

## 양식패류의 생화학적 체성분의 계절적 변화

신윤경, 김성연<sup>1</sup>, 문태석, 박미선<sup>1</sup>, 김 윤<sup>1</sup>

국립수산진흥원 남해수산연구소, <sup>1</sup>국립수산진흥원 증식부

### Seasonal Changes of Biochemical Composition in Cultured Bivalves

Yun-Kyung Shin, Sung-Yeon Kim<sup>1</sup>, Tae-Seok Moon, Mi-Seon Park<sup>1</sup> and Yoon Kim<sup>1</sup>

South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Yosu 556-820, Korea.

<sup>1</sup>National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-900, Korea

#### ABSTRACT

Seasonal changes in biochemical composition of *Crassostrea gigas* and *Scapharca broughtonii* in the Kosong bay and Kangjin bay, southern Korea were studied over 12 months in relation to their habitat. In *Crassostrea gigas*, protein was high during summer in all experimental station, but lipid and carbohydrate were high during winter, and no clear difference was between experimental station. Glycogen content was sharply decreased during summer, and energy content was low but carbohydrate was high during summer. In *Scapharca broughtonii*, protein was low, but carbohydrate was high during summer. Lipid was high from February to March, glycogen content was low during winter and no clear difference biochemical composition was between experimental station of *Scapharca broughtonii*.

**Keywords:** Biochemical composition, Seasonal variation, *Scapharca broughtonii*, *Crassostrea gigas*.

#### 서 론

해양에 서식하는 저서패류의 에너지보유물의 이용 및 저장

은 생식주기의 계절적 변화 양상과 밀접하게 관련되어 있으며, 대사활성의 계절적 양상은 먹이, 환경조건, 성장, 생식간의 복잡한 상호작용의 결과이다. 그러나 생식소 발달과정에서 요구되는 에너지와 환경 내 먹이 공급 간의 균형에 대한 자세한 연구는 생리적 과정과 환경변이에 대한 일련의 연구 없이는 가능하지 않다.

패류양식의 중요성은 식물플랑크톤의 공급 및 먹이의 소비에 의해 체내조직으로 전환되는 효율에 달려 있다. 예를 들면 저서성 패류의 생산은 클로로필과 해역 내 1차 생산과 관련이 있으며, 해역 내 영양염의 수류와도 관련이 있으며 (van Stralen and Dijkema, 1994), 해역내 먹이생물의 조성은 선호하는 먹이와 관련하여 패류의 성장에 영향을 미친다 (Brown, 1988; Beukema and Cadee, 1991).

또한 에너지의 보유와 이용주기에는 종 내와 종간에 차이가 있으며, 환경요인에 대한 영향을 받는다 (Mackie and Ansell, 1993).

체조성 물질의 연주기 변화에 대한 연구는 굴에서 주로 생식주기와 관련하여 다수 보고되고 있으며 (Berthelin *et al.*, 2000; Rosique *et al.*, 1995; Li-Qi *et al.*, 2000), 성장, 생리 및 에너지수지와 관련되어서도 보고 (Newell and Bayne, 1980)되고 있으나 피조개에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 수산특정기획과제의 패류양식장에서 지속적인 생산성 유지를 위한 최적생산 기술 개발 과제 연구의 일환으로 수행한 것으로 고성만과 강진만에 서식하는 참굴, *Crassostrea gigas*과 피조개, *Scapharca broughtonii*의 탄수화물, 지방, 단백질 및 회분의 계절적 변화양상을 조사하여 에너지 보유물의 이용주기를 알아보았다.

