

# 임진강 수계의 식물플랑크톤 군집의 계절적 변화

이 경\* · 윤 숙 경

(가톨릭대학교 생명과학부, 부천 420-743)

Seasonal Changes of the Phytoplankton Community 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 five stations in the Imjin River. A total of phytoplankton were composed of 193 taxa, belonging to 5 divisions, 145 species, 28 varieties, 1 form, 19 unidentified species. Of those, the diatoms and green algae were present during the investigation periods more frequently than the other taxa. The phytoplankton standing crops varied from  $89 \times 10^3$  cells/l at station 1 in October 2000 to  $8,825 \times 10^3$  cells/l at station 3 in April 2001. Throughout the investigation periods, at station 1, there was low in the size of phytoplankton standing crops at large. Otherwise, at station 2, station 3 and station 4, we could see the maximum of phytoplankton standing crops in July 2000 and then phytoplankton standing crops decreased and it reached to the minimum in January 2001, and after then, it increased again. But exceptionally, we could see the maximum of phytoplankton standing crops in April at station 3. And also, at station 5, we could see the similar variation pattern of phytoplankton standing crops at station 2, station 3 and station 4 with a little differences in seasonal variation pattern of phytoplankton standing crops. The major dominant species were *Achnanthes minutissima*, *Anabaena* sp., *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. granulata* v. *angustissima*, *Cymbella affinis*, *Cylindrotheca closterium*, *Diatoma vulgare*, *Merismopedia glauca*, *Stephanodiscus hantzschii* f. *tenuis*.

**Key words :** Phytoplankton, Standing crops, Imjin River

## 서론

함경남도 마식령 산맥의 덕원에서 발원하여 남쪽으로 흐르는 임진강은 휴전선을 관류하여 경기도 전곡에서 한탄강과 합류되며, 경기도 파주시 탄현면 성동리 부근에서 한강과 합류하여 서해로 유입되는 강으로, 하구수역은 남북의 경계선이기도 하다. 임진강 길이는 총 254 km로 남과 북을 합쳐 7번째로 큰 강이며, 임진강 수계의 전체 유역 면적은 8,117 km<sup>2</sup>이고 이 가운데 62.9%

인 5,108.9 km<sup>2</sup>의 유역은 북한 지역에 위치하고 나머지 3,008.6 km<sup>2</sup>은 남한에 위치해 있다. 북한에 위치한 수역을 제외한 나머지 수역만 보더라도 한반도 남쪽 5대 강 가운데 하나인 영산강 유역(3,300 km<sup>2</sup>)과 유사한 규모이다(이, 1997). 임진강 수계는 이러한 방대한 유역을 갖고 있으나, 많은 유역이 한반도 북쪽에 위치하고 있으며, 군사상 문제로 민간인 출입이 제한되는 민통선(The Civilian Passage Restriction Line) 구역 내에 속하는 지역이 많고, 비무장지대(DMZ: Demilitarized Zone)에 인접해 있어 연구 수행이 어려운 지역이다.

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

국내의 주요 수계에서 식물플랑크톤 군집에 대한 연구로는 한강 수계에서 정 등(1965)에 의한 “한강의 Microflora에 관한 연구(제 1 보)”를 시작으로 근간에 Lee and Yoon(1996), 이와 장(1997) 및 김(1998)에 의한 연구가 있으며, 금강(Shim and Yang, 1982; 정 등, 1985; 김 등, 1996; 오, 1998; Mun *et al.*, 2001), 낙동강(김과 이, 1996; 신과 조, 1999), 영산강(김 등, 1987; 김과 최, 1988; Choi *et al.*, 1985; Choi, 1988) 및 섬진강(이와 윤, 1999) 등에서 수행된 것이 있다.

본 연구는 경기도 연천군 및 파주시 일대에 걸쳐 흐르는 임진강 수계를 대상으로 수중 생태계의 저차 생산 구조를 담당하고 있는 식물플랑크톤의 현존량과 Chlorophyll-*a* 양, 군집의 종조성 및 우점종 등을 조사하여 계절적 변동에 따른 식물플랑크톤 군집의 생태학적 변화를 알아보고자 한다.

## 재료 및 방법

임진강 수계의 5개 정점에서 2000년 7월부터 2001년 4월까지 총 4회에 걸쳐 계절별로 이화학적 환경요인을 측정하였고 식물플랑크톤 시료를 채집하였다.

