

北韓 淡水 植物플랑크톤의 分布

李晉煥 · 李恩好 · Éva Ács* · 李仁圭**

(祥明大學校 生物學科, *헝가리 自然史 博物館 植物學科, **서울大學校 生物學科)

Distribution on Freshwater Phytoplankton in North Korea

Lee, Jin Hwan, Eun Ho Lee, Éva Ács* and In Kyu Lee**

(Department of Biology, Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea

*Botanical Department, Hungarian Natural History Museum, Budapest 1087, Hungary

**Department of Biology, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

韓國陸水學會誌 「別刷」 第 30 卷, 第 4 號 1997
Reprinted from the Korean Journal of Limnology:
Vol. 30, No. 4, December 1997

北韓 淡水 植物플랑크톤의 分布

李晋煥 · 李恩好 · Éva Ács* · 李仁圭**

(祥明大學校 生物學科, *헝가리 自然史 博物館 植物學科, **서울大學校 生物學科)

Distribution on Freshwater Phytoplankton in North Korea

Lee, Jin Hwan, Eun Ho Lee, Éva Ács* and In Kyu Lee**

(Department of Biology, Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea

*Botanical Department, Hungarian Natural History Museum, Budapest 1087, Hungary

**Department of Biology, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

ABSTRACT

In order to reveal the distribution on freshwater phytoplankton of North Korea, the present study was carried out at 8 sites of inland and lake waters from 16 May to 31 May 1991. A total of 162 taxa of phytoplankton communities, representing 11 taxa 6 genera of cyanophytes, 2 taxa 2 genera of dinoflagellates, 4 taxa 3 genera of euglenoids, 1 species 1 genera of xanthophyte, 30 taxa 19 genera of chlorophytes, and 114 taxa 37 genera of diatoms, were identified. Chlorophytes were predominant in the rice field of Pyungyang, Chungchon River and Sanju Fall, cyanophytes and brackish diatoms were dominated in salt pan pool of Nampo. Sodongjung and Samil Lake were poor in phytoplankton flora but maintained a good water quality, while Mureung Fall of Mt. Myohyang was rich in biota, and suggested a poor water quality based on an ecological habit in species occurrence. Sijung Lake was abundant in brackish phytoplankton species and was thought to be exchanged by seawater. Because of disconnection of information between North and South Korea, no information on freshwater algal flora of North Korea was available for 50 years. We expect that this investigation will help us contribute to the understanding of a phytoplankton distribution and ecology of North Korea in part.

Key words : Distribution, Freshwater, North Korea, Phytoplankton

緒 論

北韓에는 白頭山을 비롯하여 海拔 2,000 m 이 상의 山들이 7개나 분포하고 있어서 이에 따라 크고 작은 江, 河川, 댐 등이 많아 비교적 淡水 生

態系가 잘 발달되어 있다. 또한 동해안에는 석호와 사주가 발달하여 크고 작은 호수가 많이 형성되어 있는 것으로 알려져 있다. 북한에서도 남한과 마찬가지로 초기에는 주로 일본인이 담수플랑크톤을 연구하였다. 즉 岩橋(1935, 1936)는 함경북도 羅南中學校 교정의 연못 및 도랑에서

Aulacoseira distans, *Aulacoseira granulata* f. *curvata*, *Cyclotella compta* 등의 출현을, 江本 (1936)는 함경남도 安邊郡 文山面 杏峴里의 제 4기 지층에서 *Cymbella*속 등 8속의 화석 돌말류를 보고하였다. 佐藤 (1941)는 1940년 8월 7일 강원도 通川郡 동해안에 위치한 汽水性인 江湖에서 남조류와 녹조류 3종류의 출현을 보고하였다. 山元 (1941)는 함경남도 赴戰湖의 육수생물학적 조사를 하면서 돌말류 *Asterionella formosa*의 2종류, 와편모조류 *Ceratium hirundinella*와 *Gymnodinium* sp., 를, 유글레나류 *Euglena elegans*의 출현을, 山本 (1944)는 백두산 天池 및 三池淵에서 5종류의 돌말류, 남조류 *Oscillatoria* sp., 2종류의 녹조류를 각각 보고하였다. 그 후 南·北韓이 분단된지 거의 반세기 동안 학술정보를 비롯한 모든 교류가 이루어지지 않아 국내·외적으로 북한의 淡水生態系의 生物相과 自然狀態에 관한 실상을 이해할 수 없었음은 주지의 사실이다.

1991년 한국과학기술단체총연합회 주최로 열린 “북한의 과학기술과 남북교류” 심포지움에서, 이 (1991)는 북한의 자연생태계 조사보고의 생물학 관련 학술잡지를 소개 하면서 남조류 및 플랑크톤에 관한 8편의 논문을 분석하였다. 이 중 연풍호의 녹조류상(김, 1990a)과 태성호 민물 녹조류의 종조성(김, 1990b)에 대한 연구보고가 포함되어 있었다. 한편 북한 조류학자들은 식물플랑크톤 군집의 분류학적 연구에서 녹조식물문 2강 10목 22과 42속 168종 1변종 5품종, 규조식물문 2강 7목 20과 67속 303종, 남조식물문 3강 8목 22과 43속 309종 64변종 46품종, 황갈조식물문 2강 4목 4과 5속 7종, 황록조식물문 5강 5목 8과 10속 18종, 와편모조식물문 1강 2목 3과 4속 6종, 은편모조식물문 1강 1목 1과 1속 1종, 유글레나식물문 1강 1목 1과 3속 35종 4품종 등 총 967분류군에 대하여 종수준까지 국명화 작업을 수행하였다(한, 1982; 안 등, 1983).

본 연구는 남한에서는 처음으로 북한의 일부 지역에서 채집된 담수 植物플랑크톤에 대하여 미세구조를 통한 分類學的 研究를 하고 출현종의 생

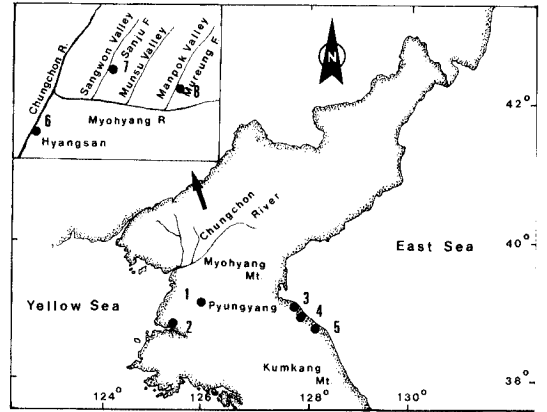


Fig. 1. A map showing the sampling stations (St. 1: Rice field near Pyongyang, St. 2: Nampo salt pan pool, St. 3: Sodongjung Lake, St. 4: Sijung Lake, St. 5: Samil Lake, St. 6: Chungchon River around Hyangsan, St. 7: Sanju Fall of Sangwon valley, St. 8: Mureung Fall Manpok valley).

태적 특징을 규명함으로써 북한 담수수역의 식물플랑크톤 분포를 파악할 뿐만 아니라 담수생태계의 자연환경을 이해할 목적으로 수행되었다.

材料 및 方法

1. 試料의 입수

본 연구자의 한 사람인 李仁圭는 1992년 7월 韓國科學財團의 外國訪問研究 프로그램의 일환으로 헝가리國 自然史 博物館에서 約 1 個月간 체류하였다. 이때 담수플랑크톤을 채집할 목적으로 북한을 방문한 공동 연구자 Éva Ács가 平壤, 清川江, 金剛山, 東海岸 등 北韓 一帶에서 채집한 植物플랑크톤 試料를 전달받아 본 연구를 수행하게 되었다. 채집장소 및 채집시기는 다음과 같다(Fig. 1, Table 1).

2. 試料의 처리

식물플랑크톤 시료는 정해진 장소에서 채수법에 의하여 채집하고 즉시 formalin으로 고정한 후 실험실에서 침전법에 의하여 농축시켰다. 시료의 동정은 농축된 시료를 습식표본을 만들어 光學顯微

Table 1. Dates and sites of phytoplankton sampling in North Korea

Station	Date	Site	Remarks
1	May 23, 1991	Pyongyang(平壤)	rice field
2	May 22, 1991	Nampo(南浦)	salt pan pool
3	May 31, 1991	Sodongjung Lake(小洞庭湖)	
4	1st: May 30, 1991 2nd: May 31, 1991	Sijung Lake(侍中湖)	
5	1st: May 26, 1991 2nd: May 30, 1991	Samil Lake(三日湖)	
6	1st: May 16, 1991 2nd: May 20, 1991	Chungchon River(清川江)	around Hyangsan
7	May 18, 1991	Sanju Fall(散珠瀑布)	
8	May 17, 1991	Mureung Fall(武陵瀑布)	

鏡(LM, Nikon Biophot)에서 檢鏡하였고, 出現 頻度가 높은 종은 사진촬영을 하였다(B/W Film, ASA 100). 한편 크기가 작은 돌말류의 미세구조를 관찰하기 위하여 세포내 有機物을 질산과 황산으로 제거하였다(Hasle and Fryxell, 1970; Hasle, 1983). 시료를 알루미늄 스테브위에 올려 놓고 금으로 코팅한 후 走査電子顯微鏡(SEM, Philips 515)에서 鏡鏡 및 사진촬영을 하여 도판을 제작하였다.

