한 후, 완숙기 및 부분산란기인 4-7월에는 2% 미만으로 낮은 값을 나타내었고, 퇴화 및 비활성기인 9-10월에도 낮은 값을 보이다가 12월에는 약간 증가하는 경향을 보였다. 폐각근의 경우는 1-2월에 2% 미만으로 낮았다가 후기활성기인 3월에 최대값 3.9%를 나타내었고, 완숙기 및 부분산란기인 4-7월에 2% 미만으로 감소하였다. 그 후 퇴화 및 비활성기인 9-10월부터 12월까지 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 내장낭의 경우, 초기 활성기인 1월에 9%의 비교적 높은 함량을 보이다가 후기활성기인 3월에 최대값 15%를 나타내었고, 완숙기 및 부분산란기인 4-7월에 급격히 감소하였는데 특히, 6월에 최소값 2%를 나타내었으며, 그 후 퇴화 및 비활성기인 9-12월에는 3-5%의 상대적으로 낮은 값을 보였다. 외투막의 경우는 족부근육, 폐각근, 내장낭의 지질함량 변화양상과 상이하게 나타났다. 즉, 초기 및 후기활성기인 3월까지의 1-2% 정

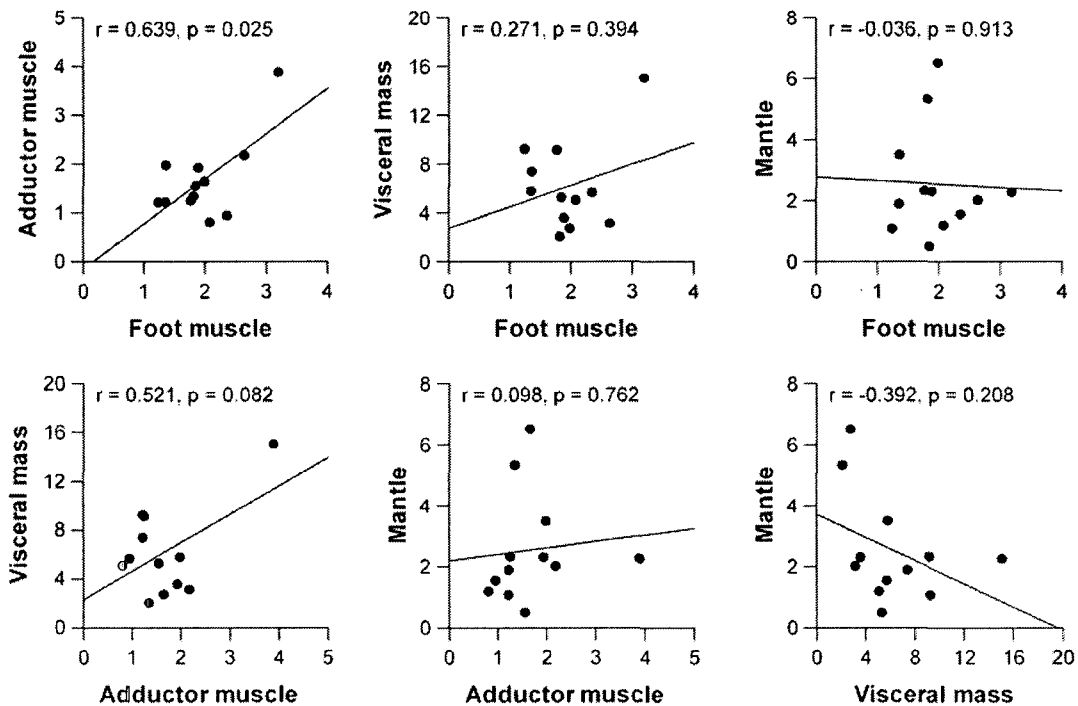


Fig. 9. Correlations of total lipid content among the foot muscle, adductor muscle, visceral mass, and mantle of *Solen grandis*.



도의 낮은 값을 유지하다가 완숙기 및 부분산란기인 4-7월까지 지속적으로 증가하여 7월에 최대값 6.5%를 나타내었다. 그 후 퇴화 및 비활성기인 8월부터 12월까지 2% 미만의 낮은 지질 함량을 나타내었다.

