

한국산 미기록종을 포함한 팔장고말속식물(녹조식물)에 대한 분류학적 연구

문 병 렬 · 이 옥 민*

(경기대학교 생물학과)

A Taxonomic Study of Genus *Staurastrum* (Chlorophyta) Including Korean Unrecorded Species. Moon, Byeong-Ryeol and Ok-Min Lee* (Department of Biology, Kyonggi University, Suwon 443-760, Korea)

While more than 1,000 taxa in *Staurastrum* were found worldwide, in Korea only 119 taxa, of 68 species 42 varieties 9 forms, were reported so far. In this study, 23 taxa (19 species 4 varieties) of *Staurastrum* were collected from 15 freshwaters in Korea from Feb. through Nov., 2003. Among these taxa, 12 were newly recorded to Korea. Therefore, the total number of *Staurastrum* in Korea should be 131 taxa, of 77 species 45 varieties 9 forms, adding 12 newly found taxa. Most of the collected species were coincided with the characteristics previously described, but the sizes of 8 taxa including *S. affine* were smaller than those previously described. The 7 taxa including *S. cerastes* have shown a little dissimilarity in the morphology of semicell and the decoration of cell wall.

Key words : *Staurastrum*, taxa, semicell

서 론

팔장고말속 식물은 전 세계적으로 1,000 분류군 이상이 보고 되어있으며, 물먼지말류 중 장고말속과 함께 가장 큰 분류군이다(Ralfs 1848; West *et al.*, 1923; Prescott *et al.*, 1982). 국내에서 팔장고말속은 *Staurodesmus*속 식물을 포함해서 68종 42변종 9품종의 총 119분류군이 보고 되어있다(Chung *et al.*, 1985, 1986; 정 1993; Lee, 1994, 1995; Kim *et al.*, 1995; Lee and Song, 1995; Park *et al.*, 1995; 이 등, 1996; Kim, 1996; Kim *et al.*, 2000; Lee and Yoon, 2003). Chung and Lee (1986)는 경남 함안의 자연 늪으로부터 5분류군의 팔장고말 미기록종을 보고하였고, Chung *et al.* (1985)은 금강 감조수역으로부터 *Staurastrum longiradiatum*을 한국산 미기록종으로 보고하

였다.

최근 rRNA 염기서열의 분석을 통한 녹조식물의 계통학적 연구에서 팔장고말의 소수 분류군들이 연구된 바 있으며(Bhattacharya *et al.*, 1994; Surek *et al.*, 1994; Krantz *et al.*, 1995), Gontcharov *et al.* (2003)은 집합 녹조류의 계통학적 연구에서 12분류군의 팔장고말의 SSU rDNA를 분석하였다. Nam and Lee (2001)는 팔장고말속의 *rbcl* 유전자 염기서열과 형태적 형질을 비교하는 연구를 수행하였다. *coxIII* 유전자 염기서열 분석에 의한 장고말속 등에 대한 연구에서는 팔장고말속이 장고말속과 같은 분기를 형성하기도 하였다(Moon and Lee, 2003).

팔장고말속을 포함한 물먼지말류는 대부분 정체된 약산성 수역에 분포하며, 부착성인 종류가 많다(Brook, 1981). 따라서 많은 분류군들이 수생식물이 자라는 자연 습지에서 출현하였으며(Chung and Lee, 1986), 또한 호

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

소나 저수지 등 다양한 서식처로부터 보고 되어왔다(정 등, 1972; 이, 1978, 1979; Kim, 1996).

팔장고말속식물 중 *S. punctulatum*은 주로 청정수역에 분포하는 종이며, *S. paradoxum*은 오염된 수역에서 대량 발생하여 악취를 낼 수 있는 분류군이다(Palmer, 1980).

팔장고말속은 팔의 유무, 세포벽의 과립과 강모 등의 형태적 식별형질에 따라 분류되는데, 팔을 갖는 분류군과 갖지 않는 분류군으로 나뉜다. 팔을 갖는 분류군들은 타원형 또는 삼각형 이상의 다양한 극면 형태를 가지며 (Division I), 팔이 없는 분류군들은 타원형을 제외한 삼각형 이상의 극면 형태를 갖는다 (Division II) (Prescott *et al.*, 1982). 팔장고말속식물의 세포벽은 평활하거나 과립,

강모 등으로 장식되어 있다. 팔장고말속 (*Staurastrum*)은 작은 가시장고말속 (*Arthrodesmus*), 큰 가시장고말속 (*Xanthidium*)과 유사한 형태적 형질을 공유하기 때문에 물먼지말류의 계통수에서 가장 근연한 분류군에 속한다 (Prescott *et al.*, 1982). 또한 Teiling (1948, 1967)은 팔장고말속 식물중 세포 양 측면에 한 개의 강모를 가지는 분류군들을 *Staurodesmus*속으로 제안하였는데 이에 대한 타당성이 아직까지 논의되고 있다 (Prescott *et al.*, 1982; Gerrath, 1993; Gontcharov *et al.*, 2003).

본 연구에서는 국내의 다양한 서식처의 담수역으로부터 팔장고말속 식물을 채집하여 한국산 미기록종을 추가 하며, 아울러 각 수역에서 출현하는 한국산 분류군의 형

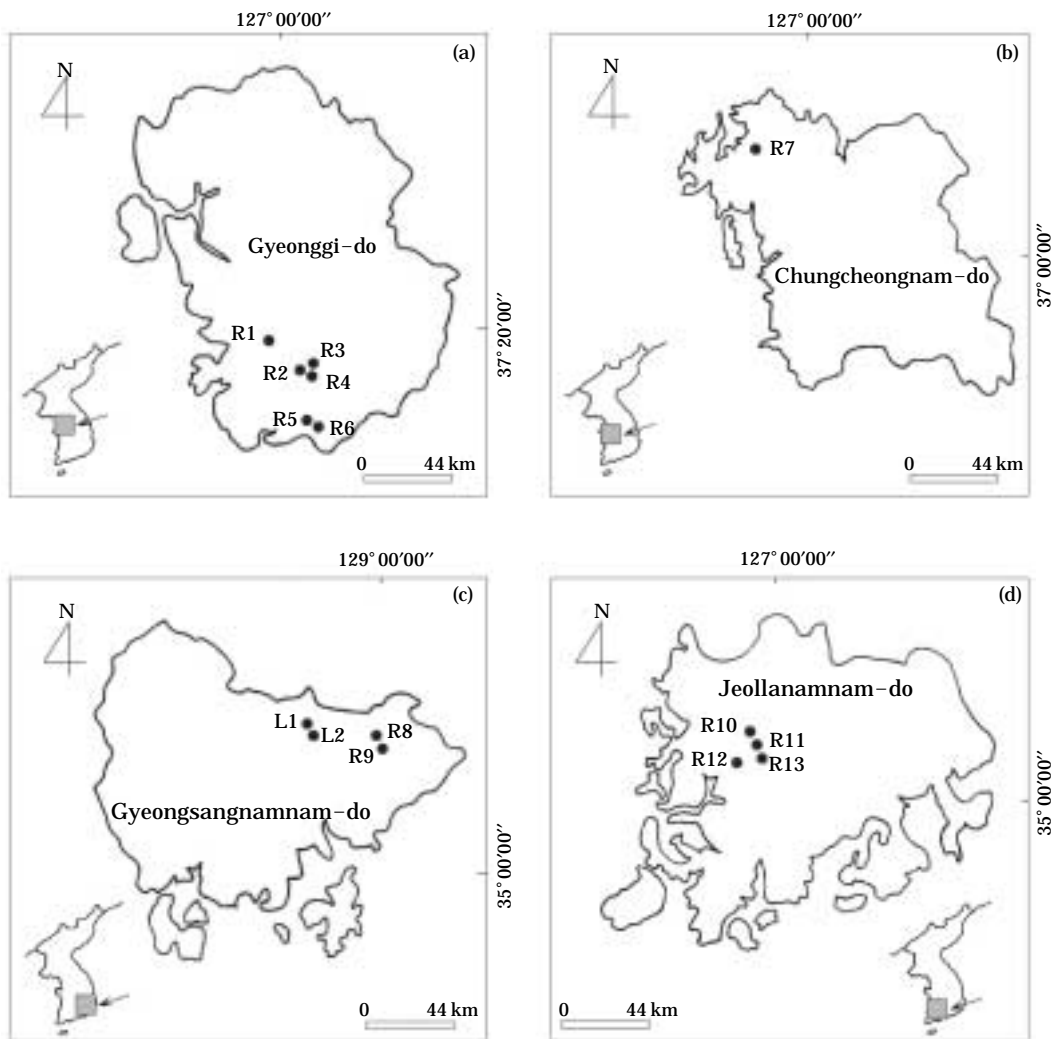


Fig. 1. A map showing the 15 sampling sites of 4 provinces in Korea from Feb. through Nov., 2003 (R1: Gwanggyo res., R2: Jangjiri res., R3: Idong res., R4: Tonggok res., R5: Dongyangchon res., R6: Buksan res., R7: Seokji res., R8: Gasan res., R9: Bugu res., R10: Noan 1 ho res., R11. Noan 2 ho res., R12: Songam res., R13. Chiljeon res., L1: Beongae lake, L2: Jangcheok lake).

