

영산강 상류의 담수조류 분포에 관한 연구(1)  
- 광주지역 상수원을 중심으로 -

최민규·김백호·최규철\*

원광대학교 환경과학연구소, 원광보건전문대학 환경공업과\*

**Freshwater Algae in the Upstream of  
the Yongsan River System(1)  
-on the Drinking Water Supplying Area of Kwangju Districts-**

Min-Kyu Choi, Baik-Ho Kim and Kyu-Chul Choi\*

*Institute for Environmental Science, Wonkwang University*

*\*Dept. of Environmental Industry, Wonkwang College of Public Health*

**Abstract**

Seasonal occurrences and dynamics on the freshwater algae were examined in the upstreams of the Yongsan river system with the Kwangju service water area from 1993 to 1994. Three hundred and three taxa were totally collected and composed of 6 classes, 15 orders, 7 suborders, 31 families, 74 genera, 248 species, 48 varieties and 7 forma. Compositions in each algal class were divided in 136 taxa of Chlorophyceae(44.8%), 109 taxa of Bacillariophyceae(36.0%), 30 taxa of Cyanophyceae(10.1%), 21 taxa of Euglenophyceae(6.9%), 4 taxa of Chrysophyceae(1.3%) and 3 taxa of Dinophyceae(1.0%).

The occurrence of taxa was a markedly decrease(-62) between summer and autumn, the critically increase(+43) between spring and summer. And also, it was indicated that the high frequency of taxa in summer, but the high standing biomass in winter in spite of low taxa. In general, it has much algal biomass in station 9 and 10, but low in station 4, 5 and 11, relatively.

Through this survey, the major dominant taxa in algal biomass, *Microcystis aeruginosa*, *Melosira varians*, *Synedra ulna* and *Navicula cryptocephala*, they were all above  $2.1 \times 10^6$  cells/l, 13.2% of totals. There are about 10% of new emigrated taxa by season and they showed a remarkable succession. We may suggested that this system was well sustained for the habitat of freshwater algal community with low dominance and high diversity.

Twenty three of nuisance algae including of *Microcystis aeruginosa*, *Peridinium willei* and *Anabaena flos-aquae* were distributed as if had low appearance. Of course, many of them were saprobiontic taxa, extraordinary growthing groups depend on organic loading in water system, and also it was not showed severe algal blooming phenomenon.

## I. 서 론

담수산 조류는 간단한 체제와 현미경적 크기의 하등식물군으로<sup>1,2)</sup>, 수중생태계의 1차 생산자로서 먹이연쇄의 기반을 이루며<sup>3,4)</sup>, 수환경의 물리적 변화에 따른 군집의 생태학적 서식조건으로 변화와 다른 생물군과의 먹이연쇄 등 다양한 정보를 제공한다<sup>5,6,7)</sup>. 수중에 영양염증가로 인해 algal bloom(藻花)를 일으키고, 종에 따라 독특한 유해물질을 분비하여 다른 생물군에 독성작용(allelopathy)을 하며<sup>8,9)</sup>, 용수(用水)의 맛, 색깔 및 냄새 등을 결정하고<sup>10,11)</sup>, 정수과정의 화학제처리시 2차 유해물질을 생성하거나 여과지 및 스크린을 폐쇄시킨다<sup>12,13,14,15)</sup>. 따라서 담수조류의 생육분포를 확인하는 연구는 특정수역의 물리적인 환경에 적응하여 군집을 형성하는 생물군의 생태학적 지위(ecological niche)를 이해함은 물론 군집의 시, 공간적 천이나 변화를 근거로 장래의 수환경을 예측할 수 있는 가치가 있다. 본 조사수역 및 인근지역을 대상으로 담수조류에 대한 연구는 주로 영산강 하류에 위치한 영산호를 중심으로 하여 실시되었으나<sup>16,17,18)</sup>, 상류를 포함한 영산강 전역을 대상으로 한 대표적

인 연구는 수서곤충<sup>19)</sup>, 저서생물<sup>20)</sup>, 어류<sup>21)</sup>, 육수생태<sup>22)</sup>, 수질<sup>23)</sup> 등이 있을 뿐이다.

따라서 저자들은 광주광역시의 상수원수 취수지점인 4개 지점과 계절에 따라 유량 및 유속등의 변화가 비교적 심한 영산강 상류수계의 8개 지점을 대상으로 1993년 2월부터 동년 12월까지 계절별로 4회에 걸쳐 담수조류의 계절적 분포 및 종조성의 변화, 상대적 출현분포, 우점종 및 우점도지수, 종다양성 지수등을 조사하였으며, 장애성 조류의 출현에 대한 분석도 병행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사기간 및 지점

본 조사는 1993년부터 1994년까지 계절별로 4회에 걸쳐 조사하였으며, 조사지점은 수계의 특성을 고려하여 임의로 영산강 상류수계에 8개 지점, 상수원 취수지 4개 지점등 총 12개 지점을 선정하였고, 각 지점의 위치는 다음과 같다.

지점 1 : 전남 장성군 장성읍 야은리 황룡강 교 위

지점 2 : 전남 장성군 장성읍 지산리 서상교 밑

- 지점 3 : 전남 장성군 장성읍 황룡취수장  
 지점 4 : 광주광역시 광산구 임곡동  
 지점 5 : 광주광역시 광산구 송산동 평림천 밑  
 지점 6 : 광주광역시 광산구 송산교 위  
 지점 7 : 광주광역시 광산구 송정 취수장  
 지점 8 : 광주광역시 화암동 화암부락  
 지점 9 : 광주광역시 화암동 농성골  
 지점 10 : 광주광역시 화암동 제 4수원지  
 지점 11 : 광주광역시 용연동 제 2수원지  
 유입부  
 지점 12 : 광주광역시 용연동 제 2수원지

## 2. 시료채취 및 생물조사

조류의 채집은 주로 plankton net(Müller gaze, No.25, Bucket 50ml)을 사용하였고, 갈수기에 수량이 빈약한 경우에는 4ℓ의 물을 채수하여 동일 Net에 여과한 후, 총량이 200ml가 되게 FAA용액으로 고정하였다. 고정된 시료는 침전법을 이용하여 상등액을 제거시키고, 잘 혼합하여 종의 동정 및 개체수(cells/ℓ)산정에 이용하였으며<sup>24)</sup>, 규조류는 산처리하여 표본을 제작한 후<sup>25)</sup>, 카메라가 부착된 광학현미경(Nikon, 1000X)하에서 검경하였다. 개체수 산정에 있어서 군체나 사상체를 형성하는 종들에 대하여 모든 시료에 동일하

게 ultrasonic homogenizer로 분쇄(20kHz/min.)한 후, Sedgwick-Rafter Chamber를 이용하여 계수하였다<sup>26)</sup>. 분류체계는 Hirose등<sup>27)</sup>과 Simonsen<sup>28)</sup>의 체계를 따랐다. 암수조류의 군집특성을 파악하기 위하여 계절별, 지점별 출현분포 및 현존량을 조사하였고, 출현분류군과 개체수를 근거로 한 계절별 및 지점별 우점종과 우점도지수<sup>29)</sup>와 종다양성지수<sup>30)</sup>를 산출하였다. 또한 취수지의 장애성조류<sup>8, 9, 10)</sup>의 출현특징에 대하여 고찰하였다.

