

평화의 댐 상류수계의 부착조류 분포 및 계절변동 조사

김백호* · 최환석** · 서미연*** · 한명수*

* 한양대학교 생명과학과
** (주) 바이오리소스
*** 서울시보건환경연구원

Seasonal Variations of Periphyton Communities in the Upstream of the Dam of Peace, Korea

Baik-Ho Kim* · Hwan-Seok Choi** · Mi-Yeon Suh*** · Myung-Soo Han*

* Department of Life science, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

** Bioresource Inc., Kwangju, Korea

*** Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment

Abstract

Flora and standing crops of the periphyton communities were examined at five sites in the mountainous streams of the Dam of Peace, Korea, from June to November 2003. The attached algal communities comprised totally 76 taxa belong to the 5 classes. In species composition, diatoms and green algae overwhelmingly dominated the periphyton communities although their standing crops were low. During the survey period, major dominant species were *Navicula gregaria* and *Nav. pupla* var. *capitata*, as 11.7% and 8.9% of total standing crop, respectively. Other subdominant species were *Scenedesmus ecornis* and *Spirogyra weberii* in green algae, *Cymbella affinis*, *Cymbella minuta*, *Fragilaria capucina*, *Melosira varians*, *Nav. cryptocephala*, *Nav. exigua* var. *capitata*, *Nav. gregaria*, *Nit. sublinearis* in diatom. In the seasonal appearances, *S. ecornis* and *Oscillatoria nigra* were occurred in summer, *C. affinis* and *F. capucina* in autumn, and *N. sublinearis*, and species *Spirogyra weberii* in winter, respectively.

Keywords : Periphyton community, Seasonal variation, Upstream, Dam of Peace

I. 서론

우리 나라의 시원상류는 대부분 해발 500m 이상의 지점에 위치하는 산간 계류로서 주로 1차 또는 2차 하천들이 여기에 해당되며, 이들은 다시

유사한 하천들이 모여 규모가 큰 하천이나 강(2~3차 하천)을 형성하는 게 보통이다¹⁾. 이들은 연중 낮은 수온 및 높은 용존산소를 보이며, 수중의 부착조류나 이끼류에 의한 광합성은 Canopy에 의해 간섭으로 하천의 중, 하류나 정체수역에 비해

비교적 낮은 빈영양 상태를 보인다²⁾.

일반적으로 부착조류의 분포는 서식환경의 특성에 따라 그들의 다양성이 결정된다. 계류수역에 서식하는 부착조류는 주로 하천의 경사, 유속, 하상의 지질 및 토양의 특성 등에 크게 영향을 받으며, 주변에서 유입되는 다양한 성상의 유, 무기물질에 의해 이들의 분포 및 현존량 등이 결정되는 게 보통이다^{3,4)}.

지금까지 국내에서 산간 계류수역의 부착조류에 대한 연구로는 칠갑산 및 계룡산⁴⁾, 임계댐 예정지⁵⁾, 월악산 및 주흘산⁶⁾, 계방산⁷⁾, 지리산⁸⁾과 본 조사수역과 인접한 인제, 양양 남대천⁹⁾ 등에서 수행되어 왔다. 급속한 산업화와 더불어 각종 용수량이 급증하고 있는 국내실정으로 보아, 지금도 하천의 상, 하류에 크고 작은 인공 댐을 많이 건설하고 있지만, 앞으로도 당분간 이러한 추세는 지속될 것으로 판단된다.

평화의 댐은 강원도 양구군 방산면 천미리와 화천군 화천읍 동촌리에 걸쳐 있는 댐으로 길이 410m, 높이 80m, 만수위 221.5m, 최대저수량 5억 9000만으로 파로호 상류에 위치한다. 국내 여느 댐과는 달리 북한에서 금강산댐을 건설함에 따라 붕괴시 예상되는 홍수를 예방하고 하류에 위치한 많은 댐들의 연속적인 붕괴를 방지하며 동시에 수도권에 원활한 상수원수를 공급하기 위하여 1988년에 1단계 공사가 시작되었으며, 현재는 2단계 증축 공사가 진행중이다. 본 지역은 지금까지 군사작전지대에 위치하고, 겨울동안 대부분 결빙되기 때문에 계류수역의 부착조류에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았으며, 우리나라 산간계류 수역 중 가장 북쪽에 위치하기 때문에 새로운 수역에 대한 생태연구로서 가치가 있다고 판단되었다.

