

## 비단가리비, *Chlamys farreri*의 난소 발달단계에 따른 폐각근, 난소 및 소화맹낭의 생화학적 성분의 계절적 변화

정의영, 구재근<sup>1</sup>, 박기열<sup>2</sup>, 이창훈<sup>3</sup>

군산대학교 해양생명과학부, <sup>1</sup>군산대학교 해양응용공학부, <sup>2</sup>국립수산과학원 패류연구센터,  
<sup>3</sup>한국해양연구원 남해연구소

### Seasonal Changes in Biochemical Components of the Adductor Muscle, Digestive Diverticula and the Ovary in *Chlamys farreri* in Relation to the Ovarian Developmental Phases

Ee-Yung Chung, Jae-Geun Koo<sup>1</sup>, Ki-Yeol Park<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 Marine Applied Technology, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

<sup>2</sup>Shellfish Research Center, National Fisheries and Development Institute, Sangju, 668-821, Korea

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

#### ABSTRACT

We investigated the reproductive cycle with ovarian development of *Chlamys farreri* by histological observations, and seasonal changes in biochemical components of the adductor muscle, digestive diverticula and ovary were studied by biochemical analysis. The reproductive cycle of this species can be classified into five successive stages: early active stage (January to March), late active stage (March to April), ripe stage (April to August), partially spawned stage (June to August) and spent/inactive stage (August to January).

According to ANOVA test, there were significant differences ( $p < 0.05$ ) in total protein, total lipid and glycogen contents among months for all of the adductor muscle, digestive diverticula and ovary.

Total protein contents in ovary and digestive diverticula showed significant changes (ANOVA,  $p < 0.05$ ) during the study period, while that in the adductor muscle did not. Total protein content was highest in the adductor muscle, followed by ovary, and

lowest in digestive diverticula. There was no correlation in total protein content between the adductor muscle and digestive diverticula ( $p = 0.220$ ). But strong positive correlation was found between adductor muscle and ovary ( $r = 0.450$ ,  $p = 0.013$ ). ANOVA showed that there were significant differences in total lipid and glycogen contents among months for all of the adductor muscle, ovary, and digestive diverticula ( $p < 0.05$ ). The monthly changes in total lipid content were highly variable in ovary and digestive gland. High contents of total lipid were found during April and May-June in ovary, while March and June-July in digestive diverticula. There was a strong negative correlation in total lipid content between ovary and digestive diverticula ( $r = -0.397$ ,  $p = 0.030$ ). Unlike total protein or total lipid, glycogen content in the adductor muscle was most dynamic. It showed more than 36-fold changes in the adductor muscle (at most 3-fold change in ovary) during the study period. Glycogen content was higher during May-July in the adductor muscle, while it was higher in March and August in digestive diverticula. There was a strong negative correlation in glycogen content between the adductor muscle and digestive diverticula ( $r = -0.584$ ,  $p = 0.001$ ).

**Keywords:** Ovarian developmental phases, *Chlamys farreri*, Biochemical components.

Received December 2, 2004; Accepted May 28, 2005

Corresponding author: Chung, Ee-Yung

Tel: (82) 63-469-4592 e-mail: eychung@ks.kunsan.ac.kr  
1225-3480/21110

© The Malacological Society of Korea

## 서론

비단가리비, *Chlamys farreri*는 연체동물 문, 부족 강, 가리비 과에 속하는 식용 이매패로서 한국, 중국, 일본의 연안에 분포하는데 (Kwon *et al.*, 1993), 특히 우리나라에서는 서남해역의 사니질에 서식한다 (Yoo, 1976).

최근 무분별한 남획으로 자원량이 날로 격감되어 자원증식 및 자원관리가 요구되고 있으며, 양식기술개발이 요구되고 있는 수산업상 중요한 생물자원이다. 지금까지 비단가리비에 관한 연구로는 외국에서 생식주기 (Liao *et al.*, 1983; Yakovlev *et al.*, 1995), 유생성장 (Li *et al.*, 1989; Kuang *et al.*, 1997), 양성시험 (Sun *et al.*, 1996, 1997; Yang *et al.*, 1999a), 3배체 생산 (Yang *et al.*, 1999b) 등이 있으며, 국내에서는 자원조사 (조 등, 1996), 성장과 산란 (Kang and Zhang, 2000), 유생발생 (허, 1994), 인공종묘생산 (Na *et al.*, 1995) 자연채묘 및 양식시험 (노 등, 1997) 등이 보고되어 있다. 그러나 비단가리비의 생식소 발달관련 기관인 폐각근, 소화맹낭의 생화학적 성분의 저장과 이동에 관한 연구보고는 찾아보기 어렵다.

본 종의 자원증식 및 증양식을 위한 생식생물학적 기초연구인 생식기구를 연구하기 위해서는 무엇보다 생식소 발달과 관련된 영양공급 기관인 폐각근 조직과 소화맹낭으로 부터 난소로 영양물질이 이동하게 되어 관련 기관 조직 내 생화학적 성

분 함량의 변화가 있게 되어, 이들 유기체의 상호관계를 연구할 필요가 있으나 본 종을 대상으로 이들 변화에 관한 연구는 찾아보기 어렵다. 이매패류의 생식소에 인접하여 위치하는 폐각근과 소화맹낭은 영양물질 저장기관으로서 생식세포 발달을 위해 필요한 영양성분을 생식소에 공급하는 것으로 보고되어 있다 (Mori, 1975; Robinson, 1981; Barber and Black, 1981). 최근 Barber (1984) 가 해만가리비 (*Argopecten irradians*) 의 생식소에 영양물질을 공급하는 소화맹낭과 폐각근 조직 내의 단백질, 글리코겐, 지방산 등의 영양성분들의 이동 및 전환관계를 방사성 동위원소로 추적하여 이들 영양기관이 생식소 발달에 직접 관여하고 있음을 밝힘으로서, 앞으로는 이매패류의 생식기구를 밝히기 위해서는 우선 생식소 발달 관련 기관들의 영양물질 저장 및 공급에 관한 연구가 선행되어야 될 것으로 지적되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 비단가리비의 생식기구 연구의 일환으로서 생식소 발달 단계에 따른 생식주기를 정확하게 밝힌 후, 생식소 발달 단계에 따른 폐각근과 소화맹낭 부위의 생화학적 성분 변화의 상관관계를 밝혀 영양물질의 이동 변화를 예측하고자 조사하였다.