## III. 결과 및 고찰

광주시 상수원 취수장 및 그 주변하천에서 4계절 동안 출현한 담수조류는 총 303분류군으로서 6강 15목 7아목 31과 74속 248종 48변종 7품종이었다. 각 분류군별로는 녹조류가 136분류군이 출현하여 전체의 44.8%를 차지하여 가장 높았으며, 규조류 109분류군(36.0%), 남조류 30분류군(10.1%), 유글레나류 21분류군(6.9%), 황색편모조 4분류군(1.3%), 쌍편모조류 3분류군(1.0%)순이었다(Table 1, Appendix 1). 이상의 결과는 조사수역의 하류에 위치한 영산호의 조사<sup>18)</sup>결과인 6과 40속 69분류군에 비하여 매우 다양한 분

Table 1. Summary of the freshwater algae collected in the upstream of the Yongsan River System from 1993 to 1994.

Class	Order	Subord.	Fam.	Gen.	Sp.	Var.	For.	Total
Cyanophyceae	2	2	3	11	30			30
Dinophyceae	1		2	2	3			3
Euglenophyceae	1		1	4	19	2		21
Chrysophyceae	2		2	4	4			4
Chlorophyceae	7	2	17	39	99	30	7	136
Bacillariophyceae	2	3	6	18	93	16		109
Totals/6	15	7	31	74	248	48	7	303

Appendix 1. Systematic lists and seasonal occurrence of the freshwater algae in the upstream of the Yongsan River System from 1993 to 1994.

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
Class Cyanophyceae				
Order Chroococcales				
Family Chroococcaceae				
<i>Chroococcus minor</i> (Kuetz.) Naeg.		*	*	*
<i>C. minutus</i> Naeg.	*			
<i>C. turgidus</i> (Kuetz.) Naeg.			*	*
<i>Aphanothece microspora</i> Naeg.	*		*	
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West et West		*		
<i>A. microspora</i> Naeg.		*		
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kuetz.	*	*	*	*
<i>M. incerta</i> Lemm.		*	*	*
<i>M. viridis</i> (Braun) Lemm.	*			*
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Naeg.			*	
<i>M. punctata</i> Meyen	*			
<i>M. tenuissima</i> Lemm.				*
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod.			*	
<i>Synechococcus aeruginosa</i> Naeg.	*		*	
Order Nostocales				
Suborder Nostocchineae				
Family Rivulariaceae				
<i>Calothrix fusca</i> (Kuetz.) Bornet & Flahault			*	
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	*		*	
Suborder Oscillatorineae				
Family Oscillatoriaceae				
<i>Oscillatoria amoena</i> Gomont			*	*
<i>O. brevis</i> (Kuetz.) Gomont		*	*	
<i>O. curviceps</i> Agardh			*	
<i>O. formosa</i> Bory	*			
<i>O. limosa</i> (Roth) Agardh				*
<i>O. nigra</i> Vaucher	*			*
<i>O. princeps</i> Vaucher		*		
<i>O. subbrevis</i> Schm.		*	*	
<i>O. tenuis</i> Agardh			*	
<i>O. tortusa</i> Gardner	*			*
<i>Phormidium ambiquum</i> Gomont		*		
<i>P. orientale</i> G.S. West				*
<i>Lyngbya birgei</i> G.M. Smith			*	
<i>L. contorta</i> Lemm.			*	

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
Class Chrysophyceae				
Order Chrysomonadales				
Family Ochromonadaceae				
<i>Dinobryon cylindricum</i> Imhof			*	*
<i>D. divergens</i> Imhof			*	
<i>D. serturalia</i> Ehr.		*		
Order Heterosiphonales				
Family Vaucheriaceae				
<i>Vaucheria sessilis</i> (Vauch.) De Candolle	*			
Class Dinophyceae				
Order Peridinales				
Family Peridiniaceae				
<i>Peridinium cinctum</i> (Mueller) Ehr.			*	
<i>P. willei</i> Huitfeldt- Kaas		*	*	*
Family Ceratiaceae				
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Mueller) Schrank	*	*	*	*
Class Euglenophyceae				
Order Euglenales				
Family Euglenaceae				
<i>Euglena acus</i> Ehr.	*	*		
<i>E. gracilis</i> Klebs	*		*	*
<i>E. limophila</i> Lemm.			*	
<i>E. meneghini</i> Lefevre	*			
<i>E. proxima</i> Dangeard				
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.			*	
<i>L. wangi</i> Chu	*			
<i>Phacus curvicauda</i> Swirenko	*	*	*	
<i>P. orbicularis</i> Huebner	*			*
<i>P. orbicularis</i> var. <i>caudatus</i> Skvortzow		*		
<i>P. tortus</i> (Lemm.) Skvortzow		*		
<i>Trachelomonas cylindrica</i> Ehr.	*		*	
<i>T. dybowski</i> Drezepolski		*		
<i>T. granulosa</i> Playfair		*		
<i>T. hispida</i> (Perty) Stein	*			
<i>T. intermedia</i> Dangeard				*
<i>T. lacustris</i> Drezepolski			*	*
<i>T. oblonga</i> Lemm.		*		

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
<i>T. palyfairii</i> Defland.	*	*	*	
<i>T. raciborski</i> var. <i>punctata</i> Skvortzow			*	
<i>T. volvocina</i> Ehr.				
Class Chlorophyceae				
Order Volvocales				
Family Chlamydomonadaceae				
<i>Chlamydomonas angulosa</i> Dill.	*	*	*	*
<i>C. globosa</i> Snow		*		
<i>C. pseudopertyi</i> Pascher	*		*	*
Family Volvocaceae				
<i>Gonium pectorale</i> Mueller	*	*	*	*
<i>G. sociale</i> Ehr.			*	
<i>Pandorina morum</i> Bory	*	*		*
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	*	*	*	*
<i>E. unicocca</i> Simith			*	
<i>Volvox aureus</i> Ehr.				*
Order Tetrasporales				
Family Tetrasporaceae				
<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vauch.) Desvaux		*		
<i>T. lacustris</i> Lemm.			*	
Family Palmellaceae				
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod.	*			
<i>Gleocystis ampla</i> Kuetz.			*	*
<i>G. gigas</i> (Kuetz.) Lagerheim			*	
<i>G. vesiculosa</i> Naeg.			*	*
Order Ulotrichales				
Family Ulotrichaceae				
<i>Ulothrix substillissima</i> Rabenhorst	*	*	*	
<i>U. tenuissima</i> Kuetz.	*	*		*
<i>U. zonata</i> (Weber & Mohr) Kuetz.	*			
Order Chaetophorales				
Family Chaetophoraceae				
<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) Agardh			*	
<i>C. pisiformis</i> (Roth) Agardh			*	
<i>Stigeoclonium subsecundum</i> Kuetz.	*	*	*	
<i>Draparnaldia plumosa</i> (Vauch.) Agardh			*	

