

임진강 수역의 자연 하적호 장좌못에서 식물플랑크톤 군집의 계절적 변화

이 경* · 윤 숙 경

(가톨릭대학교 생명과학부, 부천 420-743)

Seasonal Changes of the Phytoplankton Community at Jangjwa Lake, a Natural River Bed Lake in the Imjin River. Lee, Kyung* and Sook-Kyung Yoon (School of Life Sciences, The Catholic University of Korea, Puchon 420-743, Korea)

Seasonal changes of the phytoplankton community was investigated from July 2000 to April 2001 at the river bed lake, Jangjwa Lake in the Imjin River, which appeared to be the most natural condition. A total of phytoplankton were composed of 112 taxa, belonging to 5 divisions, 83 species, 10 varieties, 1 variety-form, 1 form and 17 unidentified species. Of those, the green algae and the diatoms were present during the investigation periods more frequently than the other taxa. The phytoplankton standing crops varied from $2,943 \times 10^3$ cells/l on April 2001 to $5,742 \times 10^3$ cells/l on January 2001. The phytoplankton standing crops had a continuous high value over $3,000 \times 10^3$ cells/l during the investigated periods and showed the highest value during winter period. The major dominant species were *Aulacoseira granulata*, *Chlamydomonas nivalis* v. *kobayashii*, *Dinobryon sertularia*, *Mougeotia* sp. and *Uroglenopsis americana*. Among those, *Chlamydomonas nivalis* v. *kobayashii* was a major dominant species during winter period.

Key words : Phytoplankton, Standing crops, River bed lake, Jangjwa Lake

서 론

하적호(River bed lake 또는 River lake)는 침식작용으로 하천이 흐르던 자리에 생기거나, 또는 하천의 흐르는 방향이 바뀌면서 하천의 일부가 막혀서 생긴 호소로 대개 호소의 폭이 좁고 길며 구부러진 모양을 갖게 된다. 이러한 하적호에는 하천 하류수역에서 흔히 보이는 삼각주(Delta)에 의해 형성되는 유형, 하천 중류수역에서 하천 수위가 일시적으로 높아지면서 생기는 범람원(Flood Plain)에 의해 형성되는 유형, 폭포수 또는 와류로 인한 구혈(Pothole)에 의해 형성되는 유형 등 세 가지 유형이 있다.

국내에서 자연호에 대한 연구로는 경기도 양주군에 위치한 하적호인 장자못(엄과 홍, 1969; 엄과 김, 1974; 이 등, 1975)과 강원도 양구군에 위치하며 남한에서 유일한 고층습원인 대암산 용늪(정, 1974; 정과 김, 1987)에 대한 것이 있으며 한라산 백록담(이, 1987)과 경상남도 함안군에 위치하는 저층 습원인 질날벌, 배달유지, 유전늪(정과 노, 1987), 경상남도 창녕군에 위치한 우포늪과 목포늪(Choi et al., 1998; 김, 2001) 및 경기도 연천군 일대(이와 최, 2001)의 자연늪지에 대한 연구 등이 있다.

본 연구는 민간인 통제 구역 내에 있으며 임진강으로부터 형성된 우리 나라에서 많지 않은 자연 하적호인 경기도 파주시 적성면에 위치한 장좌못을 대상으로 수

* Corresponding author: Tel: 032) 340-3355, Fax: 032) 340-3765, E-mail: lkay@catholic.ac.kr

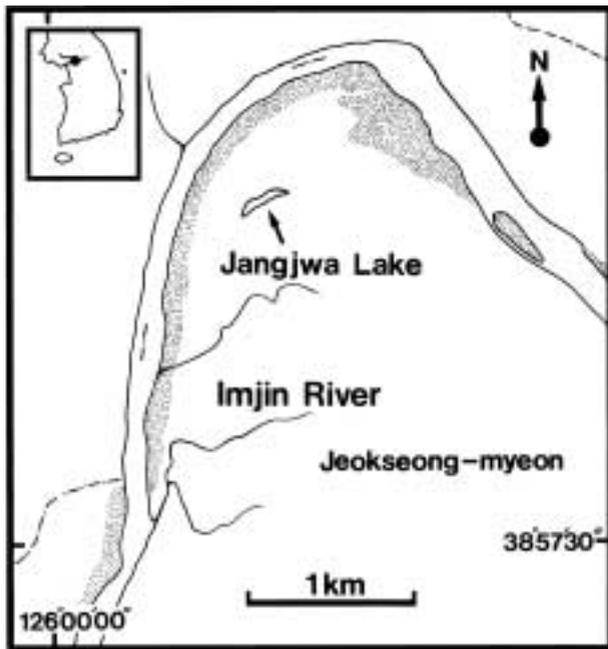


Fig. 1. Map showing the Jangjwa Lake in the Imjin River.

