

## 동해 연안역의 영양염과 유기물질의 분포

이기성\* · 고동규<sup>1</sup> · 허 승<sup>2</sup> · 이영근<sup>3</sup> · 최철일<sup>2</sup> · 최영길<sup>1</sup>

(\*배재대학교 생물학과, <sup>1</sup>한양대학교 생물학과 · <sup>2</sup>지구해양학과,  
<sup>3</sup>한국원자력연구소 방사성동위원소 방사선응용연구팀)

**요약** - 동해 연안에 위치한 대진, 갈남, 포항, 울산 등 4개 지역의 연안역을 대상으로 1994년 7월부터 1995년 4월까지 계절별로 4회에 걸쳐서 영양염과 유기물질의 분포에 관련된 환경요인, 영양염류, 부유성 유기물질 및 엽록소 함량 등을 조사하였다. BOD는 울산 처용암이 모든 정점 중에서 가장 높게 나타났으며, 영양염류의 농도는 근처에 오염원이 많은 포항과 울산의 처용암에서 전 조사기간 동안에 걸쳐 전반적으로 높았다. 특히, 처용암은 조사된 모든 영양염의 값이 월등히 높아 고도의 과영양해역임이 판명되었다. 울산의 장생포 지역도 비교적 높은 수치를 나타내 부영양해역에 속하는 것으로 나타났다. 부유성유기물질은 3~10 µm 크기의 입자가 총부피의 70%를 차지하였다. 부유성 유기물질은 주변 도시와 공단으로부터 많은 오폐수가 유입되는 포항과 울산에서 높은 값을 나타내었는데 이는 주로 주변으로부터 유입되는 오폐수의 영향일 것으로 사료된다.

### 서론

수생태계내에는 유기물질(organic matter; OM)을 생성하고 운반하는 많은 기작이 있다. 그러나, 이들의 생물학적 중요성에 대한 가치와 비교가 아직 상세하게 연구되지 않았다(Ward *et al.* 1990). 이러한 유기물질의 근원과 그 양을 정확하게 측정하는 것은 매우 어려운데 이는 유기물질들이 근원지로부터 이동하면서 크기, 모양, 화학적 조성 등이 변하기 때문이다.

유기물질은 0.45~1.20 µm pore size의 막여과지로 걸러서 위에 남은 것을 입자성 유기물질(particulate organic matter; POM)이라 하고, 막여과지를 통과한 물질을 용존성 유기물질(dissolved organic matter; DOM)이라고 분류한다(Riley 1970). 또한 용존성 유기물질은 고분자 DOM과 저분자 DOM으로 구분되는데 미생물의 성장률, 생산력 및 biomass 비율이 고분자 DOM에서 높기 때문에 DOM의 조성과 상대적인 양이 미생물군집 분포에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Weinbauer & Höfle 1998). 그리고 수계내의 유기물질의 일부분은 광합성을 하는 단세포 조류에 의해 생성되며, 일부는 고착 또는 부유하는 다세포 조류에 의하며, 나머지 일부는 육상기원인 물질로 구성되어 있다(Riley 1970; Choi 1985). 이

들 각각의 상대적인 중요성은 시간과 장소에 따라 다르나, 가장 중요한 요소는 수계 자체의 식물플랑크톤과 주위로부터 유입된 인근 식물에 의한 autochthonous 한 1차 생산이다. 최근의 많은 연구결과도 식물플랑크톤의 대발생 이후에 많은 유기물질이 발생하는 것으로 보고하고 있다(Gerhon & White 1982). 이러한 POM 및 DOM의 양과 조성은 계절적·일적인 변화가 있는데, 이는 주로 식물플랑크톤 현존량의 변화에 의한 것으로서 빛, 온도, 영양염류량, 광합성의 주기 등에 의해 영향을 받는다(Ward *et al.* 1990).

POM의 근원과 구성은 다양하며, 수환경에서 이러한 유기탄소의 형성 기작에는 식물과 동물의 사체 혹은 살아 있는 동식물체의 체외 배출물질로부터 유래한다. POM의 양과 분포는 물의 유동에 따라 변화하며, 결국 POM은 수계 밑바닥에 퇴적되어 그 곳에서 분해되게 된다. POM 내의 탄소와 질소 함량은 입자성 유기탄소(particulate organic carbon; POC)와 입자성 유기질소(particulate organic nitrogen; PON)로 표현한다. 이 POC와 PON은 수생태계에서 순환하는 유기물질을 구성하는 기본적인 물질이다. 이러한 POM의 각각의 크기와 양은 electronic particle counter(Coulter Counter, ZM)를 사용하여 정확하게 측정할 수 있다(Shelden *et al.* 1973). 1차 생산물인 POM은 수중 미생물과 무척추

