

진해만 동부 해역내 식물플랑크톤 군집과 수질환경의 계절 변동

여 환 구 · 박 미 옥*

한서대학교 환경과학과 · 부경대학교 해양학과

(1997년 3월 12일 접수)

Seasonal Variations of Phytoplankton Community and Water Quality in the East Area of Chinhae Bay

Hwan-Goo Yeo and Mi-Ok Park*

Dept. of Environmental Science, Hanseo Univ., Seosan, 356-820, Korea

*Dept. of Oceanography, Pukyong National Univ., Pusan, 608-737, Korea

(Manuscript received 12 March 1997)

The community of phytoplankton and water quality were investigated 5 times from October, 1994 to October, 1995 in the east area of Chinhae Bay. Seasonal changes of environmental parameters were shown general pattern and related to the red tide mechanism of phytoplankton community. Seasonal variations of dissolved oxygen concentrations were affected by the photosynthetic activity of phytoplankton community and the increase of COD at the bottom water was occurred after the red tide.

The standing stocks of phytoplankton in this study area ranged 202 - 1616 Cells · ml⁻¹ and the bloom(red tide) was formed from April to July. The diatom species, *Skeletonema costatum* was a dominant species all the year round and the dinoflagellate species, *Alexandrium tamarense* and *Prorocentrum triestinum* were red tide species increased standing stocks in phytoplankton bloom.

Key Words : Chinhae Bay, Phytoplankton, Water quality, Red tide

1. 서 론

일반적으로 해양환경에서 식물플랑크톤 군집은 생태계내 일차생산자로서의 생태적 지위를 가지는 그룹으로 그 중요성이 인식되어 있으며 수질환경의 변화에 따르는 군집의 동태를 추적하는 것은 환경모니터링에 있어 의미있는 작업이다. 본 연구는 진해만의 동부해역에서 식물플랑크톤 군집의 동태를 수질환경자료와 함께 분석하여 계절변동의 기작을 알아보기 위해 수행되었다. 진해만은 외해수와의 해수 교환이 제한

적인 반폐쇄성 내만역의 특징을 가지고 있으며 주변 인접도시와 산업시설에 의한 오폐수의 유입이 심각하기에 적조현상과 결부되어 플랑크톤을 비롯한 생태적 연구가 상당히 진행되어 온 곳이기도 하다(Han et al., 1991; Lee et al., 1981; Lee 와 Yoo, 1990; Yang, 1989). Hong 등(1991)은 1987년부터 1988년까지 진해만 전역에서 용존산소 및 영양염류를 세밀히 조사하여 수괴가 성충화된 여름철에 저층의 무산소환경 형성을 보고하였고 각종 영양염은

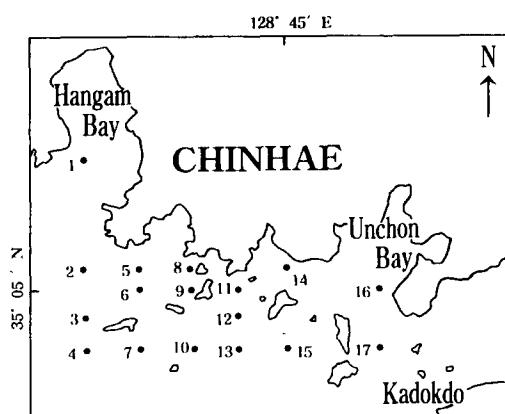


Fig. 1. A map showing sampling sites.

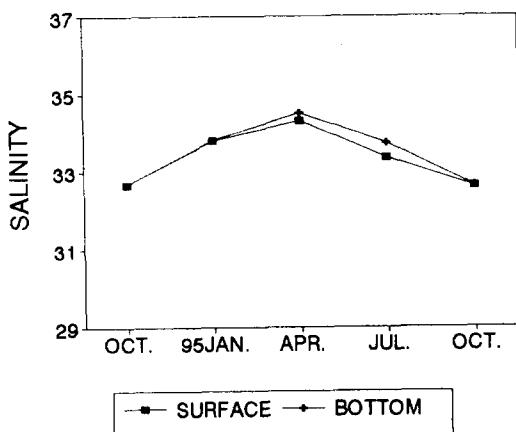


Fig. 2. Seasonal variation of salinity(%) in this study area.

