

한국산 미기록 녹조식물(녹조식물문) 10 분류군에 대한 연구

이 옥 민* · 안 재 현 · 문 병 렬

(경기대학교 생물학과)

A Study of Ten Taxa of Newly Reported Green Algae (Division Chlorophyta) in Korea. Lee, Ok-Min*, Jae-Hyun Ahn and Byeong-Ryeol Moon (Department of Biology, Kyonggi University, Suwon 443-760)

Ten taxa of green algae collected at 8 stations of reservoirs and one of aerial habitat were reported newly in Korea. They belong to 7 genera, 2 species, 6 varieties and 2 forms and include one taxon of *Scenedesmus*, *Actinotaenium*, *Euastrum*, *Hyalotheca*, *Staurastrum* and *Teilingia* respectively, 4 taxa of *Cosmarium*. The Korean green algae, including these newly reported ones, totals to 1,131 taxa, and classified as 1 class, 10 orders, 34 families, 140 genera, 728 species, 318 varieties and 85 forms. *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita* f. *rotundatum* cultured in this study was appeared to be variable in the size of isthmus. In the Korean taxa of *Cosmarium lapponicum* var. *granulatum*, *C. portianum* var. *orthostichum* and *Euastrum denticulatum* var. *rectangulare*, cell sizes were shown smaller than previously reported ones. Five taxa including *Cosmarium lapponicum* var. *granulatum* were occurred in the eutrophic states, and *Cosmarium decedens*, previously reported as present in the freshwater area, was collected at the aerial habitat in this study.

Key words : newly reported taxon, isthmus, eutrophic states, aerial habitat

서 론

녹조식물(green algae)은 전통적으로 하나의 문인 녹조식물문(Division Chlorophyta)으로 사용되어 왔으며 녹조강을 포함한 4개(Sze, 1997), 5개의 강(Graham and Wilcox, 2000) 또는 여러 개의 강으로 나누어져 왔다(Van Den Hoek *et al.*, 1997). 최근에는 분자계통학적 연구를 반영하여 2개의 문인 녹조식물문(Division Chlorophyta)과 윤조식물문(Charophyta=Streptophyta)으로 제안되고 있으며(Lewis and McCourt, 2004), 윤조식물군이 육상식물의 조상군과 계통적 유연관계가 깊은 것으로 나타나고 있다.

담수녹조류에 대한 국외의 연구는 Bourrelly (1966),

Hirose *et al.* (1977), Smith (1977), Prescott (1973) 그리고 John *et al.* (2002)에 의해 식물상이 완성 단계에 있으나, Gontcharov and Watanabe (1999), Kanetsuna (2002, 2004) 그리고 Dingley (2004) 등의 연구에서와 같이 최근 까지도 새로운 분류군들이 밝혀지고 있다.

국내에 분포하는 녹조식물은 Hirose *et al.* (1977)과 Prescott *et al.* (1981, 1982)의 분류체계에 따라 1강 11목 34과 139속 726종 312변종 83품종의 총 1,121분류군이 보고되어 있다(이 등, 1996; 문과 이, 2004; 박과 이, 2004; Kim, 1996). 이중 뗏목말속 식물은 44종 30변종 17품종의 총 91분류군이 밝혀져 있다. 또한 물면지말과(Family Desmidiaceae)에 속하는 식물은 21속 332종 230변종 58품종의 총 620분류군이 보고되어 있으며, 이 중 *Actinotaenium*속 식물은 9종 6변종 2품종의 17분류

* Corresponding author: Tel: 031) 249-9643, Fax: 031) 241-0860, E-mail: omlee@kyonggi.ac.kr

군이 보고되어 있고, 장고말속식물은 126종 113변종 35 품종의 총 274분류군이 보고되어 있으며, 팔장고말속 식물은 75종 40변종 8품종의 총 123분류군이 보고되어 있다. 또한 오목 장고말속식물은 23종 11변종 4품종의 총 38분류군이 보고되어 있으며, *Hyalotheca*속은 2종이 보고되어 있다. Bourrelly (1964)에 따라 *Sphaerosozma*속으로부터 일부 분류군들이 *Teilingia*속으로 독립되었으며, 이에 따라 한국산 *Teilingia*속 식물은 2종 1변종의 3 분류군이 보고되어 있다. 전 세계적으로 장고말속이나 팔장고말속 식물이 각각 1,000여 분류군 이상이 보고되어 있는 것 (Prescott *et al.*, 1981, 1982)과 비교할 때 본 분류군에 대한 국내의 연구가 상대적으로 미흡한 실정임을 알 수 있다.

한국산 담수녹조류의 미기록종에 관한 연구는 정 등 (1972)에 의해 제주도 일대에서 보고된 45분류군의 미기록종 연구를 비롯하여 충청북도과 경상북도 경주시 불국사 일대의 연구 (정, 1978, 1979, 1982) 등 최근까지 여러 연구자들에 의해 전국에서 미기록 분류군이 보고되었다 (이, 1978, 1979; 장, 1982, 1986; 정과 이, 1986; 위와 김, 1990; 안과 장, 1994; 정과 김, 1994; Kim *et al.*, 1994; 문과 이, 2004; 박과 이, 2004)

본 연구에서는 내륙 습지에 분포하는 녹조식물을 대상으로 하는 채집을 통해 한국산 미기록종을 발굴하여 한국산 녹조식물의 식물상 완성에 기여하고자 하였으며, 서식지의 이화학적 환경요인을 조사하여 출현분류군의 생태학적 분포를 밝히고자 하였다. 또한 각 분류군의 단조류배양을 통하여 형태적 변이를 관찰함으로써 중요한 형태적 형질의 변이의 한계를 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

전국의 8곳의 저수지 및 호수와 1곳의 기중조류 서식지를 대상으로 2004년과 2006년에 미세 녹조류의 채집을 실시하였다. 채집 대상지 중 강원도 홍천군 수타사와 경기도 양평군 용문면 중원리 소재의 소규모 습지를 제외한 7개 호소의 수문학적 특성은 다음과 같다 (Table 1).

