

금강 수계에서 식물플랑크톤의 현존량에 관한 연구

이 석 구* · 부 성 민

충남대학교 자연과학대학 생물학과

적 요 - 금강 수계에서 식물플랑크톤 현존량 변화를 알기 위하여 현도, 마암, 장암, 나포에서 1998년 10월부터 1999년 9월까지 매월 1회 채수하여 식물플랑크톤 현존량을 조사하였다. 식물플랑크톤 현존량은 현도에서 7월에 39.5×10^3 cells ml⁻¹, 마암에서 7월에 112.1×10^3 cells ml⁻¹, 장암에서 7월에 125.5×10^3 cells ml⁻¹, 나포에서 8월에 288.6×10^3 cells ml⁻¹로 최대였으며, 현도와 마암에서는 대부분의 시기에 5.0×10^3 cells ml⁻¹ 이하였고, 나포에서는 5.0×10^3 cells ml⁻¹ 이상이었으며, 장암은 그 중간이었다. 각 조사 정점의 현존량은 마암이 현도보다 3배 이상 높았고, 장암이 마암보다 1.3배, 나포는 장암보다 2.1배 높아져서, 종류에서 하류로 갈수록 급격하게 증가하였다. 현존량 조사 시점에 따라 차이가 있어서 봄부터 초여름까지는 장암의 현존량이 최대였고, 다른 계절에는 나포에서 가장 높았다. 현존량의 시공 분포 변화는 중심형의 소형 규조류 *Cyclotella* spp.와 *Stephanodiscus* spp. 및 사상 규조류 *Aulacoseira* spp.의 번무에 기인하였다.

서 론

금강 중·하류는 대청댐 바로 아래에서부터 하구둑까지 총 연장 약 130 km에 달하며, 유수역과 정수역이 같이 존재하는 수계이다. 금강 중·하류로 방류되는 물은 대청호 내에서 주로 댐을 통하여 수심 약 25 m 지점에서 방류된다. 대청댐 방류의 직접적인 영향을 받는 현도는 물의 흐름이 비교적 빠르고, 하류로 갈수록 수량이 증가하고 유속이 느려지는 물리적 특성이 있다.

식물플랑크톤은 생산자로서의 생태적 지위를 점유하고 있어서 빛을 필요로 하기 때문에 수체 내에서 주로 상층부에 위치한다(오 등 1998). 또한 식물플랑크톤 현존량 증가는 개체군 성장과 증식을 위한 충분한 시간이 필요하기 때문에 강과 같은 유수역에서 물의 체류 시간이나 물이 흘러간 거리가 현존량 증가의 중요 인자가 된다(Reynolds 1988; Yang et al. 1997). 그러므로 금강 중·하류 수계는 동물플랑크톤이나 어류와 같은 다른 생물군과는 달리 표층수에 주로 분포하는 식물플랑크톤을 대상으로 물이 흘러간 거리에 따른 현존량 변화 양상과 유수역과 정수역에 따른 현존량 동태를 비교 고찰

할 수 있는 적절한 수계라고 생각된다. 그러나 본 수계에서 식물플랑크톤 현존량의 정점간 변화 양상이나 계절성을 전체적으로 고찰한 연구는 아직 없다.

금강 중류에서의 담수조류 연구는 정과 이(1979)가 하구연 측조 이전에 공주 수역에서 수행한 것 이외에는 없다. 하류에서도 하구연 측조 이전의 감조 수역을 중심으로한 연구(Shim and Yang 1982; Shim and Yoo 1985; 정 등 1985), 하구연 폐쇄 이후 식물플랑크톤의 특정 분류군 혹은 특정 계절의 군집 구조에 대한 연구(Kim and Boo 1996; 김 등 1996; 김과 부 1998), 나포에서 식물플랑크톤 수직 분포에 관한 연구(이와 부 1999) 등이 있을 뿐이다. 따라서 본 연구는 대청댐 바로 아래에서 하구호까지 물이 흘러간 거리 등을 고려하여 식물플랑크톤 현존량 증감 양상을 매월 조사한 최초의 연구이며, 앞으로 금강 중·하류에서 식물플랑크톤 군집 구조를 연구하는데 기여할 것으로 여겨진다.