### 3) 글리코겐 함량

글리코겐 함량은 전반적으로 1-4% 범위 내에서 변화하였고, 조직들 사이의 함량 차이는 크게 나타나지 않았다 (Fig. 7). 족부근육의 경우, 글리코겐 함량은 초기 활성기인 1월에 1.5% 수준이었으나 후기활성기인 2월에 2.8%로 증가하였다. 그 후 완숙기인 3-5월 사이에는 1-2% 정도로 감소하였다. 완숙 및 부분산란기인 6-7월에는 증가하는 추세를 보인 다음 퇴화 및 비활성기인 8월에 최대값 2.8%를 나타내었고, 그 이후 9-12월까지 1% 내외의 낮은 값을 보였다. 폐각근의 경우, 글리코겐 함량은 초기 활성기인 1월에서 후기활성기인 3월까지 1% 내외의 수준을 유지하였고, 완숙기인 5월에 3% 정도로 증가하였다. 완숙기 및 부분산란기인 6-7월에는 지속적으로 감소하였고, 퇴화 및 비활성기인 9-10월에 약간의 증가를 보인 후 11월에 최대값 3.6%를 나타내었다. 내장낭의 경우, 초기 활성기부터 부분산란기인 1-7월까지 글리코겐 함량의 변화가 거의 없이

대략 1% 내외의 낮은 값을 유지하였다. 부분산란기 이후, 퇴화 및 비활성기인 8월부터 서서히 증가하기 시작하여 9월에 최대값 2.3%를 나타내었고, 10월부터 12월까지 계속 감소되어 낮은 값을 유지하였다. 외투막의 경우, 글리코겐 함량은 초기활성기인 1월에 낮은 값을 보였고, 후기활성기인 3월에 급격히 증가 (3%) 하는 경향을 보였으나, 4월에 다시 1%로 낮아진 후 완숙기인 5월에 최대값 4.2%를 나타내었다. 그 후 완숙기 및 부분산란기인 6월부터 감소되어 7월에는 최저값 1% 수준을 나타내었다. 퇴화 및 비활성기인 8-11월 사이에는 1% 정도의 낮은 값을 계속 유지하다가 12월에 다시 3% 이상으로 증가하는 경향을 보였다.

### 4) 상관분석 결과

단백질, 지질, 글리코겐 함량의 변화가 대맛조개의 각 부위간에서 서로 상관관계가 있는지 알아보기 위하여 Pearson의 상관계수를 계산한 결과를 Table 1에 나타내었다. 단백질함량의 경우, Fig. 8에 나타난바와 같이, 족부근육과 폐각근, 족부근육과 내장낭, 폐각근과 내장낭, 폐각근과 외투막 사이에서는 양의 상관관계가 나타났고 반면, 족부근육과 외투막, 내장낭과 외투막 사이에서는 음의 상관관계가 나타났다. 특히, 내장낭과

