

인천 연안의 수질 및 식물플랑크톤 군집의 변화

여 환 구 · 강 헌*

한서대학교 환경공학과 · 수원대학교 환경공학과

(1998년 2월 5일 접수)

Water Quality and Phytoplankton Community in the Coastal Waters of Incheon

Hwan-Goo Yeo and Hun Kang*

Dept. of Environmental Engineering, Hanseo University, Seosan, Korea

*Dept. of Environmental Engineering, Univ. of Suwon, Korea

(Manuscript received 5 February 1998)

The water quality and phytoplankton communities of the coastal waters of Incheon were investigated 4 times from May, 1995 to January, 1996. The characteristic of the study was shallow muddy bottom environment with high SS concentration. The water qualities were belong to the category of I-grade in DO, II to III grade in COD and III-grade in inorganic nutrients such as T-N and T-P. Total 136 species of phytoplankton were observed in this study and species richness was on the decrease compared with the results of previous studies. The mean of phytoplankton species diversities was 1.93, decreased in recent years and the value in autumn was slightly higher than that in other seasons.

Key words : water quality, phytoplankton, Incheon

1. 서 론

인천광역시 주변해역은 1970년대 후반 이후 계속적으로 해양환경 및 생태학적 연구가 심도있게 진행되어 온 수역이다. 본 연구는 염하수로의 세어도 주변으로부터 영종도 남동 수역까지의 해역에서 1995년부터 1996년 1월까지의 해양환경조사의 일환으로 연구되었다. 이 해역은 큰 조석간만의 차이와 한강 하구역으로부터의 담수유입과 같은 자연적 수계의 교란과 연안역의 대규모 개발로 인한 인위적 교란이 예상되는 해역이며, 연구해역 주변의 인공환경 조성 및 수산자원의 보급처라는 측면에서 지속적으로 많은 연구가 진행되어 온 곳이다.

이 수역의 수질상태에 관하여 여러 화학물질 등에 의한 오염현상은 이미 보고되어 왔으며 생물학적 요인에 의한 오염현상의 규명에 대해서도 연구되고 있다. 특히 최근에 이 등(1997)은 본 해역에서 저서동물상을 통하여 환경 평가를 시도하였는데, 그 결과 영종도의 북동쪽 해역 및 인천항에서 오염현상이 심각함을 보고한 바 있다. 또한 Choi(1985), Hyun and Choi(1988) 등은 80년대 초반이후 본 해역의 수질상태와 더불어 식물플랑크톤 군집구조 등을 심도있게 논의한 바 있다. 그 이후로도 최(1995) 등은 본 연구수역의 특성을 최근까지 다각도로 고찰해 왔다. 한편 생물종 다양성은 생물생태계의 군집구조를 설명하는 지수 중의 하나로서 여러 생

물그룹에 대한 다양성 연구가 진행되어 왔으나 국내의 경우 수생식물 또는 하등식물상은 다른 생물그룹에 비하여 상대적으로 연구가 미흡한 것으로 알려져 있다(한국과학재단, 1994). 따라서 본 연구에서는 인천연안 해역에서 수질의 지표성분을 조사하여 수질조건 변화의 파악과, 또한 식물플랑크톤의 종조성과 생물량 전반 및 식물플랑크톤 군집의 특성과 다양성이 최근에 어떠한 양상으로 변화하고 있는가를 과거 연구결과와 비교 검토하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구를 위한 현장조사는 각 계절별(1995년 5월 23일, 8월 22일, 11월 7일 및 1996년 1월 18일)로 4회에 걸쳐 인천 연안역에서 실시되었다. 연구정점은 총 5개로 Fig. 1과 같으며 각 정점에서 표층 및 저층(해저 바닥에서 1m 상층 수심)에서 Van Dorn 채수기로 채수하여 자료를 수집하였다. 단 11월의 경우 현장사정에 의해 정점 5의 관측이 수행되지 못하였기에 11월에 한해 4개 정점에서만 자료수집을 하였다.