Table 1. The environmental factors of 15 sampling sites of 4 provinces in Korea from Feb. through Nov., 2003

Factors	Sites														
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	L1	L2
WT (°C)	28	22	17	29	22	24	25	24	25	28	24.4	24	26	26.4	25.3
AT (°C)	23.4	22	19	36	25.5	25.5	24	24	22	23	23.5	24	25	25	25
pH	7.4	7.5	7.4	7.8	9.0	9.0	6.5	9.6	8.3	5.6	7.1	9.6	6.1	7.1	7.7

R1: Gwanggyo res., R2: Jangjiri res., R3: Idong res., R4: Tonggok res., R5: Dongyangchon res., R6: Buksan res., R7: Seokji res., R8: Gasan res., R9: Bugu res., R10: Noan 1 ho res., R11: Noan 2 ho res., R12: Songam res., R13: Chiljeon res., L1: Beongae lake, L2: Jangcheok lake

태적 특징을 기술하여 한국산 팔장고말속 식물의 식물상을 완성하는데 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

2003년 2월부터 11월에 걸쳐 경기도 이동저수지 등 15개의 담수역을 대상으로 팔장고말속 식물을 채집하였다. 경기도 수원의 광교저수지는 최대 저수량이 $2.480 \times 10^3 \text{ m}^3$ 이며, 비상시 상수원 공급을 위한 저수지이다. 경기도 용인에 위치한 이동저수지는 저수량이 $17.200 \times 10^3 \text{ m}^3$ 이며 낚시터로 사용되고 있다. 이동저수지 인근에 위치한 장지리저수지와 통곡저수지(저수량 23.9 m^3)는 농업용수 공급을 위한 소규모의 저수지이다. 경기도 안성의 동양촌저수지는 수량이 풍부하고 낚시터로 사용되고 있다. 안성의 복산제는 농업용 소규모 저수지로서 수생식물이 저수지내에 밀생한다. 충남 서산의 석지제는 소규모 저수지이며, 경남 밀양의 가산지는 수면적이 727 km^2 이고, 낚시터와 농업용수로 사용되며, 생활 하수 및 축산 폐수가 유입되고 있었다. 경남 밀양의 부구저수지는 낚시터로 이용되는 소규모 저수지이다. 경남 창령의 번개호(수면적 959 km^2)와 장척호(수면적 670 km^2)는 다양한 수생식물이 서식하며, 낚시터와 양식장으로 사용되고 있다. 전남 나주의 노안 1호제(수면적 255 km^2), 노안 2호제, 송암제(수면적 240 km^2), 칠전제는 소규모의 농업용 저수지이며, 연이 재배되고 있다(Fig. 1).

채집지의 수온, 기온, pH 등의 기본적인 이화학적 환경요인을 측정하였다(Table 1). 수온 및 기온은 봉상 수온 온도계를 사용하여 측정하였으며, pH는 pH meter (WTW, Germany)로 측정하였다.

부착성 조류를 채집하기 위하여 주로 수생식물이나 물속에 잠긴 육상 식물, 돌 등을 훑어서 채집하였고, 부유성 조류는 표층수를 채수하여 정지한 후 관찰하였다. 채집된 분류군은 해부현미경 하에서 파스퇴르 피펫을 사용하여 한 세포를 분리하여 고체 평판 배지로 옮겨 배양하였다(Kies, 1967). 단조류로 분리된 분류군은 액체배지로

옮겨 배양한 후, 동정되었다. 모든 분류군은 광학현미경 묘화장치(Olympus C-35DA2)를 사용하여 1,000배의 그림으로 나타냈고, 광학현미경용 디지털 카메라(Olympus DP70)를 사용하여 정면과 극면의 사진으로 나타냈다. 동정을 위해 Ralfs (1848), Turner (1892), West *et al.* (1923), Teiling (1967), 정 (1968, 1993), Hirose *et al.* (1977), Prescott *et al.* (1982)을 참조하였다. 관찰된 모든 분류군은 경기대학교 미세녹조류 배양실(ACKU-Algal culture Collection of Kyonggi Univ.)에 배양, 보관되어 있다.

결과 및 고찰

전국 15개 담수역의 채집을 통하여 팔장고말속 식물은 19종 4변종의 총 23분류군이 채집되었다. 이중 12분류군은 한국산 미기록종으로서 추가 되었으며, 따라서 한국산 팔장고말속은 77종 45변종 9품종으로 총 131분류군으로 정리되었다. 본 연구에서 밝혀진 한국산 식물의 중요한 특징과 전 세계적으로 이미 보고된 분류군과의 차이점에 대하여 기술하였다. 모든 분류군에 대하여 묘화장치와 현미경용 디지털 카메라를 사용하여 정면, 측면, 극면을 그림과 사진으로 나타냈다(Figs. 1-46). 한국산 미기록종에 대해서는 별표로 표기하였다.

Division Chlorophyta
Class Chlorophyceae
Order Desmidiaceae
Family Desmidiaceae

* *Staurastrum affine* West et West

West et West 1905. Trans. Bot. Soc. Edinburgh 23: 26, Pl. 2, Fig. 27; West *et al.*, 1923. P. 128, Pl. CXLII, Fig. 23.; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 118, Pl. 161, Figs. 1, 4.

소형종으로 세포의 길이와 폭은 유사하고, 중앙 협입부는 깊다. 협입부의 정단은 예각을 이루며 바깥쪽을 향하여 넓게 열려있다. 반세포는 삼각형으로 측연은 약하게

돌출되어 있다. 반세포의 양 측연상부에 짧고 두꺼운 완상돌기가 있으며, 이 완상돌기의 끝부분에 4개의 짧은 강모가 있고 2~3 열의 톱니모양이 나있다. 세포벽에는 팔을 중심으로 동심원 상으로 미세한 과립이 있다. 세포의 길이는 팔을 포함해서 16~18 μm이고, 세포의 폭은 팔을 포함해서 19~22 μm이며, 협입부의 폭은 6 μm이다.

본 연구에서 채집된 이 분류군은 미국 등에서 보고된 분류군(세포의 길이 36~40 μm, 폭은 28~33 μm, 협입부 10.5 μm)과 비교할 때 (Prescott *et al.*, 1982) 개체의 크기가 작다. 이와 유사한 종인 *S. polymorphum*과는 반세포의 모양과 양 측연에 있는 팔의 형태가 다르다.

분 포: 미국 펜실바니아, 캐나다 퀘벡, 영국

채집지: 충남 서산(석지제)

ACKU: 2-011

Figs. 23, 39a, 39b

***Staurastrum asteroideum* West et West**

West et West 1896. Trans. Linn. Soc. London, Bot., II, 5: 263, Pl. 17, Fig. 5; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 135, Pl. 422, Figs. 8, 9.

소형종으로 완상돌기를 포함한 세포의 폭은 길이에 비해 넓다. 만은 깊고 넓게 열려 있으며 협입부의 정단은 예각을 이룬다. 반세포는 컵모양이며 배면, 복면 및 정변은 돌출되어 있다. 정변의 정단에 평행 또는 약간 상향하는 완상돌기를 갖는다. 완상돌기는 계단상이며 끝에 3개의 강모를 갖는다. 극면은 3각형, 4각형, 5각형 등 다양한 형태를 보이며 완상돌기 사이의 변들은 합입되어 있다. 완상돌기를 포함한 세포의 길이는 20~23 μm, 세포의 폭은 22~29 μm이며 협입부의 폭은 8~10 μm이다.

분 포: 북미 전역, 일본 혼슈우

채집지: 경기도 용인(이동저수지, 장지리저수지, 통곡저수지), 경기도 안성(동양촌저수지)

ACKU: 2-045, 2-052, 2-059, 2-060, 2-084

Figs. 19, 36a, 36b

****Staurastrum avicula* var. *inerme* Brébisson**

Ralfs 1848. Brit. Desm. P. 140, Pl. 23, Fig. 11; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 135, Pl. 374, Fig. 2; Pl 375, Figs. 1, 2, 5, 8 (f).

소형종으로 기본종보다 크기가 작으며, 세포의 길이와 폭은 거의 같다. 중앙 협입부는 깊고 선단부는 예각이며, 만은 외측으로 넓게 열려있다. 반세포는 타원형이며 정변

은 기본종보다 조금 더 돌출되어 있고, 완상돌기는 짧고 상향하며 두 줄의 과립열이 있다. 세포의 길이는 13~17 μm이며, 폭은 12~19 μm이고, 협입부의 폭은 5 μm이다.

분 포: 캐나다 퀘벡

채집지: 경남 창령(번개호)

ACKU: 2-030

Figs. 22, 38a, 38b

****Staurastrum cerastes* Lundell**

Lundell 1871. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis, III, 8(2): 69, Pl. 4, Fig. 6; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 4. P. 155, Pl. 440, Figs. 7, 9, 10.