## 재료 및 방법

본 실험에 사용한 비단가리비는 1998년 1월부터 12월까지 1년간에 걸쳐 전라남도 대흑산도 연안 (Fig. 1) 에서 형망으로 채집하였다. 채집된 재료 중 각장 20.0-35.0 mm 크기의 개체를 무작위로 매일 40-50 개체씩 사용하여 생식주기를 조직학적으로 조사하였고, 생화학적 성분 함량 분석을 위해 매일 250-300 개체씩 채집하여 사용하였다.

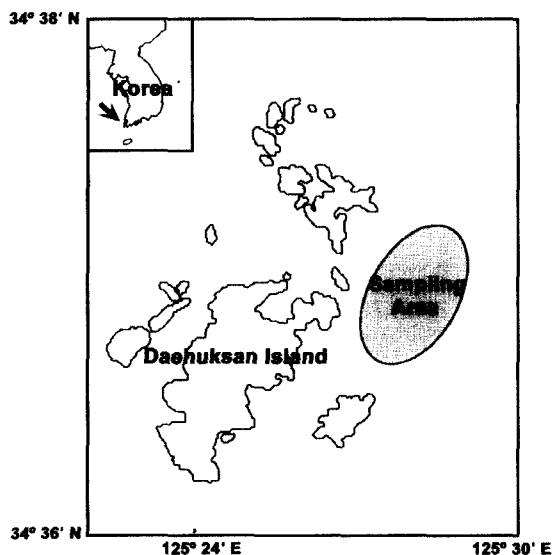


Fig. 1. Map showing the sampling area.

### 1. 생식소 발달단계에 따른 생식주기의 조직학적 조사

#### 1) 조직학적 표본제작

내장낭에서 족부까지 분포하는 생식소 부위를 적출하여 Bouin용액에 24시간 고정하였다. 고정된 생식소 부위는 일반적인 paraffin 절편법에 의해 5-7  $\mu$ m로 연속절편을 만들었으며, 염색은 Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin을 비교 염색하였고, 조직의 세구분을 위하여 Mallory triple 염색을 병행하였다.

#### 2) 생식소 발달단계의 기준

난소 및 정소의 발달 과정과 이들의 주기적 변화를 조직학적으로 조사한 결과 Chung and Ryou (2000) 의 분류 방법을 따라 생식주기를 초기활성기 (early active stage), 후기활성기 (late active stage), 완숙기 (ripe stage), 부분산란기 (partially spawned stage), 퇴화 및 비활성기 (spent/inactive) 등의 연속적인 5 단계로 구분하였다.

**2. 생식소발달단계에 따른 생화학적 성분 변화 조사**

**1) 생화학적 성분분석**

실험에 사용한 비단가리비는 1998년 1월부터 10월까지 전라남도 대흑산도 연안에서 형망으로 어획한 것을 사용하였다. 비단가리비의 일반성분 분석은 AOAC법에 의하여 수분함량은 105°C 상압건조법으로 측정하였고, 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhelt 추출법으로 측정하였다. 부위별로 떼어낸 시료를 균질화하여 일정량을 취한 후 30% KOH 용액을 가하고, 수조에서 100°C에서 2시간 교반하였다. 그리고 냉각수 3 배 양의 알코올을 가하여 교반한 후 4°C 상태에서 하룻밤 방치하여 glycogen을 침전시켰다. 침전된 glycogen을 원심분리 (500 g × 10 min) 하여 침전물을 1 N 황산용액 6 ml를 가하여 용해시킨 후 원심분리하여 상층액을 가지고 anthrone 황산법으로 측정하였다.

측정된 모든 자료는 dry base로 환산하여 나타내었다.

**2) 결과의 통계처리**

폐각근, 생식소, 소화맹낭 내 총단백질 함량, 총지질 함량 및 글리코겐 함량의 월 변화가 통계적으로 차이가 있는 지 여부를 알아보기 위하여 분산분석 (analysis of variance; ANOVA) 을 실시하였고, 월별 평균값의 다중비교 (multiple comparison) 를 위하여 Tukey test를 실시하였다. 그리고, 폐각근, 생식소, 소화맹낭 내 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.

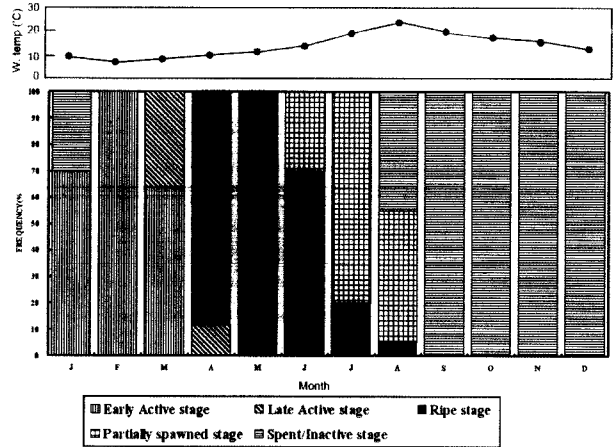
**결 과**

**1. 생식주기**

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

**초기활성기:** 생식소 소낭의 면적이 적으며 생식상피 내에 난원세포가 증식되어 있고 소낭벽을 따라 난모세포가 난황을 축적하여 성장하는 것을 볼 수 있다. 분열증식이 시작되는 1월에 출현하는 난원세포의 크기는 10 μm 전후이며, 3월에는 대략 20-40 μm로 성장하였다. 성장을 시작하는 난모세포에서는 핵과 인이 선명하게 관찰되었고, 난황이 축적되지 않아 핵이 차지하는 비율이 높았다 (Fig. 3A). 초기활성기의 개체는 1-3월 사이에 나타났다.

**후기활성기:** 상피세포벽은 초기활성기에 비해 얇아져 있으며,



**Fig. 2.** Frequency of the gonadal developmental phases of *Chlamys farferi* and the mean seawater temperature from January through December, 1998.