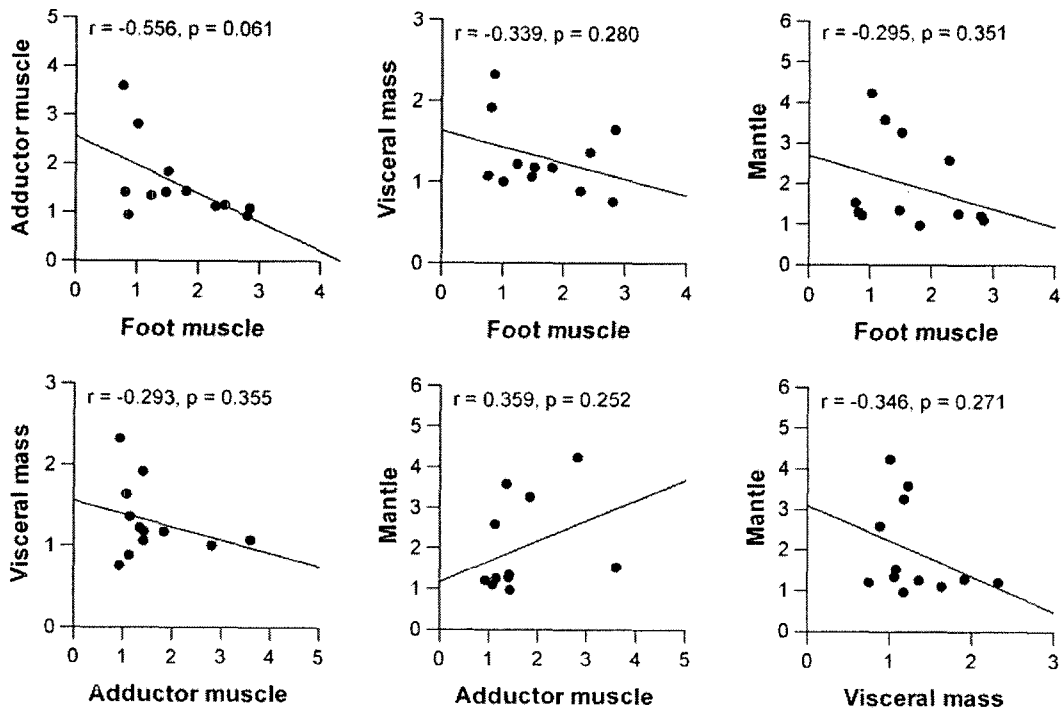


Fig. 10. Correlations of glycogen content among the foot muscle, adductor muscle, visceral mass, and mantle of *Solen grandis*.

**Table 1.** Pearson's correlation coefficients for protein, lipid, and glycogen contents among foot muscle, adductor muscle, visceral mass, and mantle of *Solen grandis*. Value in parentheses is statistical significance (p value).

Variables	Protein	Lipid	Glycogen
Foot muscle vs. Adductor muscle	0.507 (0.093)	0.639 (0.025)*	-0.556 (0.061)
Foot muscle vs. Visceral mass	0.198 (0.536)	0.271 (0.394)	-0.339 (0.280)
Foot muscle vs. Mantle	-0.233 (0.466)	-0.036 (0.913)	-0.295 (0.351)
Adductor muscle vs. Visceral mass	0.289 (0.363)	0.521 (0.082)	-0.293 (0.355)
Adductor muscle vs. Mantle	0.043 (0.895)	0.098 (0.762)	0.359 (0.252)
Visceral mass vs. Mantle	-0.594 (0.042)*	-0.392 (0.208)	-0.346 (0.271)

\* p < 0.05

외투막 사이에서는 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 나타났다 ( $r = -0.594, p = 0.042$ ). 지질함량의 경우도 단백질과 마찬가지로 족부근육과 폐각근, 족부근육과 내장낭, 폐각근과 내장낭, 폐각근과 외투막 사이에서는 양의 상관관계를 나타내었으나 반면, 족부근육과 외투막, 내장낭과 외투막 사이에서는 음의 상관관계를 보였다 (Fig. 9). 특히, 족부근육과 폐각근 사이에서는 유의한 양의 상관관계를 보였다 ( $r = 0.639, p = 0.025$ ). 글리코겐 함량의 경우, 폐각근과 외투막 사이에서는 양의 상관관계를 나타내었으나 반면, 족부근육과 폐각근, 족부근육과 내장낭, 족부근육과 외투막, 폐각근과 내장낭, 내장낭과 외투막 사이의 상관관계는 음의 상관관계를 보였다 (Fig. 10). 그 중 족부근육과 폐각근 사이에서의 상관계수 값 (양의 상관관계) 이 비교적 높게 나타났다 ( $r = -0.556, p = 0.061$ ). 그러나, 모든 경우에서 통계적으로 유의한 수준은 아니었다.

