

암컷 가무락조개, *Cyclina sinensis*의 난소 발달단계에 따른 폐각근 조직과 내장낭 조직의 생화학적 성분의 계절적 변화

정의영, 박관하¹, 김종배², 이창훈³

군산대학교 해양생명과학부, ¹군산대학교 수산생명의학과, ²군산대학교 해양응용공학부, ³한국해양연구원 남해연구소

Seasonal Changes in Biochemical Components of the Adductor Muscle and Visceral Mass Tissues in the Female *Cyclina sinensis*, in Relation to Gonad Developmental Phases

Ee-Yung Chung, Kwan Ha Park¹, Jong Bae Kim² and Chang-Hoon Lee³

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

¹Department of Aquatic Life Medicine, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

²School of Marine Applied Technology, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

³South Sea Institute, Korea Ocean Research and Development Institute, Geoje, 656-830, Korea

ABSTRACT

We investigated the reproductive cycle with gonadal development of the female *Cyclina sinensis* by histological observations and seasonal changes in biochemical components of the adductor muscle and visceral mass tissues were studied by biochemical analysis, from January to December, 2001.

The reproductive cycle of this species can be classified into five successive stages: early active stage (February to April), late active stage (March to June), ripe stage (May to August), partially spawned stage (July to October) and spent/inactive stage (September to February). Total protein contents in the adductor muscle tissues reached the maximum in February (early active stage) and appeared the minimum in June (ripe stage), while their contents in the visceral mass tissues reached the maximum in the late active and ripe stages (June) and gradually decreased from July (partially spawned stage) to

November (spent/inactive stage).

Changes in total protein contents showed a negative correlation between the adductor muscle and visceral mass tissues ($r = -0.499$, $p = 0.099$). Total lipid contents in the adductor muscle tissues reached the maximum in January (the inactive stages) and their contents gradually decreased from February. Their contents in the visceral mass tissues, however, reached the maximum in June (late active and ripe stage) and gradually decreased from July (the partially spawned stage). On the whole, total lipid contents showed a negative correlation between the adductor muscle and visceral mass tissues ($r = -0.631$, $p < 0.05$). Therefore, These results indicate that the nutrient contents of the adductor muscle and visceral muscle tissues change in response to gonadal energy needs. Glycogen contents in the adductor muscle tissue reached the maximum in March (early and late active stages) and decreased from July to September (partially spawned stage). while their contents in the visceral mass tissues reached the maximum in June (late active and ripe stages) and gradually decreased from July (partially spawned stage). Thereafter, their levels gradually increased in November (spent/inactive stage). On the whole, changes in glycogen contents appeared negative correlation between the adductor muscle and visceral mass tissues. However,

Received March 12, 2004; Accepted June 5, 2004

Corresponding author: Chung, Ee-Yung

Tel: (82) 63-469-4592 e-mail: eychung@kunsan.ac.kr
1225-3480/20110

© The Malacological Society of Korea

they showed no significant different ($r = -0.307$, $p = 0.331$).

Keywords: *Cyclina sinensis*, Reproductive cycle, Biochemical components.

서 론

가무락조개, *Cyclina sinensis* (Gmelin) 는 연체동물문, 부족강, 백합과에 속하는, 식용 이매패로서 한국, 중국, 일본의 연안에 분포하는데 (Kwon *et al.*, 1993), 특히 우리나라에서는 서남해안 해역의 사니질에 서식한다 (Yoo, 1976).

최근에 무분별한 남획으로 자원량이 날로 격감되어 자원증식 및 자원관리가 요구되고 있으며, 양식기술개발이 요구되는 수산업상 중요한 생물자원이다.

지금까지 가무락조개에 관하여 연구·보고된 것은 일본 히로시마산 가무락조개의 초기발생 (Harakaki, 1966) 과 우리나라 서해산 가무락조개를 대상으로 인공산란유발 인공수정 및 성장 (Choi, 1971, 1975; Choi and Song, 1973), 분포 및 서식 (Yoo, 1976; Kwon *et al.*, 1993), 생식주기 (Chung *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 2000; Lee and Cho, 1985) 그리고 기생충에 관한연구 (Kim *et al.*, 2000) 등이 보고되어 있다. 본 종의 자원증식 및 증양식을 위한 생식생물학적 기초연구인 생식기구를 연구하기 위해서는 무엇보다 생식소 발달과 관련된 영양공급 기관인 폐각근 조직과 내장낭 부위 조직사이의 영양물질의 성분변화와 이동 관계를 연구할 필요가 있으나 이에 관한 연구는 찾아보기 어렵다. 따라서 본 연구의 목적은 본 종의 생식소 발달단계에 따른 생식주기를 밝힌 후, 생식소 발달과 관련된 영양공급 기관인 폐각근 조직과 내장낭 부위 조직사이의 생화학적 영양성분의 계절적 함량변화 및 이동 관계를 생식소 발달단계와 관련지어, 이들의 생식기구를 밝히는데 있다.