중 생태계의 저차 생산구조를 담당하고 있는 식물플랑크톤의 현존량과 Chlorophyll-*a* 양, 군집의 종조성 및 우점종 등을 조사하여 계절적 변동에 따른 생태학적 변화를 알아보려고 한다.

조사 및 개요

임진강 중류수역에 위치하고 있는 장좌못은 자연 하천호 유형 중 범람원에 의해 형성된 자연 제방호(Levee lake)에 속한다. 호분학적 특성을 보면, 수심이 깊지 않으며, 하천의 흐름과 평행하게 수위가 놓여 있으며, 자연 제방에 의해 하천수와 경계를 이루고 간혹 홍수로 인해 하천수가 호소로 유입되기도 한다. 이러한 특성을 갖는 장좌못은 경기도 파주시 적성면 장좌리에 소재하며 임진강 본류수역으로부터 약 500 m 떨어져 있고 표면적이 약 25,000 m², 길이가 약 300 m, 폭이 약 50 m, 수심이 약 5 m 정도이다 (Fig. 1).

장좌못은 하안에 형성된 정수역 습지로서 민간인 출입 통제 구역에 속하여 있으며, 군사 시설 안에 위치하고 있어 출입이 제한된 지역이다. 따라서 유역은 약간의 농경지와 군사 시설을 제외하고는 인간의 활동이 통제된 곳으로서 인위적인 오염효과가 거의 없다고 판단되

는 곳이다.

장좌못의 수위는 거의 정체되어 있었으며, 수색은 사계절 전반적으로 약한 황록색을 띄었고 특히 여름에 매우 탁한 황록색을 띄었으며, 또한 겨울에는 약 30 cm 가량 수 표면이 결빙되었다. 장좌못에 서식하는 수생식물은 애기부들, 질경이택사, 갈대, 달뿌리풀, 물피, 물꼬챙이골, 하늘지기, 매자기, 도루박이, 창포, 골풀 등과 같은 정수성 수생식물과 이삭물수세미 같은 침수성 수생식물이 서식하며, 또한 마름, 애기 마름 등과 같은 부엽성 수생식물이 서식하고 있다(최와 김, 2001). 홍수기 이전의 식생 분포는 남동쪽의 사면부에 갯버들 군락이 넓게 분포하며, 북동쪽의 얕은 물 속에는 이삭물수세미 군락이 넓게 분포하고, 북서쪽의 물가에는 물꼬챙이골, 달뿌리풀, 곱슬사초, 물피, 도루박이 등의 다양한 군락이 분포하나, 수위가 높아진 가을에는 이들 다양한 식생이 물에 잠겨 있어서 단순한 식생 구조를 나타낸다(조와 김, 2001).

재료 및 방법

조사대상지인 경기도 파주시 적성면 장좌리에 위치한 장좌못에서 2000년 7월부터 2001년 4월까지 총 4회에 걸쳐 계절별로 이화학적 환경요인을 측정하였고 식물플랑크톤 시료를 채집하였다. 수 표면이 결빙된 1월에는 얼음을 깰 때 쓰는 끌을 이용하여 직경 50 cm 정도 얼음을 깨서 제거한 후 채집하였다.

이화학적 요인 중 기온 및 수온은 봉상수온도계로 현장에서 측정하였고 pH는 Portable pH meter (Hanna HI9024, Hanna Instruments, Italy)로 현장에서 측정하였다.

식물플랑크톤의 정량 및 정성 분석을 위한 시료는 현장에서 1 l 정도를 채수하여 포르말린용액으로 고정 후 실험실로 운반하였다. 72시간 이상 침전시켜 얻은 농축된 시료중 1 ml 취하여 Sedgwick-Rafter counting chamber에 넣고 $\times 100$ 배율의 현미경 하에서 식물플랑크톤의 개체수를 계수하였으며, $\times 400 \sim \times 1,000$ 배율의 현미경 하에서 동정하였다. Chlorophyll-*a* 정량은 채수한 시수를 현장에서 직경 47 mm의 Glass fiber filter (Whatman, GF/C)로 여과하였으며, 여과지를 건냉 상태로 보존하여 실험실로 운반하여 Lorenzen (1967)에 따라 측정하였다.