대형종으로 완상돌기를 포함한 세포의 폭은 길이보다 넓거나 같다. 만은 얇으며 넓게 열려 있고 협입부의 선단은 U자 형을 이룬다. 반세포는 원통형이며 측연 중앙부는 합입하고 기부는 부풀어 있다. 완상돌기는 하향하며 부풀은 정변과 함께 완만한 곡선을 이룬다. 반세포의 기부에 2열의 강모가 있으며 좌우측 완상돌기를 횡으로 가르는 강모열이 있다. 반세포의 정변 및 완상돌기의 상하측에 많은 돌기가 발달되어 있다. 극면은 4각형 또는 5각형으로 모든 변은 파상이 있으며 완상돌기 사이의 변은 넓게 합입되어 있다. 세포의 길이는 36~38 μm이며 완상돌기를 포함한 폭은 35~37 μm이고 협입부의 폭은 10~11 μm이다.

본 연구에서 채집된 분류군은 이미 보고된 분류군(세포 길이 48~57 μm, 폭 58~72 μm, 협입부 10~12 μm)에 비해 크기가 전체적으로 작으며, 반세포 기부의 강모가 2열로 나타나는 특징이 있다.

분 포: 미국, 캐나다, 영국, 유럽, 아시아, 아프리카, 북극지방, 일본 시코쿠

채집지: 경남 창령(번개호)

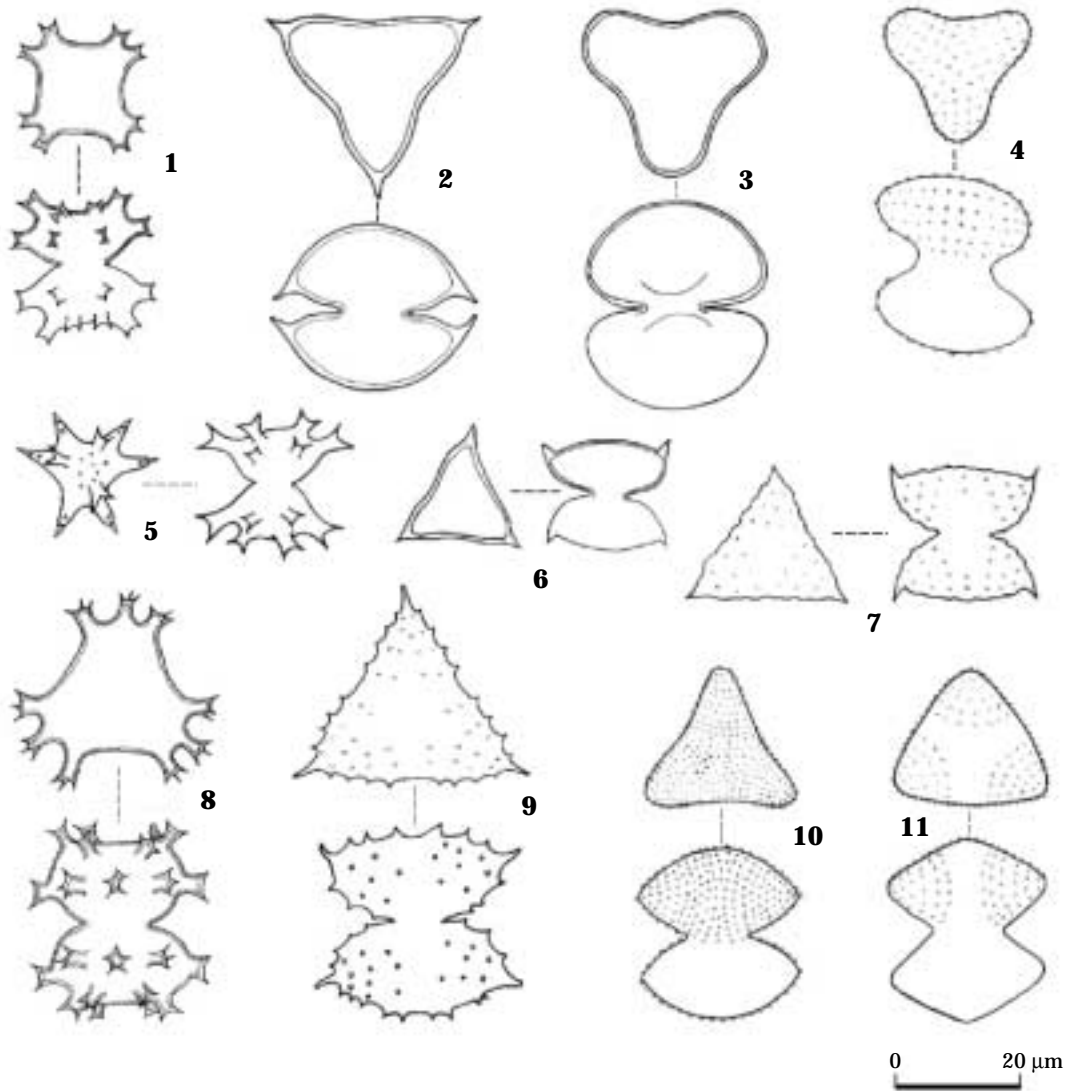
ACKU: 2-039

Figs. 13, 42a, 42b

****Staurastrum crenulatum* (Näg.) Delponte**

Delponte 1877 (1873~1878). Mem. Reale Accad. Sci. Torino, II, 28: 68, Pl. 12, Figs. 1~11; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 169, Pl 409, Figs. 5, 8~10, 12.

중형종으로, 완상돌기를 포함한 세포의 길이 대 폭의 비율은 유사하거나 길다. 만은 얇으며 넓게 열려있고 협입부의 선단은 예각을 이룬다. 반세포는 컵모양 또는 난형으로 복면은 배면보다 더 부풀어 있으며 정변은 넓게



Figs. 1-11. Drawings of 11 taxa of *Staurastrum* collected from 15 freshwater sites of Korea in 2003. Fig. 1. *S. gemelliparum*, Fig. 2. *S. dickiei*, Fig. 3. *S. muticum*, Fig. 4. *S. dilatatum*, Fig. 5. *S. laeve* var. *lativergens*, Fig. 6. *S. dejectum*, Fig. 7. *S. lunatum*, Fig. 8. *S. hantzschii*, Fig. 9. *S. subavicular*, Fig. 10. *S. punctulatum*, Fig. 11. *S. punctulatum* var. *pygmaeum*.

부풀어 있다. 반세포 정변에 2개의 양분된 돌기가 관찰되며, 세포벽은 과립으로 덮여있다. 완상돌기는 짧고 수평이며 끝에 3개의 강모가 있다. 극면은 삼각형이며 과상무늬가 있는 각 변은 넓게 함입되어 있다. 세포 길이는 18~21 μm이고 완상돌기를 포함한 폭은 19~24 μm, 협입부의 폭은 5.6~7.0 μm이다.

분 포: 북미 및 북극지방, 일본 홋카이도, 혼슈우를 포함한 전 세계
 채집지: 경남 밀양(가산지)

ACKU: 2-021

Figs. 18, 32a, 32b

* *Staurastrum cyclacanthum* West et West

West et West 1902b. Trans. Linn. Soc. London, Bot., II, 6: 189, Pl. 22, Fig. 18; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 176, Pl. 436, Figs. 5, 7.

소형 또는 중형종이며, 완상돌기를 포함한 세포의 폭은

길이보다 1.2~1.3배 넓다. 중앙 협입부는 얇게 위치하며 만은 넓게 열려있다. 반세포는 컵 모양으로 측연은 수직이며, 복면은 돌출되어 있다. 완상돌기는 정변보다 아래로 약간 굽어있거나 평행하며, 정변과 완상돌기에 가시가 불규칙하게 나있으며 완상돌기의 끝에는 4개의 강모가 있다. 극면은 삼각형으로 각 변은 함입되어 있으며 완상돌기가 시작하는 위치에 돌기가 돌출되어 있고, 극면 내부에도 다수의 돌기가 있다. 세포의 길이는 22~25 μm이고, 완상돌기를 포함한 세포의 폭은 27~34 μm이며, 협입부의 폭은 7 μm이다.

본 연구에서 채집된 한국산 분류군들은 이전에 국외에서 보고된 분류군(세포 길이 30~31 μm, 폭 44~53 μm, 협입부 8 μm)에 비해 세포의 크기가 작다.

분 포: 미국 플로리다, 오하이오, 아시아 (동인도)
 채집지: 전남 나주(노안 1호제), 경기도 안성(동양촌저수지), 경기도 용인(이동저수지)

ACKU: 2-025, 2-070, 2-076, 2-077, 2-090, 2-114

Figs. 12, 45a, 45b

***Staurastrum dejectum* (Bréb.) Ralfs**

Ralfs 1848. Brit. Desm., P. 121, Pl. 20, Figs. 5a~5c; Teiling 1967. Ark. f. Bot., II, 6(11): 529, Pl. 9, Figs. 1~3, 4, 5, 7. Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 179, Pl. 355, Figs. 9, 10, 14-16.