## 고 찰

연체동물의 생식소 발달과 성숙은 수온, 먹이 이용 그리고 일장 등과 같은 환경 조건인 외생적 요인과 생체내의 신경 및 호르몬과 같은 내생적 요인들에 의해 영향을 받는다고 여러 연구자들 (Blake and Sastry, 1979; Sastry, 1979; Simpson, 1982; Chung *et al.*, 2000, 2002, 2003) 이 보고하였다. 대부분의 패류는 특정 계절에 산란기를 가지며, 생식주기는 상기한 외적 요인과 내적 요인에 의해 성립되며, 두 가지 요인들에 의해 지배를 받고 있다 (Chung *et al.*, 1991, 2000, 2002, 2005). 해산 연체동물의 생식주기의 연구는 연령사정 및 가입 시기 등의 개체군 역학 연구뿐만 아니라 생물지질학의 이해에 필수적이다. 생식주기는 생식소의 발달, 산란, 생식소의 퇴화에 이르는 전 과정이다. 이때패류의 생식주기는 위도 구배에 따라 산란 시기와 생식세포 발달의 종내 변이가 일어나는데, 이들 현상은 환경조건의 변화와 관련 되어 있는 것으로 보고되어 있다 (Chung *et al.*, 2004a, 2005). 이때패류에서 생식소 내 배우자 형성은 생식소 발달 관련 기관들의 생화학적 체성분 (단

백질, 지질, 글리코겐) 의 함량 변화와 밀접한 관련을 갖는 것으로 보고되어 있다 (Barber and Blake, 1981; Baber *et al.*, 1988; Chung *et al.*, 2003, 2004a, b).

본 조사에서 대맛조개의 족부근육과 외투막사이의 총단백질 함량의 월별 변화는 음 (-) 의 상관관계를 나타내었으나 통계적으로는 유의한 수준을 보이지 않았다. 그러나 내장낭과 외투막 사이의 총단백질 함량의 월별 변화는 음 (-) 의 상관관계를 보였으며, 통계적으로 유의한 수준 ( $r = -0.954, p = 0.042$ ) 을 나타내었다. 외투막 조직내의 총단백질 함량 (%) 변화 양상을 분석하여 보면, 외투막 내의 총단백질 성분은 후기활성기인 2월과 완숙기인 3월과 5월에 단백질 함량이 감소되었으나 이 시기에 내장낭 내의 단백질 함량은 반대로 증가되고 있어, 외투막 조직 내 단백질 성분이 내장낭 내로 들어와 양적 증가가 일어나는 것으로 예측되며, 이들 성분이 생식소의 발달과 성숙에 관여하는 것으로 추정된다. 이러한 현상은 가리맛조개의 외투막과 내장낭 사이에서도 유사한 경향을 보이는 것으로 보고되어 있다 (Chung *et al.*, 2005). 그리고 산란이 끝난 후, 퇴화 및 비활성기인 8월에는 외투막 내에서 단백질 함량이 감소되었으나 족부근육과 내장낭 내에서는 단백질 함량이 증가되고 있어 외투막에서 족부근육과 내장낭으로 단백질 성분이 들어와 양적 증가가 일어나는 것으로 예측되며, 이들 성분이 장차 생식소의 성장 발달을 위해 내장낭으로 이동하는 것으로 추정된다.

족부근육과 외투막 사이 그리고 내장낭과 외투막 사이의 총지질 함량에 관한 월별 변화관계는 음 (-) 상관관계를 나타내었다. 통계적으로는 유의한 수준을 보이지는 않았지만, 외투막내 총지질 함량 (%) 변화 양상을 분석하여 보면, 초기활성기와 후기활성기인 1-3월까지 외투막 내의 지질함량은 비교적 낮았다. 그러나 이 시기에 내장낭 내 지질함량은 오히려 높은 값을 나타내었다. 또한 산란 후 퇴화 및 비활성기인 8-11월까지 점차 감소되어 외투막 내의 지질함량이 낮은 값을 보일 때, 내장낭 내 지질함량이 오히려 증가되고 있어 외투막 내 지질성분이 내

장낭 내로 들어와 양적증가가 일어나는 것으로 예측되며, 이들 성분이 생식소의 에너지 요구에 반응하여 변하는 것으로 추정된다. 이러한 외투막과 내장낭 사이의 지질함량 변화양상은 가리맛조개에서도 유사한 경향을 보이는 것으로 보고되어 있다 (Chung *et al.*, 2005).

