

회동수원지의 식물플랑크톤군집에 관하여

문 성 기 · 홍 채 규 · 정 종 문*

경성대학교 생물학과 · *부산시 상수도사업본부 수질검사소
(1994년 9월 7일 접수)

On the phytoplankton community in Hoe-dong Reservoir

Sung-Gi Moon, Chae-Gyu Hong and Chong-Moon Chung*

Dept. of Biology, Kyungsung University, Pusan, Korea
*Water Quality Institute, Water Works HQ Pusan City
(Manuscript received 7 September 1994)

Abstract

A study on phytoplankton community was carried out from June, 1992 to May, 1993 at selected stations in Hoedong Reservoir. The phytoplankton are identified as 176 taxa including 5 phylum, 67 genera. The important species in this reservoir were *Asterionella formosa*, *C. meneghiniana*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira distans*, *M. granulata*, *M. granulata* var. *angustissima*, *M. granulata* var. *angustissima* f. *spiralis*, *Microcystis aeruginosa*, *Pandorina morum*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex*, *Peridinium* sp., *Scenedesmus quadricauda*, *Synechococcus acus*, *S. rumpens* and *S. ulna*. The causative species of water bloom were identified as *Microcystis aeruginosa*, *Trachellomonas hispida*, *Ceratium hirundinella*, *Peridinium* sp., *Melosira italica*, *Staurastrum dorsidentiferum* var. *ornatum* in the area. During the study periods standing crops of phytoplankton were maximum in August, 1992 and minimum in December, 1992. The species dominance index and diversity index were ranged 24.7~99.9, 0.001~3.06, respectively.

Key Words : phytoplankton community, causative species of water bloom, standing crops, dominance index, species diversity index.

1. 서 론

조류는 수중생태계에서 먹이연쇄의 기반을 이루고, 광합성을 함으로서 수중생물의 생존에 필요한 유기물과 산소를 공급하고, 하천이나 호수등의 자정작용에 관여한다. 그러나 영양염과 태양광선이 충분한 조건에서 식물플랑크톤은 빠른 증식의 결과로 인하여 호수나 하천에서 심각한 수질문제를

야기시킨다(박 등, 1992). 또한 대량의 조류에 의한 호흡작용은 수증산소를 고갈시키고 대사산물로 독소를 생산하여 가축과 어류에 피해를 입히기도 하며, 이들은 사멸 후에도 오염원으로 작용하기도 한다(Gorham, 1964; Schwimmer, 1968; Gentile, 1971). 따라서 수자원 확보를 위한 노력의 일환으로서 국내의 인공호를 대상으로 한 식물플랑크톤에 대한 다수의 연구가 한강수계의 인공호(Chung

and Kay, 1969, Chung and Koh, 1974, Chung and Lee, 1978, 1981), 낙동강(정, 1983, 1984a, 1984b, 1985, 1986, 1987; Moon and Lee, 1988; Kim and Lee, 1989, 1991; Cho, 1992; Lee, 1993) 등을 중심으로 이루어져 왔다.

본 조사는 부산급수인구의 약 20%를 차지하는 80만 시민의 식수원(부, 1991)으로서 중요한 역할을 담당하고 있는 회동수원지의 생태조사의 일환으로 식물플랑크톤의 군집구조와 동태를 구명하기 위하여, 출현종의 조성, 현존량의 계절적 변동, 우점종의 천이, 생태학적 지수를 밝히고자 하였다.

2. 재료 및 방법

1) 조사지역의 개요

회동수원지는 부산직할시 금정구 상단부와 경상남도 양산군 중앙 상단부에 위치하고 있으며(N 35°10'~35°20', E 129°05'~129°10') 서북쪽에 계명봉과 원효산을 분수령으로 낙동강의 지류인 양산천 유역과 접해있고, 유역의 동북쪽은 원효산과 용천산을 분수령으로 회야강유역과 접하여 있다. 그리고 동남쪽은 용천산, 백운산, 망월산, 문래봉 등의 연봉을 경계로 재광천, 일광천등이 회동수원지 유역인 철마천과 접하여 있고, 유역의 남쪽은 구월산과 개좌산을 경계로하여 석대천, 온천천유역과 접하고 있다.