본 연구는 평화의 댐 주변 하천에서 부착조류군집의 구조와 동태를 파악하기 위하여 종 조성, 현존량 그리고 각종 생태학적 지수 등을 밝히는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

조사는 2003년 4월부터 11월에 걸쳐 계절에 따라 평화의 댐 주변 계류하천을 대상으로 총 3회에

걸쳐 실시하였다. 담수조류의 채집은 하천의 폭, 하상의 특성을 고려하여 유속이 비교적 완만한 곳을 선택하여 하상에 있는 편평한 돌을 골라 상면부의 5cm×5cm의 부분을 제외한 나머지는 버리고 부드러운 솔을 이용하여 수세한 후 현장의 물을 이용하여 폴리에틸렌 용기(250ml)에 넣고 Lugol 용액으로 고정 후 Ice box에 보관하여 운반하였다. 또한 현장수를 채수병에 담고 동일 고정액으로 고정하여 실험실로 운반하고 즉시 침전하고 필요에 따라 과망간산칼륨 촉매하에 산처리하여 표본제작을 실시하였다. 조류의 분류 및 동정은 농축된 시료로부터 표본을 제작하여 광학현미경(Nikon, 1000배 이하)하에서 실시하였다. 분류체계는 Hirose *et al.*¹⁰⁾과 최와 김¹¹⁾을 따랐다. 또한 조류의 군집특성을 분석하기 위하여 모든 시료에 대해 동일한 방법으로 농축한 후, 농축된 시료 0.1ml을 취하여 Sedgwick Rafter Counting Chamber하에서 개체수를 산정하였다. 산정된 개체수를 근거로 하여 각 지점의 우점종 및 우점도 지수, 종 다양성 지수 및 균등도 지수를 산출하였다.

본 연구의 대상수역의 개황은 다음과 같다. 지점 W-1은 민간인 통제구역 부근에 위치한 곳으로 하상은 15~30cm정도의 자갈로 이루어져 있다. 지점 W-2는 지점 1에서 약 1Km 정도 떨어진 지점으로 주변에 식생이 잘 발달되어 있으며 하상은 지점 1과 유사하게 자갈과 30cm이상의 암석들로 이루어져 있다. 지점 3은 지점 2로부터 2km정도 떨어진 하류지점으로 지점 2와 다르게 하상이 크고 작은 자갈로 구성되어 있는 특성을 보이고 있다. 지점 4는 댐 방류수의 배출구에 위치한 곳으로써 배출수가 일시적인 소(沼)의 형태를 이룬 후 배출관을 통해 하천으로 빠져나가는 형태를 보이고 있다. 현장 조사시 댐 방류수가 배출되고 있었으며 조사시기마다 수량 차이를 보였다. 부착생물의 채집 및 조사는 배출수가 유입되는 주변부 하천에서 실시하였으며, 하상은 5~50cm 이상의 다양한 크기의 자갈과 모래로 이루어졌다. 지점 W-5는 댐 방벽 밑에 위치한 지점으로 중간에 도로의 개설과 댐 방벽으로 인하여 하천의 흐름이 원활하지 않아 하천수가 고여 있는 상태로 하천수가 매우 현탁한 상태를 보이고 있다. 하천의 하상은 유기물과 진흙

Table 1. Summary of freshwater algae in the upstream of dam of Peace, 2003

Class	Order	Subord.	Family	Subfam.	Genus	Species	Var.	Form.
Cyanophyceae	2		4		6	8		
Chlorophyceae	4		6		6	11		2
Bacillariophyceae	2	3	6	10	14	43	9	
Euglenophyceae	1		1		2	2		
Dinophyceae	1		1		1	1		
Total	10	3	18	10	29	65	9	2

으로 덮혀 있었으며 11월 조사에서는 하천 가장자리부분은 결빙되었다.