난소소낭의 벽에서 분열 증식하던 난원세포들이 세포질을 많이 축적하면서 난모세포로 성장하는 시기이다. 난모세포들은 점차 성장을 하고, 난병으로 연결되어 내강으로 배열이 시작되었으나 난소소낭 내강에는 빈 공간이 존재하였다. 난모세포의 크기는 40-60 μm로 성장을 하였다 (Fig. 3B). 후기활성기 개체들은 3-4월 사이에 출현하였다.

**완숙기:** 난소소낭의 벽에는 극히 소수의 난원세포와 성장 중인 난모세포도 볼 수 있지만, 대부분의 난모세포들은 난병을 소실하고, 완숙난들로 가득 차게 되는 시기이다. 이 시기는 4-8월 경으로 난모세포의 크기는 대략 68-70 μm로 성장하여 최대로 비후되었다 (Fig. 3C, 3D). 완숙기 개체들은 4-8월 사이에 나타났다.

**부분산란기:** 난소소낭과 정소소낭에 충만 되어 있던 완숙란과 변태를 완료한 정자들이 산란 및 방정되는 시기이다. 이 시기의 난소소낭에는 미방출란, 난원세포 및 성장 중인 난모세포도 일부 존재한다 (Fig. 3E). 부분산란기 개체들은 6-8월 사이에 출현하였다.

**퇴화 및 비활성기:** 미방출 난모세포와 정자들은 퇴화되어 흡수되고 소낭의 내강이 결합조직으로 채워지게 되는데 생식소낭은 크게 위축이 되어 있으며, 새로이 형성된 소수의 난원세포들은 난소소낭 벽에 출현하였다 (Fig. 3F). 퇴화 및 비활성기 개체들은 8-1월 사이에 나타났다.

**2. 생화학적 성분 분석**

**(1) 총단백질 함량**

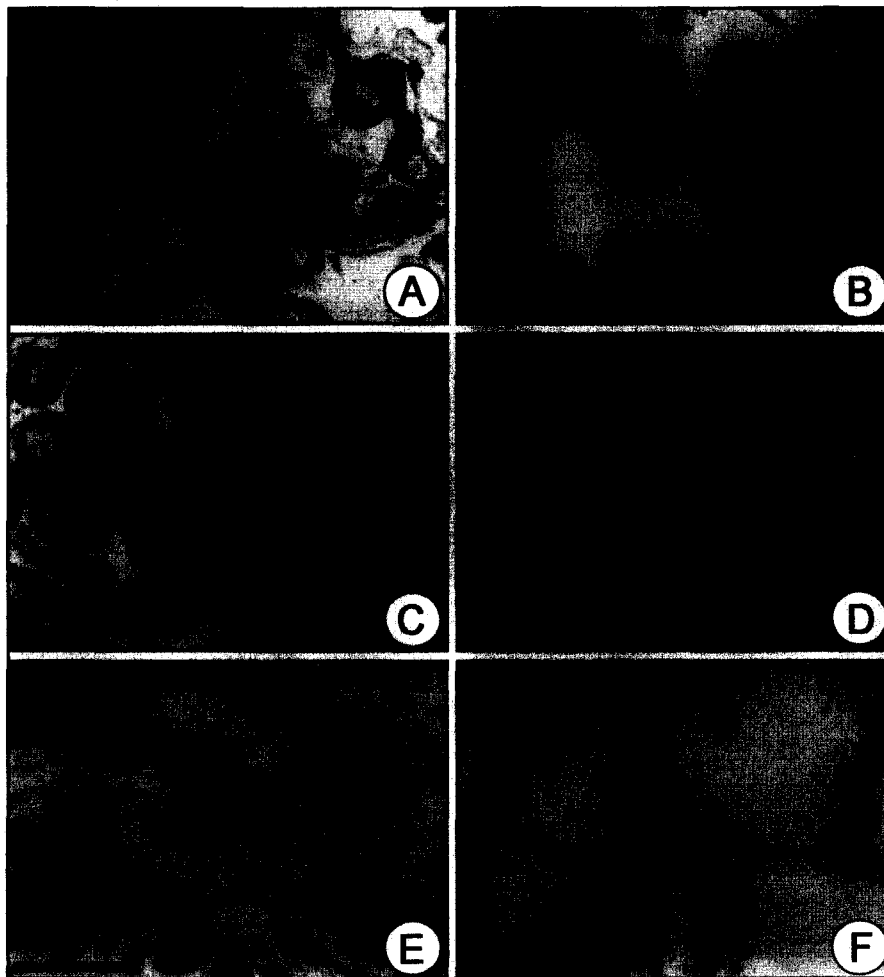
총단백질 함량은 폐각근에서 65-80%로 가장 높았고, 다음

으로 생식소 (48-71%), 소화맹낭 (40-60%) 의 순이었다 (Fig. 4). 분산분석 결과 총단백질 함량의 월 변화는 폐각근에서는 통계적 유의성이 없었고 ( $F = 2.07, p = 0.084$ ), 생식소 ( $F = 15.21, p < 0.001$ ) 와 소화맹낭 ( $F = 26.18, p < 0.001$ ) 의 경우는 통계적 유의성이 나타났다.

폐각근의 경우, 총단백질 함량은 68-76%의 좁은 범위에서 소폭으로 변동하였다. 폐각근의 단백질 함량의 생식주기에 따른 변화는 초기활성기인 1월에서 2월로 되면서 일시 증가한

후 후기활성기인 3월에 감소되었다. 그 후 후기활성기인 4월부터 서서히 증가하여 완숙기인 5월에 최고값 (77%) 을 이룬 후 부분산란기인 6월부터 7월까지 점진적으로 감소되었으나 산란기가 끝나는 퇴화 및 비활성기인 8-10월까지 75% 이상으로 다시 증가하는 경향을 보였다.