회동수원지 유역의 하천은 유역 북단부 원효산에서 발원, 법기수원지를 거쳐 유하하는 지천과 백운산에서 발원하여 남류하는 지천들이 합류되어 수원지로 유입되고, 문래봉에서 발원하여 유하하면서 동쪽의 이곡천과 남쪽의 구칠천이 합류되면서 회동수원지로 유입된다. 회동수원지는 1940년 4월에 착공하여 1967년 12월에 준공한 것으로 총 유역면적 95 Km², 저수면적 2.7 Km², 저수용량 18,607 천m³, 유효저수량 15,700 천m³, 상류취수량 353 천m³/d인 소규모 저수지로서, 물금 취수장에서 낙동강 표류수를 회동수원지에 펌프압송하여 수원지의 부족수량을 보충하고 있다.

2) 조사시기 및 정점

본 조사는 1992년 6월부터 1993년 5월까지 월 1회 실시하였다. 조사정점은 회동수원지의 상류인 선동교를 정점 1(평균수심 4.9 m), 철마천 유입부를 정점 2(평균수심 6.4 m), 정점 1과 정점 2가 합류되는 오륜대를 정점 3(평균수심 10.1 m), 회동수원지 중앙부 오륜횟집 전방을 정점 4(평균수심 10.1 m), 제방앞 선착장을 정점 5(평균수심 18.1 m)로 설정하였다(Fig.1).

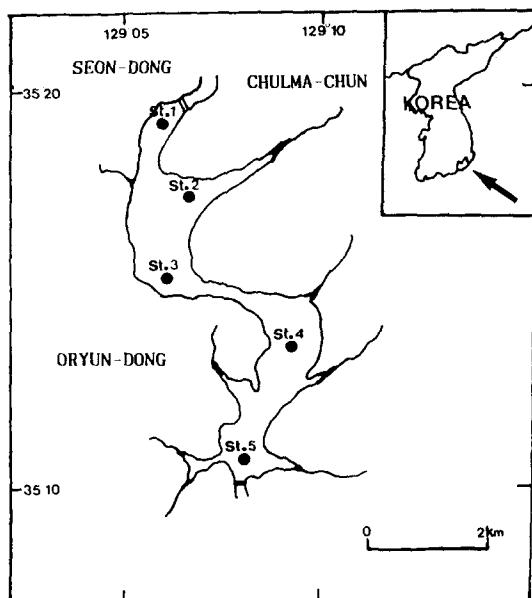


Fig. 1. The map showing the investigated stations in the study area.

3) 시료의 분석 및 정리

식물플랑크톤의 성분분석을 위한 시료는 1ℓ 비이커를 이용하여 표층수를 채수하여 15 μm인 체(sieve)로 걸친 후, 20ml 병에 담아 실험실로 옮겨 광학현미경 200~600배율 하에서 생체관찰하였다. 정량분석을 위한 시료는 표층수 1ℓ를 채수하여 15 μm 체로 걸려 20 ml로 되어 농축한 후, 중성 포르말린으로 고정하고, 광학현미경 하에서 표본병을

균일하게 혼든 후 1 ml를 취하여 계수판(Sedgwick Rafter Chamber)으로 계수하고, ml당 세포수로 환산하였다. *Microcystis* 속의 종은 직경 50μm colony를 1500세포수로 계수하였다(Moon and Lee, 1990a; Lee, 1993). 자료분석을 위해 우점도 지수(McNaughton, 1968), 종다양성 지수(Shannon & Weaver, 1963)를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 출현종의 조성

조사지역에서 출현한 식물플랑크톤은 5문 67속으로 총 176종으로 구성되었다(Table 1). 문별 출현상황은 녹조식물문(*Chlorophyta*) 103종(58.5%)로 가장 많았고, 황색편모조식물문(*Chrysophyta*) 54종(30.7%), 남조식물문(*Cyanophyta*) 13종(7.4%), 유글레나식물문(*Euglenophyta*) 3종(1.7%), 나조식물문(*Pyrrophyta*) 3종(1.7%)이 출현하였다. 회동수원지 하류에 있는 수영천의 조류상(Moon and Lee, 1990b)과 비교해보면 본 조사에서는 *Euglenophyta*와 *Cyanophyta*의 출현비율이 낮고 *Chlorophyta*의 출현비율이 높았다. 이러한 결과는 생활オ수나 공장폐수의 영향을 많이 받는 수영천에서 오수내성종이 많은 *Euglenophyta*와 *Cyanophyta*가 변성하고 있기 때문이라 생각된다.