소형 또는 중형종이다. 강모를 제외한 세포의 길이 대 폭의 비율은 유사하거나, 길이가 같다. 만은 깊으며 넓게 열려 있다. 협입부의 선단은 U자 형을 이룬다. 반세포는 역삼각형 또는 타원형이다. 반세포 측연 기부는 돌출하였으며, 측연 중앙부터 상향하는 두꺼운 강모가 돌출되어 있는 정변 양 단각까지는 수직을 이룬다. 세포벽은 평활하다. 극면은 삼각형이며 각 변의 중앙부는 함입되어 있다. 강모를 제외한 세포의 길이는 20~22 μm이며 세포의 폭은 18~20 μm이고 협입부의 폭은 6 μm이다.

분 포: 미국, 캐나다, 일본 규슈우, 시코쿠를 포함한 전 세계

채집지: 경기도 안성(복산제)

ACKU: 2-050

Figs. 6, 27a, 27b

***Staurastrum dickiei* Ralfs**

Ralfs 1848. Brit. Desm., P. 123, Pl. 31, Fig. 3; Teiling 1967. Ark. f. Bot., II, 6(11): 598, Pl. 29, Figs. 2, 3;

Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 185, Pl. 346, Figs. 2, 3, 12; Pl. 347, Fig. 8.

중형종으로 세포의 길이와 폭은 같다. 협입부는 깊고 선단에서 예각을 이루며, 만은 넓게 열려있다. 반세포는 타원형이고 복면은 배면보다 더 돌출되어 있거나 같다. 반세포 양단각에 하향하는 두꺼운 강모가 있으며, 세포벽은 평활하다. 극면은 삼각형이며 각 변은 함입되어 있다. 세포의 길이는 20.8~23.2 μm이고 폭은 20~22.6 μm이며 협입부의 폭은 6.4 μm이다.

분 포: 미국, 캐나다, 일본 지시마를 포함한 전 세계
 채집지: 경기도 안성(이동저수지), 전남 나주(노안2호제, 칠전제, 송암제), 경남 창원(장척호)

ACKU: 2-042, 2-061, 2-062, 2-072, 2-073, 2-074, 2-081

Figs. 2, 44a, 44b

***Staurastrum dilatatum* (Ehrenb.) Ralfs**

Ralfs 1848. Brit. Desm., P. 133, Pl. 21, Fig. 8; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 187 Pl. 332, Figs. 2~4.

소형종으로 세포의 길이가 폭보다 길거나 같다. 협입부는 깊고 선단부는 예각을 이루며 만은 넓게 열려있다. 반세포는 방추형에 가까운 타원형이며 정변 및 배면은 돌출되어 있으며 복면은 함입되어 있다. 세포벽은 과립으로 덮여 있다. 극면은 삼각형이며 변은 함입되어 있으며 모서리는 넓은 둥근형이다. 세포의 길이는 26~29 μm, 폭은 22~25 μm, 협입부의 폭은 8.0~9.5 μm이다.

분 포: 미국 몬타나, 일본 홋카이도, 혼슈우, 규슈우, 시코쿠
 채집지: 경기도 용인(이동저수지), 경기도 안성(복산제)

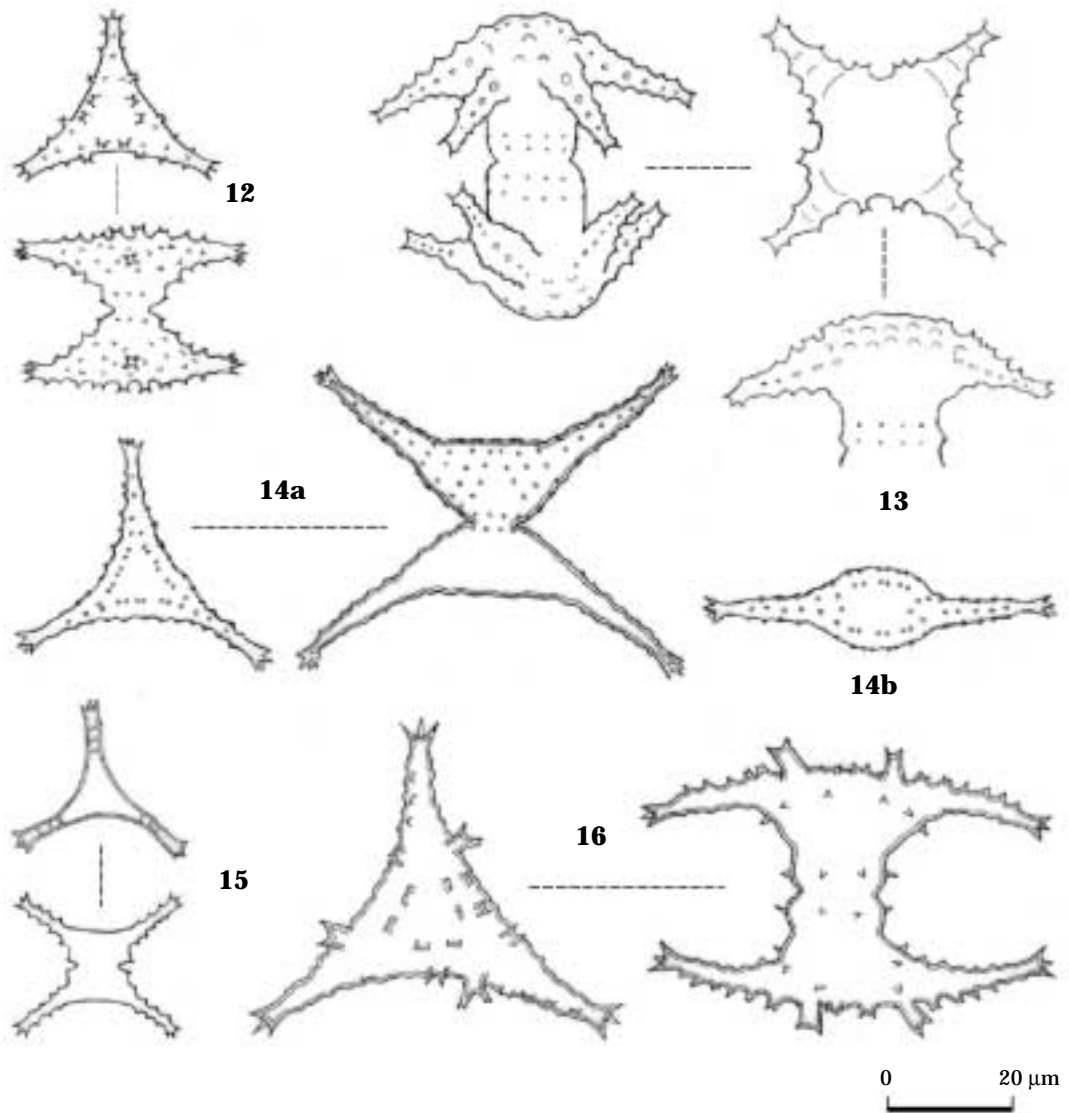
ACKU: 2-044, 2-055

Figs. 4, 25a, 25b

****Staurastrum gemelliparum* Nordstedt**

Nordstedt 1870. Vid. Medd. Naturh. Foren. Kjöbenhavn 1869 (14/15): 230, Pl. 4, Fig. 54; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 209, Pl. 382, Fig. 4.

소형종으로 세포의 길이 폭보다 길거나 같다. 만은 깊으며 넓게 열려있고 정단에서 예각을 이룬다. 반세포는 오각형이며 복면은 돌출되어 있으며 배면은 직선을 이룬다. 정변은 넓게 함입되어 있다. 반세포의 각 모서리마다



Figs. 12-16. Drawings of 5 taxa of *Staurastrum* collected from 15 freshwater sites of Korea in 2003. Fig. 12. *S. cyclacanthum*, Fig. 13. *S. cerastes*, Figs. 14a, b. *S. thunmarkii*, Fig. 15. *S. iotanum*, Fig. 16. *S. javanicum*.

짧은 완상돌기가 돌출되어 있다. 반세포의 중앙부에서도 4개의 완상돌기가 있으며 세포벽은 평활하거나 세점이 보이기도 한다. 극면은 4각형으로 각 변은 직선형이거나 함입되어 있다. 완상돌기를 포함한 세포의 길이 23 μm, 세포의 폭 23 μm, 협입부의 폭은 7.5 μm이다.

본 종은 *S. quadrangulre*와 완상돌기의 차이만을 보이는 종이며, 본 연구에서 채집된 분류군은 이전의 연구에서는 완상돌기 끝에 2개의 강모를 갖는다고 보고된 것에 비해 3개의 강모를 갖는 개체들이 관찰되었다.

