

경포호의 식물플랑크톤과 환경요인의 계절적 변동

이 은 주 · 김 형 섭 · 이 규 송

(강릉대학교 생물학과)

적 요 - 경포호에서 식물플랑크톤 군집과 수질의 계절적 변동 특성을 파악하기 위하여 1998년 3월부터 1999년 2월까지 일주일 간격으로 식물플랑크톤의 종조성과 11가지 환경요인을 조사하였다. 경포호에서 1년간 출현한 식물플랑크톤은 총 57속 121종으로 Euglenophyceae가 4속 7종, Chrysophyceae가 1속 2종, Cryptophyceae가 2속 3종, Dinophyceae가 1속 1종, Cyanophyceae가 6속 9종, Bacillariophyceae가 28속 78종 그리고 Chlorophyceae가 15속 21종의 출현이 확인되었다. 경포호의 주요우점종은 *Cryptomonas* sp., *Chlamydomonas* sp., *Nitzschia frustulum*, *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., 그리고 *Dictyosphaerium pulchellum*의 순으로 바뀌었다. 우점종의 세포수가 가장 많았던 시기는 *Chlamydomonas* sp.가 우점한 4월 초순이었고, 식물플랑크톤의 종다양성지수는 경포호에서 최우점종으로 나타난 *Cryptomonas* sp.와 *Chlamydomonas* sp.의 blooming이 일어나는 시기에 낮았다. 경포호에서 수온은 0.5~27.8°C의 범위로, Chlorophyll *a*의 함량은 1.09~107.7 µg/l의 범위로, 염분도는 2.8~25.2 ppt의 범위로, 용존산소량은 4.62~19.21 mg/l의 범위로, 전기전도도는 5.33~34.76 mS/cm의 범위로, SS는 0.017~0.184 mg/l의 범위로 변동하였다. 투명도는 평균 36 cm 그리고 pH는 평균 8.5를 나타내었다. 인산태인(PO₄-P)의 함량은 0.0012~0.077 mg/l의 범위로 변동하였는데, 8월~10월 사이에 가장 높은 값을 나타내었다. 아질산성 질소(NO₂-N)는 0.0011~0.1 mg/l의 범위로, 질산성질소(NO₃-N)는 0.074~3.33 mg/l의 범위로 그리고 암모니아성질소(NH₄-N)는 0.0024~0.259 mg/l의 범위로 변동하였다. 환경요인간의 상관분석결과, 용존산소와 전기전도도는 정의 상관율, 용존산소와 수온 그리고 수온과 전기전도도는 부의 상관율을 나타내었다. 경포호에서 우점한 *Cryptomonas* sp.는 투명도와 부의 상관율을 나타내었다.

서 론

기수역은 생태학적으로 담수와 해수가 교류되는 수역으로서 염분에 대한 내성을 지닌 다양한 생물들이 군집을 형성하고 있다(조 등 1975). 기수호는 가로막힌 사주(砂州)의 모래층을 통해서 바닷물이 스며들어 호수 표층수보다 저층수의 염분농도가 높다. 또한 바다와 연결된 좁은 통로를 통하여 부정기적으로 다량의 해수가 유입되므로 불안정한 물리화학적 환경변동폭을 나타낸다(김 등 1997). 이러한 특징때문에 기수호에는 고염분에 대한 내성이 강한 담수기원종과 저염분에 대한 내성이 강한 해양기원종만이 서식한다. 기수호는 영양염류의 주기적 유입으로 특정종의 대번식에 의해 생산성이 매우 높고 생물다양성이 낮다는 생태적 특징을 갖는다. 따라서 기수호는 특정생물과 환경과의 상관관계를 연구하는데 필요한 여러 가지 제반 조건을 갖추고 있는 야외실험실이라 할 수 있다(김 등 1997).

동해안의 기수호에 대한 생물학적 연구는 조와 박(1969), 홍 등(1969), 조 등(1975), 정과 이(1983), Mitamura와 Cho(1984), 이와 광(1987), 김 등(1990, 1997), 그리고 허 등(1999)에 의해 수행된 바 있다. 특히 경포호에 관한 연구는 김 등(1997), 유(1996), 허 등(1999)의 연구가 있으나 경포호의 환경오염이 날로 증가하고 있음에도 불구하고 이와 관련된 환경요인의 계절적 변동이나 호수내에서 일차생산자로서 중요한 역할을 하는 식물플랑크톤에 대한 자세한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구는 영동권의 대표적 기수호인 경포호의 식물플랑크톤과 환경요인의 계절적 변동을 밝힘으로써, 경포호에 대한 생태적 연구의 기초자료를 제공하는데 그 목적을 두고 있다.

조사지 개황

경포호 일대의 기반암은 화강암으로 구성되어 있고,

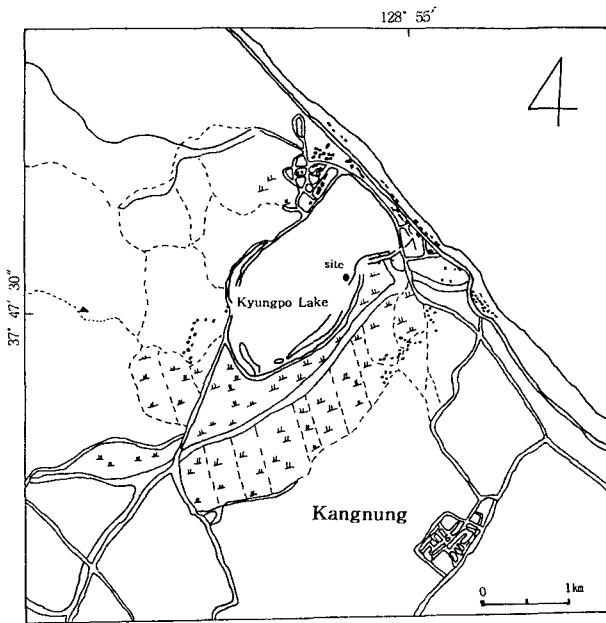


Fig. 1. Map showing the sampling site in Kyungpo lake.