녹조식물의 채집은 정체 수역의 수변에 서식하는 수생 식물을 훑거나 짜고, 물속에 잠긴 돌 등을 표층수에 씻어내는 방법으로 실시하였다 (Sournia, 1978). 기중조류는 멸균된 주걱을 이용하여 선태식물과 함께 채집하였다 (Kiel and Gaylarde, 2006). 채집지의 수온 (WT), 기온 (AT), pH, 용존산소량 (DO), 전기전도도 (Cond.) 등 기본적인 이화학적 환경 요인을 측정하였다 (Table 2). 수온 및 기온은 봉상 수온 온도계를 사용하여 측정하였으며 pH, 용존산소량 그리고 전기전도도는 Multi 340i (WTW, Germany)로 측정하였다.

총인 (T-P)과 총질소 (T-N)의 측정은 자외선 흡광도법과 아스코르빈산 환원법 (환경부, 1996)을 이용하여 측정하였다. 엽록소-a의 농도 분석을 위하여 현장에서 채수한 시료를 냉장 처리한 후 200 mL의 시료를 Whatman GF/C filter로 여과하고, 이 여과지를 막자사발로 마쇄하였다. 이는 아세톤으로 용해하여 색소를 추출한 후 파장 630 nm, 663 nm, 645 nm, 750 nm에서 흡광도를 측정하여 엽록소-a의 양을 산출하였다 (SCOR-Unesco, 1966). 투명도 (Secchi transparency depth: SD)는 탁도를 측정 후 투명도로 전환하였다 (Davies-Colley and Smith,

Table 1. The hydrologic characters of 7 sampling sites in this study from Feb. to Dec., 2004.

Sites	Location	Reservoir (lake) surface area (km ²)	Storage volume (× 10 ³ m ³)	Completion of lake (year)
Bongsan reservoir	Gyeseong-myeon, Changneyong-gun, Gyeongsangnam-do	19.9	2,172	1945
Hajeo reservoir	Paltan-myeon, Hwaseong-si, Gyeonggi-do	0.5	-	1945
Idong reservoir	Idong-myeon, Yongin-si, Gyeonggi-do	93.0	20,949	1972
Juam lake	Boseong-gun, Suncheon-si and Hwasun-gun, Jeollanam-do	1,010.0	457,000	1992
Sanmuk reservoir	Gwangsi-myeon, Yesan-gun, Chungcheongnam-do	2.2	487	1982
Seokmun reservoir	Samdo-dong, Gwangsan-gu, Gwangju metropolitan city	0.9	60	1945
Wondangu reservoir	Judeok-eup, Chungju-si, Chungcheongbuk-do	0.1	-	1945

2001). 수질의 영양등급은 LTSI (Lake Trophic State Index) 값을 산출하여 평가하였다 (Yang and Dickman, 1993).

채집된 분류군은 광학현미경 100배 하에서 파스퇴르 피펫을 이용하여 단세포로 분리한 후 고체 평판배지 (Kies, 1967; Bold and Wynne, 1978)에 접종하여 군체를 유도하였다 (Stein, 1979). 유도된 군체는 액체 배지에 접종하고 25°C, 16:8의 일장주기와 40 µm m⁻² s⁻¹의 광조건 하의 식물배양실 내에서 배양한 후 광학현미경을 이용하여 관찰하였다. 모든 분류군은 광학현미경 묘화장치 (Olympus U-DA)를 사용하여 1,000배의 그림으로 나타냈으며, 현미경용 디지털 카메라 (Olympus DP70)를 사용하여 사진으로 나타냈다. 각 분류군의 동정은 정 (1993), Turner (1892), West and West (1908), West *et al.* (1923), Scott and Prescott (1952), Bourrelly (1966), Prescott (1973), Prescott *et al.* (1972, 1977, 1981, 1982), Hirose *et al.* (1977), Croasdale *et al.* (1983), John *et al.* (2002)을 참조하였다. 배양된 모든 분류군들은 경기대학교 미세녹조류 배양실 (Algal Culture collection of Kyonggi University: ACKU)에 보관, 배양 중이다.

결 과

담수수역 중 환경요인이 측정된 6개 수역의 이화학적 환경요인을 측정된 결과, pH 값이 가장 낮은 수역은 중원리 (6.2)로 나타났으며, 가장 높은 수역은 이동저수지 (8.0)로 나타났다. 용존산소량은 하저저수지의 6.47 mg L⁻¹가 최저값으로 나타났으며, 최고값은 봉산저수지의 13.14 mg L⁻¹로 나타났다. 전기전도도의 최저값은 주암호의 53 µs cm⁻¹로 나타났으며, 최고값은 하저저수지의 299 µs cm⁻¹로 나타났다. 그리고 투명도는 최저 1.20 m (이동저

수지)에서 최고 3.37 m (하저저수지)로 나타났으며, 총질소의 농도는 0.07 (주암호)~0.94 mg L⁻¹ (봉산저수지)로 나타났고, 총인산의 농도는 27.0 (이동저수지)~53.5 µg L⁻¹ (봉산저수지)로 나타났다. 그리고 엽록소 *a*의 농도는 3.48 (하저저수지)~13.18 mg m⁻³ (이동저수지)로 나타났다 (Table 2).

총인의 농도, 엽록소-*a*의 농도 그리고 투명도를 측정 후 LTSI를 산출하여 영양단계 평가 (Yang and Dickman, 1993)를 실시한 결과, 하저저수지는 LTSI 값이 4.69로 나타나 중부영양화 단계에 있는 것으로 평가되었으며, 이동저수지와 봉산저수지 그리고 주암호는 LTSI 값이 각각 6.47~7.80으로 나타나 부영양화 단계에 있는 것으로 평가 되었다 (Table 2).

본 연구수역에서 채집된 한국산 미기록 분류군은 멧목말속 (Genus *Scenedesmus*)의 1분류군과 물먼지말과 (Family Desmidiaceae)에 속하는 *Actinotaenium*속 1분류군, 장고말속 (Genus *Cosmarium*) 4분류군, 팔장고말속 (Genus *Staurastrum*) 1분류군, 오목 장고말속 (Genus *Euastrum*) 1분류군, *Hyalotheca*속의 1분류군, 그리고 *Teilingia*속 1분류군을 포함한 총 10분류군이 채집되었다. 이는 Prescott *et al.* (1973)을 참조한 Hirose *et al.* (1977)의 분류체계에 따라 1강 2목 2과 7속에 속하는 2종 6변종 2품종의 10분류군으로 나타났다. 따라서 이들 10분류군을 한국산 식물상에 추가하면 현재까지 보고된 한국산 녹조식물은 1강 11목 34과 140속에 속하는 728종 318변종 85품종의 총 1,131분류군으로 정리되었다. 본 연구에서 이미 *Sphaeroszoma*속으로 보고된 분류군을 Bourrelly (1964)에 따라 *Teilingia*속으로 분류하였으며 이에 따라 한국산 *Teilingia*속이 추가되었다.