수온과 염분은 현장에서 수온염분 측정기(T-S bridge; Hydro-Bios type MC5)로 측정하였고, 용존산소는 TOA DO meter(DO-11P)로 시료 채수후 즉시 측정하였다. 투명도는 Secchi disc로 측정하였으며 부유물질(SS)은 유리섬유 여과지(GF/C)를 이용하여 정량하

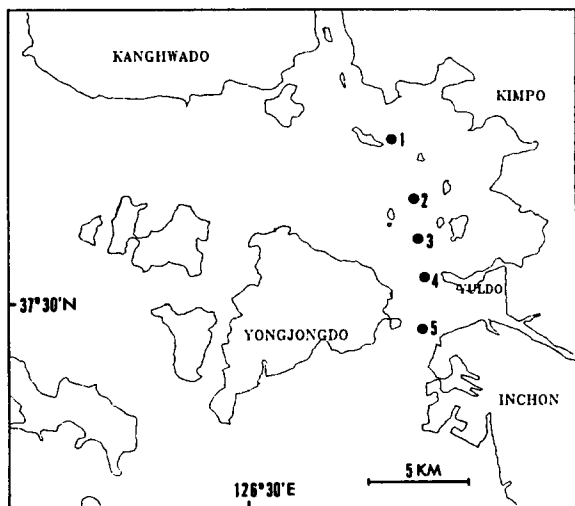


Fig. 1. A map showing sampling sites.

었다. 한편, 화학적 산소요구량은 시료를 현장에서 냉동한 후 실험실에서 $KMnO_4$ 법으로 정량하였고, 영양염류는 분광광도계 흡광도 측정법으로 정량화하였다 (Parsons et al., 1984). 이상의 성분들은 각 조사점점의 표층 및 저층수 시료로 3회씩 반복 측정하였으며 각

시기별 평균값은 5개 정점의 표층 및 저층 대표값들 모두의 평균으로 산출하였다.

식물플랑크톤의 종조성을 파악하기 위해서는 채집시료를 광학현미경(Olympus BHS)으로 최고 2000배까지 확대 검경, 동정하였으며 현존량 분석은 침전법에 의해 농축된 시료를 Sedgwick-Rafter counting chamber에 넣어 현미경하에서 세포수를 계수한 후 원래 해수 ml당 존재하는 세포수로 환산하였다. 한편 군집구조를 파악하기 위해서 종다양성지수(H' , species diversity index)는 Shannon-Wiener(1963)의 공식을 이용하였고 균등도지수(J' , evenness index)와 우점도지수(C , dominance index)는 Pielou(1966)의 공식을 이용하였으며, 그 식은 아래와 같다.

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

$$J' = H' / \log S$$

$$C = \sum n_i(n_i-1) / N(N-1)$$

위에서 S 는 총 출현종수, P_i 는 전체 개체수(N)에서 i 번째 종이 차지하는 비율(n_i/N)이며 n_i 는 i 번째 종의 개체수를 의미한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 일반 수질현황

수질자료는 수온, 염분, 영양염 등 총 13개 항목을 측정하여 각 조사시기별로 그 값의 범위를 Table 1에 요

Table 1. The variations in environmental factors in the coastal waters of Incheon from May, 1995 to January, 1996

Environmental factors		May	Aug.	Nov.	Jan.
Temp. (°C)	Range	14.6-16.9	24.9-27.0	14.6-15.2	0.8-1.9
	Mean	15.6	26.0	14.9	1.5
Sal. (‰)	Range	28.7-31.1	15.1-27.3	22.8-33.0	31.2-33.8
	Mean	30.7	20.4	27.0	32.6
pH	Range	7.70-7.88	7.00-7.89	7.58-7.83	7.60-8.00
	Mean	7.80	7.59	7.69	7.90
DO (mg/l)	Range	7.71-8.62	6.10-6.89	6.32-11.01	8.49-9.12
	Mean	8.31	6.60	9.88	8.81
COD (mg/l)	Range	0.59-1.87	0.52-5.50	4.80-21.12	1.42-2.76
	Mean	1.04	2.72	10.80	2.04
SS (mg/l)	Range	29.3-101.4	54.8-620.4	113.2-484.0	103.2-190.8
	Mean	61.8	235.0	256.6	123.1
NH ₃ (mg/l)	Range	0.11-0.17	0.01-0.55	0.01-0.03	0.32-0.62
	Mean	0.14	0.39	0.02	0.45
NO ₂ (mg/l)	Range	0.02-0.06	0.03-0.06	0.08-0.10	0.03-0.06
	Mean	0.03	0.05	0.09	0.04
NO ₃ (mg/l)	Range	0.47-1.23	0.14-0.93	0.91-1.94	0.01-0.99
	Mean	0.65	0.37	1.37	0.67
T-N (mg/l)	Range	0.64-1.40	0.31-1.42	1.04-2.03	0.54-1.48
	Mean	0.74	0.79	1.47	1.16
T-P (mg/l)	Range	0.01-0.03	0.01-0.03	0.03-0.06	0.01-0.04
	Mean	0.02	0.02	0.05	0.03
Si (mg/l)	Range	0.14-0.50	0.54-4.92	0.13-0.57	0.08-0.89
	Mean	0.24	2.80	0.40	0.64
Transparency(m) (Secchi depth)	Range	0.8-1.5	0.9-1.3	0.2-0.4	0.4-0.7
	Mean	1.3	1.1	0.3	0.6