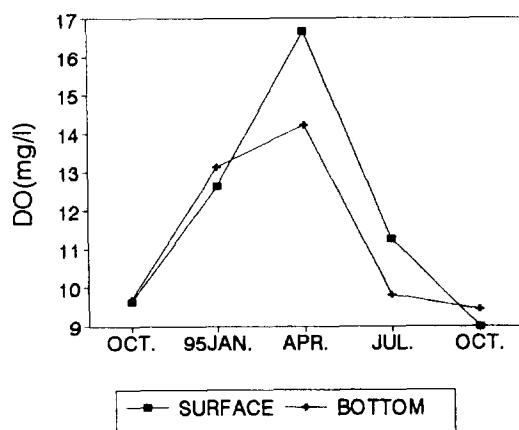


Fig. 3. Seasonal variation of dissolved oxygen in this study area.

진해만 생태계 내에서 순환되며 외부로 유출이 거의 없는 것으로 추정하였다. 한편 Han 등 (1991)은 본 연구수역에서 서쪽으로 10Km 정도 떨어진 마산만과 부도수도에서 수괴의 불연 속층과 플랑크톤 군집구조의 관계를 보고함에 있어 부도수도의 안쪽에서는 온난저염의 성층화된 수괴가 존재하고 내만성 식물플랑크톤이 주로 분포하였음을 언급하였으므로 본 연구수역 또한 이러한 결과가 연장되는 수역 특징을 가지는지 가늠할 필요가 있다. 또한 본 연구는 적조 빈발해역으로 알려진 진해만 동부해역의 식물플랑크톤 종조성과 생물량 전반의 어떠한 양상으로 계절변화를 보이는지를 수질환경 자료 및 과거의 연구결과와 비교, 검토하는데 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 1994년 10월부터 1995년 10월까지 진해만의 동부해역에서 5차례에 걸친 현장조사의 결과로 이루어졌다. 연구정점은 17곳이며(Fig.1) 1994년 10월 21일, 1995년 1월 19일, 4월 10일, 7월 3일 및 10월 26일에 현장조사가 수행되었다.

2.1 수질환경자료

수질자료분석을 위해 각 연구정점에서 표층수 및 저층수를 채수하였는데 표층수는 수면하 0.5m 수층에서, 저층수는 바닥으로부터 1m 상부에서 Van Dorn sampler를 이용하여 채수하였다. 용존산소는 채수후 선상에서 즉시 고정하였고, 영양염류 측정용 시료는 운반, 보관 중 미생물의 활동을 저지하기 위해 소량의 황산구리용액을 첨가하여, 즉시 실험실로 옮긴 후 해동하여 분석하였다.

본 조사의 화학 환경 조사항목은 염분 (salinity), 수소이온농도(pH), 용존산소(DO), 화학적 산소요구량(COD), 영양염류(NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P, SiO_2 -Si) 등이다. 염분은 해수시료 약 300ml을 폴리에틸렌 병에 넣어 실험실로 옮긴 후, 염분계로 (salinometer, Model E-2, Tsurumi Co.) 측정하였으며, 수소이온농도는 pH meter로 측정하였다. 용존산소는 현장에서 고정한 시료를 실험실로 옮겨 Winkler-Azide법으로, 화학적 산소요구량은 알카리성 과망간 산칼륨법으로 적정하여 정량하였다. 영양염류

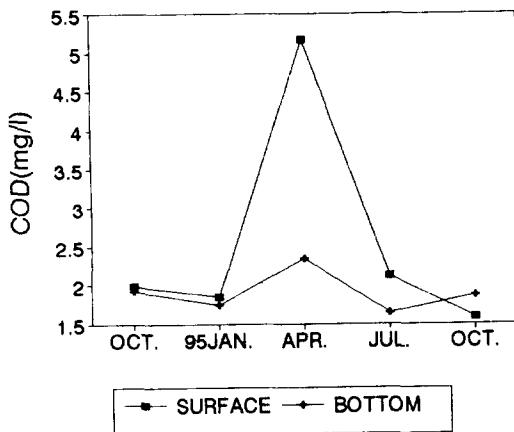


Fig. 4. Seasonal variation of COD in this study area.

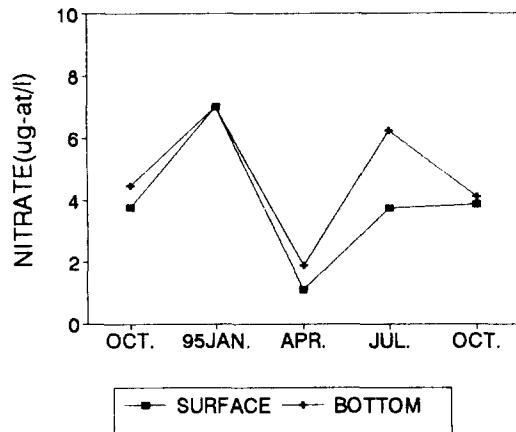


Fig. 6. Seasonal variation of NO₃-N concentration in this study area.