본 연구에서 출현한 10분류군의 한국산 미기록 식물에 대하여 외부형태 (정면, 측면, 극면)는 현미경 사진과 그림으로 나타냈으며, 외부형태의 주요 특징을 기술하였고 실

Table 2. The environmental factors, LTSI value and trophic states of 5 sampling sites from spring to fall, 2004.

Factors \ Sites	Jungwon-ri	Idong reservoir	Hajeo reservoir	Bongsan reservoir	Juam lake
WT (°C)	21	25	30	10.8	22
AT (°C)	14	24	32	20	16
pH	6.2	8.0	7.9	7.0	6.9
DO (mg L ⁻¹)	-	8.35	6.47	13.14	10.09
Cond. (µs cm ⁻¹)	-	108	299	170	53
SD (m)	-	1.20	3.37	2.2	2.40
T-N (mg L ⁻¹)	-	0.71	0.37	0.94	0.07
T-P (µg L ⁻¹)	-	27.0	28.8	53.5	40.4
Chl- <i>a</i> (mg L ⁻³)	-	13.18	3.48	11.49	6.60
LTSI value	-	7.80	4.69	7.72	6.47
Trophic state	-	Eutrophic	Mesoeutrophic	Eutrophic	Eutrophic

내배양의 결과 나타난 형태적 변이를 관찰하였으며, 각 분류군이 출현한 생태적 특징에 대하여 서술하였다. 본 연구에서 출현한 10분류군에 대한 기재와 그림은 아래와 같다.

Division Chlorophyta
Class Chlorophyceae
Order Chlorococcales
Family Hydrodictyaceae

***Scenedesmus circumfusus* Hortobagyi**

Hirose *et al.*, 1977. Illustrations of the Japanese freshwater algae. p. 377, Pl. 127, Fig. 6; John *et al.*, 2002. The freshwater algal flora of the British isles. p. 390, Pl. 394, Fig. F.

조체는 2개 또는 4개의 세포로 구성되며, 세포들은 직선 배열한다. 세포는 긴 타원형으로 양 끝에는 1~2개의 침상돌기가 있으며, 세포벽에는 1열의 짧은 침상돌기 열이 나타난다. 조체의 외측에 위치한 세포들의 외측면에도 1열의 침상돌기가 배열한다.

세포의 폭은 2.5~3.5 μm 이며, 길이는 7~8 μm 이다. pH 6.2의 산성수역에서 출현하였다.

분 포: 일본(사이타마현), 영국(남부 및 동부 잉글랜드)
 채집지: 경기도 양평군 용문면 중원리 소규모 습지
 ACKU: 6-017, 6-023
 Figs. 10, 14a, 14b

Division Chlorophyta
Class Chlorophyceae
Order Desmidiaceae
Family Desmidiaceae

***Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita* f. *rotundatum* (G.S. West) Teiling**

Prescott *et al.*, 1981. A synopsis of North American desmids. sec. 3, p. 10, Pl. 152, Figs. 12-14.

소형종으로 세포의 길이 대 폭의 비율은 1.8배이다. 반세포는 반원형 또는 길이가 약간 신장된 반원형이며, 만은 약간 함입한다. 극면은 원형이며, 세포벽 면에 미세한 구멍이 관찰된다. 본 변종은 기본종에 비해 길이 대 폭의 비율이 다소 작게 나타난다. 그리고 기본종은 정변이 약간 부풀어 있어 반세포의 형태가 사다리꼴에 가까우나,

본 변종은 정변이 전체적으로 넓게 부풀어 있어 반세포의 형태가 원형에 유사하다.

세포의 실내 배양 결과, Prescott *et al.* (1981)에서는 협입부의 폭이 세포의 폭과 유사한 것으로 나타났지만, 본 연구에서는 협입부의 폭이 넓은 개체와 함께 좁은 개체들이 관찰되었다.

본 연구에서 출현한 분류군의 세포의 길이는 22.1~24.5 μm 이며, 폭은 16.7~17.2 μm 이고 협입부의 길이는 14.7~17.2 μm 이다.

분 포: 미국(플로리다, 하와이), 아시아, 유럽, 아프리카, 남아메리카, 필리핀, 북극
 채집지: 충청남도 예산군 광시면 산록저수지
 ACKU: 4-068
 Figs. 8a, 8b, 18

***Cosmarium decedens* (Reinsch) Raciborski**

West and West, 1908. A Monograph of the British desmidiaceae. vol. III. p. 44, Pl. 59, Figs. 6-9; Prescott *et al.*, 1981. A synopsis of North American desmids. sec. 3, p. 120, Pl. 205, Fig. 1.

중형종으로 세포의 길이 대 폭의 비율은 2:1 정도이다. 만은 얇으며, 외측으로 열려있다. 반세포는 직사각형에 가까운 사다리꼴이며 모서리는 약간 둥근 편이다. 정면과 측면 모두 넓게 함입되어 있다. 극면은 원형에 가까우나 양 끝 세포벽이 신장되어 있다. 세포벽 면에 미세한 구멍이 산재한다.