Table 2. Phytoplankton dominant species in the coastal waters of Incheon from May, 1995 to January, 1996. The numbers in parentheses are percentages of total standing stocks

Month	Dominant species	
May	<i>Skeletonema costatum</i> (37.0)	<i>Nitzschia longissima</i> (16.0)
	<i>Paralia sulcata</i> (12.3)	<i>Thalassiosira</i> sp.(9.4)
Aug.	<i>Skeletonema costatum</i> (51.1)	Round type microflagellate(8.2)
	<i>Paralia sulcata</i> (5.1)	<i>Oscillatoria tenuis</i> (5.7)
Nov.	<i>Skeletonema costatum</i> (32.0)	<i>Paralia sulcata</i> (22.0)
Jan.	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (52.4)	<i>Skeletonema costatum</i> (14.7)
	<i>Paralia sulcata</i> (10.8)	

약하였다.

수질 자료의 공통적인 특징은 대체로 표층과 저층간의 값 차이가 크지 않아 수층별 특징은 논의하기 어려운데, 이는 본 해역의 수심이 10m 정도로 낮은데다 물리적으로 혼합이 잘 이루어지는 수괴 특성을 지니기 때문이다. 그러나 조사시기별 변화폭은 상당히 커서 수온의 경우 8월 평균은 26.0℃로 기록되었고 1월에는 1.5℃로 나타나 계절 변화에 기인한 편차가 상당히 컸다. 한편 염분은 수온이 가장 높은 하절기에 상당히 낮은 값을 보였는데, 이는 수온과 염분농도가 역상관관계를 가진다는 기타 연안역의 연구결과와 일치하였다(Shim and Yeo, 1988). 특히 염분은 8월에 연구정점 1과 3의 표층에서 16.0‰ 이하의 낮은 값을 나타내었는데 세어도 부근인 정점 1의 경우 연구해역 북쪽에서 염하수로를 통한 담수 유입에 의해 형성된 담수의 성층현상에 기인한 결과로 생각되며(한국수자원공사, 1994) 정점 3의 낮은 염분은 굴포천 등 인천을 통과하는 셋강의 담수유입에 기인한 결과로 보여진다.

수소이온지수(pH)는 조사시기별 평균이 7.59 - 7.90으로서 약염기성으로 나타났고, 용존산소량(DO)은 11월 및 1월의 측정치(평균 9.88mg/l, 8.81mg/l)가 5월 및 8월의 측정치(평균 8.31mg/l, 6.60mg/l)보다 높아 수온과 상관하여 일반적인 해수의 성격을 나타내었다.

COD분석결과는 11월을 제외하고는 대체로 3mg/l 이하로서 COD만을 가지고 수질환경기준을 적용해 볼 때 II-III등급에 속하였다. 이는 최근의 연구들과 비교해 볼 때 큰 차이가 없는 수준이었다(한국전력공사, 1995). 그러나 11월에서의 측정치는 최고 20mg/l를 상회하고 있는데, 이는 해파에 의한 저층 유기퇴적물의 일시적인 부상의 결과인 것으로 보인다. 한편 부유물질(SS) 농도는 상당히 높아서 천해 니질 저층환경의 특징을 극단적으로 나타내고 있으며 특히 8월과 11월에 200mg/l 이상의 고농도를 보였다. 8월에 부유물질의 농도가 높은 이유는 담수의 급격한 유입으로 인한 육상기원 퇴적물의 다량 유입으로 설명되며, 11월의 경우는 COD 측정자료와 유사성을 가지므로 심한 해파에 의하여 많은 유기물을 포함한 저층 퇴적물의 부상 등에 기인한 결과로 추측된다.