調查地의 概況

본 조사 8개 지점에 대한 상세한 개황은 시료 채집자인 Éva Ács 박사의 간단한 메모와 국내에서 발간된 문헌(동아출판사 백과사전부, 1983; 학원출판공사 사전편찬국, 1993; 김, 1994)을 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

정점 1은 평양시 주변 논, 정점 2는 남포시로부터 멀지 않은 鹽田의 웅덩이(pool)이었다. 정점 3은 小洞庭湖로서 강원도 통천군 흠곡면과 학상면 사이에 위치하며, 嶺東海岸 瀾湖群의 북쪽 끝으로 원산시의 동남쪽, 통천읍의 북서쪽 25 km 거리에 있다. 호수의 면적은 4.9 km², 둘레 14.9 km, 수심 20 m로서 호수안에는 7개의 섬이 있다. 호수 南岸 中央部에는 梟岬半島가 돌출하여 있으며 그 끝에는 關東八景의 제1인 侍中臺가 있

다. 정점 4인 侍中湖는 강원도 통천군 송전리 동해연안 중부에 위치하며 넓이 2.94 km², 둘레 11.8 km, 수심 3.4 m 정도이고, 원래 작은 灣이던 것이 모래톱에 의해 만 어귀가 막혀 형성된 석호이다(김, 1994). 이 호수에는 백년어, 가물치, 잉어, 붕어 등 민물고기가 많이 서식하고 줄풀과 같은 수생관속식물이 있다. 시중호는 맑은 물과 은빛 모래밭 그리고 소나무군락이 잘 보호되어 있고 아름다운 경치를 지니 북한이 지정한 자연경승지 제 14호 및 천연기념물 지리부문 제 212호이다. 정점 5인 三日湖는 三日浦 또는 三池라고도 하며 강원도 고성군 삼일포리 남강하류에 있는 석호로 면적 0.79 km², 둘레 5.8 km, 수심 약 4.0 m 이다(김, 1994). 남강둑을 만들면서 일부 구역은 인공으로 조성되어 있고 호수 가운데는 臥牛島를 비롯한 4개의 바위섬이 있으며 금강산 초입에 위치하여 있다. 신라의 화랑들이 3일간 체류한 데서 유래된 삼일포를 북한에서는 천연기념물 지리부문 제 218호로 지정하여 보호하고 있다. 정점 6은 묘향산 최고봉 1,909 m의 주봉인 비로봉에서 크고 작은 계곡을 형성하며 흐르는 198.75 km의 청천강이 유래되는 곳이다. 또한 정점 7은 묘향산 上元澗 상화계곡에 해발 500 m나 되는 곳에 높이 29 m의 散珠瀑布이며, 북한 천연기념물 제 84호이다. 정점 8은 묘향산의 향로봉 남쪽 萬瀑洞에 武陵瀑布 일대로서 약 50 m의 경사진 넓은 바위

위를 물이 강하게 낙하하여 경관이 아름다운 곳이다.

結果 및 考察

본 조사기간 중 8개 정점에서 출현한 植物플랑크톤 群集은 6강 14목 3아목 31과 68속 119종 13변종 20미동정종 등 총 162분류군으로 밝혀졌다 (Appendix 1). 이를 Simonsen (1979)의 분류체계에 따르면 돌말류는 2목 3아목 10과 37속 97종 9변종 8미동정종 등 총 114분류군으로 구성되어 있으며, 중심목은 14종류로 12.3%, 우상목에는 100종류로 87.7%를 각각 점유하여 우상목의 종들이 압도적으로 많았다. Parke와 Dixon (1976) 분류체계에 따르면 녹조류는 7목 14과 19속 21종 2변종 7미동정종 등 30분류군이었고, 남조류는 2목 3과 6속 7종 1변종 3미동정종으로 11분류군, 유글레나류는 1목 1과 3속 4분류군, 와편모조류는 1목 2과 2속 2분류군 그리고 황록조류 (xanthophyte)는 1목 1과 1속 1종 등으로 각각 구성되어 있었다. 분류군별 크기를 보면 돌말류에서 *Navicula*속이 13종류, *Nitzschia*속 10종류, *Fragilaria*속과 *Gomphonema*속이 각각 9종류씩, *Cymbella*속 8종류, 그리고 *Achnanthes*속은 7종류씩 차지하고 있었으며, 녹조류는 *Scene-desmus*속과 *Spirogyra*속에 각각 5종류와 4종류가 포함되어 있어 비교적 큰 분류군을 이루고 있었다. 각 조사정점별 출현종 및 생태적 특징을 보면 다음과 같다.

1. 평양 (정점 1)

논에서 채집된 식물플랑크톤은 남조류 *Phormidium subterraneum*과 *Chroococcus* sp.의 2종류, 돌말류 *Nitzschia palea*, *N. recta*, *Navicula* sp.의 3종류, 녹조류 *Chlorella ellipsoidea*, *Chlorococcum infusionum*, *Chlamydomonas angulosa*, *C. globosa*, *C. pseudopertyi*, *Coleochaete* sp., *Gloeocystis gigas*, *Hematococcus lacustris*, *Pandorina morum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Sphaerocystis schroeteri* 등 11종류로 총 16분류군이 동정되었다. 이 중 녹조류 *C.*

*globosa*와 *G. gigas*의 출현빈도가 매우 높았으며, 그 다음으로는 남조류 *P. subterraneum*이었다. 이들의 생태적 특징을 보면 *C. angulosa*는 연못 및 논에서 출현하며 (廣瀨·山岸, 1981), *C. globosa*는 연못 및 고인물에서 출현하고 온도의 내성범위가 넓은 종으로 알려져 있고, *G. gigas*와 *P. subterraneum*는 담수에서 보편적으로 출현하는 종이다 (정, 1968; 水野, 1993).

2. 남포 (정점 2)

大洞江 하구에 위치한 본 정점에서는 남조류 4종류, 녹조류 5종류, 돌말류 6종류 등 총 14종류가 출현하였다. 이들은 녹조류에서 *Chaetophora elegans* (Fig. 2), *Geminella* sp. (Fig. 3), *Gloeocystis gigas* (Fig. 4), *Coelastrum cambricum* (Fig. 5), *Pandorina* sp. (Fig. 8) 등이며, 남조류에서는 *Anabaena aequalis* (Fig. 6), *Anabaena lapponica*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nostoc* sp. (Fig. 10) 등, 그리고 돌말류에서는 *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria construens* (Fig. 7), *Melosira juergensii* (Fig. 9), *M. nummuloides*, *Navicula pygmaea* (Fig. 11) 등이다. 이 중 硬水湖에서 많이 출현하며 종종 水華現象을 일으키는 종으로 알려진 남조류 *Aphanizomenon flos-aquae* (정, 1968; 廣瀨·山岸, 1981)와, 濕原에서 종종 발견되는 *Anabaena aequalis* (水野, 1993)의 출현빈도가 높았다.

3. 소동정호 (정점 3)

본 정점에서는 돌말류 *Achnanthes brevipes*, *A. minutissima*, *Amphora copulata*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira distans* var. *alpigena*, *A. granulata*, *A. granulata* var. *angustissima*, *Cyclotella striata*, *Cymbella affinis*, *Diploneis smithii* var. *dilata*, *Fragilaria crotonensis*, *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, *Gyrosigma attenuatum*, *G. eximium*, *G. spencerii*, *Navicula peregrina*, *N.*

zanonii, *Nitzschia linearis*, *N. obtusa*, *N. recta*, *N. sp.*, *Pleurosigma delicatula*, *Rhaphoneis amphiceros*, *Surirella amphioxys* 그리고 *Synedra acus* 등 25분류군이 다양하게 출현하였으나, 빈도는 모두 낮았으며 우점종 또한 없었다. 따라서 이곳은 식물플랑크톤 현존량이 매우 낮아 일차생산이 활발하지 않을 것으로 판단되며 시료를 육안으로 보았을 때 시료액이 매우 깨끗하여 水質이 양호한 것으로 추측되었다.