월별 정점별로는 2월 정점 2에서 최저 9종을, 7월 정점 2에서 최고 56종이 출현하였고, 계절별 분포상황을 보면 동계를 제외한 다른 계절에서는

비슷한 종출현 양상을 보임과 동시에 정점별 변화가 뚜렷하지 않아 균일한 호수형태를 가진 수계의 특성을 나타내고 있다(Fig. 2). 또한 한계절에만 출현했던 종으로는 춘계에는 *Cocconeis placentula*, *Cymatopleura solea*, *Gomphonema sphaerophorum*, *Surirella robusta* var.*splendida*, *Cosmarium obtusatum*, *Scenedesmus acutus* f. *costulatus*, *S. incrassatulus*, *Staurastrum columbetioides*, *Sphaerozosma granulatum* 등 9종, 하계에 *Phormidium tenue*, *Merismopedia tenuissima*, *Gymnodinium* sp., *Nitzschia vermicularis*, *Characium limneticum*, *Cosmarium constrictum*, *Crucigenia rectangularis*, *Eudorina unicocca*, *Gonium pectorale*, *Micractinium bornhemiense*, *Polyedriopsis spinulosa*, *Scenedesmus ecornis* var. *disciformis* f. *obicifurus*, *Treubaria setigerum* 등 13종, 추계에는 *Chroococcus turgidus*, *Phormidium mucicola*, *Mallomonas fastigata*, *M. tonsurata*, *Cyclotella kutztingiana*, *Stephanodiscus carconensis*, *Kirchneriella obesa* var. *major*, *Oocystis submarina*, *Pediastrum biwae* var. *ovatum*, *P. braunii*, *P. simplex* var. *biwaense*, *Scenedesmus tibiscensis* 등 12종, 동계에는 *Navicula cincta*, *N. dicephala*, *Scenedesmus bicaudatus* 등 3종으로 총 37종이었다. 하계에는 높은 수온에 호적한 남조류와 녹조류가 많이 출현하였고, 동계에는 규조류가 출현하는 것으로 Boney(1967)의 주장과 일치하였다. 출현빈도가 12회중에서 10회이상, 현존량이 $1 \times 10^4 \text{ cell/ml}$ (1년 합계)이상으로 출현한 종들은 Table 2와 같다. Moon et al(1993)은 합천댐에서 출현하는 8속 12종과 Lee(1993)의 낙동강 하구에서 연중 출현하는 27속 45종을 중요종(Important species)으로 표기하였다. 따라서 본 조사에서 12속 18종을 회동 수원지의 중요종으로 나타냈다. 한편 다수종을 포함하는 속으로는 *Pediastrum* 속 13종, *Scenedesmus* 속 29종, *Staurastrum* 속 9종, *Melosira* 속 6종, *Navicula* 속 6종 등 5속 63종으로서 전체 출현종의 약 37%를 차지하였다. 門田(1987)은 담수 수화원인종으로 31종류를 기록하였는데 본 조사수역에서는 *Microcystis aeruginosa*,

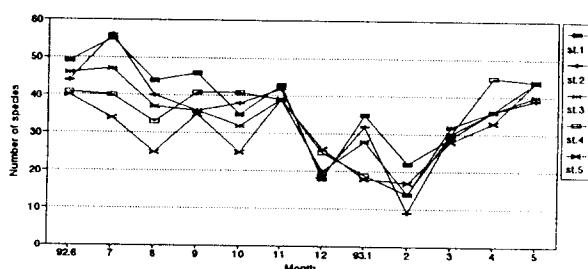


Fig. 2. Monthly variations of the number of phytoplankton species in Hoe-dong Reservoir.

