

## 해창만 멧굴, *Ostrea denselamellosa* 서식지의 환경특성

양문호, 한창희<sup>1)</sup>, 김형섭<sup>2)</sup>, 최상덕<sup>3)</sup>

국립수산진흥원 남해수산연구소, <sup>1)</sup>동의대학교 생물학과, <sup>2)</sup>군산지방해양수산청 부안수산기술관리소, <sup>3)</sup>여수대학교 양식학과

### Environmental Characteristics of Natural Conditions of the Flat Oyster, *Ostrea denselamellosa* in Haechang Bay, Korea

Moon-Ho Yang, Chang-Hee Han<sup>1)</sup>, Hyung-Sub Kim<sup>2)</sup> and Sang-Duk Choi<sup>3)</sup>

South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Agency, Yosu 555-820, Korea, <sup>1)</sup>Department of Biology, Donggeui University, Pusan 614-714, Korea, <sup>2)</sup>Kunsan Regional Maritime Affairs and Fisheries Office, Puan Fisheries Technology Institute, Puan 570-850, Korea, <sup>3)</sup>Department of Aquaculture, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

#### ABSTRACT

This study was measured environmental factors of flat oyster habitats and biomass of flat oyster to improve the productivity of flat oyster. Water temperature and salinity of the flat oyster habitat ranged from 5.5 to 27.4°C and from 31.2 to 33.4‰, respectively. Average concentrations of DO, COD, DIN and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P were 7.11 mg/l, 0.44 mg/l, 4.55 µg-at./l and 0.36 µg-at./l respectively. Surface sediments at the sampling area were composed of coarse sand, sandy silt and silty sand. Average level of IL, COD and AVS in the surface sediments were 2.6%, 13.70 mg/g-dry and 0.33 mg/g-dry respectively. In each sampling station, total standing crops of phytoplankton showed peaks twice in February and August.

Dominant species of phytoplankton occurred in Haechang Bay throughout the year were *Skeletonema costatum*, *Paralia sulcata*, *Eucampia zodiacus*, *Chaetoceros curvicutus*, *C. affinis*, *C. debilis*, *C. decipiens*, *Asterionella glacialis*,

*Pseudonitzschia longissima*, *Pseudonitzschia seriata*, *Ceratium furca* and *C. fusus*.

Ten species of the bivalves were collected at the flat oyster habitat. Most of bivalves were the eutrophic species *Ostrea denselamellosa*, *Crassostrea gigas*, *Ruditapes philippinarum*, *Scapharca subcrenata*, *Scapharca broughtonii*, *Atrina pectinata*, *Fulvia mutica*, *Mytilus edulis*, *Protothaca jedoensis* and *Megacardita ferruginosa*. The mean density of them was 21 inds./m<sup>2</sup> (479.14 g/m<sup>2</sup>), while that of the flat oyster was at 0.25 inds./m<sup>2</sup> (231.25 g/m<sup>2</sup>).

**Key words** : Environmental factors, Bivalves abundance, Flat oyster, *Ostrea denselamellosa*

#### 서 론

우리나라에서 가장 넓게 서식분포하며 산업적으로 큰 비중을 차지하고 있는 참굴(*Crassostrea gigas*)은 자산어보에 호(壕), 소려(小螺), 홍려(紅螺), 석화(石華) 등으로 크기에 따라 다른 호칭이 기록되어 있다(Bae, 1985). 그 외에도 모려(牡蠣), 굴(屈), 여합(蠣蛤), 석화(石華), 운려(雲螺), 고분(古墳) 등으로 불리워졌으며(Bae, 1998). 대한제국 말기에 일본인들이 면허를 얻으면서 재래식양식이 시작된 이후 오늘날에 이르렀다.

그러나 1990년대에 들어서면서 해에 따라 채묘의 불안

Received September 6, 1999; Accepted November 21, 1999  
Corresponding author: Yang, Moon-Ho  
Tel: (82) 662-690-8981; e-mail: mhyang@haema.nfrda.re.kr  
1225-3480/15204  
© The Malacological Society of Korea

정으로 생산량의 변동 폭이 커질 뿐만 아니라 그 생산량도 점차로 줄어들고 있다. 그러므로 지속적인 어민소득의 증대와 굴 생산의 안정적인 공급을 위해서는 환경적응 능력이 강하고 부가가치성이 높은 새로운 양식 대상품종을 개발하여 굴 양식을 다원화 할 필요가 있다. 새로운 양식 대상 종의 선정은 양식 주종인 참굴보다 환경적응 능력이 좋아야 하며 참굴과 생태학적으로 경쟁적 위치에 있지 않은 종을 선택하는 것이 가장 바람직하다.

우리나라에 서식하는 굴 종류들은 대부분 생식과 발생양상 및 서식 생태가 참굴과 유사하나, 그 중 벗굴은 생식과 발생양상이 유생형으로 참굴과 다르다. 이는 유럽 등지에서 널리 양식되는 부가가치가 높은 넓적굴(*Ostrea edulis*) 및 *Olympia* 굴(*Ostrea lurida*) 등과 같이 모패의 형태와 생식양상이 유생형으로 산출되는 등 생식양상이 비슷하다(柳, 1989; Yang, 1999).

이러한 벗굴을 양식산업에 적용하여 그 생산성을 높일 수 있는 방안을 마련하기 위해서는 이 종에 대한 자연서식지의 환경조건과 유생의 출현 및 부착 등에 적합한 환경특성을 밝힐 필요가 있다.