#### 재료 및 방법

Received December 23, 2001 Accepted May 25, 2002

Corresponding author: Shin, Yun-Kyung

Tel: (82) 61-690-8972 e-mail: ykshin@nfrda.re.kr

1225-3480/18101

© The Malacological Society of Korea

Seasonal Changes of Biochemical Composition in Cultured Bivalves

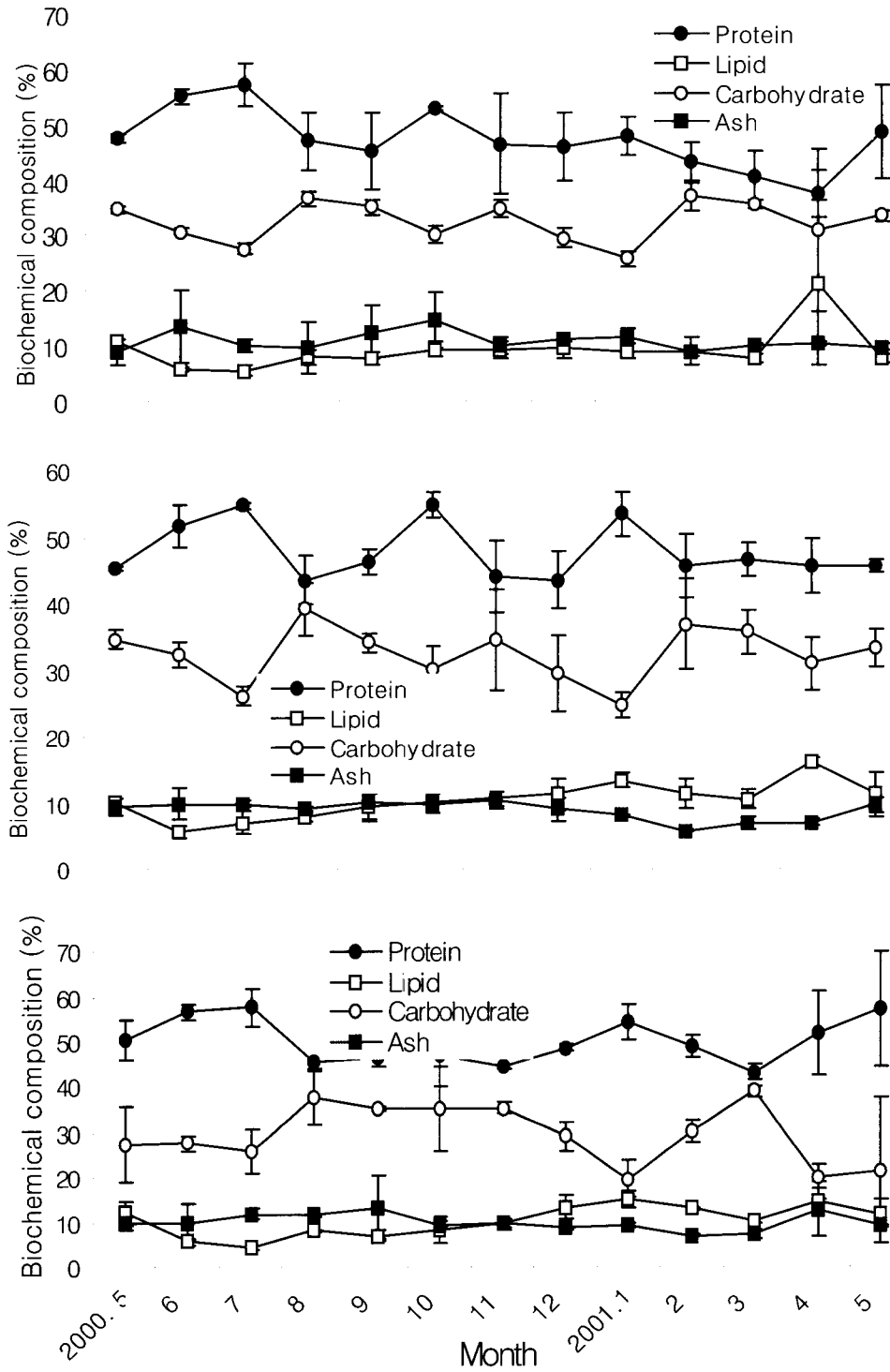


Fig. 1. Monthly measurements of chemical composition in *Crassostrea gigas* from different station.

실험재료의 체성분의 특성을 파악하기 위하여 참굴은 양식순기에 따라 경남 고성만의 굴 양식장 3 개 지점에 2000년 5월에 종패를 수하하여 2001년 5월까지 양식하면서 매월 시료를 채취하였다. 그리고 피조개는 경남 강진만내 피조개 양식장 2 개 지점에서 양식용 종패를 살포한 2000년 5월부터 2001년 5월까지 매월 채취하여 실험실로 옮긴 뒤 육질부의 내장낭을 선별하여 체성분 분석에 사용하였다.