경포호 유역의 저지대에는 화강암이 아주 깊은 부위까지 풍화되어 있다. 1910년대에는 호수의 북쪽으로 안현천 하류의 저평지와 호수의 남쪽으로 초당동의 저평지까지 호수가 넓게 확대되어 있어서 경포호의 총 면적은 약 1,600,000 m²이었다. 1960년대까지 경포호의 면적은 토사의 유입으로 계속 축소되어 왔고, 1960년대 호안 공사로 인하여 1910년대 면적의 약 1/2로 축소되었다(유 1996). 경포호는 조석현상에 의해 해수의 수위가 높아지면 상당량의 해수가 호수내로 유입되는데, 이때 유입되는 해수는 인근 상가 지역과 주거지역의 생활하수가 혼합되어 있어서 오염도가 높은 편이다. 또한 생활하수와 축산폐수 등으로 오염된 경포천물의 일부가 경포호로 유입되고 있다. 본 연구를 수행한 경포호 일대와 조사지점은 Fig. 1에 나타내었다.

재료 및 방법

1. 식물플랑크톤

식물플랑크톤은 1998년 3월부터 1999년 2월까지 매주 1회씩 표층수를 채수하여 500 ml 폴리에틸렌 시료병에 담아 Lugol 용액으로 현장고정 후 약 2주일 이상 침강 시켰다(APHA · AWWA · WPCF 1989). 이 시료를 siphon으로 상등액을 뽑아 농축시켰다(Sukhanova 1978). 세포의 계수는 Plamer-Maloney counting chamber를 사용하였으며, 광학현미경을 이용하여 400~1000 배에서 검정하였다. 종 동정은 Mizuno (1964), 그리고

Hirose와 Yamagishi(1977)에 따랐다.

2. 환경요인

모든 환경요인 조사는 1998년 3월부터 1999년 2월까지 매주 1회씩 실시하였다(APHA · AWWA · WPCF 1989; 동화기술 1992). 수온측정은 현장에서 용존산소계(YSI 55)와 염분·전도도계(YSI 30)로 측정된 후 이를 보정하여 기록하였다. 염분도와 전기전도도는 염분·전도도계(YSI 30)를 이용하였다. pH는 채수한 시료를 실험실에서 Digital pH/ion meter(DP-215)를 이용하여 측정하였다. 투명도는 Secchi disk를 이용하였다. 용존산소량은 잉클러법을 이용하였고, SS는 수질오염·폐기물 공정시험법(동화기술 1992)에 따랐다. Chlorophyll a 농도는 Lorenzen (1967)의 방법을 사용하여 계산하였다. 암모니아성 질소(NH₄-N)는 흡광광도법(인도페놀법), 아질산성 질소(NO₂-N)는 흡광광도법(디아조화법), 질산성 질소(NO₃-N)는 자외선흡광도법을 사용하였으며 인산염 인(PO₄-P) 실험은 염화제일주석환원법을 사용하여 정량하였다(동화기술 1992). 종다양성지수는 Shannon과 Weaver (1949)법으로 산출하였으며, 상관분석은 Systat 7.0(SPSS)을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 환경요인의 변화

경포호에서 수온과 전기전도도의 변동은 Fig. 2에 나타내었다. 수온은 1998년 8월 13일 27.8°C로 가장 높았고 1999년 1월 13일 0.5°C로 가장 낮았다. 일사량의 계절적인 변화는 호수내에서 수질적인 온도변화를 일으켜 호소에서 생활하는 생물과 호수내 물질순환에 크게 영향을 미친다. 경포호는 최대수심이 2~3m이어서 수온 약층이 형성되지 않았다. 전기전도도는 여름철인 1998년 7월 30일에 5.33 mS/cm로 가장 낮았고, 가을에서 겨울로 갈수록 점차 높아졌다

투명도와 용존산소의 변동은 Fig. 3에 나타내었다. 투명도는 1998년 4월 2일에 48 cm로 가장 컸고, 3월 초순에 23 cm로 가장 낮았지만, 평균 36 cm로 계절적인 차이를 나타내지 않았다. 투명도는 호수의 부영양화에 의한 수질오탁의 진행상황을 가장 명쾌하게 보여주는데 경포호의 투명도는 매우 낮은 편이었다. 여름철에 투명도가 10 m 이상인 호수를 빈영양, 2 m 이하인 것을 부영양호라고 한다(Cole 1979). 따라서 경포호는 부영양호소라는 것을 알 수 있다. 허(1999)는 경포호에서 1998년 2개월에 한번씩 투명도를 조사한 결과 0.5 m 내외라고 보고하였고, 투명도가 낮은 원인은 식물플랑크톤 이외에 무기

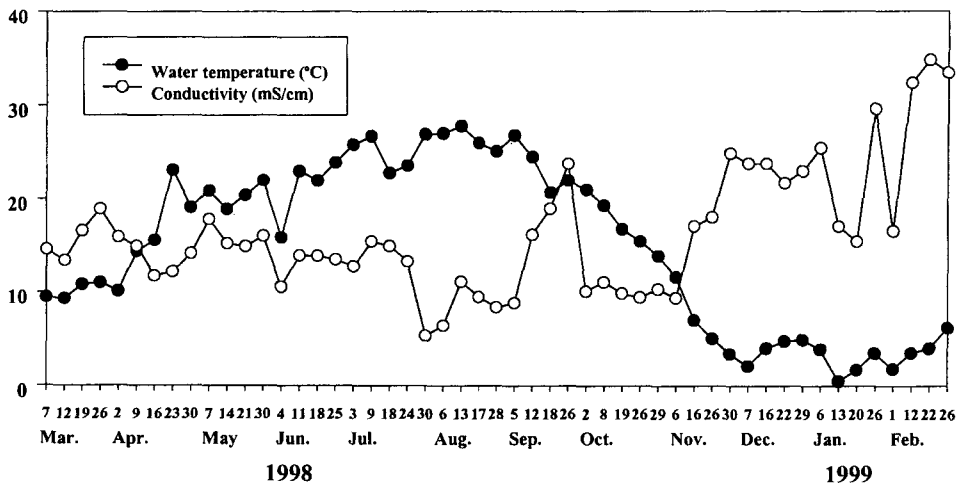


Fig. 2. Weekly variation of water temperature and conductivity in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