Table 1. List of phytoplankton collected from the Hoe-dong Reservoir from June 1992 to May 1993

Phylum Cyanophyta	
<i>Anabaena macrospora</i>	<i>Fragilaria crotonensis</i>
<i>A. spiroides</i>	<i>F. intermedia</i>
<i>Aphanocapsa elachista</i> var. <i>conferta</i>	<i>Gomphonema constrictum</i>
<i>Chroococcus turgidus</i>	<i>G. olivaceum</i>
<i>Lyngbya limnetica</i>	<i>Gyrosigma acuminatum</i>
<i>Merismopedia elegans</i>	<i>Mallomonas fastigata</i>
<i>M. tenuissima</i>	<i>M. tonsurata</i>
<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Melosira distans</i>
<i>Oscillatiria agardhii</i>	<i>M. granulata</i>
<i>O. tenuis</i>	<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>
<i>O. sp.</i>	<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> f. <i>spiralis</i>
<i>Phormidium mucicola</i>	<i>M. italica</i>
<i>P. tenue</i>	<i>M. varians</i>
Phylum Euglenophyta	<i>Navicula cincta</i>
<i>Euglena gracilis</i>	<i>N. cryptocephala</i>
<i>Strobomonas verrucosa</i>	<i>N. cuspidata</i>
<i>Trachellomonas hispida</i>	<i>N. dicephala</i>
Phylum Pyrrophyta	<i>N. pupula</i>
<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>N. rhyncocephala</i>
<i>Gymnodinium</i> sp.	<i>Nitzschia palea</i>
<i>Peridinium</i> sp.	<i>N. vermicularis</i>
Phylum Chrysophyta	<i>Pinnularia major</i>
<i>Achnanthes inflata</i>	<i>Rhizosolenia longiseta</i>
<i>Asterionella formosa</i>	<i>Stephanodiscus carconensis</i>
<i>A. gracillima</i>	<i>Surirella linearis</i>
<i>Attheya Zachariasi</i>	<i>S. linearis</i> var. <i>constricta</i>
<i>Coccconeis placentula</i>	<i>S. robusta</i>
<i>Cyclotella comta</i>	<i>S. robusta</i> var. <i>splendida</i>
<i>C. glomerata</i>	<i>S. tenera</i> var. <i>nervosa</i>
<i>C. kuttingiana</i>	<i>Synedra acus</i>
<i>C. meneghiniana</i>	<i>S. rumpens</i>
<i>Cymbella affinis</i>	<i>S. ulna</i>
<i>C. aspera</i>	<i>S. ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i>
<i>C. naviculiformis</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i>
<i>C. turnida</i>	Phylum Chlorophyta
<i>C. turgida</i>	<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>fluviatile</i>
<i>C. ventricosa</i>	<i>A. hantzschii</i> var. <i>elongatum</i>
<i>Cymatopleura solea</i>	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>
<i>Diatoma vulgare</i>	<i>A. falcatus</i> var. <i>mirabile</i>
<i>Dinobryon cylindricum</i>	<i>A. gracilis</i>
<i>D. sertularia</i>	<i>Characium limneticum</i>
<i>Diploneis ovalis</i>	<i>Chlamydomonas angulosa</i>
<i>C. similis</i>	<i>C. conferta</i>
<i>Chodatella citriformis</i>	<i>S. acuminatus</i>
<i>Closteriopsis longissima</i>	<i>S. acuminatus</i> var. <i>elongatum</i>
<i>Closterium acerosum</i>	<i>S. acuminatus</i> f. <i>tortusus</i>
<i>C. cornu</i>	<i>S. acutus</i> f. <i>costulatus</i>
<i>Coelastrum cambricum</i>	<i>S. arcuatus</i>
<i>C. microporum</i>	<i>S. arcuatus</i> var. <i>platidisca</i>
<i>C. proboscidium</i>	<i>S. bernardii</i>
	<i>S. bicaudatus</i>