III. 결 과

3.1 부착조류의 분포 및 출현특성

본 조사기간동안 분류, 동정된 담수조류는 5강 10목 3아목 18과 10아과 29속 65종 9변종 2품종으로 총 76분류군이 출현하였다. 이 가운데 규조류가 52분류군이 출현하여 *전체 출현종의 68.4 %를 차지하였다. 녹조류는 13분류군, 남조류 8분류군이 출현하였고, 유글레나조류와 와편모조류는 각각 2분류군과 1분류군이 출현하였다 (Table 1, Appendix). 전체적으로 *Achnanthes*속, *Navicula*속, *Cymbella*속 등과 같이 전형적인 산간 계류 수역에 주로 출현하는 소형 부착성 규조류가 군집 구성원의 대부분을 차지하고 있으며, 지점 5에서 조사 시기에 따라 사상체 조류가 번성하였으며, 하계에 *Oscillatoria nigra*, 동계에 *Spirogyra weberii*가 특히 우점하는 양상을 보였다(Table 2, Appendix).

담수조류의 생물량은 총 $2,231 \times 10^4$ cells/1이 산정되었다. 각 분류군별로 살펴보면 규조류 $1,554 \times 10^4$ cells/1로 전체 생물량의 69.6%로 가장 많은 생물량을 보였다. 녹조류는 480×10^4 cells/1로 21.5%를 나타냈고, 남조류는 161×10^4 cells/1의 생물량을 보였다 (Appendix).

또한 정점별 출현종수를 보면, 여름철 조사에서 정점 2와 3이 36종으로 가장 많은 분류군이 출현하였고, 정점 5, 정점 4과 정점 1은 각각 33종, 30

종과 26종이 출현하였다. 추계 조사에서는 정점 4에서 가장 많은 36종이 출현하였고 정점 5가 33종으로 그 다음 순이었고 정점 1이 23종으로 하계 조사와 같이 가장 적은 분류군이 출현하였다. 추계 조사에서는 정점 2가 가장 많은 32종이 출현하였고 정점 5가 29종, 정점 1, 정점 3과 정점 4가 각각 26종, 24종과 22종이 출현하였다. 대체적으로 여름철 집중강우 전보다 후, 그리고 동계에 담수조류의 출현종이 감소하는 경향을 나타내었다 (Appendix).

3.2 우점종 및 군집지수

본 조사에서 1회 이상 제 1 또는 제 2우점종으로 나타난 분류군은 *Oscillatoria nigra*, *Navicula cryptocephala*, *Aulacoseira varians*, *Ulothrix subtilissima*, *Navicula pupla* var. *capitata*, *Scenedesmus ecornis*, *Cymbella affinis*, *Aulacoseira varians*, *Navicula gregaria*, *Navicula exigua* var. *capitata*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia sublinearis*, *Fragilaria capucina*, *Cymbellaminuta*, *Spirogyra weberi* 등 15분류군으로 나타났다. 정점 5를 제외한 나머지 정점들에서는 조사기간동안 일반적인 산간 계류하천에서 보이는 특성, 즉 빠른 유속에 잘 적응하며 서식하는 것으로 알려진 소형 부착규조류 *Navicula pupla* var. *capitata*, *Cymbella affinis*, *Navicula gregaria*, *Navicula exigua* var. *capitata*, *Navicula cryptocephala* 등이 절대적인 우세현상을 보였다. 이와 다르게 수역이 정체되는 특성을 보이는 정점 5의 경우에는 하계에 *Oscillatoria nigra*, 추계에

Table 2. Dominant species, dominant indices (DI), diversity indices (H') and evenness (J) of freshwater algal community in the upstream of dam of Peace, 2003