육질부내 내장낭의 글리코겐 함량은 Hagedorn-Gensens's method (일본식품공학회, 1984) 에 준하여 분석하였다. 육질부의 일반성분 AOAC method (1984) 에 따라 조단백질은 automatic analyzer (Vapodest 5/6, Gerhardt, W-Germany) 를 사용하여 분석하였고, 조지방은 automatic analyzer (Soxtec, Tecator, Sweden) 를 사용하여 분석하였고, 조지방은 automatic analyzer (Soxtec, Tecator, Sweden) 를 사용하여 ether로 추출하였으며, 수분은 105°C 의 dry oven에서 4 시간 동안 건조시킨 후 측정하였다. 조회분은 550°C의 회화로에서 4시간동안 태운 후 정량하였다. 에너지함량은 분석한 각각의 체물질에 대하여 단백질 4, 지질 9 및 탄수화물 4의 환산계수를 사용한 열량 환산치를 사용하여 건중 g당 에너지 함량으로 나타내었다.

결 과

1) 참굴

2000년 5월부터 2001년 5월의 조사기간 동안 굴의 단백질,

지질, 탄수화물 및 회분의 함량 변화를 조사한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. Station 1의 경우 각각 37.55-59.81%, 4.92-31.95%, 18.09-44.96% 그리고 8.45-18.31%로 단백질 함량은 6월과 7월에 가장 높았으며, 지질은 9월부터 증가하기 시작하여 이듬해 4월까지 대체로 높았으며, 여름동안 낮은 경향을 보였다.

Station 2의 단백질, 지질, 탄수화물 및 회분의 함량은 각각 40.4-58.5%, 4.89-16.6%, 25.09-42.09% 그리고 5.76-11.89%로 단백질은 Station 1과 마찬가지로 7월에 가장 높았으며, 조사기간 동안 다른 정점에 비하여 대체로 높은 경향을 보였다. 한편 지질은 6월에 가장 낮았으며, 단백질이 높은 시기에 다소 낮은 경향을 나타내었다. 그리고 회분은 2-3월에 다소 낮은 경향을 보였다.

Station 3의 단백질, 지질, 탄수화물 및 회분의 함량은 각각 42.05-66.3%, 6.15-16.4%, 16.84-41.72% 그리고 6.44-18.43%로 단백질은 Station 1, 2와 마찬가지로 7월에 높게 나타났으며, 지질은 12-1월, 회분은 9월, 탄수화물은 8월에 증가하기 시작하여 겨울 동안 높은 값을 나타내었으며, 대체로 겨울 동안 지질과 탄수화물의 함량이 높았으며, 여름 동안에는 단백질이 함량이 높게 나타났다.

한편, 육질부의 글리코겐 함량은 Station 1이 8.5-11.8 mg/g, Station 2는 8.17-12.21 mg/g이었으며, Station 3은 8.73-13.48 mg/g으로 나타나 여름에 현저히 감소하여 9월까지 낮은 값을 나타내었다 (Fig. 2). 그리고 에너지 함량의 변화

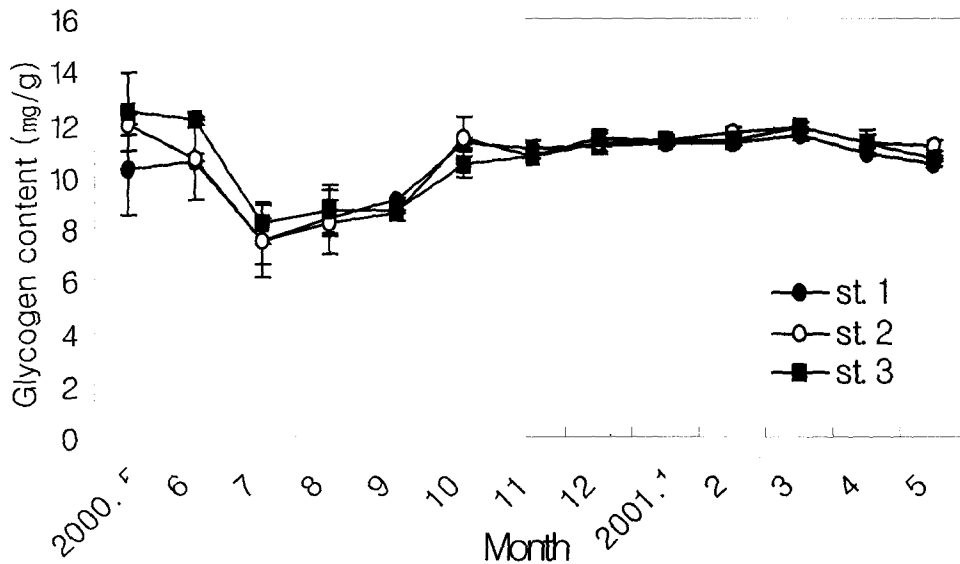


Fig. 2. Monthly glycogen contents of *Crassostrea gigas* from different station.