조개류와 같은 저서동물들은 수심, 수온, 염분, 용존산소, 유기물질, 탁도, 퇴적상 등의 환경요인이 서식에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Lim *et al.*, 1975), 이들 환경요인은 양식생물의 생산성과 밀접한 관계를 가지고 있다(Yoo *et al.*, 1975). 특히 해수유동은 벗굴과 같은 여과 섭식성 조개류의 먹이생물인 식물플랑크톤 및 유기배설물을 운반해 주고, 여러 가지 화학적 환경요인을 변화시킬

수 있어 양식생물의 생산성을 좌우하는 인자로 여겨지고 있다(Lee, 1993). 우리나라에서 주요 수산생물의 생산성 향상과 관련된 어장환경에 관한 보고로는 굴 양식밀도와 저질오염(Cho, 1980), 패류 양식장의 부영양화(Cho and Kim, 1977; Cho *et al.*, 1982a), 패류 양식장의 저질(Cho and Kim, 1978; Cho and Park, 1983), 양식장 밀집해역의 저서동물 분포(Lim *et al.*, 1991) 등의 연구가 있으며, 생산성과 관련된 양식장의 환경에 관한 연구로는 양식굴의 생산에 관한 수산해양학적 연구(Lee, 1993)와 양식장 환경이 바지락의 생산성에 미치는 영향(Won, 1994)에 관한 연구 등 많은 보고들이 있다.

따라서 본 연구는 벗굴의 생물학적 기초자료를 확보하고 생산성을 높일 수 있는 방안을 마련하기 위하여 이 종에 대한 자연발생지의 어장환경과 이매패류의 출현량 등을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지역

조사해역은 벗굴을 상업적인 목적으로 채취하고 있는 전남 고흥군 동일면 덕흥리 시오도주변 해역으로 여자만 입구에 위치하고 있고 안쪽으로 해창만을 끼고 있는 벗굴의 생산성이 매우 높은 해역이다(Fig. 1). 이 해역은 덕흥 어촌계에서 희망으로 벗굴을 채취하고 있는 지역으로서 주변에 간석지가 넓게 형성되어 있고 일부 지역에서는 와류가 형성되기도 하며 유속은 34.3-47.7 cm/sec로 매우 빠르고 수심은 10 m 내외이다.

### 2. 수질 및 표층퇴적물 분석

벗굴 서식지 주변 해역의 수질 및 표층퇴적물 환경을 알아보기 위해 1996년 1월부터 12월까지 월별로 Fig. 1의 정점 1과 4에서 표층수온, 염분, 용존산소(dissolved oxygen, DO), 화학적산소요구량(chemical oxygen demand, COD)을 조사하였다. 수온, DO는 수질측정기(Hydrolab, Data Sonde III+Scout II)로 현장에서 측정하였고, 염분은 실험실에서 염분계(Tsurumi model E-2)로 측정하였다. COD는 알카리성 과망간산칼륨법으로 분석하였다. 인산인(PO<sub>4</sub>-P)은 ascorbic acid를 이용한 몰리브덴청법, 암모니아질소(NH<sub>4</sub>-N)는 indolphenol청법, 아질산질소(NO<sub>2</sub>-N)는 sulfanilamide-NED법, 질산질소(NO<sub>3</sub>-N)는 cadmium을 이용한 아질산환원법에 의해 비색정량하였으며 용존무기질소(dissolved inorganic nitrogen, DIN)는 암모니아질소, 아질산질소 및 질산질소의 총합으로 나타내었다.

서식환경의 표층퇴적물을 조사하기 위하여 Fig. 1의 4개 정점 1-4에서 1996년 1월, 4월, 7월, 9월에 Scuba

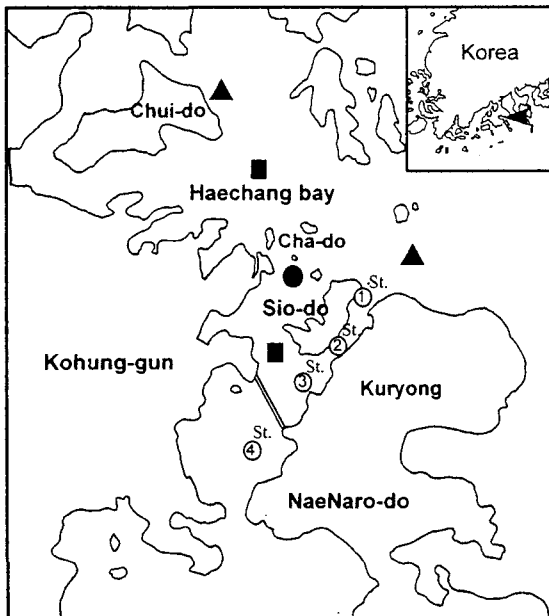


Fig. 1. Map showing the sampling station.

diving을 이용하여 표층퇴적물 시료를 채취하였다. 그리고 입도조성, 강열감량(ignition loss, IL), 화학적산소요구량, 산휘발성황화물(acid volatile sulfide, AVS) 등을 조사하였다. 입도분석은 습시료에 30% 과산화수소와 염산을 넣어 유기물질과 탄산칼슘을 제거한 후 105-110°C에서 24시간 이상 건조시켜 평량한 다음, 습식체질을 통하여 입도별 백분율을 구하였고 강열감량은 건조시료를 회화로에서 550°C로 12시간 동안 태워 감량으로부터 계산하였다. COD의 분석은 수질분석 방법과 같은 방법으로 실시하였으며 AVS는 iodometric법으로 분석하였다.

### 3. 식물플랑크톤 조사

식물플랑크톤 조사는 Fig. 1의 정점 3에서 1996년 1월부터 12월까지 월별로 총 12회에 걸쳐 실시하였다. 식물플랑크톤 채집은 정량분석을 위해 각 정점의 표층에서 채수기로 채수하여 폴리에틸렌 병에 옮겼고 정성분석을 위해서 구경 30 cm, 망목 60 µm의 플랑크톤 네트를 이용하여 수직 예인하였다. 채집한 시료는 선상에서 Lugol 용액으로 고정된 후 실험실에서 24시간 이상 정치시킨 후 상등액을 미세 사이폰으로 제거한 다음 Sedgwick-Rafter slide를 사용하여 현미경(Olympus BX 50)하에서 동정 계수하였다.