식물플랑크톤 중 돌말류의 동정에는 Patrick and Reimer (1966, 1975), Krammer and Langer-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b) 등을 참조하였으며, 돌말류를 제

Table 1. The physicochemical factors at the Jangjwa Lake in the Imjin River.

Month	Time	pH	Temperature (°C)	
			Air	Water
Jul. 2000	15:10	8.5	31.0	32.0
Oct. 2000	13:53	7.8	13.8	14.5
Jan. 2001	15:00	7.0	0.4	0.1
Apr. 2001	15:10	7.1	22.5	18.2

위한 조류의 동정에는 Prescott (1962), Hirose *et al.* (1977), Hindák (1977, 1980, 1884, 1988, 1990) 등을 참조하였다.

결과 및 고찰

1. 이화학적 환경요인

장좌못에서 측정된 이화학적 환경요인의 결과는 다음과 같다 (Table 1). 기온은 2001년 1월에 0.4°C를 최저치로 하며 2000년 7월에 31.0°C를 최고치로 하는 변이를 나타내었다. 수온은 2001년 1월에 0.1°C를 최저치로 하며 2000년 7월에 32.0°C를 최고치로 하는 변이를 나타내어 겨울철에 낮고 여름철에 높은 일반적인 현상을 기온의 변이와 동일하게 볼 수 있었다. pH는 2001년 1월에 7.0을 최저치로 하며 2000년 7월에 8.5를 최고치로 하는 변이를 나타내어 전체적으로 중성 내지는 약알칼리성의 수치를 나타내었다. 국내의 자연호에서 조사된 pH값과 본 조사 결과를 비교해 보면 우포늪 (Choi *et al.*, 1998; 김, 2001) 및 목포늪 (김, 2001)과 유사하였으나 경기도 연천군 일대의 자연늪지 (이와 최, 2001) 보다 높게 나타났다.

2. Chlorophyll-a

장좌못의 Chlorophyll-a 양은 2001년 4월에 3.47 mg/m³을 최저치로 하며 2001년 1월 56.93 mg/m³을 최대치로 하는 변이 폭을 나타내어 식물플랑크톤 현존량의 계절적 변이 양상과 동일하게 나타났다 (Fig. 2). 국내의 자연호에서 조사된 Chlorophyll-a 값과 본 조사 결과를 비교해 보면 겨울철에 적은 값을 보이다가 여름철에 높은 값을 보이는 장좌못 (엄과 김, 1974)과 변이 양상이 다르게 나타났으며, 겨울철에 높은 Chlorophyll-a 양이 나타난 이 등 (1975)의 결과와 유사한 변이 양상을 나타내었다. 장좌못에서의 대발생은 어떠한 유입물질에

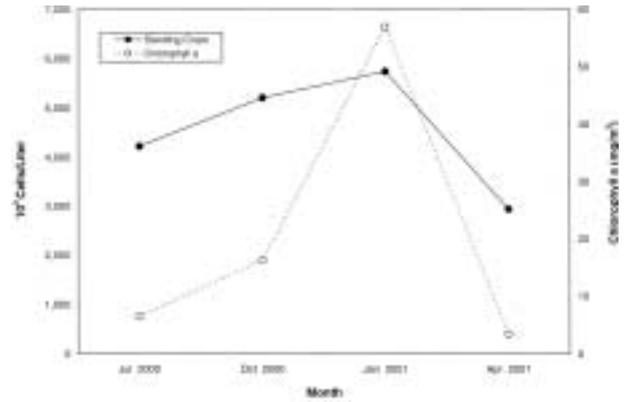


Fig. 2. Seasonal changes of phytoplankton standing crops and chlorophyll-a concentration at the Jangjwa Lake in the Imjin River.

의한 것이기 보다 본 조사에서 겨울철의 주요 우점종으로 출현한 *Chlamydomonas nivalis* v. *kobayashii*가 낮은 수온에서 주로 출현 (Hirose *et al.*, 1977)하는 종으로 이화학적인 환경요인과 더불어 수피의 영양 조건이 맞았기 때문에 일어난 것으로 여겨지며 이러한 단일종에 의해 현존량이 좌우되는 경우는 한라산 백록담 (이, 1987)에서도 관찰된 바 있다.