\*교신저자 : 전송 042) 520-5382 ks/ee@www.paichai.ac.kr

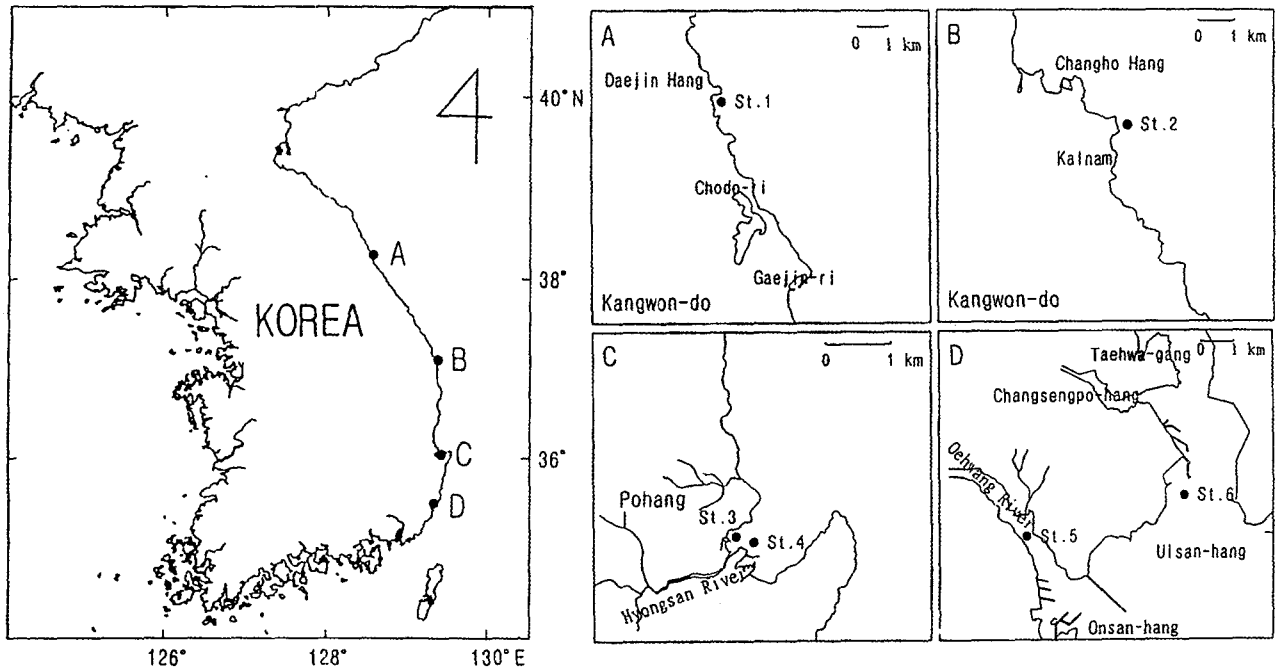


Fig. 1. Location of sampling sites in the coastal area of East Sea.

동물의 에너지원인 동시에 퇴적물 형성에 중요한 역할을 한다. POM은 동물플랑크톤이나 미생물 그리고 무척추동물에 의하여 용존성 유기물질(DOM)로 변환되며, 이 DOM은 다시 식물플랑크톤에 섭취되어 POM 형태로 변환된다. 특히 수생태계에서 세균과 같은 미생물들은 어떤 화합물들을 분해하거나 입자성 또는 용존성물질을 분해시켜, 수계에서 용존 유기물질을 전환 변환시키는데 큰 역할을 담당하고 있다(Hoppe *et al.* 1988; Lee *et al.* 1992).

따라서 본 연구에서는 동해연안역을 대상으로 환경요인과 더불어 외부에서 유입된 오염물질을 포함한 생태계내 영양염(T-P, Pi, T-N 등)과 유기물질(OM, POM, POC, PON) 분포를 파악함으로써 동해연안역의 부영양화 실태를 조사하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상 지역 및 시기

본 연구조사는 1994년 7월, 10월과 1995년 1월, 4월에 동해의 대진, 갈남, 포항과 울산 등 4개 지역에서 6개의 정점을 정하여 해수의 표층에서 시료를 채취하였다(Fig. 1).