### 4. 이매패류의 출현량조사

이매패류 및 벚굴의 출현량을 파악하기 위하여 Fig. 1의 4개 정점에 대하여 계절별로 1996년 1월, 4월, 7월, 9월에 실시하였다. 각각의 정점에서 Scuba diving에 의해 표층퇴적물과 함께 채취한 다음 선상에서 표준망체(10 mm × 10 mm)로 걸러 중성포르말린으로 고정된 후 실험실에서 분류한 다음 m<sup>2</sup>당 개체수 및 무게를 측정하였다.

## 결 과

### 1. 수질 환경특성

벚굴 서식지 해역의 수온은 2월에 가장 낮은 5.5°C에서 8월에 가장 높은 27.4°C로 나타났으며 평균 15.7°C를 보였다(Fig. 2). 벚굴의 성장이 왕성한 20°C 이상의 수온을 나타낸 시기는 6월부터 10월까지로 5개월간이었다. 염분의 변화는 9월에 가장 낮은 31.2‰이었고 3월에 가장 높은 33.4‰이었으며 평균 32.3‰를 나타내었다(Fig. 2-B). DO는 8월에 가장 낮은 6.21 mg/L이었고, 11월에 가장 높은 8.33 mg/L이었으며 평균 7.11 mg/L로 나타났다(Fig. 2-C). COD의 월별 변화는 최소 0.17 mg/L(4월)에서 최대 0.66 mg/L(12월)의 범위로 평균 0.44 mg/L이었다(Fig. 2-D). 1월에 0.47 mg/L에서 계속 감소하여 4월에 가장 낮은 값을 보였으나 그 이후부터는 계속 증가하

여 12월에 최고 값을 보였다. DIN의 월별 변화양상은 4월에 가장 낮은 3.02 µg-at./L에서 11월에 가장 높은 6.27 µg-at./L로 평균 4.55 µg-at./L로 나타났다(Fig. 2-E). PO<sub>4</sub>-P의 월별 변화는 9월에 0.24 µg-at./L로 가장 낮았고 12월에 0.48 µg-at./L로 가장 높았으며 평균 0.36 µg-at./L이었다(Fig. 2-F). 일반적으로 1월부터 7월까지는 변화 폭이 크지 않았으나 그 이후로는 변화폭도 크고 계속 증가하여 12월에 가장 높은 값을 나타내었다.

### 2. 표층 퇴적물 환경특성

벚굴 서식지에서 표층퇴적물의 입도조성은 Table 1과 같고 퇴적물의 분류는 Shepard(1954) 및 정내미량(1982)의 분류에 따라 나타내었다. Fig. 1에 나타낸 정점 1은 자갈(coarse sand)이 92.0% 이상으로 나타났으며 모래(sand)와 니질(silt and clay; mud)의 함량은 5% 이하로 낮게 나타나 표층퇴적물은 사력질로 분류되었다. 특히 입경 2.0 mm 이상의 자갈은 바지락 등의 패각 부스러기(shell fragments)로 이루어져 있었다. 정점 2의 표층퇴적물은 니질 함량이 47.1%, 자갈의 함량이 35.2%를 차지하여 니사질로 분류되었으나 조사시기에 따라 입경 2.0 mm 이상의 패각 부스러기의 함량이 8.4-64.5%의 범위를 나타내었고 니질 함량 변화는 18.5-83.6%의 범위로 큰 차이를 나타내었다. 정점 3의 표층퇴적물은 사니질로 분류되었으며 자갈함량이 18.1%를 차지한 반면, 니질 함량은 73.6%를 차지하였다. 정점 4의 표층퇴적물은 니질 함량이 81.5%이었고 자갈 함량이 9.6%를 차지하여 사니질로 분류되었으며 다른 정점과는 달리 매 조사시기에 니질 함량이 80% 전후를 보였다.

조사해역 4개 정점에서 표층퇴적물의 IL, COD, AVS의 분석 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 IL은 정점 1에서 0.8%로 가장 낮았으며 정점 4에서 3.8%로 가장 높았다. 정점의 평균은 2.6%로 나타났다. COD는 정점 및 조사시기에 따라 6.1-17.32 mg/g·dry의 범위였으며 평균값은 13.70 mg/g·dry로 나타났다.

AVS의 농도는 0.13-0.44 mg/g·dry이었고 정점 3, 4에서 높은 0.44 mg/g·dry의 값을 보였다. 평균값은

Table 1. Composition of the sediments at sampling stations.

St.	Composition (%)			sediment type
	coarse sand (>Ø2.0 mm)	sand (Ø2.0-0.062 mm)	silt & clay (<Ø0.062 mm)	
1	92.0	3.2	4.8	coarse sand
2	35.2	17.7	47.1	sandy silt
3	18.1	8.3	73.6	silty sand
4	9.5	8.9	81.5	silty sand