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
Order Chlorococcum				
Family Microctiniaceae				
<i>Golenkinia paucispina</i> West & West			*	*
<i>G. radiata</i> (Chod.) Wille	*			
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius		*		
<i>M. pusillum</i> var. <i>elegans</i> G. M. Smith		*	*	
Family Dictyosphaeriaceae				
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	*		*	
Family Oocystaceae				
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schm.) Bohlin		*	*	*
<i>K. lunaris</i> (Kirch.) Moebius			*	*
<i>K. obesa</i> (W. West) Schm.	*	*	*	*
<i>Tetraedron hastatum</i> var. <i>Platinum</i> (Schm.) Lemm.	*		*	
<i>T. trigonum</i> var. <i>gracile</i> (Reinsch) De Toni			*	
<i>Oocystis solitaria</i> Wittrock		*	*	
<i>Chodatella quadriseta</i> Lemm.	*			
<i>C. subsalsa</i> Lemm.				*
<i>C. wratislawiensis</i> (Schroeder) Ley	*	*	*	*
<i>Ankistrodesmus convolutus</i> Corda			*	
<i>A. falcatus</i> (Corda) Ralfs		*	*	
<i>A. falcatus</i> var. <i>mirabilis</i> (W. & West) G.S. West	*			
<i>A. gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	*	*	*	*
<i>A. spiralis</i> Lemm.				*
<i>Chlorellar vulgaris</i> Beyerinck	*		*	*
Family Characiaceae				
<i>Characium ornithocephalum</i> A. Braun	*			
Family Hydrodictyaceae				
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Meneghini		*		
<i>P. duplex</i> Meyen	*			
<i>P. duplex</i> var. <i>gracilimum</i> West et West	*	*	*	*
<i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i> Lagerheim	*		*	*
<i>P. obtusum</i> Lucks			*	
<i>P. simplex</i> (Meyen) Lemm.	*	*		
<i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs				*
Family Coelastraceae				
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg.			*	*
<i>C. proboscideum</i> Bohlin		*	*	
<i>C. reticulatum</i> (Dang.) Ralfs	*		*	
<i>C. sphaericum</i> Naeg.	*			

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
Family Scenedesmaceae				
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim				*
<i>A. hantzschii</i> var. <i>fluviatile</i> Schroeder		*		
<i>Scenedemus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.			*	
<i>S. acutus</i> Meyen	*			
<i>S. acutus</i> f. <i>alternans</i> Hortobagyi	*	*	*	*
<i>S. acutus</i> f. <i>costulatus</i> (Chodat) Uherko.	*		*	
<i>S. acutus</i> f. <i>tetradesmiformis</i> (Woloszyn.) Uherko.				*
<i>S. brasiliensis</i> Bohlin			*	
<i>S. brevispina</i> (G.M. Smith) Chod.			*	
<i>S. ecornis</i> (Ralfs) Chod.		*	*	
<i>S. ecornis</i> var. <i>disciformis</i> Chod.		*	*	
<i>S. incrassatulus</i> Bohlin	*		*	
<i>S. intermedius</i> Chod.			*	
<i>S. opaliensis</i> Chod.	*			*
<i>S. opaliensis</i> f. <i>granulatus</i> Hortobagyi	*			
<i>S. ovalternus</i> var. <i>graevenitzii</i> (Bernard) Chod.	*			
<i>S. protuberans</i> var. <i>danubianus</i> Uherko.			*	
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Fresenius	*	*	*	*
<i>S. quadricauda</i> var. <i>biornatus</i> Kiss			*	
<i>S. quadricauda</i> f. <i>asymmetricus</i> (Hortob.) Uherko.	*	*	*	
<i>S. quadricauda</i> f. <i>granulatus</i> Hortobagyi		*		
<i>S. spinosus</i> Chod.				*
<i>S. tibiscensis</i> Uherkovich				*
<i>Crucigenia fenestrata</i> Schm.	*			*
<i>C. rectangularis</i> (A. Braun) Gay	*	*		
Order Oedgoniales				
Family Oedogoniaceae				
<i>Oedogonium stellatum</i> Wittrock			*	
Order Conjugales				
Suborder Zygnemoideae				
Family Zygnemataceae				
<i>Zygnema decussatum</i> (Vauch.) Agardh				*
<i>Spirogyra aequinoctialis</i> G. S. West			*	
Suborder Desmidiodeae				
Family Mesotaeniaceae				
<i>Mesotaenium macrococcum</i> (Kuetz.) Roy & Bisset		*		
<i>Netrium interruptum</i> (Breb.) Luktemueller			*	
<i>N. interruptum</i> var. <i>minor</i> (Borge) Krieger	*	*	*	*
<i>Penium spirostriolatum</i> Barker		*		



Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
Family Desmidiaceae				
<i>Clostridium acerosum</i> var. <i>minus</i> Hantzsch	*		*	
<i>C. acutum</i> (Lyngb.) Breb.	*			
<i>C. calosporum</i> var. <i>brasiliense</i> Boergesen			*	
<i>C. diana</i> Ehr.	*		*	*
<i>C. diana</i> var. <i>brevis</i> (Wittr.)Petkoff	*	*		
<i>C. gracile</i> Breb.	*		*	*
<i>C. leibleinii</i> Kuetz.	*	*	*	
<i>C. toxon</i> W.West		*		*
<i>C. venus</i> Kuetz			*	
<i>C. venus</i> var. <i>apollonionis</i> Crosagale				
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Raciborski	*	*		*
<i>C. angulosum</i> Breb.	*	*		
<i>C. auriculatum</i> Reinsch		*		
<i>C. botrytis</i> Menegh.	*		*	
<i>C. constrictum</i> Delponte			*	
<i>C. contractum</i> var. <i>ellipsoideum</i> West et West				*
<i>C. furcatospermum</i> West et West	*	*	*	*
<i>C. garrolense</i> var. <i>minus</i> Kidd et Wade		*		
<i>C. granatum</i> Breb.		*		
<i>C. granatum</i> var. <i>subgranatum</i> (Nordst)Luketmueller		*		
<i>C. hammeri</i> var. <i>protuberans</i> West et West	*		*	*
<i>C. humile</i> var. <i>striatum</i> (Boldt)		*	*	*
<i>C. laeve</i> Rabenhorst			*	
<i>C. lundellii</i> var. <i>corruptum</i> (Turner) West et West	*	*	*	*
<i>C. medioscribiculatum</i> West et West		*		
<i>C. meneghini</i> Breb.			*	
<i>C. monomazum</i> Lundell	*			
<i>C. orntum</i> Ralfs	*			
<i>C. ralfsii</i> var. <i>montanum</i> Raciborski		*		*
<i>C. rectangulare</i> var. <i>africanum</i> West et West		*	*	
<i>C. sportella</i> Breb.			*	
<i>C. sportella</i> var. <i>subnudum</i> West et West	*			
<i>C. subauriculatm</i> var. <i>truncatum</i> West et West			*	
<i>C. subcrenatum</i> var. <i>norstedtii</i> Schm.			*	*
<i>C. turpinii</i> var. <i>podolicum</i> Gutwinski		*		
<i>Euastrum dubium</i> Naeg.	*			
<i>E. germanicum</i> (Schm.) Krieger			*	
<i>E. platycerum</i> Reinsch	*			
<i>Staurastrum asterias</i> Nygaard		*	*	
<i>S. dejectum</i> Breb.	*		*	*