분 포: 미국 알래스카, 아이다호, 미시간, 몬태나, 브리티

시 콜롬비아, 영국, 아시아, 남아프리카, 일본 홋카이도, 혼슈우

채집지: 경기도 용인 (이동저수지)

ACKU: 2-046

Figs. 1, 24a, 24b

***Staurastrum gracile* Ralfs**

Ralfs 1848. Brit. Desm., P. 136, Pl. 22, Fig. 12; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 4. P. 212, Pl. 412, Figs. 8~10; Pl. 413, Figs. 1, 2.

소형종으로 완상돌기를 포함한 세포의 길이 대 폭은 같다. 반세포는 타원형 또는 도란형으로 만은 얇으며 열려있고 선단부는 U자 형을 이룬다. 반세포의 복면은 약간 돌출되어 있거나 직선이며 정면은 돌출되어 있다. 완상돌기는 평행하며 끝에 4개의 강모를 갖는다. 작은 과립이 세포벽 전체에 산재한다. 극면은 삼각형이며 각 변은 평행하거나 함입되어 있다. 세포의 길이는 22~24 μm이고, 완상돌기를 포함한 세포의 폭은 27~30 μm이며, 협입부는 7 μm이다.

본 연구에서 채집된 분류군은 이전의 연구에서 보고된 분류군(세포 길이 32~36 μm, 폭 25 μm, 협입부 8~10 μm)에 비해 크기가 작다.

분 포: 북미, 일본 지시마, 홋카이도, 혼슈우, 시코쿠
 채집지: 경기도 용인(이동저수지), 경남 밀양(가산지), 경남 창령(번개호)

ACKU: 2-020, 2-023

Figs. 17, 46a, 46b

***Staurastrum hantzschii* Reinsch**

Reinsch 1867. Act. Soc. Senckenberg 6: 129, Pl. 22D II,

Figs. 1~6; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 4. P. 218 Pl. 386 Fig. 7, 8.

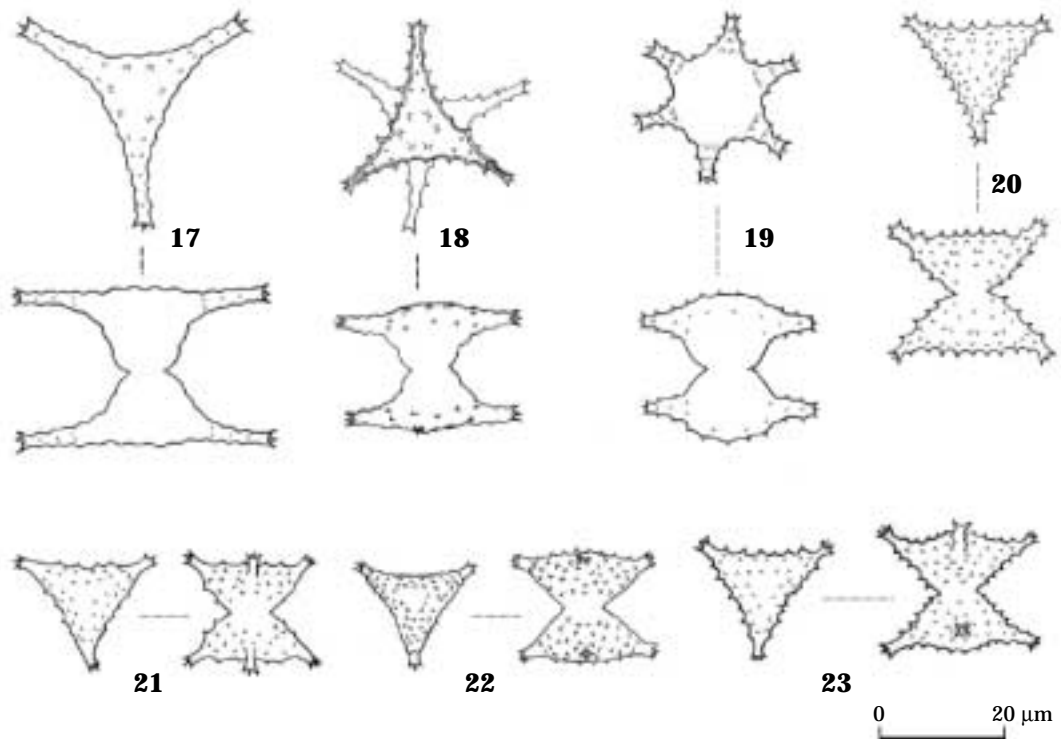
소형종으로 세포의 길이 대 폭의 비는 같다. 만은 깊고 넓게 열려 있으며 협입부의 정단에서 둔각을 이룬다. 반세포는 5각형으로 복면은 돌출되어 있으며 배면은 함입되어 있다. 정면은 절형 또는 함입되어 있다. 반세포 중앙에 수평의 5개의 완상돌기가 있으며 정면에는 상향하는 완상돌기가 4~6개가 있다. 각 완상돌기는 끝에 2~3개의 강모를 갖는다. 세포벽은 평활하다. 극면은 삼각형으로 변은 함입되어 있고 모서리에 3개의 완상돌기가 돌출되어 있다. 완상돌기를 포함한 세포의 길이는 21 μm이며 폭은 21~22 μm이고 협입부의 폭은 6~8 μm이다.

본 연구에서 채집된 분류군은 이전의 연구에서 보고된 분류군(세포 길이 38~41 μm, 폭 38~42 μm)에 비해 크기가 작다.

분 포: 미국 미시간, 몬태나, 뉴햄프셔, 유럽, 극지방
 채집지: 경남 창령(번개호)

ACKU: 2-024

Figs. 8, 26a, 26b



Figs. 17~23. Drawings of 7 taxa of *Staurastrum* collected from 15 freshwater sites of Korea in 2003. Fig. 17. *S. gracile*, Fig. 18. *S. crenulatum*, Fig. 19. *S. asteroideum*, Fig. 20. *S. hexacerum* var. *aversum*, Fig. 21. *S. pseudotetracerum*, Fig. 22. *S. avicula* var. *inermis*, Fig. 23. *S. affine*.

* *Staurastrum hexacerum* var. *aversum* West et West

West et West 1898. Linn. Soc. Jour. Bot. 33: 313, Pl. 18, Fig. 13; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 220, Pl. 401, Fig. 7.

소형종으로 세포의 폭은 길이보다 1.2배 정도 넓다. 중앙 협입부는 예각이며 바깥쪽으로 넓게 열려있다. 반세포는 삼각형으로 측연과 정변은 돌출되어 있다. 기본종은 완상돌기가 수평을 이루지만 이 변종은 짧은 완상돌기가 위를 향해 있으며, 정변이 더 돌출되어 있는 점이 다르다. 극면은 삼각형으로 각 변은 함입되어 있으며, 세포벽은 날카로운 과립이 산재한다. 세포의 길이는 18~20 μm 이며, 세포의 폭은 21~22 μm 이고, 협입부의 폭은 7 μm 이다.

본 연구에서 채집된 한국산 식물은 이미 보고된 분류군보다 세포 측연이 덜 돌출되어서 반듯한 모양을 가지며, 개체의 크기도 작다.

분 포: 미국 코네티컷, 아이오와, 브리티시 컬롬비아
채집지: 경남 창령 (번개호)

ACKU: 2-019

Figs. 20, 33a, 33b

* *Staurastrum iotanum* Wolle

Wolle 1884. Bull. Torr. Bot. Club 11(2): 13, Pl. 44, Figs. 5~7; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 225, Pl. 426, Figs. 10, 11.

소형종으로 완상돌기를 포함한 세포의 길이와 폭이 같다. 중앙 협입부는 깊지 않으며, 협입부 선단은 V자 모양으로 들어가 있다. 반세포는 컵모양으로 측연은 돌출되어 있고, 위를 향해 뻗어있는 완상돌기는 선단으로 갈수록 폭이 좁아지며, 측연에 과상이 있고, 완상돌기의 선단에는 강모가 있다. 반세포 정변은 함입되어 있고 매끈하다. 극면은 삼각형으로 각 변은 함입되어 있고 과상무늬가 있다. 세포의 길이는 20~23 μm 이고, 완상돌기를 포함한 폭은 9~17 μm 이며, 완상돌기를 포함하지 않은 폭은 12~16 μm 이고, 협입부의 폭은 6 μm 이다.

분 포: 미국 알래스카, 콜로라도, 플로리다, 일본 홋카이도, 혼슈우

채집지: 충남 서산(석지제), 경기도 용인(통곡저수지)

ACKU: 2-011, 2-027

Figs. 15, 37a, 37b

* *Staurastrum javanicum* (Nordstedt) Turner

Hirose *et al.*, 1977. Illustrations of the Japanese freshwater algae. P. 742, Pl. 219, Figs. 9a, 9b.

