

咸安 自然늪 産 硅藻類의 季節的 消長

鄭 英 昊·盧 景 姬

(서울대학교 自然科學大學 植物學科)

Seasonal Variation of Diatom at Lowland Swamps in Haman County, Korea

Chung, Yung Ho and Kyung Hee Noh

(Department of Botany, Seoul National University, Seoul)

ABSTRACT

The diatoms were investigated at three lowland swamps in Haman county from July, 1983 to July, 1984 on monthly interval. Seasonal changes of standing crops, the variation of dominant species and species composition were studied. The maximum of standing crops showed bimodal pattern at Chilnalpol and Yujonnup. Dominant species were *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Achnanthes lanceolata*, *Synedra ulna*, *Eunotia lunaris*. Dominant species changed seasonally. Total 166 species of diatom were identified. Three lowland swamps supported a rich diatom flora composed of many species typically associated with benthic diatom.

緒 論

水中生態系에서 植物플랑크톤은 일차생산자로서 중요한 역할을 담당하며 특히 저차생산자로서 硅藻類가 차지하는 비중은 크다. 또한 硅藻類는 水中環境을 지표하는 특성을 지니고 있어서 水系의 物理, 化學的인 環境要因과 種의 生理的 특성에 따라 우점종이 달라지며 계절에 따른 現存量이 변화하게 된다.

늪은 潮水에서 육지로 전환하는 生態的 遷移系列의 진행단계로 水系는 다량의 유기물이 축적되어 있다. 수질의 pH는 약산성을 나타내고 수심은 낮아서 강우량의 조건에 따라 水位의 변동이 심한 것이 일반적인 특성이다(UNESCO, 1978). 늪에서 出現하는 硅藻類는 주로 低生 硅藻類로 생물체 또는 비생물체인 기질에 부착하는 성질을 지니고 있으며 기질에 따라 植物體에 부착하는 epiphyton, 자갈이나 바위에 부착하는 epilithon, 모래에 부착하는 epipsammion 및 점토질에 부착하는 epipelton 등으로 나누어진다(Patrick, 1977). 이외에 氣中硅藻類와 土壤硅藻類가 늪에서 출현한다(Round, 1973).

植物플랑크톤에 관한 定量的인 연구로는 漢江水系를 中心으로 現存量의 變移에 관한 연구(鄭等, 1968; 鄭와 李, 1981)와 植物플랑크톤의 群集構造의 變化에 관한 연구(沈와 崔, 1978)가 수행되었다.

자연늪을 조사 대상으로 한 연구는南韓에 유일한 고층습원인 大岩山의 용늪에서 처음으로 조사되어 그 결과로 氣中硅藻類 총 18종류를 同定, 보고하였으며 이중 1種과 6變種의 7種類를 未記錄種으로 기록하였다(鄭, 1974). 이와같이 자연늪을 조사 대상으로 한 硅藻類의 研究는 미흡하며 특히 定量的인 연구는 전무한 실정이다. 따라서 本研究는 定量的인 조사를 처음 시행하는 自然늪을 대상으로 자연늪에 出現하는 硅藻類를 季節別로 비교하고 우점종의 변이를 파악함으로써 자연늪에 生育하는 硅藻類群集의 特性을 밝히고자 試圖되었다.

材料 및 方法

調査對象地. 本研究의 대상지는 평야의 排水水準보다 낮은 특수한 지형으로 주변의 물이 흘러 들어와 停滯되어 늪을 이루게 된 곳으로 慶尙南道 咸安郡에 위치하고 있다. 定點 1은 慶尙南 咸安郡 法守面 于巨里의 칠날벌이며 定點 2는 大松里의 배달유지, 그리고 定點 3은 郡北面 長地理의 유전늪으로 각 늪에서 1개 정점을 設定하였다(Fig. 1). 調査定點인 세 자연늪은 夏季