4. 시중호 (정점 4)

제 1차 조사시에 채집된 식물플랑크톤은 돌말류 11종류와 녹조류 2종 등 13종류가, 제 2차 채집시에는 돌말류 41종류와 녹조류 3종 등 총 44종류가 각각 동정되었다. 제 1, 2차에 공통적으로 출현한 돌말류는 중심형인 *Cyclotella meneghiniana*, *C. stelligera* 2종과 우상형의 *Achnanthes brevipes*, *Amphora copulata*, *Cymbella tumida*, *Entomoneis alata*, *Gomphonema lanceolata*, *Nitzschia recta*, *N. sigma* 등 7종류였다. 그 외에 제 1차 조사시에 돌말류 *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Gyrosigma attenuatum*, *Tabellaria flocculosa*와 녹조류 *Scenedesmus abundans*, *S. acuminatus*의 5종류가 동정되었으며, 식물플랑크톤 flora가 빈약하고 우점종이 없으며 출현 개체수가 적어 생산성이 낮은 호수로 판단되었다. 제 2차 조사 결과에서는 1차보다 훨씬 다양한 종조성을 나타내어 위의 공통종 외에 *Achnanthes laterostrata*, *A. minutissima*, *Actinocyclus normanii*, *Amphora angusta*, *A. coffeaeformis*, *A. veneta*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *A. distans* var. *alpigena*, *A. granulata*, *A. granulata* var. *angustissima*, *Bacillaria paxillifer*, *Cyclotella striata*, *Cymbella minuta*, *Diploneis pseudovalis*, *Entomoneis costata*, *Fragilaria brevistriata*, *F. capucina*, *F. construens*, *F. elliptica*, *F. pinnata*, *Gomphonema parvulum*, *G. truncatum*, *Melosira varians*, *Navicula capitata*, *N. gregaria*, *N. peregrina*, *Nitzschia*

dissipata, *N. littoralis*, *N. sigma*, *Pinnularia schwabei*, *Rhopalodia gibba*, *R. musculus*, *Thalassiosira bramaputrae*의 34종과 녹조류 *Scenedesmus longispina*, *S. quadricauda*, *Spirogyra condensata* 3종 등 총 44종류가 동정되었다. 이 중 *Aulacoseira* 속의 3종류는 담수 및 기수역에서도 쉽게 관찰되며(李, 미발표자료), *Actinocyclus normanii*는 해안에서 주로 생육하나 비교적 높은 전도도를 가진 부영양성의 담수 기수역에서도 출현한다(이, 1992). *T. bramaputrae*도 광내염성 종으로 해수와 담수에서 모두 출현하는 종으로 알려져 있고(Mayama and Kobayashi, 1982), *E. alata*도 연안, 내만 또는 기수역에서 출현하는 종으로 알려져 있다(山路, 1991). 따라서 이들 종의 생태적 특징으로 보아 본 호수는 해수의 영향을 받는 것으로 판단된다. 본 조사에서 출현한 대표적인 종의 미세 구조는 우상형인 *Amphora* sp.(Fig. 12), *Entomoneis alata*(Fig. 13), *Rhopalodia gibba*(Fig. 14) 등 10종류에서 구체적으로 관찰되었다.

5. 삼일호 (정점 5)

1차 조사에서 출현한 돌말류는 *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, *Anomoeoneis vitrea*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. italica*, *Cyclotella stelligera*, *Cymbella affinis*, *C. japonica*, *C. lacustris*, *C. leptoceros*, *C. minuta* var. *silesiaca*, *C. tumida*, *C. sp.*, *Diatoma vulgare*, *Diploneis elliptica*, *Eunotia minor*, *Fragilaria capucina*, *F. vauchriae*, *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, *Gomphonema acuminatum*, *G. clevei*, *G. globiferum*, *G. gracile*, *G. parvulum*, *G. sphaerophorum*, *G. truncatum*, *Licmophora* sp., *Navicula salinarum*, *Nitzschia amphibia*, *N. fonticola*, *N. palea*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* 등 35종과 유글레나류 *Eutreptiella* sp.와 *Streptonema trilobatum* 등 총 37종류가 출현하였다. 이 중 우점종인 돌말류 *Aulacoseira italica*는 富營養化 水域에서 빈번

하게 출현하며 淡水域에서 보편적으로 출현하는 종으로 알려져 있고(水野, 1993), 역시 우점적으로 출현하는 유글레나류 *S. trilobatum*는 溜水池에서 발견되는 종으로 알려져 있다(水野, 1993). 제2차 조사에서는 생물상이 대단히 빈약하여 와편모조류 *Ceratium hirundinella*, *Peridinium* sp. 2종류와 돌말류 *T. flocculosa* 1종의 3종류가 동정되어 삼일호에서 모두 39분류군의 식물플랑크톤이 기록되었다. 출현종 중 주요 돌말류의 형태는 *Eunotia arcus* (Fig. 15), *Gomphonema acuminatum* (Figs 16, 20), *Gomphonema globiferum* (Fig. 17), *Cymbella tumida* (Fig. 18), *Gomphonema sphaerophorum* (Figs 21, 22), *Navicula salinarum* (Fig. 19)에서 조사되었다.

6. 청천강 (정점 6)

제1차 조사인 향산 주변의 청천강에서 남조류 *Oscillatoria sancta*, *O. tenuis* var. *natans*, *O.* sp., *Spirulina jenneri*의 4종류, 돌말류 *Climacosphenia monilifera*, *Fragilaria capucina*, *F. islandica*, *Hannaea arcus*의 4종류, 녹조류는 비교적 다양하여 *Ankistrodesmus spiralis*, *Chlorella ellipsoidea*, *Cladophora* sp., *Cosmarium impressulum* var. *suborthogonum*, *Franceia ovalis*, *Geminella* sp., *Mougeotia* sp., *Oedogonium* sp., *Scenedesmus acutus*, *S. longispina*, *S. quadricauda*, *Spirogyra condensata*, *S. porticalis*, *S.* sp. 등 14종류, 유글레나류 *Trachelomonas hispida*, *T. volvocina* 등 2종, 황록조류 *Botryococcus sudenticus* 등 총 25종류가 동정되었다. 이 중 남조류 3종류와 녹조류의 *S. porticalis*, *S. condensata* 2종 등 총 5종류의 출현빈도가 매우 높았다. 이 중 *S. jenneri*는 세계 각지에 분포하며 연못 및 습원의 못 또는 온천에 출현한다(廣瀨·山岸, 1981). 제2차 조사는 묘향산 주변에서 실시하였으며 1차 조사와는 달리 녹조류 *Scenedesmus longispina*와 돌말류 *Achnanthes* sp., *A. brevipes*, *Craticula perrotettii*, *Fragilaria capucina*, *Navicula cryptocephala*, *Neidium* sp., *Nitzschia linea-*

ris, *N. palea* 6종류로 비교적 단순한 종조성을 보였고, 특별한 우점종이나 출현빈도가 높은 종이 없었으며 채수된 수질은 매우 양호하게 보였다. 출현종 중에서 미세구조는 돌말류 *Fragilaria islandica* (Fig. 24), *Gomphonema globiferum* (Fig. 27), *Craticula perrotettii* (Fig. 31), *Navicula cryptocephala* (Fig. 32), *Fragilaria capucina* (Fig. 33), *Nitzschia palea* (Fig. 34), *Neidium* sp. (Figs 35, 36, 37), *Hannaea arcus* (Fig. 38), 녹조류 *Spirogyra porticalis* (Fig. 23), *Spirogyra* sp. (Fig. 25), *Spirogyra juergensii* (Fig. 29), *Cladophora* sp. (Fig. 30), 남조류는 *Oscillatoria* sp. (Figs 26, 28)를 각각 조사하였다.