생식소의 총단백질 함량은 초기활성기인 1, 2월에 66-68% 정도로 높은 값을 나타낸 후 후기활성기인 58%로 감소하였다. 완숙기인 5월에는 다시 67%로 급격한 증가를 보인 후 부분산



**Fig. 3.** Photomicrographs of ovarian phases of the female venus clam, *Chlamys farreri* (A-F). **A:** Section of oogenic follicles in the early active stage. Note oogonia and early developing oocytes attaching to follicular walls (germinal epithelium); **B:** section of follicles in the late active stage. Note a number of developing oocytes in the lumen of the follicle; **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 oocytes in the lumen of the follicle after spawning; **F:** section of the follicles in the spent/inactive stage. Note newly formed oogonia on follicles walls and the connective tissues in the follicles after degeneration of the follicles. Scale bars = 50  $\mu$ m.

란기인 6월부터 7월까지 다시 감소하여 최소값을 나타내었다. 그 후 산란이 종료되는 8월부터는 다시 증가하여 퇴화 및 비활성기인 9, 10월에는 이후에는 60% 이상의 값을 유지하였다. Tukey test에 의한 다중비교 결과, 생식소에서의 총단백질 함량은 1-3월 ( $p = 0.171$ ), 6, 7월 ( $p = 0.062$ ), 9, 10월 ( $p = 0.171$ ) 사이에 통계적 차이가 없는 것으로 나타났다.

소화맹낭의 총단백질 함량은 초기활성기인 1월에서 2월이 되면서 47%에서 41%로 약간 감소하였다가 후기활성기인 3, 4월에 54-55%로 급격히 증가하였고, 완숙 및 부분산란기인 5-7월 동안 다시 감소하였으며, 퇴화 및 비활성기인 8월 이후 계속 증가하여 10월에 58%로 최대값을 나타내었다. 소화맹낭 내의 총단백질 함량은 1, 2월 ( $p = 0.058$ ), 3, 4월 ( $p = 0.353$ ), 4, 5월 ( $p = 0.051$ ), 6, 7월 ( $p = 0.058$ ), 8, 9월 ( $p = 0.353$ ), 9, 10월 ( $p = 0.426$ ) 사이의 유의한 차이가 없었다.

**(2) 총지질 함량**

총지질 함량은 생식소 (3.4-9.2%) 와 소화맹낭 (3.5-12.9%) 에서 유사하였고, 폐각근의 경우는 이보다 낮았다 (2.5-4.4%). 월별 변화는 생식소와 소화맹낭에서 비교적 심한 반면 폐각근에서는 심하지 않았다 (Fig. 5). 분산분석 결과 총지질 함량의 월 변화는 폐각근 ( $F = 33.99, p < 0.001$ ), 생식소 ( $F = 35.29, p < 0.001$ ), 소화맹낭 ( $F = 74.15, p < 0.001$ ) 모두에서 통계적 유의성이 나타났다.

폐각근의 총지질 함량은 초기활성기인 1-3월에 2.4-2.6%의 낮은 값을 보였고, 후기활성기 및 완숙기인 4, 5월과 부분산란기인 7, 8월 그리고 퇴화 및 비활성기인 10월에 3.5% 이상으로 불규칙하게 소폭 증가하였다. 다중비교 결과, 폐각근 내 총지질 함량은 1-3월 ( $p = 0.054$ ), 4-6월 ( $p = 0.127$ ), 7, 8월 ( $p = 0.085$ ) 사이에서는 통계적 차이가 없는 것으로 나타났다.

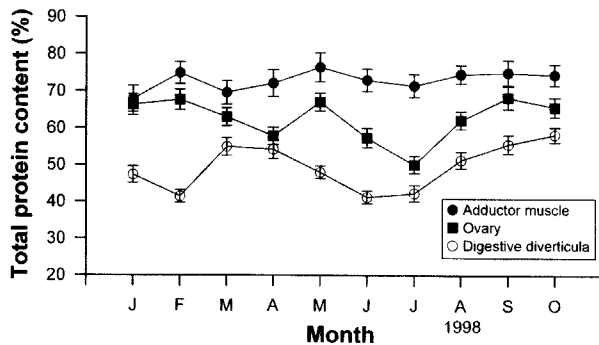


Fig. 4. Monthly changes in total protein content in the adductor muscle, ovary and digestive diverticula of *Chlamys farreri* from January to October, 1998.

생식소의 총지질 함량은 초기활성기인 1, 2월에는 5.1-6.1% 정도이었고 후기활성기인 3월에는 3.4%로 최소값을 기록하였다. 완숙기인 4, 5월에는 8.0-8.6%의 높은 값을 나타내었다가 6월에 5.1%로 다시 감소하였고, 완숙기인 7월에는 9.2%로 최대값을 나타낸 후, 퇴화 및 비활성기인 8-10월에 5.6%까지 감소하였다. 생식소에서의 총지질 함량은 1, 2월 ( $p = 0.083$ ), 4, 5월 ( $p = 0.181$ ), 8-10월 ( $p = 0.083$ ) 사이에서는 통계적 차이가 없었다.

소화맹낭의 총지질 함량은 초기활성기인 1-2월 동안 7.1%에서 4.2%로 감소하였다. 그 후 후기활성기인 3월에는 크게 증가하여 최대값 (12.9%) 을 나타내었다. 이 후 급격히 감소하여 완숙기인 5월에는 3.5%로 최소값을 기록하였다. 그 후 부분산란기인 6, 7월에는 7.1-7.3%를 유지하였고, 퇴화 및 비활성기인 8, 9월에는 5% 미만으로 감소하였다가 10월에 다시 6.5%로 증가하였다. 전반적으로 소화맹낭 내 총지질 함량은 월별 변화가 심하여 6, 7월 ( $p = 0.731$ ) 및 8, 9월 ( $p = 0.417$ ) 사이에서는 통계적 차이가 나타나지 않았다.

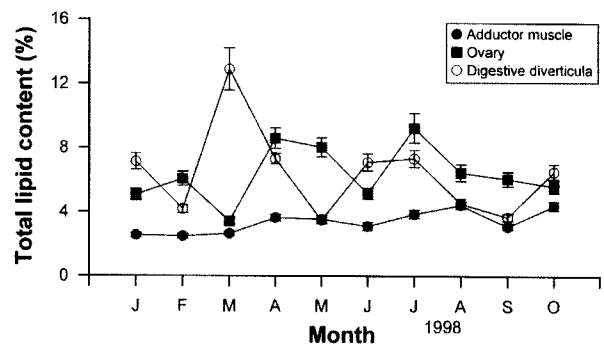


Fig. 5. Monthly changes in total lipid content in the adductor muscle, ovary and digestive diverticula of *Chlamys farreri* from January to October, 1998.