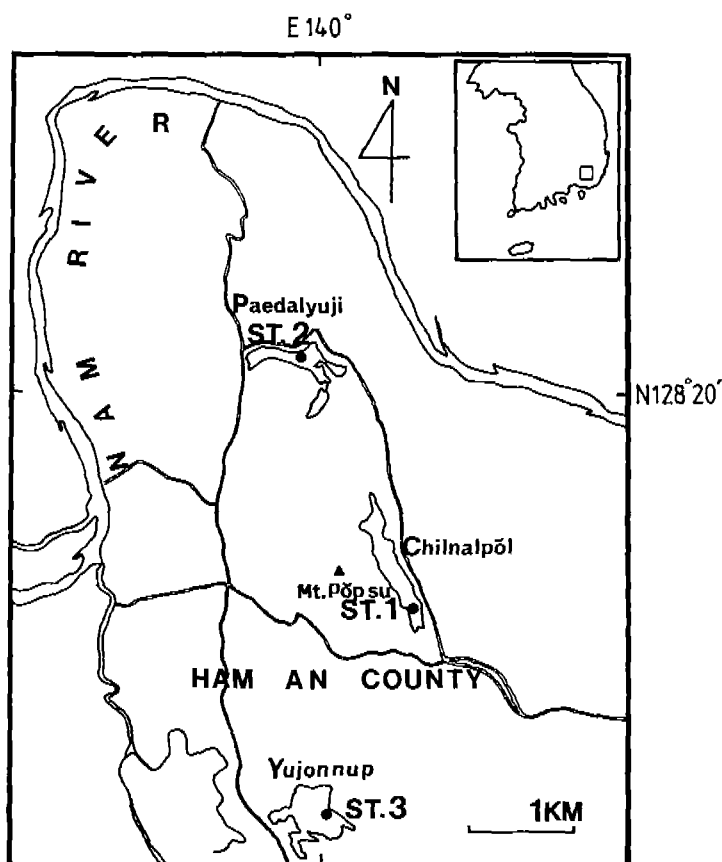


Fig. 1. The map showing the investigated stations at three lowland swamps in Haman.

Table 1. Station, date and environmental factors at three lowland swamps in Haman from July, 1983 to July, 1984

station	date	time	temperature(°C)		pH	remark
			air	water		
st.1	Jul. 11, '83	12:15	32.0	28.0	—	fine
st.2	Jul. 11, '83	15:20	33.0	28.0	—	fine
st.1	Aug. 13, '83	14:10	32.0	31.0	7.8	cloudy
st.2	Aug. 13, '83	16:10	32.0	31.0	6.8	cloudy
st.3	Aug. 14, '83	09:20	30.0	28.0	7.0	cloudy
st.1	Sep. 14, '83	11:40	25.5	24.5	6.0	cloudy
st.2	Sep. 14, '83	10:30	26.2	24.0	7.0	cloudy, rainy
st.1	Oct. 12, '83	10:00	20.0	20.0	6.0	cloudy
st.2	Oct. 12, '83	08:50	20.0	18.0	6.0	cloudy
st.3	Oct. 12, '83	12:00	24.0	21.0	—	cloudy
st.1	Nov. 13, '83	10:30	9.0	8.0	5.0	fine
st.2	Nov. 13, '83	08:50	6.5	6.8	5.0	fine
st.3	Nov. 13, '83	11:50	13.0	11.5	5.0	fine
st.1	Dec. 20, '83	15:30	5.5	6.5	6.0	fine,icy
st.2	Dec. 20, '83	13:35	13.0	4.0	6.0	fine,icy
st.3	Dec. 20, '83	16:35	6.5	5.5	5.5	fine,icy
st.1	Jan. 17, '84	09:35	-4.0	0.5	6.0	fine,icy
st.2	Jan. 17, '84	08:35	-4.0	2.0	5.5	fine,icy
st.3	Jan. 17, '84	11:00	-2.0	3.5	6.5	fine,icy
st.1	Feb. 14, '84	10:05	2.5	2.2	5.5	fine,icy
st.2	Feb. 14, '84	08:40	-0.5	2.0	5.5	fine,icy
st.3	Feb. 14, '84	12:00	6.0	9.0	5.5	fine
st.1	Mar. 14, '84	10:10	6.2	1.0	5.9	fine
st.2	Mar. 14, '84	08:30	1.0	1.0	7.1	fine
st.3	Mar. 11, '84	12:50	11.0	15.0	6.2	fine
st.1	Apr. 14, '84	10:30	24.0	18.0	6.1	fine
st.2	Apr. 14, '84	08:40	13.0	14.0	5.8	fine
st.3	Apr. 14, '84	13:20	25.0	27.5	8.6	fine
st.1	May 13, '84	18:30	16.0	19.0	6.9	rainy
st.2	May 13, '84	18:50	16.0	19.0	6.5	rainy
st.3	May 13, '84	19:15	16.0	18.0	6.5	rainy
st.1	Jun. 20, '84	09:50	22.5	27.0	6.4	fine
st.2	Jun. 20, '84	08:40	23.0	26.0	6.3	fine
st.3	Jun. 20, '84	11:30	29.0	30.0	6.4	fine
st.1	Jul. 13, '84	15:50	29.0	33.0	6.3	fine
st.2	Jul. 13, '84	13:55	33.2	28.5	6.0	fine
st.3	Jul. 13, '84	18:40	29.0	28.8	5.9	fine

st.1: Chihnalpöl

st.2: Paetalyuji

st.3: Yujuonnup

에는 水面積의 반 이상이 水生植物群落으로 덮여 있으며 수심은 1.5~2.0 m에 달하지만 冬季에는 계속 증발하고 結氷으로 인하여 수심은 5cm~20 cm로 낮아지고 泥의 바닥에는 다량의 水生식물이 가라앉게 된다. 각 泥의 水面積은 질날벌이 65,000평이며 배달유지는 12,000평이고 유전늪은 40,000평으로 2/3이상의 면적이 연(*Nelumbo nucifera*)을 재배하는데 이용되고 있다(鄭, 1983).