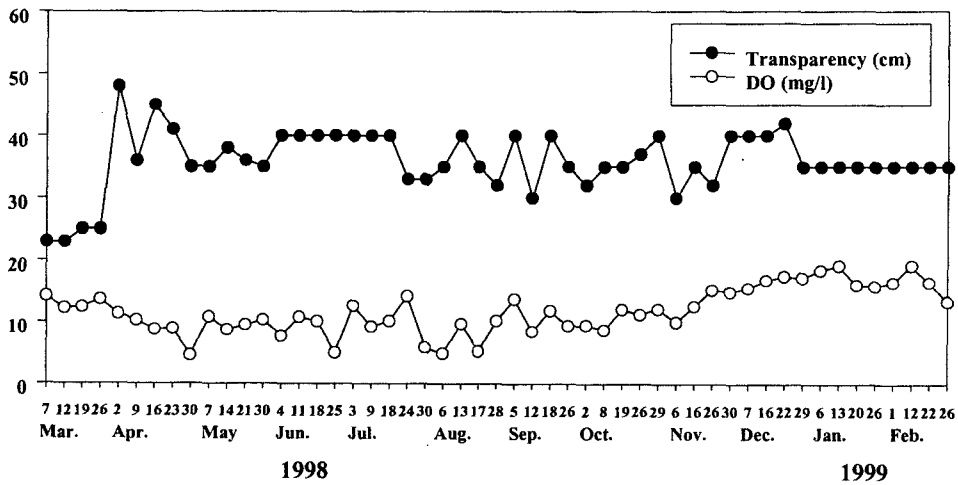


Fig. 3. Weekly variation of transparency and dissolved oxygen in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

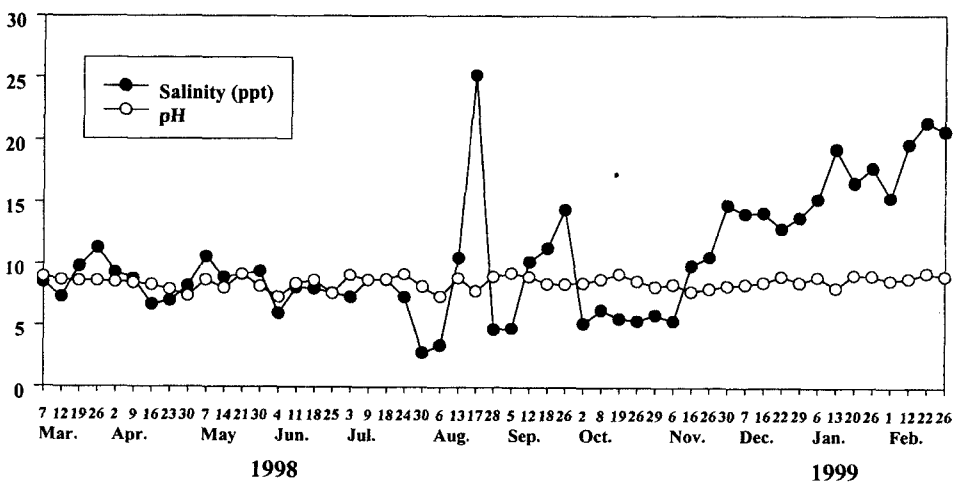


Fig. 4. Weekly variation of salinity and pH in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

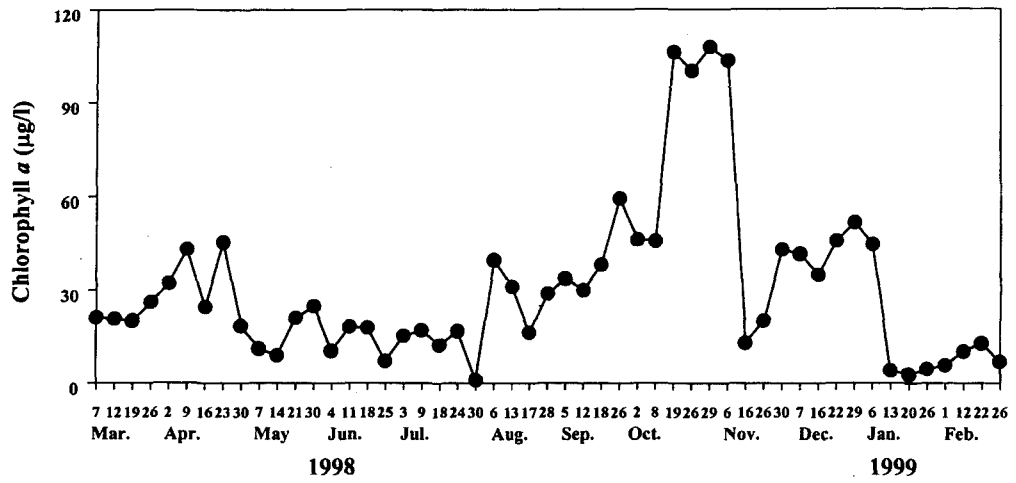


Fig. 5. Weekly variation of chlorophyll *a* in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

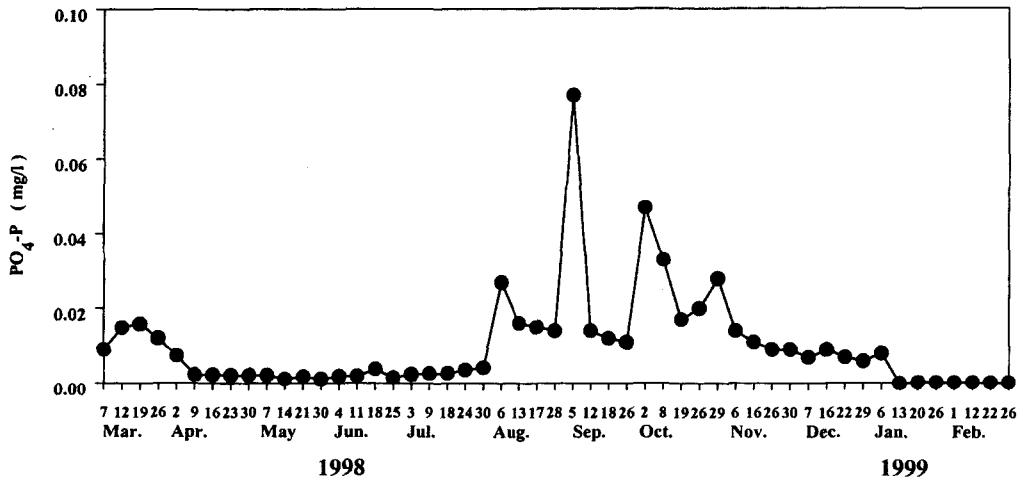


Fig. 6. Weekly variation of PO₄-P in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