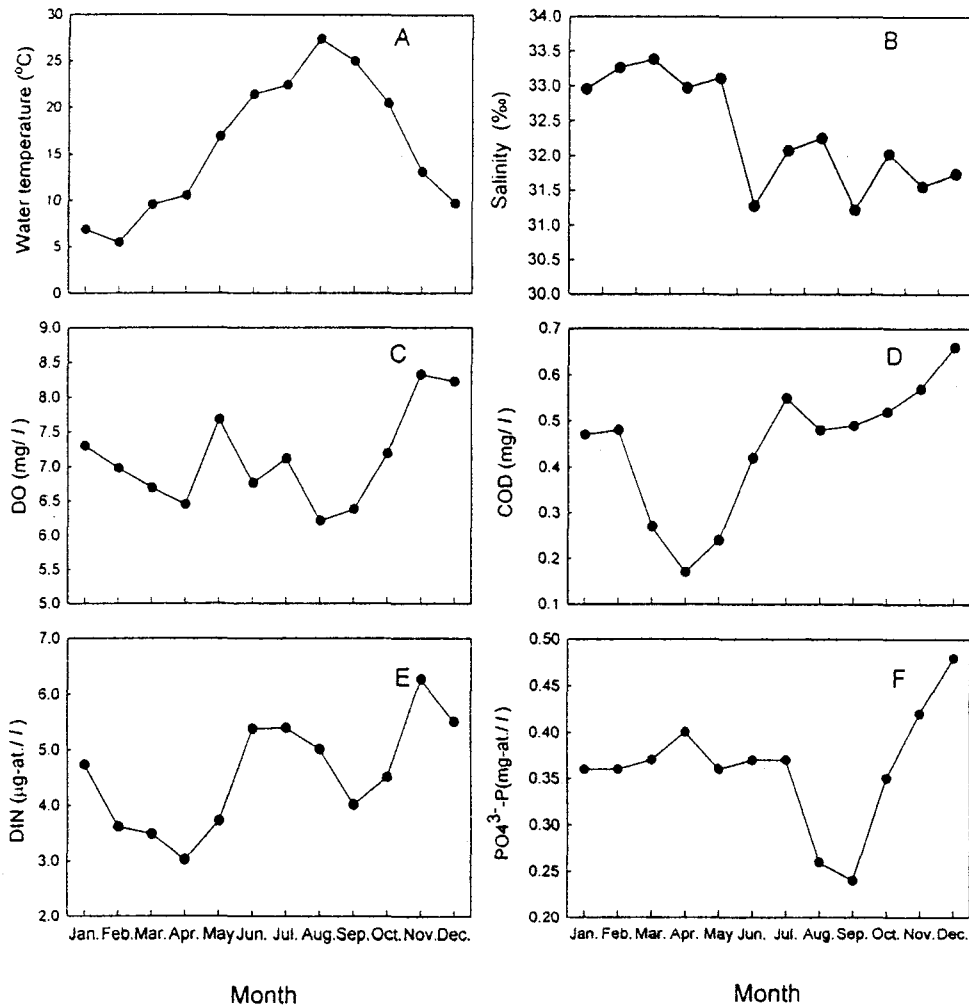


Fig. 2. Monthly changes in water temperature(A), salinity(B), DO(C), COD(D), DIN(E) and PO<sub>4</sub><sup>3--</sup>P(F) at the sampling sites.

0.33 mg/g·dry이었다. AVS의 농도는 퇴적물의 입도조성과 밀접한 관계를 보였는데, 즉 퇴적물이 사력질인 정점 1에서 모든 측정값이 가장 낮았고 니질 함량이 가장 높았던 정점 4에서 모든 측정값이 높게 나타났다.

### 3. 생물학적 환경특성

식물성 플랑크톤의 매월 출현량의 변화는 Fig. 3에, 조사 시기 중 우점종을 나타낸 주요종의 출현비율은 Table 3에 나타내었다. 출현량은 9월의 90.3 cells/ml에서 2월의 1,272.0 cells/ml의 범위를 나타내었는데 특히, 2월과 3월, 7월과 8월에는 출현량이 400 cells/ml 이상을 나타내었다.

연안의 담수 유입 지역에서 우점종으로 나타나며 부영양

성 지표종인 *Skeletonema costatum*은 5월, 8월, 9월 12월 조사에서 가장 우점하였으며 특히, 5월과 8월에 40% 이상의 우점율을 나타내었다. *Eucampia zodiacus*는 1월부터 4월에 걸쳐 가장 우점하였는데 2월과 3월에는

Table 2. Levels of ignition loss (IL), chemical oxygen demand (COD) and acid volatile sulfide (AVS) in surface sediment

Items	Station				mean
	1	2	3	4	
IL(%)	0.8	3.0	2.9	3.8	2.6
COD(mg/g-dry)	6.05	14.96	16.47	17.32	13.70
AVS(mg/g-dry)	0.13	0.31	0.44	0.44	0.33

Table 3. Monthly changes in species composition of dominant phytoplankton at the sampling area. (unit : %)

Dominant species	Months											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Skeletonema costatum</i>	1.5	0.3	0.1	13.7	43.5	10.8	6.6	42.6	22.7	1.9	13.9	24.5
<i>Paralia sulcata</i>	1.7	-	0.1	0.4	12.1	0.9	1.8	0.7	2.6	1.8	14.4	14.0
<i>Eucampia zodiacus</i>	19.4	85.8	74.0	39.8	-	0.3	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	2.1	0.2	1.1	0.3	3.2	2.7	1.9	0.3	0.8	2.9	11.2	-
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	7.3	1.5	2.7	5.0	2.5	25.5	-	-	-	33.7	23.4	-
<i>Chaetoceros debilis</i>	18.4	6.4	6.5	0.3	0.9	4.1	16.7	26.6	5.0	15.0	1.5	6.6
<i>Chaetoceros decipiens</i>	-	0.4	0.3	-	0.2	-	13.0	14.6	-	0.6	2.7	7.2
<i>Asterionella glacialis</i>	7.0	1.6	0.7	10.6	1.0	1.7	-	-	-	1.8	-	-
<i>Pseuitzschia longissima</i>	1.0	0.2	0.1	0.6	0.2	1.2	1.0	0.8	10.3	0.6	3.0	0.3
<i>Pseudonitzschia seriata</i>	4.1	0.4	0.6	2.0	6.7	4.9	3.3	1.4	10.5	12.2	6.3	16.7
<i>Ceratium furca</i>	-	0.1	0.1	-	-	1.5	20.4	0.1	-	-	0.1	-
<i>Ceratium fusus</i>	-	0.1	-	-	-	0.5	14.1	-	-	-	-	0.2