採集方法. 선정된 3개 定點에서 1983年 7月부터 1984年 7月까지 13개월간 매월 中순경에 채집을 실시하였다. 試料는 水標面下 50 cm에서 표층수 11를 취하여 現場에서 formalin용액으로 고정하여 최종농도가 0.4%가 되도록 하였다(Thronsdon, 1978). 고정된 試料를 실험실로 운반하여 48시간 침전 시킨후 Siphon으로 상징액을 제거하여 120 ml 내지 150 ml로 농축된 시료를 만들었다.

現存量調査. 種의 同定은 광학현미경 100~1000배로 관찰하였으며 現存量의 측정은 농축된 試料를 균일하게 분포시킨 후 1 ml를 취하여 Sedgewick-Rafter chamber에 넣어 計數하였다. 現存量의 5% 이상을 점유하는 種을 優占種으로 선정하여 季節에 따른 현존량의 변화를 밝혔다.

環境要因. 기본적인 環境要因으로 조사지역의 기온, 수온 및 pH등을 측정하였다. 기온과 수온은 봉상수온온도계로 現場에서 측정하였고 pH는 Toyo pH-paper와 Nova portable pH-meter를 겸용하여 조사하였다(Table 1).

結果 및 考察

咸安郡內 3개 自然늪에서 출현한 硅藻類는 총 166종류로 月別 出現은 Table 2와 같다.

季節別로 볼때 春季에 77種, 夏季에 67種, 秋季에 79種 그리고 冬季에 74種으로 秋委에 가장 다양한 種의 출현양상을 보여 주지만 계절적인 뚜렷한 차이는 없었다.

硅藻類의 現存量은 定點과 季節에 따라 큰 차이를 보여 주었다(Fig. 2).

세 定點에서의 現存量은 1983年 8월에 質날벌에서 51,700 cells/l를 최소치로 1984年 3월에 11,984,300 cells/l를 최대치로 하는 커다란 변동을 나타내며 각 定點別 現存量의 변화는 質날벌에서는 1983年 11월에 916,500 cells/l, 1984年 3월에 11,984,300 cells/l였고 배달유지에서는 1983年 11월에 891,800 cells/l, 1984年 3월에 883,400 cells/l, 그리고 1984年 6월에 1,744,200 cells/l였으며 유전늪에서는 1984年 3월에 2,566,400 cells/l, 6월에 2,569,615 cells/l로 최대치를 보여주어 質날벌과 유전늪에서는 bimodal pattern을 나타내었다.

각 定點別로 주요 優占種의 최대 현존량을 보면 質날벌에서는 1983年 11월에 *Cocconeis placentula*가 328,000 cells/l, *Navicula cryptocephala*가 101,000 cells/l를 1984年 3월에 *Achnanthes minutissima*가 1,546,000 cells/l, *Cocconeis placentula*가 1,941,000 cells/l, *Navicula cryptocephala*가 1,366,000 cells/l를 차지하였다. 배달유지에서는 1983年 11월에 *Achnanthes lanceolata*가 161,000 cells/l, *Navicula cryptocephala*가 270,000 cells/l를 1984年 3월에 *Achnanthes minutissima*가 102,000 cells/l, *Cocconeis placentula*가 145,000 cells/l, *Navicula cryptocephala*가 313,000 cells/l이며, 6월에 *Achnanthes lanceolata*가 291,000 cells/l, *Navicula cryptocephala*가 523,000 cells/l를 차