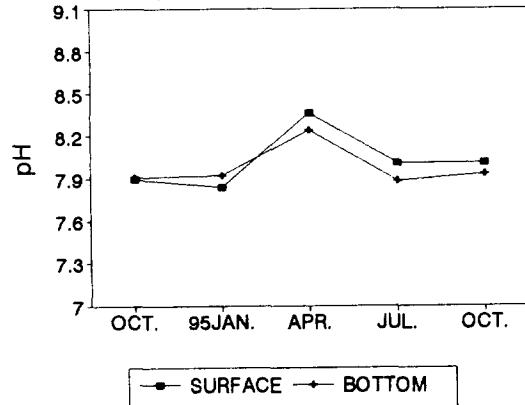


Fig. 5. Seasonal variation of pH in this study area.

중 질산염은 Cu-Cd column을 이용한 아질산 환원법, 인산염은 Ascorbic산을 이용한 Vitamin C 법, 규산염은 규소-몰리브덴 착체법으로 정량하였다 (Strickland 와 Parsons, 1972)

2.2 식물플랑크톤

식물플랑크톤의 종조성을 파악하기 위해서는 채집시료를 광학현미경(Nikon)으로 최고 1000배까지 확대 검정, 동정하였다. 식물플랑크톤의 정량분석을 위해서는 조사정점에서 Van-Dorn 채수기로 채수한 해수를 폴리에틸렌 병에 넣은 후 Lugol용액으로 고정하여 광을 차단시킨 후 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 시료를 48시간 이상 침전시켜 농축된 시료를 Sedgwick-Rafter Counting Chamber에

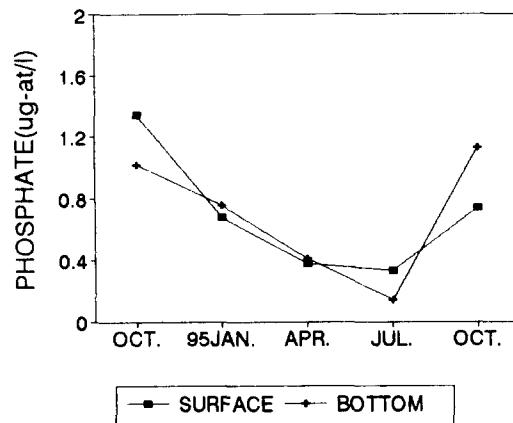


Fig. 7. Seasonal variation of PO₄-P concentration in this study area.

넣어 현미경하에서 세포수를 계수한 후 원래 해수중 현존량으로 환산하였다(Throndsen, 1978).

3. 결과 및 고찰

3.1 수질환경 변화

Yoo 와 Lee(1980)는 1970년대 후반 본 해역에서 식물플랑크톤 군집에 영향을 주는 환경요인을 조사하여 PO₄³⁻-P, 투명도, 엽록소량, 수온, 염분도 등이 중요한 것으로 보고하였으며 그 이후 계속적인 환경모니터링을 하여왔다. 따라서 본 연구에서도 식물플랑크톤 군집에 영향을 줄 수 있는 것으로 판단되는 요인들의 절대값 분석과 계절변동을 추적하여 각 조사성분에 대한 표층, 저층수의 계절변화 양상을 Fig.

Table 1. Dominant species of phytoplankton in this study area. The numbers in parentheses are degree of dominance(%)

MONTH	DOMINANT SPECIES	
'94 Oct.	<i>Skeletonema costatum</i> (40.73)	monad type microflagellate sp.(14.20) spherical cell colony(6.60)
'95 Jan.	<i>Skeletonema costatum</i> (49.34) <i>Chaetoceros socialis</i> (6.58)	<i>Eucampia zodiacus</i> (11.06)
Apr.	<i>Skeletonema costatum</i> (39.14) <i>Leptocylindrus danicus</i> (10.63)	<i>Alexandrium tamarense</i> (20.09)
Jul.	<i>Skeletonema costatum</i> (74.41)	<i>Prorocentrum triestinum</i> (9.25)
Oct.	<i>Chaetoceros diadema</i> (52.35)	<i>Skeletonema costatum</i> (13.60)

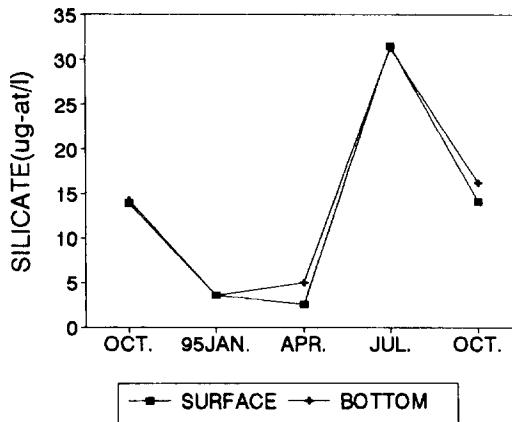


Fig. 8. Seasonal variation of SiO₂-Si concentration in this study area.