재료 및 방법

1. 표본채집

실험에 사용한 표본 채집은 2001년 1월부터 12월까지 전라북도 고창군 부안면 상암리 앞바다 (Fig. 1) 에서 가무락조개 (*Cyclina sinensis* (Gmelin)) 를 매월 80-90 개체씩 채집하여 생식소의 조직학적 조사와 생화학적 영양성분의 함량 분석을 위해 사용하였다.

2. 생식소 발달의 조직학적 조사

생식소 조직을 추출하여 24시간 동안 Bouin solution에 조직을 고정하였고, 파라핀 절편법에 의해 5-7 μm 의 조직절편을 제작한 후, 광학현미경하에서 검경하여 개체의 생식소 발달 단계를 Chung *et al.* (2000) 의 방법에 의해 판정하였다.

3. 생화학적 분석 시료 처리

생식소 발달에 영양물질을 공급하는 것으로 알려진 생식소 발달 관련기관인 폐각근 조직과 내장낭 부위 조직을 각 부위별로 시료를 1 g씩 채취한 후 초음파 분쇄기 (Braun-Sonic 1510) 로 200 W에서 30초씩 초음파를 15-20 회씩 실시하여 세포를 완전히 파괴한 후 3000 g로 10분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 실험에 사용하였다.

4. 생화학적 분석 방법

총단백질 함량 분석은 Lowry *et al.* (1951) 의 colorimetric method에 의해 분석하였고, 총지질 함량 분석은 먼저 총지질 성분을 추출하기 위해 chloroform과 methanol을 혼합한 후 (Bligh and Dyer, 1959), 지질함량 측정을 위해 Marsh and Weinstein (1966) 의 방법을 사용하였다. 그리고 글리코겐 함량 분석은 글리코겐을 15% trichloroacetic acid로 추출한 후 99% ethanol로 침전시켜 phenol-sulfuric acid의 방법 (Dubois *et al.*, 1956) 에 의해 분석하였고, 핵산 총RNA 함량 분석은 Schneider (1957) 방법에 의해 측정하였다.

5. 통계분석

이들 성분의 월별 함량 변화가 폐각근조직과 내장낭 조직 내 생화학적 성분들이 월별로 차이가 있는지 여부를 검정하기 위해 ANOVA test를 하였고, 폐각근 조직과 내장낭 조직 사이의 생화학적 성분의 양적 변화가 서로 상관관계를 나타내고 있는지 점검하기 위하여 Pearson's correlation coefficient를 계산하였다.

결 과

1. 생식주기

암컷 가무락조개의 난소 발달단계의 월별빈도 (%) 변화는 Fig. 4에 나타낸 바와 같이, 본 종의 난소 발달단계는 난소내 난소소낭 (또는 follicle) 의 발달과 생식세포의 분화발달 정도와 형태적 특징 차이, 등을 근거로 Chung *et al.* (2000) 의 방법에 따라 초기활성기, 후기활성기, 완숙기, 부분산란기, 그리고 퇴화/비활성기의 연속적인 5 단계로 구분할 수 있었으며, 난소 발달단계는 1년을 주기로 주기성을 나타내었다.

1) 초기활성기 (early active stage)

난소는 크기가 작은 수많은 난소소낭 (follicle) 으로 구성되어 있으며, 난소소낭의 두터운 생식상피에는 난원세포들이 출현하고, 그 가까이에 초기 난모세포들이 출현하였다. 이들 난원세포와 초기 발달 중인 난모세포들의 난경은 각각 10-11 μm 와 15-30 μm 정도이었다. 특히, 이 시기에는 다수의 간층직세포들과 호산성 과립세포들이 난소 소낭들 사이에서 출현하

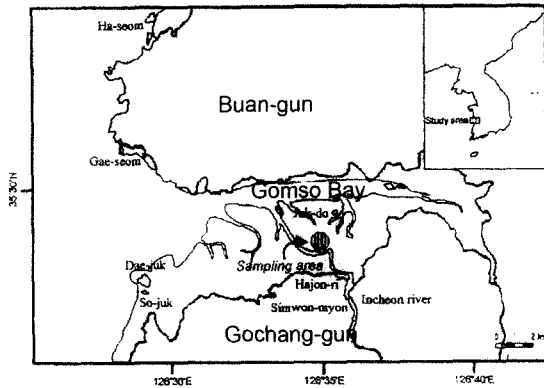


Fig. 1. Map showing the sampling area.