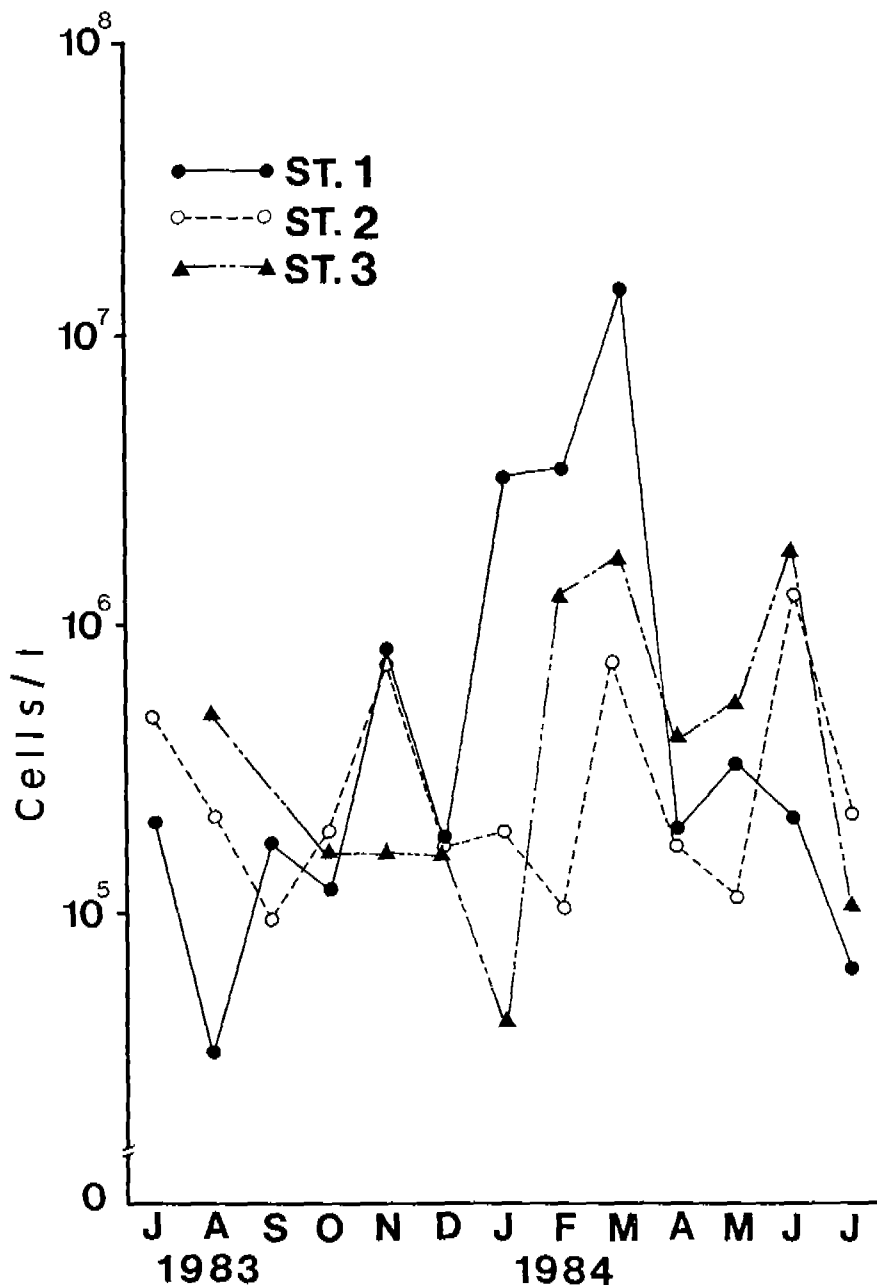


Fig. 2. Seasonal variations of diatom standing crops (cells/l) at three lowland swamps from July, 1983 to July, 1984.

(Table 2. Continued)

<i>E. indica</i>	+									
<i>E. lunaris</i>	+++++									
<i>E. lunaris</i> var. <i>genuina</i>	+++++									
for. <i>bilunaris</i>	+									
<i>E. monodon</i>	+ +									
<i>E. monodon</i> var. <i>minor</i>	+									
for. <i>bidens</i>										
<i>E. pectinalis</i>	+++++									
<i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i>	+++++									
<i>E. pectinalis</i> var. <i>rostrata</i>										
<i>E. pectinalis</i> var. <i>ventralis</i>	+ ++ + + + +									
<i>E. tautoniensis</i> var. <i>chosenia</i>	+ + + + + + +									
<i>E. tenella</i>	+++++									
Family Achnantheaceae										
<i>Achnanthes affinis</i>	+++++									
<i>A. clevei</i> var. <i>rostrata</i>	+ + + + +									
<i>A. exigua</i>	+++ + + + + + + +									
<i>A. grimmei</i>	+ ++ + ++ + +++ +									
<i>A. kolbei</i>	+++++									
<i>A. lanceolata</i> var. <i>dubia</i>	+ + + ++ ++ + ++ + + + + + + +									
<i>A. lanceolata</i>	+++++									
<i>A. linearis</i>	++ ++ +++ + +++ + + + + + +									
<i>A. linearis</i> var. <i>pusilla</i>	+ +++ + + + + + + + + + + +									
<i>A. microcephala</i>	+ + +++ + + + + + + + + + +									
<i>A. minutissima</i>	++ +++ + + + + + + + + + + + + +									
<i>A. minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i>	+ + + + + + + + + + + + + + +									
<i>Cocconeis placentula</i>	+++++									
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	+ + + + + + + + + + + + + + +									
<i>C. placentula</i> var. <i>klinoraphis</i>	+++ + + + + + + + + + + + + +									
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i>	+++++									
Family Naviculaceae										
<i>Amphora normani</i>	++ +++ + + + + + + + + + +									
<i>A. ovalis</i>	+++++									