2에서 Fig. 8 까지에 나타내었다.

평균 농도로 본 계절별 염분농도의 경우, 4월에 최고농도를 보이고 겨울과 여름에 다소 감소하며 가을인 10월에 가장 낮은 값을 기록하였다(Fig.2). 표층과 저층수에서 그 경향은 유사하였고 4월, 7월의 경우 저층수의 염분농도가 표층보다 약간 높게 나타난 특징이 관찰되었으며, 특히 기온이 상승하고 강우량이 많은 7월에 염분농도의 차이가 가장 큰 폭으로 나타났다. 10월과 겨울인 1월에는 표층수와 저층수간 평균 염분 농도가 거의 동일하여 잘 혼합된 수층을 나타내고 있었다. 조 등(1992)의 자료에서도 같은 경향을 관찰한 것을 기록하였고 12월에 최고 염분농도를 나타낸 것으로 보고되었다. 그러나, 본 조사에서는 4월의 염분농도가 최고치였으며, 1월 측정치를 약 0.5% 웃도는 것으로 나타났다. 이는 1995년 봄 철 가뭄으로 인해 희석효과가 이시기에 감소

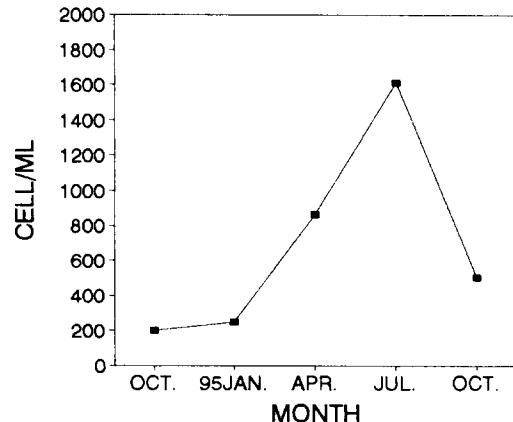


Fig. 9. Seasonal variations of phytoplankton standing stocks.

되었기 때문으로 생각된다.

용존산소량의 경우, 94년 10월에 상대적으로 낮은 값을 보이다가 점차 증가하여, 4월에 16.66mg·l⁻¹로 최고농도를 보였고 다시 감소하여 7월에 1월 측정치 보다 다소 감소한 11.28mg·l⁻¹로 나타났다(Fig.3). 4월 중 식물플랑크톤의 활발한 광합성작용은 수중 용존산소량을 증대시킨 한 요인일 것이다. 또한 적조가 완전히 Bloom을 일으키기 전의 식물플랑크톤의 Logarithmic stage의 생리상태로 인해 detritus도 적은 상태이므로 산소 소모도 적었을 것으로 추측되며 따라서 4월중 용존산소량의 peak가 보여진 것으로 생각된다. 저층수의 계절변화 양상은 표층수와 동일하였으며, 1월과 95년 10월에는 저층수에서의 농도가 표층수보다 높게 나타났다. 한편, Hong 등(1991)은 여름철 진해만 저층의 무산소환경을 보고한 바 있으나 본 연구에서는 여름철 무산소 저층환경

이 발견되지는 않았다. 그러나 4월부터 7월까지 저층수의 용존산소량이 표층에 비해 상당히 낮은 이전의 연구와 공통적인 특징이 나타났다.

화학적 산소요구량의 경우, 표층수에서 역시 4월에 가장 높은 값을 보이고, 나머지 10월, 1월, 7월의 화학적 산소요구량은 대체로 $2.0\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 정도의 수준으로 유사하였다(Fig.4). 이에 따라 연구해역의 수질은 대략 수질 II등급의 높은 유기물 오염도를 보임을 알 수 있었고, 특히 4월의 경우 표층은 $5.16\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 로 매우 높은 유기물을 부하가 있다는 것을 보여주었다. 저층수의 경우에는 연중 대략 비슷한 수준의 화학적 산소요구량을 보이고, 표층수에 비해 다소 작은 값을 나타내었다. 예외적으로 1995년 10월에는 저층수의 화학적 산소요구량이 표층수보다 크게 나타났는데 그 이유는 7월에 있었던 적조이후의 많은 생물기원이 입자물질이 저층으로 유입되었기 때문으로 유추할 수 있다.