었다 (Fig. 2A). 초기활성기의 개체들은 2-4월에 출현하였다.

2) 후기활성기 (late active stage)

이 시기의 난소 생식상피는 점차 얇아지나 난소의 크기와 차지하는 면적이 좀 더 확장되었다. 난소 소낭 내에는 초기 발달중인 난모세포들이 좀 더 성장하여 난병 (egg-stalk) 을 생식상피에 부착한 채 내강의 중앙을 향해 발달하는 난모세포들로 가득 채워졌다. 이 시기의 난모세포들의 난경은 대략 40-50 μm 로 모양이 점차 다각형 또는 원형으로 성장 발달하는데 이때 난모세포들의 핵은 부풀어 올라 배포 (germinal vesicle) 가 되며, 그 안에는 뚜렷한 호염기성 인이 출현하였다. 이 시기에 호산성 과립세포들과 간충직세포들은 점차 감소되었다 (Fig. 2B). 후기활성기의 개체들은 3-6월에 나타났다.

3) 완숙기 (ripe stage)

난소 소낭 (또는 follicle) 내강내에는 소수의 초기 발달중인 난모세포들이 출현하는 대신 발달, 성숙 중인 난모세포들이 완숙 난모세포로 발달하여 난소소낭 내강의 중앙부를 가득 채웠다. 이들 완숙 난모세포의 모양은 다각형 또는 원형이며 그 크기는 65 μm 전후이며, 완숙 난모세포들은 커다란 배포에 뚜렷한 인을 가지며, 세포질 내에는 수많은 난황과립들이 가득 채워져 있고, 난황막 주변은 젤라틴성 물질들에 의해 둘러싸여 있다. 이 시기에 난소소낭 상피는 아주 얇아지고 호산성과 과립세포들과 불분화간충직들의 일부 흔적이 나타났다 (Fig. 2C). 완숙난소를 갖는 개체들은 5-8월에 출현하였다.

4) 부분산란기 (partially spawned stage)

난소 소낭의 중앙 내강에 자리 잡고 있던 완숙난들은 50-60%가 방출되어 난소소낭의 중앙부는 텅 비게 되며, 일부 미방출된 난모세포들이 잔존하였다. 이 시기에는 소낭 상피도

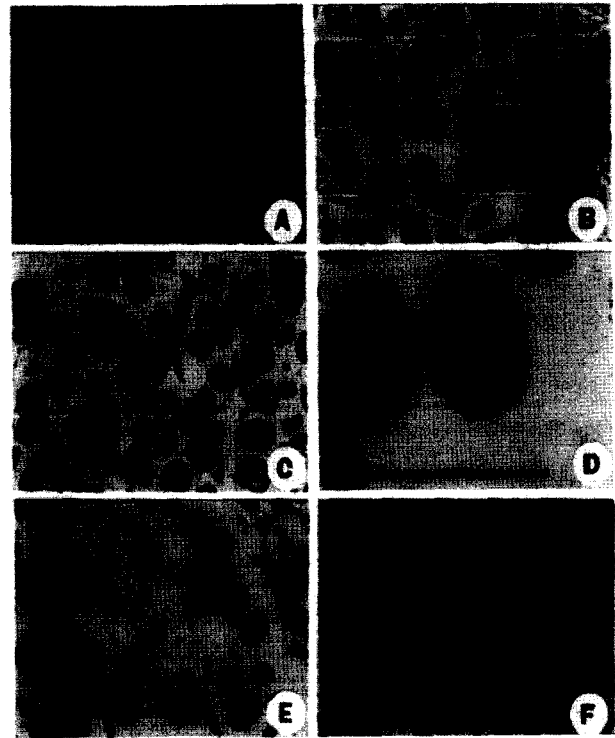


Fig. 2. Photomicrographs of the gonadal phase of the female *Cyclina sinensis* (A-F). A: transverse section of the follicles in the early active stage; B: section of the follicles in the late active stage; C: section of the follicles in the ripe stage; D: section of the follicle in the partially spawned stage; E: section of the follicles in the spent stage; F: section of the follicles in the resting stage; scale bars= 100 μm .

파괴되어 흐트러졌다 (Fig. 2D). 부분산란기의 개체들은 7-9월 사이에 나타났다.

5) 퇴화 및 비활성기 (spent/inactive stage)

산란 후, 퇴화 붕괴 중인 소낭 내강 내에는 잔여물질들과 잔존 난모세포들이 세포질 붕괴를 일으켜 퇴화, 흡수되어. 이 단계의 조직절편들은 조직학적으로 암수의 구별이 어렵다. 그 후 결체조직들은 난소 내 퇴화, 붕괴된 곳을 채워 소낭 상피는 다시 두터워지게 되며, 이윽고 세포분화발달이 시작되어 새로 형성된 난소의 생식상피 상에는 소수의 난원세포들이 일부 출현하여 장기간 지속되었다 (Fig. 2E, 2F). 퇴화 및 비활성기 개체들은 9월부터 이듬해 2월까지 장기간 출현하였다.