대맛조개의 족부근육과 폐각근, 족부근육과 내장낭, 족부근육과 외투막, 폐각근과 내장낭, 내장낭과 외투막사이의 글리코겐 함량의 변화는 음 (-) 의 상관관계를 나타내었다. 통계적으로 유의한 수준은 아니었으나 특히, 외투막과 족부근육 사이의 글리코겐을 보면 후기활성기인 2월과 완숙기인 4월에는 외투막 내의 글리코겐 함량이 아주 낮았으나 내장낭 내의 글리코겐 함량은 오히려 증가되어 높은 값을 나타내었다. 또한 산란 후, 퇴화 및 비활성기인 7-8월에도 아주 낮은 값을 나타내었으나, 이 시기에 내장낭 내의 글리코겐 함량은 오히려 증가하는 경향을 보여, 외투막 조직 내의 글리코겐 성분이 내장낭 내로 들어와 양적 증가가 일어나는 것으로 예측되며, 차 후 생식소의 에너지 요구에 반응하여 이들 성분이 변화하는 것으로 추정된다. 이러한 외투막과 내장낭 사이의 글리코겐 함량 변화 양상은 가리맛조개에서도 유사한 경향을 보이는 것으로 보고되어 있다 (Chung *et al.*, 2005).

### 요 약

2005년 1월부터 12월까지 서해안 김제군 심포 앞바다에서 채집된 대맛조개, *Solen grandis*를 대상으로 생식소 발달 단계에 따른 생식주기를 조직학적 관찰에 의해 조사하였고, 폐각근, 내장낭, 족부근육, 외투막의 생화학적 함량 변화를 생화학적 분석에 의해 조사하였다. 본 종의 생식주기는 초기 활성기 (12-1월), 후기 활성기 (1-3월), 완숙기 (3-7월), 부분산란기 (6-7월), 퇴화 및 비활성기(7-12월) 의 연속적인 5단계로 구분되었다. 총단백질 함량은 족부근육에서 가장 높았으며, 족부근육 내의 총단백질 함량은 1월 (초기활성기) 에 높았고, 4월 (완숙기) 에 최소값을 나타내었으며, 8월 (부분산란기) 에 가장 높았다. 내장낭 내의 총단백질 함량은 2월 (후기활성기) 에 증가되기 시작하여 3월 (완숙기) 에 최대를 이룬 후, 6월과 7월 (부분산란기) 에 점진적으로 감소되었다. 내장낭과 외투막 사이의 총단백질 함량에는 강한 음 (-) 의 상관관계를 나타내었다 ( $r = -0.594$ ,  $p = 0.042$ ). 그러나 폐각근과 족부근육 사이에는 양 (+) 의 상관관계를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다 ( $r = 0.507$ ,  $p = 0.093$ ). 총지질 함량은 내장낭에서 가장 높았다: 폐각근, 족부근육, 외투막 내 총지질 함량보다 2-5배 더 많았다. 총지질 함량의 월별 변화는 내장낭 내에서 가장 크게 변하였는데, 1월과 2월 사이에 비교적 높았고, 3월 (완숙기) 에 최대에 이룬 다음, 4-7월 (완숙기 및 부분산란기) 에 급격하게 감소되었으며, 9-12월 (퇴화 및 비활성기) 에 점진적으로

다시 증가되었다. 족부근육과 폐각근 사이의 총지질 함량 변화는 강한 양 (+) 의 상관관계를 나타내었다 ( $r = 0.639$ ,  $p = 0.025$ ). 비록 내장낭과 외투막 사이의 총지질 함량 변화가 음 (-) 의 상관관계를 보였어도 ( $r = -0.392$ ), 통계적으로 유의하지 않았다 ( $p = 0.208$ ). 글리코겐 함량 변화는 비교적 좁은 범위 내에서 변화였으며, 다른 조직들 간에도 유사하였다. 다른 조직들 내의 글리코겐 함량 변화는 통계적으로 유의하지 않았다.

### 감사의 말씀

이 논문은 군산대학교 수산과학연구소 학술연구 지원기금 (2006년도) 의 일부에 의해 연구된 것입니다. 본 논문의 생화학적 분석실험에 도움을 준 군산대학교 해양응용공학부 식품공학 분석실원 모두에게 감사를 드립니다. 그리고 본 논문의 원고정리에 도움을 준 군산대학교 대학원 김은종 군과 해양생명과학부 박영환 군에게 감사드립니다.