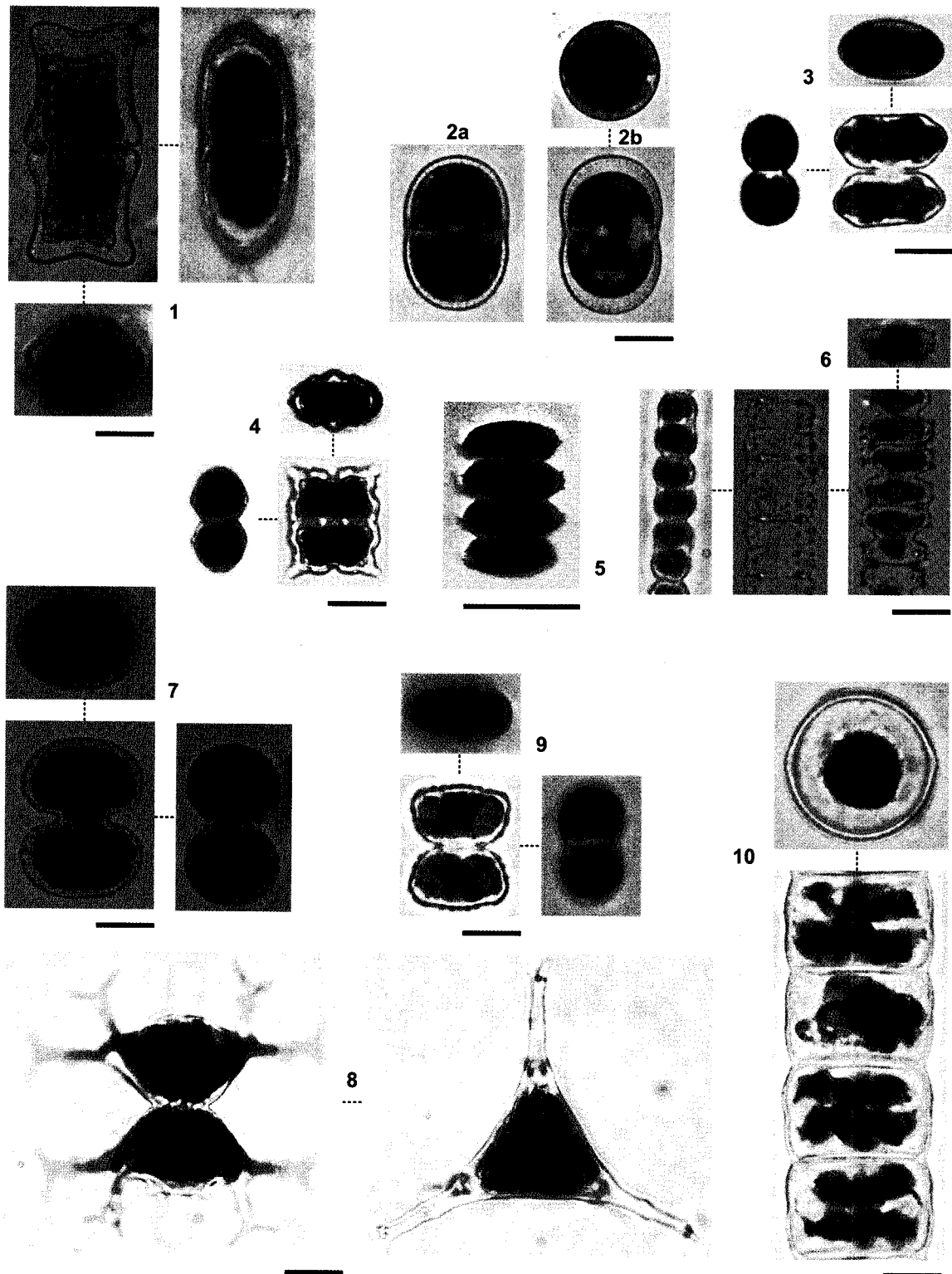
세포의 길이는 36.8 μm 이며, 폭은 17.2~22.1 μm 이고 협입부의 길이는 13.5~17.2 μm 이다.

이전의 연구 (West and West, 1908; Prescott *et al.*, 1981)에서는 본 분류군의 기증 서식에 대해 언급된 바 없었다. 그러나 본 연구에서 강원도 홍천군 수타사 삼층석탑의 기부에서 선태식물 및 기타 기증조류와 함께 채집되었으며, 따라서 본 분류군은 수중 뿐만 아니라 기증에서도 서식하는 분류군으로 나타났다.

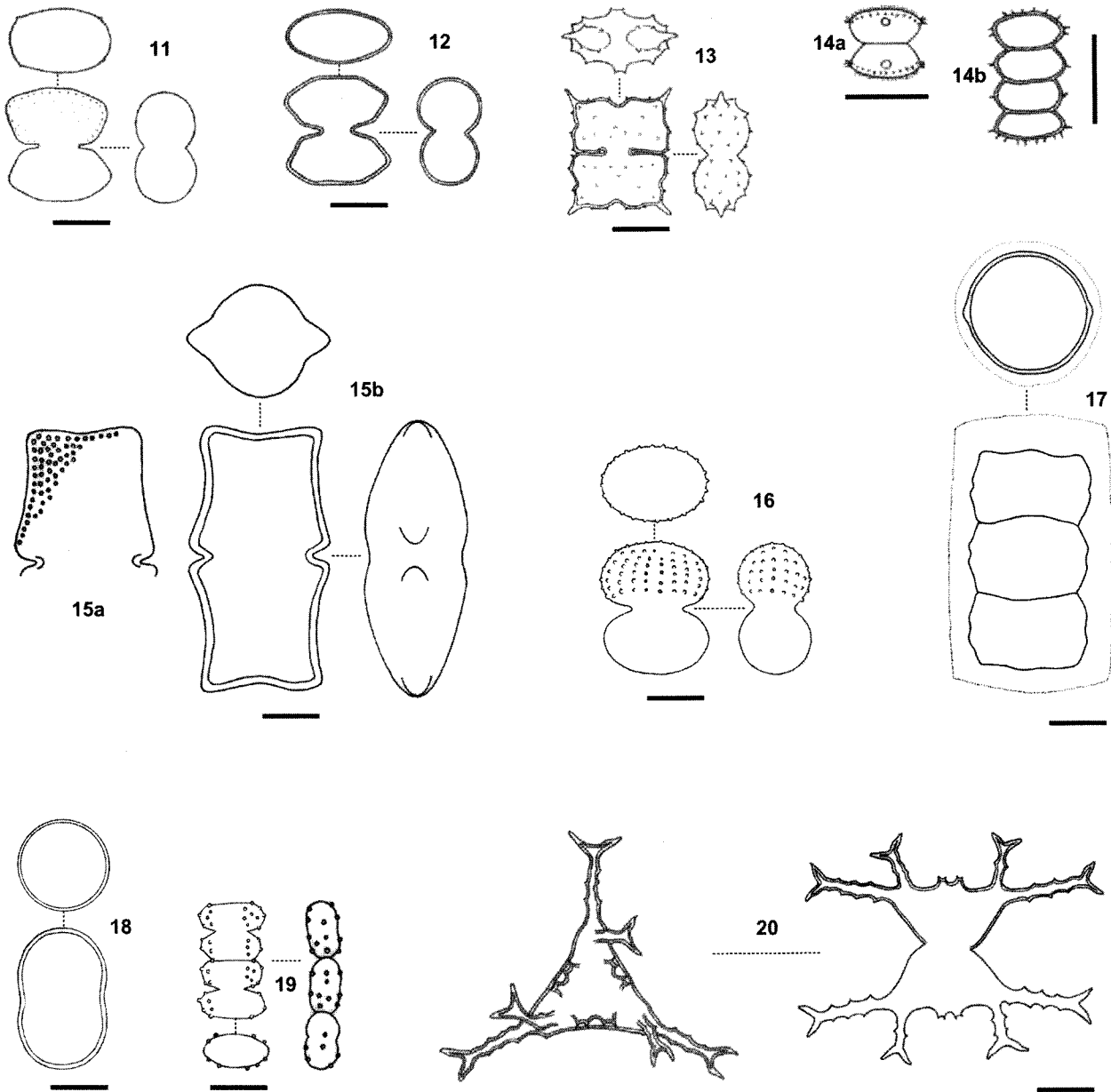
분 포: 미국(루이지애나, 펜실베이니아, 래브라도, 뉴펀들랜드), 온타리오(캐나다), 영국, 유럽, 아시아, 아프리카, 남아메리카, 서인도제도, 덴마크(페로스군도), 북극
 채집지: 강원도 홍천군 동면 수타사 삼층석탑
 Figs. 1, 15a, 15b