(Table 2. Continued)

Family Surirellaceae									
<i>Cymatopleura solea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Surirella angustata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. capronii</i>									
<i>S. gracilis</i>									
<i>S. linearis</i> var.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>helvetica</i>									
<i>S. moelleriana</i>									
<i>S. ovata</i> var. <i>pinnata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. robusta</i> var.									
<i>splendida</i>									
<i>S. tenera</i>									

Station 1: Chilnalpöl, Station 2: Paetalyuji, Station 3: Yujonnup

지하였으며 유전늪에서는 1984年 3월에 *Synedra ulna* 가 429,000 cells/l, *Eunotia lunaris*가 542,000 cells/l를 6월에 *Cocconeis placentula*가 206,000 cells/l, *Navicula cryptocephala*가 516,000 cells/l를 점유하였다(Table 3).

咸安郡內 세 자연늪에서 現存量의 5% 이상을 점유하는 우점종 28종류를 선정하여 季節에 따른 출현종류의 변화와 현존량의 크기를 상대적으로 비교하였다(Figs. 3,4).

세 정점에서 4季節 계속 출현하는 *Cocconeis placentula*와 *Navicula cryptocephala*를 비롯하여 *Synedra ulna*, *Eunotia pectinalis* var. *minor*, *Achnanthes lanceolata*, *Achnanthes minutissima*가 주요 우점종으로 출현하였다.

계절에 따른 우점종의 상대적 현존량은 *Cocconeis placentula*와 *Navicula cryptocephala*가 4계절 계속 우점종으로 출현하며 이들의 상대적 현존량은 5%에서 36%까지에 달하는 큰 변화를 나타내었다. 春季에는 *Achnanthes minutissima*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*등이 3월에 최대 현존량을 나타냈으며 *Cymbella turgida*, *Gomphonema constrictum*등이 우점종으로 출현하였다. 夏季에는 *Fragilaria construens*, *Eunotia lunaris*, *Eunotia pectinalis* var. *minor*, *Eunotia tenella*, *Cymbella tumida*, *Gomphonema augur*, *Gomphonema gracile*, *Gomphonema acuminatum* var. *turris*, *Navicula radiosa*, *Pinnularia gibba*등이 우점종을 이루며 秋季와 冬季에는 *Synedra acus*, *Synedra rumpens* var. *familiaris*, *Synedra ulna*등 *Synedra* 屬의 우점종을 이루고 *Achnanthes kolbei*, *Achnanthes lanceolata*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*등도 출현하였다. 이상의 결과를 고찰하여 보면 現存量은 冬季와 春季에 증가하는데 그의 원인은 水深이 얕고 축적된 퇴적물에서 유리된 영양염류가 풍부하기 때문으로 推定된다. 각 定點別 現存量의 최대치를 이루는 주요 우점종은 *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Achnanthes lanceolata*, *Synedra ulna*, *Eunotia lunaris*등이며 이들은 대부분이 植物體에 부착하거나 土壤의 입자에 부착하는 底生硅藻類이었다.

(Table 3. Continued)

