

한국 서해산 살조개 (*Protothaca jedoensis*) 의 식물플랑크톤 먹이 선택성

조수근, 김지현, 김용호, 이창훈¹

군산대학교 해양생명과학부, ¹한국해양연구원 남해연구소

Feeding Selectivity of the Jedo Venus Clam, *Protothaca jedoensis* on Phytoplankton

Soo-Gun Jo, Ji-Hyun Kim, Yong-Ho Kim and Chang-Hoon Lee¹

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

¹South Sea Institute, Korea Ocean Research and Development Institute, Geoje 656-830, Korea

ABSTRACT

Based on both field and laboratory experiments, seasonal changes in the species composition and abundance of phytoplankton in the gut contents of the jedo venus clam, *Protothaca jedoensis*, and its feeding selectivity were investigated. The phytoplankton in the gut contents comprised Bacillariophyceae (diatom), Chlorophyceae, Chrysophyceae, and Dinophyceae, of which the diatoms being the most predominant throughout the year. Although the number of species and the abundance of phytoplankton in the sea water were always more diverse and more abundant than in the gut contents, the relative number and abundance were generally similar in the seawater and in the gut contents. In the laboratory experiments, the relative abundances of *Coscinodiscus marginatus* and *Thalassiosira eccentrica* were much more higher in the gut contents than any other algal species, while *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, and *Eucampia zodiacus* were abundant in order of cell density in the ambient water. These results suggest that *P. jedoensis* may feed preferably on single algal cell or smaller chains of algal cells.

Keywords: Jedo venus clam, *Protothaca jedoensis*, Feeding selectivity, Diet, Phytoplankton.

서론

백합과 (Veneridae) 에 속하는 살조개 (*Protothaca jedoensis*) 는 한국, 중국의 산둥성, 일본 북해도의 연안 조건 대부분 수심 약 20 m까지 사질 또는 자갈로 이루어진 저질에 분포한다 (Kwon *et al.*, 1993). 국내에서는 서해 및 남해안에 주로 서식하며 바지락과 서식환경이 유사하지만, 바지락보다는 다소 깊은 곳에 많다 (Yoo, 1976). 살조개는 지선 어민들에게 살반지락이라고도 불리며, 육질은 바지락에 버금갈 정도로 맛이 좋아 식용으로 이용되어 수산자원으로서 잠재적 가치가 큰 패류이지만, 생산량이 많지 않아 일반 소비자에게는 그다지 많이 알려져 있지 않다.

서해안은 간석지가 발달하여 많은 종류의 패류가 서식하고 있지만, 살조개가 주로 서식하는 조건대 하부의 퇴적물입자가 거친 모래지역은 대부분 패류양식장으로는 잘 활용되고 있지 않은 실정이다. 따라서 살조개의 종묘를 대량생산하여 활용이 잘되지 않은 바다에 살포한다면 연안의 생산력을 보다 극대화 할 수 있는 잠재력이 있는 품종이라 할 수 있다.

살조개에 관한 연구로는 국내에서는 남해에 서식하는 개체군의 생식주기에 관한 연구 (Kim, 2002) 가 있고, 서해산 살조개에 관해서는 성 성숙과 성비 (Kim *et al.*, 2003a), 연령과 성장 (Kim *et al.*, 2003b) 에 관한 연구가 있다. 외국에서 살조개류 (*Protothaca*) 에 관한 연구로는 조석과 염분이 성장선에 미치는 영향 (Era, 1985), 성장 (Harrington, 1987), 생식주기 (Pizarro and Cruz, 1987), 배 발생 (Ewart *et al.*, 1988), 정자의 미세구조 (Matos *et al.*, 1997), 개체군 유전학 (Parjerm, 2000) 등에 관한 연구가 있다.

Received March 8, 2004; Accepted June 5, 2004
Corresponding author: Jo, Soo-Gun
Tel: (82) 63-469-4594 e-mail: sgjo@kunsan.ac.kr
1225-3480/20104

© The Malacological Society of Korea

패류자원으로서 잠재적 가치가 있는 살조개의 종묘생산 및 자원 관리를 위해서는 섭이생태에 관한 기초자료도 반드시 필요하다. 그러나 지금까지 살조개에 관한 국내외의 연구 중 이 먹이에 관한 연구는 전혀 없다. 따라서 본 연구는 살조개의 생태학적, 자원학적 연구의 일환으로 식물플랑크톤 먹이의 선택성을 조사하는 것을 목적으로 이루어졌다.