***Cosmarium lapponicum* var. *granulatum* Hirano**

Hirose *et al.*, 1977. Illustrations of the Japanese fresh-



Figs. 1-10. Photographs of 10 taxa of green algae collected from 9 sampling sites of Korea from 2004 to 2006. 1. *Cosmarium decedens*, 2a, b. *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita* f. *rotundatum*, 3. *C. subcapitulum* var. *madagascariense*, 4. *Euastrum denticulatum* var. *rectangulare*, 5. *Scenedesmus circumfusus*, 6. *Teilingia wallichii* var. *anglica*, 7. *C. portianum* var. *orthostichum*, 8. *Staurastrum rosei* var. *stematatum*, 9. *C. lapponicum* var. *granulatum*, 10. *Hyalotheca dissiliens* f. *bidentula* (Scale bars: 10 μ m).



Figs. 11-20. Photographs of 10 taxa of green algae collected from 9 sampling sites of Korea from 2004 to 2006. 11. *Cosmarium lapponicum* var. *granulatum*, 12. *C. subcapitulum* var. *madagascariense*, 13. *Euastrum denticulatum* var. *rectangulare*, 14a, b. *Scenedesmus circumfusus*, 15a, b. *C. decedens*, 16. *C. portianum* var. *orthostichum*, 17. *Hyalotheca dissiliens* f. *bidentula*, 18. *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita* f. *rotundatum*, 19. *Teilingia wallichii* var. *anglica*, 20. *Staurastrum rosei* var. *stemmatum* (Scale bars: 10 μ m).

water algae. p. 565, Pl. 184, Fig. 16.

소형종이며 길이는 폭보다 약간 길며, 만은 깊고 밖을 향해 열려 있다. 반세포는 역전된 사다리꼴이며, 정변은 부풀어 있다. 세포벽의 둘레와 내측에는 미세한 과립이 있다. 본 변종과 기본종은 유사한 형태를 갖지만, 기본종에서는 나타나지 않는 미세한 과립이 세포벽 전체에 나

타난다.

세포의 길이는 15.2~22.4 μ m이고, 폭은 13.6~19.2 μ m이며 협입부의 길이는 5.6~6.4 μ m이다.

본 연구에서 채집된 한국산 분류군은 일본에서 보고된 분류군 (Hirose *et al.*, 1977)에 비해 크기가 작은 개체가 관찰되었다. 출현수역은 부영양화된 수역으로 pH는 8.0

으로 알칼리성 수역이다.

분 포: 일본(혼슈우)

채집지: 경기도 용인시 이동면 이동저수지

ACKU: 1-222

Figs. 2, 11

***Cosmarium portianum* var. *orthostichum* Schmidle**

Prescott *et al.*, 1981. A synopsis of North American desmids. sec. 3, p. 230, Pl. 255, Fig. 4.

중형종으로 길이 대 폭의 비율은 1.3 정도이다. 만은 깊고 밖을 향해 넓게 열려 있으며 만의 끝은 U자형을 이룬다. 협입부는 약간 신장되어 있다. 반세포는 타원형이며, 세포벽 전체에 기본종과는 다르게 배열이 뚜렷한 과립열이 관찰된다. 과립열은 반세포 당 7~9개가 분포하며, 각 과립열은 6~7개의 과립으로 구성된다. 반세포 측면은 원형이며, 극면은 타원형이다.

세포의 길이는 24~25 μm 이며, 세포의 폭은 19~20 μm 그리고 협입부의 길이는 8~9 μm 로 보고된 기재(Prescott *et al.*, 1981)보다 작은 것으로 나타났다.

분 포: 미국(플로리다), 캐나다(퀘벡), 영국, 유럽, 아시아, 아프리카

채집지: 광주광역시 광산구 삼도동 석문재

ACKU: 1-441

Figs. 7, 16

***Cosmarium subcapitulum* var. *madagascariense* (West and West) Krieger et Gerloff**

Prescott *et al.*, 1981. A synopsis of North American desmids. sec. 3, p. 298, Pl. 220, Fig. 7.

Synonym: *Cosmarium regnellii* var. *madagascariense* West and West

소형종으로 폭이 길이보다 약간 길다. 협입부는 좁고, 만은 기본종에 비해 덜 열려있다. 반세포는 6각형으로 상하 측면은 약간 부풀어 있다. 정변은 기본종의 정변이 약간 함입하는데 반해 평평하거나 약간 부풀어 있으며 기본종에 비해 만이 더 닫혀져 있다.

세포의 길이는 14~16 μm , 폭은 14~16 μm , 협입부의 길이는 3.5~4.5 μm 이다. 출현수역은 pH 7.9의 약알칼리성이며, 중부영양화 된 수질을 나타냈다.

분 포: 미국(플로리다), 영국, 유럽, 아프리카

채집지: 경기도 화성시 팔탄면 하저저수지

ACKU: 1-317, 1-319

Figs. 4, 12

***Euastrum denticulatum* var. *rectangulare* West and West**

Scott and Prescott 1952. The algal flora of southeastern United States VI. Additions to our knowledge of the desmid genus *Euastrum* 2. Hydrobiologia. 4: 377-398; Prescott *et al.*, 1977. A synopsis of North American desmids. sec. 2, p. 42, Pl. 75, Figs. 12, 12a

소형종으로 폭보다 길이가 1.2배 정도 길다. 반세포는 4각형으로 기본종에 비해 극열부의 발달이 미약하고, 반세포의 기부는 약간 둥글며, 측연 상단에는 파상이 있다. 반세포의 극면은 넓은 타원형으로, 중앙부가 융기되어 있다. 융기된 부분에는 기본종에서는 관찰되지 않는 2개의 과립이 위치한다. 반세포의 각 정단각에는 침상돌기가 발달한다.