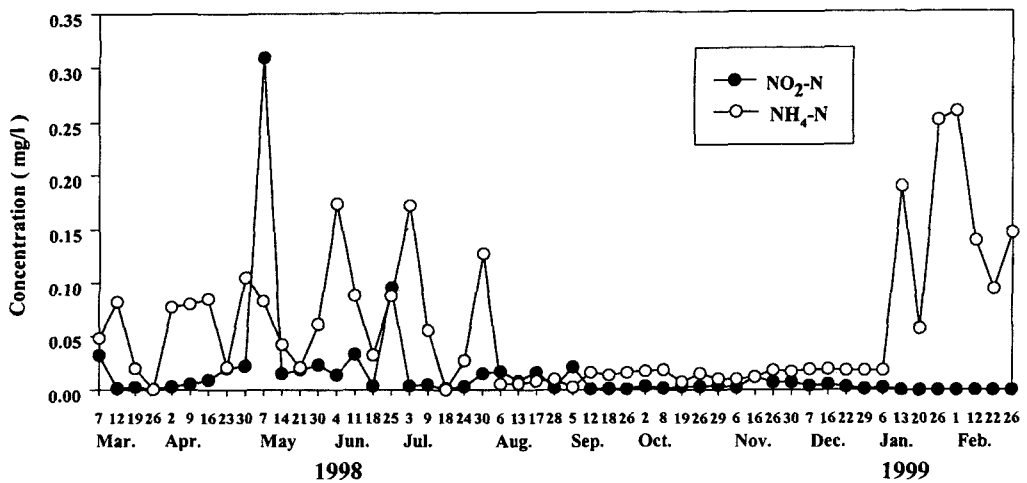


Fig. 7. Weekly variation of NO₂-N and NH₄-N in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

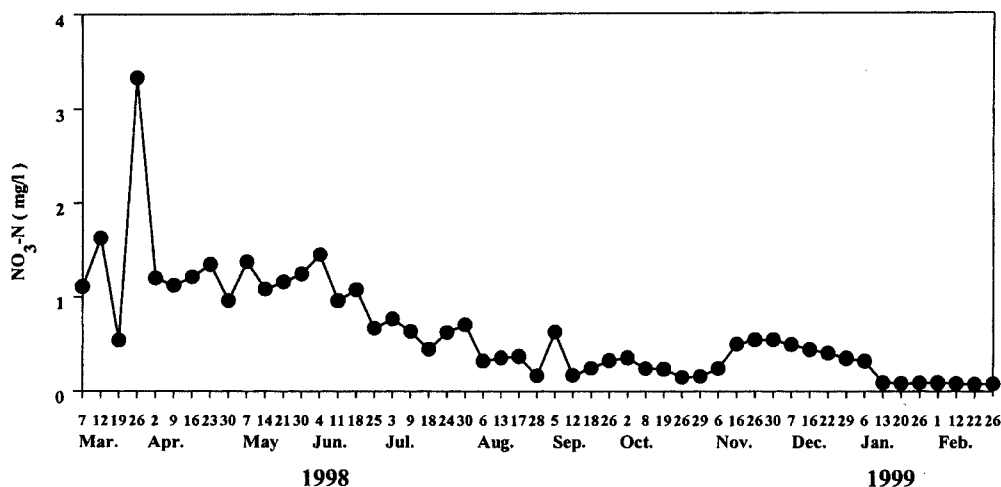


Fig. 8. Weekly variation of NO₂-N in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

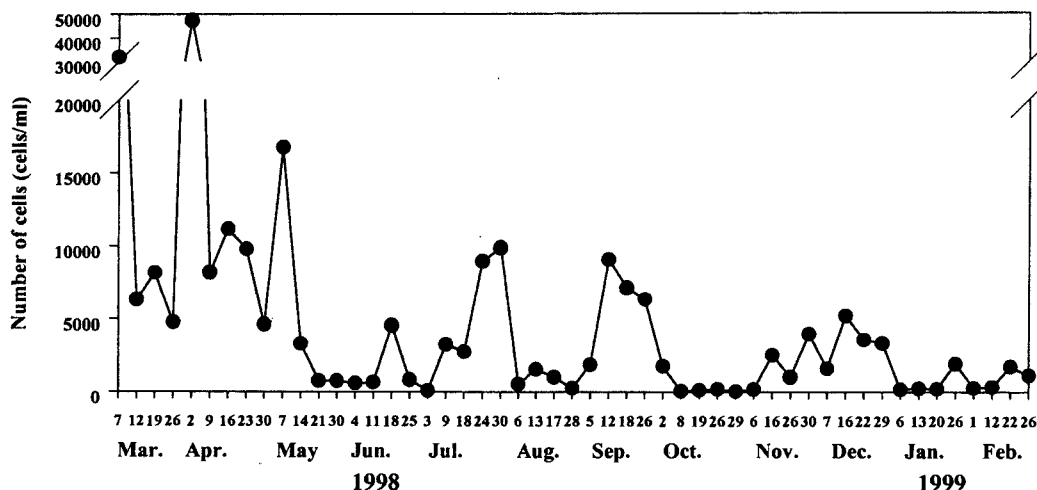


Fig. 9. Weekly variation of total cell number in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

현탁물의 농도가 높기 때문이라고 하였다. 경포호에서 평균 용존산소량은 11.8 mg/l이었는데, 한여름인 7월 30일~8월 17일에 낮아졌다고 점차 높아졌다. 호수 표면의 용존산소는 식물플랑크톤의 활발한 광합성으로 과포화될 때 대기중으로 방출되고, 유기물의 분해등으로 불포화되면 대기로부터 보급되어지므로 포화량에 가까운 값을 유지하고 있다. 바람이 거의 없는 날에는 표면의 용존산소량이 200%까지 과포화되기도 한다. 그러나 일사량이 강한 여름철에는 광합성에 의해 호수표면에 과포화된 산소가 대기중으로 달아난다. 또한 수면과 같이 지나치게 광이 강한 곳에서는 강광저해로 인하여 식물플랑크톤의 광합성 활성이 저하되는 경향이 있다.