7. 산주폭포 (정점 7)

산주폭포에서는 남조류 *Anabaena menderi*, 녹조류 *Spirogyra porticalis*, 돌말류 *Achnanthes japonica*, *A. laevis*, *A. minutissima*, *A.* sp., *Amphora* sp., *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cymbella affinis*, *C. lacustris*, *C. minuta* var. *silesiaca*, *Diatoma mesodon*, *Fragilaria pinnata*, *F. vauchriae*, *F.* sp., *Gomphonema clevei*, *G. olivaceum* var. *minutissimum*, *G. parvulum*, *Hannaea arcus* var. *recta*, *Navicula gallica*, *N. notha*, *Nitzschia amphibia*, *N.* sp., *Synedra inaequalis*의 25종류로 총 27분류군이 동정되었다. 그 중 *Achnanthes* sp. (Fig. 39), *Amphora* sp. (Figs 40, 41), *Hannaea arcus* var. *recta* (Figs 42, 43, 48), *Diatoma mesodon* (Fig. 44), *Cymbella affinis* (Fig. 45), *Cymbella minuta* var. *silesiaca* (Fig. 46), *Synedra inaequalis* (Fig. 47)는 형태적 특성이 주목되었다. 정(1968)에 의하면 세계 각처의 연못에서 쉽게 관찰되는 *Spirogyra porticalis*가 본 조사 정점에서도 90% 이상의 대단히 높은 출현빈도를 보였으며, *Fragilaria* sp.와 *Nitzschia* sp.도 비교적 쉽게 관찰되었다.

8. 무릉폭포 (정점 8)

묘향산 만폭계곡의 무릉폭포에서 돌말류 *Aulacoseira ambigua*, *A. distans* var. *alpigena*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cymbella minuta*, *Eunotia suecica*, *Fragilaria constriens*, *F. pinnata*, *F. vauchrae*, *Gomphonema lanceolata*, *Hantzschia amphioxys*, *Meridion circulare* var. *constrictum*, *Navicula contenta*, *N. mutica*, *N. saxophila*, *Nitzschia fonticola*, *Pinnularia borealis*, *P. borealis* var. *rectangularis*의 17종류가 동정되었다. 이중 특별한 우점종은 없었으나 *Melosira roeseana* var. *epidendron*이 비교적 쉽게 관찰되었다. 채수된 시료가 매우 지저분하여 이 일대의 수계가 관광객으로부터 많이 오염된 것으로 판단되었다.

謝 辭

본 연구를 수행하는데 일부 분류군의 동정에 도움을 준 韓國水資源研究所 李正鎬 博士와 淑明女子大學校 生物學科 安善淑 博士에게 감사드린다. 그리고 본 논문을 정성스럽게 읽고 수정해 준 익명의 심사자에게 고마움을 표한다.

摘 要

본 연구는 1991년 5월 16일부터 5월 31일까지 북한의 담수생태계인 호수, 강, 하천, 염전, 폭포 등에서 식물플랑크톤의 분포를 규명하기 위하여 채수법에 의해 식물플랑크톤군집을 채집하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다. 조사기간중 출현한 식물플랑크톤군집은 남조류 6속 11종, 와편모조류 2속 2종류, 유글레나류 3속 4종류, 황록조류 1속 1종류, 녹조류 19속 30종류 그리고 돌말류 37속 114종류 등 총 162 분류군으로 구성되어 있었다. 채집장소별 특성은 정점 1, 6, 7에서는 녹조류가 우세하게 출현하였고, 정점 2에서는 남조류와 해양성 돌말류가 우세하게 출현하였다. 정점 3인 소동정호와 정점 5인 삼일호에서는 수질도 깨끗하였

고 생물상도 매우 빈약하였다. 정점 4인 시중호에서는 기수종이 많이 출현하여 해수의 교류현상이 있는 것으로 판단되었다. 정점 8인 무릉폭포에서는 다양한 생물군이 출현하였으나 생물군의 생태적 특성이나 수질로 볼 때 깨끗하지 않은 것으로 판단되었다. 약 50년 동안 남·북한 분단으로 학술정보가 전혀 교류되지 않아 북한의 식물상을 알 수 없었지만, 본 연구를 통하여 북한의 담수 식물플랑크톤의 식물상, 생태 및 분포를 부분적으로 파악할 수 있어 이 분야의 학문 발전에 기여하리라 생각된다.