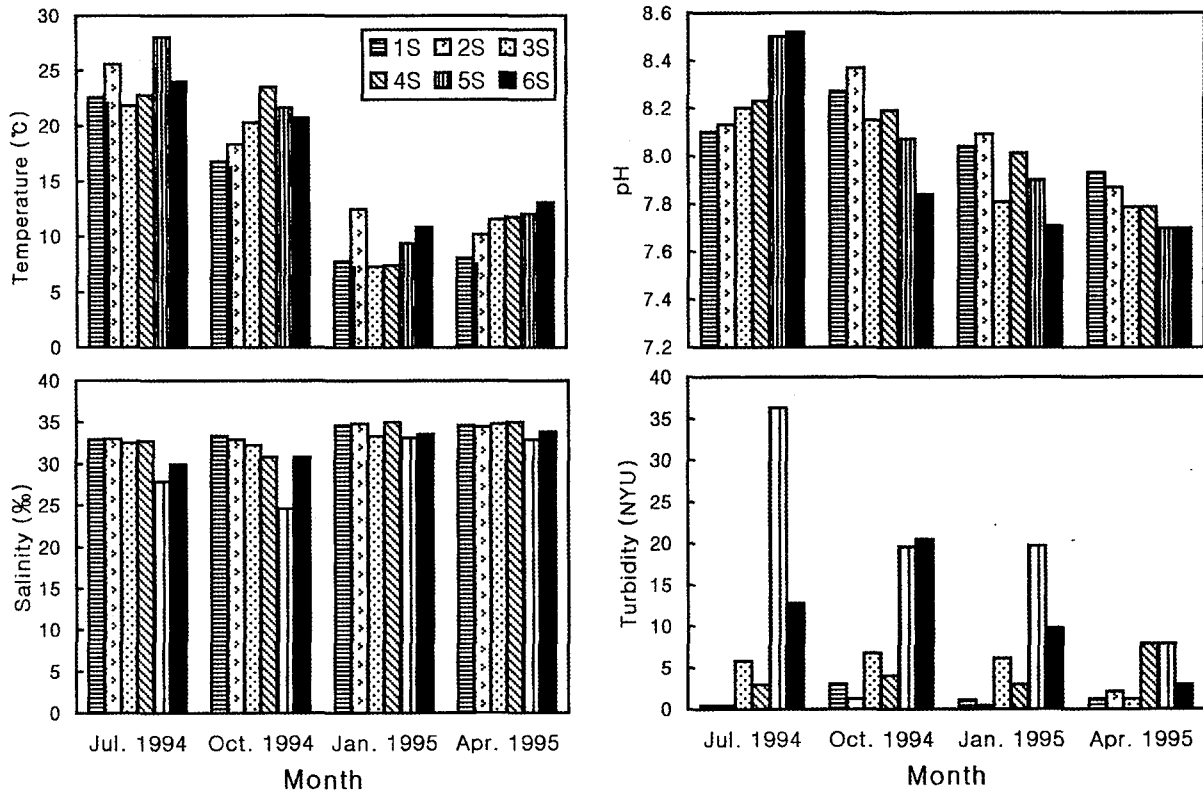
### 2. 환경요인의 분석

조사항목 중 수온, 염분도 및 탁도는 현장에서 수질분

석기(Horiba U-10, Japan) 이용하여 직접 측정하였으며, DO와 BOD는 채수한 시료를 실험실에서 Standard Winkler methods에 의해서 측정하였고 pH는 SUNTEX digital pH meter로 측정하였다. 수질분석을 위한 시료 채취는 Niskin형 채수기로 각각 2ℓ씩 채수하여 냉암처리 후 실험실로 운반하였다. 용존영양염 측정용 해수시료는 현장에서 여과지(Whatman glass fiber filter GF/F; Pore size 0.45 μm)로 여과한 후 냉동보관하였으며 spectrophotometer (Heulett Packard 8452A)를 이용 Strickland와 Parsons (1968)의 방법에 의거 분석하였다. 부유물질 중의 입자성 규소는 현장에서 여과지(Milipore filter; Pore size 0.45 μm)로 여과한 후 Paasch (1973)의 방법에 의하여 분석하였다.

### 3. 부유성 유기물질의 분석

부유성 고형물질(suspended solids: SS)은 채수한 시료를 실험전에 건조시켜 칭량한 여과지(GF/F Whatman, 직경 47 mm)로 여과한 후, 건조기에서 24시간 건조시켰다. 105~110°C의 dry oven에서 30분간 건조하여 방냉한 다음 측정하여 두 중량의 차로 산출하였다. 입자성 유기물질(POM) 측정은 위 여과지를 다시 500°C의 oven에서 30분간 연소시킨 후 방냉하여 측정할 다음 연소 전·후의 무게차로써 산출하였다(Parsons 1984). POM 중의 유기탄소(POC)와 질소(PON)는 Perkin-Elmer CHN Elemental Analyzer Model 240B로 측정하였다. 해



**Fig. 2.** Seasonal variations of temperature, pH, salinity and turbidity at each sites in the coastal area of East Sea from July, 1994 to April, 1995. Sampling sites: Daejin, 1S; Kalnam, 2S; Pohang 1, 3S; Pohang 2, 4S; Chuyongam, Ulsan, 5S; Changsengpo, Ulsan, 6S.

수 중에 떠 있는 부유성 입자상 물질의 갯수 측정은 Coulter Counter(Model ZM)를 이용하여 측정하였다. 140  $\mu\text{m}$  aperture tube(입자 측정 가능 범위; 3~60  $\mu\text{m}$ )를 사용하여 3~10  $\mu\text{m}$ , 10~20  $\mu\text{m}$ , 20~30  $\mu\text{m}$ , 30~40  $\mu\text{m}$ , 40~50  $\mu\text{m}$ , 50~60  $\mu\text{m}$  사이의 입자를 각각 측정한 후, 이들 각각의 범위에서 측정된 입자의 갯수를 이때의 평균 입자 양으로 곱하여 전체적인 양으로 환산하였다.