염분도와 pH의 변동은 Fig. 4에 나타내었다. 염분도는 용존산소가 낮았던 8월 17일에 25.2 ppt로 가장 높았고,

겨울로 갈수록 염분도가 높아졌다. pH는 7.3~9.32의 변동을 나타냈으나 뚜렷한 계절변화는 없었다. 호수의 pH는 집수역의 지질조건에 따라 달라지지만 인간활동에 의한 영향도 고려할 필요가 있다. 일반적으로 담수호의 pH는 6~8인데 생산층에서는 식물플랑크톤의 활발한 광합성작용에 의해서 이산화탄소가 소비되어 알칼리성을 나타내는 경향이 있다. 봄철과 가을철에 8 이상의 값을 나타냈지만 여름철에는 일정한 경향을 보이지 않았다. SS는 0.017~0.184 mg/l의 변동을 나타냈는데 봄철과 가을철에 대체로 많았다.

Chlorophyll a의 함량은 1.09~107.7 µg/l의 변동을 나타냈다(Fig. 5). Chl. a 함량은 가을에 가장 높았다.

인산태인(PO₄-P)의 함량분포는 0.0012~0.077 mg/l로 여름과 가을 사이에 높았다(Fig. 6). 아질산성질소(NO₂-

N)와 암모니아성 질소($\text{NH}_4\text{-N}$)의 계절적인 변동을 Fig. 7에 나타내었다. 아질산성질소는 5월에 가장 많았고, 1월~2월까지의 검출되지 않았다. 암모니아성 질소는 2월초에 0.259 mg/l로 가장 많았고, 가을에서 겨울로 갈수록 높아지는 경향이 있었다. 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)는 0.074~3.33 mg/l의 변동을 보였는데, 봄철에 높아지는 경향이 있었다. 식물플랑크톤은 질소원으로써 주로 암모니아성질소와 질산성질소를 사용하는데, 질산성질소를 이용하는 식물플랑크톤(예: *Microcystis*)도 있지만, 대부분의 식물플랑크톤은 암모니아성질소와 질산성질소가 모두 호수중에 있으면, 암모니아성 질소를 먼저 사용하는 경향이 있다. 또한 호수내에서 암모니아성질소가 거의 없어진 후에야 질산성질소나 아질산성질소를 사용하기 시작한다. 따라서 봄철에 암모니아성질소나 질산성질소의 양이 많은 경포호에서는 식물플랑크톤이 이용할 수 있는 질소원이 봄철에 특히 많다고 할 수 있다.

2. 식물플랑크톤의 변화

1998년 3월부터 1999년 2월까지 경포호에서 1년간 출현한 식물플랑크톤은 총 57속 121종으로 Euglenophyceae가 4속 7종, Chrysophyceae가 1속 2종, Cryptophyceae가 2속 3종, Dinophyceae가 1속 1종, Cyanophyceae가 6속 9종, Bacillariophyceae가 28속 78종 그리고 Chlorophyceae가 15속 21종이었다. 경포호에서 출현하는 식물플랑크톤의 총세포수의 변동을 Fig. 9에 나타내었다. 가장 많은 세포수를 보인 때는 4월 초순이었는데, 이때의 우점종은 녹조인 *Chlamydomonas* sp.였다. 경포호에서 주로 우점하는 종류는 *Chlamydomonas* sp.와 *Cryptomonas* sp., *Nitzschia frustulum*, *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., 그리고 *Dictyosphaerium pulchellum*이었다 (Fig. 10). 계절별 우점종의 경향은 봄(3월~5월)에는 갈색편모조류인 *Cryptomonas* sp., 녹조류인 *Chlamydomonas* sp., 규조류인 *Nitzschia frustulum*이 우점하였고, 여름(6월~8월)에는 갈색편모조류인 *Cryptomonas* sp., 남조류인 *Oscillatoria* sp., 녹조류인 *Chlamydomonas* sp.가 우점하였으며, 가을(9월~11월)에는 녹조류인 *Chlamydomonas* sp., *Dictyosphaerium pulchellum*이 우점하였으며 겨울(12월~2월)에는 남조류인 *Lyngbya* sp., 녹조류인 *Dictyosphaerium pulchellum*이 우점하였다. *Cryptomonas* sp.는 거의 모든 계절에 우점종으로 출현하였다. 우점종의 세포수가 가장 많은 시기는 *Chlamydomonas* sp.가 우점한 1998년 4월 2일로 4.7×10^4 cells/ml의 세포수를 나타내었다. 이 종은 두개의 편모를 가지고 담수나 해수에 넓게 분포하고 있으며 세포벽을 갖지 않는 원형질의 덩어리로서 몸 표면은 Periplast로 싸여

져 있다. 하구부근이나 기수역에서 비교적 염분농도가 낮은 곳에서 부영양화가 진행되고 있거나 부영양화된 지역에서 출현하고 있기 때문에 중요시 되고 있다. 일본의 기수에서는 이 종류가 이상번식을 하는 것이 보고된 바 있다(Akiyama 1974).

경포호의 우점종들 중 가장 장기간에 걸쳐서 우점하였던 종은 *Cryptomonas* sp.와 *Chlamydomonas* sp.였다. 흥미로운 점은 두 우점종 중 어느 한종이 우점하는 시기에는 다른 종이 거의 출현하지 않았다는 사실이다. 즉, *Cryptomonas* sp.가 우점한 3월과 7월에는 *Chlamydomonas* sp.가 거의 출현하지 않았고, *Chlamydomonas* sp.가 우점한 4월과 9월에는 *Cryptomonas* sp.가 거의 출현하지 않았다. 두 종류가 보이는 이러한 현상의 원인은 보다 연구를 계속해야 할 것이다.

Chlamydomonas sp.가 우점할 때의 세포수는 *Cryptomonas* sp.가 우점할 때 보다 약 1.5배 정도 많았으나, *Chlamydomonas* sp.의 세포크기가 15~20 μm 이고 *Cryptomonas* sp.가 15~32 μm 로 *Chlamydomonas* sp.보다 약간 더 크기 때문에 표표면을 덮고 있는 상태는 거의 같다고 할 수 있다.