개체의 길이가 19~22 μm , 폭 15~17.5 μm , 그리고 협입부의 길이가 5.5 μm 로 보고된 Prescott *et al.* (1977)의 기재보다 한국산 분류군은 다소 작았으며 세포의 길이는 15~18 μm , 폭은 13~14.5 μm 이고, 협입부의 길이는 3 μm 로 나타났다. 출현수역은 부영양화된 수역으로 pH는 8.0으로 알칼리성으로 나타났다.

분 포: 미국(플로리다), 마다가스카르, 파나마(파나마운하)

채집지: 경기도 용인시 이동면 이동저수지

ACKU: 4-008

Figs. 3, 13

***Hyalotheca dissiliens* f. *bidentula* (Nordst.) Boldt**

West *et al.*, 1923. A Monograph of the British Desmidiaceae. vol. V. p. 232, Pl. 161, Figs. 20, 26; Croasdale *et al.*, 1983. A synopsis of North American desmids. sec. 5, p. 28, Pl. 460, Fig. 13.

세포의 폭은 길이보다 1.25배 정도 길다. 만은 넓고, 얇게 형성되어 있다. 원통형의 반세포는 측연이 약간 부풀어 있으며, 정변은 절형으로, 정변의 길이는 협입부의 길이와 유사하다. 극면은 원통형이며 기본종에서는 관찰되지 않는 2개의 돌기가 극면 양 끝에서 관찰된다.

세포벽은 매끈하고, 세포들은 초로 둘러싸인 사상체를 형성한다.

세포의 길이는 15 μm , 폭은 22 μm 이다. 출현수역은 pH 7.0의 중성수역으로 부영양화 된 수역이다.

분 포: 미국(플로리다, 미시시피, 워싱턴), 캐나다(뉴펀들랜드, 노바스코샤), 영국, 유럽, 아시아, 뉴질랜드,

남아메리카, 쿠바, 북극

채집지: 경상남도 창원군 계성면 봉산저수지

ACKU: 4-035

Figs. 6, 17

***Staurastrum rosei* var. *stemmaum* Playfair**

Scott and Prescott, 1961. Indonesian Desmids. p. 105, Pl. 58, Fig. 30.

팔을 포함한 세포의 길이는 폭보다 길다. 선단에서 V자 모양을 이루는 만은 얇고 넓게 열려 있다. 반세포는 역삼각형으로 측연은 약간 부풀어 있다. 반세포의 선단에는 수평 또는 약간 상향하는 팔이 돌출하고, 이보다 약간 짧은 팔이 정변의 끝에서 위로 돌출되어 있다. 각 팔의 상하면에는 짧은 침상돌기가 발달하며, 팔의 끝은 둘로 갈라진다. 극면은 삼각형으로 각 변은 약간 함입되어 있다. 기본종에 비해 정변이 더 부풀어 있으며, 극면 관찰시 6개의 왕관 모양 침상돌기가 관찰된다.

팔을 제외한 세포의 길이와 폭은 28~31 μm과 17~25 μm이며, 팔을 포함한 세포의 길이와 폭은 44~47 μm과 44~53 μm이다. 협입부의 길이는 9~12 μm이다. 출현수역은 pH 6.9이며 부영양화 수역이다.

분 포: 인도네시아

채집지: 전라남도 주암호

ACKU: 2-175

Figs. 9, 20

***Teilingia wallichii* var. *anglica* (West and West) Förster**

Croasdale et al., 1983. A synopsis of North American desmids. sec. 5, p. 10, Pl. 451, Figs. 9-11.

Synonym: *Sphaerosoma wallichii* var. *anglica* West and West

소형종으로 세포의 폭이 길이보다 약간 길다. 만은 밖으로 넓게 열려 V자 형을 이룬다. 세포는 전체적으로 정사각형에 유사하며, 반세포는 직사각형에 가까우나 정단각은 약간 둥글다. 정변은 평평하거나 약간 부풀어 있으며, 연결된 세포들 간에 간극이 관찰되지 않는다. 기본종보다 만은 얇으며, 반세포 측연을 따라 2~3개의 과립이 관찰되며, 다른 과립들은 세포벽 전체에 흩어져 있다.

세포의 길이는 7~9.5 μm이고, 폭은 8~10 μm이며 협입부의 길이는 4.5~6 μm이다.

분 포: 미국(플로리다, 몬태나), 영국, 유럽, 아시아, 북극

채집지: 충청북도 충주시 주덕읍 원당우저수지

채집지: 4-069

Figs. 5, 19

고 찰

본 연구에서 채집된 10분류군의 한국산 미기록 분류군들은 전 세계에서 이미 보고된 분류군들과 대체로 일치하였으나, 몇몇 분류군에 있어서는 크기와 형태적인 특징에 있어서 차이점을 나타냈다. *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita* f. *rotundatum*은 협입부의 폭이 넓은 개체와 함께 좁은 개체가 관찰되었으며 따라서 협입부의 폭에 있어서 변이를 나타냈다 (Fig. 8a). *Cosmarium lapponicum* var. *granulatum*과 *C. portianum* var. *orthostichum* 그리고 *Euastrum denticulatum* var. *rectangulare*은 이미 보고된 분류군들에 비하여 한국산 분류군이 세포의 크기가 작은 것으로 나타났다.