정점 1은 연천군 군남면 북삼리 북삼교에 위치한다. 수색은 맑은 황갈색이며 하상은 10~50 cm의 돌과 잔 자갈, 모래흙 등으로 되어있다. 유속은 느린 편이고 키가 낮은 수생식물이 물가에 자라고 있다. 정점 2는 연천군 미산면 삼화리 삼화교에 위치한다. 수색은 맑은 황갈색이며 하상은 10~30 cm의 돌과 잔 자갈로 되어있다. 유속은 빠른 편이며 물가 주위에 돌과 자갈이 넓게 깔려 있다. 정점 3은 파주시 적성면 두지리 장남교에 위치한다. 수색은 탁한 황록색이며 하상은 10~20 cm의 돌과 잔 자갈, 모래흙 등으로 되어있다. 유속은 빠른 편이며 물가에 돌과 잔 자갈이 넓게 깔려 있다. 정점 4는 파주시 파평면 임진리 군부대 내의 임진나루터에 위치한다. 수색은 매우 탁한 황록색이며 하상은 모래흙으로 되어있다. 유속은 느린 편이며 물비린내가 심하게 났다. 정점 5는 파주시 장단면 거곡리의 나루터에 위치한다. 수색은 탁한 연회색이며 하상은 매우 고운 진흙으로 되어있다. 유속은 느린 편이며 수생식물이 물가에 자라고 있다 (Fig. 1).

이화학적 요인 중 기온 및 수온은 봉상수온도계로 현장에서 측정하였고 pH는 Portable pH meter (Hanna HI9024, Hanna Instruments, Italy)로 현장에서 측정하였으며 용존산소량, 전기전도도 및 염분도는 Portable

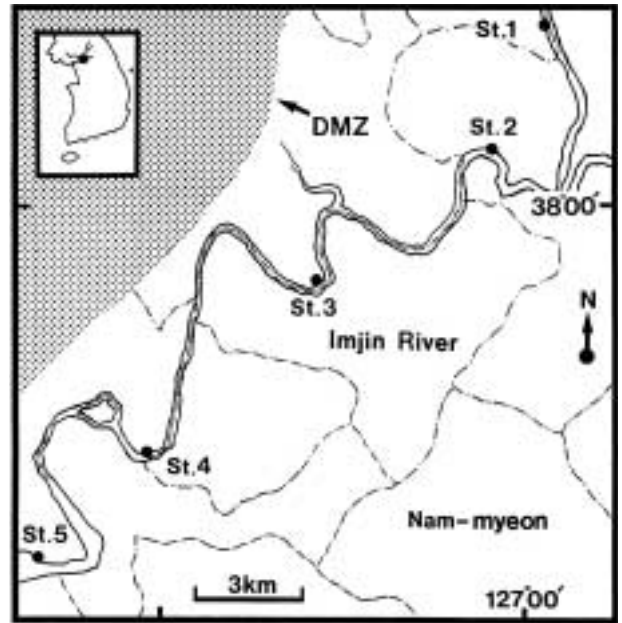


Fig. 1. Map showing the investigated stations in the Imjin River.

meter (YSI 85, YSI Incorporated, USA)로 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* 양의 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), Tomas (1997) 등을 참조하였으며, 돌말류를 제외한 조류의 동정에는 Prescott (1962), Hirose *et al.* (1977), Hindák (1977, 1980, 1884, 1988, 1990) 등을 참조하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 이화학적 환경요인

임진강 수계의 5개 정점에서 측정된 이화학적 환경요

**Table 1.** The physicochemical factors in the Imjin River.

Station	Time	Temperature (°C)		pH	DO (mg/l)	Conductivity (µs/cm)	Salinity (%)	Date
		Air	Water					
1	19:40	21.3	29.0	8.3	15.2	136.6	0.1	1st Aug. 2000
2	16:45	31.0	29.8	8.0	15.3	314.3	0.1	28th Jul. 2000
3	12:00	28.5	33.0	7.8	14.8	219.0	0.1	"
4	10:30	31.0	28.5	7.2	12.3	197.5	0.1	"
5	10:10	28.0	27.3	6.8	3.3	1856.0	0.9	1st Aug. 2000
1	18:40	9.0	12.0	8.1	9.7	-	-	28th Oct. 2000
2	17:34	10.7	13.0	8.5	10.5	-	-	"
3	14:50	15.3	13.5	8.1	10.0	-	-	"
4	11:30	13.0	14.0	7.7	8.9	-	-	"
5	10:50	13.0	15.0	7.3	6.8	-	-	"
1	15:00	-2.0	0.3	7.3	14.2	88.6	0.1	28th Jan. 2001
2	13:50	-2.0	0.2	7.3	12.6	165.8	0.1	"
3	16:30	0.0	0.0	7.1	12.4	145.1	0.1	27th Jan. 2001
4	12:40	5.3	1.0	7.1	11.7	179.9	0.2	"
5	11:00	2.5	0.1	7.2	10.3	1907.0	1.8	"
1	14:10	28.2	19.0	7.8	10.1	112.9	0.1	29th Apr. 2001
2	13:00	22.5	18.2	8.1	10.6	371.3	0.2	"
3	16:20	22.6	17.5	8.7	14.3	335.3	0.2	28th Apr. 2001
4	12:35	22.5	16.3	7.9	8.9	511.0	0.3	"
5	11:05	22.3	16.0	6.8	4.5	-	-	"

- : not detected

인의 결과는 다음과 같다 (Table 1).