2. 생화학적 성분 분석

1) 총단백질 함량 변화

폐각근 조직과 내장낭 조직들의 총단백질 함량의 월별 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 폐각근 조직 내 총단백질 함량 변화

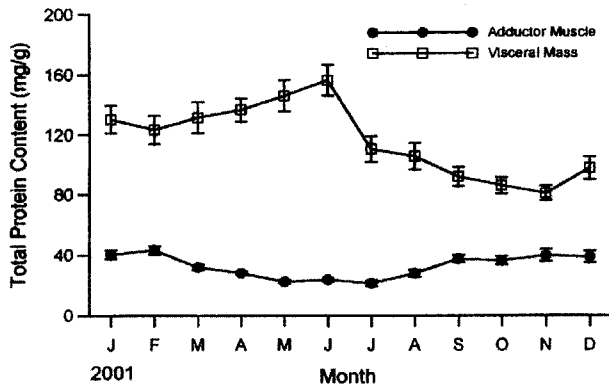


Fig. 3. Monthly changes in total protein contents of *Cyclina sinensis* from January to December, 2001.

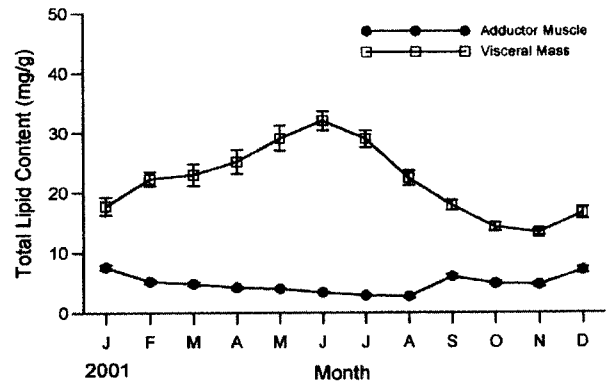


Fig. 4. Monthly changes in total lipid contents of *Cyclina sinensis* from January to December, 2001.

는 초기활성기인 2월에 최대에 이른 다음, 완숙기인 6월에 최소값을 나타내었다. 월별 차이가 있는지 여부를 검정하기 위해 ANOVA test를 하여보면, 1-2월 ($p = 0.081$), 3-4월 ($p = 0.691$), 4-8월 ($p = 0.098$), 9-12월 ($p = 0.081$) 에는 월별 차이를 보이지 않았고 ($p > 0.05$), 2-3월 그리고 8-9월 사이에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

내장낭 조직 내 총단백질 함량 변화는 후기활성기 및 완숙기인 6월에 최대에 이른 후, 부분산란기인 7월부터 퇴화 및 비활성기인 11월까지 점차 감소되는 경향을 보였다. ANOVA test 결과, 1-5월 ($p = 0.100$), 7-10월 ($p = 0.0601$), 8-12월 ($p = 0.053$) 에는 월별 차이를 보이지 않았고 ($p > 0.05$), 6월과 7월에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 전반적으로 두 조직간의 상호관계 즉, 폐각근 조직과 내장낭 조직 내의 총단백질 함량 변화 사이에는 음의 상관관계 ($r = -0.499$) 를 보였으나, 유의한 차이를 보이지 않아 ($p > 0.05$), 두 조직간 상호 유의한 관계를 보이지 않은 것으로 나타났다.

2) 총지질 함량 변화

폐각근 조직과 내장낭 조직의 총지질함량의 월별변화는 Fig. 4에 나타난 바와 같이 두 조직의 상관관계는 좀 더 뚜렷하게 나타났다. 폐각근 조직 내 총지질 함량 변화는 비활성기인 1월에 최대에 이른 후, 2월부터 감소되었다. ANOVA test 결과, 2-3월 ($p = 0.640$), 4-6월 ($p = 0.089$), 7-8월 ($p = 0.198$) 그리고 10-11월 ($p = 0.640$) 에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 ($p > 0.05$), 1-2월, 8-9월, 9-10월 그리고 11-12월에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

내장낭 조직 내 총지질 함량 변화는 후기활성기 및 완숙기인 6월에 최대를 나타내었고, 부분산란기인 7월부터 퇴화 및 비활성기인 11월까지 점차 감소되는 경향을 보였다. ANOVA test 결과 2-4월 ($p = 0.374$), 5-7월 ($p = 0.392$), 9-10월 ($p =$

0.133) 그리고 11-12월 ($p = 0.249$) 에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 ($p > 0.05$) 반면, 1-2월, 7-8월, 그리고 8-9월에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

전반적으로 두 조직간의 상호관계 즉, 폐각근 조직과 내장낭 조직 내의 총지질 함량 변화 사이에는 음 (-) 의 상관관계 ($r = -0.631$) 를 나타내었고, 상호간 유의한 관계를 보였다 ($p = 0.028$).