경기도 양평군 중원리 소재의 소규모 습지와 산목저수지 그리고 원당우저수지를 제외한 4개 담수역에 대한 영양단계 평가 결과, 하저저수지만이 중부영양화 단계에 있는 것으로 나타났으며, 3개 담수역은 부영양화 단계에 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구 결과 추가된 10분류군의 한국산 미기록 녹조식물 중 *Scenedesmus circumfusus*, *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita* f. *rotundatum*, *Cosmarium decedens*, *C. portianum* var. *orthostichum* 그리고 *Teilingia wallichii* var. *anglica*를 제외한 5분류군들(*Cosmarium lapponicum* var. *granulatum*, *C. subcapitulum* var. *madagascariense*, *Euastrum denticulatum* var. *rectangulare*, *Hyalotheca dissiliens* f. *bidentula*, *Staurastrum rosei* var. *stemmaum*)은 영양염류의 농도가 높은 수계에 분포하는 분류군으로 사료된다. 그리고 *Scenedesmus circumfusus*는 부영양화 수계에 보편적으로 분포하는 것으로 알려져 있으며 (Proulx et al., 1996), 일본 등에서는 녹조현상의 원인종으로 보고되어 있어 부영양화 수역에 분포하는 분류군으로 사료된다 (有害植物プランクトン図譜, <http://www4.plala.or.jp>).

장고말속 식물들은 대부분 수계에 분포하며 일부 분류군들만이 기중에 서식하는 것으로 알려져 있다 (Broady, 1979; John et al., 2002). 본 연구 기간 중 채집된 *Cosmarium decedens*는 West and West (1908)에 의해 산간지방의 습지 또는 하천에 분포하는 것으로 보고되었으며, 이외에도 북반구 온대 지역과 남반구 지역에도 분포하는 것으로 보고 되어있다 (Prescott et al., 1981). 따라서 본

분류군은 수계에만 분포하는 분류군으로 보고되어 왔으나 본 연구에서 강원도 홍천군에 위치한 수타사 삼층석탑의 기부에 서식함이 확인됨으로써 이는 수중뿐만 아니라 기중에도 분포하는 것으로 밝혀졌다.

국외의 식물상과 비교할 때 총 1,131 분류군이 밝혀진 한국산 녹조식물의 식물상 연구는 지속적인 연구가 수행된다면 더 많은 수의 한국산 미기록 분류군이 추가될 수 있을 것이다. 특히 기중조류에 대한 연구는 본 연구에서 밝혀진 *Cosmarium decedens*와 같이 각 분류군의 분포역을 밝힐 수 있으며 새로운 미기록종의 보고가 가능할 것으로 사료된다. 따라서 농지로의 개간, 공업 용지 확보를 위한 매립 등에 의해 습지가 점차 줄어들고 있는 시점에서 보다 광범위하고 지속적인 연구를 실시하여 한국산 고유 분류군들을 확보하고 배양함으로써 사라져가는 유전자원의 보존을 위한 노력을 기울여야 할 것이다.

적 요

전국 8곳의 담수역과 1곳의 기중조류 서식지에 대한 미세 녹조류의 채집을 실시하여 녹조식물에 속하는 7속 2종 6변종 2품종의 한국산 미기록 분류군을 추가하였다. 이들은 *Scenedesmus*속의 1분류군과 *Actinotaenium*속의 1분류군, 장고말속의 4분류군, 팔장고말속의 1분류군, 오목장고말속의 1분류군, *Hyalotheca*속의 1분류군과 *Teilingia*속의 1분류군이 포함되었다. 따라서 현재까지 보고된 한국산 녹조식물은 1강 10목 34과 140속에 속하는 728종 318변종 85품종의 총 1,131분류군으로 정리되었다. 본 연구에서 채집된 10분류군의 한국산 미기록 분류군들은 전 세계에서 이미 보고된 분류군들과 대체로 일치하였으나 3분류군에 있어서는 크기와 형태적인 특징에 있어서 차이점을 나타냈다. *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita* f. *rotundatum*은 협입부의 폭이 넓은 개체와 함께 좁은 개체가 관찰됨으로써 협입부의 폭에 있어서 변이를 나타냈다. *Cosmarium lapponicum* var. *granulatum*과 *C. portianum* var. *orthostichum* 그리고 *Euastrum denticulatum* var. *rectangulare*은 이미 보고된 분류군들에 비하여 한국산 분류군이 세포의 크기가 작은 것으로 나타났다. *Cosmarium lapponicum* var. *granulatum*을 포함한 5분류군은 부영양화 된 수계에 분포하였고, *Cosmarium decedens*는 산간지방의 습지 또는 하천에 분포하는 것으로 보고되었으나 본 연구에서 기중에도 분포하는 것으로 밝혀졌다.

사 사

이 논문은 국립문화재연구소(06B001Y-00180-2006)와 과학재단(M1050804002-05N08 04-00210)의 지원을 받아 수행하였음.

인 용 문 헌

- 문병렬, 이옥민. 2004. 한국산 미기록종을 포함한 팔장고말속 식물(녹조식물)에 대한 분류학적 연구. *육수지* 37: 282-296.
- 박정훈, 이옥민. 2004. 한국산 장고말속(녹조식물문) 6분류군의 추가. *Algae* 19: 139-144.
- 안신숙, 장윤경. 1994. 한국산 담수조류(녹조류)의 추가(5). *환경생물* 12: 119-124.
- 위인선, 김백호. 1990. 전라남도산 담수조류(III) 녹조류. *육수지* 23: 197-228.
- 이갑숙. 1978. 은해사 일대의 담수조류에 대하여. *육수지* 11: 49-66.
- 이갑숙. 1979. 울릉도산 담수조류(I). *육수지* 12: 1-8.
- 이인규, 최청일, 유중수, 이상돈. 1996. 한국 생물종 목록-국내 생물종 문헌 연구. 사단법인 자연보호중앙협의회. 504pp.
- 장윤경. 1982. 한국산 담수조류의 추가(2). *육수지* 15: 15-18.
- 장윤경. 1986. 한국산 담수조류의 추가(III). *육수지* 19: 89-96.
- 정준. 1978. 한국신산담수조류에 대하여. *육수지* 11: 39-42.
- 정준. 1979. 충청북도산 담수조류(1). *육수지* 12: 41-53.
- 정준. 1982. 불국사를 중심으로 한 그 일대의 담수조류에 대하여. *육수지* 15: 19-30.
- 정준. 1993. 한국담수조류도감. 아카데미출판사. 서울. 496pp.
- 정준, 김정달, 이갑숙. 1972. 제주도산 담수조류(II). *육수지* 5: 15-32.
- 정준, 김한순. 1994. 한국신산 담수조류(VI). *Algae* 9: 115-124.
- 정영호, 이옥민. 1986. 함안 자연늪산 물면지말류의 분류학적 연구. *Proc. Coll. Natur. Sci., SNU*. 11: 51-98.
- 환경부. 1996. 공정시험방법. 동화기술. 서울. 683pp.
- Bold, H.C. and N.J. Wynne. 1978. Introduction to the algae. Structure and Reproduction. Prentice Hall, New jersey, USA. 572pp.
- Bourrelly, P. 1964. Une nouvelle coupure generique dans la famille des Desmidees: le Tellingia. *Revue Algologique II*. 7: 187-191. In: A synopsis of North American Desmids. Part II. Section 5 (H.T. Croasdale, C.E.M. Bicudo and G.W. Prescott, eds.). The University of Nebraska Press, Lincoln, USA.
- Bourrelly, P. 1966. Les algues d'eau douce. Initiation á la