Fig. 11는 경포호에 출현하는 식물플랑크톤의 종다양성지수를 구한 것이다. 플랑크톤 군집의 다양성은 그 군집의 특징을 알아보는 좋은 지표이다. 온대지방 호수의 식물플랑크톤 군집은 계절적으로 천이를 일으킨다(Wetzel 1983). 부영양호수에서의 이런 천이는 빈영양호수보다 변동의 폭이 크다(Elber & Schanz 1989). 그러나 남조류의 bloom을 항상 일으키는 과부영양호수에서는 이 종이 우점하는 여름에서 가을철에 걸쳐서 한, 두종이 우점을 하므로 종다양성 지수는 극도로 낮아진다(Moed & Hoogveld 1982). *Cryptomonas* sp.와 *Chlamydomonas* sp.가 우점하고 있는 3월부터 9월까지는 종다양성지수가 낮았고, 여러 종들이 우점하고 있는 10월 이후에 점차 증가하였다. 종 다양성 지수가 가장 낮았던 때는 *Chlamydomonas* sp.가 우점한 4월과 9월이었고, 가장 높았던 때는 11월 초였다.

3. 환경요인과 주요 우점종간의 상관

경포호에서 여러 환경요인들, 종다양성지수 및 우점종 중 최우점종(*Chlamydomonas* sp., *Cryptomonas* sp.)의 시계열자료에 의한 상관관계를 분석하였다. 경포호에서 수온은 용존산소, 염분도 및 conductivity와 강한 부의 상관관계를 나타내었고, conductivity는 염분도가 증가할수록 높았다. 용존산소와 염분도 및 conductivity는 강한 정의 상관관계를 그리고 용존산소와 $\text{NO}_2\text{-N}$ 은 부의 상관관계를 나타내었다. 총 엽록소합량과 $\text{NH}_4\text{-N}$ 그리고 *Cryptomonas*

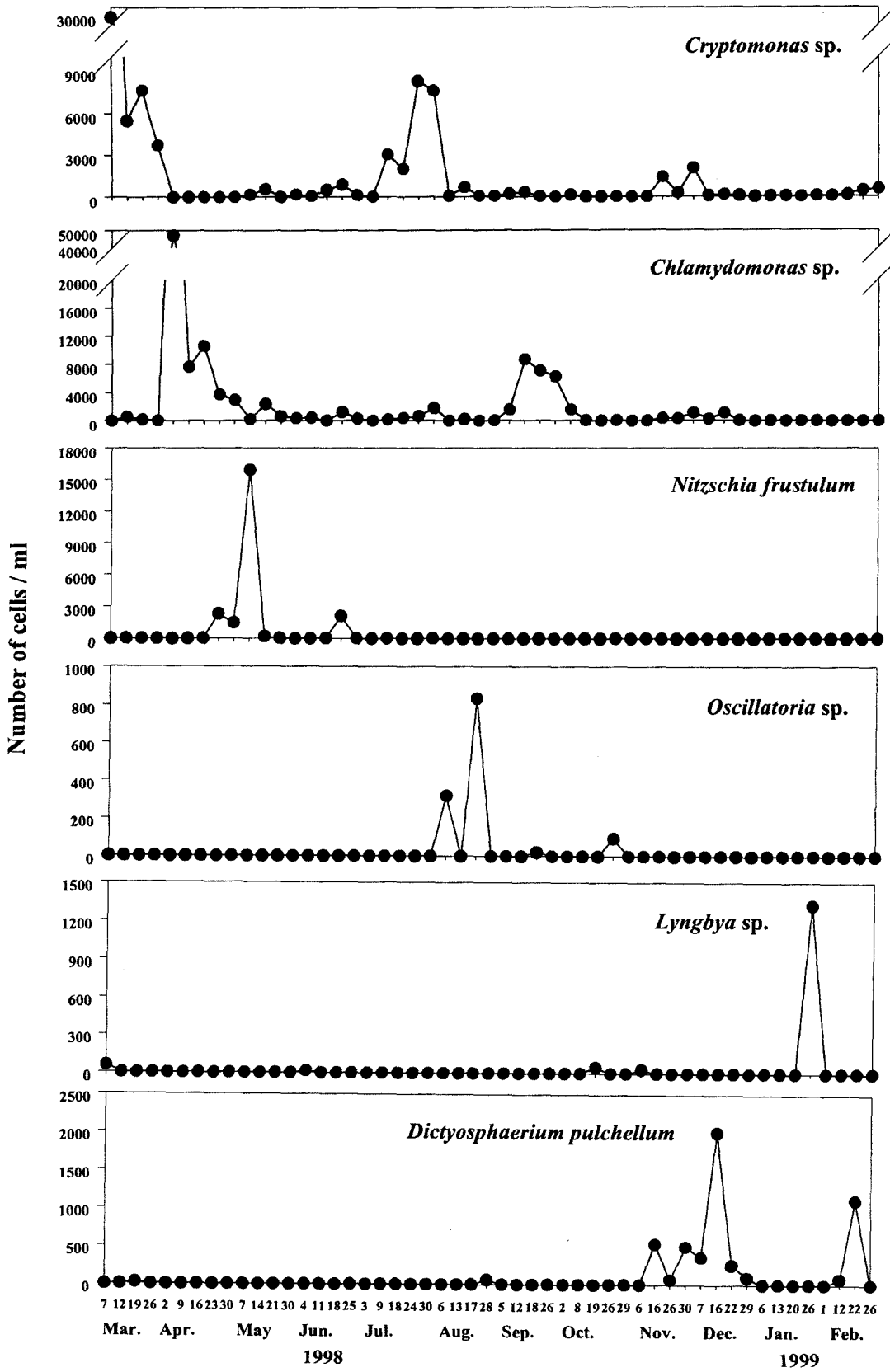


Fig. 10. Weekly variation of dominant species cell number in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

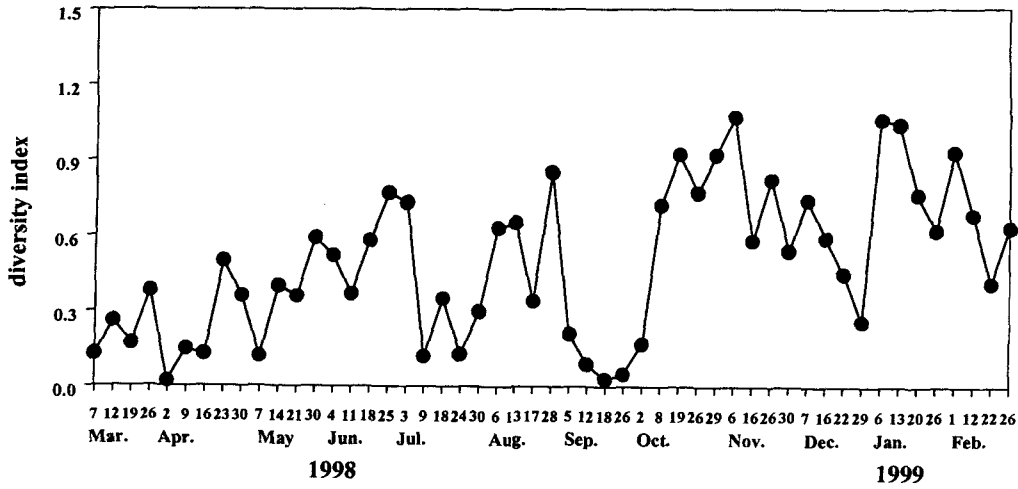


Fig. 11. Weekly variation of diversity index of phytoplankton in Kyungpo lake from March, 1998 to February, 1999.