Season	Sites	1st and 2nd Dominant species	DI	H	J
Spring	1	<i>Navicula gregaria</i> - <i>Navicula exigua</i> var. <i>capitata</i>	0.228	2.006	0.32
	2	<i>Aulacoseira varians</i> - <i>Ulothrix subtile</i>	0.174	2.951	0.49
	3	<i>Navicula pupla</i> var. <i>capitata</i> - <i>Scenedesmus ecornis</i>	0.156	2.676	0.45
	4	<i>Cymbella affinis</i> - <i>Aulacoseira varians</i>	0.159	2.527	0.44
	5	<i>Oscillatoria nigra</i> - <i>Navicula cryptocephala</i>	0.197	2.79	0.47
Summer	1	<i>Nitzschia sublinearis</i> - <i>Aulacoseira varians</i>	0.201	2.231	0.71
	2	<i>Navicula gregaria</i> - <i>Navicula pupla</i> var. <i>capitata</i>	0.182	2.816	0.85
	3	<i>Scenedesmus ecornis</i> - <i>Navicula pupla</i> var. <i>capitata</i>	0.164	2.727	0.82
	4	<i>Cymbella affinis</i> - <i>Navicula cryptocephala</i>	0.133	2.645	0.74
	5	<i>Cymbellaminuta</i> - <i>Fragilaria capucina</i>	0.182	2.821	0.81
Autumn	1	<i>Navicula gregaria</i> - <i>Nitzschia sublinearis</i>	0.189	2.301	0.74
	2	<i>Navicula gregaria</i> - <i>Nitzschia sublinearis</i>	0.181	2.836	0.85
	3	<i>Navicula pupla</i> var. <i>capitata</i> - <i>Cymbellaminuta</i>	0.164	2.903	0.86
	4	<i>Cymbella affinis</i> - <i>Navicula cryptocephala</i>	0.178	2.632	0.71
	5	<i>Spirogyra weberi</i> - <i>Cymbellaminuta</i>	0.461	2.121	0.62

*Spirogyra weberi*가 특히 우점하는 등 출현특성을 나타내고 있었다(Fig. 1, Appendix).

출현종과 생물량을 근거로 한 생물학적 지수는 우점도지수 0.133-0.461, 종 다양성 지수 2.006-2.951, 균등도지수는 0.32-0.86으로 나타났다. 또한 Fig. 1에서와 같이 조사기간동안 우점한 주요 종들의 출현경향을 보면, *Spirogyra weberi*의 경우는 가을철에 지점 5에서만 집중적으로 출현한 반면, 규조류 *Aulacoseira varians*와 *Cymbella affinis*는 주로 봄과 여름에 걸쳐 거의 모든 정점에서 출현하였다 (Appendix).

IV. 고 찰

본 연구의 조사수역에서 출현된 담수조류의 출현종수 및 현존량은 만경강^{11, 12, 13}과 금강 등¹⁴)에 비하여 매우 낮았다. 특히 녹조류를 비롯한 다른 분류군에 비하여 규조류가 전체 출현종의 68%, 총

현존량의 69%를 차지하여 절대적인 우세를 보였으며¹⁵), 유글레나조류와 와편모조류는 각각 2종, 1종만이 출현하였다. 이는 다른 하천들에 비해 조사기간 동안 낮은 수온 및 영양조건을 보이며 하천 주변에 잘 발달된 식생에 의한 것으로 판단되었다.

본 조사에서 남조와 녹조의 단발적인 우점 현상을 제외하고는 규조류의 높은 출현율이 큰 특징으로 나타났는데, 김¹⁶)의 운장산 계류 조사와 유사하였다. 특히 규조 가운데 *Navicula gregaria*, *Navicula pupla* var. *capitata*는 모든 조사정점에서 고르게 출현하였고, *Cymbella affinis*와 *Cymbellaminuta* 등은 하계보다는 추계에 더 높은 출현을 보였다. 계류 하천에서 유속이 빠른 곳에서는 *Achnanthes*와 *Cocconeis*의 출현이 높고 느린 곳에서는 *Gomphonema*, *Synedra*, *Cymbella*와 같은 분류군들이 잘 서식하고 있는 것으로 보고되었는데¹⁷) 해발 고도가 높은 본 조사수역에서도 이와 매우 유사한 결과를 보였다. 특히 국내에서 해발고도가