조사 정점 및 연구 방법

1. 조사 정점

본 연구는 대청댐에서 방류된 수위가 금강을 따라 흘러간 거리를 고려하여 현도, 마암, 장암, 나포의 4정점을

* Corresponding author: Seok-Koo Lee, Tel. 042-821-5491, Fax. 042-822-9690, E-mail. seokkoo@hanmail.net

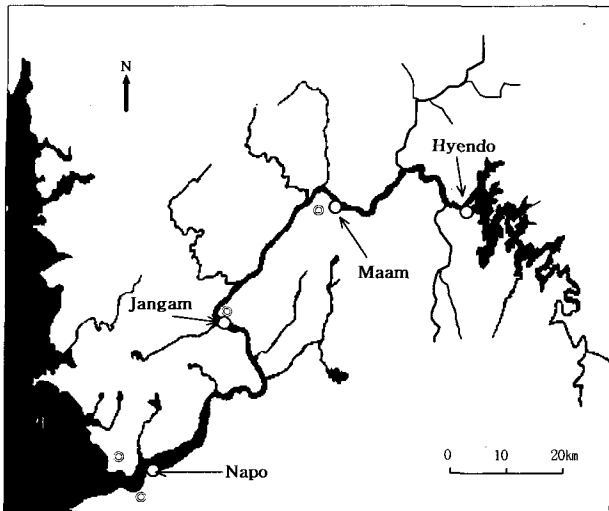


Fig. 1. Map showing Hyendo, Maam, Jangam, and Napo (arrows).

선정하여 수행하였다(Fig. 1). 현도와 마암은 지리적으로 금강의 중류 수역이며, 장암과 나포는 하류 수역으로 분류되는 지점이다. 현도 정점은 대청댐 하류 약 2 km 지점으로 대청댐 방류에 의해 직접적인 영향을 받는 지역이다. 마암 정점은 공주시 금강 대교 아래 지역으로, 바로 위쪽에서 미호천과 갑천이 분지되고 있어서 이들 두 지천의 영향을 받는 곳이다. 장암 정점은 부여군 장암면에 위치하며, 하구호의 수량이 많아지면 물의 흐름이 다소 느려지는 곳이다. 나포 정점은 전라북도 옥구군에 위치하며, 하구둑으로부터 약 3 km 위쪽에 있는 곳으로 수괴의 종착점에 해당하는 지역으로 물은 정체되어 하구호의 특징을 보인다. 하구호 나포는 물의 양이 어느 정도 이상 차오르면 바다 물이 썰물인 때에 맞추어 하구둑 수문을 개방하고 방류한다. 이중 장암과 나포는 식물플랑크톤 연구에 있어서 금강 하구둑 건설과 관련된 연구 정점으로 많이 선정되어 온 곳이다(Kim and Boo 1996; 김과 부 1998; 이와 부 1999).

2. 채수 및 현존량 분석

시료는 1998년 10월부터 1999년 9월까지 각 정점에서 매월 1회 수심 50 cm 이내의 표층수를 채수하였다. 수온은 채수와 동시에 NS-3P 온도계 (Merbabu Trading Co., LTD.)를 이용하여 측정하였다. 식물플랑크톤 현존량 분석 시료는 1,000 ml 플라스틱 병에 채수하였으며, 채수와 동시에 Lugol 용액으로 고정하였다. 고정 시료는 실험실로 옮겨온 후 1,000 ml 액량계에 넣어 3~4일 동안 침전시킨 다음 상등액을 제거해 10배 농축하였다. 현존량은 단위 부피당 개체수(cells ml⁻¹)로 나타내었으며,

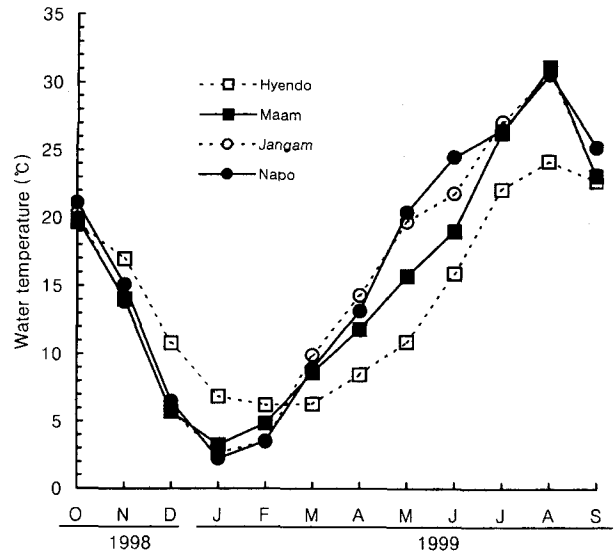


Fig. 2. Monthly change of water temperature in Hyendo, Maam, Jangam, and Napo.

계수는 농축된 시료 1 ml를 Sedgwick-Rafter chamber (SRC)에 넣어(Bernard 1971), 20분 정도 기다려 세포가 바닥에 침전된 다음, 무작위적으로 선택한 10개의 구획에서 실시하였다. 계수는 자료의 일관성을 기하기 위하여 5회 반복한 다음 평균하였다(이와 부 1998). 자료의 정리와 분석은 Microsoft Excell 4.0을 이용하였다.