Table 2. Pearson correlation matrix for the environmental factors and dominant species (in descending order - Dissolved oxygen = DO, Salinity = Sal, Conductivity = Con, Temperature = Tem, Transparency = Tran, pH, SS, Chlorophyll a = Chl. a, PO₄-P, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, Diversity indices = Div, *Chlamydomonas* sp. = Chla, *Cryptomonas* sp. = Cryp)

Property	DO	Sal.	Con.	Tem.	Tran.	pH	SS	Chl. a	PO ₄ -P	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Div.	Chla.	Cryp.
DO	1.000														
Sal.	0.527**	1.000													
Con.	0.646***	0.757***	1.000												
Tem.	-0.793***	-0.566**	-0.651***	1.000											
Tran.	-0.083	-0.013	0.007	0.137	1.000										
pH	0.520**	0.179	0.309	-0.145	-0.142	1.000									
SS	0.003	0.004	0.036	-0.139	-0.188	0.073	1.000								
Chl. a	-0.022	-0.325	-0.232	0.017	0.050	0.035	0.366	1.000							
PO ₄ -P	-0.067	-0.299	-0.369	0.238	-0.038	0.081	-0.023	0.386	1.000						
NO ₂ -N	-0.486*	-0.189	-0.219	0.337	0.079	-0.449	-0.108	-0.206	-0.161	1.000					
NO ₃ -N	-0.234	-0.287	-0.180	0.162	-0.141	-0.204	-0.187	-0.193	-0.160	0.227	1.000				
NH ₄ -N	0.176	0.286	0.252	-0.275	0.058	-0.014	-0.010	-0.497*	-0.417	0.027	-0.063	1.000			
Div.	0.286	0.111	0.013	-0.342	0.023	-0.045	0.270	0.250	-0.052	-0.043	-0.364	0.158	1.000		
Chla.	-0.124	-0.080	-0.029	0.007	0.386	-0.043	-0.060	0.025	-0.030	-0.066	0.165	0.018	-0.390	1.000	
Cryp.	0.059	-0.139	-0.090	-0.029	-0.522**	0.145	-0.079	-0.156	-0.033	0.139	0.213	-0.039	-0.303	-0.085	1.000

*** : 0.1% ** : 1% * : 5%

sp.의 밀도와 투명도는 부의 상관을 나타내었다(Table 2). 일반적으로 봄철에는 호수의 표층으로부터 호수 바닥까지 수체가 혼합되고 수면이 대기와 충분히 접촉하기 때문에 호소내 용존산소가 많아진다. 그러나 여름철로 갈수록 수온이 높아져서 수면 가까이에서 플랑크톤의 광합성에 의해서 공급된 산소가 대기중으로 달아나므로 용존산소가 적어지는데, 경포호의 결과는 이를 잘 반영하고 있다. 총 엽록소함량과 NH₄-N의 부의 상관은 식물플랑크톤이 질소원으로서 암모니아성 질소를 가장 선호한다는 것을 보여 준다. *Cryptomonas* sp.와 투명도 간의 부의 상관은 경포호에서 투명도가 이 호소에서 일

어나는 *Cryptomonas* sp.의 부영양화를 잘 반영한다는 것을 의미한다. 일반적으로 부영양화가 일어나는 기수호에서 출현하는 *Cryptomonas* sp.는 본 경포호에서 *Chlamydomonas* sp.보다는 출현한 개체수가 적었지만 생물자체가 암갈색을 띠고 있어서 투명도의 저하에 크게 영향을 미쳤다고 생각된다.

적 요

경포호에서 식물플랑크톤 군집과 수질의 계절적 변동 특성을 파악하기 위하여 1998년 3월부터 1999년 2월까지

지 일주일 간격으로 식물플랑크톤의 종조성과 11가지 환경요인을 조사하였다. 경포호에서 1년간 출현한 식물플랑크톤은 총 57속 121종으로 Euglenophyceae가 4속 7종, Chrysophyceae가 1속 2종, Cryptophyceae가 2속 3종, Dinophyceae가 1속 1종, Cyanophyceae가 6속 9종, Bacillariophyceae가 28속 78종 그리고 Chlorophyceae가 15속 21종의 출현이 확인되었다. 경포호의 주요우점종은 *Cryptomonas* sp., *Chlamydomonas* sp., *Nitzschia frustulum*, *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., 그리고 *Dictyosphaerium pulchellum*의 순으로 바뀌었다. 우점종의 세포수가 가장 많았던 시기는 *Chlamydomonas* sp.가 우점한 4월 초순이었고, 식물플랑크톤의 종다양성지수는 경포호에서 최우점종으로 나타난 *Cryptomonas* sp.와 *Chlamydomonas* sp.의 blooming이 일어나는 시기에 낮았다. 경포호에서 수온은 0.5~27.8°C의 범위로, Chlorophyll *a*의 함량은 1.09~107.7 µg/l의 범위로, 염분도는 2.8~25.2 ppt의 범위로, 용존산소량은 4.62~19.21 mg/l의 범위로, 전기전도도는 5.33~34.76 mS/cm의 범위로, SS는 0.017~0.184 mg/l의 범위로 변동하였다. 투명도는 평균 36cm 그리고 pH는 평균 8.5를 나타내었다. 인산태인(PO₄-P)의 함량은 0.0012~0.077 mg/l의 범위로 변동하였는데, 8월~10월 사이에 가장 높은 값을 나타내었다. 아질산성 질소(NO₂-N)는 0.0011~0.1 mg/l의 범위로, 질산성질소(NO₃-N)는 0.074~3.33 mg/l의 범위로 그리고 암모니아성질소(NH₄-N)는 0.0024~0.259 mg/l의 범위로 변동하였다. 경포호에서 환경요인간의 상관분석결과, 수온과 용존산소 염분도 및 conductivity는 강한 부의 상관을 그리고 용존산소와 염분도 및 conductivity는 강한 정의 상관을 나타내었다. 부영양화의 한 지수인 총엽록소함량과 NH₄-N 그리고 경포호의 우점종인 *Cryptomonas* sp.와 투명도는 부의 상관을 나타내었다.