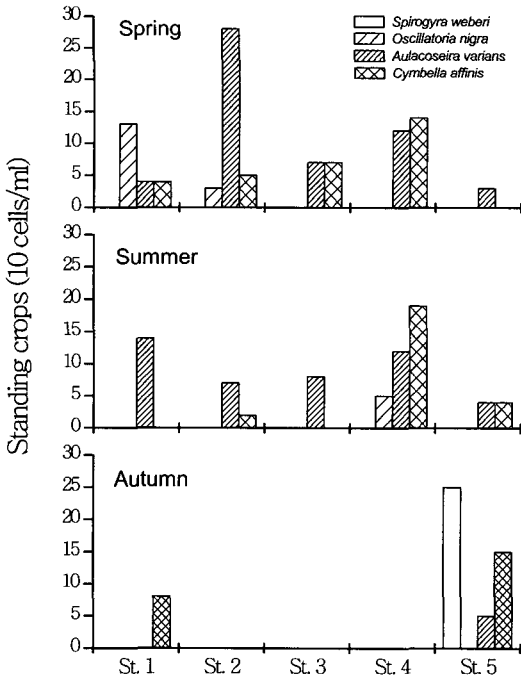


Fig. 1. Seasonal variation of major periphytons in the upstream of Dam of Peace, 2003.

높은 산간계류에서 녹조 *Scenedesmus*속의 출현은 이미 보고된 바 있으나¹⁶⁾, 이들은 주로 유기물의 유입에 의한 영향으로 본 조사에서는 조사수역이 전형적인 산간계류로서 외형적인 유기물의 유입은 알 수 없었으나, *Scenedesmus ecornis*와 같은 영양물질이 많은 수계에서 출현하는 식물플랑크톤이나 *Gomphonema sp.* 같은 부착조류가 출현하였다. 이는 인근의 군부대와 도로주변에 형성된 소형 주택시설로부터 유입된 유기물에 의한 영향으로 사료되기 때문에 청정한 수질유지를 위한 관리대책이 필요하다 하겠다.

정점별로 출현특성을 살펴보면, 다른 정점들은 전형적인 계류성 하천의 특징을 보이는 반면, 정점 5는 댐 방벽의 하부에 위치해 있어 수체의 흐름이 거의 정지되어 있는 특성을 보여 다른 정점들에서는 출현하지 않는 *Oscillatoria nigra*, *Spirogyra weberii* 등이 높게 출현하였는데, 이는 유속이 거의 없거나 흐름이 정지된 정점 특성에 기인한 출현 현상으로 판단되었다.

출현종수와 개체수를 근거로 하여 산출한 생물

학적 지수들의 경우, 본 조사에서는 우점도 지수가 추계에서 정점 5의 0.461을 제외하고는 최저 0.13, 최고 0.228와 종 다양성 지수 최저 2.006과 최고 2.951의 범위로 각 계절별, 정점별로 큰 변이는 일어나지 않고 다른 하천에서보다 매우 안정된 경향을 나타냈는데, 이는 해발 고도가 높고 산간에 위치해 있는 특성과 주변에 유기오염원이 거의 없는 환경지리적 특성에 기인한 결과로 판단되며, 수온과 수량의 계절적 변동에도 담수조류의 우점종이 소폭적으로 대체되면서 전체적인 군집에는 큰 영향을 미치지 않았던 것으로 사료되었다.

V. 결 론

2003년 1동안 계절별로 평화의댐 상류계류에서 서식하는 부착조류 군집조사를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 조사결과, 총 76 분류군이 동정 확인되었으며, 비록 현존량은 낮았지만 규조류와 녹조류가 가장 우점하였다.
2. 조사기간동안 가장 우점하였던 종은 규조류의 *Navicula gregaria*, *Nav. pupla* var. *capitata*로서 총 현존량의 11.7%, 8.9%를 각각 차지하였다.
3. 아우점종들은 녹조류의 *Scenedesmus ecornis*, *Spirogyra weberii*, 규조류의 *Cymbella affinis*, *C. minuta*, *Fragilaria capucina*, *melosira varians*, *Nav. cryptocephala*, *Nav. exigua* var. *capitata*, *Nav. gregaria*, *Nitzschia sublinearis* 등이었다.
4. 계절별로는 여름에는 *S. ecornis*와 *Oscillatoria nigra*가 우점한 반면, 가을에는 *C. minuta*, *F. capucina*, *Nitz. sublinearis*, 겨울에는 *Spirogyra weberii* 등이 각각 우점하였다.
5. 생물다양성에 의한 계류의 수질등급은 빈~중영양성으로 판정되었다.