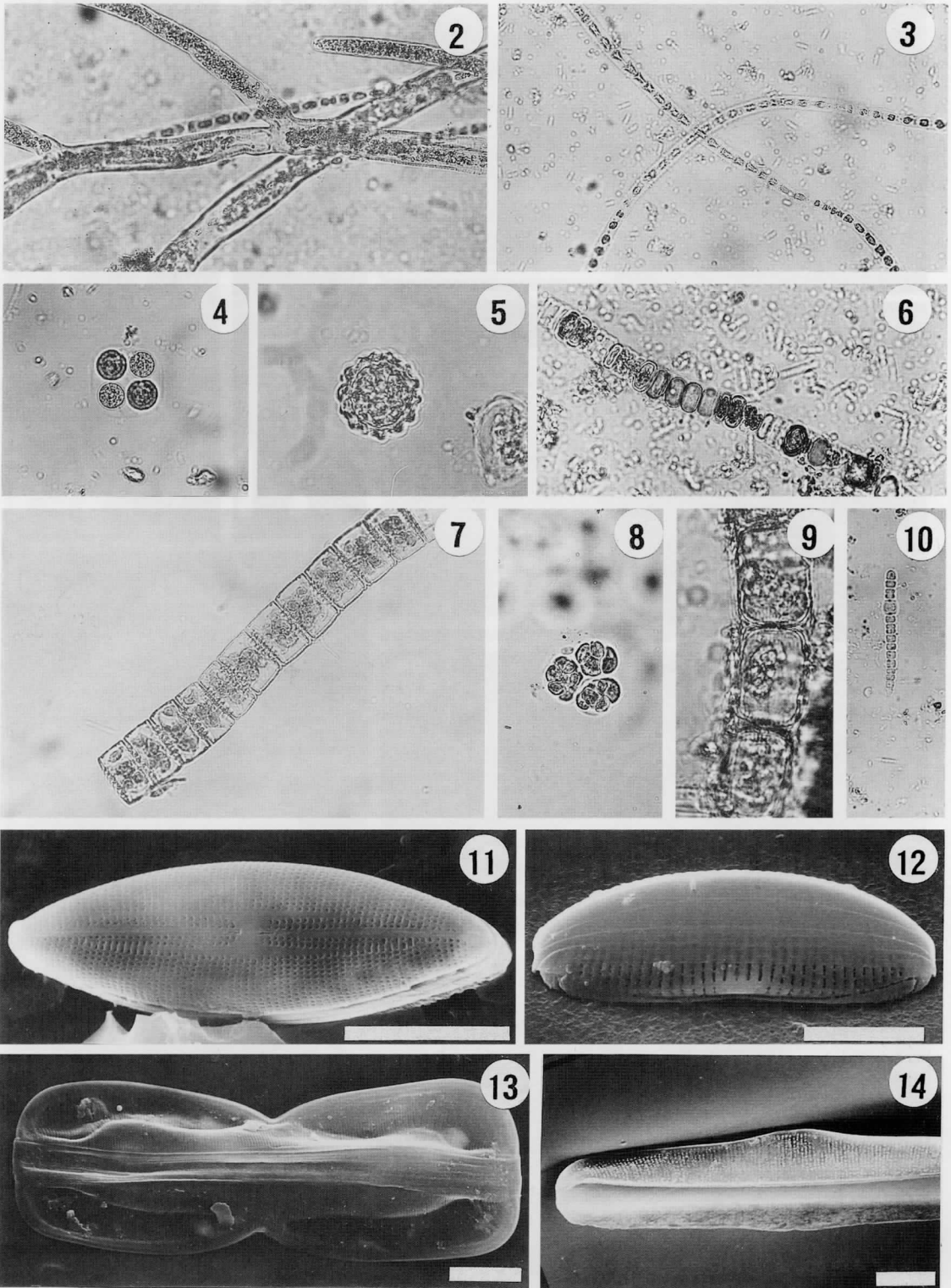
引用 文 獻

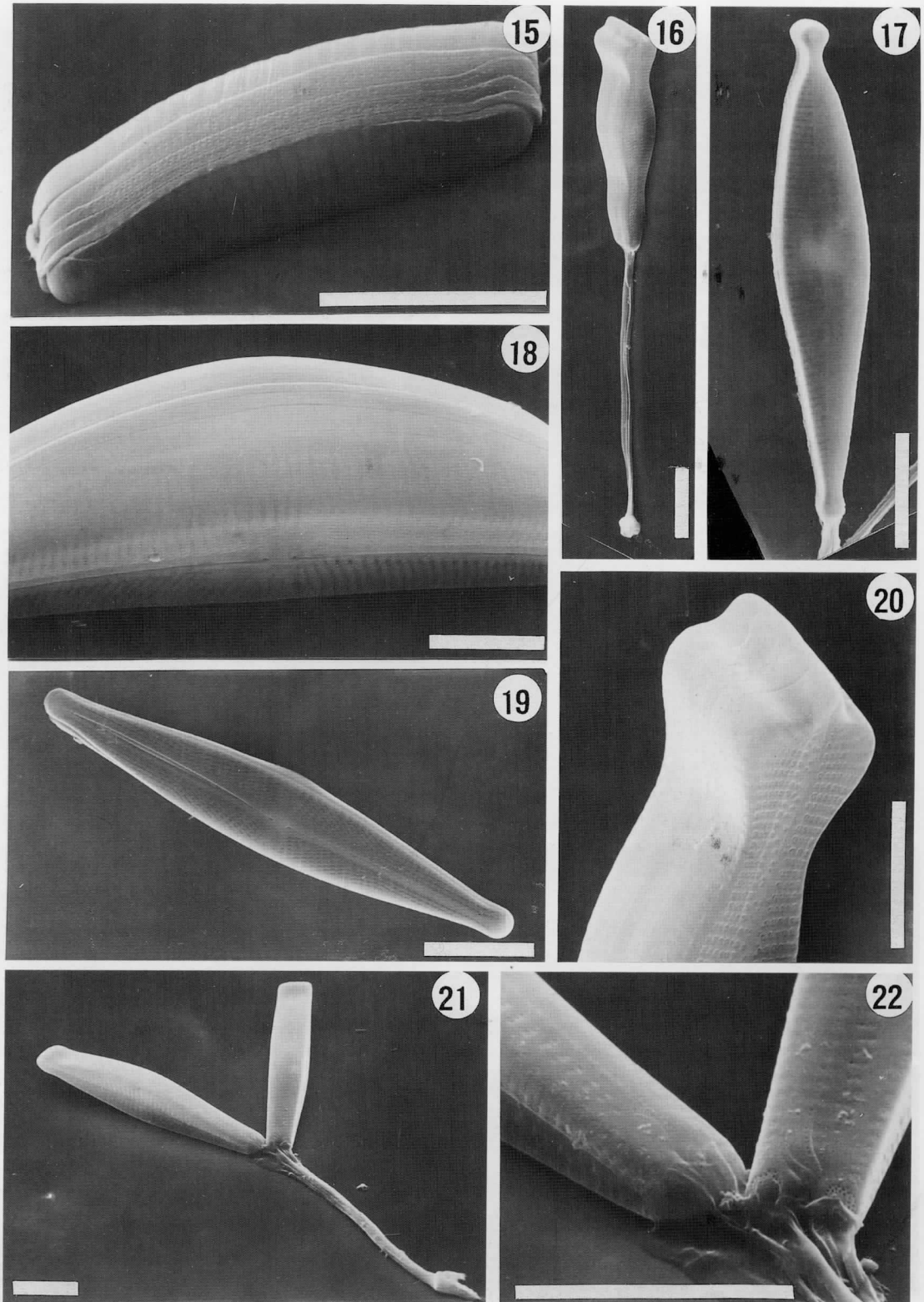
- 김성하, 1990a. 연풍호의 록조류상에 대하여. 생물학 108: 48-50.
- 김성하, 1990b. 태성호 민물 록조류의 종조성에 대하여. 생물학 109: 62-64.
- 김추윤, 1994. 한국의 호수. 대원사, 서울. 110pp.
- 동아출판사 백과사전부, 1983. 동아원색세계대백과사전. 제 26권. 동아인쇄공업주식회사. 640pp.
- 안기순 외, 1983. 조선식물분류명집. 과학백과사전 출판사.
- 이인규, 1991. 북한의 과학기술과 남북교류 —북한의 생물상과 자연생태의 조사연구에 대한 현황분석—. 과학과 기술 24: 17-22.
- 이정호, 1992. 광천(경상북도 울진군)의 부착규조류에 대한 분류 및 생태학적 연구. 경북대학교 이학박사 학위논문. 279 pp.
- 정영호, 1968. 한국동식물도감. 제 9권 식물편(담수조류). 문교부, 서울. 573 pp.
- 학원출판공사 사전편찬국, 1993. 학원세계대백과사전. 제 11권. 학원출판공사, 서울. 655 pp.
- 한진진, 1982. 한조 식물명명 사전. 료녕인민 출판사. 심양. pp.173.
- 江本義數, 1936. 日本産化石硅藻ノ研究. 植物學研究雜誌 12: 507-516.
- 廣瀬弘幸, 山岸高旺, 1981. 日本淡水藻圖鑑. 内田老鶴園. 933 pp.
- 岩橋八洲民, 1935. 日本淡水産中心型硅藻類(其四). 植物學雜誌 11: 768-771.
- 岩橋八洲民, 1936. 日本淡水産中心型硅藻類(其六). 植物學雜誌 11: 562-563.

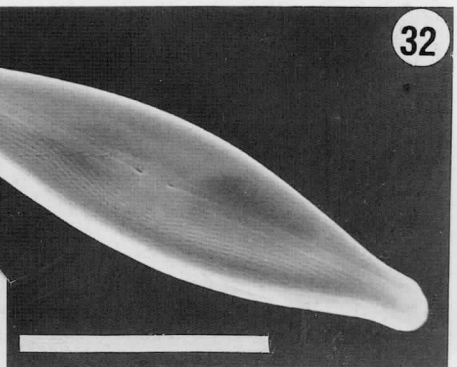
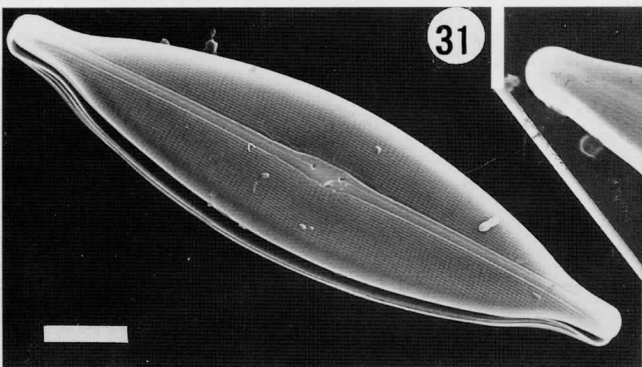
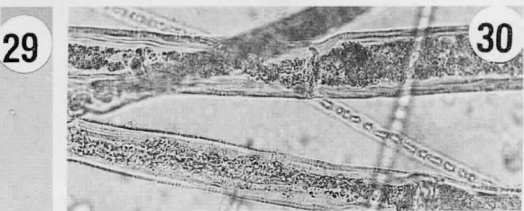
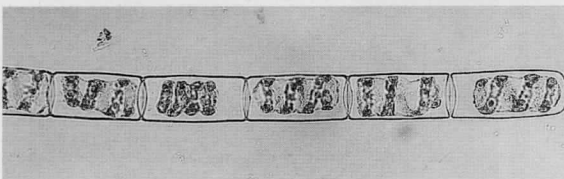
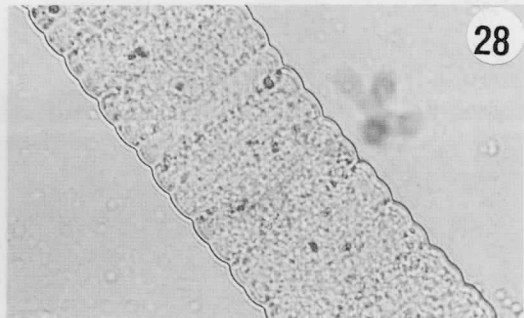
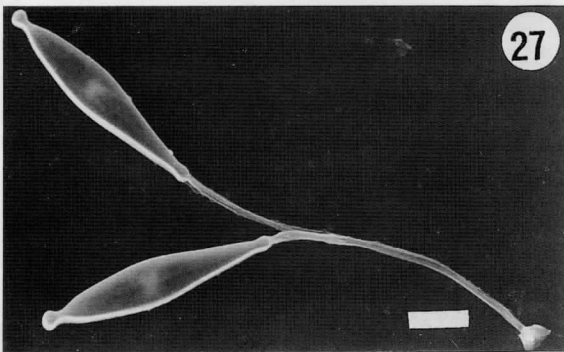
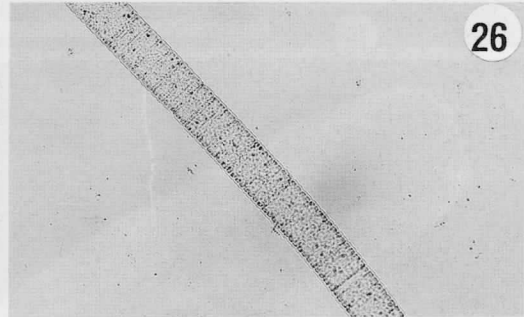
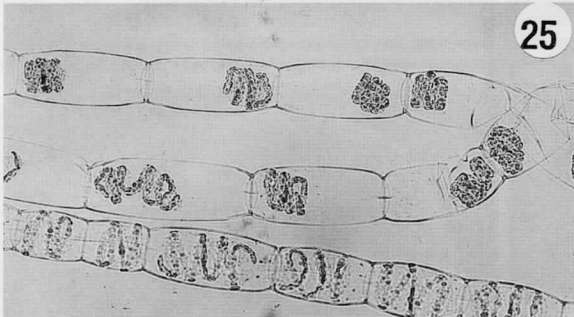
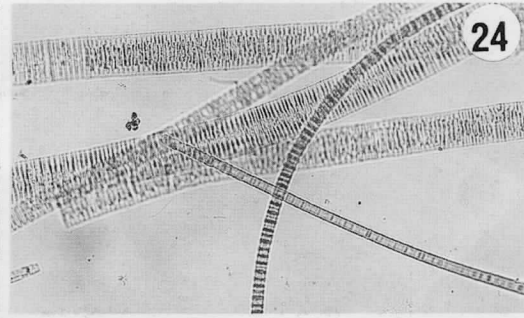
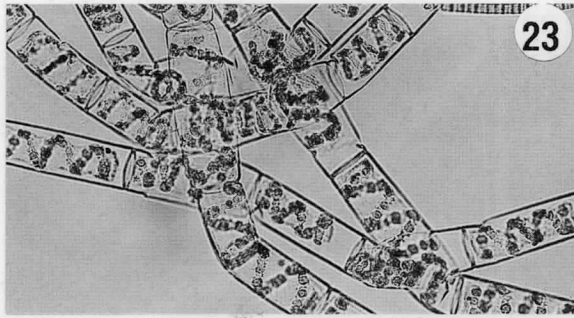
- 水野壽彦, 1993. 日本淡水プランクトン圖鑑. 保育社. 日本. pp.353.
- 佐藤月二, 1941. 朝鮮東海岸の一汽水湖の生物. 陸水學雜誌 **11**: 85-88.
- 山元孝吉, 1941. 朝鮮赴戰湖のプランクトン. 陸水學雜誌 **11**: 108-116.
- 山本孝吉, 1944. 白頭山天池及び三池淵のプランクトン. 陸水學雜誌 **13**: 167-170.
- 山路 勇, 1991. 日本海洋プランクトン圖鑑. 保育社. 日本. pp.538.
- Hasle, G.R. 1983. Notebook of international phytoplankton taxonomy course, 22 Aug. - 10 Sept. 1983. A guide to marine plankton diatoms. University of Oslo. 55 pp.
- Hasle, G.R. and G.A. Fryxell, 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light microscopy. *Trans. Am. Microsc. Soc.* **89**: 469-474.
- Mayama, S. and H. Kobayashi, 1982. Diatoms from the Aono-gawa River. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Section 4, **34**: 77-107.
- Parke, M. and P.S. Dixon, 1976. Check-list of British algae-third revision. *J. Mar. Bio. Ass. U.K.* **56**: 527-594.
- Simonsen, R. 1979. The diatom system: ideas on phylogeny. *Bacillaria* **2**: 9-71.