결 과

조사 기간 중 표층수의 월별 수온 변화는 Fig. 2와 같았다. 현도는 2월에 6.2°C로 낮은 반면, 8월에 24.2°C로 높아 18.0°C의 편차를 보였으며, 다른 정점보다 겨울철에는 더 높고 여름철에는 더 낮은 경향을 보였다. 마암, 장암, 나포는 1월에 수온이 낮았다. 겨울과 여름간의 수온 편차는 마암에서 27.9°C, 장암에서 28.1°C, 나포에서 28.4°C로 나타나 하류로 갈수록 더 컸다.

식물플랑크톤 월 평균 현존량은 1998년 10월에 1.0 × 10³ cells ml⁻¹, 1999년 4월에 1.9 × 10³ cells ml⁻¹로 낮았고, 7월에 78.5 × 10³ cells ml⁻¹, 8월에 81.3 × 10³ cells ml⁻¹로 높았다. 남조류는 6월부터 증가하기 시작하였다(Table 1). 남조류의 현존량은 7월에 67.7 × 10³ cells ml⁻¹, 8월에 74.0 × 10³ cells ml⁻¹로 정점이었다가 9월에 7.5 × 10³ cells ml⁻¹로 감소했다. 규조류는 겨울철을 중심으로 2.6 × 10³~8.0 × 10³ cells ml⁻¹로 대 발생하여 식물플랑크톤 전체 현존량을 주도하였고, 여름철에는 1.5 × 10³~2.1 × 10³ cells ml⁻¹로 비교적 낮았다. 녹조류는 겨울철에 0.2 × 10³ cells ml⁻¹ 이하로 아주 낮았으나, 여름철에

Table 1. Monthly change of standing crops of the Cyanophyceae, Bacillariophyceae, and Chlorophyceae in Hyendo (H), Maam (M), Jangam (J) and Napo (N)

Class	Site	1998			1999								
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
Cyanophyceae	H	-	-	-	-	-	-	-	-	1800	38023	294	-
	M	-	-	-	4	-	5	-	9	2700	87936	941	470
	J	-	-	-	-	-	-	-	255	3426	115210	11194	3160
	N	10	-	-	-	-	-	-	-	607	29757	283750	26280
Bacillariophyceae	H	141	440	158	153	1067	336	72	68	2666	1410	745	114
	M	320	565	555	458	1293	4207	594	7883	3373	12704	4116	815
	J	470	5777	1292	819	2135	13392	980	16545	10058	6840	1078	1480
	N	1411	15694	8558	13943	27641	12225	4698	3146	9970	5628	-	6140
Chlorophyceae	H	6	55	-	117	99	41	5	-	22	66	1098	-
	M	145	57	-	84	129	277	57	5202	1233	11456	15131	588
	J	639	633	34	71	65	384	410	11848	4500	3474	1882	1680
	N	667	399	189	465	289	825	960	275	184	1554	4848	8720

$2.7 \times 10^3 \sim 5.7 \times 10^3$ cells ml^{-1} 로 높았다.

현도에서 식물플랑크톤 현존량은 1998년 10월 ~ 1999년 1월에 0.5×10^3 cells ml^{-1} 이하였고, 4월과 5월에 0.01×10^3 cells ml^{-1} 이하로 가장 낮았다(Fig. 3). 6월에는 현존량이 4.5×10^3 cells ml^{-1} 이었으며, 이때 규조류 *Fragilaria crotonensis*가 2.2×10^3 cells ml^{-1} 였다. 7월에는 남조류 *Microcystis incerta*가 38.0×10^3 cells ml^{-1} 로 전체 현존량의 약 95%를 점유하였고, 총 현존량이 39.5×10^3 cells ml^{-1} 로 가장 높았다. 녹조류는 *Eudorina elegans*가 1.0×10^3 cells ml^{-1} 로 증가했던 8월에 1.1×10^3 cells ml^{-1} 였으며, 그 외 기간중에는 0.1×10^3 cells ml^{-1} 이하로 아주 낮았다.