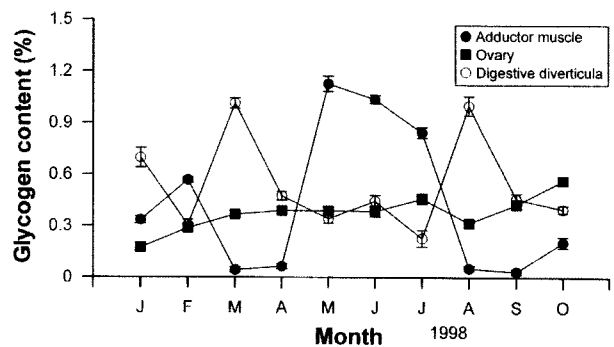


Fig. 6. Monthly changes in glycogen content in the adductor muscle, ovary and digestive diverticula of *Chlamys farreri* from January to October, 1998.

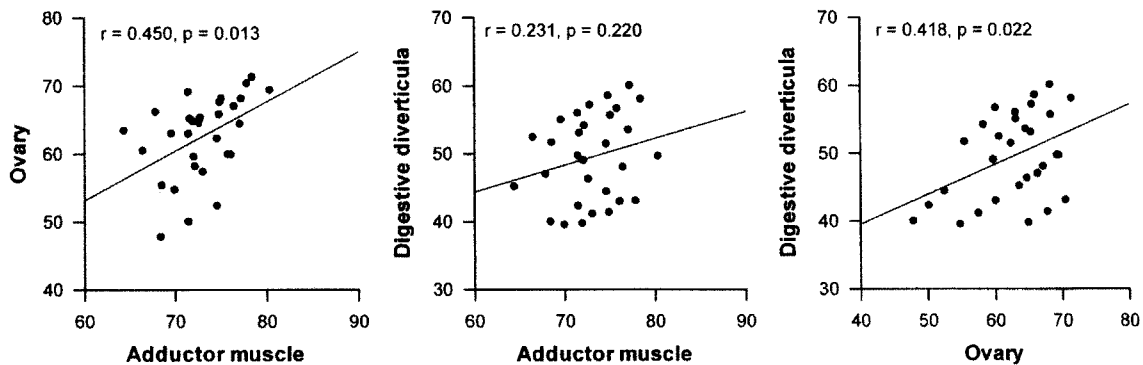
**(3) 글리코겐 함량**

글리코겐 함량은 폐각근 (0.03-1.1%) 과 소화맹낭 (0.2-1.0%) 에서 월 변화가 매우 심한 반면, 생식소 (0.2-0.6%) 에서는 비교적 좁은 범위에서 변화하였다 (Fig. 6). 분산분석 결과 글리코겐 함량의 월 변화는 폐각근 ( $F = 902.04, p < 0.001$ ), 생식소 ( $F = 57.25, p < 0.001$ ), 소화맹낭 ( $F = 160.23, p < 0.001$ ) 모두에서 통계적 유의성이 나타났다.

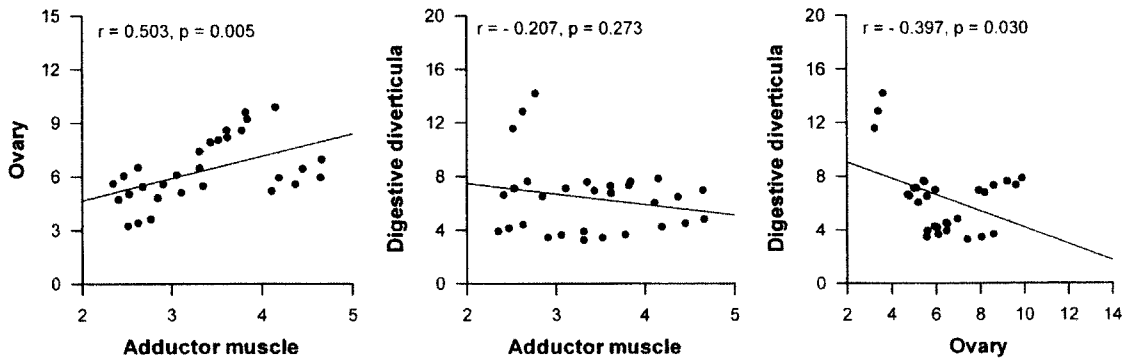
폐각근의 글리코겐 함량은 초기활성기인 1, 2월에 0.3-0.6% 정도이었고, 후기활성기인 3, 4월에는 0.1%이하의 낮은 값을 나타내었다. 그 후 완숙기인 5월에는 1.1%로 급격히 증가하여 최대값을 보였고, 7월까지도 0.8% 이상의 높은 값을 유지하였다. 부분산란기인 8, 9월에는 0.1% 미만으로 또 한차례 급감하였으며 퇴화 및 비활성기인 10월에는 약간 증가하여 0.2% 정도를 유지하였다. 다중비교 결과, 폐각근에서의 글리코겐 함량은 매우 낮은 값을 기록한 3, 4월 ( $p = 0.888$ ) 과 8, 9월 ( $p = 0.888$ ) 사이에서는 통계적 차이가 없었다.

생식소 내 글리코겐 함량은 초기활성기인 1월에 0.2%로 가장 낮았으며, 2월부터 서서히 증가하여 완숙기인 5월에 0.4%에 이르렀다. 이후 부분산란기인 6-8월까지 소폭의 변화를 보이다가 퇴화 및 비활성기인 9월에는 0.4%이었고, 10월에는 0.6% 정도로 최대값을 나타내었다. 생식소에서의 글리코겐 함량은 3-6월 ( $p = 0.163$ ) 사이에 통계적 차이가 없었다.