70% 이상의 매우 높은 우점율을 나타내었고 그 이후에는 매우 낮은 출현량을 나타냈다. *Chaetoceros curvisetus*는 6월, 10월, 11월에 가장 우점하였는데 20% 이상의 우점율을 보였으며 나머지 시기에는 10% 이하의 우점율을 보였다. *Ceratium furca*는 7월에 20.4%의 가장 높은 우점율을 보였고, *C. fusus*도 7월에 14.1%를 차지하였다. 기타 *Paralia sulcata*, *Chaetoceros affinis*, *C. debilis*, *C. decipiens*, *Asterionella glacialis*, *Pseudonitzschia longissima*, *P. seriata* 등이 조사시기 중 1회 이상 10% 이상의 우점율을 보여 이 해역의 대표 종으로 나타났다.

4. 이매패류 출현량

이매패류의 출현양상은 Table 4에 나타낸 바와 같이 벗

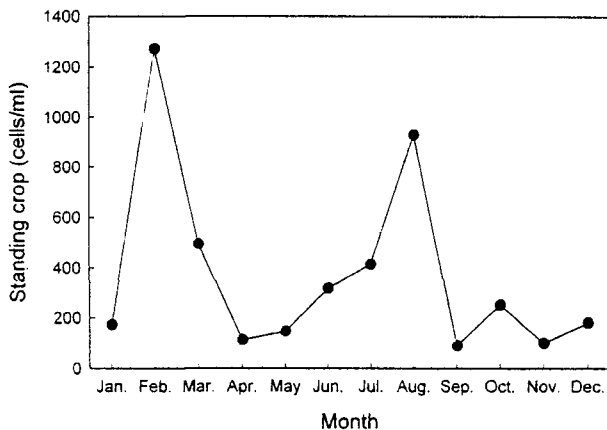


Fig. 3. Monthly changes of the phytoplankton standing crop at sampling station 3 of flat oyster habitat.

굴(*O. denselamellosa*), 참굴, 바지락(*Ruditapes philippinarum*), 새고막(*Scapharca subcrenata*), 피조개(*Scapharca broughtonii*), 키조개(*Atrina pectinata*), 새조개(*Fulvia mutica*), 진주담치(*Mytilus edulis*), 살조개(*Protothaca jedoensis*), 갈색이랑조개(*Megacardita ferruginosa*) 등 모두 10종이 출현하였다. 계절별 출현종은 1월 3종, 4월 5종, 7월 3종, 9월 5종으로 나타났고 이중 바지락은 매 계절 출현하였던 반면, 새고막, 피조개, 진주담치, 살조개, 새조개는 한 계절만 출현하였다. 1월에 출현한 종은 참굴, 바지락, 새고막으로 각각 1개체씩 출현하여 평균 0.25 개체/m<sup>2</sup>였고, 평균 생체량은 8.43 g/m<sup>2</sup>으로 조사기간 중 가장 낮은 출현량을 나타내었다. 4월에는 평균 출현량이 71.75 개체/m<sup>2</sup> (1,188.90 g/m<sup>2</sup>)로 조사기간 중 가장 높은 출현량을 보였는데 이 중 바지락이 평균 59.25 개체/m<sup>2</sup>로 82.9%를 차지하여 개체 수에서는 높은 비중을 차지하였으나 평균 생체량에서는 벗굴과 키조개가 각각 832.45 g/m<sup>2</sup> (70.0%), 341.40 g/m<sup>2</sup> (28.7%)로 모두 98.7%를 차지하였다. 7월에 출현한 종은 평균 8.25 개체/m<sup>2</sup> (31.23 g/m<sup>2</sup>)로 나타났고 이중 바지락이 평균 5.25 개체/m<sup>2</sup> (20.10 g/m<sup>2</sup>)로 출현 개체수에서 63.6%, 생체량에서는 64.4%를 차지하여 높은 출현량을 보였으며 벗굴은 채집되지 않았다. 9월에 출현한 이매패류는 평균 3.75 개체/m<sup>2</sup> (623.65 g/m<sup>2</sup>)였고 개체당 평균 166.31 g으로 조사기간 중 가장 높게 나타났으며 생체량에서는 키조개가 평균 509.83 g/m<sup>2</sup>으로 81.8%를 차지하였다.

고 찰

저서동물인 벗굴의 서식에 영향을 미치는 환경요인으로

Table 4. Monthly changes in biomass of bivalves at sampling stations. (unit : ind./m<sup>2</sup>, g/m<sup>2</sup>)

Species	Jan.		Apr.		Jul.		Sep.	
	Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass
<i>Atrina petinata</i>			1.25	341.40			1.00	509.83
<i>Crassostrea gigas</i>	0.25	0.78						
<i>Fulvia multica</i>							0.25	12.80
<i>Mytilus edulis</i>			0.75	0.30				
<i>Megacardita ferruginosa</i>					0.75	5.48	0.50	3.78
<i>Ostrea denselamellosa</i>			9.00	832.45			1.00	92.45
<i>Protothaca jodoensis</i>					2.25	5.65		
<i>Scapharca broughtonii</i>			0.75	0.30				
<i>Scapharca subcrenata</i>	0.25	2.40						
<i>Tapes philippinarum</i>	0.25	5.25	59.25	14.65	5.25	20.10	1.00	2.30
Total	0.75	8.43	71.50	1,188.90	8.25	31.23	3.75	623.65

는 수심, 수온, 염분, 용존산소, 유기물, 탁도, 퇴적물 입도 및 퇴적상 등 여러 가지가 있으며(Askew, 1972; Agius et al., 1978; Brown and Hartwick, 1988), 이들 환경요인은 양식 생물의 생산성과 밀접한 관계를 가지고 있다(Bae and Han, 1998; Kim, 1980; Yu, 1984).