사 사

본 연구는 1998년도 한국과학재단 국내 박사후 연수의 지원으로 수행되었으며 본 환경요인의 조사 및 조사에 도움을 주신 황일기 선생님과 강릉대학교 생물학과 생태학 연구실 학생들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

김형섭, 전방욱, 백남극(1990) 강릉 남대천의 수질과 식물성 플랑크톤의 분포, 강릉대학 자연과학연구소 논문집 6(2): 36-50.
김형섭, 황일기, 김양배(1997) 강원연안 기수호의 수생식물분

포와 식물플랑크톤 군집의 계절변동. 환동해권 호수환경에 관한 한·일 국제 Symposium 논문집 pp. 48-49.
동화기술편집부(1992) 수질오염·폐기물 공정시험방법. 동화기술.
이진환, 박희상(1987) 영랑호의 환경학적 연구. 한국육수학회지 20(1): 39-48.
유홍식(1996) 동해안 호수와 그 유역의 경관 변화. 동해안 호수 보존 심포지움 pp. 9-13.
정영호, 이인태(1983) 양양 남대천 수역의 식물성플랑크톤에 대한 분포와 구계. 한국육수학회지 16(1-2): 1-11.
조규승, 박양생(1969) 영랑호의 육수학적 연구. 한국육수학회지 2(1-2): 51-66.
조규승, 홍사욱, 나규환(1975) 동해안 기수호군의 육수조건과 plankton상의 비교연구. 한국육수학회지 8(3-4): 25-37.
홍사욱, 조규승, 나규환(1969) 화진포의 수질과 plankton에 관한 연구. 한국육수학회지 2(3-4): 35-41.
허우명, 김범철, 전만식(1999) 동해안 석호의 부영양화 평가. 한국육수학회지 21(2): 141-151.
홍사욱, 조규승, 나규환(1969) 화진포의 수질과 플랑크톤에 관한 연구. 한국육수학회지 2: 35-42.
Akiyama M(1974) Ecological studies on the terrestrial algae found in the coastal sand dune San-in region, Japan. *ibid.* 7: 33-42.
APHA·AWWA·WPCF(1989) Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 17th ed. APHA, N.Y.
Cole GA(1979) Textbook of limnology. 2nd ed. The C.V. Mosby Company. ST. Louis, Toronto, London. 165-169.
Elber F & F Schanz(1989) Diversity and stability of phytoplankton communities. *Freshwater Biology.* 21: 237-251.
Hirose H & T Yamagishi(1977) Illustrations of the Japanese fresh-water algae Uchidarokakuno Publishing Co.
Lorenzen GE(1967) Biochemistry. 2nd ed. Worth Publishers, Inc., New York, N.Y. p. 349.
Mitamura O & KS Cho(1984) Urea, DOC, DON and DOP in two brackish lagoons on the eastern coast of Korea. *Korean J. Limnol.* 17(3-4): 73-80.
Mizuno T(1964) Illustrations of the freshwater plankton of Japan. Hoikusa publishing co., LTD.
Moed JR & HL Hoogveld(1982) The algal periodicity in Tjeukemeer during 1968~1978. *Hydrobiologia* 95: 223-234.
Shannon C & W Weaver(1949) The Mathematical Theory of Communication. University & Illinois Press. Urbana.
Sukhanova IN(1978) Settling without the inverted microscope. 'Phytoplankton Manual', UNESCO.
Wetzel RG(1983) Limnology. W.B. Saunders Company. Philadelphia.

Seasonal Variation of Phytoplankton and Environmental Factors in Kyungpo Lake

Eun Joo Lee, Hyung-Seop Kim and Kyu Song Lee

(Department of Biology, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea)

Abstract - In order to elucidate characteristics of water quality and seasonal dynamics of phytoplankton community in Kyungpo lake, the weekly variation of algal population and 11 environmental factors were investigated from March 1998 to February 1999. A total 121 species of phytoplankton belonged to 57 genera, 4 genera 7 species of the Euglenophyceae, 1 genera 2 species of the Chrysophyceae, 2 genera 3 species of the Cryptophyceae, 1 genera 1 species of the Dinophyceae, 6 genera 9 species of the Cyanophyceae, 28 genera 78 species of the Bacillariophyceae and 15 genera 21 species of the Chlorophyceae, was identified. *Cryptomonas* sp., *Chlamydomonas* sp., *Nitzschia frustulum*, *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., and *Dictyosphaerium pulchellum* occurred successively as dominant phytoplankton species from March 1998 to February 1999. Density of phytoplankton cell number showed the peak in early April when *Chlamydomonas* sp. was dominated. The diversity index of phytoplankton community showed low values in the dominating period of *Cryptomonas* sp. and *Chlamydomonas* sp. The concentration of chlorophyll *a* fluctuated between 1.09 and 107.7 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Water temperature, salinity, DO, conductivity and SS were ranged 0.5~27.8°C, 2.8~25.2 ppt, 4.62~19.21 $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$, 5.33~34.76 mS/cm and 0.017~0.184 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, respectively. Annual means of Secchi disc transparency was 36 cm and that of pH value was 8.5. The concentrations of $\text{PO}_4\text{-P}$ was ranged 0.0012~0.077 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, and showed high value from August to October. The concentrations of $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ was ranged 0.0011~0.1 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, 0.074~3.33 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ and 0.0024~0.259 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, respectively. Among environmental factors, water temperature was negatively correlated with DO, salinity and conductivity, DO was positively correlated with salinity and conductivity. Chlorophyll *a*, one of the indices of eutropication in lake, was negatively correlated with $\text{NH}_4\text{-N}$. The cell density of *Cryptomonas* sp., which was the most dominant species in this lake, was negatively correlated with transparency. [Kyungpo lake, Phytoplankton, *Cryptomonas* sp., *Chlamydomonas* sp., Seasonal variation].