소화맹낭 내 글리코겐 함량은 초기활성기인 1월에 0.7%에서 2월에 0.3%로 급격히 감소하였고, 반면 후기활성기인 3월에는 1.0%로 다시 급격히 증가하였다. 그 후 완숙기인 4-7월까지 0.3-0.5% 범위를 유지하였으며, 완숙 및 산란기인 8월에 다시 한 번 1% 정도의 높은 값을 기록하였고, 퇴화 및 비활성기인 9-10월에는 0.4-0.5% 범위를 유지하였다. 소화맹낭에서의 글리코겐의 월별 변화는 폐각근에서의 변화와 정반대되는 양상을 보였다. 전반적으로 소화맹낭에서의 글리코겐 함량은 월별 변화가 심하여 9-10월 ( $p = 0.340$ ) 사이에서만 통계적 차이가 나타나지 않았다.



**Fig. 7.** Correlations of total protein content among the adductor muscle, ovary and digestive diverticula of *Chlamys farreri*.



**Fig. 8.** Correlations of total lipid content among the adductor muscle, ovary and digestive diverticula of *Chlamys farreri*.

**2. 상관분석 결과**

**(1) 단백질 함량**

상관분석 결과 총단백질 함량의 조직간 상관관계는 두 가지 경우에서 유의한 것으로 나타났다 (Fig. 7). 즉, 폐각근과 생식소 사이 ( $r = 0.450, p = 0.013$ ) 및 생식소와 소화맹낭 사이 ( $r = 0.418, p = 0.022$ ) 에서 유의한 양의 상관관계가 나타났고, 폐각근과 소화맹낭 사이에서는 통계적으로 유의한 양의 상관관계는 없었다 ( $r = 0.231, p = 0.220$ ).

**(2) 총지질 함량**

총지질 함량의 조직간 상관관계는 총단백질 함량의 경우와 유사한 경향을 보였다. 폐각근과 생식소 사이 ( $r = 0.503, p = 0.005$ ) 및 생식소와 소화맹낭 사이 ( $r = -0.397, p = 0.030$ ) 에서 유의한 상관관계가 나타났다 (Fig. 8). 폐각근과 생식소 사이에는 양의 상관관계가 나타난 반면, 생식소와 소화맹낭 사이에는 음의 상관관계를 나타내어 대조를 이루었다. 폐각근과 소화맹낭 사이에는 아무런 상관관계가 없었다 ( $r = 0.207, p = 0.273$ ).

**(3) 글리코겐 함량**

글리코겐 함량의 조직간 상관관계는 두 가지 경우에서 유의한 것으로 나타났다 (Fig. 9). 즉, 폐각근과 생식소 사이 ( $r = 0.040, p = 0.834$ ) 에서는 유의한 상관관계를 나타내지 못하였고, 폐각근과 소화맹낭 사이 ( $r = -0.584, p = 0.001$ ) 및 생식소와 소화맹낭 사이 ( $r = -0.363, p = 0.049$ ) 에서는 모두 유의한 음의 상관관계가 나타났다.

**고찰**

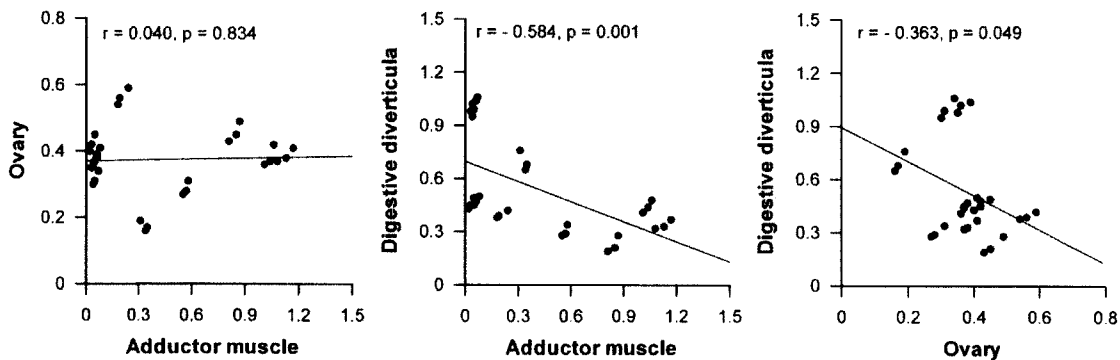
연체동물의 생식주기 (또는 산란주기) 에 관한 연구는 연령사정 및 가입시기 등의 개체군 역학 연구뿐만 아니라 생물지질학을 이해하는데 매우 중요하다. 생식주기는 생식소의 발달,

산란, 생식소의 퇴화에 이르는 전 과정으로 (Chung, 1997), 이매패류의 생식주기는 해에 따라 그리고 위도구배에 따라 산란 시기와 생식세포 발달의 종내 변이가 일어나는데, 이들 현상은 환경조건의 변화와 관련되어 있는 것으로 보고되어 있다 (Sastry, 1963, 1966, 1968, 1970, 1979; Sastry and Black, 1971; Chung, 1997; Chung *et al.*, 1991, 2001; Chung and Ryou, 2000).

이매패류의 생식소 발달 관련 기관들의 체성분을 생화학적 분석을 한 결과, 생식소내 배우자 형성은 이들 관련 기관의 단백질, 지질, 탄수화물의 함량 변화와 밀접한 관련을 갖는 것으로 보고되어 있다 (Barber and Blake, 1981; Barber *et al.*, 1988; Kang *et al.*, 2000). Barber and Blake (1981) 은 해만가리비 (*Argopecten irradians*) 를 대상으로 생화학적 분석을 한 결과 소화맹낭 내의 lipid 성분이 감소되는 것은 난모세포가 성장·발달하는 시기의 시작과 관련이 있으며, 폐각근 내의 글리코겐과 단백질이 감소되는 것은 난모세포질의 성장과 난황형성에 밀접하게 관련되어 일어나고 있다고 보고하였다. 특히, 폐각근 내 글리코겐 함량의 감소와 평균 난모세포들의 난경증가 사이에는 유의한 상관관계 있음을 지적하였는데, 이는 글리코겐이 소모됨으로서 난모세포가 성장한다고 보고하였다.