유속은 벼골의 먹이생물인 식물플랑크톤의 수송과 관계가 깊은데 가막만에서 참굴의 생산량은 유속이 16 cm/sec나 18 cm/sec보다 36 cm/sec일 때 생산량이 더 컸다고 보고하였다(Lee, 1993). 따라서 본 조사해역의 평균 유속은 34.3-47.7 cm/sec인 것으로 보아 유속만으로 판단했을 때는 생산성이 비교적 높은 해역으로 생각된다. 수온과 염분은 생물의 서식, 생존, 산란 등에 큰 영향을 미치는 중요한 환경요인 중의 하나이다(Yoo and Kang, 1996). 벼골 서식지 주변 해역의 수온은 5.5-27.4°C의 범위를 보여 벼골의 대사활동에 큰 장애가 없는 것으로 판단되었다. 염분의 변화는 9월에 가장 낮은 31.2%이었고 3월에 가장 높은 33.4%이었으며, 평균 32.3%를 나타내었다. 하지만 5월까지의 33% 이상의 높은 염분농도를 보이면서 거의 일정하였으나, 6월에는 33% 이하의 값을 보였다. 본 조사해역은 육지로부터 담수 유입의 영향을 크게 받지 않는 지역이나 일시적으로 해창만의 배수갑문으로부터 담수방류가 있을 경우 약간의 영향을 받는 것으로 생각된다. 또한 벼골 서식지 주변해역의 수질환경 특징은 염분의 변화와 비슷한 경향을 보였는데 염분이 낮은 시기에 용존산소, 화학적산소요구량, 영양염의 농도가 대체로 높게 나타나 해창만으로부터의 담수 유입에 의한 영향으로 판단된다.

각 수질항목의 분석결과를 Cho et al.(1982b)이 분석한 여자만 수질환경 분석 결과와 비교해 볼 때 큰 차이가 없었으나, 염분농도는 다소 높은 값을 보였다. 또한 우리나라의 해역 수질 기준과 비교해 보면, COD는 수질 I 등급에

속하였고, DO, DIN, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P은 수질 II 등급을 나타내었다. 따라서 본 조사해역의 수질환경은 특별한 오염원의 유입이 없는 곳으로서 양호한 수질 환경을 보여주고 있다. DO는 어패류의 대사에 필요한 농도 4.3 mg/L 이하에서는 생리적 장애를 받고 3.6 mg/L 이하에서는 해저의 정상적인 저서생물 분포를 위협하며, 2.2 mg/L 이하에서는 패류에 나쁜 영향을 미치며(井内, 1982), 또한 藏本·中田(1992)은 DO 1.4-2.7 mg/L에서 어패류를 폐사시키는 데 저서 생물의 생리적 변화를 일으키는 농도는 2.7-4.3 mg/L라 하였다. 따라서 본 실험에서 8월에 가장 낮은 경우 6.21 mg/L를 나타내고 있어 벼골 서식에 양호함을 보여 주고 있다.

계절별로 실시한 퇴적물의 정점별 입도조성을 보면, 정점 1은 사력질, 정점 2는 니사질, 정점 3과 4는 사니질로 분류되어 벼골 서식지 주변의 퇴적물양상은 다양하게 나타났고, 2.0 mm 이상은 주로 바지락 등의 패각 부스러기로 구성되어 있었다.

표층 퇴적물의 IL, COD, AVS 등의 계절별 분석 결과를 보면 Cho et al.(1982a)의 득량만과 가막만 패류 양식장의 분석치 보다 IL, COD가 낮게 나타나 양호한 저질환경을 보여주었다. 이는 본 조사해역이 내만에 위치하지 않고, 조류가 강하게 흐르기 때문에 퇴적이 거의 일어나지 않은 것으로 생각된다. 그러나 조사시기에 따라 일부 정점에서 죽은지 얼마 되지 않은 바지락의 패각이 퇴적물과 함께 채취되었으며 퇴적물 내의 유기물이 겉게 산화된 상태로 채취되기도 하였다.

벼골 서식지의 퇴적물 입도는 다양하게 나타난 것으로 보아 표서동물인 벼골은 내서동물인 바지락, 새고막 등의 조개류처럼 잠입하여 서식하지 않기 때문에 퇴적물의 입도 구성에 큰 영향을 받지 않을 것으로 생각되는데, 표서동물은 내서동물보다는 상대적으로 퇴적물의 퇴적상과 상관관

계가 적다는 지적(Basford *et al.*, 1990)과도 일치된다. 따라서 벚굴은 패각 및 작은 돌 등의 적당한 부착기질만 있다면 부착하여 서식하며, 니질에 잠기지만 앉는다면 서식하는데는 전혀 지장이 없는 것으로 보인다.

식물플랑크톤의 출현량이 높았던 8월에는 암모니아성 질소의 농도가 높아 Shim(1980)의 연구 결과와 일치하였으나 봄철 대량발생 시기인 2월에는 오히려 암모니아성 질소의 농도가 가장 낮게 나타나 상반된 결과를 보였다. 또한 식물플랑크톤의 출현량이 아주 낮았던 4월에는 암모니아성 질소의 농도가 낮았지만, 9월에는 인산성인의 농도가 매우 낮게 나타나 4월에는 질소의 제한, 9월에는 인의 제한을 받았던 것으로 판단된다.