<i>Achnanthes kolbei</i>	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. lanceolata</i>	-	-	44	130	161	-	-	-	-	17	20	291
<i>A. minutissima</i>	-	-	-	-	39	-	-	-	102	-	7	-
<i>Cocconeis placentula</i>	-	-	5	-	41	33	-	8	145	24	14	-
<i>Amphora ovalis</i>	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella tumida</i>	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. turgida</i>	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
<i>Gomphonema constrictum</i>	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	-	-	5	14	270	-	14	-	313	20	16	523
<i>N. pupula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-
station												
month	Yujonnup											
	1983				1984							
dominant species	Aug.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	
<i>Synedra rumpens</i> var.												
<i>familiaris</i>	-	24	-	-	-	184	-	-	-	-	-	-
<i>S. ulna</i>	-	14	-	-	-	-	429	-	-	-	-	-
<i>Eunotia lunaris</i>	136	-	-	-	-	-	542	-	-	-	-	-
<i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i>	68	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. tenella</i>	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes kolbei</i>	-	-	-	-	-	-	128	-	-	-	-	-
<i>A. lanceolata</i>	-	21	22	15	3	-	257	-	-	-	-	-
<i>A. linearis</i>	-	-	-	11	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. minutissima</i>	-	-	-	13	8	119	-	-	54	-	-	-
<i>A. minutissima</i> var.												
<i>cryptocephala</i>	-	-	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i>	-	-	41	37	9	258	136	105	113	206	7	-
<i>Cymbella tumida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
<i>C. turgida</i>	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Gomphonema parvulum</i>	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	84	60	49	62	20	616	-	126	187	516	24	-
<i>N. radiosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	-
<i>Nitzschia palea</i>	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. romana</i>	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

漢江水系の湛水水系인 팔당댐 수역(鄭와 李, 1981)과 漢江 中流水域에서(李와 鄭, 1983)조사된 우점종은 *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Melosira varians*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria virescens* 등으로 부유성인데 反하여 本 研究에서는 대부분의 우점종이 부착성 底生硅藻類인 것이 매우 대조적이다.

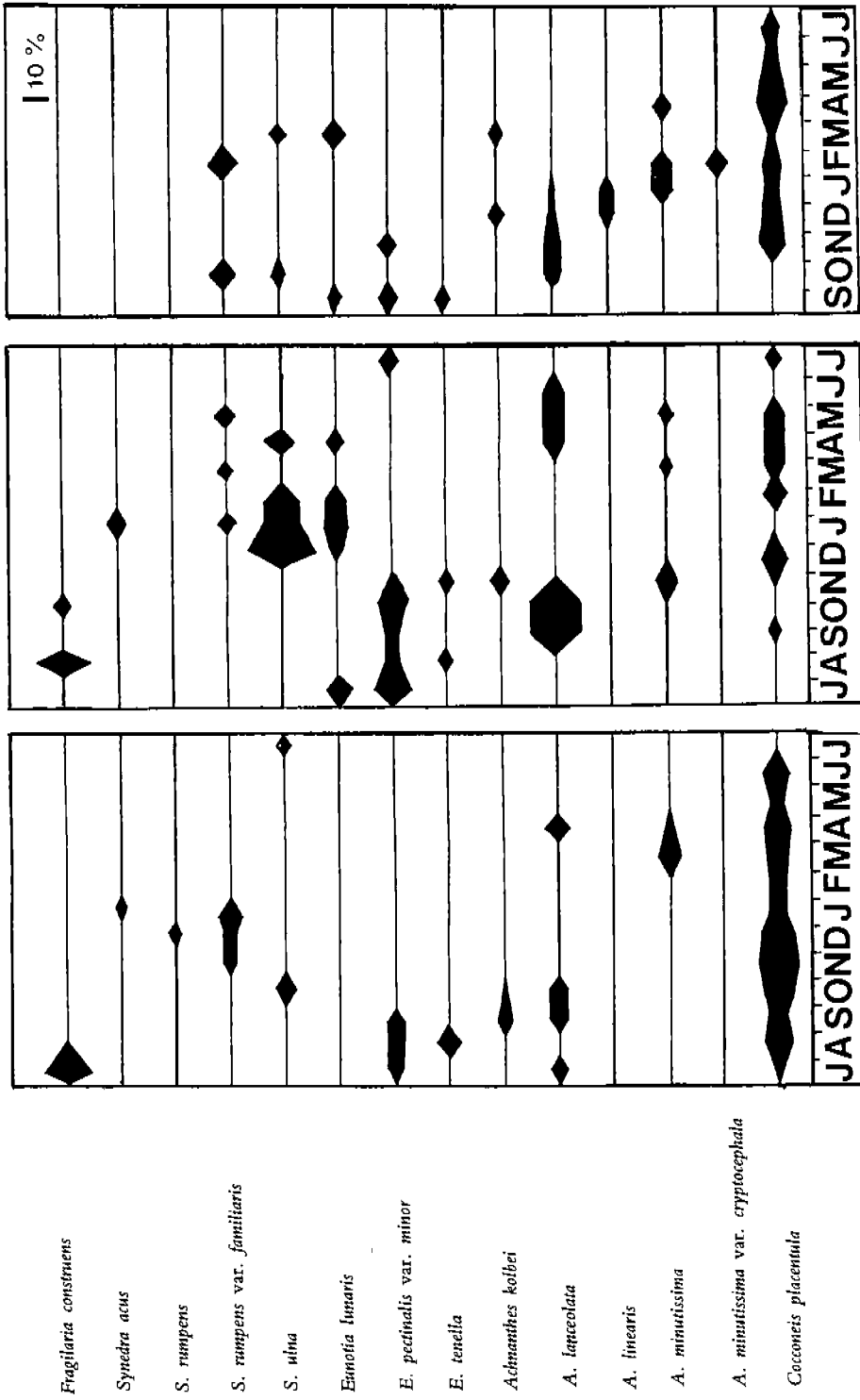


Fig. 3. The relative standing crops on dominant species at three lowland swamps from July, 1983 to July, 1984.