**4. 염록소 함량**

염록소 a, b, c는 Strickland와 Parsons(1968)의 방법에 의해 추출 정량하였다. 막 여과법에 의하여 채취된 시료에 소량의  $\text{MgCO}_3$ 와 90% acetone을 첨가한 후 초음파 처리하였다. 원심분리 후 상등액을 취하고, pellet은 이 과정을 2~3회 반복한 후, 그 상등액을 합한 다음 흡광도를 측정하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 환경요인**

조사정점의 계절별 온도변화는 22.3~28.6°C, 17.1~

24.0°C, 8.2~13.4°C, 7.5~11.1°C로 94년 7월이 가장 높았고, 94년 10월, 95년 4월, 95년 1월 순으로 낮아졌다(Fig. 2). 94년 7월은 대기온도 보다 해수 온도가 낮았고, 94년 7월과 95년 4월은 비슷하였으며, 95년 1월은 해수 온도가 높았다.

조사기간중 pH 값은 계절적으로 변화되는 양상을 나타내었다. 94년 7월은 8.12~8.25, 94년 10월은 7.84~8.38, 95년 1월은 7.71~8.10, 95년 4월은 7.70~7.93으로 조사되어, 하계가 가장 높고 추계 및 동계를 거쳐 춘계를 거치는 동안 서서히 pH 값이 낮아졌다. 또한 하계에는 대진과 갈남(1S, 2S)에 비해 포항과 울산(3S, 4S, 5S, 6S)이 높는데 반해서, 추계, 동계 및 춘계에는 비교적 낮았다(Fig. 2).

**1) 염분도**

조사 결과, 계절별로 하계와 추계에 비해서 동계와 춘계에서 2.5~8.7% 높게 나타났다. 정점별로는 5S(울산 처용암)가 가장 낮았는데 이는 많은 양의 담수의 유입과 관련된 것으로 여겨진다. 1S와 2S는 그 밖의 조사정점에 비해서 높았다(Fig. 2).

탁도의 변화는 5S가 가장 높았으며, 6S, 3S, 4S, 1S, 2S

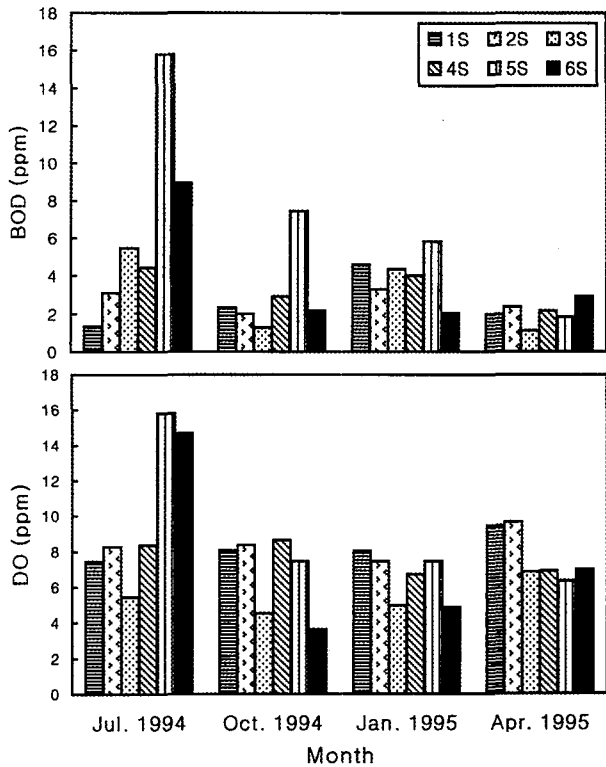


Fig. 3. Seasonal variations of DO and BOD at each sites in the coastal area of East Sea from July, 1994 to April, 1995.

순으로 나타났다. 이러한 정점별 변화양상은 총 particle volume (Fig. 6)과 유사한 변화양상을 보이는 것으로 나타났다(Fig. 2).

2) 용존산소량 (DO)

계절적으로 큰 폭의 변화를 보이진 않았으나, 94년 7월에 5S와 6S에서 매우 높은 것으로 조사 되었다. 이는 POC (Fig. 5)를 정량한 결과와 연계해 보았을 때, 조류가 blooming을 일으켜 광합성에 의해 많은 양의 산소를 발생시킨 결과로 사료된다(Fig. 3). 정점별로 DO 값이 1S와 2S가 3S, 4S, 5S 및 6S에 비해 높았으며 특히 3S와 5S가 매우 낮았던 것은 중속영양세균 및 오염의 지표미생물이 이들 정점에서 많이 분포되어 있는 것(Lee et al. 1999)과 유관할 것으로 사료된다.