- systématique. I. Les algues verts. Boubee, Paris. 511pp.
- Broady, P.A. 1979. The terrestrial algae of Signy Island, South Orkney Islands. *British antarctic survey scientific reports* **98**: 1-117.
- Croasdale, H.T., C.E.M. Bicudo and G.W. Prescott. 1983. A synopsis of North American Desmids. Part II. Section 5. The University of Nebraska Press, Lincoln, USA. 57pp. 22Pls.
- Davies-Colley, R.J. and D.G. Smith. 2001. Turbidity, suspended sediment, and water clarity: A review. *Journal of the American water resources association* **37**: 1085-1101.
- Dingley, M. 2004. Some new, rare and interesting desmids from Australia. *Algological Studies* **112**: 25-47.
- Gontcharov, A.A. and M.M. Watanabe. 1999. Rare and new desmids (Desmidiaceae, Chlorophyta) from Japan. *Phycological Research* **47**: 233-240.
- Graham, L.E. and L.W. Wilcox. 2000. Algae. Prentice-Hall, USA. 640pp.
- Hirose, H.M., T. Akiyama, H. Imahori, H. Kasaki, S. Kumano, H. Kobayashi, E. Takahashi, T. Tsumura, M. Hirano and T. Yamagishi. 1977. Illustrations of the Japanese freshwater algae. Uchidarokakugo publishing Co., Ltd., Tokyo, Japan. 933pp.
- John, D.M., B.A. Whitton and A.J. Brook. 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 702pp. 154Pls.
- Kanetsuna, Y. 2002. New and interesting desmids (Zygnematales, Chlorophyceae) collected from Asia. *Phycological Research* **50**: 101-113.
- Kanetsuna, Y. 2004. New and interesting desmids (Zygnematales, Chlorophyceae) collected from Brazil and Argentina. *Phycological Research* **54**: 160-167.
- Kiel, G. and C.C. Gaylarde. 2006. Bacterial diversity in biofilms on external surfaces of historic buildings in Porto Alegre. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **22**: 293-297.
- Kies, L. 1967. Über Zellteilung und Zygotenbildung bei *Roya obtusa* (Bréb.) West et West. *Mitteilungen aus dem Staatsinstitut für Allgemeine Botanik in Hamburg* **12**: 35-42.
- Kim, H.S. 1996. Desmids (*Staurastrum* and *Staurodesmus*) from Kyongsangnam-Do, Korea. *Nova Hedwigia* **62**: 521-541.
- Kim, H.S., Y.J. Kim, C.W. Park and J. Chung. 1994. Unreported fresh-water algae in Korea. *Journal of Plant Biology* **37**: 131-139.
- Lewis, L.A. and R.M. McCourt. 2004. Green algae and the origin of land plants. *American Journal of Botany* **91**: 1535-1556.
- Prescott, G.W. 1973. Algae of the Western great lakes area. Fifth. Printing. Otto Koeltz Science Publishers. Koenigstein, Germany. 660pp. 136Pls.
- Prescott, G.W., C.E.M. Bicudo and W.C. Vinyard. 1982. A synopsis of North American Desmids. Part II. Section 4. The University of Nebraska Press, Lincoln, USA. 358 pp. 153Pls.
- Prescott, G.W., H.T. Croasdale, C.E.M. Bicudo and W.C. Vinyard. 1981. A synopsis of North American Desmids. Part II. Section 3. The University of Nebraska Press, Lincoln, USA. 385pp. 145Pls.
- Prescott, G.W., H.T. Croasdale and W.C. Vinyard. 1972. North American flora, Desmidiaceae. New York Botanical Garden, USA. 37pp. 8Pls.
- Prescott, G.W., H.T. Croasdale and W.C. Vinyard. 1977. A synopsis of North American Desmids. Part II. Section 2. The University of Nebraska Press, Lincoln, USA. 207 pp. 90Pls.
- Proulx, M., F.R. Pick, A. Mazumder, P.B. Hamilton and D.R.S. Lean. 1996. Effect of nutrients and planktivorous fish on the phytoplankton of shallow and deep aquatic systems. *Ecology* **77**: 1556-1572.
- SCOR-Unesco. 1966. Determination of photosynthetic pigments in sea water. UNESCO Monographs on Oceanographic Methodology, 1. Paris, France. 69pp.
- Scott, A.M. and G.W. Prescott. 1951. The algal flora of southeastern United States VI. Additions to our knowledge of the desmid genus *Euastrum* 2. *Hydrobiologia* **4**: 377-398.
- Scott, A.M. and G.W. Prescott. 1961. Indonesian Desmids. *Hydrobiologia* **17**: 1-132. 63Pls.
- Smith, G.M. 1977. Phytoplankton of the inland lakes of Wisconsin (Bibliotheca phycologica). J. Cramer, Germany. 450pp. 139Pls.
- Sournia, A. 1978. Phytoplankton manual. Unesco, UK. 337 pp.
- Stein, J.R. 1979. Handbook of phycological methods. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 447pp.
- Sze, P. 1997. A biology of the algae. Wm. C. Brown Co. Boston, USA. 259pp.
- Tuner, W.B. 1892. The fresh-water algae of East India. Kongl Svenska Vetenskaps - Akademiens Handlingar, Sweden. 187pp. 23Pls.
- Van Den Hoek, C., D.G. Mann and H.M. Johns. 1997. Algae: An Introduction to Phycology. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 627pp.
- West, W. and G.S. West. 1908. A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. III. Ray Soc., London, UK. 273pp.

30Pls.

West, W., G.S. West and N. Carter. 1923. *A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V.* Ray Soc., London, UK. 300pp. 38Pls.

Yang, J.R. and M. Dickman. 1993. Diatoms as indicators of

lake trophic status in central Ontario, Canada. *Diatom Research* 8: 179-193.

(Manuscript received 26 August 2006,
Revision accepted 10 December 2006)