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
<i>S. dispa</i> Breb.			*	*
<i>S. hantzchii</i> var. <i>japonicum</i> Roy et Bisset			*	
<i>S. gracile</i> Ralfs	*	*	*	*
<i>S. gracile</i> var. <i>coronulatum</i> Boldt		*		
<i>S. o'meraii</i> f. <i>parrallela</i> Stroem	*	*	*	*
<i>S. polymorphum</i> Breb.		*	*	*
<i>S. punctulatum</i> Breb.			*	
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) West et West			*	
<i>Sphaerosoma aubertianum</i> var. <i>archeri</i> (Gut.) West et West			*	
Order Centrales				
Suborder Coscinodiscineae				
Family Thalassiosiraceae	*	*	*	*
<i>Cyclotella glomerata</i> Bachmann		*		
<i>C. meneghiniana</i> Kuetz.				*
<i>C. stelligera</i> Cleve & Grun.	*	*	*	
<i>Coscinodiscus lacustris</i> Grun.				
Family Melosiraceae	*			
<i>Melosira ambigua</i> (Grun.) Mueller		*	*	*
<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs			*	
<i>M. italica</i> (Ehr.) Kuetz.	*	*	*	*
<i>M. varians</i> Agardh				
Order Pennales				
Suborder Araphidineae				
Family Diatomaceae		*	*	
<i>Diatoma vulgare</i> Bory				
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grun.				*
<i>F. brevistriata</i> var. <i>capitata</i> Horib.	*			
<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun.	*	*	*	*
<i>F. construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehr.) Grun.		*		
<i>F. intermedia</i> Grun.			*	
<i>F. pinnata</i> Ehr.			*	*
<i>F. vaucheriae</i> (Kuetz.)Petersen	*	*	*	*
<i>Synedra acus</i> Kuetz.	*		*	*
<i>S. constricta</i> Ostr.	*			
<i>S. pulchella</i> Kuetz.		*		*
<i>S. repems</i> Kuetz.		*	*	
<i>S. rumpens</i> var. <i>meneghiniana</i> Grun.			*	
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	*	*	*	*
<i>S. vaucheriae</i> Kuetz.		*		

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
Suborder Raphidineae				
Family Achnanthaceae				
<i>Achnanthes delicatula</i> Kuetz.		*		
<i>A. exigua</i> Grun.	*		*	
<i>A. lanceolata</i> Breb.	*	*	*	*
<i>A. lanceolata</i> var. <i>dubia</i> Grun.		*		
<i>A. linearis</i> W. Smith	*	*		*
<i>A. minutissima</i> Kuetz.		*	*	*
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	*	*	*	*
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) Cleve	*			*
<i>Amphora ovalis</i> Kuetz.	*		*	*
<i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i> Kuetz.			*	
<i>A. perpusila</i> Grun.		*		
<i>A. veneta</i> Kuetz.				*
<i>Cymbella affinis</i> Kuetz.	*	*	*	
<i>C. aspera</i> (Ehr.) Cleve			*	
<i>C. cistula</i> (Hemprich)Grun.		*	*	
<i>C. helvetica</i> Kuetz.		*		
<i>C. leptoceros</i> (Ehr.)Grun.	*	*	*	*
<i>C. microcephala</i> Grun.	*	*	*	*
<i>C. minuta</i> Hilse & Rabh.			*	*
<i>C. minuta</i> var. <i>silesica</i> (Bleisch. & Rabh.)Reim.	*			
<i>C. sinuata</i> Gregory			*	
<i>C. tumida</i> (Breb.)V. Heurck	*	*	*	*
<i>C. turgida</i> (Gregory)Cleve	*			*
<i>C. turgidula</i> Grun.	*	*		
<i>C. ventricosa</i> Kuetz.	*			*
<i>Diploneis ovalis</i> (hilse)Cleve			*	
<i>Gomphonema acuminatum</i> Kuetz.	*	*	*	
<i>G. acuminatum</i> var. <i>Breissonii</i> (Kuetz.)Cleve	*			
<i>G. angustatum</i> (Kuetz.) Rabenhorst		*		
<i>G. angustatum</i> var. <i>productum</i> Grun.			*	
<i>G. apicatum</i> Ehr.			*	
<i>G. clevei</i> Fricko	*	*		
<i>G. constrictum</i> Ehr.	*	*	*	*
<i>G. gracile</i> Ehr.			*	
<i>G. longiceps</i> Ehr.	*	*		
<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.)Kuetz.		*		*
<i>G. parvulum</i> (Kuetz.)Grun.	*	*	*	*
<i>G. quadripunctatum</i> (Ostr.)Wilouch			*	
<i>G. sphaerophorum</i> Ehr.			*	

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
<i>G. tetrastigmatum</i> Horikawa & Okuno			*	
<i>G. truncatum</i> Ehr.		*		
<i>G. ventricosum</i> Gregory	*			*
<i>G. vibrio</i> var. <i>pumilum</i> (Grun.)R.Ross				*
<i>Gyrosigma spenceri</i> var. <i>curbula</i> Grun.	*	*	*	*
<i>Navicula bacillum</i> Ehr.				*
<i>N. brevissima</i> Hustedt			*	
<i>N. cincta</i> (Ehr.)Kuetz.		*		
<i>N. crytocephala</i> Kuetz.	*	*	*	*
<i>N. crytocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kuetz.)Grun.	*	*		
<i>N. decussis</i> Ostr.	*	*		
<i>N. elginensis</i> (Gregory)Ralfs	*		*	*
<i>N. gracilis</i> Ehr.	*	*	*	
<i>N. gregaria</i> Donkin	*	*	*	*
<i>N. laevissima</i> Kuetz.			*	
<i>N. lanceolata</i> (Agardh)Kuetz.		*	*	
<i>N. minima</i> Grun.	*			
<i>N. mutica</i> Kuetz.	*			
<i>N. peregrina</i> (Ehr.)Kuetz.	*	*	*	*
<i>N. pupla</i> Kuetz.				*
<i>N. pupla</i> var. <i>capitat</i> Hustedt	*		*	
<i>N. radiosa</i> Kuetz.		*		
<i>N. radiosa</i> var. <i>tenella</i> (Breb.)Grun.		*		
<i>N. rhynchocephala</i> Kuetz.	*	*	*	*
<i>N. seminuloides</i> Hustedt		*		
<i>N. symmetrica</i> Patr.			*	
<i>N. viridula</i> Kuetz.	*			
<i>N. viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kuetz.)Cleve	*			
<i>Pinnularia biceps</i> Gregory			*	
<i>P. brebissoni</i> Kuetz.	*	*		
<i>P. microstauron</i> (Ehr.)Cleve			*	
<i>P. nobilis</i> Ehr.				*
<i>P. viridis</i> (Nitzsch)Ehr.				*
Family Nitzschiaceae				
<i>Bacillaria paxillifer</i> Gmelin	*		*	
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.		*	*	*
<i>N. dissipata</i> (Kuetz.)Grun.	*		*	*
<i>N. fornicola</i> Grun.	*			
<i>N. frustulum</i> Kuetz.	*	*		
<i>N. minuta</i> Bleisch			*	

Systematic List	WIN	SPR	SUM	AUT
<i>N. palea</i> (Kuetz.)W. Smith	*	*	*	*
<i>N. paleacea</i> Grun.			*	*
<i>N. parvula</i> Levis	*			
<i>N. rostellata</i> Hustedt				*
<i>N. sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> Grun.	*			
Family Surirellaceae				
<i>Surirella angustata</i> Kuetz.			*	
<i>S. ovata</i> Kuetz.		*	*	
<i>S. ovata</i> var. <i>pinnata</i> (W.Smith)Kuetz.	*		*	*
<i>S. robusta</i> Ehr.	*	*	*	
<i>S. tenuissima</i> Hustedt		*		

류군의 출현을 보였으며, 동서형 하천수계인 만경강의 상류조사<sup>31)</sup>의 332분류군보다는 약간 낮았는데 이는 조사방법 및 지점간의 서식환경의 차이로 판단되었다.