마암에서 식물플랑크톤 현존량은 5월~8월에 $7.3 \times 10^3 \sim 112.1 \times 10^3$ cells ml^{-1} 로 높았고, 가을부터 초겨울까지 0.7×10^3 cells ml^{-1} 이하로 낮았다(Fig. 3). 남조류는 6월에 2.7×10^3 cells ml^{-1} 로 증가하기 시작하여 7월에 87.9×10^3 cells ml^{-1} 로 번무하였고, 8월 이후에는 0.9×10^3 cells ml^{-1} 이하로 급격히 감소했다(Table 1). 규조류는 1998년 10월부터 1월까지 0.6×10^3 cells ml^{-1} 이하로 낮았고, 5월~8월에 $3.4 \times 10^3 \sim 12.7 \times 10^3$ cells ml^{-1} 로 높았다. 녹조류는 1998년 10월~1999년 4월에 0.1×10^3 cells ml^{-1} 이하였고, *Actinastrum hantzschii*, *Micractinium pusillum*, *Scenedesmus quadricauda* 등이 $2.4 \times 10^3 \sim 2.8 \times 10^3$ cells ml^{-1} 로 높았던 7월과 *A. hantzschii*가 12.7×10^3 cells ml^{-1} 로 높았던 8월에 11.5×10^3 cells ml^{-1} 이상이었다(Table 1).

장암은 식물플랑크톤 현존량이 겨울철에 2.2×10^3 cells ml^{-1} 이하였고, 4월에 1.4×10^3 cells ml^{-1} 로 가장 낮았다. 5월에는 현존량이 28.6×10^3 cells ml^{-1} 로 급격히 증가하였고, 7월에 125.5×10^3 cells ml^{-1} 로 정점이었다

(Fig. 3). 남조류는 5월에 0.3×10^3 cells ml^{-1} 로 증가하기 시작하여 7월에 115.2×10^3 cells ml^{-1} 로 가장 높았고, 8월 이후 급격히 감소했다(Table 1). 규조류는 1998년 11월~1999년 3월에 점유율이 90~97%로 전체 현존량을 주도하였고, 5월에 16.5×10^3 cells ml^{-1} , 6월에 10.1×10^3 cells ml^{-1} 로 높았으나 7월 이후 감소했다(Table 1). 녹조류는 겨울철에 0.07×10^3 cells ml^{-1} 이하로 아주 낮았다. 5월에는 11.8×10^3 cells ml^{-1} 로 가장 높았으며, 이때 *Actinastrum hantzschii*가 3.6×10^3 cells ml^{-1} , *Dictyosphaerum* sp.가 1.3×10^3 cells ml^{-1} , *Micractinium pusillum*이 4.5×10^3 cells ml^{-1} 로 비교적 높았다.

나포에서는 1998년 10월에 2.1×10^3 cells ml^{-1} , 5월에 3.4×10^3 cells ml^{-1} 으로 현존량이 낮았으나 그 외의 달에는 5.0×10^3 cells ml^{-1} 이상으로 대 발생하였고, 8월에 288.6×10^3 cells ml^{-1} 로 가장 높았다(Fig. 3). 남조류는 6월 이후 증가하기 시작하여 8월에 283.8×10^3 cells ml^{-1} 로 정점이었다. 규조류는 1998년 11월에서 1999년 3월까지 $8.6 \times 10^3 \sim 27.6 \times 10^3$ cells ml^{-1} 였고, 8월에는 관찰되지 않았다(Table 1). 녹조류는 1998년 10월부터 1999년 6월까지 1.0×10^3 cells ml^{-1} 이하였다. 녹조류의 현존량은 7월 이후 증가하여 9월에 8.7×10^3 cells ml^{-1} 로 높았는데, 이때 *Actinastrum hantzschii*가 1.7×10^3 cells ml^{-1} , *Dictyosphaerum* sp.가 4.1×10^3 cells ml^{-1} , *Micractinium pusillum*이 2.1×10^3 cells ml^{-1} 이었다.

정점별 식물플랑크톤 연 평균 현존량은 현도에서 4.1×10^3 cells ml^{-1} , 마암에서 13.6×10^3 cells ml^{-1} , 장암에서 18.3×10^3 cells ml^{-1} , 나포에서 39.1×10^3 cells ml^{-1} 였다. 따라서 정점간 현존량은 나포가 현도보다 9.6배 높아서 현도에서 낮았고, 하류로 갈수록 급격하게 증가하는 양상을 보였다. 그러나 정점별 식물플랑크톤 현존량 점유