3. 식물플랑크톤 종조성 및 현존량

총 출현한 식물플랑크톤은 112종류였으며 이들의 구성을 보면 5문에 속하는 83종, 10변종, 1변품종, 1품종, 17미동정종으로 구성되었다 (Appendix 1). 출현종류 중, 돌말류는 *Aulacoseira distans*, *A. granulata*, *Cyclotella stelligera*, *Stephanodiscus hantzschii* f. *tenuis* 등 4종류의 출현빈도가 높았으며 녹조류는 *Coelastrum proboscideum*, *Elakatothrix gelatinosa*, *Monoraphidium contortum*, *Pediastrum simplex*, *Scenedesmus denticulatus*, *Staurastrum polymorphum* 등 6종류의 출현빈도가 높았다. 그 외에 황갈조류인 *Dinobryon sertularia*, *Trachelomonas* sp. 1과 남조류인 *Microcystis incerta* 등의 출현빈도도 높게 나타났다. 또한 출현종류 수는 여름에 70종류로 가장 많이 출현하였으며 점차 감소하다가 겨울철에 12종류로 가장 적게 출현하여 변화 폭이 컸으며 봄철에 들어서면서 다시 출현종류 수가 증가되었으나 가을철 보다 적은 수가 출현하였다.

총 출현한 112종류 중 녹조류는 62종류 (55.4%)로 분류군 중 가장 높은 출현종류 수를 나타냈으며, 그 다음으로 돌말류가 22종류 (19.6%)로 높았다. 그 외 황갈조류

Table 2. The dominant species of phytoplankton at the Jangjwa Lake in the Imjin River.

		(unit: 1,000 cells/l)			
Taxa	Month	Jul. 2000	Oct. 2000	Jan. 2001	Apr. 2001
<i>Aulacoseira granulata</i>		-	694 (13.3%)	-	-
<i>Chlamydomonas nivalis</i> v. <i>kobayashii</i>		-	-	4,976 (86.7%)	-
<i>Dinobryon sertularia</i>		-	-	-	2,230 (75.8%)
<i>Mougeotia</i> sp.		2,183 (51.6%)	-	-	-
<i>Uroglenopsis americana</i>		442 (10.5%)	-	-	-
Total standing crops		4,227	5,209	5,742	2,943

는 11종류 (9.8%), 남조류는 8종류 (7.1%), 와편모조류는 5종류 (4.5%), 유글레나류는 4종류 (3.6%)의 순으로 조사되었다.

식물플랑크톤 현존량은 2001년 4월에 $2,943 \times 10^3$ cells/l를 최저치로 하며 2001년 1월에 $5,742 \times 10^3$ cells/l를 최대치로 하는 변이 폭을 나타내었다 (Fig. 2). 계절별 변이를 보면, 조사 시기 중 여름부터 겨울까지 점차 증가하여 1월에 가장 높은 현존량 크기를 나타내었다가 봄인 4월에 가장 적은 크기를 나타내었으며 년 중 약 $3,000 \times 10^3$ cells/l 이상의 대발생을 나타내었다. 국내의 자연호에서 조사된 현존량 값과 비교해 보면, 경기도 연천군 일대의 자연늪지 (이와 최, 2001) 보다 높게 나타났으나 년 중 대발생을 나타내는 동일한 양상을 볼 수 있었다.

식물플랑크톤 군집 현존량의 10% 이상을 차지하는 우점종은 *Aulacoseira granulata*, *Chlamydomonas nivalis* v. *kobayashii*, *Dinobryon sertularia*, *Mougeotia* sp., *Uroglenopsis americana* 등 5종류였다 (Table 2). 2001년 1월에 녹조류인 *Chlamydomonas nivalis* v. *kobayashii*가 86.7%로 최고의 점유율을 나타내었으며 2001년 4월에 황갈조류인 *Dinobryon sertularia*가 75.8%, 2000년 7월에 녹조류인 *Mougeotia* sp.가 51.6%로 비교적 높은 우점율을 나타내었으며 계절적으로 가을을 제외한 조사 시기 전반에 걸쳐 녹조류와 황갈조류가 우점종 중 높은 점유율을 나타내었다. 또한 전반적으로 *Cosmarium*속, *Dinobryon*속, *Pediastrum*속, *Peridinium*속, *Scenedesmus*속, *Staurastrum*속, *Trachelomonas*속의 종류들이 빈번하게 출현하였으며, 이 중 녹조류인 *Scenedesmus*속의 종류는 12종류로 출현종류 수가 가장 많았다. 이러한 녹조류의 우세한 출현은 경기도 연천군 일대의 자연늪지 (이와 최,