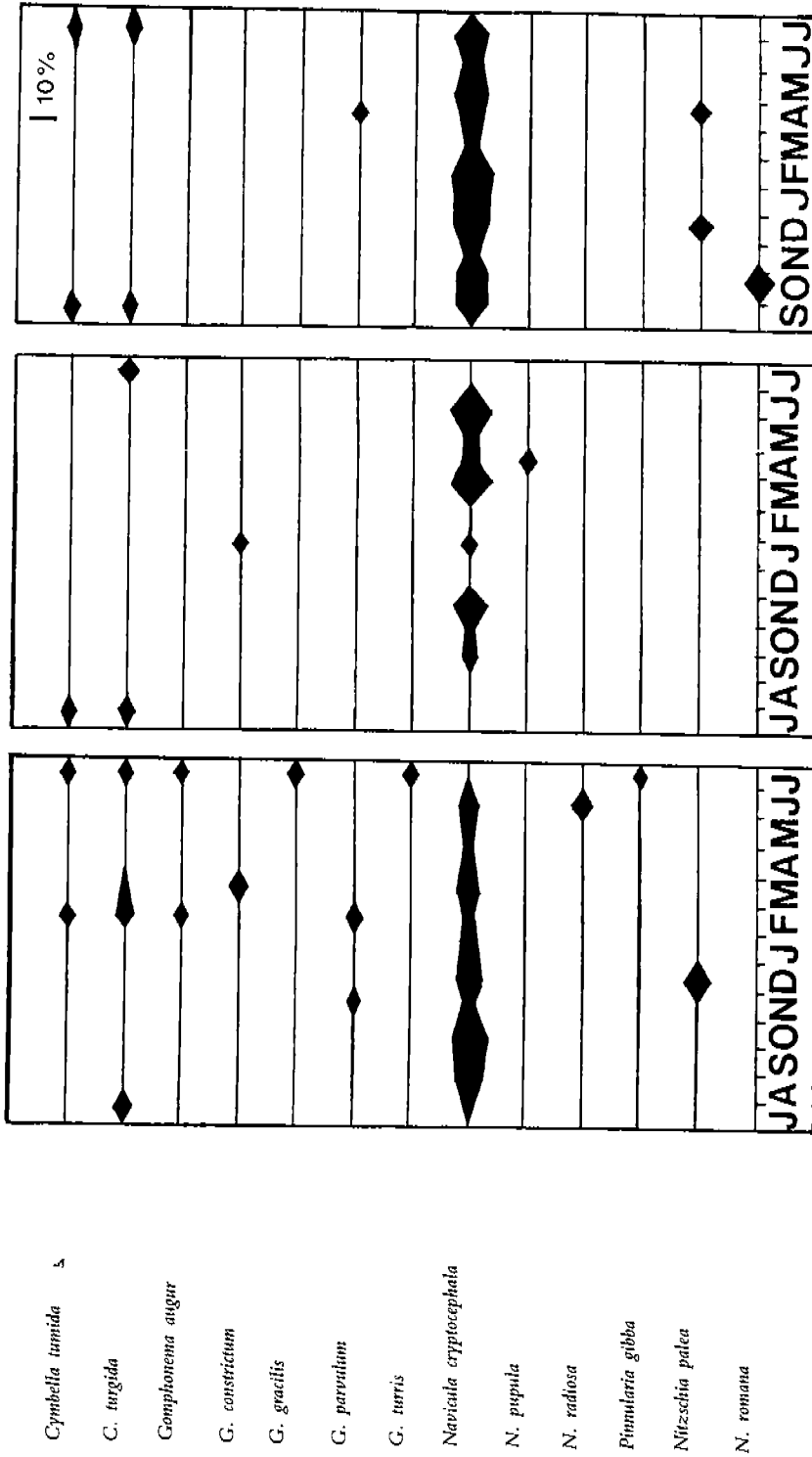


Fig. 4. The relative standing crops on dominant species at three lowland swamps from July, 1983 to July, 1984.