조사기간 동안 출현한 식물플랑크톤의 종 조성에서 규조류가 전체 식물 플랑크톤 출현종 수의 대부분을 차지하였으며, 주로 연안성 및 온대성 종이였다. 본 연구에서 식물플랑크톤의 월별 출현량 변화는 90.3 cells/ml에서 1,272 cells/ml였는데 이러한 결과는 인근 가막만 및 여자만에서 조사한 Shim(1980)의 219종보다는 적게 나타났다. 즉 인근 해역인 득량만에서는 2-5,327 cells/ml(Lee and Hur, 1983), 가막만에서는 3-5,200 cells/ml(Yoon, 1995)의 출현량보다는 본 조사해역이 비교적 낮게 나타났다. 우점종은 1월부터 4월까지의 *Eucampia zodiacus*, 5월, 8월과 9월, 12월은 *Skeletonema costatum*, 6월, 10월과 11월은 *Chaetoceros curvicutus*, 7월 *Ceratium furca*이었다. 조사기간 동안 전체 평균 5% 이상의 출현비율을 나타낸 종들은 *Eucampia zodiacus*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros curvicutus*, *C. debilis*, *Nitzschia* sp.의 순으로 5종이다. 이들 종은 조사해역의 전체 식물플랑크톤 출현량을 좌우하는 종이라 할 수 있는데 이들 우점종은 부영양성종으로 가막만과 여자만(Shim, 1980), 득량만(Lee and Hur, 1983; Yang *et al.*, 1998), 가막만(Yoon, 1995)의 우점종과 비슷한 경향을 나타내었다. 따라서 본 조사지역은 화부영양화가 진행되고 있는 곳으로 추정된다.

식물플랑크톤은 패류의 먹이원으로서 벚굴과 같은 여과식자의 생산량은 식물플랑크톤의 출현량에 따라 크게 좌우된다(Lee, 1993). 특히 부착 서식하는 벚굴은 해수유동에 의하여 자신에게 직접 수송 또는 공급되어지는 먹이만을 한정적으로 섭취하기 때문에 해수유동 및 먹이량 등을 측정하여 벚굴의 생산성을 파악하는 것이 매우 중요하다고 생각된다. 본 조사해역의 식물플랑크톤의 출현량 조사로는 벚굴의 생산성과의 관계 및 타 해역과의 비교를 명확히 하기가 어렵기 때문에 기초생산력, 특히 방사성 탄소 동위원소( $^{14}C$ )법 및 색소량 등의 연구 및 동물플랑크톤 등의 여과식자의 동태 파악도 아울러 실시하여 이들의 상관관계를 파악해야 할 것으로 생각된다.

본 실험기간 동안 출현한 이매패류의 총 출현량은 바지락이 평균 16.44 개체/ $m^2$ (10.58  $g/m^2$ )로 나타나 바지락

의 서식량이 많은 장소로 나타났다. 또한 벚굴은 겨울과 여름에는 출현하지 않았고 봄에는 모든 정점에서 여름에는 3개 정점에서 평균 0.25 개체/ $m^2$ (231.23  $g/m^2$ )로 출현하여 이들 서식밀도는 낮았으나 생체량에서는 높게 나타났다. 대형 저서동물의 계절별 평균 출현량을 보면 이매패류의 출현비율이 높게 나타났는데 출현 개체 수에서는 겨울과 가을을 제외하고 60% 이상을 점유하였고, 생체량에 있어서는 겨울에 49.6%이었으나 타 계절에는 80% 이상의 높은 점유율을 보였다. 이와 같이 본 조사 결과에서는 이매패류의 출현 개체수 비율이 높았으나 주변 해역인 여자만(Lim *et al.*, 1991)에서는 갯지렁이류의 출현종 및 출현 개체수가 높게 나타났다. 이러한 차이는 지역적인 차이 및 퇴적환경의 차이도 있지만 채집방법에 의한 차이가 더 큰 것으로 생각된다.

## 요 약

벚굴을 양식산업에 적용하여 그 생산성을 높일수 있는 방안을 강구하기 위하여 이 종에 대한 자연서식지의 환경특성과 이매패의 자원량을 조사하였다. 벚굴 서식지 주변 해역에서 수온은 5.5°C-27.4°C의 범위였고, 염분은 31.2-33.4‰로 평균 32.3‰였다. DO, COD, DIN 및  $PO_4^{3-}$ -P는 각각 평균 7.11 mg/L, 0.44 mg/L, 4.55  $\mu g-at./L$  및 0.36  $\mu g-at./L$ 이었다. 표층퇴적물의 입도조성은 사력질, 니사질, 사니질 등으로 다양하게 나타났으며, 퇴적물의 IL, COD 및 AVS는 각각 평균 2.6%, 13.70 mg/g·dry 및 0.33 mg/g·dry였다.

한편, 식물플랑크톤의 현존량은 90.3(9월)-1,272.0 cells/ml(2월)이었으며, 우점종은 *Skeletonema costatum*, *Paralia sulcata*, *Eucampia zodiacus*, *Chaetoceros curvicutus*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros debilis*, *Chaetoceros decipiens*, *Asterionella glacialis*, *Pseudonitzschia longissima*, *Pseudonitzschia seriata*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* 등이었다. 벚굴 서식지에서 출현한 조개류는 벚굴(*Ostrea denselamellosa*), 참굴(*Crassostrea gigas*), 바지락(*Tapes philippinarum*), 새고막(*Scaphaca subcrenata*), 피조개(*Scaphaca broughtonii*), 키조개(*Atrina pectinata*), 새조개(*Fulvia mutica*), 진주담치(*Mytilus edulis*), 살조개(*Protothaca jedoensis*), 갈색이랑조개(*Megacardita ferruginosa*) 등 모두 10종이었다. 그리고 이매패류의 평균 자원량은 21 개체/ $m^2$ (479.14  $g/m^2$ )이었고, 벚굴은 0.25 개체/ $m^2$ (231.25  $g/m^2$ )로 나타났다.

## ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 해양수산부에서 지원한 수산특정연구 사업비에 의해 동의대학교에서 수행된 연구결과의 일부로 이에

감사드립니다.