Barber *et al.* (1988) 은 폐각근 내 저장되었던 에너지 기질인 글리코겐은 배우자 형성을 위해 이용되며, 소화맹낭 내 저장되었던 lipid와 폐각근 내 저장되었던 단백질도 생식세포 형성 주기와 역시 관련 되어 있음을 보고하였다 (Baik *et al.*, 2001; Chung *et al.*, 2003, 2004a, b).

Barber (1984) 는 해만가리비, *Argopecten irradians*의 생식소에 영양물질을 공급을 하는 소화맹낭과 폐각근의 생화학적 조성관계를 보고하였다. 영양 저장기관인 소화맹낭 내의 지방산이 생식소로 이동된다. 단백질과 글리코겐은 폐각근으로 보내진다. 폐각근 내에서는 글리코겐이 지방산으로 전환된 후



**Fig. 9.** Correlations of glycogen content among the adductor muscle, ovary and digestive diverticula of *Chlamys farreri*.

생식소로 이동되어 생식소 내에 지방산을 축적시키고, 단백질은 각 기관의 에너지원이 된다고 보고하였다.

Mori (1975) 는 *Patinopecten yessoensis*에서 소화맹낭 내 lipid 성분과 폐각근 내의 글리코겐 함량 level은 생식소 발달에 앞서 감소되고 있음을 보고하였다. 또한 Chang (1991) 은 큰가리비, *Patinopecten yessoensis* 소화맹낭의 계절변화에서 소화맹낭의 지방은 생식소의 발달과 함께 생식소로 이전되는 계절적 변동을 보고하였다.

본 연구에서 비단가리비 소화맹낭 내 단백질 함량의 증감과 폐각근 내의 단백질 함량의 증감 및 소화맹낭 내 글리코겐 함량의 증감과 폐각근 내의 글리코겐 함량의 증감이 음 (-) 의 상관관계를 나타내었다. 또한 비단가리비 소화맹낭 내 지질 함량의 증감과 생식소 내의 지질 함량의 증감도 음 (-) 의 상관관계를 나타내었다. 이는 상기 여러 연구자들의 결과와 잘 일치하고 있다. 따라서 상기 연구 결과들로부터 예측할 수 있는 것은 생식소 발달 관련 기관인 소화맹낭과 폐각근에 생화학적 성분들이 생식소 발달시기에 이동하여 난모세포를 성장·발달시키고 있는 것으로 추정된다. 특히, 소화맹낭과 폐각근 내의 지질 성분과 이들 기관 내 저장된 글리코겐 성분들이 지질로 전환되어 난소 내 생식세포들이 발달과 성숙에 관여하는 것으로 사료된다.

요 약

비단가리비, *Chlamys farreri*의 생식소발달에 따른 생식주기는 조직학적 관찰에 의해 조사하였고, 폐각근, 소화맹낭 및 생식소의 생화학적 성분의 계절적 변화는 생화학적 분석에 의해 조사되었다.

본 종의 생식주기는 초기활성기 (1-3월), 후기활성기 (3, 4월), 완숙기 (4-8월), 부분산란기 (6-8월), 퇴화 및 비활성기 (8-1월) 의 연속적인 5 단계로 구분할 수 있었다.

ANOVA test를 한 결과, 폐각근, 소화맹낭, 생식소 모두 월 중 총단백질, 총지질 및 글리코겐 함량들 간에는 유의한 차 ( $p < 0.05$ ) 를 나타내었다.

생식소와 소화맹낭에 총단백질 함량은 조사기간 중 유의한 차 (ANOVA),  $p < 0.05$  를 나타내었으나 폐각근의 함량은 유의한 차를 보이지 않았다. 총단백질 함량은 폐각근 내에서 가장 높았고, 그 다음은 생식소이며, 소화맹낭 내에서 가장 낮았다. 폐각근과 소화맹낭 사이의 총단백질 함량 간에는 아무런 상관관계가 없었으나 ( $p = 0.220$ ), 폐각근과 생식소 사이에서는 강한 양 (+) 의 상관관계를 나타내었다 ( $r = 0.450$ ,  $p = 0.013$ ). ANOVA 조사 결과 폐각근, 생식소 및 소화맹낭 내의 월 중 총지질 및 글리코겐 함량들 간에는 유의한 차를 나타내었다 ( $p < 0.05$ ). 총지질 함량의 월별 변화는 생식소와 소화맹낭 내에서 높은 변이를 나타내었으며, 총지질 함량이 높았던

것은 생식소에서는 4-6월 중에 나타났고, 소화맹낭 내에서는 3월과 6, 7월 중에 나타났다. 생식소와 소화맹낭 사이의 총지질 함량 간에는 강한 음 (-) 의 상관관계를 나타내었다 ( $r = -0.397$ ,  $p = 0.030$ ). 총단백질 또는 총지질과 달리, 폐각근내 글리코겐 함량은 가장 변화가 컸다. 조사기간 중 폐각근 내에서 36 배 이상의 변화 (생식소 내에서는 기껏해야 3 배) 를 보였다.

글리코겐 함량은 폐각근 내에서 5-7월 중에 좀 더 높았으나 소화맹낭 내에서는 3월과 8월에 보다 높았다. 폐각근과 소화맹낭 사이의 글리코겐 함량 사이에는 강한 음 (-) 의 상관관계를 보였다 ( $r = -0.584$ ,  $p = 0.001$ ).

감사의 말씀

이 논문은 군산대학교 수산과학연구소 학술연구 지원기금 (1998년도) 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 해양생명과학부 김은중 군에게 감사드립니다.

REFERENCES

Baik, S.H., Kim, K.J., Chung, E.Y., Choo, J.J. and Park, K.H. (2001) seasonal variation in biochemical components of the visceral mass and adductor muscle in the pen shell, *Atrina pectinata*, *Journal of Fisheries Science and Technology*, 4: 18-24.

Barber, B.J. (1984) Reproductive energy metabolism in the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus* (Say). 122 pp. Ph. D. Thesis, University of South Florida, Tampa.

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.