3) BOD

조사 결과, 5S(처용암)의 경우 하절기에 16.6, 추계에 7.8, 동계에 6.1ppm으로 나타나 다른 모든 정점에 비하여 가장 높게 나타났으며, 이는 이 정점에서 부유유기물질과 중속영양세균 등이 많았던 것과 유관함을 나타내었다(Lee et al. 1999). 계절별로 정점 1S와 2S는 큰 변

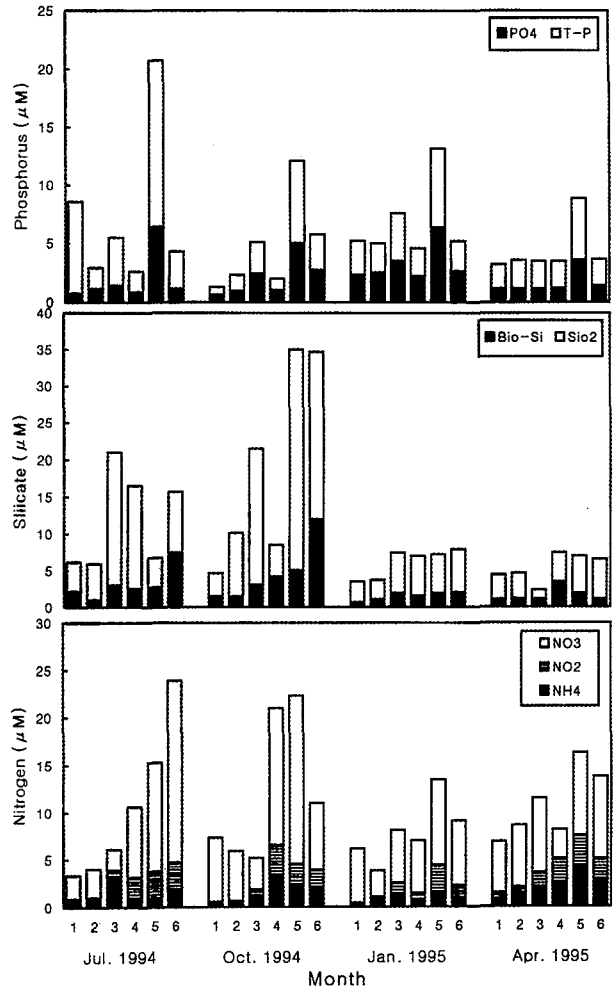


Fig. 4. Seasonal variations of phosphorus, silicate and nitrogen at each sites in the coastal area of East Sea from July, 1994 to April, 1995.

화를 보이지 않았으며 3S, 4S, 5S 및 6S는 하계에 높았다(Fig. 3).

따라서 다양한 환경요인조사 결과로 미루어 볼 때, 동해연안역의 영양염류, 부유성 유기물질 및 엽록소 함량 등은 부영양화와 밀접한 관련이 있을 것으로 사료되었다.

2. 영양염류

각 조사정점의 표층에서 용존성 영양염의 농도변화는 인산염이 0.59~6.35 µM, 규산염이 1.31~29.84 µM, 암모니아성 질소가 0.30~3.85 µM, 아질산염이 0.09~4.06 µM, 질산염이 2.18~19.44 µM이었다(Fig. 4). 보통 영양염류 중, 무기질소가 140~1400 µg/l (10~100 µM)이면 과영양, 28~140 µg/l (2~10 µM)일 때 부영양, <28 µg/l

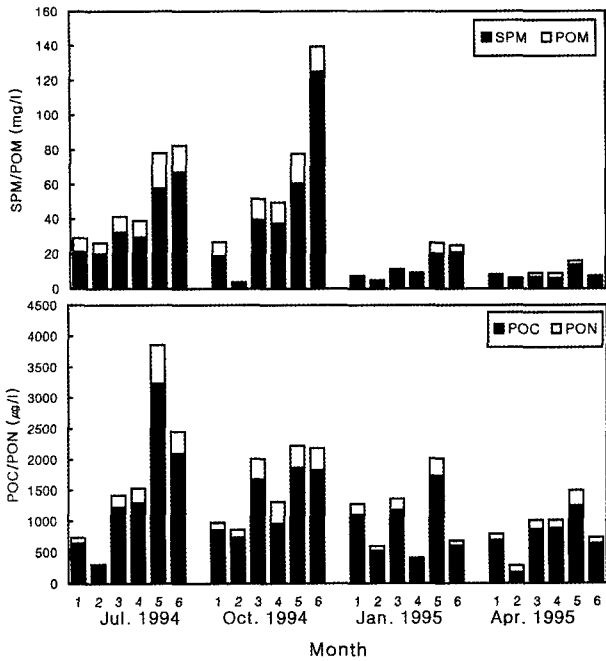


Fig. 5. Seasonal variations of SPM, POM, POC and PON at each sites in the coastal area of East Sea from July, 1994 to April, 1995.