질소태 영양염 및 총인, 규산염 등의 경우 각 조사시기별 공간분포에서 큰 변화양상을 파악하기는 어려운데, 이는 본 연구수역의 물리적 특성이 천해역으로서 수

괴의 혼합이 활발하기 때문으로 사료된다. 시기별로는 총질소의 경우 11월 및 1월에 상대적으로 비교적 높은 값을 보여주었는데(Table 1), 이는 육상기원의 영양염 유입때문이라기 보다는 동절기에서 더욱 활발한 수층혼합에 의해 저층의 영양염이 수층내에 재순환하는 과정에 기인한 것으로 보인다(Boynton et al., 1980; Choi and Shim, 1986; Lee, 1991)

따라서 본 연구수역에서 환경부기준에 따른 수질등급을 적용해 보면 pH에서는 I-II등급, 용존산소에서는 I등급, COD에서는 II-III등급, SS에서는 III등급을 나타내었고 총질소에서는 III등급을 초과하는 수질을, 인산염에서는 II-III등급에 해당하는 수질을 나타내었다.

3.2 식물플랑크톤 군집구성 및 양적 분포

본 연구기간 동안 식물플랑크톤은 총 136종이 출현하였으며 이 중 규조류가 103종, 와편모조류 21종, 녹조류 5종, 규질편모류 3종, 남조류 1종, 유글레나류 1종 기타편모조류 2종 등으로 나타났다. 최근 최(1995)의 조사결과(1991 - 1994년 자료)에서는 1991년의 경우 총 197종, 1994년 125종의 출현이 보고되어 있으며 따라서 1991년의 자료에 비해서는 현재 상당히 감소한 편이나 1994년의 결과보다는 약간 증가 내지는 유사한 수준으로 나타났다. 그러므로 최근 5년간 본 조사수역에서 식물플랑크톤의 출현종수는 점차 감소하는 양상을 보이는 것으로 요약할 수 있다. 계절별 분포의 변화 양상을 보면, 1991년 춘계 130종, 하계 128종, 추계 115종, 1992년 춘계 81종, 하계 104종, 추계 137종, 1993년 하계 93종, 추계 110종이며 1994년에는 춘계 74종, 하계 88종, 추계 95종으로 보고되었고(최, 1995) 본 연구연도인 1995년에는 춘계 63종, 하계 75종, 추계 80종, 동계(1996년 1월) 67종으로 나타나 1992년 이후 최근의 연구들은 본 해역에 있어서 추계에 출현하는 종의 수가 다른 계절에 비해 많은 공통적 특성을 보였다. 이러한 현상은 추계에 상대적으로 다소 높은 다양성과 관련이 있는 것으로 보이지만, 수년간에 걸친 출현종수의 감소추세는 본 연구수역의 장기적인 종 다양성의 감소와 밀접한 상관관계가 있는 것으로 보인다.

각 조사시기별 식물플랑크톤 군집의 특성을 보면, 5월에는 전체 식물플랑크톤 현존량 중 10% 이상을 차지하는 우점종은 3종이며 그 중 *Skeletonema costatum*은 총 현존량의 37.0%에 달했다(Table 2). 한편, *Nitzschia longissima*와 *Paralia sulcata*는 총 식물플