는 Station 1에서 3.55-4.62 Cal/g, Station 2는 3.78-4.56 Cal/g 그리고 Station 3에서는 3.57-4.84 Cal/g으로 6-9월에 낮았으며, 11월부터 이듬해 3월까지 높은 에너지함량을 나타내었으나, 정점별로 유의한 차는 없었다 (Fig. 3).

**2) 피조개**

조사기간 (2000년 5월-2001년 5월) 동안 단백질, 지질, 탄수화물 및 회분의 함량은 시험어장에서 각각 38.76-51.97%, 2.17-12.52%, 29.43-41.73% 그리고 8.07-15.75%으로 단백질은 6-9월에 낮았으며, 대체로 겨울 동안 높았다. 그리고 지질은 2-4월 동안 높게 나타났으며, 탄수화물은 3월과 9월을 제

**고 찰**

본 실험에 사용되었던 참굴의 양식순기는 1년으로 2000년 5월부터 2001년 5월까지 그리고 피조개는 2000년 5월에 종패를 살포하여 체성분을 월별 조사 분석하였다.

참굴의 경우 단백질 함량은 6-7월에 높았으며, 글리코젠은 4월부터 감소하기 시작하여 8-9월에 낮은 값을 나타내었다. 반면 지질은 겨울 동안 높은 경향을 보여 Station 1, 2, 3의 정점 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

한편 피조개의 경우에는 단백질은 대체로 겨울 동안 높았으며, 지질은 11-1월 동안 낮은 값을 보인 후 2월부터 증가하여

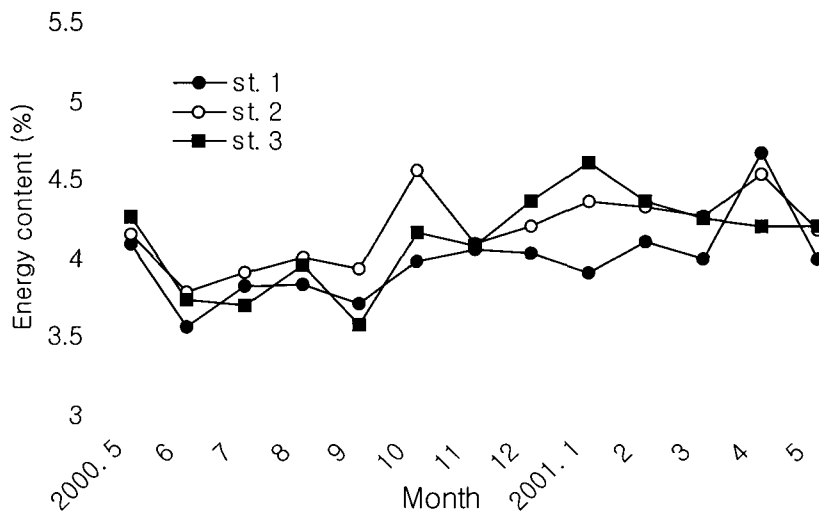


Fig. 3. Monthly energy content of Crassostrea gigas from different station.

외하고 연중 높게 나타났다. 대조구에서 단백질, 지질, 탄수화물 및 회분의 함량은 각각 44.48-50.05%, 2.96-12.16%, 23.3-36.93% 그리고 8.69-11.36%로 단백질은 3-5월과 10월에 높게 나타났으며, 시험어장과 유사한 경향을 보였다. 한편 지질은 11월부터 감소하기 시작하여 12월-1월 동안 가장 낮은 값을 보였으며, 2월부터 다시 증가하여 4월에 가장 높은 값을 나타내었다. 탄수화물은 지질이 가장 높은 값을 나타낸 4월에 최소값을 보였다 (Fig. 4).

육질부의 글리코젠의 함량은 6-9월에 가장 낮은 경향을 보였으며, 시험어장과 대조어장 간의 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다 (Fig. 5).