각 조사별 분류군의 출현현황은 겨울에는 총 134분류군이 출현하였으며, 지점 9에서 44분류군으로 가장 많은 종이 출현하였고, 지점 5에서 22분류군으로 가장 적은 출현빈도를 보였다. 봄에는 총 128분류군, 지점 7과 9에서 각각 30분류군으로 가장 많았고, 지점 11에서 11분류군으로 전 조사기간중 가장 적게 출현하였다. 여름에 총 173분류군이 출현하였으며, 지점 9에서 47분류군으로 역시 전 조사기간중 가장 많은 종이 출현하였고, 지점 11에서 24분류군으로 가장 적었다. 가을에는 총 111분류군이 출현하였는데, 지점 9에서 35분류군으로 가장 많았고, 지점 4에서 11분류군으로 가장 적게 출현하였다. 전체적으로는 지점 8, 9와 10등 제 4수원지와 그 상류하천에서 높은 출현을 보였으며, 지점 4, 5, 11등 유속이 높고 상수원의 상부에서 낮았다. 또한 유속이 거의 없거나 적은 지점인 취수장인 지점 3, 7, 10, 12등은 비교적 높은 출현을 보였다 (Fig. 1, 2).

계절에 따른 전체분류군들의 변화는 여름과 가을 사이에 가장 높은 감소를 보였다가(-62분류군), 가을에서 겨울로 가면서 높은 증가를 나타냈으며(+23), 겨울과 봄 사이에 약간의 감소(-6)를 보였고, 다시 여름으로 가면서 높은 증가(+43)를 보이는 불규칙한 굴곡형태를 보였다. 또한 조사지점들간의 계절에 따른 변화는 전체분류군의 경향과 유사하였으나 지점에 따라 그 변이폭은 매우 심하게 나타났다. 겨울과 봄사이에서는 지점 9와 10은 공히 크게 감소(-14)하였고 나머지 지점도 대부분 감소(-1~-9)하였는데, 지점 10은 약간 증가(+2)하였다. 봄과 여름사이에서는 지점 9는 크게 증가(+17)한 반면, 지점 6은 변화가 없었다. 여름과 가을사이에서는 지점 4의 경우, 심한 감소(-25)를 보였고, 나머지 지점 역시 비교적 높은 변이를 나타냈다. 가을과 겨울사이에서는 모든 지점에서 증가를 보였는데 +5(지점 1, 10)에서 +23(지점 4)의 범위였다 (Fig. 1, 2). 전체적으로 여름과 가을 사이에 매우 높은 분류군의 감소현상을 보였으며, 지점 4와 9에서 다른 지점에 비해 분류군의 계절별 변화가 심한 차이를 보였다.

사계절을 통하여 단 한차례만 출현한 분류

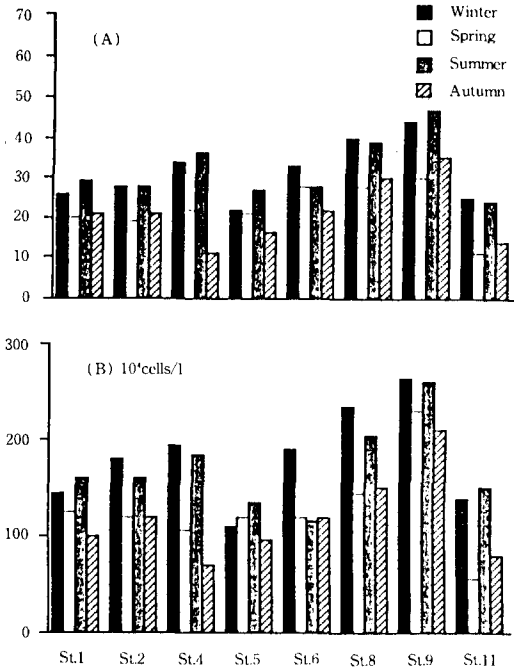


Fig. 1. Seasonal variation in number of taxa(A) and algal biomass(B, 10<sup>4</sup>cells/l) at the upstream of the Yongsan River System from 1993 to 1994.

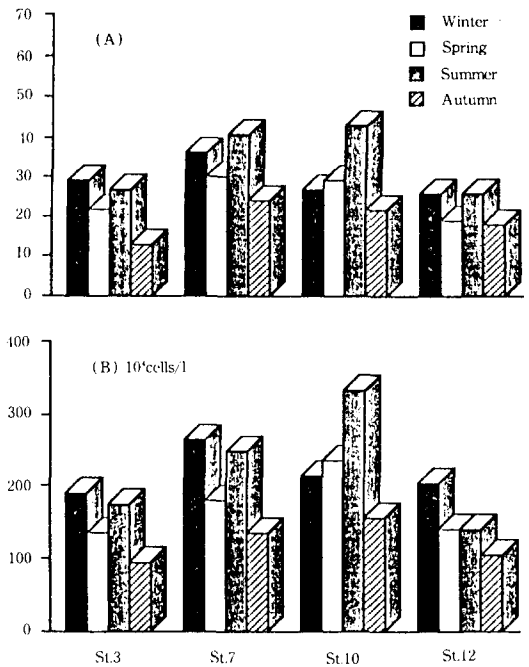


Fig. 2. Seasonal variation in number of taxa(A) and algal biomass(B, 10<sup>4</sup>cells/l) at four reservoirs of the Yongsan River System from 1993 to 1994.

군으로는 겨울조사에서 지점 1의 *Navicula minima*, 지점 3의 *Cymbella minuta* var. *silesa*, 지점 4의 *Gomphonema acuminatum* var. *Bebissonii*, 지점 5의 *Ulothrix zonata*, *Chodatella quadriseta*, 지점 6의 *Fragilaria brevistriata* var. *capitata*, 지점 7의 *Synedra constricta*, 지점 9의 *Melosira ambigua*, *Navicula mutica*, *Nitzschia parvula*, *Surirella ovata* var. *pinnata* 등 총 11분류군(8.2%)이었다. 봄조사에서는 지점 2의 *Fragilaria construens* var. *binodis*, 지점 3의 *Achnanthes delicatula*, *Navicula seminuloides*, 지점 4의 *Cosmarium auriculatum*, *Cyclotella meneghiniana*, 지점 6의 *Mesotaenium mac-*