재료 및 방법

1. 패류 채집 및 소화관 내용물 조사

실험에 사용된 살조개는 충남 보령시 대천해수욕장 인근 해역에서 간조시 수심 약 3-9 m 깊이에서 SCUBA로 잠수 채집하였다. 1999년 3, 6, 9, 12월에 각 1 회씩 계절별로 조사하여 121-407 개체씩 채집하여 그 중 일부를 먹이생물 조사를 위해 사용하였다.

채집된 시료는 현장에서 10% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 옮긴 후 채집된 살조개의 각장 30 mm 내외의 5 미를 골라 개체별로 위 (stomach) 에서부터 항문까지의 소화관을 적출한 후 멸균여과해수 2 ml를 사용하여 내용물을 분리한 다음 0.1 ml를 취하여 현미경 (Nikon, Optiphot)으로 먹이

생물 종류와 개체 수를 조사하였다. 동시에 먹이 선택성을 조사하기 위해 패류 서식장의 해수 1 liter를 채수하여 식물플랑크톤의 종 및 개체 수를 조사하였다. 주변 해수 및 소화관내 식물플랑크톤은 Shim (1994) 을 참고하여 동정하였다.

2. 먹이 선택성 조사

현장 채집 외에도 실험실내에서 먹이 선택성을 조사하였다. 실험에 사용한 살조개는 각장 30-40 mm 20 개체를 선택하여 0.5 톤의 원형 수조의 바닥에서 10 cm 떨어진 공간에 설치한 편평한 철망 위에 수용하였다. 수조내의 여과 해수 (30 psu, 15℃) 는 바닥에서 약 30 cm가 되게 유지시키고 살조개를 무투이 상태로 2일간 순응시키고 공복 상태로 하였다. 사용한 식물플랑크톤은 살조개 서식지에서 채수한 해수를 플랑크톤 여과망 (망목 10 μm) 으로 여과하여 농축한 다음 0.5 톤의 원형 아크릴 수조에 살조개의 먹이로써 투여하였다. 실험 동안 식물플랑크톤의 침강과 조개의 편중 섭이효과를 방지하기 위해 통기로 해수를 순환시켰다. 농축된 식물 플랑크톤을 실험 수조에 투여한 후 먹이 종류, 섭이 직전 플랑크톤 초기 농도를 조사하였고, 살조개가 수관을 내어 섭이를 시작하여 5시간이 경과한 후 수조 및 살조개 (무작위 5 개체) 소화관 내의 식물플랑크톤의 종 및 개체 수를 동시에 조사하였다.

실험에 사용한 살조개는 위 (stomach) 에서부터 항문까지의 소화관을 적출한 후 멸균 여과해수 2 ml를 사용하여 내용물을 분리한 다음 0.1 ml를 추출하여 현미경으로 조사하였다. 소화관내 식물플랑크톤 먹이에 대한 선택성을 알아보기 위해 Ivlev (1961) 의 선택성 지수 (electivity index)를 구하였다.

$$E = (R_i - P_i) / (R_i + P_i)$$

R_i: 장내용물 중에서 i종의 개체 수 비;

P_i: 주위 환경에 분포하는 i종의 개체 수 비

결 과

1. 해수 및 소화관내 식물성플랑크톤 종과 개체 수

조사 기간 주변 해수 및 살조개 소화관에서 관찰된 전체 식물플랑크톤의 종 수는 각각 94 종과 85 종이 동정되었다 (Table 1). 분류군별로는 규조류, 와편모조류, 황색편모조류, 녹조류 등이었으며, 개체 수로는 규조류가 97.07%로 가장 높았고, 그 외 와편모조류 1.46%, 황색편모조류 1.42%, 녹조류 0.05%였다.

주변 해수에서 식물플랑크톤의 월별 종 수와 개체 수는 3월에 63 종과 376 cells/ml, 6월에 57 종과 294 cells/ml, 9월에 60 종과 301 cells/ml, 12월에 58 종과 220 cells/ml으로 나타났다. 한편 소화관 내용물 중 식물플랑크톤의 월별 종 수