### REFERENCES

Barber, B.J. and Blake, N.J. (1981) Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal of Experiment Marine Biological Ecology*, **52**: 121-134.

Barber, B.J., Getchell, R., Shumway, S. and Shick, D. (1988). Reduced fecundity, in a deep-water population of the giant scallop, *Placopecten magollanicus*, in the Gulf of Maine, U.S.A. *Marine Ecology Progress Series*, **42**: 207-212.

Blake N.J. and Sastry, A.N. (1979) Neurosecretory regulation of oogenesis in the bay scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck). In: *Cyclic Phenomena in Marine Plants and Animals*. (ed. by Naylor, E. and Hartnoll, R.G.) pp. 181-190. Pergamon Press, New York.

Chung, E.Y., Kim, H.B. and Lee, T.Y. (1986) Annual reproductive cycle of the jack rife clams, *Solen strictus* and *Solen gordonis*. *Bulletin of the Korean Fisheries Society*, **15**(3): 563-574. [in Korean]

Chung, E.Y. and Ryou, D.K. (2000) Gametogenesis and sexual maturation of the surf clam *Mactra veneriformis* on the west coast of Korea. *Malacologia*, **42**(1-2): 149-163.

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 Malacology*, **3**: 125-136.

Chung, E.Y., Kim, S.Y., Park, K.H. and Park, G.M. (2002) Sexual maturation, spawning, and deposition of the egg capsules of the female purple shell, *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae). *Malacologia*, **44**(2): 241-257.

Chung, E.Y., Kim, J.B., Moon, J.H. and Hur, S.B. (2003) Changes in biochemical composition of the adductor

Changes in Biochemical Components of Several Tissues in *Solen grandis*

- muscle and visceral mass tissues of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, in relation to gonad developmental phases. *Korean Journal of Malacology*, 17(1): 41-51. [in Korean]
- Chung, E.Y., Park, K.H., Kim, J.B. and Lee, C.H. (2004a) Seasonal changes in biochemical components of the adductor muscle and visceral mass tissues in the female *Cyrcina sinensis*, in relation to gonad developmental phases. *Korean Journal of Malacology*, 20(1): 85-92. [in Korean]
- Chung, E.Y., Kim, J.B., Kwak, O.Y. and Lee, C.H. (2004b) Seasonal changes in biochemical component of the adductor muscle, visceral mass and foot muscle of *Corbicula japonica*, in relation to gonad developmental phases. *Korean Journal of Malacology*, 20(2): 111-120. [in Korean]
- Chung, E.Y., Koo, J.G., Park, K.Y. and Lee, C.H. (2005) Seasonal changes in biochemical components of the adductor muscle, digestive diverticula and the ovary in *Chlamys farreri* in relation to the ovarian developmental phase. *Korean Journal of Malacology*, 21(1): 71-80. [in Korean]
- Kwon, O.K., Park, G.M. and Lee, J.S. (1993) Coloured Shells of Korea. 288 pp. Academy Publish Co., Seoul. [in Korean]
- Sastry, A.N. (1979) Pelecypoda (excluding Ostreidae). In: Reproduction of Marine Invertebrates, Vol. V. Molluscs: Pelecypods and lesser Classes, (ed. by Giese, A.C. and Pearse, J.S.) pp. 113-292. Academic Press, New York.
- Simpson, R.D. (1982) Reproduction and lipids in the subantarctic limpet *Nacella (Patinigera) macquensis* Finlay, 1927. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 56: 33-48.
- Yoo, J.S. (1976) Korean Shells in Colour. pp. 129-130. Ilgisa, [in Korean]
- 吉田裕 (1939) マテガイの浮遊仔貝並に 稚貝に?て. *Venus*, 9(3,4): 145-149.
- 吉田裕 (1953) 浅海産 有用二枚貝の稚仔の研究. 水産大學校研究報告, 3(1): 67-79.
- 河原辰夫 (1970) マテガイの生活史ね?つて. 科學朝日, 30(2): 7-9, 122-123.
- 河原辰夫, 加藤信治郎 (1971) 津市治岸におけるマテガイの生殖週期. 水産増殖, 19(1): 32-42.