Chang, Y.J. (1991) Seasonal variations of digestive diverticula in the scallop, *Patinopecten yessoensis*. *Journal of Aquaculture*, 4(1): 19-30. [in Korean]

Chung, E.Y. (1997) Ultrastructural study of germ cell development and reproductive cycle of the hen clam, *Mactra chinensis* on the west coast of Korea. *Development and Reproduction*, 1: 141-156.

Chung, E.Y., Hur, S.B., Hur, Y.B. and Lee, J.S. (2001) Gonadal maturation and artificial spawning of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia Veneridae), in Komso Bay, Korea. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 4(4): 208-218.



- Chung, E.Y., Kim, J.B., Moon, J.H. and Hur, S.B. (2003) Changes in biochemical composition of the adductor 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., 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., Park, K.H., Kim, H.B. and Lee, C.H. (2004a) Seasonal changes in biochemical components of the adductor muscle and visceral mass tissues in female *Cyclina 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., Ryou, D.K. (2000) Gametogenesis and sexual maturation of the surf clam, *Mactra veneriformis* on the west coast of Korea. *Malacologia*, 42: 149-163.
- Kang, C.K., Park, M.S., Lee, P.Y., Choi, W.J. and Lee, W.C. (2000) Seasonal variations in condition, reproductive activity, and biochemical composition of the pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) in suspended culture in two coastal bays of Korea. *Journal of Shellfish Research*, 19: 771-778.
- Kang, T.G. and Zhang, C.I. (2000) A study on the growth and spawning of Korean scallop (*Chlamys farreri*) around Wando, Korea. *Journal of the Korean Fisheries Society*, 36(3): 210-221. [in Korean]
- Kuang, H., Sun, H., Li, F. and Fang, J. 1997. Feeding and growth of scallop *Chlamys farreri* before and after spawning. *Marine Fisheries Research of China*, 17(2): 80-86.
- Kwon, O.K., Park, G.M. and Lee, J.S. (1993) Coloured Shells of Korea. 288 pp. Academy Publish. Co.. Seoul. [in Korean]
- Li, M., Biao, B., Pan, Z. and Sun, J. (1989) The use of microalgae in rearing experiments of larval scallop, *Chlamys farreri* (Jones and Preston). *Transcription of Oceanology and Limnology*, 1: 30-37.
- Liao, C. Xu, Y. and Wang, Y. (1983) Reproductive cycle of the scallop *Chlamys farreri* (Jones and Preston) at Qingdao. *Journal of Fisheries of China*, 7(1): 1-13.
- Mori, K. (1975) Seasonal variation in physiological activity of scallops under culture in coastal waters of Sanri Ku District, Japan, and a physiological approach of a possible cause of their mass mortality. *Bulletin of Marine Biological station of Asamushi*, 15: 59-79.
- Na, G.H., Jeong, W.G. and Cho, C.H. (1995) A study on seedling production of Jicon scallop, *Chlamys farreri* 1. Spawning, Development and rearing of larvae. *Journal of Aquaculture*, 8(4): 307-316.
- Robinson, W.E., Penington, M.R., and Langton, R.W. (1981) Variability of tubule types within the digestive glands of *Mercenaria mercenaria* (L.), *Ostrea edulis* L., and *Mytilus edulis* L., *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 54: 265-276.
- Sastry, A.N. (1963) Reproduction of the bay scallop, *Argopecten irradians* Lamarck. Influence of temperature on maturation and spawning. *Biological Bulletin*, 125: 146-153.
- Sastry, A.N. (1966) Temperature effects in reproduction of the bay scallop, *Argopecten irradians* Lamarck. *Biological Bulletin*, 130: 118-134.
- Sastry, A.N. (1968) Relationship among food, temperature and gonad development of the bay scallop, *Argopecten irradians* Lamarck. *Physiological Zoology*, 41: 44-53.
- Sastry, A.N. (1970) Reproductive physiological variation in latitudinally separated population of the bay scallop, *Argopecten irradians* Lamarck. *Biological Bulletin (Woods Hole)*, 138: 56-65.
- 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.
- Sastry, A.N. and Black, N.J. (1971) Regulation of gonad development in the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamark. *Biological Bulletin (Woods Hole)*, 140: 274-282.
- Sun, H., Kuang, S. and Li, F. (1996) Studies on suitable cultures depths and method for scallop in Sanggou Bay. *Journal of Fisheries Science of China*, 3(4): 60-65.
- Sun, J., Lin, C., Li, P., Jin, Y. and Zhou, L. (1997) The culture experiment of scallop *Chlamys farreri* in Nanji Islands. *Zhejiang College of Fisheries*, 16(4): 247-255.
- Yakovlev, Y.M. and Afeichuk, L.S. (1995) The reproductive cycle of the scallop *Chlamys farreri* in the sea of Japan. Fisheries, biology and aquaculture of pectinids, 8th International Pectinid Workshop, 17: 193-198.
- Yang, H., Zhang, T., Wang, J., Wang, P., He, Y. and Zhang, F. (1999a) Growth characteristics of *Chlamys farreri* and its relation with environmental factors in the intensive raft-culture areas of Sishiliwan Bay, Yantai, *Journal of Shellfish Research*, 18(1): 71-76.
- Yang, A., Wang, Q., Kong, J., Liu, P., Liu, Z., Sun, H., Li, F., Wang, R. and Jiang, M. (1999b) Triploid induction in *Chlamys farreri* by application of 6-dimethylaminopurine. *Journal of Fisheries of China*, 23(3): 241-247.
- Yoo, J.S. (1976) Korean Shells in Colour. pp. 129-130. Ilgisa, Seoul. [in Korean]
- 노한철, 정태준, 신남삼, 민병주, 이옥태 (1997) 비단가리비 자원

Biochemical Components in Female *Chlamys farreri* in Relation to the Ovarian Developmental Phases

채묘 및 양성시험사업. 126 pp. 농림부 특정 연구개발사업  
연구 보고서,  
조현수, 손호선, 차병열, 박영철, 양원석, 최옥인 (1996) 비단가  
리비의 자원조사. pp. 108-124. 국립수산진흥원 남해수산

연구소 사업보고,  
허영백 (1994) 이매패류 8종 유생의 발생 및 성장에 관한 비교  
연구. 56 pp. 부산수산대학 석사학위 논문.