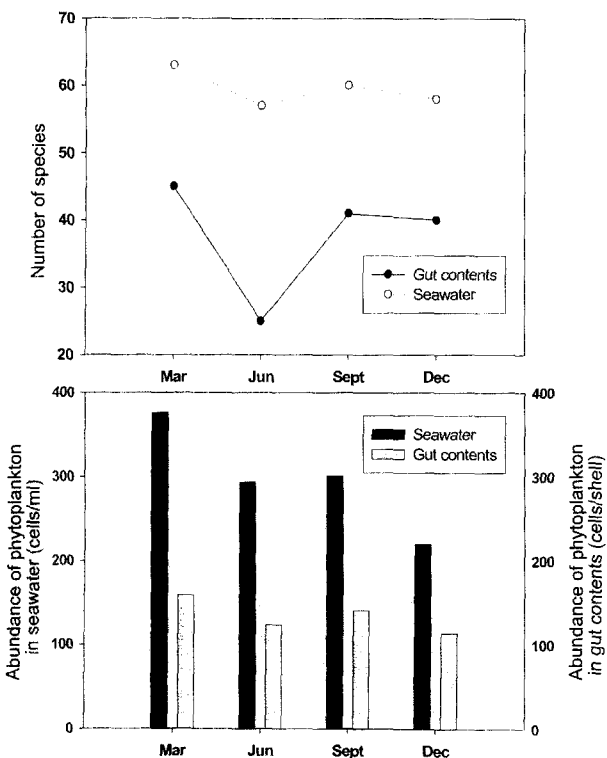


Fig. 1. Seasonal changes in the number of species and abundance of phytoplankton cells in the seawater and in the gut contents.

Table 1. List of plankton in the seawater and in the gut contents of *Protothaca jedomensis*.

Taxa	Occurrence of plankton	
	in the seawater	in <i>P. jedomensis</i>
Bacillariophyceae		
<i>Actinocyclus moniliformis</i>	*	*
<i>Actinocyclus octonarius</i>	*	*
<i>Actinocyclus voluta-coeli</i>	*	*
<i>Actinoptychus senarius</i>	*	*
<i>Actinoptychus splendens</i>	*	*
<i>Asterionella japonica</i>	*	*
<i>Asterionella kariana</i>	*	*
<i>Asteromphalus sarcophagus</i>	*	*
<i>Biddulphia granulata</i>	*	*
<i>Biddulphia pulchella</i>	*	*
<i>Biddulphia rhombus</i>	*	*
<i>Bacillaria paxillifer</i>	*	—
<i>Chaetoceros didymus</i>	*	—
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	*	—
<i>Cocconeis scutellum</i>	*	*
<i>Cocconeis</i> spp.	*	*
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	*	*
<i>Coscinodiscus centralis</i>	*	*
<i>Coscinodiscus gigas</i>	*	*
<i>Coscinodiscus janischii</i>	*	*
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	*	*
<i>Coscinodiscus nitidus</i>	*	*
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>	*	*
<i>Coscinodiscus rothii</i>	*	*
<i>Coscinodiscus stellaris</i>	*	*
<i>Coscinodiscus</i> sp.	*	*
<i>Cyclotella striata</i>	*	*
<i>Cylindrotheca closterium</i>	*	*
<i>Diploneis fusca</i>	*	*
<i>Diploneis splendida</i>	*	*
<i>Ditylum brightwellii</i>	*	*
<i>Dunaliella</i> sp.	*	*
<i>Eucampia zodiacus</i>	*	—
<i>Fragilaria cylindrus</i>	*	*
<i>Fragilaria oceanica</i>	*	*
<i>Fragilaria</i> sp.	*	*
<i>Gossleriella tropica</i>	*	*
<i>Guinardia flaccida</i>	*	*
<i>Gyrosigma fascicola</i>	*	*
<i>Leptocylindrus danicus</i>	*	*
<i>Leptocylindrus minimus</i>	*	*
<i>Melosira nummuloides</i>	*	—
<i>Minidiscus comicus</i>	*	*
<i>Navicula arenaria</i>	*	*
<i>Navicula distans</i>	*	*
<i>Nitzschia lanceolata</i>	*	*
<i>Nitzschia longissima</i>	*	—
<i>Nitzschia pungens</i>	*	*