참 고 문 헌

1. 정영호. 1985. 계곡생태계의 보호 계류의 식물성 플랑크톤. 자연보존 50: 12-15.
2. Fisher SG, Likens GE, 1973. Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: An integrative

- approach to stream ecosystemmetabolism. Ecol.monogr. 43:421-439
3. Hynes HBN, 1970. The ecology of running waters. Liverpool Univ. Press p.555
 4. Wetzel RG, 1983. Limnology. 2nd Ed. Saunders Coll. Publ., Philadelphia. p. 860
 5. 정영호, 이 경, 1980. 칠갑산 및 계룡산 계류수역의 식물성플랑크톤, 한국자연보존협회 조사보고서 17:171-183
 6. 조규송, 1978. 임계댐 축조예정지역내 하천수의 부착조류에 의한 수질판정, 한국자연보존협회 조사보고서 13:155-161
 7. 정영호, 1979. 월악산 달천 및 주흘산 조영천의 식물성플랑크톤, 한국자연보존협회 조사보고서 15:173-195
 8. 김도한, 정준, 1982. 구례군 일대의 담수조류에 대하여. 경북대 자연과학 논문집 1:29-40
 9. 정영호, 이 경, 1983. 지리산 피아골 계류수역의 생물군집구조에 관한 연구, 한국자연보존협회 조사보고서 21:137-142
 10. 정영호, 이 경, 1983. 양양 남대천 수역의 식물성플랑크톤에 대한 분류와 구계, 한국육수학회지 16:1-11
 11. 최민규, 김백호, 1994. 상수원의 오염에 대한 식물플랑크톤의 오수생물학적 연구 만경강 상류하천 및 저수지를 중심으로, 한국환경생물학회지 12:151-174
 12. 정연태, 김백호, 최민규, 위인선, 1992. 만경강 하계의 담수조류군집에 대한 생태학적 연구. 한국육수학회지 25:257-283
 13. 정연태, 김백호, 최민규, 위인선, 이종빈, 1996. 수질오염판정을 위한 기법개발 (I). 부착조류 군체화에 미치는 기질 특이성 연구, 한국환경생물학회지 14:96-111
 14. 조현실, 김준태, 부성민, 1995. 금강수서생태계의 구조와 기능에 관한 연구, 충남대 환경보고, 31:92-105,
 15. Sze P, 1993. A biology of the algae. Wm C. Brown Co. p.269,
 16. 김백호, 최민규, 정연태, 이종빈, 위인선, 길봉섭, 1998. 운장산 계류의 식물플랑크톤 종류상과 계절변동, 한국환경생물학회지, 16:383-390
 17. Patrick R, 1977. Ecology of freshwater diatoms and diatom communities. In Werner D. (Ed.): The biology of diatoms. Botmonogr, 1:284-332

Appendix. The list and standing crop of epilithic periphyton communities in the upstream of dam of Peace, 2003

Species	Spring					Summer					Autumn				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Merismopedia elegans</i>					3					2	2				
<i>Calothrix fusca</i>		6			3	2					3				
<i>Anabaena affinis</i>							9				2				
<i>Oscillatoria curviceps</i>			2		2			6							5
<i>O. nigra</i>	12	3								5					
<i>Phormidium dimorphum</i>			2			6									5
<i>Phormidium pachydermaticum</i>		2													4
<i>Lyngbya aerugineo coerulea</i>	3	4			+	2				5					
<i>Cyclotella stelligera</i>			8		7	5	6	3				2		3	
<i>Aulacoseira varians</i>	1	25	2	11	2	17	7	6	5	6					3
<i>A. distans</i> var. <i>alpigena</i>								5	4			3			