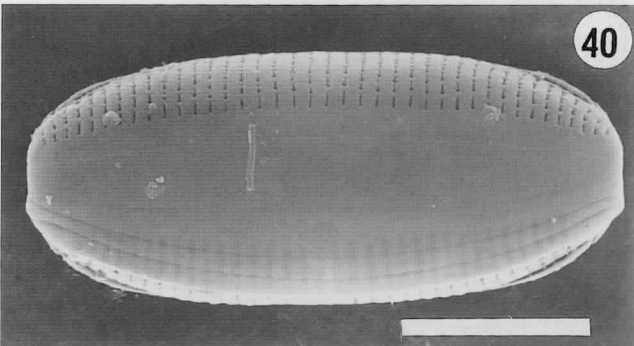
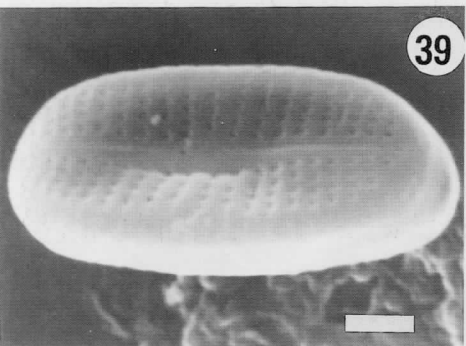
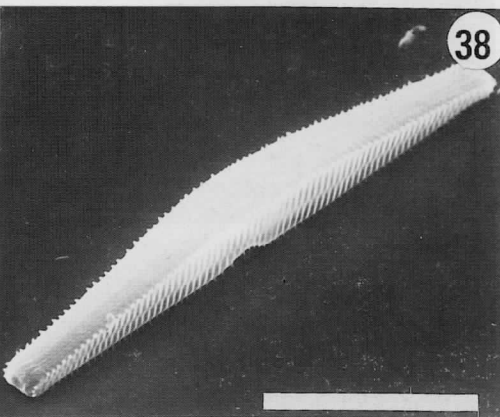
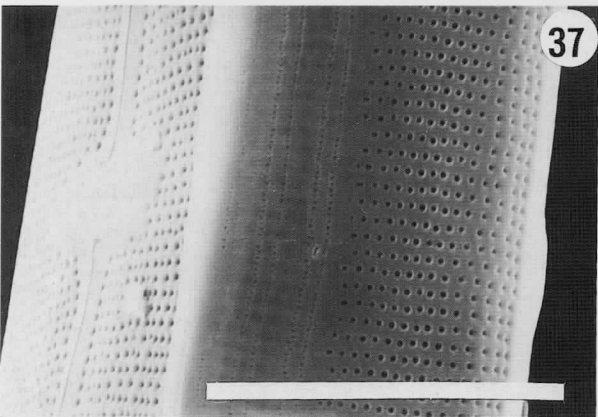
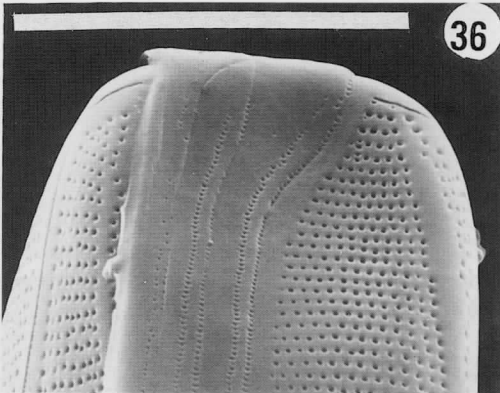
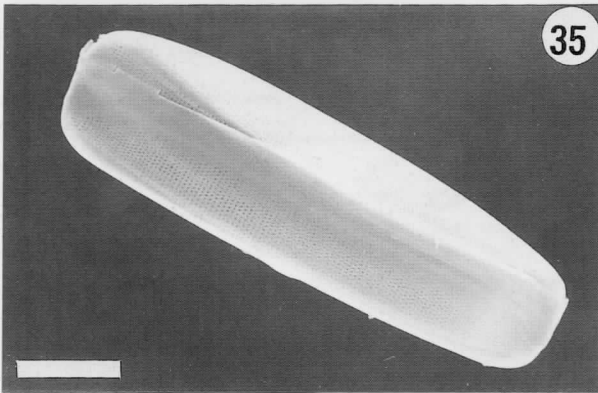
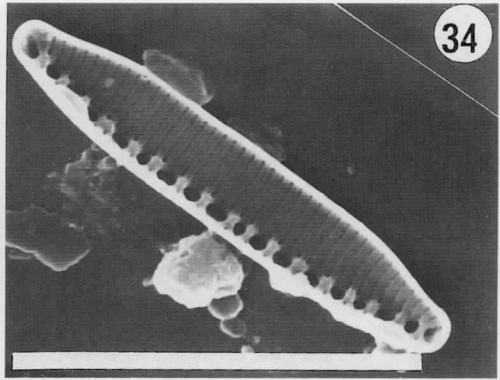
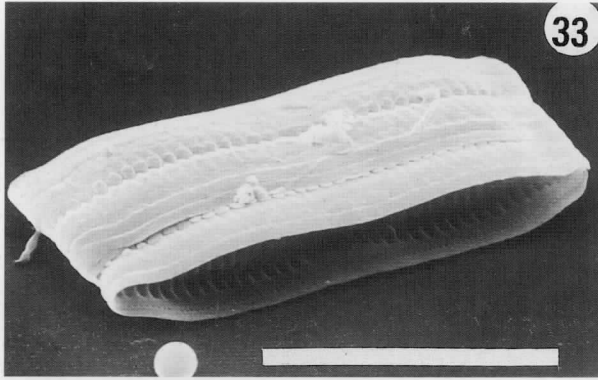
Explanation of Plates