한편 에너지 함량은 시험어장에서 3.69-4.16 Cal/g으로 2월에 다소 높았던 반면 대조구의 경우에는 3.71-4.23 Cal/g으로 2-4월에 높게 나타났으며, 대체로 11월에서 이듬해 1월의 겨울 동안 낮은 값을 나타내었다 (Fig. 6).

5월까지 높은 경향을 보였으며, 시험어장과 대조구 모두 유사한 경향을 나타내었다. 한편 글리코젠의 함량은 겨울동안 높은 값을 나타내었다.

패류의 생화학적 체성분의 주기는 생식주기와 관련하여 몇 가지 보고가 있다. Mytilus edulis의 경우 난모세포 형성시기 (Oogenesis) 와 vitellogenesis 시기 동안 단백질과 지질의 저장이 일어나며, 외투강 내 글리코젠의 감소가 일어난다 (Gabbott and Bayne, 1973). Crassostrea gigas의 경우는 배우자형성 시기 동안 저장된 글리코젠이 이용되며, 먹이가 부족한 겨울 동안에 단백질과 지질이 이용된다 (Ruiz et al., 1992).

또한 Pecten maximus에서는 배우자형성시기동안 총지질이 증가하며, 산란이후 생식소가 회복되면서 근육 내 글리코젠의 손실 (Acosta and Román, 1995)이 일어나는 등의 체내 보유물의 주기와 생식소 형성 주기가 동시에 일어나는 경우와 뚜