3) 글리코겐 함량 변화

폐각근 조직과 내장낭 조직 내 글리코겐 함량의 월별 변화와 두 조직 사이의 상관관계는 Fig. 5에 나타난 바와 같다. 폐각근 조직내 글리코겐 함량 변화는 초기 및 후기활성기인 3월에 최대에 이른 다음, 부분산란기인 7월부터 9월까지 서서히 감소되었다. ANOVA test 결과 1-2월 ($p = 0.142$), 3-5월 ($p = 0.142$), 8-10월 ($p = 0.801$) 그리고 11-12월 ($p = 0.801$) 에는 유의한 차이를 보이지 않았던 ($p > 0.05$) 반면, 2-3월, 6-7월, 그리고 10-11월에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

내장낭 조직 내 글리코겐 함량 변화는 후기활성기 및 완숙기인 6월에 최대에 이른 다음, 부분산란기인 7월부터 서서히 감소되어 퇴화 및 비활성기인 1월까지 낮은 값을 보였다. ANOVA test 결과 1-2월 ($p = 0.082$), 4-5월 ($p = 0.273$), 7-9월 ($p = 0.082$) 그리고 10-12월 ($p = 0.273$) 에는 유의한 차이를 보이지 않았던 ($p > 0.05$) 반면, 2-3월, 5-6월 그리고 6-7월에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

전반적으로 폐각근조직과 내장낭 조직 내의 글리코겐 함량 변화 사이에는 음의 상관관계를 나타내었으나 ($r = -0.307$), 두 조직 상호간에는 유의한 관계를 나타내지 않았다($p > 0.05$).

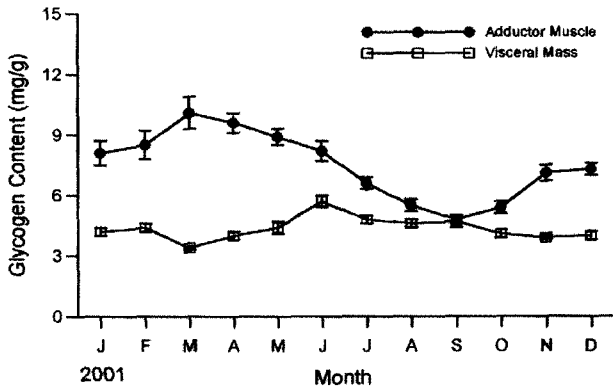


Fig. 5. Monthly changes in glycogen contents of the female *Cyclina sinensis* from January to December, 2001.

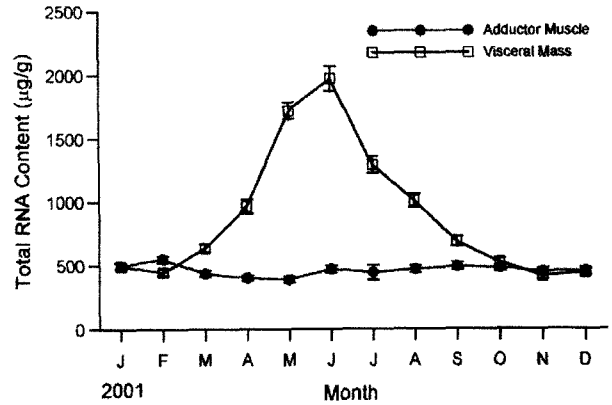


Fig. 6. Monthly changes in total RNA contents of *Cyclina sinensis* from January to December, 2001.

4) 총RNA 함량 변화

폐각근 조직과 내장낭 조직 내 총 RNA 함량의 변화는 Fig. 6에 나타난 바와 같이, 두 조직 내 총 RNA 함량의 월별 변화는 폐각근 조직과 내장낭 조직이 크게 다르게 나타났다. 폐각근 조직 내 총 RNA 함량변화는 초기활성기인 2월에 최대에 이른 후, 초기 및 후기활성기인 3월부터 완숙기인 5월까지 극미한 감소를 보였다. ANOVA test 결과 1-2월 ($p = 0.110$), 3-8월 ($p = 0.094$) 그리고 6-12월 ($p = 0.322$)에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 ($p > 0.05$), 2-3월에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

내장낭 조직 내 총 RNA 함량 변화는 후기활성기 및 완숙기인 6월에 최대에 이른 다음, 완숙 및 부분산란기인 7월부터 퇴화 및 비활성기인 12월까지 급격히 감소되는 경향을 보였다. ANOVA test 결과 1-2월 ($p = 0.276$) 그리고 10-12월 ($p = 0.276$)에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 ($p > 0.05$), 2-3월, 3-4월, 5-6월, 6-7월, 8-9월, 9-10월에는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

폐각근 조직과 내장낭 조직 사이의 총 RNA 함량 사이에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다 ($r = -0.426$, $p = 0.168$).