대형종으로 세포의 폭은 길이에 비해 1.3배 정도 넓다. 협입부는 얇고 만든 넓게 열려 있다. 반세포는 통상을 이루며 정변은 평행하거나 돌출되어 있다. 반세포 복면과 측연 기부는 돌출되어 있으며, 세포를 횡으로 지나는 1개의 강모 열이 있다. 완상돌기는 하향하며 끝에 3개의 강모를 갖는다. 완상돌기의 배면과 복면에 돌기가 발달하며 배면 돌기가 복면 돌기보다 크고 날카롭다. 반세포 정변에 돌로 갈라지는 4개의 돌기가 있으며 외측 돌기가 내측 돌기보다 5배 정도 크다. 극면은 삼각형이며 과상이 있는 각 변은 넓게 함입되어 있다. 각 변을 따라 돌로 갈라지는 돌기가 두개씩 돌출하며 이 중 한개만 크게 발달한다. 정변 내부에 다수의 돌기가 있다. 돌기를 포함한 세포의 길이는 50~51 μm 이고, 완상돌기를 포함한 세포의 폭은 62~67 μm 이며, 협입부의 폭은 12~12.5 μm 이다.

본 연구에서 채집된 분류군은 이전에 보고된 분류군(세포 길이 56 μm , 폭 75~76 μm , 협입부 14 μm)에 비해 크기가 작으며, 이전에 보고된 분류군은 반세포 기부에 나타나는 강모열이 2줄이나, 본 연구에서 관찰된 개체들은 1줄인 개체만 관찰되었다(Hirose *et al.*, 1977).

분 포: 인도, 중국, 일본 홋카이도

채집지: 경남 창령(장척호)

ACKU: 2-105

Figs. 16, 41a, 41b

* *Staurastrum laeve* var. *lativergens* Scott et

Grönblad

Scott et Grönblad 1957. Acta Soc. Sci. Fennicae, II, B, 2, Pl. 31, Fig. 4; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 231, Pl. 386, Figs. 1, 2.

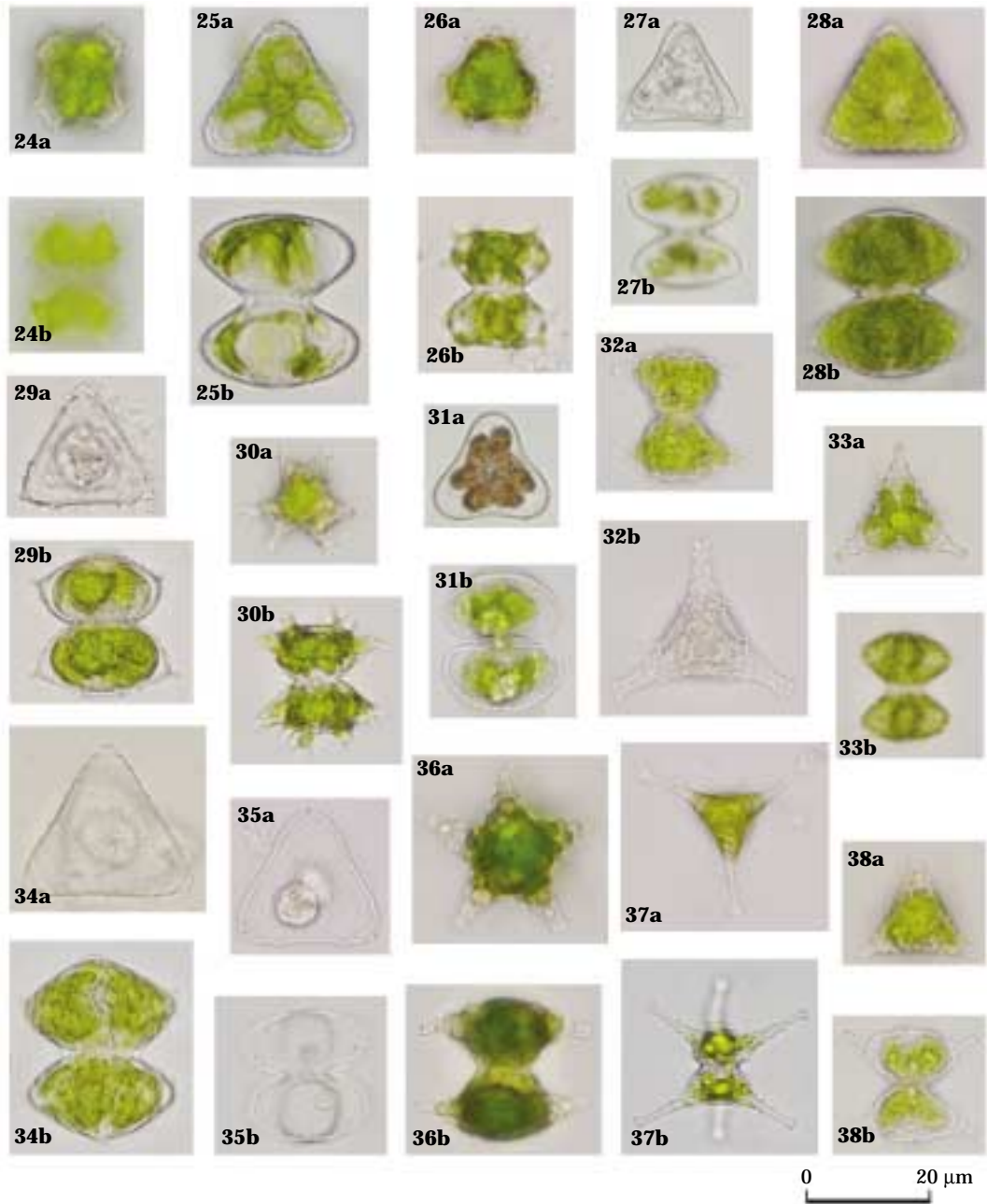
소형종으로 세포의 길이는 폭보다 길다. 중앙 협입부는 얇으며, 협입부 선단은 뾰족하게 들어가 있고 협입부 측연은 돌출되어 있다. 이 변종은 두개의 강모를 가진 완상돌기가 더 크고 분명하며, 세포벽은 평활하다. 극면은 삼각형으로 모서리에 2개의 긴 강모를 가지며 각 변은 안으로 들어가 있다. 세포의 길이는 22~24 μm 이고, 완상돌기를 포함한 폭은 22~24 μm 이며, 협입부의 폭은 5~7 μm 이다.

분 포: 미국 몬태나, 미국 남동부의 주들

채집지: 충남 서산(석지제), 전남 나주(송암제)

ACKU: 2-118

Figs. 5, 30a, 30b



Figs. 24–38. Photomicrographs of 15 taxa of *Staurastrum* collected from 15 freshwater sites of Korea in 2003. Figs. 24a, 24b. *S. gemelliparum*, Figs. 25a, 25b. *S. dilatatum*, Figs. 26a, 26b. *S. hantzschii*, Figs. 27a, 27b. *S. dejectum*, Figs. 28a, 28b. *S. punctulatum*, Figs. 29a, 29b. *S. subavicular*, Figs. 30a, 30b. *S. laeve* var. *lativergens*, Figs. 31a, 31b. *S. muticum*, Figs. 32a, 32b. *S. crenulatum*, Figs. 33a, 33b. *S. hexacerum* var. *aversum*, Figs. 34a, 34b. *S. punctulatum* var. *pygmaeum*, Figs. 35a, 35b. *S. lunatum*, Figs. 36a, 36b. *S. asteroideum*, Figs. 37a, 37b. *S. iotatum*, Figs. 38a, 38b. *S. avicula* var. *inermis*.

***Staurastrum lunatum* Ralfs**

Ralfs 1848. Brit. Desm., P. 124, Pl. 34, Fig. 12;
 Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American

desmids. sec. 3. P. 244, Pl. 355, Figs. 1, 2, 4.

중형종으로 강모를 제외한 세포의 폭은 길이보다 넓다. 협입부는 깊고 만은 넓게 열려 있다. 반세포는 역삼각형

에 가까운 도반원형이며 반세포의 정단각에 상향하는 굽은 강모가 있다. 세포벽은 과립으로 덮여 있다. 극면은 삼각형으로 각 변은 넓게 함입되어 있고 강모가 돌출된 모서리를 중심으로 과립이 환상으로 배열되어 있다. 세포의 길이는 21~26 μm 이고, 폭은 21~23 μm 이며 협입부의 폭은 6.5~8 μm 이다.

분 포: 북미, 유럽, 아시아, 북극지방, 일본 홋카이도, 혼슈우, 시코쿠

채집지: 전남 나주 (노안 1호제)

ACKU: 2-078

Figs. 7, 35a, 35b

Staurastrum muticum Ralfs

Ralfs 1848. Brit. Desm., P. 125, Pl. 21, Fig. 4; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 257, Pl. 331, Figs. 1, 2, 4, 5.

중형종으로 세포의 길이는 폭보다 길다. 협입부는 깊게 위치하며, 선단에서 예각을 이루고, 만은 외부로 넓게 열려 있다. 반세포는 반원형에 가까운 타원형이고 세포벽은 평활하다. 극면은 모서리가 둥근 삼각형이고 변은 깊게 함입되어 있다. 세포의 길이는 21.5~28 μm , 폭은 21~23 μm 그리고 협입부의 폭은 7~8 μm 이다.