continued

<i>Cosmarium botrytis</i>	<i>S. bijuga</i> var. <i>alternans</i>
<i>C. constrictum</i>	<i>S. carinatus</i>
<i>C. obtusatum</i>	<i>S. denticulatus</i>
<i>Crucigenia crucifera</i>	<i>S. denticulatus</i> var. <i>fenestrata</i>
<i>C. lauterbornii</i>	<i>S. denticulatus</i> var. <i>linearis</i>
<i>C. rectangularis</i>	<i>S. dimorphus</i>
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	<i>S. ecornis</i>
<i>Eudorina elegans</i>	<i>S. ecornis</i> var. <i>disciformis</i>
<i>E. unicocca</i>	<i>S. ecornis</i> var. <i>disciformis</i> f. <i>obicifurus</i>
<i>Gloeocystis gigas</i>	<i>S. ellipsoideus</i> f. <i>flagellispinosus</i>
<i>Golenkinia radiata</i>	<i>S. incrassatulus</i>
<i>Gonium pectorale</i>	<i>S. intermedius</i> var. <i>balatonicus</i>
<i>G. sociale</i>	<i>S. maximus</i>
<i>Kirchneriella lunaris</i>	<i>S. obtusus</i>
<i>K. obesa</i> var. <i>major</i>	<i>S. opoliensis</i>
<i>Micractinium pusillum</i>	<i>S. ovalternus</i> var. <i>graeventizii</i>
<i>M. bornhemiense</i>	<i>S. perforatus</i>
<i>Oocystis borgei</i>	<i>S. protuberrans</i>
<i>O. parva</i>	<i>S. quadridicauda</i>
<i>O. submarina</i>	<i>S. quadridicauda</i> var. <i>bionatus</i>
<i>Pandorina morum</i>	<i>S. quadridicauda</i> var. <i>longispina</i>
<i>Pediastrum biwae</i>	<i>S. tibiscensis</i>
<i>P. biwae</i> var. <i>ovatum</i>	<i>Schroederia setigera</i>
<i>P. biwae</i> var. <i>triangulatum</i>	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>
<i>P. boryanum</i>	<i>Staurastrum asterias</i>
<i>P. braunii</i>	<i>S. crenulatum</i>
<i>P. duplex</i>	<i>S. columbetioides</i>
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	<i>S. chaetoceras</i>
<i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i>	<i>S. dorsidentiferum</i> var. <i>ornatum</i>
<i>P. simplex</i>	<i>S. gracile</i>
<i>p. simplex</i> var. <i>biwaense</i>	<i>S. lunatum</i>
<i>P. simplex</i> var. <i>duodenarium</i>	<i>S. pingue</i>
<i>P. simplex</i> var. <i>ehrennulatum</i>	<i>S. submanfeldtii</i>
<i>P. tetras</i>	<i>Treubaria setigerum</i>
<i>Planktosphaerium gelatinosa</i>	<i>Tetraedron gracile</i>
<i>Polyedriopsis glanulosa</i>	<i>T. hastatum</i>
<i>P. spinulosa</i>	<i>T. plancticum</i>
<i>Quadrigula chodatii</i>	<i>T. trigonum</i> var. <i>gracile</i>
<i>Q. recustris</i>	<i>Teilingia granulata</i>
<i>Scenedesmus abundans</i>	

Trachellomonas hispida, *Ceratium hirundinella*, *Peridinium* sp., *Melosira italica*, *Staurastrum dorsidentiferum* var. *ornatum* 등 6종이 조사되었다. 이들 수화원인종 중에서 본 조사에서 수화를 일으킨 종은 *Microcystis aeruginosa* 한 종으로, 하계와 추계에 걸쳐 water bloom을 발생하였다.

2) 현존량의 분포

식물플랑크톤의 개체수는 최고 6.48×10^6 cell/ml (8월 정점 2)에서 최저 0.73×10^3 cell/ml(12월 정점 4)까지 변화폭이 약 만배에 달하여 월별, 정점별 변화가 심하였다(Fig. 3). 연중 각 정점 별 평균 현존량은 정점 1에서 7.2×10^5 cells/ml, 정점 2에서 8.6×10^5 cells/ml, 정점 3에서 2.8×10^5 cells/ml, 정점

Table 2. List of important species investigated at station in Hoe-dong Reservoir

scientific name	frequency	cell/ml
<i>Asterionella formosa</i>	11	1090.3
<i>C. meneghiniana</i>	10	527.8
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	12	279.9
<i>Fragilaria crotonensis</i>	12	1283.6
<i>Micractinium pusillum</i>	11	291.3
<i>Microcystis aeruginosa</i>	4	2.86×10^7
<i>Melosira distans</i>	12	512.6
<i>M. granulata</i>	10	300.7
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	12	14508
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> f. <i>spiralis</i>	10	371.6
<i>Pandorina morum</i>	11	124.1
<i>Pediastrum boryanum</i>	10	273.2
<i>P. duplex</i>	11	185.7
<i>Peridinium</i> sp.	12	131
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	12	233.4
<i>Synedra acus</i>	12	323.9
<i>S. rumpens</i>	10	1016.7
<i>S. ulna</i>	10	132.2