(2 µM)일 때 빈영양 해역이라고 구분한다. 아울러 총인은 > 100 µg/l (> 3.56 µM)이면 과영양, 30~100 µg/l (1~3.56 µM)일 때 부영양, < 30 µg/l (1 µM)일 때 빈영양 해역에 속한다. 이 기준에 의하면 본 조사 정점들의 질소와 인산염 농도는 부영양해역에서 과영양해역에 속하는 것으로 나타났다. 영양염류의 농도는 포항과 울산의 처용암에서 전 조사기간 동안에 걸쳐 전반적으로 높았다. 특히 처용암은 조사한 모든 용존성 영양염의 농도가 월등히 높은 것으로 조사되어 고도의 과영양해역으로 판명되었다. 울산의 장생포 지역도 비교적 높은 수치를 나타내 부영양해역에 속하였다. 이 두 지역의 높은 영양염류 수치는 주변의 공단과 도시에서 배출되는 각종 오폐수의 영향과 2~30m의 낮은 수심 그리고 만으로 싸여 있는 지형적인 영향에 기인한 것으로 사료된다.

질소성 영양염류는 7월과 10월에, 인산염은 1월에, 규산염은 10월에 비교적 높은 값을 보여 영양염의 종류에 따라 조사 시기별로 그 값이 일정하지 않은 양상을 보였다.

한편, 94년 10월에 울산에서 SiO<sub>2</sub> 농도가 20 µM 정도로 매우 높은 값을 보였는데 이때의 SPM, POM, chlorophyll의 농도도 높게 나타났다(Figs. 5, 7). 이러한 현상은 식물플랑크톤 대번식에 의한 결과로 사료된다(Wangersky 1978; Lee et al. 1999).

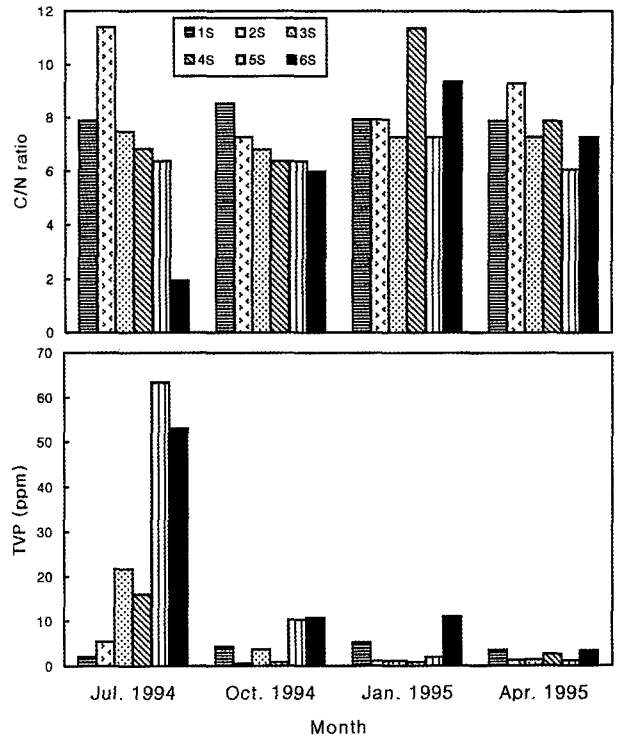


Fig. 6. Seasonal variations of C/N ratio and total volume of particles (TVP) at each sites in the coastal area of East Sea from July, 1994 to April, 1995.

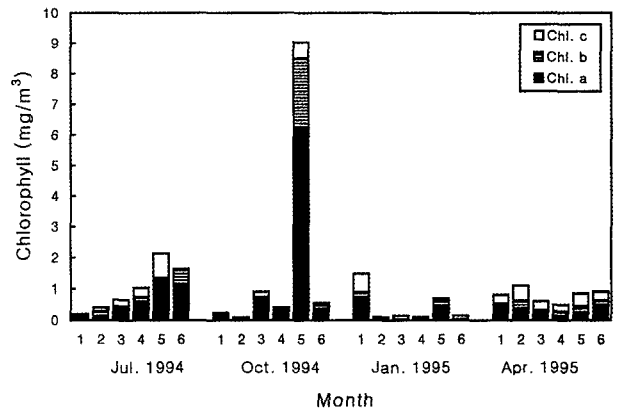


Fig. 7. Seasonal variation of chlorophylls at each sites in the coastal area of East Sea from July, 1994 to April, 1995.

3. 부유성 유기물질

조사기간 중 부유물질의 농도 범위는 2.16~124.23 mg/l로 나타나, 폭 넓은 변동 범위를 보였다(Fig. 5). 조사 시기별로는 10월중에 부유성 유기물질양이 높은 값(1.12~17.14 mg/l)을 나타내었다. 정점별로는 포항 1, 2



(정점 3, 4)와 울산의 처용암(정점 5)과 장생포(정점 6)에서 높은 값을 나타내었는데 이 정점들의 부유물질과 입자성 유기물질의 특성은 주변으로부터 유입되는 오폐수에 의하여 영향을 받을 것으로 사료된다(Lee *et al.* 1993, 1995).