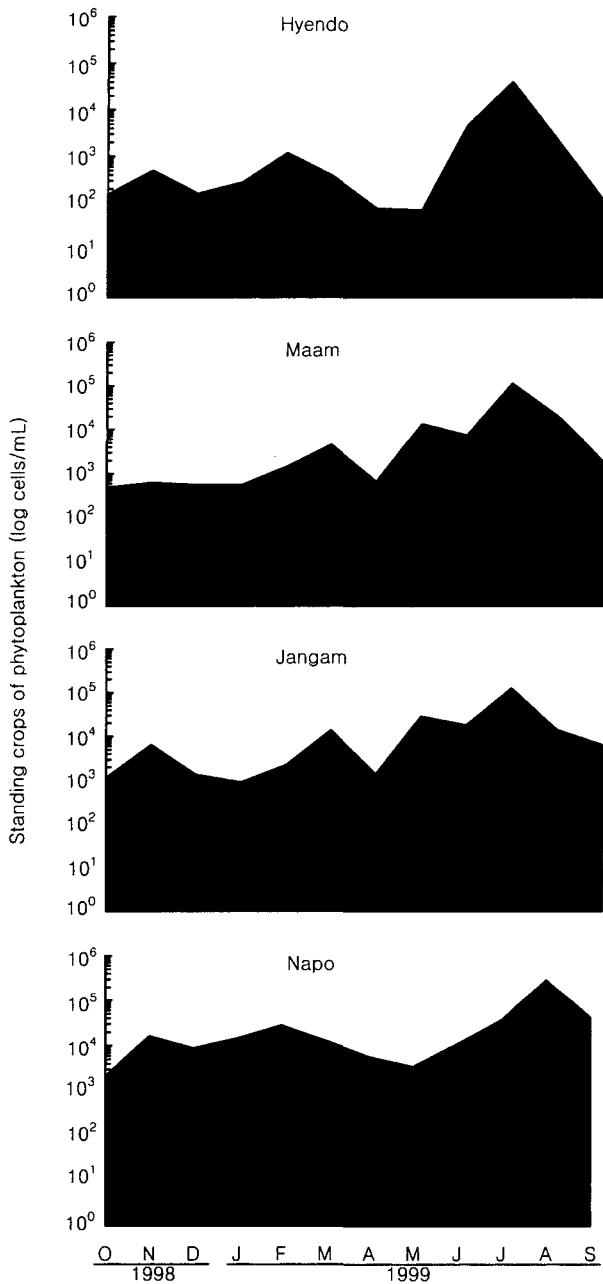


Fig. 3. Monthly change of standing crops of phytoplankton in Hyendo, Maam, Jangam, and Napo.

울은 조사 시점에 따라 차이가 있어서 1998년 10월부터 1999년 2월, 그리고 4월, 8월, 9월은 나포에서 가장 높았고, 3월과 5월, 6월, 7월은 장암에서 가장 높았다(Fig. 4). 식물플랑크톤 현존량의 나포 집중 현상은 1월과 8월에 더욱 심했으며, 1월에는 중심형의 소형 규조인 *Stephanodiscus* spp.가 13.2×10^3 cells ml^{-1} , 8월에는 남조류 *Microcystis* spp.가 253.4×10^3 cells ml^{-1} 로 번무하였다. 장암에서 현존량 점유율이 가장 높았던 5월부터 7월까지

지는 *Aulacoseira* spp.가 7월에 1.2×10^3 cells ml^{-1} 로 비교적 높았던 것 이외에는 0.3×10^3 cells ml^{-1} 이하로 낮았고, *Cyclotella* spp. 또는 *Stephanodiscus* spp.가 $5.1 \times 10^3 \sim 14.3 \times 10^3$ cells ml^{-1} 로 높았다. 그러나 동시기에 나포에서는 *Aulacoseira* spp.가 $3.1 \times 10^3 \sim 9.2 \times 10^3$ cells ml^{-1} 로 번무하였고, *Cyclotella* spp. 또는 *Stephanodiscus* spp.의 개체가 거의 관찰되지 않았다.

고 찰

본 조사에서 금강 중·하류의 식물플랑크톤 월 평균 현존량은 규조류가 번무하는 겨울철과 남조류가 번무하는 여름철에 비교적 높았다. 이 결과는 한강 하류의 식물플랑크톤 현존량 보다 높은 것이며(이와 장 1997), 낙동강과는 정확히 비교하기 어렵지만 *Stephanodiscus*속 규조류가 번무하는 겨울과 *Microcystis*속 남조류가 번무하는 여름철이 봄과 가을보다 높다는 조와 신(1998)의 결과와 일치하였다.

식물플랑크톤 현존량 변화는 나포에서 최대 출현하는 시기와 장암에서 최대 출현량을 기록하는 시기로 구분할 수 있다. 나포에서 현존량은 여름부터 겨울에 기록되었고, 장암에서 최대 현존량은 대략 봄부터 초여름까지 관찰되었다. 현존량이 장암에서 최대 현존량에 기록된 시기에는 *Cyclotella* spp.와 *Stephanodiscus* spp. 등의 소형 규조류가 번무하는 반면, 나포에서는 *Aulacoseira* spp.로 대체되었다. 따라서 본 수계에서 최대 현존량의 시기에 따라 나포 또는 장암에서 다르게 형성되는 것은 주로 *Cyclotella* spp.와 *Stephanodiscus* spp. 등의 소형 규조류와 *Aulacoseira* spp. 등의 사상 규조류가 정점과 시기에 따라 달리 번무하기 때문인 것으로 생각되었으며, 현재 이에 관한 연구가 진행 중이다. 김 등(1996)은 식물플랑크톤 현존량이 5월부터 8월까지 장암, 9월에는 나포에서 최대를 기록하였다고 보고하였다. 이것은 최대 현존량이 5월부터 7월까지 장암, 9월에는 나포에서 나타난 결과와 일치하는 것이지만, 8월에 나포에서 최대를 기록한 것과는 차이가 있었다.