기온 및 수온은 조사시간과 채집 시간 및 조사 정점에 따른 변화를 나타내었다. 기온은 2001년 1월 정점 1과 정점 2에서  $-2.0^{\circ}\text{C}$ 로 최저였으며, 2000년 7월 정점 2와 정점 3에서  $31.0^{\circ}\text{C}$ 로 최고였다. 수온은 2001년 1월 정점 3에서  $0.0^{\circ}\text{C}$ 로 최저였으며, 2000년 7월 정점 3에서  $33.0^{\circ}\text{C}$ 로 최고였다. 겨울철에 낮고 여름철에 높은 일반적인 현상은 기온의 변화와 일치하였다. pH는 2000년 8월에 정점 5와 2001년 4월 정점 5에서 6.8로 최저였으며, 2001년 4월 정점 3에서 8.7을 최고로 전체적으로 중성 내지는 약알칼리성의 범위를 나타내었다. 국내의 주요 수계에서 조사된 pH값과 비교해 보면 한강(김, 1996; 한 등, 1997), 낙동강(김과 이, 1996), 섬진강(이와 윤, 1999) 등과 유사하였으며 약산성에서 알칼리성 범위인 영산강(Choi *et al.*, 1985; 김 등, 1987) 및 금강(정 등, 1985; 임 등, 2000)과는 다소 차이가 있었다.

용존산소 (DO: Dissolved Oxygen)는 2000년 8월 정점 5에서  $3.3\text{ mg/l}$ 로 최저였으며, 2000년 7월 정점 2에서  $15.3\text{ mg/l}$ 로 최고였다. 정점별로 보면, 정점 1, 정점 2 및 정점 3에서 비교적 높게 나타났으며 정점 4 및 정점 5에서 낮게 나타나 중류수역에서 하류수역으로 갈수록 용존산소가 낮게 나타났으며 한강 수계(한 등, 1997)와

유사한 경향을 보였다. 용존산소의 계절적 변화는 여름철 및 겨울철에 다소 높았고 봄철 및 가을철에는 비슷한 수치를 보여, 여름철에 낮게 나타나고 겨울철에 높게 나타나는 여타 다른 수계(Choi *et al.*, 1985; 김 등, 1987; 신과 조, 1999; 임 등, 2000)의 일반적인 변이 양상과는 차이가 있었다. 높은 수온의 영향으로 낮은 용존산소 수치를 나타내는 일반적인 양상과는 달리 여름철에 높은 수치를 기록한 것은 강한 바람(태풍 볼라벤, 2000년 7월 25일~8월 1일, 기상청 자료)으로 인해 대기로부터 재폭기 되는 산소의 양이 많아졌기 때문으로 추정되며, 하루 중 15~18시 사이에 높게 측정되는 일 변화의 영향도 작용했을 것으로 사료된다(신과 조, 1999). 또한 수중에서 식물플랑크톤의 왕성한 광합성도 작용했을 것으로 보인다(임 등, 2000).

전기전도도(Conductivity)는 2000년 10월 전 정점 및 2001년 4월 정점 5에서 기기 이상으로 측정이 불가하였다. 이를 제외하고 2001년 1월 정점 1에서  $88.6\text{ }\mu\text{s/cm}$ 로 최저였으며, 2001년 1월 정점 5에서  $1,907\text{ }\mu\text{s/cm}$ 로 최고였다. 정점별 평균치는 정점 1에서  $112.7\text{ }\mu\text{s/cm}$ 로 가장 낮았고 정점 2, 정점 3 및 정점 4에서  $233.1\sim 296.1\text{ }\mu\text{s/cm}$ 로 비교적 높았으며 정점 5에서  $1,881.5\text{ }\mu\text{s/cm}$ 로 가장 높게 나타나 정점에 따른 뚜렷한 차이를 볼 수 있

었다. 다른 수계와 비교해 보면, 금강(임 등, 2000)은 본류에서 65~370  $\mu\text{s/cm}$  범위로 평균 218  $\mu\text{s/cm}$ 의 값을 나타내어 본 조사의 중간 정점(정점 2~4)과 유사하였으며, 영산강(김 등, 1987)은 87~800  $\mu\text{s/cm}$  위로 평균 상류에서 273~324  $\mu\text{s/cm}$ , 하류에서 457~528  $\mu\text{s/cm}$ 로 나타나 하류에서 값에 차이가 있을 뿐 상류수역에서 중·하류수역으로 갈수록 높은 값을 나타내는 양상은 유사하였다.