*: present; —: absent

Feeding Selectivity of *Protothaca jodoensis*

Table 1. continued

Taxa	Occurrence of plankton	
	in the seawater	in <i>P. jodoensis</i>
<i>Paralia sulcata</i>	*	*
<i>Pleurosigma affine</i>	*	*
<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	*	*
<i>Pleurosigma normanii</i>	*	—
<i>Pleurosigma pelagicum</i>	*	*
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	*	*
<i>Rhizosolenia costrocanei</i>	*	*
<i>Rhizosolenia setigera</i>	*	*
<i>Skeletonema costatum</i>	*	—
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	*	*
<i>Surirella cuneata</i>	*	*
<i>Surirella fastuosa</i>	*	—
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	*	*
<i>Thalassiosira angstii</i>	*	*
<i>Thalassiosira condensata</i>	*	*
<i>Thalassiosira decipiens</i>	*	*
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	*	—
<i>Thalassiosira gravida</i>	*	*
<i>Thalassiosira hyalina</i>	*	*
<i>Thalassiosira leptopus</i>	*	*
<i>Thalassiosira nitzschioides</i>	*	—
<i>Thalassiosira oestrupii</i>	*	*
<i>Thalassiosira spinulata</i>	*	*
<i>Thalassiosira</i> sp.	*	*
<i>Thalassiothrix delicatula</i>	*	*
<i>Trichodesmium contortum</i>	*	*
<i>Trichodesmium erythraeum</i>	*	*
<i>Trichodesmium hildebrandtii</i>	*	*
<i>Trichodesmium thiebautii</i>	*	*
<i>Trichodesmium</i> sp.	*	*
Chlorophyceae		
<i>Mantoniella squamata</i>	*	*
<i>Pelagothrix clevei</i>	*	*
Chrysophyceae		
<i>Dictyocha fibula</i>	*	*
<i>Distephanus speculum</i>	*	*
<i>Distephanus</i> spp.	*	*
<i>Mesocena polymorpha</i>	*	*
Ciliata		
<i>Epiplocylis undella</i>	*	*
<i>Favella taraikaensis</i>	*	*
<i>Lionotus cygnus</i>	*	*
<i>Tintinnopsis karajacensis</i>	*	*
<i>Tintinnopsis platensis</i>	*	*
Dinophyceae		
<i>Dinophysis candata</i>	*	*
<i>Dinophysis hastata</i>	*	*
<i>Dinophysis infundibulus</i>	*	*
<i>Dinophysis orum</i>	*	*
<i>Prorocentrum dentatum</i>	*	*
<i>Prorocentrum marina</i>	*	*

*: present; —: absent

Table 1. continued

Taxa	Occurrence of plankton	
	in the seawater	in <i>P. jedoensis</i>
<i>Prorocentrum minimum</i>	*	-
<i>Prorocentrum triestinum</i>	*	*
<i>Protoperidinium</i> sp.	*	*
<i>Pyrocystis fusiformis</i>	*	*
Foraminifera		
<i>Globigerina eggert</i>	*	*

*: present; -: absent

Table 2. Selectivity index and relative abundance of nine most abundant plankton species in the gut contents of *Protothaca jedoensis* and in the seawater.

Taxa	Relative abundance of prey								Selectivity index (E)			
	gut contents (Ri)				seawater (Pi)				M	J	S	D
	M	J	S	D	M	J	S	D				
<i>Asterionella kariana</i>	-	-	-	0.1	10.4	-	-	0.3	-1	-	-	-0.50
<i>Chaetoceros didymus</i>	-	-	-	-	-	13.7	-	-	-	-1	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	10.0	71.4	38.0	37.7	9.6	27.4	30.7	50.8	0.02	0.44	0.11	-0.14
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0.3	-	-	-	8.6	-	-	-	-0.93	-	-	-
<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	34.2	-	-	-	-1	-	-
<i>Paralia sulcata</i>	35.3	11.4	1.7	4.8	27.8	5.5	7.7	15.6	0.12	0.35	-0.63	-0.53
<i>Protoperidinium minimum</i>	-	-	-	-	-	1.4	10.2	6.7	-	-1	-1	-1
<i>Skeletonema costatum</i>	0.9	-	-	-	12.1	4.1	17.9	-	-0.86	-1	-1	-
<i>Thalassiosira leptopus</i>	39.7	17.1	31.1	40.7	9.1	10.0	11.2	13.3	0.62	0.26	0.47	0.51

-: No occurrence

와 출현 개체는 3월에 45 종과 159 cells/shell, 6월에 25 종과 124 cells/shell, 9월에 41과 141 cells/shell, 12월에 40 종과 114 cells/shell로 나타났다. 이 결과에서 보면 춘계에 해당하는 3월에 가장 다양한 종류와 함께 많은 개체 수의 식물플랑크톤이 해수와 소화관에서 관찰되었다. 살조개의 소화관 내용물의 식물플랑크톤의 월별 출현 종과 개체 수는 주변 해수에 분포하는 식물플랑크톤의 월별 종수와 출현 개체 수에 비해 낮은 수치였으나 그 경향은 서로 유사하였다 (Fig. 1).

살조개가 서식하고 있는 주변 해수 및 소화관에서 양적으로 우점하여 나타난 주요 식물성 플랑크톤의 계절별 종조성은 Table 2에 나타내었다. 해수에서 3월에 나타난 우점종은 *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, *Asterionella kariana* 등의 순이었으며, 6월에는 *Eucampia zodiacus*, *Coscinodiscus marginatus*, *Chaetoceros didymus* 등의 순이었으며, 9월에는 *Coscinodiscus marginatus*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira leptopus* 등의 순으로 우점하였고, 12월에는 *Coscinodiscus marginatus*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira leptopus* 등의 순으로 나타났다. 따라서 계절에 따라 종의 우점률은 다르나 대체로 *Coscinodiscus marginatus*, *Paralia sulcata*가 해수에서

우점하였다.