식물플랑크톤 현존량은 현도에서 나포로 갈수록 급격하게 증가하였다. 본 수계는 현도에서 나포로 갈수록 유하 거리가 길고 유속이 느려지며, 특히 나포는 하구언의 축조로 물의 흐름이 막혀 수문을 열어 물을 방류하기 전까지는 거의 정체된 수역 이다(김과 부 1998). 수계 생태계에서 식물플랑크톤 현존량 증가에 영향을 주는 요인은 빛, 온도, 영양염, 포식자 등 다양하지만(Round 1981), 강과 같은 유수역에서 물의 체류 시간이나 유하 거리가 식물플랑크톤 생장의 중요한 요인이다(Soballe

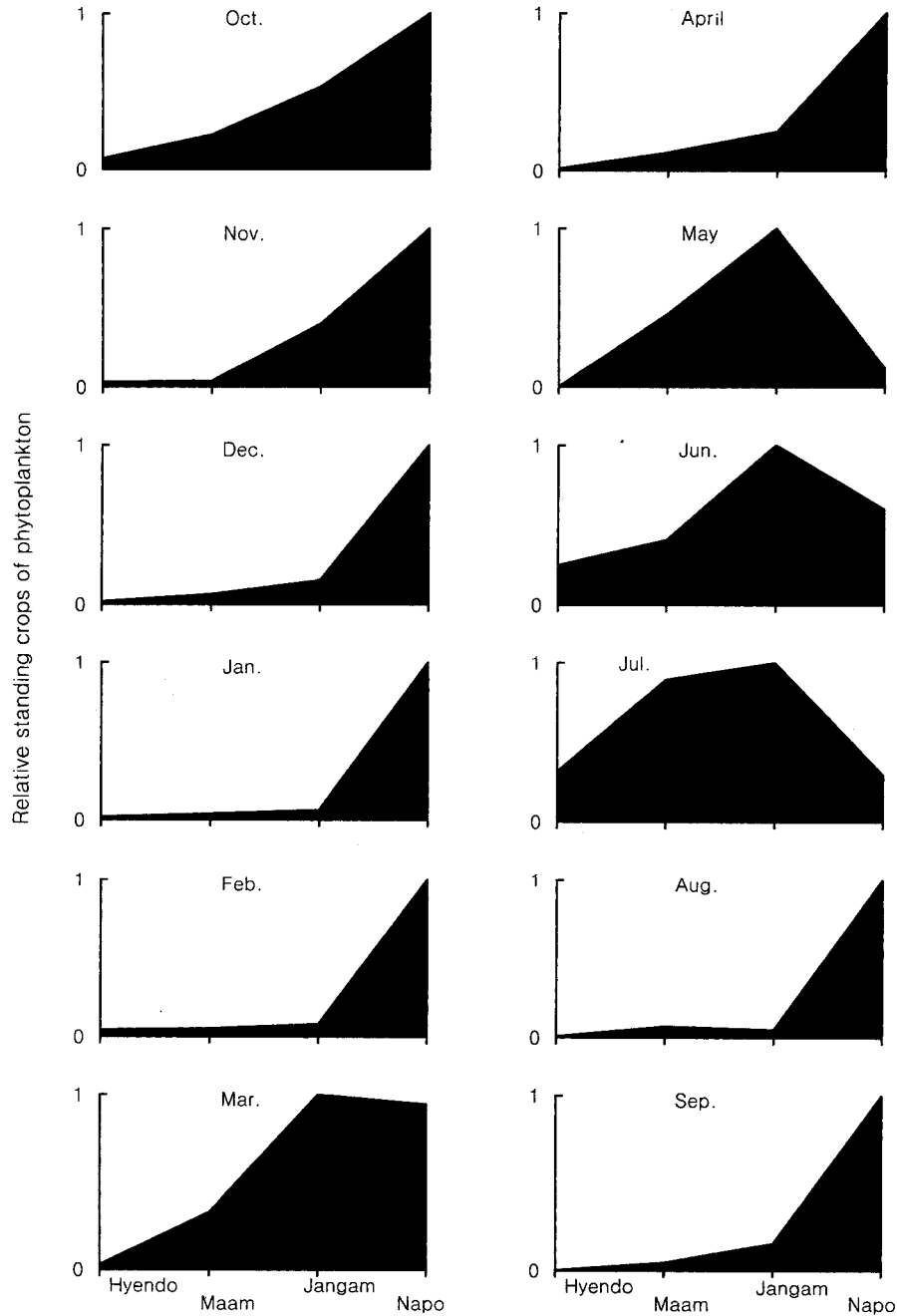


Fig. 4. Monthly change of relative standing crops of phytoplankton in different sampling sites.