염분도(Salinity)는 2000년 10월 전 정점 및 2001년 4월 정점 5에서 기기 이상으로 측정이 불가하였다. 이를 제외하고 최저 0.1%에서 최고 1.8%의 범위를 나타내었다. 다른 수계와 비교해 보면, 0.0~1.6%의 범위를 나타낸 영산강(김 등, 1987)과 유사하였으며, 약 0.5~20.0%의 범위를 나타낸 낙동강 하구수역(김과 이, 1998) 보다는 낮았으나, 상류수역에서 중·하류수역으로 갈수록 염분도가 높아지는 일반적인 양상을 볼 수 있었다.

## 2. Chlorophyll-a

임진강 수계의 Chlorophyll-a 양은 2000년 10월 정점 1에서 0.13  $\text{mg/m}^3$ 로 최저였으며, 2001년 4월 정점 3에서 54.96  $\text{mg/m}^3$ 로 최고치를 보여 식물플랑크톤 현존량의 계절적 변화와 일치하였다(Fig. 2). 다른 수계와 비교해 보면, 0.12~11.32  $\text{mg/m}^3$ 의 범위를 나타낸 영산강(Choi, 1988) 보다는 높았으며, 금강에서는 중류에서 하류로 갈수록 Chlorophyll-a 양이 증가하는 양상(임 등, 2000)을 보였으나, 본 조사 수역에서는 정점 1에서 평균 0.47  $\text{mg/m}^3$ 로 가장 낮았고 중간 정점(정점 2~4)에서 평균 11.79~22.69  $\text{mg/m}^3$ 이었으며, 하류수역인 정점 5에서 평균 9.94  $\text{mg/m}^3$ 로 중류에서 더 높게 나타나 차이를 보였다.

## 3. 식물플랑크톤 종조성 및 현존량

총 출현한 식물플랑크톤은 193종류였으며 이들의 구성을 보면 5문에 속하는 145종, 28변종, 1품종, 19미등정종으로 구성되었다(Appendix 1). 출현종류 중, 돌말류는 *Achnanthes minutissima*, *Aulacoseira granulata*, *A. granulata v. angustissima*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *C. minuta*, *C. silesiaca*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *N. kotschyi*, *N. pupula v. capitata*, *N. rhynchocephala*, *Nitzschia intermedia*, *Stephanodiscus hantzschii f. tenuis*, *Synedra acus*, *S. ulna* 등 18종류의 출현이 빈번하였으며, 녹조류는 *Kirchneriella arcuata*,

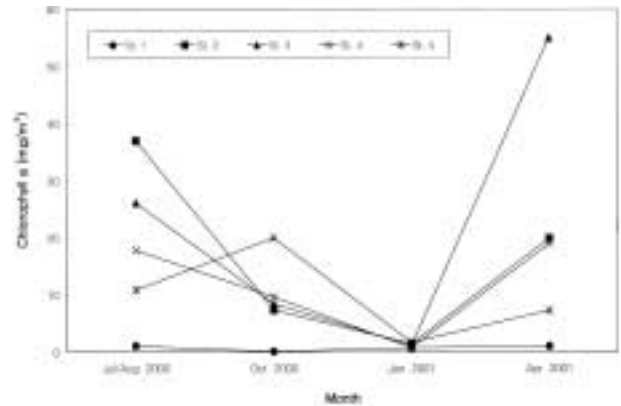


Fig. 2. Seasonal changes of chlorophyll-a concentration of phytoplankton in the Imjin River.

*Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus quadricauda*, *S. spinosus*, *S. subspicatus*, *Schroederia setigera* 등 6종류의 출현이 빈번하였다. 그 외에 남조류인 *Merismopedia punctata*와 유글레나류인 *Euglena proxima*의 출현도 빈번하였다.