4에서 3.4×10^5 cells/ml, 정점 5에서 1.8×10^5 cells/ml로 나타났다. 특히 전 정점에서 7, 8, 9, 10월의 *Microcystis aeruginosa*와 1월의 *Cyclotella glomerata*의 대발생이 현존량의 변화에 많은 영향을 주었다.

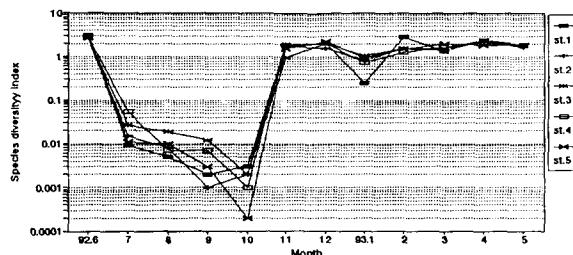


Fig. 3. Monthly variations of standing crops in Hoe-dong Reservoir.

3) 우점종의 천이

군집의 대사기능에 큰 영향을 미치는 우점종의 계절별 분포를 보면 춘계에는 규조류인 *Cyclotella glomerata*, *C. comta*, *Melosira italica*, 하계에는 남조류인 *Microcystis aeruginosa*가 대량증식하여 99% 이상의 점유율로, 초가을까지 지속되었으며,

추계에는 *Melosira granulata* var. *angustissima*, 동계에는 *Cyclotella glomerata*와 *Asterionella formosa*가 우점하였다. 따라서 회동수원지에서의 연간 우점종의 천이는 춘계(*Cyclotella glomerata*, *Melosira italica*) → 하계(*Microcystis aeruginosa*) → 추계(*Melosira granulata* var. *angustissima*) → 동계(*Cyclotella glomerata*)의 천이양상을 보이고 있다. Hutchinson(1967)은 온대성 호소에서 식물플랑크톤의 계절적 천이양상을 보면 겨울에는 규조류, 여름에는 녹조류, 남조류가 대량발생한다고 하였으며, 또 Reynolds (1982)는 계절적인 구분이 뚜렷한 온대수역에서 일어날 수 있는 이상적인 조류 종의 계절적인 변동은 겨울에 규조류가 증식하여 봄에까지 대발생을 일으키고 초여름 성충이 형성되면서 규조류는 침강되어 사라지고 small flagellate와 nanoplanckton의 증식이 일어나게 되고, 한여름에는 질소고정능이 있고 light limitation과 포식에 영향을 적게 받는 남조류(*Microcystis* sp., *Anabaena* sp., *Aphanizomenon* sp.)의 증식이 쉽게 일어나며 수온이 낮아지는 가을이 되면 다시 봄철 규조가 증식하게 된다고 주장하였다. 따라서 회동수원지는 동계와 춘계에는 규조류, 하계에는 남조류, 추계에 다시 규조류로의 천이과정을 보여

Table 3. Comparison of stations of the dominance index and species diversity index during the period from June, 1992 to May, 1993 in Hoe-dong Reservoir

st.	ind.	Dominance index				Diversity index			
		more than 90%		less than 50%		more than 3		less than 1	
		freq.	mean	freq.	mean	freq.	mean	freq.	mean
1		5	99.4	3	32.5	1	3.06	5	0.05
2		4	99.9	1	29.9	-	-	5	0.17
3		4	99.9	2	40.7	-	-	4	0.02
4		4	99.9	1	31.2	-	-	5	0.16
5		4	99.9	2	42.0	-	-	5	0.20

Hutchinson, Reynolds 등이 제안한 온대수역에서의 이상적인 천이양상과 일치되는 전형적인 온대수역의 호수임을 알 수 있다. 특히 본 조사기간 동안 하계의 우점조류인 *Microcystis aeruginosa*는 부영양호에서 주로 수화를 발생시키는 지표종으로, 회동수원지 역시 부영양상태를 반영하고 있어 수질의 악화가 예견되어 진다.