2001), 우포늪과 목포늪 (김, 2001) 등에서 보여지는 양상과 유사하게 나타났다. 그러나 김 (2001)의 연구에서 조사된 녹조류와 아울러 돌말류의 우세한 출현에 비해 본 연구에서는 돌말류의 출현율이 높지 않았으며, 유글레나류 또한 빈약한 출현으로 이와 최 (2001) 및 김 (2001)의 연구에서 조사된 결과와 다른 양상을 나타내었다.

적 요

경기도 파주시 적성면 장좌리에 위치한 자연 하적호인 장좌못을 대상으로 이화학적 환경요인 및 식물플랑크톤에 대한 조사가 2000년 7월부터 2001년 4월까지 계절별로 실시되었다. 총 출현한 식물플랑크톤은 112종류로 5문에 속하는 83종, 10변종, 1변품종, 1품종, 17미동정종으로 구성되었다. 조사 시기 전반에 걸쳐 녹조류 및 돌말류의 출현빈도가 높게 나타났다. 식물플랑크톤 현존량은 2001년 1월 $5,742 \times 10^3$ cells/l의 최고치를 나타내었으며 2001년 4월 $2,943 \times 10^3$ cells/l의 최저치를 나타내었다. 식물플랑크톤 현존량은 년 중 $3,000 \times 10^3$ cells/l 이상의 대발생을 나타내었으며 겨울철에 최고치를 나타내었다. 주요 우점종으로는 *Aulacoseira granulata*, *Chlamydomonas nivalis* v. *kobayashii*, *Dinobryon sertularia*, *Mougeotia* sp., *Uroglenopsis americana* 등을 볼 수 있었으며 이들 중 낮은 수온에서 주로 출현하는 *Chlamydomonas nivalis* v. *kobayashii*는 겨울철의 주요 우점종으로 나타났다.

인 용 문 헌

- 김한순. 2001. 우포늪과 목포늪의 식물플랑크톤 군집의 계절적 변동. 한국육수학회지 **34**: 90-97.
- 엄규백, 김한집. 1974. 장자못의 생태학적 연구. 제 2보 춘계 장자못의 기초생산. 한국식물학회지 **17**: 53-62.
- 엄규백, 홍영남. 1969. 장자못의 생태학적 연구. 제 1보 환경요인과 생산구조에 관하여. 한국육수학회지 **2**: 75-85.
- 이 경, 엄규백, 권영명. 1975. 장자못의 부영양화에 관하여. 한국식물학회지 **18**: 135-138.
- 이진환. 1987. 한라산 백록담의 식물플랑크톤 분류에 관한 연구. 한국육수학회지 **20**: 101-112.
- 이진환, 최정은. 2001. 경기도 연천군 자연늪지에 있어서 식물플랑크톤의 구조와 동태. 한국조류학회지 **16**: 157-163.
- 정영호. 1974. 한강의 Microflora에 관한 연구 (제 8보). 남한의 유일한 고층습원인 대암산 용늪의 기중구조에 대하여. 한국식물학회지 **17**: 63-68.