입자성 유기탄소(DOC, POC)와 입자성 질소(PON)의 농도를 계절별, 정점별로 측정하는 것은 유기물질 이용에 따른 미생물군집밀도와 영양상태를 파악하는데 도움을 주기 때문에(Pettine *et al.* 1998) POM 중의 POC와 PON 함량을 측정된 결과, 포항과 울산 지역에서 비교적 높게 나타났으며, 특히 94년 7월에 처용암에서는 POC와 PON의 합계가 3,000  $\mu\text{g/l}$  이상으로 대단히 높은 값을 보였다(Fig. 5). 이로서 포항과 울산 지역의 미생물군집밀도가 높을 것으로 생각된다(Lee *et al.* 1999). 일반적으로 해양에서 미생물은 탄소와 질소순환에 중요한 역할을 수행하기 때문에 먹이사슬과 생지화학적 흐름을 이해하기 위해서는 세균의 biomass와 C/N비를 측정하는 것이 필수적이다(Fukuda *et al.* 1998). 또한 해양에서 질소산화물은 탄소산화물에 비해 쉽게 분해되므로 유기물의 분해가 활발한 지역에서의 C/N비는 일반적으로 크고, 육상식물에는 분해가 어려운 리그닌이나 cellulose 같은 물질이 함유되어 있으므로 C/N비가 크다고 알려져 있다(Steele & Baird 1965). 본 조사결과 C/N ratio는 1.92~11.11로서 폭 넓은 변화를 보였다(Fig. 6). 전체적으로는 94년 10월에 비교적 낮은 값을 보여 줄 뿐만 아니라 이때에, 위에서 살펴본 chlorophyll, POM 등과의 상관관계를 볼 때 94년 10월에는 조사지역에서 많은 1차생산량이 있었으며, 이들에 의해 높은 SPM와 POM 함량을 보인 것으로 밝혀졌다. 아울러 POM, POC, PON의 양은 전체적으로 양의 상관관계를 보여주고 있어 조사지역의 POM의 상당 부분이 일차생산에 의한 것으로 사료된다(Choi *et al.* 1995; Lee *et al.* 1995).

해양의 부유물질에 대한 전체분포는 비교적 잘 알려져 있으나, 입자 크기에 따른 분포는 거의 알려져 있지 않다(Shelden *et al.* 1973). 해양에서 입자들의 양은 비교적 작은 크기(<7  $\mu\text{m}$ )에서 가장 많고, 깊이에 따른 입자들의 크기 분포에는 큰 차이가 없다고 보고하고 있다. 본 조사지역을 대상으로 크기별로 입자량을 측정된 결과도 3~10  $\mu\text{m}$  사이에서 입자의 숫자가 가장 많았으며, 이들을 평균 체적으로 환산했을 경우에도 전체 체적의 70%에 해당하는 경우가 많았다(Fig. 6). 정점별로 또 계절별로 부유입자들의 분포양상은 0.72~62.88 ppm의 폭 넓은 변화값을 보였다. 특히 94년 1월에 처용암과 장생포에서 큰 volume 값(50~60 ppm)을 보인 것은 겨울철의 강한 파도로 인한 저층으로부터의 퇴적물질의 유입

으로 인한 결과로 사료된다. 한편, 95년 1월에 장생포에서 20 ppm 이상의 비교적 높은 수치로 나타난 것은 조사시기에 실시되고 있던 장생포 방파제 공사의 영향으로 여겨진다.

#### 4. 엽록소 함량

엽록소 함량은 처용암에서 일부 시기를 제외하고는 전체적으로 1 mg/l 정도의 값을 보였으며 95년 1월에 낮은 값을 보여 겨울철에 1차 생산량이 다른 시기에 비해 상대적으로 낮음을 알 수 있었다(Fig. 7). 그러나 처용암에서 10월에 total chlorophyll의 함량을 보면 6 mg/l 이상으로 매우 높은 수치를 보이고 있고 또한, 이 시기에 유기물질의 양이 높은 것은 1차 생산에 의한 영향으로 사료된다. 북쪽 지역의 대진과 갈남은 전체적으로 낮은 엽록소 농도를 보임으로서 1차 생산량이 포항과 울산 지역에 비해 현저히 낮은 것을 알 수 있었다. 아울러, 95년 1월에 포항 방파제 지역에서의 대단히 낮은 엽록소 농도는 특이한 사실로 이에 대한 지속적인 연구가 요망된다.

#### 5. 계절 및 요인별 상관관계

조사지역을 대상으로 계절 및 요인별 상관관계를 살펴보면, 전반적으로 규산염, 질소원, 부유성 입자 및 유기물질 상호간에 밀접한 정(+)의 상관관계를 보였으나 입자성 유기물질의 경우, 동계 및 춘계에 규산염과 질소원간에 낮은 연관성을 나타내었다. 또한 질산염은 규산염 및 입자성 유기물질과 낮은 상관관계를 보였다(Table 1). 유의성 검정은 Two-tailed P 값으로 평가하였고, 요인별 상관관계는 Spearman rank correlation (nonparametric) 방법으로 분석하였다.

## 사 사

본 연구는 1994년도 교육부 학술연구조성비(해양수산 분야)에 의하여 수행된 연구의 일부임.