4) 생태학적 지수

본 조사기간동안 우점도 지수는 24.7-99.9의 범위로 나타났고, 종 다양성 지수는 0.001-3.06의 값

으로 나타났다(Fig. 4). *Microcystis aeruginosa* 한 종의 우점율이 높았던 하계와 추계는 종 다양성 지수는 낮은 값을 나타냈고, 하계와 추계에 걸쳐서 우점율이 90%이상인 경우가 21회로 나타났고, 종 다양성 지수가 0.2이하로 낮은 값을 보였다 (Table 3). 따라서 본 조사 수역은 하계와 추계가 동계와 춘계보다 우점도 지수가 상대적으로 높고, 종다양성 지수가 낮아 조사수역의 군집구조가 계절변화에 따른 불안정한 수괴를 형성하고 있다고 생각된다.

5. 결 론

1992년 6월부터 1993년 5월까지의 회동수원지의 5개 정점에서 조사된 식물플랑크톤 군집에 관하여 조사하였다.

동정된 식물플랑크톤은 총 170종으로 6강 2아강 14목 7아목 27목 66속 139종 28변종 5품종으로 구성되어있으며, 종수의 다소도를 보면 녹조류, 규조류, 남조류, 황색편모조류, 유글레나류, 와편모조류순으로 출현하였다. 조사수역에서 자주 출현하는 보편종은 *Asterionella formosa*, *Cyclotella meneghiniana*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira distans*, *M. granulata*, *M. granulata* var. *angustissima*, *M. granulata* var. *angustissima* f. *spiralis*, *Micractinium pussillum*, *Microcystis aeruginosa*, *Pandorina morum*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex*, *Peridinium* sp., *Scenedesmus quadricauda*,

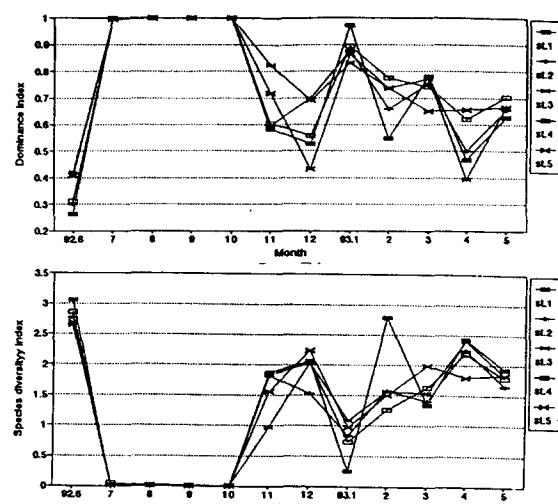


Fig. 4 Monthly variations of dominance index and diversity index of phytoplankton in Hoe-dong Reservoir.

Synedra acus, *S. rumpens* and *S. ulna* 등 18종으로 조사되었다. *Microcystis aeruginosa*, *Trachellomonas hispida*, *Ceratium hirundinella*, *Peridinium* sp., *Melosira italicica*, *Staurastrum dorsidentiferum* var. *ornatum* 등은 적조 원인종으로 동정되었다.

조사기간 중 현존량은 담수적조가 일어난 1992년 7, 8, 9, 10월에 최고를, 1992년 12월에 최저를 나타냈으며, 우점도 지수 24.7 - 99.9, 종다양도 지수 0.001 - 3.06로 각각 나타났다.