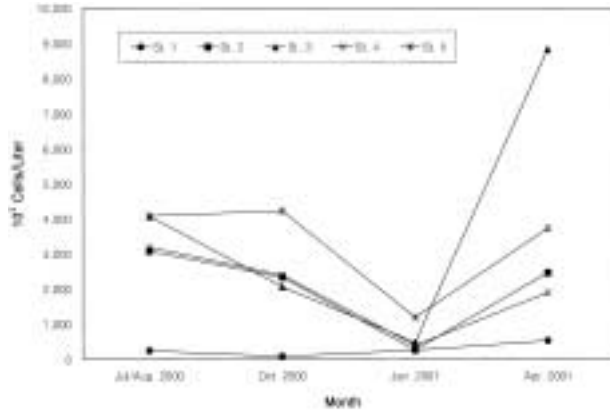
출현종류 수는 2000년 7월 정점 2에서 56종류로 가장 많이 출현하였고 2001년 4월 정점 4에서 9종류로 가장 적게 출현하였다(Table 2). 계절별로는 하계에 가장 많이 출현하였으며 동계에 비교적 적은 수가 출현하였다. 정점별로는 정점 2에서 출현종류 수가 가장 많았으며 정점 1 및 정점 3에서도 비교적 많은 수가 출현하였다. 정점 4에서는 하계와 추계에 많은 수가 출현하였으나 동계와 춘계에는 정점 5와 더불어 출현종류 수가 적게 나타났으며 정점 5는 조사시기 전반에 걸쳐 20종류 미만의 적은 수가 출현하였다.

총 출현한 193종류 중 돌말류는 104종류(53.9%)로 가장 높은 출현종류 수를 나타내었으며, 그 다음으로 녹조류가 64종류(33.1%)로 높았다. 그 외 남조류는 9종류(4.7%), 유글레나류는 8종류(4.1%), 황갈조류는 5종류(2.6%), 와편모조류는 3종류(1.6%)의 순으로 조사되었다.

식물플랑크톤 현존량은 2000년 10월 정점 1에서  $89 \times 10^3$  cells/l로 최저였으며, 2001년 4월 정점 3에서  $8,825 \times 10^3$  cells/l로 최대였다(Fig. 3). 식물플랑크톤 현존량의 정점별 및 계절별 변화는 정점 1에서 8월부터 10월까지 감소하였다가 1월에 다시 증가하여 4월에 가장 높은 현존량을 나타내었으나 전 조사기간 동안 전반적으로 낮은 값을 나타내었다. 정점 2, 정점 3 및 정점 4에서는 7월에 높은 현존량을 나타내다가 10월까지 점차 감소하여 1월에 가장 낮은 현존량을 나타내고 4월에 다

**Table 2.** The species numbers of phytoplankton observed in the Imjin River.

Month \ Station	1	2	3	4	5
Jul./Aug. 2000	34	56	37	51	14
Oct. 2000	28	41	36	30	12
Jan. 2001	30	29	28	15	17
Apr. 2001	29	37	28	9	13



**Fig. 3.** Seasonal changes of standing crops of phytoplankton in the Imjin River.

시 크게 증가하는 상호 유사한 변이 양상을 나타내었다. 그러나 정점 3에서는 4월에 다른 정점과는 달리 매우 높은 현존량을 나타내었다. 임진강 하류수역인 정점 5는 8월부터 현존량이 점차 증가하여 10월에 가장 높았으며 1월에 매우 감소하고 다시 4월에 현존량이 증가하여 정점 2, 정점 3 및 정점 4와는 약간의 차이가 있었으나 대체로 유사하였다. 국내의 주요 수계에서 조사된 현존량 값과 비교해 보면, 섬진강(이와 윤, 1999) 및 낙동강(김과 이, 1996) 보다 크게 나타났으며 한강(이와 장, 1997; 김, 1998) 보다는 적게 나타났다.

식물플랑크톤 군집 현존량의 10% 이상을 차지하는 우점종은 *Achnanthes minutissima*, *Anabaena* sp., *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. granulata* v. *angustissima*, *Coscinodiscus joneasianus*, *Cymbella affinis*, *Cylindrotheca closterium*, *Diatoma vulgare*, *Merismopedia glauca*, *Stephanodiscus hantzschii* f. *tenuis* 등 11 종류였다 (Table 3). 2000년 10월 정점 4에서 돌말류인 *Stephanodiscus hantzschii* f. *tenuis*가 84.3%로 최고의 점유율을 나타내었으며 2000년 10월 정점 5에서 돌말류인 *Aulacoseira granulata*가 79.7%, 2001년 4월 정점 2에서 돌말류인 *Achnanthes minutissima*가 78.5%의 점유율로 나타나 매우 높은 우점율을 나타내었다. 그 외에

**Table 3.** The seasonal changes of the dominant species in the Imjin River.

(unit: 1,000 cells/l)