수소이온농도의 경우, 염분, 용존산소, 화학적 산소요구량과 유사한 계절 변화를 보였다. 4월에 8.36의 가장 높은 값을 나타냈고, 1월에 최소값을 나타냈으며 7월과 10월에는 비슷한 수준을 유지하였다(Fig.5).

영양염 중 질산염의 경우, 표층수에서는 1월에 최대, 4월에 최소값($1.09\mu\text{g-at} \cdot \text{l}^{-1}$)을 나타내었으며, 하계와 추계의 농도는 $3.4\mu\text{g-at} \cdot \text{l}^{-1}$ 로 비슷한 수준으로 나타났다(Fig.6). 한편 저층수의 경우, 전 계절에 걸쳐 평균값이 표층수의 값보다 높았으며 특히, 7월의 경우 가장 큰 폭의 차이를 보였고, 다음으로 4월, 10월, 1월 순으로 표, 저층의 차이가 감소하여 1월에는 거의 동일한 수준으로 나타나 동계의 수직혼합이 강하게 일어난 것을 알 수 있었다.

인산염의 경우, 표층수에서 94년 10월에 최대농도를 나타내고 1월과 4월로 갈수록 계속 감소하여 7월 하계에 최소치를 나타내었다(Fig.7). 수직농도 분포로 비교하면 대체로 저층수의 농도가 높게 나타났다. 그러나 7월 중 표층수가 저층수보다 높은 인산염을 보이는 것은 자연적인 현상이라기 보다는 하계의 많은 강우와 이에 의해 만내에 들어오는 담수에 포함된 인산염의 유입에 기인한 결과로 보인다. 특히 95년 7월의 적조 현상을 고려하면

이와 같은 추론을 뒷받침 해준다.

규산염의 경우, 7월 표층에서 $31.49\mu\text{g-at} \cdot \text{l}^{-1}$ 의 현저히 높은 농도로 증가하고, 다른 계절에는 상대적으로 낮은 농도를 보였다. 또 표층수와 저층수는 유사한 계절변화를 보였고, 10월 중에 1월과 4월에 비해 다소 높은 양상을 띠었다 (Fig.8).

Hong 등(1991)은 진해만 전역에 걸친 영양염류 연구에서 각종 영양염류들은 진해만 생태계내에서 효과적으로 순환되고 외부 대류통으로의 유출은 거의 없는 것으로 보고하였다. 본 연구는 상기 연구의 해역중 일부의 수역에서 수행되었고 그 결과 전체 진해만의 영양염류 계절변화 양상과 크게 다르지 않은 것으로 나타났다.

3.2 식물플랑크톤의 종조성 및 우점종

연구기간 동안 식물플랑크톤 군집의 출현종은 총 154개의 분류군(미동정종 포함)이 출현하였으며 그 구성은 규조류가 91종, 쌍편모조류 53종, 규질편모류 5종, 유글레나조류 1종, 녹조류 1종, 기타조류 3종 등 이었다. 이러한 출현종수는 1976부터 1978년까지 조사한 Yoo and Lee(1979)의 연구결과에서 총 84개 분류군의 식물플랑크톤 군집 조성을 보고한 바에 비하면 장기적으로 상당히 많은 추가종이 발생한 것으로 요약된다. 한편 일반적인 해양의 식물플랑크톤 군집의 다수종을 점유하는 규조류가 본 해역에서도 가장 많은 종수를 보유하고 있었으나 쌍편모조류의 구성종수 또한 상당하여 적조 빈발 해역의 특성이 나타났다.

1994년 10월 전반적인 식물플랑크톤의 종조성은 연안환경의 일반적인 구성을 보이고 있으나 쌍편모조류의 출현종수가 총 출현종수의 23.5%를 기록하여 구성비율이 높았다. 우점종은 *Skeletonema costatum*의 단일종 우점현상을 들 수 있으며 이 종은 총 식물플랑크톤 현존량의 40.73%에 달했다(Table 1). *Skeletonema costatum*을 제외하고 총 식물플랑크톤 현존량의 5% 이상을 점유한 종은 단지 monad type microflagellate(14.2%)와 미동정구형 세포군체(spherical cell colony, 6.6%)들 뿐으로 세포크기가 비교적 크고 종수준까지 동정된 대다수의 분류군들은 희소종의 성격을 띠었다.