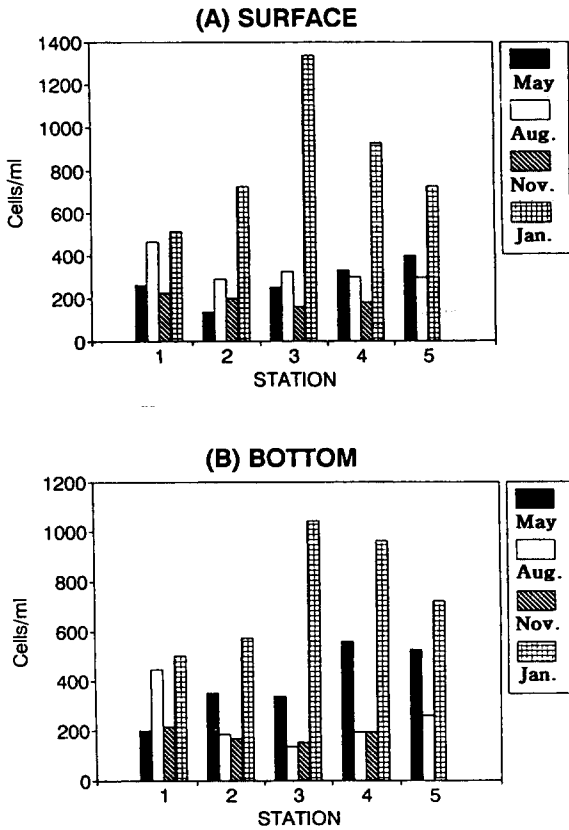


Fig. 2. Standing stocks of phytoplankton in surface(A) and bottom(B) of the coastal waters of Incheon from May, 1995 to January, 1996.

랑크톤 현존량의 16.0% 및 12.3%를 점유하여 상기 3종의 전체 점유율이 65.3%에 이른다. 기타의 종들 중 *Thalassiosira* sp.와 *Asterionella kartana*만이 각각 9.4%, 4.3%를 기록하였고 나머지 출현종 모두는 희소종의 성격을 지녔다.

8월에는 와편모조류가 16종 출현하였으며 전체 조사 기간 중 최다수였다. 한편 5월에는 전혀 출현하지 않았던 녹조류 5종(*Pediastrum duplex*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus* sp., *Schoederia setigera*, *Tetraedron* sp.)이 출현한 점이 특이하였다. 이는 춘계에서 하계로의 계절변화에 의한 식물플랑크톤의 천이 및 담수의 영향 증대에 기인한 것으로 사료된다. 총 식물플랑크톤 현존량의 10% 이상을 차지하는 우점종은 단지 *Skeletonema costatum*뿐으로 51.1%에 달했다. 한편 5% 이상 10% 미만의 점유율을 보이는 우점종은 3종이었는데 그 중 *Paralia sulcata*(5.1%)는 대체적으로 다수의 정점에서 고른 양적 분포를 보였다. 그러나 남조류의 일종인 *Oscillatoria tenuis*(5.7%)는 정점 1의 표층에서만 출현하여 전체 조사해역의 대표적 우점종으로 간주하기는 어려웠다. 한편 미동정 구형 편모조류(round type microflagellate)의 경우, 전체 현존량의 8.

2%를 차지하여 상당량 출현한 것으로 볼 수 있으나 정점 3 이남의 해역에서만 출현하는 특징을 나타내었다.

11월 총 현존량중 10% 이상을 차지하는 우점종은 *Skeletonema costatum*(32.0%)과 *Paralia sulcata*(22.0%)로 나타났으며 이중 *Skeletonema costatum*은 8월 조사에 비해 총 현존량에서의 점유율이 다소 줄어든 반면, *Paralia sulcata*는 총 현존량에 대한 점유율이 증가하였다. 이러한 결과는 가을철 수괴 혼합이 증대되어 일시성 부유구조류인 *Paralia sulcata*가 수중에 많은 양이 부유하게 된 결과로 사료된다.

1월의 총 현존량중 10% 이상을 차지하는 우점종은 3종이 나타났는데, *Thalassiosira nordenskioldii*(52.4%), *Skeletonema costatum*(14.7%), *Paralia sulcata*(10.8%)이었으며 이들은 전체 식물플랑크톤 군집 현존량의 77.9%를 차지하였다. 제 1 우점종으로 나타난 *Thalassiosira nordenskioldii*는 본 해역에서 겨울철에만 우점종으로 기록되었고 나머지 두 종 *Skeletonema costatum*과 *Paralia sulcata*는 연중 우점현상을 보이는 것으로 나타났다.

본 조사기간중 연중 지속적인 우점종으로 나타난 *Skeletonema costatum*은 과거의 조사에서도 지속적인 우점현상을 나타낸 종이다. 이 종은 범 세계적으로 출현하는 종으로서 광온 광염의 특징을 가지며, 본 연구 해역 뿐 아니라 우리나라 전 연안의 대표적 종으로 간주할 수 있다. 한편 동절기에는 *Thalassiosira nordenskioldii*가 최고의 우점율을 보여 다른 계절과는 다소 차이를 나타냈으며, 이 종은 한해성 연안 냉수종으로 보고되어 있어서(Yamaji, 1983) 수온이 하강하는 겨울철에 한하여 대량 발생한 것으로 보인다. 또한 연중 우점율 보이는 *Paralia sulcata*의 경우는 일시성 부유구조류로 잘 알려진 종으로 수괴의 수직 혼합이 활발한 연안에서 잘 나타나며 우리나라의 경우 연안에서 매우 흔한 종으로 보고되어 있다(심, 1994). 본 조사수역의 경우 조사정점간 *Paralia sulcata*의 분포는 계절적으로 변화가 심하지만 수심이 얇은 해역에서의 출현량의 의미는 조사정점의 지역적인 차이라기보다는 조석간만에 따른 시료 채집의 시각에 따라 나타나는 변화로 사료된다.