Taxa	Station 1		Station 2				Station 3				Station 4				Station 5					
	Month	Aug. Oct.	Jan. Apr.	Jul. Oct.	Jan. Apr.	Jul. Oct.	Jan. Apr.	Jul. Oct.	Jan. Apr.	Jul. Oct.	Jan. Apr.	Aug. Oct.	Jan. Apr.	Aug. Oct.	Jan. Apr.					
<i>Achnanthes minutissima</i>	37 (15.0%)	10 (11.2%)	- 149 (27.9%)	- -	33 (12.0%)	492 (78.5%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	133 (51.0%)	- -	137 (49.8%)	- -	375 (78.1%)	- -	223 (56.5%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>Aulacoseira ambigua</i>	-	-	-	1547 (50.2%)	- -	1784 (43.8%)	- -	1810 (56.8%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>A. granulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2133 (52.2%)	3368 (79.7%)	340 (28.6%)	828 (22.2%)			
<i>A. granulata</i> v. <i>angustissima</i>	-	-	-	312 (10.1%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>Coscinodiscus joneasianus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	966 (25.9%)				
<i>Cymbella affinis</i>	-	16 (18.0%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>Cylindrotheca closterium</i>	-	-	134 (25.0%)	- -	- -	- -	964 (10.9%)	- -	288 (15.2%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	37 (14.2%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-	-	54 (11.3%)	- -	148 (37.5%)	- -	- -	- -	- -	- -	- -					
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> f. <i>tenuis</i>	-	-	-	-	1432 (61.4%)	627 (25.5%)	697 (17.1%)	1422 (68.9%)	3856 (43.7%)	322 (10.1%)	2018 (84.3%)	- -	- -	- -	- -					
Total standing crops	246	89	261	535	3079	2334	275	2462	4070	2063	480	8825	3187	2394	395	1892	4089	4227	1190	3727

남조류인 *Anabaena* sp.가 2001년 1월 정점 1, 정점 3 및 정점 4에서 50% 이상의 높은 우점율을 나타내었다. 계절적으로 동계를 제외한 조사 시기 전반에 걸쳐 돌말류가 우점종 중 높은 점유율을 나타내었다. 또한 전반적으로 *Cymbella*속, *Euglena*속, *Navicula*속, *Nitzschia*속, *Scenedesmus*속, *Synedra*속에 속하는 종류들이 빈번하게 출현하였으며, 특히 돌말류 중 *Navicula*속에서 20종류로 출현종류 수가 가장 많았다. 이러한 돌말류의 우세한 출현은 한강의 하류수역(이와 장, 1997), 영산강(김과 최, 1988) 및 섬진강(이와 윤, 1999)에서 보여지는 양상과 유사하였으나, 한강의 중류수역(김, 1996; 김, 1998), 낙동강(김과 이, 1996) 및 금강(김 등, 1996) 등에서 녹조류가 가장 우세하게 출현하여 다른 양상을 나타내었다.

## 적 요

임진강 수계의 5개 정점을 대상으로 이화학적 환경요인 및 식물플랑크톤에 대한 조사가 2000년 7월부터 2001년 4월까지 4회 계절별로 실시되었다. 총 출현한 식물플랑크톤은 5문에 속하는 145종, 28변종, 1품종, 19 미동정종으로 총 193종류였다. 조사 시기 전반에 걸쳐 돌말류와 녹조류의 출현빈도가 높게 나타났다. 식물플랑크톤 현존량은 2001년 4월 정점 3에서  $8,825 \times 10^3$  cells/l의 최고치를 나타내었으며 2000년 10월 정점 1에서  $89 \times 10^3$  cells/l의 최저치를 나타내었다. 정점 1에서는 전 조사기간 동안 식물플랑크톤 현존량 크기가 전반적으로 낮았다. 한편 정점 2, 정점 3 및 정점 4에서는 7월에 최고치를 보이다가 점차 감소하여 1월에 최저치를 나타내었다가 4월에 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 정점 3에서는 4월에 다른 정점과는 달리 예외적으로 매우 높은 식물플랑크톤 현존량 크기를 볼 수 있었다. 정점 5에서는 정점 2, 정점 3 및 정점 4에서의 계절별 변이 양상과는 약간의 차이를 나타내었으나 대체로 유사한 경향을 나타내었다. 주요 우점종으로는 *Achananthes minutissima*, *Anabaena* sp., *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. granulata* v. *angustissima*, *Coscinodiscus joneasianus*, *Cymbella affinis*, *Cylindrotheca closterium*, *Diatoma vulgare*, *Merismopedia glauca*, *Stephnodiscus hantzschii* f. *tenuis* 등을 볼 수 있었다.