and Kimmel 1987; Reynolds 1988; Yang *et al.* 1997). 그러므로 식물플랑크톤의 현존량은 물의 체류 시간이나 유하 거리와 함께 증가하는데 (Lack 1971; Jones 1984), 강은 하류로 갈수록 유하 거리가 길고, 대개 유속이 느려지기 때문에 하류에서 최대가 되는 것이 일반적이다 (Jones and Barrington 1985).

정점별 현존량 증가율은 물이 흘러간 거리를 고려하여 거의 일정한 간격으로 정점을 선정했음에도 불구하고

고 구간에 따라 달라서 현도-마암 구간의 현존량 증가율이 다른 구간보다 높았다. 이것은 현도-마암 구간이 다른 구간보다 영양염 유입량이 많았기 때문인 것으로 간주되었다. 현도-마암 구간은 유기물 유입에 의한 오염 발생율이 높은 갑천과 미호천 지류의 영향을 받는 곳이다(임 등 2000). 실제로 영양염 농도에 있어서 마암은 현도보다 질소성 영양염은 10~20배, 인산염은 8배 정도 높았다(자료 미제시). 그러나 마암, 장암, 나포에서

는 영양염의 농도가 큰 차이를 보이지 않았고, 오히려 하류로 갈수록 낮았다(임 등 2000). 따라서 금강 중·하류 수계에서 식물플랑크톤 현존량은 유수 거리와 같은 물리적 요인에 의해 단순히 비례적으로 증가한 다기보다는 영양염 분포 등의 화학적 요인에 의해 구간에 따라 증가율이 달라지는 것으로 생각된다. Yang *et al.* (1997)은 강과 같은 유수역에서 식물플랑크톤은 유수 거리에 따라 현존량과 군집 구조가 영향을 받으며, 하류로 갈수록 현존량이 증가하는데, 그 요인은 유속에 따른 물의 체류 시간과 영양염 농도가 복합적으로 영향을 준다고 보고한 바 있다.

식물플랑크톤은 현도에서 7월, 마암에서 5월부터 7월, 장암에서 3월부터 9월, 그리고 나포에서는 5월과 10월을 제외한 모든 달에 5.0×10^3 cells ml⁻¹ 이상으로 수화를 형성하였고(Horne and Goldman 1994), 네 정점 모두에서 여름철에 번무 하였다. 특히 하구호 나포는 식물플랑크톤이 봄과 가을의 일부 시기를 제외하고는 규조류가 번무하는 겨울을 포함하여 연중 대 발생하였다. 이 결과는 식물플랑크톤 현존량의 계절 변화가 봄과 가을에 높아지는 bimodal형 또는 가을에 높아지는 unimodal형을 보이는 일반적인 온대 수역의 계절성과는 달랐다(Round 1981). 그러나 식물플랑크톤 현존량이 국내 담수 수계에서 봄과 가을 보다는 남조류가 우점하는 여름철(김 등 1998; 한 등 1999)과 규조류가 우점하는 겨울철(유와 임 1990; 신과 조 1999)에 높다는 결과와 일치하였다. 온대 수역에서 남조류가 여름에 번무하는 것은 수계의 부영양화와 관련이 있다(Reynolds 1984). 여름철에 남조류, 겨울철에 규조류가 번무하는 것은 부영양화 상태의 국내 담수 수계에서 일반적으로 나타나는 계절 현상으로 보인다.