본 연구기간 동안 전체적으로 식물플랑크톤의 현존량은 135-1366 cells/ml로 나타났으며 Fig. 2는 본 조사기간중 식물플랑크톤 현존량의 시, 공간적 변화를 보여 주고 있다. Fig. 2(A)는 표층시료들의 시공간적 변화를 요약하고 있는데, 1월의 시료들에서 전반적으로 생체량이 높음을 알 수 있으며, 이는 본 조사수역에서 수온보다는 영양염 등 기타의 물리화학적 요인에 의해 식물플랑크톤의 현존량이 좌우됨을 시사한다. 한편 정점간의 생체량 변화는 조사시기별로 다양하여 연중 유사한 양상을 보여주지 않았다. 이는 환경조건의 특성이 계절별로 계속적으로 변화하고 있음을 나타내기 때문인 것으로 보여진다. 저층의 시료들에서 얻어진 결과는 Fig. 2(B)에 나타내었다. 저층의 자료들 역시 1월의 생체량이 상대적으로 높음을 나타내고 있으며 표층자료에서 얻어진 결과인 Fig. 2(A)와 크게 다르지 않다. 따라서 본 조사수역의 수직적 생체량의 변화는 크지 않은 것으로 요

Table 3. The indices of phytoplankton community structure in the coastal waters of Incheon from May, 1995 to January, 1996 (S, surface; B, bottom)

Station & depth	May			Aug.		
	diversity	evenness	dominance	diversity	evenness	dominance
1S	2.21	0.75	0.17	2.05	0.60	0.24
1B	2.18	0.72	0.22	2.00	0.62	0.28
2S	1.75	0.65	0.29	1.86	0.61	0.34
2B	2.03	0.70	0.19	0.91	0.41	0.64
3S	2.14	0.73	0.20	1.86	0.62	0.29
3B	2.12	0.71	0.22	1.89	0.71	0.25
4S	2.15	0.74	0.17	1.88	0.62	0.32
4B	1.90	0.63	0.22	1.78	0.62	0.35
5S	2.11	0.70	0.17	1.17	0.42	0.58
5B	1.85	0.60	0.28	1.65	0.56	0.39
Station & depth	Nov.			Jan.		
	diversity	evenness	dominance	diversity	evenness	dominance
1S	2.46	0.75	0.17	1.95	0.61	0.27
1B	2.24	0.72	0.20	1.99	0.60	0.26
2S	2.15	0.72	0.25	2.06	0.61	0.22
2B	2.60	0.87	0.11	2.14	0.64	0.20
3S	2.12	0.75	0.20	1.52	0.49	0.35
3B	2.18	0.75	0.20	1.53	0.46	0.34
4S	2.49	0.79	0.14	1.59	0.47	0.37
4B	2.20	0.72	0.20	1.62	0.50	0.35
5S				1.31	0.41	0.45
5B				1.77	0.52	0.33

약되며 이는 본 조사해역의 수직적 혼합이 원활히 이루어지기 때문인 것으로 사료된다.