*rococum*, *Cosmarium granatum* var. *subgranatum*, *Synedra vaucheriae*, *Amphora perpusila*, 지점 7의 *Dinobryon sertularia*, *Closterium venus* var. *apolonionis*, *Cosmarium granatum*, 지점 8의 *Aphanocapsa delicatissima*, 지점 9의 *Navicula cincta*, 지점 10의 *Surirella tenuissima*, 지점 11의 *Gomphonema angustatum* 등 16분류군(12.5%)이었다. 여름조사에서는 지점 2의 *Gomphosphaeria lacustris*, *Pinnularia microstauron*, 지점 4의 *Eudorina uniccoca*, *Oedogonium stellatum*, *Cosmarium meneghinii*, 지점 5의 *Synedra rumpens* var. *meneghiniana*, *Gomphonema angustatum* var. *pro-*

ductum, 지점 6의 *Oscillatoria tenuis*, *Cosmarium sportella*, 지점 7의 *Golenkinia paucispina*, *Tetraedron hastatum* var. *platinum*, 지점 8의 *Calothrix fusca*, *Tetraspora lacustris*, *Scenedesmus brevispina*, *Sc. intermedius*, *Amphora ovalis* var. *pediculus*, *Diploneis ovalis*, 지점 9의 *Trachelomonas raciborski* var. *punctata*, *Micractinium pusillum* var. *elegans*, *Gomphonema sphaerophorum*, *Pinnularia biceps*, 지점 10의 *Euglena limophila*, *Gomphonema apicatum* 등 총 23분류군(13.2%)이었다. 가을조사에서는 지점 1의 *Navicula bacillum*, 지점 2의 *Pinnularia viridis*, 지점 4의 *Amphora veneta*, *Oscillatoria limosa*, 지점 7의 *Pediastrum tetras*, *Fragilaria brevistriata*, 지점 8의 *Scenedesmus spinosus*, *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum*, *Cyclotella stelligera*, 지점 9의 *Volvox aureus* 등 총 10분류군(9.0%)이었다. 4차례에 걸친 조사에서 총 60분류군(19.8%)이 특정계절 및 지점에서 단 한 차례만 출현하였고, 전체적으로 계절의 변화에 따라 10% 정도의 분류군이 새롭게 유입(emigration)되는 것으로 밝혀졌다. 이러한 새로운 분류군의 유입은 여름에 23분류군으로 타 계절에 비해 2배 이상 높았으며, 지점별로는 주거시설에서 배출되는 유기물의 유입에 의한 영향으로 판단되는 지점 4,5,6,7,8,9등에서 비교적 높게 나타났다.

전 조사를 통하여 산정된 총생물량은  $7.75 \times 10^7$  cells로서, 계절별로는 겨울에  $2.34 \times 10^7$  cells(30.13%)로 가장 높았고, 가을에  $1.44 \times 10^7$  cells(18.52%)로 가장 낮았다. 지점별로는

겨울조사에서는 지점 7과 9가 공히  $2.65 \times 10^6$  cells로 가장 높았고, 지점 5에서  $1.1 \times 10^6$  cells으로 가장 낮았다. 봄조사에서는 지점 10에서  $2.35 \times 10^6$  cells로 가장 높았고, 지점 11에서  $5.5 \times 10^5$  cells로 전 조사를 통하여 가장 낮았다. 여름조사에서는 지점 10에서  $3.35 \times 10^6$  cells으로 전 조사를 통하여 가장 높았고, 지점 6에서  $1.15 \times 10^6$  cells로 가장 낮았다. 가을조사에서는 지점 9에서  $2.1 \times 10^6$  cells로 가장 높았고, 지점 4에서  $7.0 \times 10^5$  cells로 가장 낮았다. 전체적으로 지점 9에서  $9.65 \times 10^6$  cells로 가장 높았고, 지점 11에서  $4.25 \times 10^6$  cells로 가장 낮았다(Fig. 1,2). 이상의 결과는 분류군의 높은 출현을 보인 여름조사보다 겨울조사에서 더 높은 생물량을 나타낸 것으로 여름의 분류군의 다양성이 높음을 시사해 주었고, 계절에 상관없이 지점 9와 10에서 높은 생물량을 보인 반면, 지점 4, 5, 11등에서 비교적 낮았다.

조사기간중 한 계절에만 출현한 분류군과 그 생물량을 살펴보면, 겨울조사에서는 *Aphanothece microspora*의 25분류군(19.4%)이 특정지점에서만 출현하였으며, 이들은 대부분 50,000cells(1단계)이하였고, *Merismopedia punctata* 등 5분류군은 100,000cells(2단계)의 범위로 대개 지점 7과 9에서만 집중 출현하였다. 봄조사에서는 *Aphanocapsa delicatissima*의 60분류군(47.6%)이 한 지점에서만 출현하였으며, *Ulothrix substilissima*, *Pediastrum simplex*와 *Navicula lanceolata* 등 3분류군만 2단계를 보였을 뿐, 나머지는 1단계이하였다. 여름조사에서는 *Gomphospaeria lacustris*의 62분류군(35.8%)이 특정한 지점에서 출현하였으며, *Lyng-*

*bya birgei*, *Pinnularia biceps*, *Gomphonema angustatum* var. *productum* 등 3분류군은 2단계였으며 나머지는 모두 1단계이었다. 가을조사에서는 *Oscillatoria limosa* 외 39분류군(35.1%)이 특정지점에서 출현하였으며, *Microcystis viridis*는 150,000cells(3단계, 지점 10)의 높은 출현을 나타내어 부영양성 특징을 보였다. *Pediastrum duplex* var. *reticulatum*는 2단계(지점 9)이었고, 나머지 분류군들은 1단계 이하였다. 이상과 같이 봄과 여름에는 많은 분류군이 특정 지점에서만 출현하였고, 가을의 제4수원지(지점 10)에서 *Microcystis viridis*의 높은 생물량을 제외하면 대부분 50,000cells이하였다.

전조사를 통하여 가장 높은 출현을 보인 분류군으로는 남조류의 *Microcystis aeruginosa*, 쌍편모조류의 *Ceratium hirundinella*, 녹조류의 *Scenedesmus quadricauda*, *Eudorina elegans*, 규조류의 *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Cymbella tumida*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Fragilaria vaucheriae*, *Nitzschia palea* 등 총 11분류군이었으며, 총생물량의 27.1%를 차지하였고, 이들중 *Micro-*

*cystis aeruginosa*, *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala* 등 4분류군은 각각  $2.1 \times 10^6$ cells이상의 높은 출현을 보였는데 총생물량의 13.2%를 차지하였다(Fig. 4). 이들 4개분류군을 제외하고 비교적 높은 출현을 보인우점종으로는 겨울조사에서는 *Chroococcus minutus*, *Pediastrum duplex*, *Ceratium hirundinella*, *Achnanthes linearis*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Cocconeis placentula*, *Gomphonema parvulum* 등 8분류군이였다. 봄조사에서는 *Cymbella tumida*, *Scenedesmus ecornis*, *Nitzschia palea*, *Eudorina elegans*, *Scenedesmus quadricauda*, *Euglena acus*, *Chroococcus minor*, *Fragilaria vaucheriae* 등 8분류군이였다. 여름조사에서는 *Cymbella tumida*, *Nitzschia palea*, *Eudorina elegans*, *Chroococcus minor*, *Gonium pectorale*, *Scenedesmus quadricauda*, *Cocconeis placentula*, *Microcystis incerta*, *Achnanthes linearis* 등 9분류군이였다. 가을조사에서는 *Fragilaria vaucheriae*, *F. construens*, *Cymbella tumida*, *C. ventricosa*, *Eudorina elegans*, *Oscillatoria amoena*, *Chlamydomonas angulosa*, *Microcystis viridis* 등 8분류군이였다. 이상의 결과는 영산호 조사의 경우<sup>18)</sup>, *Stigonema* sp.와 *Lynbya contorta*가 보통종으로 출현했을 뿐 특별한 우점종이 없는 것과는 대조를 보였으며, 비록 생물량에서는 약간 차이가 있으나 만경강 상류조사<sup>31)</sup>에서 *Melosira granulata*, *M. varians*, *Synedra ulna*, *Microcystis aeruginosa* 등의

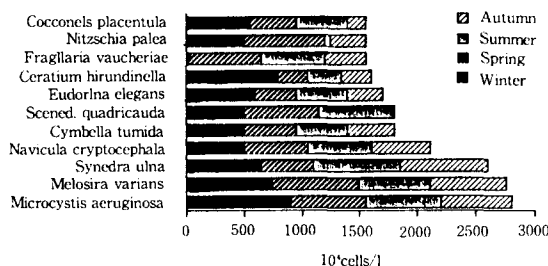


Fig. 3. Seasonal variation in freshwater algal biomass ( $10^4$ cells/l) of major dominant groups enumerated from the Yongsan River System from 1993 to 1994.