季節에 따른 우점종의 변화는 *Cocconeis placentula*와 *Navicula cryptocephala*가 四季節 계속 출현 하며 春季에는 *Achnanthes minutissima*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula* 등 epipelon과 epipsammon이, 夏季에는 부유성인 *Fragilaria construens*와 epiphyton으로 粘質柄을 내어 식물체에 부착하는 *Cymbella tumida*, *Gomphonema augur*, *Gomphonema acuminatum* var. *turris*, *Gomphonema gracile*와 *Eunotia pectinalis* var. *minor*가 우점종으로 출현하였다. 秋季와 冬季에 출현하는 우점종은 *Synedra ulna*, *Synedra acus*, *Synedra rumpens* var. *familiaris*, *Achnanthes lanceolata*등으로 이들은 epipelon과 epipsammon 中 冬季에 빈번하게 출현하는 종류로 밝혀져 있다 (Castenholz, 1960).

계절에 따른 우점종은 湖水나 河川水域에서 中心型硅藻類에 속하는 *Cyclotella stelligera*, *Melosira italica*, *Melosira granulata*와 羽狀硅藻類 中 縱溝를 지니지 않는 無背線硅藻類에 속하는 *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*등이 우점종으로 계절에 따라 변화하는데 反하여 咸安郡內의 세 자연늪에서는 대부분이 縱溝를 지닌 有背線硅藻類로 *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Achnanthes lanceolata*, *Eunotia lunaris*, *Synedra ulna*등 운동성을 지니며 점액질을 분비하여 生物體나 非生物體인 기질에 부착하는 種類들이 우점종으로 계절적인 변화를 나타내었다.

摘 要

慶南 咸安郡內의 질날벌, 배달유지, 유전늪에서 1983年 7月부터 1984年 7月까지 硅藻類의 種助成 및 現存量의 季節的消長, 優占種의 季節的變化에 관한 조사를 시행하였다. 調查期間을 통하여 총 166종류가 同定되었으며 계절에 따른 출현종은 뚜렷한 차이가 없었다.

硅藻類의 現存量은 질날벌에서 8월에 51,700cells/l로 최소치를 나타냈으며 3월에 11,984,300cells/l로 최대치를 보여주어 큰 변이를 나타내었다. 또한 질날벌과 유전늪에서는 年中 두번의 최대치를 보이는 bimodal pattern을 나타내었다. 주요 우점종은 *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Achnanthes lanceolata*, *Synedra ulna*, *Eunotia lunaris* 등이며 이들은 부착성인 底生硅藻類의 성격을 띄고 있으며 운동성을 지닌 有背線硅藻類이었다.

參 考 文 獻

- Castenholz, R.W. 1960. Seasonal changes in the attached algae of freshwater and saline lakes in the Lower Grand Coulee, Washington. *Limnol. Oceanogr.* 5: 1-28.
- 鄭英昊. 1974. 漢江의 Microflora에 관한 研究(第 8報). 南韓의 唯一한 高層濕原인 大岩山 용늪의 氣中硅藻에 대하여. *식물학회지* 17: 63-68.
- 鄭英昊. 1983. 咸安法守面 自然늪의 植物性플랑크톤. *자연보존* 44: 41-43.
- 鄭英昊·桂應瑞·朴德煥. 1968. 漢江의 Microflora에 關한 研究(第 2報). 春川 및 淸平貯水池를 中心으로 한 漢江의 植物性plankton과 그 季節的消長. *식물학회지* 11: 41-70.
- 鄭英昊·李鏡. 1981. 八堂潭水域을 중심으로 한 植物性플랑크톤의 現存量과 生産力. *자연보존연구보고서* 3: 383-390.
- 李鏡·鄭英昊. 1983. 漢江中心水域의 硅藻類에 대한 季節的消長과 分布에 따른 相關關係. *성심여자대학 논문집* 14: 37-47.

- Patrick, R. 1977. Ecology of freshwater diatoms and diatom communities. *In*, The Biology of diatoms, D. Werner(ed.), University of California Press, Berkeley & Los Angeles. pp. 284-332.
- Round, F.E. 1973. The biology of the algae. 2nd. Edward Arnold, London. pp. 57-107.
- 沈載亨·崔仲基. 1978. 漢江 下流에 있어서 浮游性 藻類群衆의 構造 및 機能變化에 關한 研究. 海洋학회 지 13: 31-41.
- Thronsen, J. 1978. Preservation and storage. *In*, Phytoplankton manual, Sourmia(ed.), UNESCO, Paris. pp. 69-74.
- UNESCO, 1978. Water quality Surveys. UNESCO / WHO, Paris, pp.350

(1987, 4. 30 接受)