앞서 언급한 바와 같이 본 조사기간 동안 전체적으로 식물플랑크톤의 현존량은 135 - 1366 cells/ml의 분포를 보였는데, 이러한 양적 변화를 최(1995)의 연구결과와 비교해 보면 1992년 52 - 1502 cells/ml의 값보다 다소 변이폭이 작으며 현존량의 양적 차이도 크지는 않았다. 한편 1993년의 조사에서는 평균 현존량이 84 - 116 cells/ml의 분포를 보였는데 단지 8월과 11월의 조사결과만을 제시하고 있어 4회의 조사를 마친 본 연구 결과와 비교하는 데는 다소 무리가 있는 것으로 보인다. 또한 1994년의 조사결과를 식물플랑크톤의 평균 현존량의 변화를 351 - 668 cells/ml로 보고하였으며 11월의 상대적으로 높은 현존량을 보고하였다. 그러나 본조사 (1995 - 1996년)에서는 11월보다 1월에 식물플랑크톤 현존량이 더욱 높게 나타났는데(Fig. 2) 이러한 사실은 본 조사수역의 수온이 식물플랑크톤의 성장에 가장 중요한 제한요인이 아닐 수 있음을 시사한다. 여(1996)가 보고한 1995년 2월의 조사결과에서도 다른 계절에 비해 높은 현존량을 보여줌으로서 본 연구해역은 최근 동절기의 생체량 대발생이 일어나고 있는 것으로 추측된다. 그러나 이러한 현상의 원인을 현재로서는 명확히 규명하기 어려우며 장차 그 예측 또한 용이하지 않기에 계속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

3.3 식물플랑크톤 군집지수(다양성)

인천연안 해역에서의 식물플랑크톤 군집구조를 비교 분석하기 위해 조사한 종 다양성, 균등도 및 우점도지수

들을 Table 3에 나타내었다.

5월 조사의 결과 식물플랑크톤 군집의 종 다양성 지수는 1.75-2.21의 분포를 보였으며 조사정점간의 차이는 그다지 크지 않았다. 즉, 대부분의 정점에서 2.0내외의 값을 보여주고 있으며 다양성의 측면에서 수역간의 차이는 논하기 어려웠다. 8월의 식물플랑크톤 군집의 종 다양성 지수는 0.91-2.05의 분포를 보여 봄철 조사에 비해 감소하였다. 이는 전반적 수온상승에 의한 소수종의 우점현상이 나타났기 때문인 것으로 판단된다. 즉, *Skeletonema costatum*의 단일종 우점현상이 종 다양성 지수를 감소시킨 것으로 사료되며 균등도 지수 또한 전반적인 감소를 보였다. 반대로 우점도 지수는 봄철보다 증대되어 0.24-0.64의 값을 보였다. 여름철 조사의 다양성 지수는 다른 계절에 비해 가장 낮은 수준이었고 이러한 결과는 본 연구수역에서 1990년에 조사한 Lee (1991)의 결과와도 일치한다. 한편 가을철 식물플랑크톤 군집의 다양성은 상당히 증가하여 모든 정점에서 2.0을 초과하고 있다. 전체 수역에서 다양성 지수는 큰 변화를 보여주지 않음으로 가을철에 본 해역에서 식물플랑크톤 군집은 비교적 안정된 군집을 형성하고 있는 것으로 추측할 수 있는데 이는 앞서 언급한 가을철의 중부유도(중수)가 높는데 기인한 현상이다. 또한 균등도 지수도 모든 조사정점에서 0.7 이상의 값을 보였고 우점도 지수는 비교적 낮은 수준이었다. 겨울철의 종 다양성 지수는 1.31-2.14의 분포를 보여주며 가을철에 비해 다소 감소하였다. 균등도 지수 또한 0.41-0.64의 분포를 보여 추계에 비해 다소 감소하였으나 우점도 지수는 모두 0.2 이상의 값을 보였다.

이상에서와 같이 1995년 5월부터 1996년 1월까지 조사된 본 해역의 식물플랑크톤 군집의 다양성 지수를 분석한 결과를 보면 과거에 비해 다소 낮은 값을 보인 것으로 요약할 수 있다. 즉, 본 조사기간중 식물플랑크톤 군집의 종다양성 지수는 전체적으로 0.91-2.60의 값을 보였고 전체 평균값은 1.93으로 산출되었다. 이 값은 1994년도에 조사된(최, 1995) 평균값 1.40보다는 증가한 것으로 나타났으나 1983 - 1984년 조사에서 대부분 2.5 이상을 기록한 연구결과(Choi, 1985)와 비교하면 다양성은 상당히 낮은 수준을 나타내는 것으로 볼 수 있다. 그러나 1994년 자료보다 다양성이 증가한 것이 일시적 현상인지 아니면 다양성의 회복현상인지는 현재로서는 언급하기 어려우며 따라서 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다. 한편 고 등(1997)은 인천 연안에서 1994년 5월부터 1995년 2월까지의 조사결과 저서동물군집의 다양성 지수를 평균 1.94로 보고하였는데 이는 본 연구 결과인 식물플랑크톤 군집의 다양성 지수 평균값(1.93)과 유사하였다. 저서동물과 식물플랑크톤 군집간의 다양성 지수의 직접적인 상관관계를 논하기에는 무리가 있겠지만 두 생물군 모두 본 연구수역에서 다양성이 그다지 높지 않은 수준인 것으로 추측할 수 있다.