소화관에서 3월에 나타난 우점종은 *Thalassiosira leptopus*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus marginatus*였으며, 6월과 9월에는 *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira leptopus*, *Paralia sulcata*, 12월에는 *Thalassiosira leptopus*, *Coscinodiscus marginatus*, *Paralia sulcata*가 양적으로 우점하여 나타났다.

2. 먹이 선택성

살조개의 먹이 선택성을 조사하기 위해 현장조사와 실험실의 수조실험을 병행하여 조사한 결과를 각각 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 먼저 현장의 해수와 살조개 소화관 내용물에 나타난 주요 식물플랑크톤을 대상으로 한 결과를 보면, 조사 시기에 따라 먹이 선택지수는 다르게 나타났으나, *Thalassiosira leptopus*는 0.25 이상의 비교적 높은 선택성 지수를 나타냈고, *Coscinodiscus marginatus*와 *Paralia sulcata*는 12월의 경우를 제외하고는 양의 선택지수를 나타내 먹이의 선택성이 상대적으로 높은 종이였다. 한편 *Asterionella kariana*, *Chaetoceros didymus*, *Cylindrotheca closterium*, *Eucampia zodiacus*,

Protoperidinium minimum, *Skeletonema costatum* 등은 주변 해수에서는 우점하는 종이었으나, 선택지수는 낮게 나타났다 (Table 2).

한편, 실험실내에서의 섭이 실험 결과를 토대로 중요 식물플랑크톤 종별 선택성을 보면 (Table 3), 수조 내 배양해수에 관찰된 종수는 총 55 종이었으나 우점종 상위 9 개 종에 관한 선택성 지수는 *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira eccentrica*, *Pleurosigma normanii*, *Prorocentrum minimum*, *Thalassiosira nitzschioides* 등이 0.72 이상의 높은 수치를 나타냈다. 그러나 *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, *Eucampia zodiacus*, *Asterionella kariana* 등은 수조 내 배양해수에서는 비교적 높은 개체 수로 존재하였으나 부의 선택성 지수를 나타냈다. 특히 *Asterionella kariana*, *Melosira nummuloides*, *Nitzschia longissima*, *Rhizosolenia setigera*와 그 외 다수의 종은 배양해수에서는 발견되었으나 살조개의 소화관 내용물에서는 관찰되지 않았다.

고 찰

이번 조사에서는 살조개의 먹이로 식물플랑크톤만을 조사 대상으로 한 결과, 먹이 종류는 규조류, 와편모조류, 황색편모조류, 녹조류 등의 순으로 규조류가 개체 수로 평균 96.0%를 차지하여 소화관 내 식물플랑크톤의 거의 대부분을 차지하였다. 식물플랑크톤 이외도 동물플랑크톤에 속하는 섬모충류와 유공충류가 1% 이하의 낮은 비율로 관찰되었다. 이때패는 주로 여

과섭식의 형태로 수중의 데트리타스성 입자나 식물플랑크톤을 주로 섭취하지만 백합과 조개의 일종인 *Venus mercenaria*와 같이 부유 유기물 입자에 부착해 있는 세균을 먹이로써 이용하는 것이 알려져 있다 (Kurihara, 1988). 이때패의 먹이 중 식물플랑크톤, 데트리타스, 세균 등 종류별로 동화율이 얼마이며, 각각이 개체 성장에 기여하는 비율에 대한 연구결과는 없지만, 주된 먹이는 식물플랑크톤이며, 그 중에서도 규조류로 보고되고 있는 과거의 연구 결과 (Kurihara, 1988) 와 일치한다.

해수 중의 식물플랑크톤의 종 수는 살조개 소화관 내용물 중의 식물플랑크톤의 종 수보다 항상 많았다. 그러나 해수와 소화관 내용물에서의 계절별 종 수의 변화는 서로 유사하였다. 또 개체 수의 경우도 해수와 소화관에서 계절별로 유사한 변화를 나타냈다. Ryou and Kim (1995) 은 동죽 (*Mactra veneriformis*) 의 먹이생물에 대해 조사하여 해수의 식물플랑크톤 종 수에 비하여 소화관 내용물의 종 수의 출현비를 28-64%로 보고하였다. 또 Boltovskoy *et al.* (1995) 는 재첩 (*Corbicula fluminea*) 의 먹이생물에 관한 연구에서 환경수의 식물플랑크톤 종 수에 비해 소화관의 식물플랑크톤의 종 수가 46-95%로 적지만 그 개체 수의 변화 경향은 유사하다고 보고하였다. 본 연구와 이전의 연구 결과를 비교할 때 소화관 내용물 중의 식물플랑크톤 종 수가 항상 적게 나타난 것은 일치하지만 그 비율에 있어서는 패류의 종에 따라 약간씩 다른 것 같다. 그 이유는 일반적으로 여과식성 (filter feeder) 이때패는 먹이가 되는 입자를 아가미와 순환에 의하여 선택하며, 아