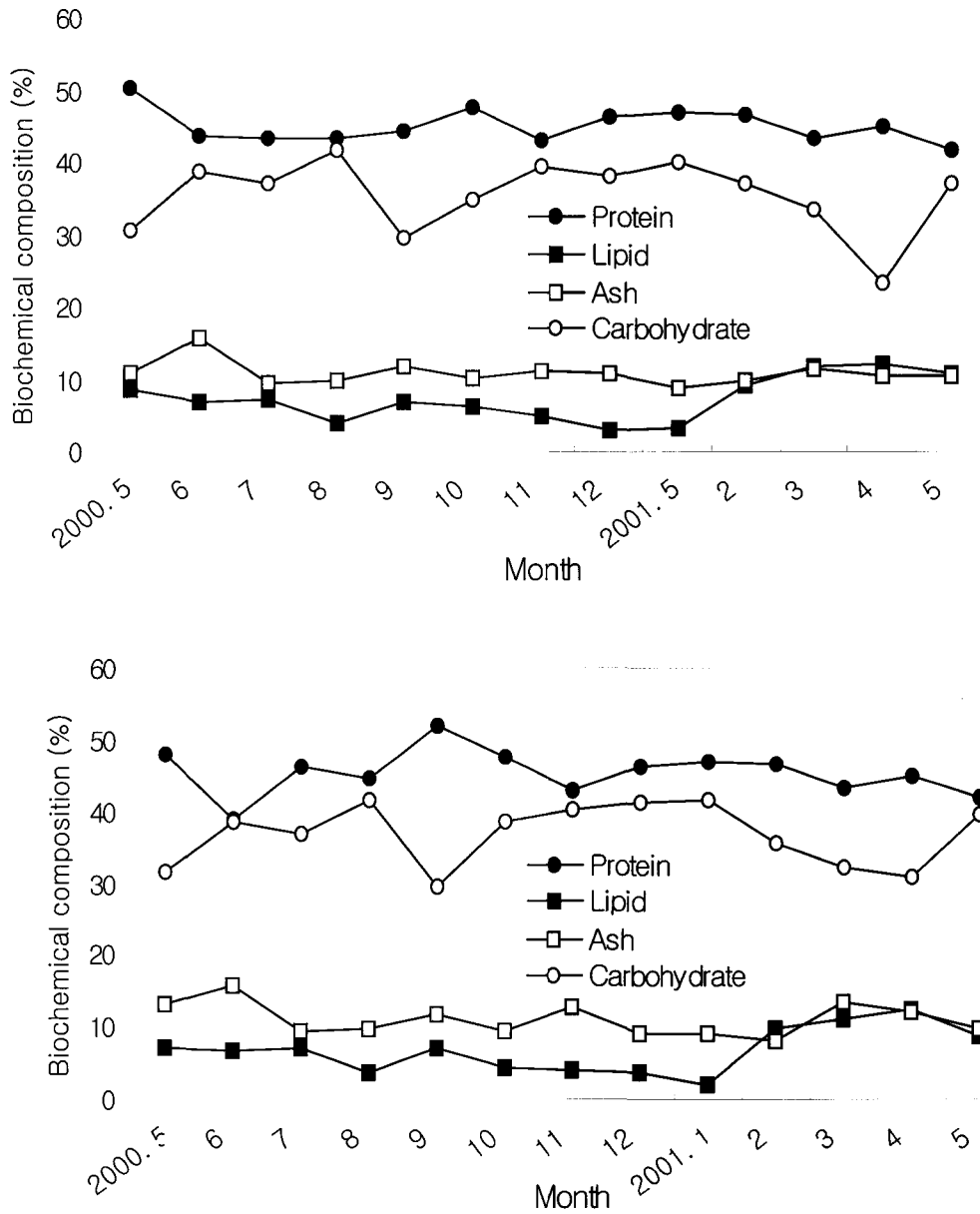


Fig. 4. Monthly measurements of biochemical composition in arkshell *Scapharca broughtonii*. Upper graph shows control group and lower graph shows experimental group.

렷이 분리되는 경우가 있다.

본 연구에서 참굴의 생식주기는 2-4월에 증식기, 5-6월 성숙기, 7-8월 산란기로서 글리코겐의 감소는 3월부터 감소하기 시작하여 7월에 가장 낮았으며, 9월부터 차츰 증가하는 경향을 보여, 배우자형성 시기 동안 저장된 글리코겐의 이용이 일어나

는 Ruiz *et al.* (1992) 의 보고와 유사한 양상을 보였다.

환경요인은 체내 보유물의 주기를 결정하는데 주요한 역할을 하며, 에너지 보유물의 주기는 유전적인 요인보다는 환경적 요인에 의해 더 많은 영향을 받는다 (Mackie and Ansell, 1993). 특히 먹이의 질은 패류의 에너지 수지에 영향을 미치는

가장 큰 요인이며 (Charles *et al.*, 1995), 수온은 패류의 대사율에 직접적인 영향을 미치므로 간접적으로 먹이의 이용에도 영향을 미치는데 먹이의 이용은 수온이 높은 여름에 증가한다. 참굴과 피조개의 단백질 함량 증가 시기는 3-9월로 해역 내 수온이 증가하며 먹이가 증가하는 시기와 일치하는데 이는 연중 수온이 증가하고 먹이가 풍부해지면 체내에 영양소를 저장

(Ansell, 1972) 짓고 있다. 또한 먹이의 질과 종류, 그리고 선호하는 먹이에 따라 체성분의 변화가 일어난다라기 보다는 먹이가 고갈되어 있는 시기동안 대사유지를 위해 사용되며 생식소 발달을 위해 체내에서 체성분이 서로 각 기관 간의 이동 및 전환되는 양상을 보이는 것으로 보고 (Pazos *et al.*, 1997) 되고 있다.

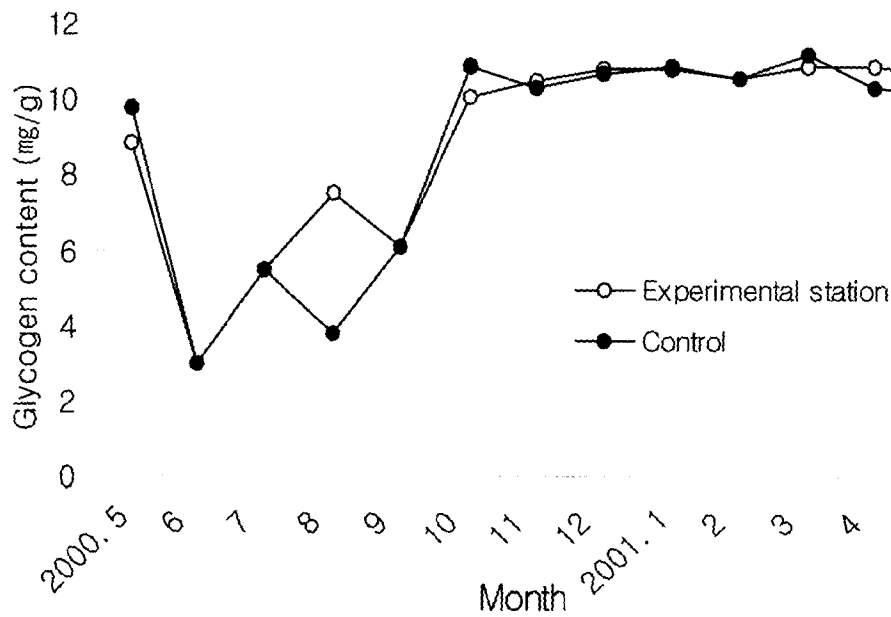


Fig. 5. Monthly glycogen contents of arkshell *Scapharca broughtonii*.