1995년 1월 본 해역 식물플랑크톤 군집의 분류군별 점유율은 규조류 75.15%, 쌍편모조류 22.39%로 94년 10월 결과와 유사하였다. 우점종은 *Skeletonema costatum*이 제 1 우점종(총 현존량의 49.34% 점유)의 위치를 지키고 있으나 *Eucampia zodiacus*(11.06%), *Chaetoceros socialis*(6.58%)등이 새로운 우점종으로 기록되어(Table 1.) 94년 10월 이후 전체적인 규조류의 생물량 비율이 늘어나고 식물플랑크톤의 계절 천이가 일어났음을 나타내었다.

4월 조사의 특징은 쌍편모조류의 출현종수가 상당히 많았다는 점이며 특히 *Gyrodinium*속, *Gymnodinium*속, *Protoperothidinium*속은 각각 7종, 6종, 5종의 출현을 보였다. 식물플랑크톤 전체 군집중 출현종의 분류군별 점유율은 규조류 56.10%, 쌍편모조류 40.24%를 기록하였는데 이는 봄철로 들면서 쌍편모조류의 출현종수가 급증한 결과이다. 우점종은 1월과 같이 규조류의 일종인 *Skeletonema costatum*이 제 1 우점종(총 현존량의 39.14% 점유)으로 나타났지만 독성쌍편모조류로 알려진 *Alexandrium tamarense*가 총 식물플랑크톤 현존량의 20.09%를 차지하는 제 2 우점종으로 기록되어(Table 1) 규조류의 전반적 우점현상을 보였던 동질기 결과와는 다른 양상이었다. 그외의 우점종은 규조류의 일종인 *Leptocylindrus danicus*(총 현존량의 10.63% 점유)를 들 수 있다.

7월 조사의 특징은 쌍편모조류의 출현종수가 전체 식물플랑크톤 출현종수의 45.0%를 차지하여 규조류(43.33%)보다 커다는 점이며 이러한 결과는 본 연구해역이 가지는 특징으로 생각된다. 그러나 제 1 우점종은 규조류의 일종인 *Skeletonema costatum*(총 현존량의 74.41% 점유)이었고 제 2 우점종으로 쌍편모조류인 *Prorocentrum triestinum*(총 현존량의 9.25% 점유)이 기록되었다(Table 1).

1995년 10월 전반적인 식물플랑크톤 종조성은 연안환경의 일반적 양상에 부합되며 쌍편모조류의 출현종수는 총 종수의 26.3%에 달했다. 우점종은 *Chaetoceros diadema*와 *Skeletonema costatum*을 들 수 있으며 이들은 각각 총 식물플랑크톤 현존량의 52.35%,

13.60%에 달했다(Table 1).

이상의 각 시기별 식물플랑크톤의 군집 조성의 변화를 고찰해 볼때 본 연구수역의 경우 수온이 높은 여름철에 쌍편모조류의 출현종수가 많아지고 생물량 또한 커져 적조의 현상이 본 연구기간(4월부터 7월까지)에도 발생되었음을 보고할 수 있다. 한편 규조류인 *Skeletonema costatum*은 95년 10월을 제외하고는 항상 최고의 우점율을 보이는 대표종으로 기록되었고 총현존량의 5% 이상을 점유하는 우점종이 각 시기별로 2-3종에 불과해 소수종의 우점현상이 심각하였다. 또 본 연구수역 식물플랑크톤 군집을 구성하는 종들이 대부분 연안 내만종들로 이루어져 있는데 본 연구수역에서 서쪽으로 10여 Km떨어진 수역에서 조사한 Han 등 (1991)의 연구결과 부도수역 안쪽에서 내만종이 주종을 이루었다는 결과와 동일하여 마산만 동부수역 및 행암만, 웅천만 등의 종조성 특징은 크게 다르지 않은 것으로 요약된다.

3.3 식물플랑크톤 현존량 및 분포

본 연구기간 동안 각 조사시기별 식물플랑크톤 현존량의 변동은 4월과 7월의 대발생을 보였는데(Fig. 9) 이러한 결과는 봄, 가을철 대발생으로 요약되는 온대해역의 일반적 특징과는 다소 차이가 있다. 즉, 본 연구수역의 경우 가을철보다는 여름철에 대발생이 나타나고 있어 장마 이후 많은 육수의 만내 유입에 근거한 영양염이 7월 식물플랑크톤의 대발생을 유도한 것으로 보인다.