## 인 용 문 헌

- 김광용, 최철일. 1988. 영산호의 식물플랑크톤 현존량. 한국조류학회지 3: 183-192.
- 김용재. 1996. 팔당호의 식물 플랑크톤 군집의 생태학적 고찰과 지표종을 이용한 영양단계 평가. 한국육수학회지 29: 323-345.
- 김용재. 1998. 팔당댐호의 식물플랑크톤 군집의 생태적 특성. 한국육수학회지 31: 25-234.
- 김용재, 이정호. 1996. 낙동강 수계의 6개 댐호의 식물 플랑크톤 군집구조 비교. 한국육수학회지 29: 347-362.
- 김원진, 이혜주. 1998. 낙동강 하구의 환경요인 및 미생물 분포. 한국육수학회지 31: 25-31.
- 김준태, 박유라, 조현실, 부성민. 1996. 금강 수계에서 식물플랑크톤의 군집 구조. 한국육수학회지 9: 187-195.
- 김철수, 박정양, 송태곤. 1987. 영산호 수질의 이화학적 특성. 목포대학교 연안환경연구소 연안환경연구 4: 109-117.
- 신재기, 조정제. 1999. 낙동강 하구에서 환경요인과 담수조류의 일변화. 한국육수학회지 32: 341-348.
- 오인혜. 1998. 대청호의 생태학적 연구(-'97). 한국육수학회지 31: 79-87.
- 이 경, 윤숙경. 1999. 섬진강 중류 수역에 있어서 식물플랑크톤과 부착조류 군집의 계절적 변화. 한국육수학회지 32: 319-330.
- 이진환, 장 만. 1997. 한강하류의 환경학적 연구 II. 식물플랑크톤의 동태. 한국육수학회지 30: 193-202.
- 이형석. 1997. 한국의 강. 홍익제, 서울.
- 임창수, 신재기, 조정제. 2000. 금강 중·하류의 오염양상과 수질평가. 한국육수학회지 22: 51-60.
- 정영호, 심재형, 이민재. 1965. 한강의 Microflora에 관한 연구(제 1 보). 한강하류의 식물성 plankton과 해수의 영향. 한국식물학회지 8: 47-65.
- 정영호, 이옥민, 노경희. 1985. 금강 감조수역 식물성플랑크톤의 연간(1984~'85)동태. 자연보존연구보고서 7: 17-25.
- 한영희, 이진환, 장 만. 1997. 한강하류의 환경학적 연구 I. 수질. 한국육수학회지 30: 181-192.
- Choi, C.I. 1988. Limnological studies of Lake Yongsan, Korea. II. Nutrient, Plant pigment contents and primary productivity of a newly formed lake in an estuary. Korean J. Limnol. 21: 181-192.
- Choi, C.I., Y.H. Chung., I.S. Wui, S.K. Baik, J.B. Lee and S.I. Yang. 1985. Limnological studies on Lake Yongsan, Korea. I. General consideration and some physical conditions of a newly formed lake in an estuary. Korean J. Limnol. 18: 15-26.
- 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 (Chlo-

- rophyceae). 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: Achnantheaceae. In: Ettl, H., Gelloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Gustav Fischer, Jena.
- Lee, K. and S.-K. Yoon. 1996. A study on the phytoplankton in the Paldang Dam Reservoir. III. The changes of diatom community structure. *Algae* **11**: 277-283.
- Lorenzen, C.J. 1967. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* **12**: 343-346.
- Mun, J.-J., S.-W. Lee, S.-J. Hwang, and I.-H. Oh. 2001. Seasonal fluctuation of chlorophyll a concentration in the size fractionation of phytoplankton in Daechung Reservoir. *Korean J. Limnol.* **34**: 277-284.
- 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.
- Shim, J.-H. and J.S. Yang. 1982. The community structure and distribution of phytoplankton of the Kum River estuary. *J. Oceanol. Soc. Korea* **17**: 1-11.
- Tomas, C.R. 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, California.