하였다가 에너지의 공급이 요구되거나 성성숙을 위해 필요한 경우 활용을 것으로 여겨진다.

참굴, *Crassostrea gigas*의 경우에는 글리코겐과 지질이 겨울에 증가하며, 봄과 여름에는 단백질이 증가하며, 글리코겐이 감소하였으며 (Berthelin *et al.*, 2000), *Ostrea edulis*의 체성분은 성성숙 단계에 의존 (Rosique *et al.*, 1995) 하며, 성성숙이 진행되는 동안 난소와 정소 내 글리코겐 함량이 감소 (Li-Qi *et al.*, 2000) 하였다. 특히 본 연구에서 참굴의 결과는 Berthelin *et al.* (2000)의 결과와 유사한 양상이었으며, 또한 가리비류의 소화선내 저장 지질이 gametogenesis를 유도하는데 필요한 에너지를 제공 (Barber and Blake, 1981) 하는 점과 유사한 양상으로, 참굴의 지질 함량이 겨울에 증가하는 양상은 gametogenesis가 2-3월에 시작되는 점에 비추어보아 가리비류와 마찬가지로 gametogenesis를 유도하기 위한 체내 보유물인 것으로 보인다.

한편 패류의 체성분은 계절에 따라 변화하며 규조류가 풍부한 봄에 체내 보유물의 증가가 있으며, 생식소 발달과 관련

결론적으로 굴 및 피조개는 먹이가 풍부한 시기 동안 에너지를 저장하며 대사유지 및 생식소 형성에 주요한 역할을 하는 것으로 여겨지며, 차후 먹이의 종류, 선호도 그리고 계절별 생리적 변화와 관련시켜 수행할 필요가 있을 것으로 여겨진다.

### 요 약

경남 고성만과 강진만에 서식하는 굴과 피조개에 대한 체성분의 계절적 변화를 Station별로 조사 분석하였다. 굴의 경우 대체로 조사정점에서 모두 여름에 단백질의 함량이 높았으며, 겨울 동안 지질과 탄수화물의 함량이 높아 정점 간에는 뚜렷한 차이는 없었으나, Station 2에서 다소 양호한 상태를 나타내었다. 글리코겐의 함량은 여름에 현저히 감소하였으며, 에너지 함량은 11월부터 이듬해 3월까지 높은 값을 나타내었다. 한편 피조개의 경우 단백질은 여름 동안 낮았으나 탄수화물은 높게 나타났다. 지질은 2-5월 동안 높았으며, 글리코겐의 함량은 6-9월 동안 낮았고, 에너지 함량은 겨울 동안 낮게 나타나 어장간의 뚜렷한 차이는 없었다.

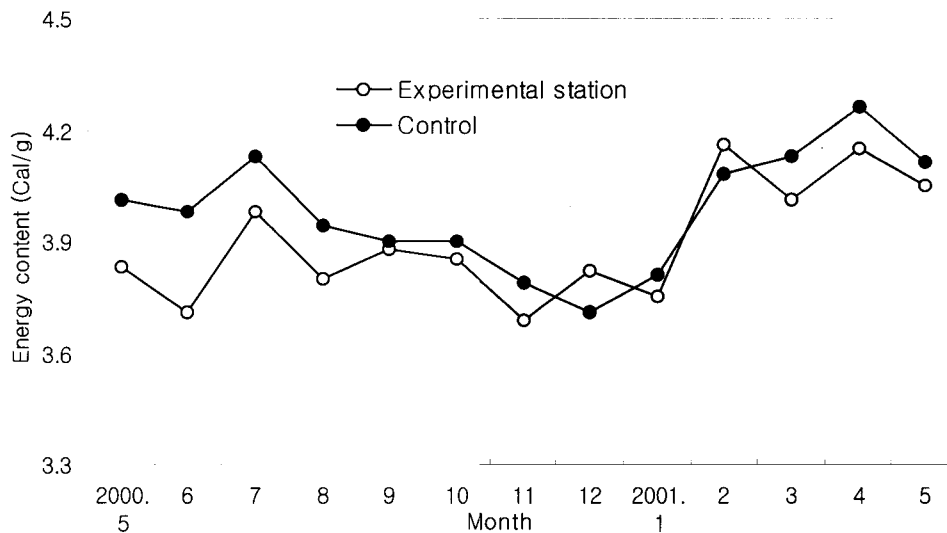


Fig. 6. Monthly energy contents of arkshell *Scapharca broughtonii*.