높은 출현과 매우 유사한 결과를 보였다.

출현분류군 및 생물량은 하천수역과 정체수역으로 비교하여 보면(Fig. 1,2), 출현분류군에 있어서는 두 수역간의 큰 차이를 보이지 않았으나 하천수역의 지점 9에서 겨울과 여름에 각각 44와 47분류군으로, 정체수역에서는 지점 7과 10에서 여름에 각각 36과 41분류군으로 높게 출현하였다. 생물량면에서도 두 수역간에 큰 차이는 보이지 않았으나 하천수역의 지점 9에서 분류군과 마찬가지로 겨울과 여름에  $2.6 \times 10^6$  cells 이상으로, 정체수역에서는 지점 10에서 역시 여름에  $3.35 \times 10^6$  cells의 높은 출현을 보였으며, 지점 7에서도 비교적 높게 나타났다. 또한 지점별로 정체수역보다 낮은 분류군이 출현된 지점도 있으나 전체적으로는 하천수역에서 보다 다양한 분류군이 출현하였으며, 상대적인 생물량의 크기는 정체수역에서 높았다.

유속이 거의 없거나 매우 적은 정체수역인 지점 3, 7, 10, 12등을 대상으로 우점도 및 종다양성지수의 계절변화를 조사한 결과, 우점도의 경우, 전체적으로 0.080-0.290의 변화를 보였고, 종다양성지수는 1.121-3.481의 범위를 보였다. 사계절 모두 지점 12는 다른 지점에 비해 비교적 높은 우점도를 보인 반면, 지점 7은 낮았다. 종다양성지수는 지점 7과 10에서 여름에 높게 나타났고, 지점 12는 사계절 공히 낮았다. 특히 지점 3과 12는 계절에 따라 종다양성 지수가 큰 차이를 나타내지 않은 반면, 지점 7과 10은 계절간에 상당한 변이를 보였다(Table 2, Fig. 2.4). 따라서 본 조사지역에서 출현된 담수조류군집의 생태학적 자료는 계절변화에 따라 출현분류군의 새로운 유입으로 천이현상을 보였으나 전체적으로 낮

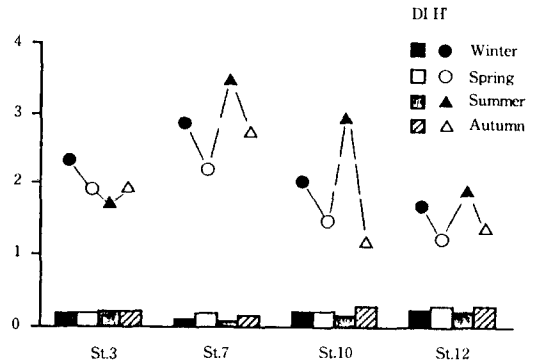


Fig. 4. Seasonal variation of dominant indices (DI) and Shannon-Weaver's diversity indices (H') in the freshwater algal communities at four reservoirs of Yongsan River System from 1993 to 1994.

은 우점도와 높은 다양성지수의 특징을 보여 다양한 조류의 적합한 서식조건을 유지하고 있었다.

이번 조사기간중 정체지점을 대상으로 장애성 조류( nuisance algae)의 출현특징을 조사한 결과, 이들 대부분은 둥글고 작은 세포가 많이 모여 있어서 군체를 이루거나 점액질로 싸여 있거나, 사상체의 세포가 다양한 방향으로 군집을 형성하기 때문에 정수과정시 여과 지나 스크린의 폐쇄현상의 주된 원인이 될 수 있으며, 유해물질을 분비하는 분류군의 출현 등 비록 그 생물량은 낮았으나 이들의 이상변식시 타생물군에 대해 이타작용<sup>10, 11, 12, 13, 14, 15</sup>을 하는 것으로 보고되고 있다. 비교적 출현빈도가 높은 유해조류로는 *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis viridis*, *Peridinium cinctum*, *Peridinium willei*, *Ceratium hirundinella*, *Anabaena flos-aquae*, *Dinobryon sertulari*, *D. divergens*, *Oscillatoria princeps*, *Dictyosphaerium pul-*

Table 2. Dominant species and their dominant indices(DI) and Shannon-Weaver's diversity indices(H') of the freshwater algal communities in the upstream of the Yongsan River System from 1993 to 1994.

Sites	Dominant taxa	DI	H'
Winter	3 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Anabaena flos-aquae</i>	0.184	2.311
	7 <i>Melosira varians</i> - <i>Synedra ulna</i>	0.113	2.884
	10 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.209	2.011
	12 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.244	1.735
Spring	3 <i>Melosira varians</i> - <i>Eudorina elegans</i>	0.185	1.903
	7 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.194	2.165
	10 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.213	1.454
	12 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.286	1.212
Summer	3 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.200	1.699
	7 <i>Anabaena flos-aquae</i> - <i>Eudorina elegans</i>	0.080	3.481
	10 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.149	2.919
	12 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Synedra ulna</i>	0.214	1.899
Autumn	3 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.211	2.015
	7 <i>Melosira varians</i> - <i>Cymbella tumida</i>	0.148	2.722
	10 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira varians</i>	0.290	1.215
	12 <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Melosira granulata</i>	0.286	1.432

*chellum*, *Oscillatoria amoena*, *Phormidium pulchellum*, *Tetraspora lacustris*, *Coelasphaerium kuetingianum*, *Chlamydomonas angulosa*, *Chlorella vulgare*, *Eudorina elegans*, *Euglena acus*, *Phacus obicularis*, *Trachelomonas oblonga*, *Melosira varians*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Closterium diana* 등 25분류군이었다. 이들은 대부분 유기부하(organic loading)가 크면 클수록 이상번식을 하는 분류군들로서 호소나 유속이 적은 4개 정체수역에서 낮은 수준이기는 하나 넓게 분포하고 특히 오염 지표성이 높은 분류군들이었다. 이외에도 유기오탁수역에서 즐겨 서식하는 *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*, *Nitzschia*,

*Navicula* 등도 비록 적은 양이지만 다양하게 출현하였다. *Microcystis aeruginosa*와 *Melosira varians*는 사계절 공히  $2.75 \times 10^6$  cells 이상의 높은 출현을 보였으나 전체 생물량에 대한 상대적 비율은 낮았다. 나머지 분류군 역시 매우 낮은 출현을 보여 *Microcystis* 과 *Peridinium* 처럼 종 자체가 분비하는 유해물질로 인한 피해는 물론 여과지등을 폐쇄할 정도로는 심각한 bloom 현상을 보이지 않았다. 타정수장 조사에 의하면, 음용수 공급에 있어 담수조류의 이, 취미의 발생이나 유해물질의 배출로 인한 수질의 저하는 상수원 취수장 및 운반과정 그 자체는 물론 정수장내 미처리수와 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다(미발표). 따라서 본 조사지역 역시 취수원에서 정수장으로 운반되어 저장상태에 있

는 미처리수에서의 bloom현상이 예상되며, 이에 대한 연구로서 조류의 분포 및 생물량의 변화를 지속적으로 관리하는 동시에 이상변식의 방지대책을 수립해야 할 것이다.