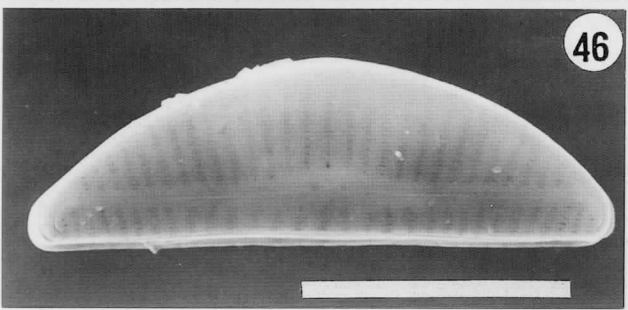
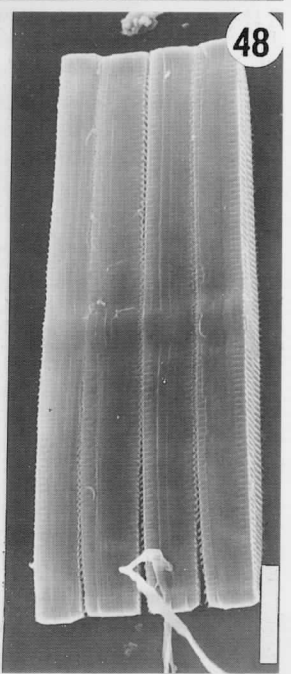
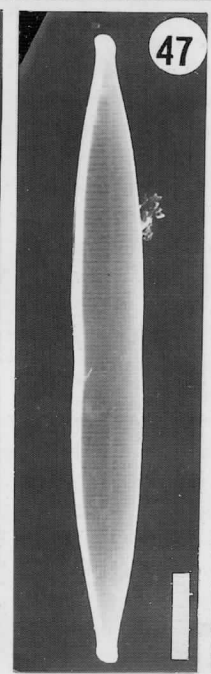
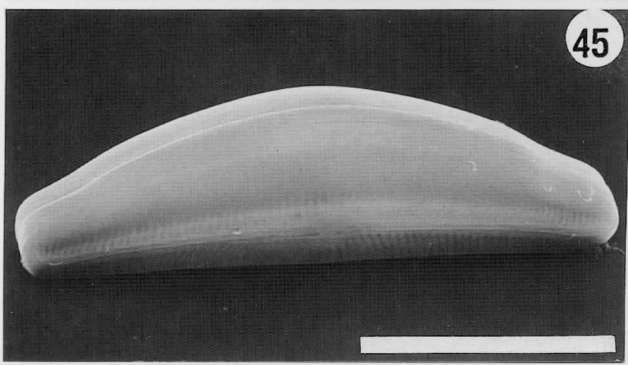
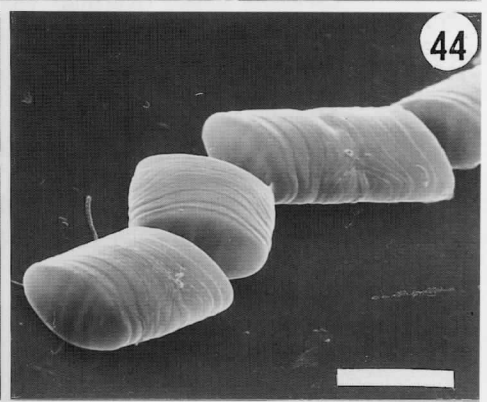
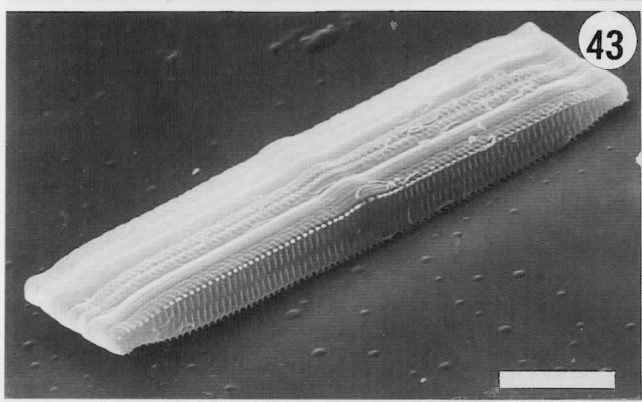
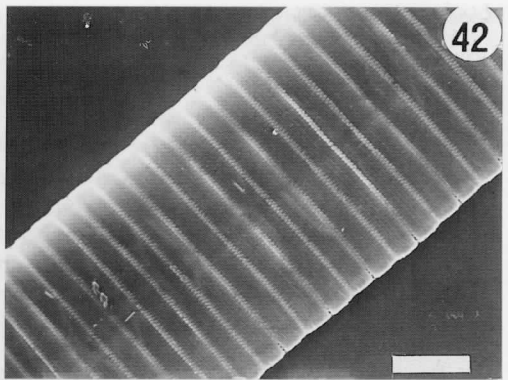
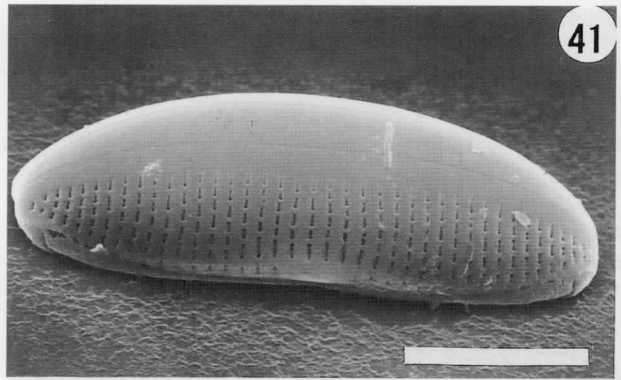
- Figs. 2-14.** LM (Figs 2-10) in water mount and SEM (Figs 11-14). Scale bars=10 μ m. Fig. 2. *Chaetophora elegans*. Fig. 3. *Geminella* sp. Fig. 4. *Gloecystis gigas* ($\times 200$). Fig. 5. *Coelastrum cambricum* ($\times 400$). Fig. 6. *Anabaena aequalis* ($\times 200$). Fig. 7. *Fragilaria construens*. Fig. 8. *Pandorina* sp. Fig. 9. *Melosira juergensii*. Fig. 10. *Nostoc* sp. Fig. 11. *Navicula pygmaea*. Fig. 12. *Amphora* sp. Fig. 13. *Entomoncis alata*. Fig. 14. *Rhopalodia gibba*.
- Figs. 15-22.** SEM (Figs 15-22). Scale bars=10 μ m. Fig. 15. *Eunotia arcus*. Fig. 16. *Gomphonema acuminatum*. Fig. 17. *Gomphonema globiferum*. Fig. 18. *Cymbella tumida*. Fig. 19. *Navicula salinarum*. Fig. 20. *Gomphonema acuminatum*. Fig. 21 and 22. *Gomphonema sphaerophorum*.
- Figs. 23-32.** LM (Figs 23-30) in water mount and SEM (Figs 31-32). Scale bars=10 μ m. Fig. 23. *Spirogyra porticalis* ($\times 100$). Fig. 24. *Fragilaria islandica* ($\times 100$). Fig. 25. *Spirogyra* sp. Fig. 26. *Oscillatoria* sp. Fig. 27. *Gomphonema globiferum*. Fig. 28. *Oscillatoria* sp. Fig. 29. *Spirogyra juergensii*. Fig. 30. *Cladophora* sp. Fig. 31. *Craticula perrotettii*. Fig. 32. *Navicula cryptocephala*.
- Figs. 33-40.** SEM (Figs 33-40). Scale bars=10 μ m (Figs 33-38 and 40), Scale bar= μ m (Fig. 39). Fig. 33. *Fragilaria capucina*. Fig. 34. *Nitzschia palea*. Fig. 35, 36 and 37. *Neidium* sp. Fig. 38. *Hannaea arcus*. Fig. 39. *Achnanthes* sp. Fig. 40. *Amphora* sp.
- Figs. 41-48.** SEM (Figs 41-48). Scale bars=10 μ m. Fig. 41. *Amphora* sp. Fig. 42 and 43. *Hannaea arcus* var. *recta*. Fig. 44. *Diatoma mesodon*. Fig. 45. *Cymbella affinis*. Fig. 46. *Cymbella minuta* var. *silesiaca*. Fig. 47. *Synedra inaequalis*. Fig. 48. *Hannaea arcus* var. *recta*.