Table 3. Selectivity index and relative abundance of 14 most abundant plankton species in the seawater of culture tank and in the gut contents of *Protothaca jedoensis* immediately after 5 hr feeding experiment in the laboratory.

Taxa	Relative abundance of prey		Selectivity index (E)
	gut contents (Ri)	seawater (Pi)	
<i>Asterionella kariana</i>	-	8.4	-1.00
<i>Bacillaria paxillifer</i>	5.5	10.7	-0.32
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	39.2	2.8	0.87
<i>Eucampia zodiacus</i>	5.5	9.7	-0.27
<i>Melosira nummuloides</i>	-	0.9	-1.00
<i>Nitzschia longissima</i>	-	1.4	-1.00
<i>Paralia sulcata</i>	11.0	30.1	-0.46
<i>Pleurosigma normanii</i>	5.5	0.9	0.72
<i>Prorocentrum minimum</i>	5.5	0.9	0.72
<i>Rhizosolenia setigera</i>	-	0.9	-1.00
<i>Skeletonema costatum</i>	5.5	20.9	-0.58
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	11.0	0.9	0.85
<i>Thalassiosira nitzschioides</i>	5.5	0.9	0.72
<i>Titinnopsis platensis</i>	5.5	0.9	0.72
Other species (41 spp.)	-	9.7	-1.00

가미 수공 (ostium) 의 크기는 패류의 종류나 개체의 크기에 따라 다르므로 섭이 가능한 먹이 입자의 크기도 달라지기 때문 일 것이다 (Kurihara, 1988). 또한 살조개의 소화관에서 동정한 플랑크톤은 대부분 크기가 20 μm 내외로 매우 작고, 일부 는 이미 소화되었거나 소화 도중의 것들로 불안정한 형태를 유지하고 있는 개체들이 대부분이어서 실제 섭이한 종이나 개체 수보다 과소하게 평가되었기 때문에 판단된다.

이번 연구에서 사용한 살조개의 각장은 30 mm 내외로 2-3 년생에 해당하며, 최고 6세까지 각장 약 50 cm까지 성장 가능하다 (Kim *et al.*, 2003a). 따라서 바지락 *Ruditapes philippinarum* (Arakawa *et al.*, 1997) 이나 진주담치, *Mytilus galloprovincialis* (Jeong *et al.*, 2004) 의 먹이 실험에서와 같이 살조개의 각장이나 연령을 달리하면 섭이하는 현탁 입자의 크기나 섭이율이 달라서 그 결과 소화관 내의 식물플랑크톤의 종 수와 개체 수에도 다소 변화가 있을 것으로 예상된다.

살조개 소화관에서 우점적으로 나타난 식물플랑크톤 종은 해수에서 나타난 우점종과 비교하여 약간 다르게 나타났다. 즉 3월에 나타난 우점종은 *Thalassiosira leptopus*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus marginatus*의 순으로 나타났으며, 6월과 9월에는 *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira leptopus*, *Paralia sulcata*, 12월에는 *Thalassiosira leptopus*, *Coscinodiscus marginatus*, *Paralia sulcata*의 순으로 양적으로 우세하였다. 그에 비교하여 해수에서는 3월에 *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, *Asterionella kariana* 등의 순이었고, 6월에는 *Eucampia zodiacus*, *Coscinodiscus marginatus*, *Chaetoceros didymus* 등의 순이었으며, 9월에는 *Coscinodiscus marginatus*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira leptopus* 등의 순으로 우점하였고, 12월에는 *Coscinodiscus marginatus*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira leptopus* 등의 순으로 나타났다.

살조개의 먹이 선택성을 조사하기 위해서 현장관찰과 실험실의 수조 내 먹이실험을 병행한 결과를 보면, 조사 시기에 따라 우점적으로 나타난 식물플랑크톤의 선택성 지수는 다르게 나타났다. 그러나 *Thalassiosira leptopus*는 0.25 이상의 비교적 높은 선택성 지수를 나타냈고, *Coscinodiscus marginatus*와 *Paralia sulcata*는 한 번 (12월) 의 예외를 제외하고는 양의 선택성 지수를 나타내었다.