분 포: 미국 전역과 캐나다 일본 홋카이도, 혼슈우, 시코쿠, 규슈우를 포함한 전 세계

채집지: 전남 나주 (송암제)

ACKU: 2-118

Figs. 3, 31a, 31b

Staurastrum pseudotetracerum (Nordst.) West et West

West et West 1902a. Trans. Linn. Soc. London, Bot., II, 5(5): 79, Pl. 8, Fig. 39; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 291, Pl. 413, Fig. 8.

소형종으로 완상돌기를 제외한 세포의 길이는 폭보다 2배 정도 길다. 협입부는 얇으며, 정단은 둔각을 이룬다. 만은 외부로 넓게 열려 있다. 반세포는 역삼각형으로 측연은 돌출되어 있거나 직선을 이루고 정변은 절형이다. 반세포 정단각에 상향하는 굽고 짧은 완상돌기가 돌출되어 있고, 완상돌기 끝에 3개의 강모가 있다. 세포벽은 과립으로 덮여 있다. 극면은 삼각형으로 각 변은 함입되어 있으며 파상무늬를 갖는다. 완상돌기를 포함한 세포의 길이는 17~20 μm , 세포의 폭은 21~22 μm , 협입부의 폭은

5.5~6 μm 이다.

분 포: 미국, 영국, 유럽, 아시아, 뉴질랜드, 남미, 아프리카, 북극지방, 일본 혼슈우

채집지: 전남 나주 (송암제)

ACKU: 2-101

Figs. 21, 40a, 40b

Staurastrum punctulatum (Bréb.) Ralfs

Ralfs 1848. Brit. Desm., P. 133, Pl. 22, Fig. 1; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 292, Pl. 339, Fig. 16.

소형종으로 세포의 길이가 폭에 비해 길다. 협입부는 깊으며 정단부는 예각을 이루고 만은 넓게 열려 있다. 반세포는 타원형으로 복면은 직선형이거나 약간 부풀어 있으며 배면과 정변은 돌출되어 있다. 세포벽은 과립으로 덮여 있다. 극면은 삼각형으로 각 변은 넓게 함입되어 있으며 둥근 모서리를 중심으로 과립이 환상으로 배열되어 있다. 세포의 길이는 24 μm , 폭은 22 μm 그리고 협입부의 폭은 7 μm 이다.

분 포: 미국, 캐나다, 영국, 유럽, 아시아, 북극지방, 일본 홋카이도, 혼슈우, 규슈우

채집지: 경기도 수원 (광교저수지)

ACKU: 2-034

Figs. 10, 28a, 28b

Staurastrum punctulatum var. *pygmaeum* (Bréb.) West et West

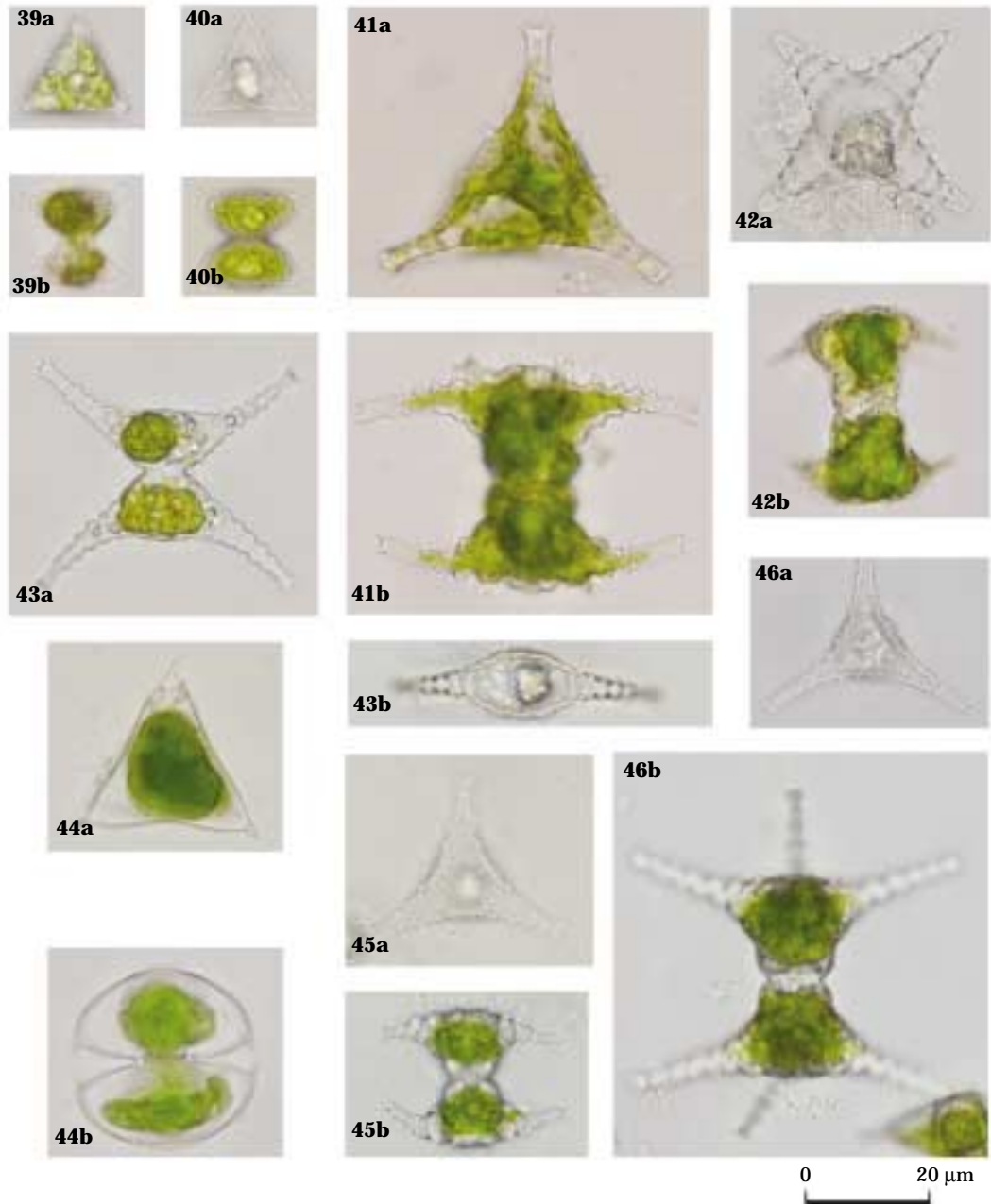
West et West 1912. Monogr. IV, P. 184, Pl. 128, Figs. 1, 2; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 293, Pl. 339, Figs. 9, 11.

소형종으로 세포의 길이는 폭에 비해 길다. 만은 깊고 외측으로 넓게 열려 있다. 반세포는 마름모와 유사한 타원형으로 배면과 복면은 돌출되어 있거나 직선형이다. 정변은 돌출되어 있으며 세포벽은 끝이 날카로운 과립으로 덮여 있다. 극면은 삼각형으로 모서리는 둥글며 변은 돌출되어 있다.

기본종에 비해 반세포가 마름모와 유사하고, 협입부가 더 넓으며, 날카로운 형태의 과립을 갖는다. 세포의 길이는 30 μm , 폭은 27 μm 그리고 협입부의 폭은 10 μm 이다.

분 포: 미국, 캐나다, 영국, 유럽, 아시아, 아프리카, 남미, 극지방, 일본 혼슈우

채집지: 경남 밀양 (부구저수지)



Figs. 39–46. Photomicrographs of 8 taxa of *Staurastrum* collected from 15 freshwater sites of Korea in 2003. Figs. 39a, 39b. *S. affine*, Figs. 40a, 40b. *S. pseudotetracerum*, Figs. 41a, 41b. *S. javanicum*, Figs. 42a, 42b. *S. cerastes*, Figs. 43a, 43b. *S. thunmarkii*, Figs. 44a, 44b. *S. dickiei*, Figs. 45a, 45b. *S. cyclacanthum*, Figs. 46a, 46b. *S. gracile*.

ACKU: 2-029
Figs. 11, 34a, 34b

West *et al.*, 1923. Monogr. V. P. 181, Pl. 155, Fig. 10;
Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American
desmids. sec. 3. P. 318~319, Pl. 383, Figs. 9, 10.

**Staurastrum subavicular*(West) West et West
West et West 1894. Jour. Roy. Microsc. Soc. 1894;

소형종이며, 강모를 포함한 길이 대 폭의 비율은 같다.
협입부는 깊고, 정단에서 V자 형태를 이룬다. 반세포는

난형 또는 타원형이며, 정변은 넓게 돌출되어 있다. 세포벽 전체에 날카로운 과립을 가지며, 정변에는 쌍을 이루는 4개의 큰 강모가 있다. 반세포의 측면과 기부에도 짧은 강모가 있으며 상향하는 큰 강모는 반세포의 정단각에 위치한다. 극면은 삼각형이며, 각 변은 직선형 또는 돌출되어 있다. 극면의 모서리에는 3~4개의 강모가 있다. 세포의 길이는 24~25 μm 이고 강모를 포함한 폭은 24~25 μm 이며, 협입부 폭은 5~7 μm 이다.