Species	Spring					Summer					Autumn				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>A. granulata</i>				4							2	8			
<i>A. italica</i>		4		2						5				5	8
<i>Fragilaria crotonensis</i>	7	3	5				6	4	3	13	4	7	2	6	4
<i>F. construens</i>	6		5	5	3		3	8	4		3	5		7	
<i>F. var. gracilis</i>		1	5			12			5	2		8	2		
<i>F. vaucheriae</i>	5	5	3	3	6				3	3		9		5	5
<i>F. vaucheriae</i> var. <i>capitellaea</i>			2	2		2		7	7	3		5			
<i>Synedra acus</i>	5		4	2	2		5	5		5	3	4	2	4	5
<i>S. delicatissima</i>	2	2		2	1	4	5		2		5	3			
<i>S. ulna</i>			4		3	2	7	3	2	4	2			6	6
<i>Meridion circulare</i>			4	5		5		4	6	5		4	8	7	
<i>Tabellaria fenestrata</i>		4	7			2	8	6	5	9		6	6		5
<i>Achnanthes exigua</i>	3	4	3			2	7	8	2		2	5	5	8	
<i>A. lanceolata</i>	6	5	2	4	4		7	1			6	2			
<i>A. minutissima</i>	8	2	1		6	5	2	2	5		4	2	4		
<i>A. subhudsonia</i> var. <i>kraeuselli</i>				4		6		3	3	2		2		2	4
<i>Cocconeis placentula</i>		5	5	3		2	4		7		5	3	5		
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i>		8	2	2		5	6	3	3		3	4		5	
<i>Cymbella affinis</i>	5	5	3	16			5		21	5	5			16	
<i>C. aspera</i>		9	4	5	5			4	2	4		3	6		5
<i>C. delicatula</i>			6	4	4					3	3	4			3
<i>C. cistula</i>		6				4	3		5		4		4	2	
<i>C. japonica</i>		3		3			5	5	6		5		3	3	
<i>C. lacustris</i>			8	2					4	2		3			
<i>C. leptoceros</i>		6			3			5				8	2	4	
<i>C. minuta</i>	4	2	9			7	6		5	17	4		11		12
<i>C. minuta</i> var. <i>silesiaca</i>	9	2	3			2		7	6		6	7		5	
<i>C. tumida</i>			5	2	2	5			3				5		
<i>C. ventricosa</i>		2					4	2		2		6	7		
<i>Gomphonema parvulum</i>	2		2		4				2	3	3				
<i>G. acuminatum</i>	2			4	2										5
<i>G. clevei</i>		8	4				5			3		4	4		
<i>Navicula cryptocephala</i>	13	5	2	3				12	18				5	10	
<i>Navicula exigua</i> var. <i>capitata</i>		4	3		15	3		5			5	5			

Species	Spring					Summer					Autumn				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>N. gregaria</i>	10			5	20	18					16	19	5		
<i>N. lanceolata</i>		6		5		2	2	7		2		2	3		2
<i>N. stroemii</i>	5			4	2					6	3	4		2	
<i>N. pupla</i> var. <i>capitata</i>	3	3	17				11		2				20		
<i>N. secura</i>	3		2	2	3			3		2		5			
<i>N. tenelloides</i>															8
<i>N. symmetrica</i>			3	2	4		4					3	7		7
<i>Gyrosigma spencerii</i>				7		6					4		6	3	
<i>Nitzschia frustulum</i>				4							8				
<i>N. palea</i>	2		3	8	4		6				6		6		
<i>N. sublinearis</i>		5	6	5	5	17	5			3	15	12		2	
<i>Surirella ovata</i>			2	3	3				4		3				
<i>S. tenera</i>		6		2						4					
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	4		5		2				3	7					
<i>S. acus</i>		7							2			4		8	4
<i>S. acutus</i> f. <i>alternans</i>			5					9							
<i>S. acutus</i> f. <i>costulatus</i>				5					4	7		5			
<i>S. ecornis</i>		5	12		3			25	6						
<i>S. incrassatulus</i>							3			8					
<i>S. quadricauda</i>		2						2	5	5					
<i>Ulothrix subtilissima</i>	9	5										7			
<i>U. zonata</i>										3					
<i>Cosmarium furcatospermum</i>					2										
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>		2								5					
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	2														5
<i>Trachelomonas amata</i>					4										
<i>Euglena acutissima</i>															2
<i>Peridinium archicum</i>					4										