Ryou and Kim (1995) 는 동죽 (*Mactra veneriformis*) 의 먹이생물에 관한 연구에서 환경수의 우점종과 소화관 내용물에서의 우점종의 불일치를 보고한 바 있으나 그 이유에 대해서는 언급이 없었다. 이러한 불일치가 존재하는 이유는 식물플랑크톤의 세포를 구성하고 있는 세포벽의 성분이나 군체 형성

의 유무 및 군체의 크기의 차이에서 비롯된 차이일 수도 있고, 살조개에 의한 먹이 선택성과 관련되어 있을 수도 있으며, 섭이양식의 변화에 따라 있을 수도 있다.

먼저 세포 구성 성분과 군체 형성과 관련해서 살펴보면, 규조류 중에서도 *Thalassiosira* 속의 종은 *Chaetoceros*나 *Skeletonema*보다 세포의 구성성분은 비슷하지만 세포벽의 두께나 세포 크기에 있어서 큰 차이를 나타내기 때문에 (Duke and Reimann, 1973) 소화관 내에서 분해속도가 느려서 타 종에 비해 소화관 내용물로 오래 동안 남게 된다. 그 결과 먹이의 선택성 지수가 높게 나타나고 우점적으로 될 수 있으며, 또한 *Chaetoceros*나 *Skeletonema*는 장형의 군체를 형성하므로 단독 세포나 단형으로 존재하는 *Thalassiosira* 속보다 상대적으로 섭이가 용이하게 되어 역시 소화관 내에서 개체 수가 높게 될 것이다. 이 양자의 경우도 가능하며 *Thalassiosira leptopus* 가 그러한 예에 해당할 수 있다.

둘째로는 *Thalassiosira* 나 *Coscinodiscus* 는 해수에서 단독 개체로 출현하여 *Chaetoceros* 나 *Skeletonema*처럼 군체를 형성하지 않아 여과섭식이 용이하게 이루어져 그 결과 선택적으로 섭이가 일어날 수 있다. 선택적 섭이의 예로서, Miura and Yamashiro (1990) 는 5-10 μm 의 녹조류가 *Anodonta calipygos*가 선호하는 먹이임을 보고했다.

마지막으로 섭이방법과 관련하여 살펴보면, 일반적으로 이배 패류는 여과 섭식자로 알려져 있지만, 우럭 (*Mya arenaria*) 과 같이 많은 패류는 만조시에는 여과 섭식자로, 썰물 때에는 퇴적물 섭식자 (deposit feeder) 로 섭이 양식이 변한다 (Kurihara, 1988). 본 조사에서 현미경을 통한 소화관 내용물을 관찰하는 동안 많은 양의 데트리타스성 입자를 관찰하였고, 또 조사 결과에서 저서 종에 속하는 *Paralia sulcata*와 같이 시기에 따라 양 또는 음의 선택지수를 나타낸 것 등을 고려해 볼 때, 살조개의 섭이방법의 변화와 관련지어 향후 구체적인 연구가 필요한 부분이다.

요 약

한국 서해안에 서식하는 살조개의 먹이를 조사하기 위해 계절별 현장조사와 실험실 먹이 실험을 병행하였다. 소화관내 식물플랑크톤은 분류군별로는 규조류, 와편모조류, 황색편모조류, 녹조류 등이었으며, 개체 수로는 규조류가 96.0%로 가장 높았고, 그 외 와편모조류 1.46%, 황색편모조류 1.42%, 녹조류 0.05%, 기타 0.07%였다. 춘계에 해당하는 3월에 가장 다양한 종 수와 함께 많은 개체 수의 식물플랑크톤이 해수와 소화관에서 관찰되었다. 살조개의 소화관 내용물의 식물플랑크톤의 월별 출현 종과 출현 개체 수는 주변 해수에 분포하는 식물플랑크톤의 월별 종 수와 출현 개체 수에 비해 낮은 수치였으나 그 경향은 서로 유사하였다. 소화관에서 3월에 나타난 우점종은

Thalassiosira leptopus, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus marginatus*였으며, 6월과 9월에는 *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira leptopus*, *Paralia sulcata*, 12월에는 *Thalassiosira leptopus*, *Coscinodiscus marginatus*, *Paralia sulcata*가 양적으로 우점하여 나타났다. 해수 중의 우점종과 소화관 내의 우점종과는 일치하지 않았으나, *Thalassiosira leptopus*는 비교적 높은 선택성 지수를 나타냈고, *Coscinodiscus marginatus*와 *Paralia sulcata*는 주로 양의 선택성 지수를 나타내었다.