각 조사시기별 현존량의 분포 양상을 살펴보면 1994년 10월의 경우 정점에 따라 135(정점 6) - 347(정점 17) Cells · ml⁻¹의 분포를 보였다. 이러한 현존량의 공간분포는 최대값이 최소값의 2.6배 정도에 불과하여 식물플랑크톤의 생물량적 차원에서 확실한 수역의 구분을 논하기 어렵다.

1995년 1월에는 총 식물플랑크톤 현존량이 정점에 따라 101(정점 8) - 549(정점 11) Cells · ml⁻¹의 분포를 보였다. 이러한 현존량의 공간분포는 최대값이 최소값의 5.4배로 공간적 변화폭이 94년 10월보다 상당히 커졌다. 당시 연구해역의 중앙부에서는 식물플랑크톤 현존량 변화가 상당히 커는데 즉, 정점 8과 정점 11은 인접 정점임에도 불구하고 최소, 최대의 현존

진해만 동부 해역내 식물플랑크톤 군집과 수질환경의 계절 변동

량을 기록하여 연안의 국지적 환경 특성이 식물플랑크톤 현존량을 다소 큰 폭으로 변화시킬수 있음을 시사하였다. 한편 조사수역 하단부의 정점들에서는 현존량 변화가 크지않고 대체적으로 균일한 분포를 보였는데 이는 육지 인접 정점들 보다 비생물 환경요인들의 변화가 크지 않았기 때문으로 사료된다.

4월에는 총 식물플랑크톤 현존량이 정점에 따라 338(정점 10) - 2111(정점 17) Cells · ml⁻¹의 분포를 보였다. 이러한 현존량의 공간 분포는 최대값이 최소값의 6.2배로 공간적 변화폭이 동절기보다 증대되었으며 현존량의 절대값 또한 상당히 증가하였다. 전체적으로 조사해역의 동쪽수역에서 큰 현존량이 기록되었는데 정점 14, 16, 17 등에서는 10³Cells · ml⁻¹ 이상의 개체수를 보여 식물플랑크톤의 대발생을 확실히 보여주었다. 이러한 대발생은 *Skeletonema costatum*이 주도하였으며 쌍편모조류인 *Alexandrium tamarensense*와 *Ceratium fusus*등이 부분적으로 기여하였다. *Alexandrium tamarensense*는 본 연구해역에서 적조원인 생물로 잘 알려져 있고 자연서식종과 배양실험에서 독성이 확인되었으며(한, 1990) 어폐류의 마비성 패독을 생산하는 것으로 보고되어 있다(Shimizu, 1987; Lee et al., 1992). 따라서 이 종이 번성한 4월 이후에는 본 연구수역 생태균형과 수산양식에 피해를 가져올 수도 있는 것으로 판단된다.

7월에는 총 식물플랑크톤 현존량이 정점에 따라 513(정점 17) - 4221(정점 1) Cells · ml⁻¹의 분포를 보였다. 이러한 현존량의 공간 분포는 최대값이 최소값의 8.2배에 달해 5회의 조사중 최대의 변화폭을 기록하였다. 따라서 하절기의 국지적 환경요인의 차이는 식물플랑크톤의 생물량 전반을 크게 지배하는 것으로 사료된다. 행암만내에 위치한 정점 1에서는 최대의 현존량이 기록되었는데 이곳에서는 *Skeletonema costatum*이외에 *Prorocentrum triestinum* 또한 대량 발생하여 적조 야기종으로 설명할 수 있다.

1995년 10월에는 총 식물플랑크톤 현존량이 정점에 따라 180(정점 13) - 1398(정점 1) Cells · ml⁻¹의 분포를 보였다. 이러한 현존량의 공간분포는 최대값이 최소값의 7.8배에 달해 상당한 변화폭을 보이는 것으로 보이나 정

점1의 큰 현존량을 제외하고는 여타 정점들에서의 실질적 현존량 변화는 크지 않았다. 10월 조사 당시의 현존량은 4월 및 7월의 조사결과 보다는 상당히 작아져서 10월 이후 식물플랑크톤 생물량의 감소가 본 해역의 특징인 것으로 생각된다. 정점1에서 최대의 현존량을 기록한 점은 7월 조사 이후 계속된 현상이었으며 정점 1에서는 *Chaetoceros diadema*와 *Skeletonema costatum* 및 기타의 희소종도 다수 출현하였다.