참고문헌

- 부산시 상수도사업본부, 1991, 부산시 상수보호구역 조사 및 대책, 271.
- 문성기, 이종남, 1990a, 낙동강하류 철새도래지 생태계조사 보고서, 2, 식물성플랑크톤상, 경성대학교 부설 조류연구소, 40~86.
- 정영호, 1983, 낙동강 하구 생물상조사, 산업기지개발공사, 167~186.
- 정영호, 1984a, 낙동강 하구 생물상조사(2차), 산업기지개발공사, 93~123.
- 정영호, 1984b, 낙동강 하구 생물상조사, 산업기지개발공사, 89~112.
- 정영호, 1985, 낙동강 하구 생물상조사(1차), 산업기지개발공사, 105~126.
- 정영호, 1986, 낙동강 하구 생물상조사, 산업기지개발공사, 132~145.
- 정영호, 1987, 낙동강 하구 생물상조사(3차), 산업기지개발공사, 119~167
- 門田元編, 1987, 淡水赤潮 恒星社厚生閣版, 290.
- Boney, A. D. 1976, Phytoplankton, *Edward Arnold*, London, 117.
- Cho, K. J., 1992, Seasonal Dynamics of Phytoplankton in the Nakdong Estuarine Ecosystem, Proceedings of the First environment Symposium. *Environmental Res. Inst. Inje Univ.* 23~39.
- Chung, Y. H. and C. H. Koh, 1974, A study on the microflora of the Han River(7), Taxonomy of diatoms of the Paroho. *Korea J. Bot.* 17(1), 22~32.
- Chung, Y. H. and K. Lee, 1978, Taxonomy of phytoplankton and environmental conditions in Paldang Dam reservoir, *Bull. Coll. Lib. Arts & Sci., SNU*. 3, 97~129.
- Chung, Y. H. and K. Lee, 1981, Standing crop of phytoplankton in Paldang Dam Reservoir. *Bull. Kor. Assoc. Conser. Nat.* 3, 383~390.
- Chung, Y. H. and E.S. Kay, 1969, A study on the Microflora of the Han River(4).- The vernal changes of phytoplankton for the Uiam Reservoir in 1967~'68. *J. Limnology. Korea* 2(1~2), 6~30.
- Gentile, J. H. 1977, Blue-green and green algal toxins. In Kadis, S., Ciegler, S. & Ajil, S.J.[Eds.] *Microbial Toxins*. Academic Press, New York, 27~66.
- Gorham, P.R, 1964, Toxic algae. In D.F.Jackson [Ed.] *Algae and Man*. Plenum Press. 307~336.
- Hutchinson, G. E. 1967, A Treatise on Limnology, 1. Geography, Physics and chemistry, *John Wiley & sons, Inc.*, New York.
- Kim, J. W. and H. Y. Lee, 1989, A study on the phytoplankton of the upper stream of Nakdong River, *J. Sci. Pusan Nati. Uni.*, 48, 67~87.
- Kim, J. W. and H. Y. Lee, 1991, A study on Phytoplankton Communities in the Reservoir of Nakdong River Estuary, *J. Limnol. Korea*, 24(3), 143~151.
- Lee, J. N., 1993, A study on the aquatic environment and population dynamics of phytoplankton in the lower part of Nakdong River. *D. Sc. Thesis.*, 1~170.
- Park, H. K., M. H., Lee and J. K., Ryu, 1992, Identification of Algal Growth Limiting

- Nutrient in some Artificial Lakes of Korea by Algal Growth Potential Spike Test. *J. KSWPRC*. 8(3), 159~166.
- McNaughton, S. J., 1968, Structure and function in California grasslands. *Ecology*, 49, 962~972.
- Moon, S. G., C. G. Hong, S. H. Lee and C. M. Chung, 1993, A study of water quality and phytoplankton community in the Hwang River. *Res. Bull. Kyungsung Univ.*, 15(2), 7~35.
- Moon, S. G., J. W. Kim and J. N. Lee, 1988, Microflora of the lower course of Nakdong River. *Res. Bull. Kyungsung Univ.*, 9, 249~263.
- Moon, S. G. and J. N. Lee, 1990b, A study of algal flora and saprobiensystem in the Suyeong Stream. *Res. Bull. Kyungsung Univ.*, 11, 185~191.
- Reynolds, C. S., 1982, Phytoplankton periodicity; Its motivation mechanisms and manipulation. *50th Ann. Rep. Freshwater Biol. Assn. Windermere, UK*, 60~75.
- Schwimmer, D. and Schwimmer, M. 1968, Medical aspects of phytocology In Jackson, D. [Ed.] *Algae, Man and the Environment*. Syracuse Univ. Press, Syracuse, 270~358.
- Shannon, C. E. and W. Weaver, 1963, The mathematical theory of communication. *univ. of Illinois press*, 1~117.