## 참 고 문 헌

- Choi CI (1985) Ecological studies on the particulate organic matter in Lake Youngsan, Korea. *Ph. D. thesis Seoul Nat. Univ.* 163pp.
- Choi CI, S Heo, KS Lee, YK Choi, HS Kwak and ES Kim (1995) Distribution of particulate organic matter in the Kum River, Korea. *Proc. 7th Inter. Symp. River and Lake Environ.* 1994 : 101-110.
- Fukuda R, H Ogawa, T Nagata and I Koike (1998) Direct

- determination of carbon and nitrogen contents of natural bacterial assemblages in marine environments. *Appl. Environ. Microbiol.* **64** : 3352-3358.
- Hoppe HG, SG Kim and K Gocke (1988) Microbial decomposition in aquatic environments : Combined process of extracellular enzyme activity and substrate uptake. *Appl. Environ. Microbiol.* **54** : 784-790.
- Lee KS, YS Park and GJ Han (1992) Self-clarification and degradation of organic compounds by microbial community in Kum River area. *Kor. J. Limnol.* **3** : 151-166.
- Lee KS, DK Ko, WC Choi, TY Oh, YS Park, CI Choi and YK Choi (1993) Distribution of antibiotics or heavy metal resistant bacteria, and frequency of multi-drug resistance in Kum River area. *Kor. J. Environ. Biol.* **11** : 131-144.
- Lee KS, DK Ko, YS Park, CI Choi and YK Choi (1995) Degradability of organic compound and signal index of pollution in Daechung reservoir lake and Kum River Area. *Kor. J. Environ. Biol.* **13** : 27-44.
- Lee KS, DK Ko, GH Kim, YK Lee, CI Choi and YK Choi (1999) Bacterial productivity and degradability of organic compounds in the coastal area of East Sea. *Kor. J. Environ. Biol.* **17** : 45-55.
- Gerhon MJ and DC White (1982) Quantitative determination of the nutritional status of detrital microbiota and the grazing fauna by triglyceride glycerol analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **64** : 145-158.
- Paasch E (1973) Silicon and the ecology of marine plankton diatoms. I. *Thalassiosira pseudonana* (*Cyclotella nana*) grown in a chemostat with as limiting nutrient. *Mar. Biol.* **19** : 117-126.
- Parsons TR (1984) A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press.
- Pettine M, L Patrolecco, M Camusso and S Crescenzo (1998) Transport of carbon and nitrogen to the Northern Adriatic Sea by the Po River. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* **46** : 127-142.
- Riley GA (1970) Particulate organic matter in sea water. *Adv. Mar. Biol.* **8** : 1-118
- Shelden RW, WH Sutcliffe, Jr and A Parkash (1973) The production of particles in the surface water of the ocean with particular reference to the Sargasso Sea. *Limnol. Oceanogr.* **18** : 719-733.
- Steele JH and IE Baird (1965) The chlorophyll a content of particulate organic matter in the Northern North Sea. *Limnol. Oceanogr.* **10** : 261-267.
- Strickland JDH and TR Parsons (1968) A practical handbook of sea water analysis. Fish. Bd. Canada.
- Wangersky PJ (1978) Production of dissolved organic matter. Kinne Ed. *Marine Ecology*. Wiley. **4** : 115-220.
- Ward GM, AK Ward, CN Dahm and NG Aumen (1990) Origin and formation of organic and inorganic particles in aquatic systems. *CRC Press*. p.27-56.
- Weinbauer MG and MG Höfle (1998) Distribution and life strategies of two bacterial populations in a eutrophic lake. *Appl. Environ. Microbiol.* **64** : 3776-3783.

## Distribution of Nutritive Salts and Organic Matters in the Coastal Area of East Sea

Ki-Sung Lee\*, Dong-Kyu Ko<sup>1</sup>, Seung Huh<sup>2</sup>, Young-Keun Lee<sup>3</sup>,  
Chung-Il Choi<sup>2</sup> and Yong-Keel Choi<sup>1</sup>

(\*Department of Biology, Pai-Chai University, Taejon 302-735, Korea,  
<sup>1</sup>Department of Biology/<sup>2</sup>Earth & Marine Science, Hanyang University, Seoul/  
Ansan 133-791/425-791, Korea, <sup>3</sup>Radioisotope and Radiation Application Team,  
Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea)

**Abstract** - To investigate the distribution of nutritive salts and organic compounds in six stations at the coastal area of East Sea, environmental factors, nutritive salts, organic matters and chlorophyll were analysed four times from July 1994 to April 1995. The value of BOD in Ulsan Chuyongam was the highest among 6 stations. The concentration of nutritive salts was generally high through the investigation period near Pohang and Ulsan Chuyongam. From the value of dissolved nutrient salts, the Chuyongam area seemed to be under hyper-eutrophication and the Changsengpo area under eutrophication. Suspended particulate matter (SPM) of 3~10  $\mu$ m in size was distributed up to 70% of total volume. The amounts of SPM and particulate organic matter (POM) were considerably high in Pohang and Ulsan, which seemed to be resulted from the input of pollutants of cities and factories nearby.