고찰

대부분의 연체동물 이매패류의 생식소 발달 및 성숙은 일반적으로 외생적 요인들과 내생적 요인들에 의해 일어나는데, 외생적 요인에는 수온, 먹이용 그리고 일장 등과 같은 환경조건들이 이에 해당되며, 내생적 요인들 중에는 생물체내의 신경 및 호르몬과 같은 것들이 이에 속하는데, 이들 두 요인이 해양 연체동물에 영향을 주는 것으로 여러 연구자들 (Sastry, 1963, 1966, 1968, 1970; Sastry and Blake, 1971; Blake and Sastry, 1979; Sastry, 1979; Simpson, 1982; Chung *et*

al., 2000) 이 보고하였다. 본 연구에서 곰소만산 가무락조개의 경우는 수온이 비교적 낮았어도 chlorophyll-a level이 높았던 늦겨울-초봄 (Kim, 1999) 중에 생식소발달이 시작되었다. 이때의 생식소 발달단계는 낮은 수온과 먹이생물이 부족하여 동계에는 비활성기를 나타내었다.

생식소의 발달 과정은 에너지를 필요로 하는 과정으로, 이때에는 생식소발달 관련 기관으로부터 생식소로 영양물질이 이동되어야 한다. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2001)의 연구보고에 의하면, 곰소만에서는 식물플랑크톤의 먹이 level이 봄철인 4월과 여름철인 6, 7월에 높았다. 이 시기(봄철과 여름철)는 생식소 발달과 생식세포들의 성장 발달이 활발한 시기로 먹이 level이 높은 시기와 일치하고 있음을 보고하였다. 초여름에 식물플랑크톤의 출현량이 높아지고, chlorophyll a 함량이 높아지는데 이 현상은 난포세포의 성숙과 산란을 위해서 먹이생물로서 아주 필요할 것으로 사료된다.

해산 연체동물의 생식주기 (또는 산란주기)의 연구는 연령사정 및 가입 시기 등의 개체군 역학연구 뿐만 아니라 생물지질학의 이해에 필수적이다. 생식주기는 생식소의 발달, 산란, 생식소의 퇴화에 이르는 전 과정이다 (Chung, 1997). 이매패류의 생식주기는 해에 따라 그리고 위도구배에 따라 산란시기와 생식세포 발달의 종내 변이가 일어나는데, 이들 현상은 환경조건의 변화와 관련되어 있는 것으로 보고되어 있다 (Chung, 1997).

Barber (1984)는 해만가리비 (*Argopecten irradians*)의 생식소에 영양물질을 공급하는 소화맹낭과 폐각근 조직 내의 영양성분들의 조성관계를 방사성 동위원소로 추적하여 조사하였던바, 영양기관인 소화맹낭 조직 내의 지방산이 생식소로 이동되고 단백질과 글리코젠은 폐각근으로 보내어지며 폐각근 조직 내에서는 글리코젠이 지방산으로 전환되어 생식소로 이동되

어 지방산이 생식소 내에 축적되고, 단백질은 각 기관의 에너지원이 된다고 하였다. 또한 Chang (1991) 은 큰가리비 (*Patinopecten yessoensis*) 소화맹낭의 계절변화에서 소화맹낭내 지방은 생식소의 발달과 함께 생식소로 이전되는 계절 변동이 일어나고 있음을 보고한 바 있다. Kang *et al.* (2000) 은 생식소발달 및 성숙이 일어나는 시기 (달) 에 총단백질 함량과 총지질 함량이 최대에 이르게 되는데 이들 영양성분이 생식소 발달에 관여하는 것으로 추정되며, 산란이 시작되는 달에는 이들의 함량이 감소되는 양상을 보였다고 하였다.