Appendix 1. Systematic list of freshwater phytoplankton in North Korea

Class Bacillariophyceae

Order Centrales

Suborder Coscinodiscineae

Family Thalassiosiraceae Lebour 1930 emend. Hasle 1973

- Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen
- Aulacoseira distans* var. *alpigena* (Grunow) Simonsen
- Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
- Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (Müller) Simonsen
- Aulacoseira italica* Simonsen
- Cyclotella meneghiniana* Kützing
- Cyclotella stelligera* Van Heurck
- Cyclotella striata* (Kützing) Van Heurck
- Thalassiosira bramaputrae* (Ehrenberg) Iläkansson et Locker

Family Melosiraceae Kützing

- Melosira juergensii* Agardh
- Melosira nummuloides* Agardh
- Melosira roeseana* var. *epidendron* Grunow
- Melosira varians* Agardh

Family Hemidiscaceae Hendey 1937 emend. Simonsen 1975

- Actinocyclus normanii* (Greville) Hustedt

Order Pennales

Suborder Araphidineae

Family Diatomaceae Dumortier

- Asterionella formosa* Hassal
- Climacosphenia moniligera* Ehrenberg
- Diatoma mesoden* (Ehrenberg) Kützing
- Diatoma ulgare* Bory
- Fragilaria brevistriata* Grunow
- Fragilaria capucina* Desmazieres
- Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow
- Fragilaria crotonensis* Kitton
- Fragilaria elliptica* Schumann
- Fragilaria islandica* Grunow
- Fragilaria pinnata* Ehrenberg
- Fragilaria vauchriae* (Kützing) Petersen
- Fragilaria* sp.
- Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick
- Hannaea arcus* var. *recta* (Ehrenberg) Patrick
- Licmophora* sp.
- Meridion circulare* var. *constrictum* (Ralfs) Van Heurck
- Rhaphoneis amphiceros* (Ehrenberg) Ehrenberg
- Synedra acus* Kützing
- Synedra inaequalis* Kobayashi
- Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing
- Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing

Suborder Raphidineae

Family Eunotiaceae Kützing

- Eunotia arcus* Ehrenberg
- Eunotia minor* (Kützing) Grunow
- Eunotia suecica* Cleve

Family Achnanthaceae Kützing

- Achnanthes brevipes* Agardh
-

Appendix I. continued

-
- Achnanthes japonica* Kobayashi
Achnanthes laevis Östrup
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow
Achnanthes laterostrata Hustedt
Achnanthes minutissima Kützing
Achnanthes sp.
Cocconeis placentula var. *egyptia* (Ehrenberg) Grunow
 Family Naviculaceae Kützing
Amphora angusta Gregory
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing
Amphora copulata (Kützing) Schoeman et Archibald
Amphora veneta Kützing
Amphora sp.
Anomoeoneis vitrea (Grunow) Ross
Craticula perrotettii Grunow
Cymbella affinis Kützing
Cymbella japonica Reichelt
Cymbella lacustris (Agardh) Cleve
Cymbella leptoceros (Ehrenberg) Kützing
Cymbella minuta Hilse
Cymbella minuta var. *silesiaca* (Rabenhorst) Reimer
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck
Cymbella sp.
Diploneis elliptica (Kützing) Cleve
Diploneis pseudovalis Hustedt
Diploneis smithii var. *dilata* (Peragallo) Terry
Entomoneis alata (Ehrenberg) Ehrenberg
Entomoneis costata (Hustedt) Reimer
Frustulia rhomboides var. *saxonica* (Rabenhorst) De Toni
Gomphonema acuminatum Ehrenberg
Gomphonema clevei Fricke
Gomphonema globiferum Meister
Gomphonema gracile Ehrenberg
Gomphonema lanceolatum Agardh
Gomphonema olivaceum var. *minutissimum* Hustedt
Gomphonema parvulum Kützing
Gomphonema sphaerophorum Ehrenberg
Gomphonema truncatum Ehrenberg
Gyrosigma attenuatum (Kützing) Rabenhorst
Gyrosigma eximium (Thwaites) Boyer
Gyrosigma spencerii (Quekett) Griffith et Henfrey
Navicula capitata Ehrenberg
Navicula contenta Grunow
Navicula cryptocephala Kützing
Navicula gallica (W. Smith) Lagerst
Navicula gregaria Donkin
Navicula mutica Kützing
Navicula notha Wallace
Navicula peregrina (Ehrenberg) Kützing
Navicula pygmaea Kützing
Navicula salinarum Grunow
Navicula saxophila Hustedt
-

Appendix 1. continued

- Navicula zanonii* Hustedt
Navicula sp.
Neidium sp.
Pinnularia borealis Ehrenberg
Pinnularia borealis var. *rectangularis* Carlson
Pinnularia schwabei Krasske
Pleurosigma delicatula W. Smith
 Family Epithemiaceae Grunow
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Müller
Rhopalodia musculus (Kützing) Müller
 Family Nitzschiaceae Grunow
Bacillaria paxillifer (Müller) Hendey
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann et Lewin
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow
Nitzschia amphibia Grunow
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow
Nitzschia fonticola Grunow
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith
Nitzschia littoralis Grunow
Nitzschia obtusa W. Smith
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith
Nitzschia recta Hantsch
Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith
Nitzschia sp.
 Family Sirellaceae Kützing
Surirella amphioxys W. Smith

Class Chlorophyceae

Order Volvocales

Family Chlamydomonadaceae

- Chlamydomonas angulosa* Dill
Chlamydomonas globosa Snow
Chlamydomonas pseudopertyi Pascher
Hematococcus lacustris (Girod-chastrans) Rostafinski

Family Volvocaceae

- Pandorina morum* (Müller) Bory
Pandorina sp.

Order Tetrasporales

Family Palmellaceae

- Gloecystis gigas* (Kützing) Langerheim
Sphaerocystis Schroeteri Chodat

Order Oedogoniales

Family Oedogoniaceae

- Oedogonium* sp.

Order Cladophorales

Family Cladophoraceae

- Cladophora elegans*
Cladophora sp.

Order Chlorococcales

Family Chlorococcaceae

- Chlorococcum infusionum*

Family Oöcystaceae

Appendix I. continued

- Ankistrodesmus spiralis* (Turner) Lemmermann
- Chlorella ellipsoidea* Gerneck
- Franceia ovalis* (France) Lemmermann
- Family Scenedesmaceae
 - Scenedesmus abundans* (Kirchner) Chodat
 - Scenedesmus acutus* Meyen
 - Scenedesmus acuminatus* (Langerheim) Chodat
 - Scenedesmus longispina* Chodat
 - Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brebisson
- Order Zygnematales
 - Family Zygnemataceae
 - Mougeotia* sp.
 - Spirogyra condensata*
 - Spirogyra juergensii* Kützing
 - Spirogyra porticalis* (Müller) Cleve
 - Spirogyra* sp.
 - Family Desmidiaceae
 - Cosmarium impressulum* var. *suborthogonum*
 - Family Coelchaetaceae
 - Coleochaete* sp.
 - Family Chaetophoraceae
 - Chaetophora elegans* (Roth) Agardh
 - Family Coelastraceae
 - Coelastrum cambricum* Archer
- Order Ulotrichales
 - Family Ulotrichaceae
 - Geminella* sp.
- Class Euglenophyceae
 - Order Euglenales
 - Family Euglenaceae
 - Eutreptiella* sp.
 - Streptonema trilobatum* Wallich
 - Trachelomonas hispida* (Perty) Stein
 - Trachelomonas volvocina* Ehrenberg
- Class Xanthophyceae
 - Order Mischococcales
 - Family Chlorobotrydaceae
 - Botryococcus sudenticus* Lemmermann
- Class Dinophyceae
 - Order Peridinales
 - Family Peridiniaceae
 - Peridinium* sp.
 - Family Ceraticeae
 - Ceratium hirundinella* (Müller) Schrank
- Class Cyanophyceae
 - Order Chroococcales
 - Family Chroococcaceae
 - Chroococcus* sp.

Appendix 1. continued

Order Oscillatoriales

Family Oscillatoriaceae

Oscillatoria sancta (Kützing) Gomont*Oscillatoria tenuis* var. *natans* Agardh*Oscillatoria* sp.*Pormidium subterraneum* (Agardh) Gomont*Spirulina jenneri* (Stizenberger) Geitler

Family Nostocaceae

Anabaena aequalis Borge*Anabaena lapponica* Borge*Anabaena menderi* Huber-Pestalozzi*Aphanizomenon flos-aquae* (Linnaeus) Ralfs*Nostoc* sp.