전체적으로 연구기간 동안 본 연구해역의 조사시기별 평균 현존량은 202(94년 10월) - 1616(95년 7월) Cells · ml⁻¹의 수준으로 1980년대에 조사된 결과(곽 등, 1982; 곽 등, 1983; 유, 1984)와 유사한 수준이다.

4. 요 약

진해만 동부해역에서 식물플랑크톤 군집의 양상과 수질환경자료를 1994년 10월부터 1995년 10월까지 5회에 걸쳐 조사하였다. 그 결과 수질환경요인들의 계절변화는 일반적인 양상을 보였으나 식물플랑크톤의 적조발생과 상당히 연관되는 변화를 보였다. 즉, 용존산소량의 계절변화에 식물플랑크톤의 광합성기작이 상당히 영향을 준 것으로 보이며 저층 COD의 증가가 적조이후 발생된 것이 확인되었다.

한편 식물플랑크톤 생물량은 202 - 1616 Cells · ml⁻¹의 수준으로 나타났고 4월부터 7월 까지 대발생(적조)을 보였으며 *Skeletonema costatum*은 연중 우점하였다. 또 대발생 기간 동안 *Alexandrium tamarensense*와 *Prorocentrum triestinum*등의 쌍편모조류가 적조원인생물로 나타나면서 식물플랑크톤 생물량 전반을 큰 폭으로 증가시켰다.

감사의 글

본 연구수행에 도움을 주신 부경대학교 응용지질학과의 김대철, 조태진 교수님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 곽희상, 1982. 진해만의 생물학적 특성 "진해만의 적조 및 오염 모니터링 시스템 개발을 위한 연구". 한국해양연구소 보고서. BSPE 00044-66-7:119-166.

- 곽희상, 1982. 진해만의 생물학적 특성 "적조 및 오염 모니터링 연구-진해만-". 한국해양연구소 보고서. BSPE 00048-80-7: 139-204.
- 유광일, 1984. 연안역에 있어서의 적조생물 군집의 동태에 관한 연구. 한양대학교 환경과학연구소 논문집 5:57-63.
- 조규대, 1992. 명지 녹산 매립피해 영향보고서. 한국토지개발공사: 143-186
- 한명수, 1990. 유독플랑크톤(와편모조류를 중심으로)에 관한 고찰. 한국수산학회지. 23(1): 51-60.
- Han, M.S., S.W. Kim and Y.O. Kim, 1991. Influence of discontinuous layer on plankton community structure and distribution in Masan Bay, Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 24:459-471.
- Hong, G.H., K.T. Kim, S.J. Pae, S.H. Kim and S.H. Lee, 1991. Annual cycles of nutrients and dissolved oxygen in a nutrient-rich temperate coastal bay, Chinhae Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Kor., 26:204-222
- Lee, J.B. and K.I. Yoo, 1990. Dynamics and seasonal succession of dinoflagellate community in Masan Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Kor., 25: 106-116.
- Lee, J.S., J.K. Jeon, M.S. Han, Y. Oshima and T. Yasumoto, 1992. Paralytic shellfish toxins in the mussel *Mytilus edulis* and dinoflagellate *Alexandrium tamarense* from Jinhae Bay, Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 25: 144-150.
- Lee, K.W., G.H. Hong, D.B. Yang and S.H. Lee, 1981. Seawater quality and red tide in Chinhae Bay: 1. Relationships between water quality parameters and red tides. J. Oceanol. Soc. Kor., 16: 43-48
- Shimizu, Y., 1987. Dinoflagellates toxins, 282-315. in The biology of Dinoflagellates. Botanical monographs vol. 21, ed. F.J.R. Taylor, 1987. Blackwell Oxford.
- Strickland, J.D.H. T. R.Parsons, 1972, A Practical handbook of sea water analysis, 2nd ed. Fisheries Research Board of Canada
- Throndsen, J., 1978. Preservation and storage in "Phytoplankton manual" ed., A. Sournia, UNESCO: 69-74.
- Yang, D.B., 1989. Nutrients and chlorophyll-a variations during the red tides in Chinhae Bay, Korea. in Red Tides: Biology, environmental science and toxicology. Okaichi, T., D.M. Anderson and T. Nemoto(eds.) Elsevier, pp. 141-146.
- Yoo, K.I. and J.H. Lee, 1979. Environmental studies of the Jinhae Bay. 1. Annual cycle of phytoplankton population, 1976-1978. J. Oceanol. Soc. Kor., 14: 26-31.
- Yoo, K.I. and J.H. Lee, 1980. Environmental studies of the Jinhae Bay. 2. Environmental parameters in relation to phytoplankton population dynamics. J. Oceanol. Soc. Kor., 15: 62-65.