- 정영호, 김기태. 1987. 북한강의 수원인 대암산 용늪 (고층습원)의 식물성플랑크톤. 한국환경생물학회지 **5**: 1-16.
- 정영호, 노경희. 1987. 함안 자연늪산 규조류의 분류. 서울대학교 자연대 논문집 **12**: 75-100.
- 조강현, 김자애. 2001. II. 고등식물 (식생). p. 51-105. 전국내륙습지 자연환경조사 (임진강). 환경부, 서울.
- 최홍근, 김창균. 2001. II. 고등식물 (수생식물). p. 31-49. 임진강 전국내륙습지 자연환경조사 (임진강). 환경부, 서울.
- Choi, S.H., K. Ha, Y.H. Ju, H.W. Kim, and G.J. Joo. 1998. Physico-chemical characteristics of the Woopo Wetland, S. Korea. *Korean J. Limnol.* **31**: 273-281.
- Hindák, F. 1977. Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). I. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- Hindák, F. 1980. Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). II. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- Hindák, F. 1984. Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). III. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- Hindák, F. 1988. Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). IV. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- Hindák, F. 1990. Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). V. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- Hirose, H., T. Yamagishi, M. Akiyama, T. Ioriya, K. Imahori, H. Kasaki, S. Kumano, H. Kobayasi, E. Takahashi, K. Tsumura, and M. Hirano. 1977. Illustrations of the Japanese Fresh-Water Algae. Uchidarokakuho Publishing Co., Ltd., Tokyo.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gelloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Gustav Fischer, Jena.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., Gelloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., Gelloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3. Gustav Fischer, Jena.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. In: Ettl, H., Gelloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Gustav Fischer, Jena.
- Lorenzen, C.J. 1967. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectro-photometric equations. *Limnol. Oceanogr.* **12**: 343-346.
- Patrick, R. and C.W. Reimer. 1966. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 1. Monographs of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.
- Patrick, R. and C.W. Reimer. 1975. The Diatoms of the United States. Vol. 2 (Part 1). Monographs of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.
- Prescott, G.W. 1962. Algae of the Western Great Lakes Area. Otto Koeltz Science Publishers, Königstein.

(Received 8 Apr. 2002, Manuscript accepted 1 June 2002)

Appendix 1. The list of phytoplankton at the Jangjwa Lake in the Imjin River.

Taxa	Month	Jul. 2000	Oct. 2000	Jan. 2001	Apr. 2001
Class Chlorophyceae					
Order Volvocales					
Family Chlamydomonadaceae					
<i>Chlamydomonas nivalis</i> v. <i>kobayashii</i>				+	
Order Tetrasporales					
Family Palmellaceae					
<i>Gloeocystis</i> sp.			+		
Family Coccomyxaceae					
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>		+	+		+
Order Chlorococcales					
Family Micractiniaceae					
<i>Acanthosphaera zachariasi</i>		+		+	
Family Hydrodictyceae					
<i>Pediastrum biradiatum</i> v. <i>longecornutum</i>		+			
<i>P. boryanum</i>					+
<i>P. duplex</i>		+	+		
<i>P. simplex</i>		+	+	+	
<i>P. simplex</i> v. <i>duodenarium</i>		+			
<i>P. sp.</i>		+			
Family Coelastraceae					
<i>Coelastrum proboscideum</i>		+	+		+
Family Oocystaceae					
<i>Chlorella oocystoides</i>			+		
<i>Closteriopsis longissima</i>		+			+
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>		+	+		
<i>Echinosphaerella limnetica</i>		+			
<i>Kirchneriella arcuata</i>		+	+		
<i>K. contorta</i>		+			
<i>K. subsolitaria</i>		+			
<i>Monoraphidium contortum</i>		+	+	+	+
<i>M. griffithii</i>		+	+		+
<i>Nephrocytium lunatum</i>		+			
<i>Oocystis lacustris</i>			+		
<i>O. parva</i>					+
<i>O. sp.</i>		+	+		
<i>Quadrigula closterioides</i>		+			
<i>Tetraedron enorme</i> v. <i>pentaedricum</i>		+			
<i>T. minimum</i>		+	+		
<i>Treubaria globosa</i>		+			
<i>T. setigerum</i>		+			
Family Scenedesmaceae					
<i>Crucigenia tetrapedia</i>		+	+		
<i>Micractinium parvum</i>		+			
<i>M. pusillum</i>			+		
<i>Scenedesmus abundans</i>			+		
<i>S. acuminatus</i>			+		+
<i>S. brevispina</i>			+		
<i>S. communis</i>		+			+
<i>S. denticulatus</i>			+	+	+
<i>S. dimorphus</i>			+		
<i>S. helveticus</i>		+			
<i>S. longispina</i>			+		
<i>S. quadricauda</i>		+	+		
<i>S. quadricauda</i> v. <i>longispina</i>			+		

Appendix 1. Continued.