그러나 가무락조개의 폐각근 조직 내의 총단백질 함량 (%) 변화의 경우는 생식소가 발달하기 시작하는 초기활성기인 2월에 최대를 이룬 후, 완숙 및 산란기인 6월에 최소가 되었다. 반면, 내장낭 조직의 경우는 총단백질 함량 변화가 후기활성기부터 완숙기에 최대를 이룬 후, 부분산란기인 7월부터 퇴화 및 비활성기까지 계속 감소되는 경향을 보였는데 이러한 결과는 다른 연구자들의 결과 (Kang *et al.*, 2000; Chung *et al.*, 2003; Baik *et al.*, 2001)와 유사한 경향을 보였다. 외관상 월별 변화를 보면 폐각근 조직과 내장낭 조직내의 총단백질 함량들 사이의 월별 변화는 음의 상관관계 ($r = -0.499$) 를 나타내었어도 폐각근 조직과 내장낭 조직들 상호간에는 유의한 차를 보이지 않은 것 ($p = 0.099$) 으로 검증되어 이 결과는 바지락의 결과 (Chung *et al.*, 2003) 와 유사한 경향을 보였다.

폐각근 조직 내 총지질 함량 (%) 의 변화는 생식소 발달이 시작되는 초기활성기 (1월) 에 최고에 이룬 후, 생식소 발달이 활발하게 일어나는 시기에 감소되는 경향을 보였으나, 내장낭 내 함량변화는 초기활성기부터 서서히 증가하기 시작하여 완숙기 (6월) 에 최대에 이룬 후 부분산란기 (7월) 부터 퇴화/비활성기 (11월) 까지 감소되는 경향을 보였다. 따라서 폐각근 조직과 내장낭 조직 내의 총지질 함량들 사이의 월별 변화는 음 (-) 의 상관관계 ($r = -0.631$) 를 나타내었고 내장낭 조직과 폐각근 조직 사이에도 유의한 차를 보였다 ($p = 0.028$). 따라서 폐각근 조직 내의 총지질 성분이 생식소 발달을 위해 내장낭 조직으로 이동하므로써 내장낭 조직 내의 총지질 성분이 최대에 이르게 되어 생식소가 성숙에 이르게 되는 것으로 추정된다. 그러나 산란기에는 그 함량이 감소되는 것으로 추정된다. 이러한 현상은 이매패류의 키조개 (Baik *et al.*, 2001) 와 참굴 (Kang *et al.*, 2000) 의 내장낭에서도 일어나고 있어 본 연구 결과는 이 들 연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

Baik *et al.* (2001) 에 의하면, 폐각근 조직 내의 글리코겐 함량 변화는 완숙기 및 산란시기에 폐각근 조직 내 glycogen 물질이 내장낭 조직 쪽으로 이동하므로써 이 시기에는 폐각근 조직 내 글리코겐 함량이 감소되는 반면, 내장낭 조직 내로 이들 성분이 들어와 양적 증가가 일어나 이들 성분이 생식소 성숙에 관여하는 것으로 추정하였다. 본 연구에서 폐각근 조직

내 glycogen 함량은 초기활성기 및 후기활성기인 3월에 최대에 이룬 후, 산란기에 감소되기 시작하여 퇴화 및 비활성기까지 감소되는 경향을 보인 반면, 내장낭 조직 내 glycogen 함량은 후기활성기 및 완숙기에 최대에 이룬 다음, 부분산란기인 7월부터 퇴화 및 비활성기까지 낮은 값을 나타내어 Kang *et al.* (2000) 이 참굴에서 보고한 결과와 유사한 경향을 보였다. 본 조사에서 폐각근 조직과 내장낭 조직 내의 글리코겐 함량 사이의 월별 변화 양상은 음의 상관관계를 보였으나 ($r = -0.307$), 유의성검정 결과, 이 두 조직들 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p = 0.331$).