### 참고문헌

- Acosta, C.P. and Román, G. (1995) Reproductive and reserve storage cycles in *Pecten maximus* reared in suspension. II: Energy storage cycles. 8th International Pectinid Workshop, Cherbourg (France) May 22-29, 1991. IFREMER, Actes de Colloques, N 17, 189-193.
- Ansell, A.D. (1972) Distribution growth and seasonal changes in biochemical composition for the bivalve *Donax vittatus* (da Costa) from Kames Bay, Millport. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **10**(2): 137-150.
- AOAC. (1984) Official methods of analysis of the association of the official analytical chemicals, 14th edition. 1141 pp. Arlington. AV.
- Barber, B.J. and Blake, N.J. (1981) Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopectin irradians concentricus* (Say). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **52**: 121-134.
- Berthelin, C., Kellner, K. and Mathieu, M. (2000) Storage metabolism in the pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in relation to summer mortalities and reproductive cycle (West coast of France). *Comp. Biochem. Physiol. B.* **125**(3): 359-369.
- Beukema, J.J. and Cadée, G.C. (1991) Growth rates of the bivalve *Macoma balthica* in the Wadden Sea during a period of eutrophication: relationships with concentrations of pelagic diatoms and flagellates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **68**: 249-256.
- Brown, J.R. (1988) Multivariate analyses of the role of environmental factors in seasonal and site-related growth variation in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **45**: 225-236.
- Charles, F., Amouroux, J.M., Gremare, A. and Baudart, J. (1995) A bioassay approach to temporal variation in the nutritional value of sediment trap material. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **191**: 65-81.
- Gabbott, P.A. and B.L. Bayne. 1973. Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **53**, 269-286.
- Li-Qi, Osada-Makoto and Mori-Katsuyoshi. (2000) Seasonal biochemical variations in pacific oyster gonadal tissue during sexual maturation. *Fish. Sci.*, **66**(3): 502-508.
- Mackie, L.A. and Ansell, A.D. (1993) Differences in reproductive ecology in nature and transplanted populations of *Pecten maximus*: evidence for the existence of separate stocks. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **169**: 57-75.
- Newell R.I.E. and Bayne, B.L. (1980) Seasonal changes in the physiology, reproductive condition and carbohydrate content of the cockle *Cardium* (= *Cerastoderma*) *edule* (Bivalve: Cardiidae). *Marine Biology*, **56**: 11-19.
- Pazos, A.P., Román, G., Acosta, C.P., Abad, M. and Sánchez, J.L. (1997) Seasonal changes in condition and biochemical composition of the scallop *Pecten maximus* L. from suspended culture in the Ria de Arousa (Galicia, N.W. Spain) in relation to environmental conditions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **211**: 169-193.
- Rosique, M.J., Cano, J. and Rocamora, J. (1995) Seasonal variations in condition indexes and chemical composition of the body in the European flat oyster (*Ostrea edulis* L.) in the Mar Menor (Murcia, SE Spain). *Iberus*, **13**(2): 9-22.

Seasonal Changes of Biochemical Composition in Cultured Bivalves

- Ruiz, C., Abad, M., Sedano, F., Garcia-Martin, L.O. and Sanchez, J.L. (1992) Influence of seasonal environmental changes on the gamete production and biochemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg) in suspended culture in El Grove, Galicia, Spain. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **155**: 249-262.
- van Stralen, M.R. and Dijkema, R.D. (1994) Mussel culture in a changing environment - the effects of a coastal engineering project on mussel culture (*Mytilus edulis* L.) in the Oosterschelde Estuary (SW Netherlands). *Hydrobiologia*, **283**: 359-379.
- 식품공학회. (1984) 식품분석법. pp. 208-210.