Taxa	Month	Jul. 2000	Oct. 2000	Jan. 2001	Apr. 2001
<i>Scenedesmus quadrispinus</i>		+			
<i>S. subspicatus</i>					+
Family Chlorococcaceae					
<i>Characium rabenhorstii</i>		+			
<i>Coenocystis</i> sp.		+			
<i>Crucigeniella apiculata</i>		+	+		
Order Zygnematales					
Family Zygnemataceae					
<i>Mougeotia</i> sp.		+	+		
Family Desmidiaceae					
<i>Closterium setaceum</i>		+			
<i>Cosmarium contractum</i> v. <i>minutum</i>		+			
<i>C. subtumidum</i>			+		
<i>C. undulatum</i>		+	+		
<i>C.</i> sp.		+			
<i>Sphaerosozma granulata</i>		+			
<i>Spondylosium ellipticum</i>		+			
<i>Staurostrum bicoronatum</i> v. <i>simplicius</i>		+			
<i>S. biexcavatum</i>				+	
<i>S. dejectum</i>			+		+
<i>S. inflexum</i>		+			
<i>S. polymorphum</i>		+	+		+
<i>S.</i> sp.		+			
Family Gonatozygaceae					
<i>Gonatozygon</i> sp.		+			
Class Euglenophyceae					
Order Euglenales					
Family Euglenaceae					
<i>Euglena acus</i>				+	
<i>E. proxima</i>		+			+
<i>E.</i> sp.			+		
<i>Phachus</i> sp.			+		
<i>Trachelomonas dybowskii</i>		+			
<i>T. hispida</i>		+			
<i>T. robusta</i>			+		
<i>T. volvocina</i>		+			
<i>T.</i> sp. 1		+	+	+	+
<i>T.</i> sp. 2				+	+
Class Chrysophyceae					
Order Ochromonadaceae					
<i>Dinobryon bavaricum</i>					+
<i>D. cylindricum</i>			+		
<i>D. divergens</i>			+		
<i>D. sertularia</i>			+	+	+
<i>Uroglenopsis americana</i>		+	+		
Class Dinophyceae					
Order Peridinales					
Family Glenodiniaceae					
<i>Glenodinium</i> sp.			+		+
Family Peridiniaceae					
<i>Peridinium aciculiferum</i>		+		+	
<i>P. pygmaeum</i>		+			
<i>P. tabulatum</i>				+	
<i>P.</i> sp.		+			

Appendix 1. Continued.

Taxa	Month	Jul. 2000	Oct. 2000	Jan. 2001	Apr. 2001
Class Cyanophyceae					
Order Chroococcales					
Family Chroococcaceae					
<i>Aphanocapsa rivularis</i>		+			
<i>Chroococcus</i> sp.		+			
<i>Glaucocystis</i> sp.		+			+
<i>Gloeocapsa conglomerata</i>			+		
<i>G. montana</i>		+			
<i>G.</i> sp.		+			+
<i>Merismopedia punctata</i>		+			
<i>Microcystis incerta</i>		+	+		+
Class Bacillariophyceae					
Order Centrales					
Family Thalassiosiraceae					
<i>Aulacoseira ambigua</i>					+
<i>A. distans</i>		+	+		+
<i>A. granulata</i>		+	+		+
<i>A. granulata</i> v. <i>angustissima</i>					+
<i>Cyclotella stelligera</i>		+	+		+
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> f. <i>tenuis</i>		+	+		+
Family Melosiraceae					
<i>Melosira granulata</i> v. <i>angustissima</i> f. <i>spiralis</i>			+		+
Family Rhizosoleniaceae					
<i>Rhizosolenia longiseta</i>			+		
Family Biddulphiaceae					
<i>Acanthoceras zachariasii</i>			+		
Order Pennales					
Suborder Araphidineae					
Family Diatomaceae					
<i>Asterionella formosa</i>			+		+
<i>Fragilaria crotonensis</i>			+		
<i>Synedra acus</i>		+	+		
<i>S. delicatissima</i> v. <i>angustissima</i>					+
<i>S. tenuissima</i>		+			
Suborder Raphidineae					
Family Achnanthaceae					
<i>Achnanthes minutissima</i>		+			
Family Naviculaceae					
<i>Cymbella minuta</i>		+			
<i>C. silesiaca</i>			+		
<i>Gomphonema vibrio</i> v. <i>intricatum</i>			+		
<i>Navicula cryptocephala</i>			+		
<i>N. rhyncocephala</i>					+
Family Nitzschiaceae					
<i>Nitzschia acicularis</i>		+			
<i>N. palea</i>		+			