감사의 말씀

이 논문은 군산대학교 해양개발연구소 연구비 (2003) 지원에 의해 연구된 결과입니다.

REFERENCES

- Arakawa, H., Yaoita, T., Koike, T. and Morinaga, T. (1997) Size of suspended particles caught by Manila clam, *Ruditapes philippinarum*. *La Mer*, **35**: 149-156.
- Boltovskoy, D., Izaguirre, I. and Correa, N. (1995) Feeding selectivity of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) on natural phytoplankton. *Hydrobiologia*, **312**: 171-182.
- Duke, E.L. and Reimann, B.E.F. (1973) The ultrastructure of the diatom cell. In: *The Biology of Diatoms*. (ed. by Werner, D.) pp. 65-109. Botanical Monographs, **13**, Blackwells, Oxford.
- Era, A.M. (1985) Effects of tide salinity on increment and line formation in the shells of the bivalve mollusk *Protothaca staminea*. *Dissertation Abstracts International Part B: Science and Engineering*, **46**(6): 107-111.
- Ewart, J.W., Carriker, M.R., Villalaz, J.R. Gomez, J.A. and D'Cruz, L. (1988) Gametogenic development of the venerid clam *Protothaca asperrima* in the Bay of Panama. *Journal of Shellfish Research*, **7**(1): 118-126.
- Harrington, R. (1987) Growth patterns within genus *Protothaca* (Bivalvia: Veneridae) from the Gulf of Alaska to Panama, paleotemperatures, paleobiogeography and paleolatitudes. *Dissertation Abstracts International Part B: Science and Engineering*, **7**(7): 249-256.
- Ivlev, V.S. (1961) *Experimental Ecology of the Feeding of Fishes*. 302 pp. Yale University Press, New Haven
- Jeong, H.J., Song, J.Y., Lee, C.H. and Kim, S.T. (2004) Feeding by larvae of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on red-tide dinoflagellates. *Journal of Shellfish Research*, **23**(1): 185-195.
- Kim, J.H., Chung, E.-Y. and Kim, Y.-H. (2003) Sexual maturation and the sex ratio of the jedo venus, *Protothaca jedoensis* (Bivalvia: Veneridae). *Korean Journal of Malacology*, **19**(1): 9-17.
- Kim, J.H., Kim, J.-S., Kim, Y.-H., Chung, E.-Y. and Ryu, D.-K. (2003) Age and growth of the jedo venus clam, *Protothaca jedoensis* on the west coast of Korea. *Korean Journal of Malacology*, **19**(2): 125-132.
- Kim, J., Yoon, H.S., Rha, S.J., Moon, S.Y., Soh, H.Y., Choi, K.J. and Choi, S.D. (2002) Reproductive cycle of venus clam, *Protothaca jedoensis* (Bivalvia: Veneridae) in Korea. *Journal of Environmental Biology*, **20**(3): 245-255. [in Korean]
- Kurihara, Y. (1988) *Ecology and Ecotechnology in Estuarine-Coastal Area*. 335 pp. Tokai University. [in Japanese]
- Kwon, O.K., Park, K.M. and Lee, J.S. (1993) *Coloured Shells of Korea*. 371 pp. Academy Publishing Co., Seoul.
- Matos, E., Matos, P., Casal, G. and Azev, C. (1997) Ultrastructure of the spermatozoan of *Protothaca pectorina* Lamarck (Mollusca: Bivalvia) of the north littoral of Brazil. *Review of Brazil Zoology*, **14**(4): 779-783.
- Miura, T. and Yamashiro, T. (1990) Size selective feeding of *Anodonta calipygos*, a phytoplanktivorous freshwater bivalve, and viability of egested algae. *Japanese Journal of Limnology*, **51**(2): 73-78.
- Parjerm, M.S. (2000) Population genetics of *Protothaca staminea* and *Nacoma balthica* in Puget Sound, WA. *Journal of the Shellfish Research*, **19**(1): 686-705.
- Pizarro, J.F. and Cruz, R.A. (1987) Reproductive cycle of the clam *Protothaca grata* (Pelecypoda: Veneridae). *Brenesia, San Jose*, **27**: 23-24.
- Ryou, D.-K. and Kim, Y.-H. (1995) Studies on the food organisms of bivalve, *Macra veneriformis* in shore of Kunsan. *Journal of Aquaculture*, **8**(2): 99-115. [in Korean]
- Shim, J.H. (1994) *Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea*. Vol. 34. Marine Phytoplankton. 487 pp. The Ministry of Education, Seoul.
- Yoo, J.S. (1976). *Korean Shells in Colour*. 196 pp. Iljisa Publishing Company, Seoul. [in Korean]