요 약

2001년 1월부터 12월까지 암컷 가무락조개 (*Cyclina sinensis*) 를 대상으로 조직학적 관찰에 의해 생식주기를 조사하였고, 생화학적 분석 방법에 의해 폐각근 조직과 내장낭 조직들의 생화학적 성분의 계절적 변화를 조사하였다. 본 종의 생식주기는 초기활성기 (2-4월), 후기활성기 (3-6월), 완숙기 (5-8월), 부분산란기 (7-10월) 그리고 퇴화/비활성기 (9-2월) 로 연속적인 5 단계로 구분할 수 있었다. 폐각근 조직내 총단백질 함량 (%) 은 2월 (초기활성기) 에 최대에 이르고, 6월 (완숙기) 에 최소치에 이르렀다. 반면, 내장낭 조직들의 총단백질 함량 (%) 은 후기활성기 및 완숙기인 6월에 최대에 이르렀고 부분산란기인 7월부터 급격히 감소하기 시작하여 퇴화/비활성기인 11월까지 계속하여 감소하였다. 폐각근 조직과 내장낭 조직 두 조직들 사이의 총단백질 함량 변화의 상관관계는 음 (-) 의 상관관계 ($r = -0.499$) 를 나타내었으나, 유의한 차이는 보이지 않았다 ($p = 0.099$). 폐각근 조직 내의 총지질 함량은 비활성기인 1월에 최대에 이룬 후 2월부터 점차 감소되었다. 그러나 내장낭 조직 내의 총지질 함량은 후기활성기 및 완숙기인 6월에 최대에 이룬 후 부분산란기인 7월부터 점차 감소하였다. 전반적으로 폐각근 조직과 내장낭 조직 내 총지질 함량 사이의 상관관계는 음 (-) 의 상관관계 ($r = -0.631$) 를 나타내었으며, 두 조직 사이에 유의한 차이를 보였다 ($p = 0.028$). 그러므로 이들 결과는 폐각근 조직과 내장낭 조직 내의 영양성분이 생식소의 에너지 요구에 따라 반응하는 것을 의미한다. 폐각근 조직 내 글리코겐 함량은 초기 및 후기활성기인 3월에 최대에 이룬 후 부분산란기인 7월부터 9월까지 계속 감소되었다. 반면 내장낭 조직 내 글리코겐 함량은 후기활성기 및 완숙기인 6월에 최대에 이룬 후 부분산란기인 7월부터 계속 감소하다가, 그 후 퇴화 및 비활성기인 11월에 다시 증가되었다. 전반적으로 볼 때 폐각근 조직과 내장낭 조직 내 글리코겐 함량의 변화는 음 (-) 의 상관관계 ($r = -0.307$) 를 나타내었으나 두 조직들 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p = 0.331$).

REFERENCES

- Baik, S.H., Kim, K.J., Chuong, 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.
- 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.
- Chang, Y.J. (1991) Seasonal variations of digestive diverticular in the scallop, *Patinopecten yessoensis*. *Journal of Aquaculture*, **4**(1): 19-30. [in Korean]
- Choi, K.C. (1971) Ecological studies of the clams, *Meretrix lusoria* and *Cyclina sinensis* for increasing seed calm yield. *Korean Journal of Limnology*, **4**(1-2): 9-19.
- Choi, S.S and Song, Y.K. (1973) Studies on the artificial fertilization and development of *Cyclina sinensis*. *Bulletin of Korean Fisheries Society*, **6**(1, 2): 76-80. [in Korean]
- Choi, S.S. (1975) Comparative studies on the early embryonic development of *Cyclina sinensis*. *Bulletin of Korean Fisheries Society*, **8**(3): 185-195.
- Chung, E.Y. Lee 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. (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., Ryou, D.K. (2000) Gametogenesis and sexual maturation of the surf clam, *Mactra veneriformis* on the west coast of Korea. *Malacologia*, **42**: 149-163.
- 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 Komsu 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. *The Korean Journal of Malacology*, **17**(1): 41-51. [in Korean]
- Haragaki, H. (1966) A study of intertidal organism in Hiroshima. VII. Development of *Cyclina sinensis* (Gmelin). *Bulletin of Natural Science, Hiroshima University*, **5**: 29-30.
- 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.
- Kim, J.Y. (1999) Seasonal variation of the primary productivity in the vicinity of Chulpo Sea area. *Fisheries Science Research, Kunsan National University*, **14**: 177-122. [in Korean]
- Kim, Y.H., Chung, E.Y. and Kim, Y.G. (2000) Reproductive ecology and parasite of the venus clam, *Cyclina sinensis* (Gmelin), on the west coast of Korea. 1. Reproductive ecology. *The Korean Journal of Malacology*, **16**(1-2): 35-41. [in Korean]
- Kim, Y.G., Chung, E.Y. and Kim, Y.H. (2000) Studies on reproductive ecology and parasite of the venus clam, *Cyclina sinensis* (Gmelin), on the west coast of Korea. 2. On the metacercaria of *Himasthla kusakiguti*, 1939 (Trematoda) found in the venus clam, *Cyclina sinensis*. *The Korean Journal of Malacology*, **16**(1-2): 43-48. [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]
- Lee, J.J. and Cho, W.S. (1985). Histological study on the reproductive cycle of the clam, *Cyclina sinensis*, in Cheju Island. *Bulletin of Marine Resources Research Institute, Cheju National University*, **9**: 51-70. [in Korean]
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. (2001) Development of optimal technology for sustaining production in shellfish farm. pp. 541-607.
- 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. and Black, N.J. (1971) Regulation of gonad development in the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. *Biological Bulletin (Woods Hole)*, **140**: 274-282.
- 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.

Seasonal Changes in Biochemical Components of the Female *Cyclina sinensis*

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, Seoul. [in Korean]