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

**Appendix 1.** The list of phytoplankton in the Imjin River.

Taxa	Station	1				2				3				4				5			
	Month	A	O	J	A	J	O	J	A	J	O	J	A	J	O	J	A	A	O	J	A
<b>Class Chlorophyceae</b>																					
Order Volvocales																					
Family Chlamydomonadaceae																					
<i>Chlamydomonas</i> sp.					+					+		+		+							+
Family Volvocaceae																					
<i>Pandorina morum</i>									+								+				
Order Ulotrichales																					
Family Chaetophoraceae																					
<i>Stigeoclonium</i> sp.			+										+								
Order Oedogoniales																					
Family Oedogoniaceae																					
<i>Bulbochaete</i> sp.			+				+														
<i>Oedogonium</i> sp.		+				+					+										
Order Chlorococcales																					
Family Characiaceae																					
<i>Schroederia setigera</i>					+	+			+				+	+	+			+			
Family Hydrodictyaceae																					
<i>Pediastrum biradiatum</i>							+														
<i>P. duplex</i>															+						
<i>P. duplex</i> v. <i>clathractum</i>											+										
<i>P. duplex</i> v. <i>gracilimum</i>															+						
<i>P. simplex</i>							+														
Family Coelastraceae																					
<i>Coelastrum astroideum</i>							+														
<i>C. proboscideum</i>											+										
Family Oocystaceae																					
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>							+														
<i>A. falcatus</i>																	+				
<i>A. falcatus</i> v. <i>mirabilis</i>									+												
<i>Closteriopsis longissima</i>							+				+				+						
<i>C. longissima</i> v. <i>tropica</i>					+		+										+				
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>																	+				
<i>Kirchneriella arcuata</i>			+			+	+		+	+	+		+	+	+					+	
<i>K. contorta</i>								+													
<i>Lagerheimia chodatii</i>							+														
<i>Monoraphidium arcuatum</i>									+								+				+
<i>M. contortum</i>		+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+			+	+
<i>M. griffithii</i>					+						+				+	+					
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>																	+				
<i>Selenastrum gracile</i>									+												
<i>Tetraedron douspinum</i>											+						+				
<i>Treubaria globosa</i>											+										
Family Scenedesmaceae																					
<i>Actinastrum hantzschii</i>																	+				
<i>A. hantzschii</i> v. <i>fluviatile</i>							+		+		+									+	
<i>Micractinium parvum</i>							+						+		+						
<i>M. pusillum</i>					+		+		+				+								
<i>M. pusillum</i> v. <i>elegans</i>									+		+		+		+						
<i>Scenedesmus acuminatus</i>									+			+	+			+					
<i>S. armatus</i>								+													
<i>S. bernardii</i>							+	+													
<i>S. brevispina</i>									+											+	
<i>S. communis</i>											+		+		+						
<i>S. danubialis</i>											+										





## Appendix 1. continued.

Taxa	Station	1				2				3				4				5			
	Month	A	O	J	A	J	O	J	A	J	O	J	A	J	O	J	A	A	O	J	A
<i>Gymnodinium</i> sp.														+							
Order Peridiniales																					
Family Glenodiniaceae																					
<i>Glenodinium borgei</i>													+								
<i>G. pulvisculus</i>												+									
<b>Class Cyanophyceae</b>																					
Order Chroococcales																					
Family Chroococcaceae																					
<i>Chroococcus limneticus</i> v. <i>elegans</i>													+								
<i>Gloeocapsa montana</i>												+									
<i>Merismopedia glauca</i>								+				+					+				
<i>M. punctata</i>								+				+				+	+				
Order Oscillatoriales																					
Family Oscillatoriaceae																					
<i>Oscillatoria granulata</i>								+													
<i>O. lacustris</i>			+					+													
<i>O.</i> sp.		+	+	+	+							+									+
<i>Phormidium</i> sp.												+				+	+				
Family Nostocaceae																					
<i>Anabaena</i> sp.				+				+				+				+					
<b>Class Bacillariophyceae</b>																					
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 litoralis</i>																				+	
<i>C. meneghiniana</i>				+				+	+	+			+	+	+			+			
<i>C. pseudostelligera</i>																+					
<i>C. stelligera</i>								+				+				+					
<i>C. striata</i>																				+	
<i>Skeletonema costatum</i>																					+
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> f. <i>tenuis</i>			+	+				+	+	+	+			+	+	+		+	+		
<i>Thalassiosira eccentrica</i>																				+	
<i>T. leptopus</i>																			+	+	+
Family Melosiraceae																					
<i>Ellerbeckia arenaria</i>																				+	
<i>Melosira varians</i>		+	+	+				+	+			+	+			+	+			+	
Family Coscinodiscaceae																					
<i>Coscinodiscus joneasianus</i>																				+	+
Family Hemidiscaceae																					
<i>Azpeitia africana</i>																					+
<i>A. nodulifera</i>																			+	+	+
Family Heliopeltaceae																					
<i>Actinoptychus senarius</i>																+				+	+
<i>A. splendens</i>																				+	
Family Rhizosoleniaceae																					
<i>Rhizosolenia longiseta</i>																+					
Order Pennales																					
Suborder Araphidineae																					
Family Diatomaceae																					
<i>Asterionella formosa</i>												+									+
<i>Diatoma anceps</i>				+																	