#### IV. 결 론

1993년부터 1994년까지 광주지역 상수원수 4개 지점과 그 중심하천 8개 지점에서 출현된 담수조류는 총 303분류군으로서 6강 15목 7아목 31과 74속 248종 48변종 7품종이었다. 분류군별로는 녹조류가 136분류군(44.8%), 규조류 109분류군(36.0%), 남조류 30분류군(10.1%), 유글레나류 21분류군(6.9%), 황색편모조 4분류군(1.3%), 쌍편모조류 3분류군(1.0%) 순이었다. 분류군의 출현은 여름과 가을 사이에 가장 높은 감소를 보였고(-62), 봄에서 여름으로 가면서 매우 높은 증가(+43)를 보이는 등 계절에 따른 심한 변이를 보였다. 또한 여름조사에서 높은 분류군의 출현을 보였으나 생물량은 겨울조사에서 더 높게 나타났으며, 계절에 상관없이 지점 9와 10에서 높은 생물량을 보인 반면, 지점 4, 5, 11등에서 비교적 낮았다. 가장 높은 출현을 보인 분류군으로는 *Microcystis aeruginosa*, *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala* 등 4분류군으로 모두  $2.1 \times 10^6$  cells 이상의 높은 출현을 보였으며 총생물량의 13.2%를 차지하였다. 매계절마다 10% 이상의 새로운 분류군이 유입되어 계절적 천이현상이 뚜렷하였고, 전체적으로 낮은 우점도와 높은 다양성지수를 보여 다양한 조류의 서식조건을 유지하는 것으로 판단되었다. 유해성 조류로는 *Microcystis aeruginosa*, *Perid-*

*inium willei*, *Anabaena flos-aquae* 등의 23분류군으로 대부분이 유기부하가 크면 클수록 이상변식을 하는 오염지표성이 강한 분류군들이었으나 심각한 bloom현상은 관찰되지 않았다.

#### 참 고 문 헌

- Harris, G.P. 1986. Phytoplankton Ecology- structure, function and fluctuation. Chapman and Hall, London, 348pp.
- Bold, H.C., and M.J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 720pp.
- Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on limnology. Vol.2. Introduction to lake biology and the limnoplankton. Wiley & Sons. New York, 1115pp.
- Wetzel, R.G. 1975. Limnology. Saunders, Philadelphia, 743pp.
- Hamm, A. 1969. Die Ermittlung der Gewasserguteklasse bei Fließgewässern nach dem Gewassergutesystem und Gewasserguten-nomogramm. *Munch Beiter Abw Fis Flussbiol*, 15 : 46-48.
- Rawson, D.S. 1956. Algal indicators of tropic lake type. *Limnol. Oceanogr.*, 1 : 18-25.
- Brook, A.J., 1965. Plankton algae as indicators of lake types, with special reference to the Desmidiaceae. *Limnol Oceanogr.*, 10 : 403-411.
- Carmichael, W.W. 1981. Freshwater

- blue-green algae(Cyanobacteria) toxins- a review. *In* Carmichael, W.W., (Ed) *The water environment. Algal toxins and health.* Plenum Press, New York, pp.1-13.
9. Watanabe, M.M., K. Kaya, and N. Takamura, 1992. Fate of the toxic heptapeptides, the Microcystins, from blooms of *Microcystis*(Cyanobacteria) in a hypertrophic lake. *J. Phycol.*, 28 : 761-767.
  10. 桑原隣兒. 1974. 用廢水藻類學(譯). Palmer, C.M.,(Ed) *Algae in water supplies.* 産業用水調會, 東京, 日本, 179pp.
  11. 이문호. 1987. 조류에 의한 수질조사법, 동화기술, 205pp.
  12. 한국수자원공사. 1988. 부영양화방지대책. 수자원연구소, 404pp.
  13. 한국수자원공사. 1990. 대청댐저수지 model생태계를 이용한 부영양화 방지수법 연구. 122pp.
  14. Guenton, C. and J. Slawson. 1976. Segmented population model of primary productivity. *ASCE EE*, 119 : 127-134.
  15. Jones, R.A. and G.F. Lee, 1982. Recent advances in assessing impact of phosphorus loads on eutrophication-related water quality. *Water Res.*, 16 : 503-515.
  16. 김철수·박경량·송태근. 1987. 영산호의 수질의 이화학적 특성 및 연안 생물연구. 목포대학 연안생물연구소 4 : 1009-118, 1987.
  17. 최청일. 1985. 영산호의 부유성 고형 유기 물질에 관한 생태학적 연구. 서울대 박사 논문 163p.
  18. 주홍규·박봉현. 1991. 영산호 주위의 수질 및 생물군집에 관한 연구. 한국수질보전학회지 7 : 31-46.
  19. 위인선·나철호·최충길. 1974. 영산강상류의 수서곤충 현존량. 한국육수학회지 7 : 37-44.
  20. 위인선. 1974. 영산강의 저서생물에 의한 생물학적 수질판정. 한국육수학회지 7 : 29-36.
  21. 김익수·최충길·손영목. 1986. 영산호의 어류군집에 관하여. *KACN* 8 : 53-66.
  22. 위인선·나철호·주동기. 1979. 영산강 수계에 축조된 4개 인공호에 대한 육수생태학적 연구. 전남대 임해연구지. 4 : 1-71.
  23. 주홍규. 1971. 영산강 수질의 이화학적 조사. 한국육수학회지 4 : 29.
  24. Kim, Y.C. 1967. The Desmidiaceae and Mesotaniaceae in North Carolina. Ph.D thesis, North Carolina State Univ., Raleigh, USA, 126pp.
  25. Tsumura, K. 1961. Notes on cleaning method. *Jap. Bull. Phycol.*, 9 : 33.
  26. Bernard, J.M. 1971. Phytoplankton sampling with the Sedgwick-Rafter cell. *Limnol. Oceanogr.*, 16 : 19-28.
  27. Hirose, H., M.Akyama, T.Iriya, K. Imahori, H.Kasaki, S.Kumano, H. Kobayahi, E.Takahashi, K.Tsumura, M. Hirano, and T. Yamajishi, 1981. Illustrations of the Japanese freshwater algae. *Uchidarokakuho Publ. Thkyo*, 931pp.
  28. Simonsen, R. 1979. the diatom system :

- Idas on phylogeny. *Bacillaria*, 2 : 9-71.
29. Mc'Naughton, J. 1967. Relationship among functional properties of California Glassland. *Neture*, 216 : 168-169.
30. Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. *Wiley & Sons Pub.*, pp.89-153.
- 31 최민규·김백호. 1994. 상수원의 오염에 대한 식물플랑크톤의 오수생물학적 연구-만경강 상류하천 및 저수지를 중심으로. *한국환경생물학회지* 12 : 151-174.