인 용 문 헌

- 김준태, 박유라, 조현실, 부성민. 1996. 금강 수계에서 식물플랑크톤의 군집 구조. 한국육수학회지 29:187-195.
- 김준태, 부성민. 1998. 금강 하류에서 녹조류 녹색소구체목의 개체군 동태. 한국육수학회지 31:219-224.
- 김한순, 최재신, 김용재. 1998. 가창댐의 식물플랑크톤 군집의 동태. 한국육수학회지 31:337-344.
- 신재기, 조경제. 1999. 도시근교 하천 조만강의 수질 부영양화. 한국육수학회지 32:35-42.
- 오희목, 이석준, 박정호, 맹주선. 1998. 대청호 성층파괴시 cyanobacteria의 수직분포 및 세포내 인의 조성. 한국육수학회지 31:54-61.
- 유광일, 임병진. 1990. 한강하류계의 식물플랑크톤 군집과 수질오염지표에 대하여. 한국육수학회지 23:267-277.
- 이석구, 부성민. 1998. 아산 남방제에서 식물플랑크톤의 계절 변화. 한국육수학회지 31:181-185.
- 이석구, 부성민. 1999. 금강 하구호 나포에서 식물플랑크톤 수직분포의 일변화. 충남대학교 환경문제연구지 17:79-91.
- 이진환, 장 만. 1997. 한강하류의 환경학적 연구 II. 식물플랑크톤의 동태. 한국육수학회지 30:193-202.
- 임창수, 신재기, 조경제. 2000. 금강 중·하류의 오염양상과 수질평가. 한국육수학회지 33:51-60.
- 정영호, 이 경. 1979. 금강 공주 수역의 식물성 플랑크톤. 한국식물학회지 22:141-145.
- 정영호, 이옥민, 노경희. 1985. 금강 감조수역 식물성플랑크톤의 연간(1984~1985) 동태. 자연보존 연구보고서 7:17-25.
- 조경제, 신재기. 1998. 낙동강 하류에서 동·하계 무기 N·P 영양염류와 식물플랑크톤의 동태. 한국육수학회지 31:67-75.
- 한명수, 이동석, 유재근, 박용철, 유광일. 1999. 팔당호의 생태학적 연구 3. 식물플랑크톤의 일차생산력과 광합성 모델 parameters. 한국육수학회지 32:8-15.
- Bernard JM. 1971. Phytoplankton sampling with the Sedgwick-Rafter cell. Limnol. Oceanogr. 16:19-28.
- Horne AJ and CR Goldman. 1994. Limnology. McGraw-Hill Inc., New York.
- Jones R and RJ Barrington. 1985. A study of the suspended algae in the River Derwent, Derbyshire, U.K.. Hydrobiologia 128:25-264.
- Jones R. 1984. The dynamics of suspended algal populations in the lower water catchment. Water Res. 18:25-35.
- Kim JT and SM Boo. 1996. Seasonal changes of the cuglenoid species and the biomass in the Kumgang river. Algae 11:375-379.
- Lack TE. 1971. Quantitative studies on the phytoplankton of the rivers Thames and Kennet at Reading. Freshwat. Biol. 1:213-224.
- Reynolds CS. 1984. The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge Univ. Press, London.
- Reynolds CS. 1988. Potamoplankton: Paradigms, paradoxes and prognoses. pp. 285-311. In Algae and the Aquatic Environment (Round FE ed.). Biopress Ltd., Bristol.
- Round FE. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge Univ. Press, London. 653p.
- Shim JH and JS Yang. 1982. The community structure and distribution of phytoplankton of the Kum river estuary. J. Oceanol. Soc. Korea 17:1-11.
- Shim JH and SJ Yoo. 1985. Phytoplankton community of the coast of Kunsan, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea 20:31-42.
- Soballe DM and BL Kimmel. 1987. A large scale comparison of factors influencing phytoplankton abundance in

rivers, lakes, and impoundments. *Ecology* 68:1943-1954.

Yang JR, BK Basu, PB Hamilton and FR Pick. 1997. The development of a true riverine phytoplankton assemblage along a lake-fed lowland river. *Arch. Hydrobiol.* 140:243-260.

Standing Crops of Freshwater Phytoplankton in Kumgang River, Korea

Seok-Koo Lee and Sung Min Boo

Department of Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract - Standing crops of freshwater phytoplankton was studied from October 1998 to September 1999 in Hyendo, Maam, Jangam, and Napo of Kumgang River. Standing crops peaked in July in Hyendo (39.5×10^3 cells ml^{-1}), Maam (112.1×10^3 cells ml^{-1}), and Jangam

(125.5×10^3 cells ml^{-1}), while in August in Napo (288.6×10^3 cells ml^{-1}), respectively. The standing crops ranged less than 5,000 cells ml^{-1} in most of months in Hyendo and Maam, while more than 5,000 cells ml^{-1} throughout the year in Napo, Jangam's standing crops being intermediate. Total standing crops throughout the year increased with downstream; the standing crops of Napo was 9.6 times higher than that of Hyendo. The standing crops peaked from spring to early summer in Jangam and peaked in other seasons in Napo. The small centric diatoms *Cyclotella* spp., *Stephanodiscus* spp. and filamentous diatoms *Aulacoseira* spp. played an important role to form the peak of standing crops.

Key words : Monthly samplings, Phytoplankton, Kumgang River, Standing crops

(2000년 8월 16일 접수, 2000년 8월 30일 채택)