## REFERENCES

- Agius, C., Jaccarini V. and Ritz, D.A. (1978) Growth trials of *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* in inshore waters of Malra (Central Mediterranean). *Aquaculture*, **15**: 195-218.
- Askew, C.G. (1972) The growth of oyster, *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*, in Ernsworth Harbour. *Aquaculture*, **1**: 237-259.
- Bae, P.A. (1998) Biological study of the reproductive ecology on the pacific oyster *Crassostrea gigas* in the southern coast of Korea. Dong Eui Univ. Ph.D. Thesis, Busan, 131 pp. [in Korean]
- Bae, P.A. and Han, C.H. (1998) Effects of nursery environmental factors on the growth of pacific oyster, *Crassostrea gigas*. *Kor. J. Aquaculture*, **11**(3): 391-400. [in Korean]
- Bae, S.W. (1985) Development of oyster culture industry in Korea. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **18**(2): 180-194. [in Korean]
- Basford, D., Eleftherion, A. and Raffaelli, D. (1990) The infauna and epifauna of the northern North Sea. *Neth. J. Sea Res.*, **25**(112): 165-173.
- Brown, J. R. and Hartwick, B. (1988) Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. I. Absolute and allometric growth. *Aquaculture*, **70**: 231-251.
- Cho, C.H. (1980) Farming density of oyster in Hansan-Geoje Bay. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **13**(2): 45-56. [in Korean]
- Cho, C.H. and Kim, Y.S. (1977) Microenvironment in oyster farm area, 1) On the eutrophication and raft density in Geoje Bay. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **10**(4): 259-265. [in Korean]
- Cho, C.H. and Kim, Y.S. (1978) Environment in the oyster farm area - Superficial mud characteristics near Chungmoo. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **11**(4): 243-247. [in Korean]
- Cho, C.H. and Park, K.Y. (1983) Eutrophication of bottom mud in shellfish Farms, the Goseong and Jaran Bay. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **16**(3): 260-264. [in Korean]
- Cho, C.H., Park, K.Y., Yang, H.S. and Hong, J.S. (1982a) Eutrophication of shellfish farms in Dukryang and Gamagyang Bay. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **15**(3): 233-240. [in Korean]
- Cho, C.H., Yang, H.S., Park, K.Y., Youm, M.K. (1982b) Study on the bottom mud of shellfish farms in Jinhae bay. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **15**(1): 35-41. [in Korean]
- Kim, C.W. (1996) Selection of optimum species of *Tetraselmis* for mass culture and dietary value of *Tetraselmis suecica*. Nat'l. Fish. Univ. M.S. Thesis, Busan, 62 pp. [in Korean]
- Lee, G.H. (1993) Fisheries oceanographical studies on the production of the farming oyster in Kamak Bay. Nat'l. Fish. Univ. Ph.D. Thesis, Busan, 137 pp. [in Korean]
- Lee, J.H. and Huh, H.T. (1983) A study on the phytoplankton and red-tide in Deukryang Bay. *Bull. KORDI*, **5**: 21-26. [in Korean]
- Lim, D.B., Cho, C.H. and Kwon, W.S. (1975) On the oceanographic conditions of oyster farming area near Chungmu. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **8**(2): 61-67. [in Korean]
- Lim, H.S., Je, J.G., Choi, J.W. and Lee, J.H. (1991) Distribution pattern of macrozoobenthos at Yoja Bay in summer. *Ocean Res. Kor.*, **13**(2): 31-46. [in Korean]
- Shepard, F.P. (1954) Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sea. Petrol.*, **24**: 151-158.
- Shim, J.H. (1980) Biological oceanography of Kamak Bay, - The Yoja Bay water system. *Kor. J. Oceanol. Soc.*, **15**: 89-99. [in Korean]
- Won, M.S. (1994) Seed production and environmental influence on productivity of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*. Nat'l. Fish. Univ. Ph.D. Thesis, Busan, 220 pp. [in Korean]
- Yang, M.H. (1999) The Biology and seed production of the flat oyster, *Ostrea denselamellosa*. Dong Eui Univ. Ph.D. Thesis, Busan, 161 pp. [in Korean]
- Yang, M.H., Choi, S.D., Rho, Y.G., Kim, S.Y. and Jung, C.G. (1998) A study on the growth of pen shell, *Atrina pectinata japonica* transplanted into Deukryang Bay in southern Korea, I. Environmental factors and transplanted effect on different shell size groups. *Kor. J. Aquaculture*, **11**(2): 193-201. [in Korean]
- Yoo, S.K. and Kang, K.H. (1996) Spawning induction according to stimulating treatment and influence of water temperature on egg development and larvae rearing of oyster, *Crassostrea nippona*. *Kor. J. Malacol*, **12**(2): 91-97. [in Korean]



- Yoo, S.K., Lee, T.Y., Chin, P., Hong S.Y. and Yoo, M.S (1975) Ecological studies for the conservation of oyster farming areas. *Publ. Ins. Mar. Sci. Nat'l. Fish. Univ. Busan*, **8**: 15-30. [in Korean]
- Yoon, Y.H. (1995) Seasonal dynamics of phytoplankton community and red tide organisms in the northern Kamak Bay southern Korea. *Bull. Mar. Sci. Ins. Yosu Nat'l. Fish. Univ.* **4**: 1-15. [in Korean]
- Yu, K.Y. (1984) The effects of light intensity and temperature on the growth of phytoplanktonic food organism, *Isochrysis galbana* (Parke). Nat'l. Fish. Univ. Ph.D. Thesis, Busan, 55 pp. [in Korean]
- 藏本武明, 中田喜三郎 (1992) 物質循環モデル. 水産学シリーズ, **87**: 85-103.
- 井内美郎 (1982) : 瀬戸内海における表層堆積物分析. 地質学雑誌, **88**: 665-681.
- 柳晟奎 (1989) 浅海養殖. 새 로 출판사, 86-162.