4. 요 약

1995년 5월 부터 1996년 1월까지 인천 내만역의 수질상태와 식물플랑크톤 군집의 특성을 조사하였다. 그 결과 본 해역은 부유물질의 농도가 매우 높은 천해 저지 환경의 특징이 뚜렷이 나타났으며 용존산소로는 측정자료 모두에서 I등급을 유지하였다. 한편 COD 기준에서의 수질은 II-III등급에 속하였으며 총질소 등 영양염류에 의한 수질상태로 볼 때 III등급에 속하는 것으로 나타났다.

식물플랑크톤 군집의 구성종수는 총 136종이었으며 과거 수년간의 조사결과와 비교해 볼 때 다소 감소하는 추세를 나타내었으나 우점종은 큰 차이를 보이지 않았다. 식물플랑크톤의 종 다양성 지수는 다른 계절에 비해 가을철에 다소 높았으며 전체적 평균은 1.93의 값을 나타내어 1980년대 초반에 비해 상당히 감소하였다.

참 고 문 헌

고병설, 이재학, 홍재상, 1997, 인천연안역 저서동물군집의 시,공간적 분포 양상, 한국해양학회지 "바다", 2(1), 31-41.
 심재형, 1994, 한국 동식물도감, 제 34권 식물편 (해양 식물플랑크톤), 교육부, 488pp.
 여환구, 1996, 경기만 연안환경 일차생산생물의 계절변동, 농공기술지, 6(3), 94-102.

이재학, 고병설, 박홍식, 1997, 인천연안역 저서동물의 종조성을 이용한 환경평가, 한국수산학회지, 30(5), 771-781.
 최중기, 1995, 김포 매립지 침출수 방류 해역의 해양환경, 해양생태계 조사 및 적정 대안 연구, 인하대학교 해양과학기술연구소, 163pp.
 한국과학재단, 1994, 한국의 생물다양성 보전을 위한 국가계획의 수립에 관한 연구, 한국과학재단 보고서, 473pp.
 한국수자원공사, 1994, '94 굴포천 종합 치수사업 한강관리조사, 275pp.
 한국전력공사, 1995, 서인천 복합화력발전소 인근 해역 해양조사서, 178pp.
 Boynton, W.R., W.M. Kemp and C.G. Osborne, 1980, Nutrient fluxes across the sediment-water interface in the turbid zone of a coastal plain estuary, In *Estuarine Perspectives*, 94pp.
 Choi, J.K., 1985, The ecological study of phytoplankton in Kyeonggi Bay, Korea, Ph.D thesis, Seoul National Univ., 320pp.
 Choi, J.K. and J.H. Shim, 1986, The ecological study of phytoplankton in Kyeonggi Bay, Yellow Sea, I. Environmental characteristics, *J. Oceanol. Soc. Kor.*, 21(1), 56-71.
 Hyun J.H. and J.K. Choi, 1988, A study on the variation of phytoplankton community with the environmental conditions and water pollution in the coastal areas of Incheon, Yellow Sea, *Yellow Sea Res.*, 1, 33-52.
 Lee, S.K., 1991, The ecological comparative study on phytoplankton community in Asan and Kyeonggi Bay, MS thesis, Seoul National Univ., 95pp.
 Parsons T.R., Y. Maita and C.M. Lalli, 1984, A manual of chemical and biological methods for seawater analysis, Pergamon Press, 173pp.
 Pielou, E.C., 1966, Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession, *J. Theoret. Biol.*, 10, 370-383.
 Shannon, C.E. and W. Wiener, 1963, The mathematical theory of communication, Univ. of Illinois Press, Urbana, 177pp.
 Shim, J.H. and H.G. Yeo, 1988, Spatial and temporal variations of phytoplankton in Chonsu Bay, *J. Oceanol. Soc. Kor.*, 23(3), 130-145.
 Yamaji, I., 1983, Illustration of the marine plankton of Japan, Hoikusha Publ. Co. Ltd., 537pp.