본 연구에서 관찰된 개체는 극면에 배열하는 강모열이 2열로 나타나 이미 보고된 기재와 차이가 있으며, 세포의 크기가 작다.

분 포: 캐나다 퀘벡, 유럽, 남아메리카, 북극, 일본 지시마, 혼슈우

채집자: 경기도 용인 (이동저수지)

ACKU: 2-066

Figs. 9, 29a, 29b

**Staurastrum thunmarkii* Teiling

Teiling 1946. Bot. Notiser 82, Fig. 16; Prescott *et al.*, 1982. A synopsis of North American desmids. sec. 3. P. 332, Pl. 402, Fig. 2.

중형 또는 대형종으로 세포의 길이보다 폭이 넓다. 협입부는 얇고 선단은 U자 모양이다. 반세포는 삼각형으로 측연은 돌출되어 있고, 정변은 절형이다. 완상돌기는 길고 상향하며 끝으로 갈수록 가늘어 진다. 완상돌기의 선단에는 4개의 짧은 강모가 있다. 세포벽에 완상돌기를 중심으로 환상 배열하는 과립 열이 있으며, 극면은 삼각형이다. 세포의 길이는 37~45 μm 이고, 폭은 42~52 μm 이며, 협입부는 5~7.5 μm 이다.

이미 보고된 종은 극면의 세포가 2개의 완상돌기를 가진 타원형이지만, 본 연구에서 채집된 개체는 극면의 세포가 3개의 완상돌기를 갖는 삼각형도 있는 것으로 나타났다. 크기도 작다.

분 포: 미국 몬태나, 유럽

채집자: 경기도 용인 (이동저수지)

ACKU: 2-047

Figs. 14a, 14b, 43a, 43b

본 연구의 결과 9종 3변종 등 총 12분류군이 한국산 미기록종으로 밝혀졌다. 따라서 현재까지 한국산 팔장고말속은 77종 45변종 9품종의 총 131분류군으로 정리되었다. 관찰된 대부분의 분류군은 이미 국외에서 보고된

분류군과 큰 형태적 차이를 나타내지 않았다 (Prescott *et al.*, 1982). 그러나 *Staurastrum affine*을 포함한 8분류군은 세포의 크기가 이미 보고된 개체들에 비해 작았다. 또한 *S. cerastes*를 포함한 7분류군은 반세포의 형태와 세포벽의 무늬, 강모 등에 있어서 차이를 나타냈다.

적 요

팔장고말속 식물은 전세계적으로 1,000 분류군 이상이 보고되어 있으나 한국에서는 68종 42변종 9품종의 119분류군이 보고 되어있다. 본 연구에서는 2003년 2월부터 11월에 걸쳐 전국의 15개의 호소 및 저수지로부터 23분류군의 한국산 팔장고말속을 채집하였다. 이중 *Staurastrum affine*을 포함한 12분류군은 한국산 미기록종으로 추가되었다. 따라서 현재까지 한국산 팔장고말속 식물은 77종 45변종 9품종의 총 131분류군으로 정리되었다. 본 연구에서 관찰된 많은 종들은 국외에서 이미 보고된 개체들의 형질과 일치하였으나, *S. affine*을 포함한 8분류군들은 이미 보고된 개체들에 비하여 세포의 크기가 작았다. 또한 *S. cerastes* 등 7분류군은 반세포의 형태와 세포벽의 장식 등에 있어서 차이를 나타냈다.

사 사

본 연구는 2003년 한국과학기술평가원 (과제번호: M1-0219-00-0045)의 연구비 지원에 의해 수행되었다.

인 용 문 헌

- 이갑숙. 1978. 은혜사 일대의 담수조류에 대하여. 한국육수학회지 11: 49-65.
- 이갑숙. 1979. 울릉도산 담수조류. 한국육수학회지 12: 1-8.
- 이인규, 최정일, 유종수, 이상돈. 1996. 한국 생물 종 목록-국내 생물 종 문헌 연구. 사단법인 자연보호중앙협의회. 504 pp.
- 정영호. 1968. 한국동식물도감 제9권 식물편 (담수조류). 삼화출판사, 서울. 573 pp.
- 정 준. 1993. 한국 담수조류도감. 아카데미서적, 서울. 496 pp.
- 정 준, 김성달, 이갑숙. 1972. 제주도산 담수조류 (II). 한국육수학회지 5: 15-31.
- Bhattacharya, D., B. Surek, M. Rusing and S. Damberger. 1994. Group I introns are inherited through common

- ancestry in the nuclear-encoded rRNA of Zygnematales (Charophyceae). *Proc. Natl. Acad. Sci., USA* **91**: 9916-9920.
- Brook, A.J. 1981. The Biology of Desmids. Botanical Monographs, Vol. 16. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 276 pp.
- Chung, Y.H. and O.M. Lee. 1986. A taxonomic study of desmids on several lowland swamps in Haman. *Proc. Coll. Natur. Sci., SNU* **11**: 51-98.
- Chung, Y.H., O.M. Lee and K.H. Noh. 1985. Annual (1984-'85) dynamics of phytoplankton in Kum river estuary. *Bull. of KACN* **7**: 17-25.
- Chung, Y.H., O.M. Lee and K.H. Noh. 1986. Flora and dynamics of phytoplankton in downstream of Yongsan river. *Bull. of KACN* **8**: 15-23.
- Delponte, J.B. 1877. Specimen Desmidiacearum subalpinarum. *In: A monograph of the British Desmidiaceae*. Vol V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- Gerrath, J.F. 1993. The biology desmids: a decade of progress. pp. 79-192. *In: Progress in phycological research*, Vol. 9. (F.E. Round and D.J. Chapman eds.) Biopress Ltd.
- Gontcharov, A., B. Marin and M. Melkonian. 2003. Molecular phylogeny of conjugating green algae (Zygnemophyceae, Streptophyta) inferred from SSU rDNA sequence comparisons. *J. Mol. Evol.* **56**: 89-104.
- Hirose, H.M., T. Akiyama, K. Imahori, H. Kasaki, S. Kumano, H. Kobayashi, E.T. akahashi, T. Tsumura, M. Hirano and T. Yamagishi. 1977. Illustrations of the Japanese freshwater algae. Uchidarokakuho Publishing Co., Ltd., Tokyo, Japan. 933 pp.
- Kies, L. 1967. ber Zellteilung und Zygotenbildung bei *Roya obtusa* (Brb.) West et. West. *Mitt. Staatsinst. Allg. Bot.* **12**: 35-42.
- Kim, H.S. 1996. Desmids (*Staurastrum* and *Staurodesmus*) from Kyongsangnam-Do, Korea. *Nova Hedwigia* **62**: 521-541.
- Kim, H.S., J.S. Choi, J. Chung and D.H. Kim. 1995. A study on the phytoplankton community in the Jinyang lake. *Kor. J. Limnol.* **28**: 345-357.
- Kim, J.H., S.J. Lee and H.-M. Oh. 2000. Dynamics of epilithic algal community in the Geum river, Korea. *Algae* **15**: 287-297.
- Kranz, H.D., D. Miks, M.-L. Siegler, I. Capesius and C.W. Sensen. 1995. The origin of land plants: phylogenetic relationships among Charophytes, Bryophytes and vascular plants inferred from complete small-subunit ribosomal RNA gene sequences. *J. Mol. Evol.* **41**: 74-84.
- Lee, K. and S.K. Yoon. 2003. Ecological studies on Togyo reservoir in Chulwon, Korea VI. The list of phytoplankton and periphyton. *Algae* **18**: 263-272.
- Lee, O.M. 1994. The annual dynamics of standing crops and distribution of phytoplankton in Juam lake in 1992. *Kor. J. Limnol.* **27**: 327-337.
- Lee, O.M. 1995. The distribution and standing crop of phytoplankton at freshwater area in Youngkwang-gun, Cheonnam. *Proc. Basic Sci. Res. Inst. Kyonggi Univ.* **8**: 123-139.
- Lee, O.M. and H.Y. Song. 1995. The annual dynamics of standing crops and distribution of phytoplankton of Juam lake in 1993. *Kor. J. Limnol.* **28**: 427-436.
- Lundell, P.M. 1871. De Desmidiaceis, quae in Suecia inventae sunt observationes criticae. *In: Indonesian Desmids* (A.M. Scott and G.W. Prescott, eds.). Hydrobiologia **17**: 1-132. Pls. 1-63.
- Moon, B.R. and O.M. Lee. 2003. A phylogenetic significance of several species from genus *Cosmarium* (Chlorophyta) of Korea based on mitochondria *coxIII* gene sequences. *Algae* **18**: 199-205.
- Nam, M.R. and O.M. Lee. 2001. A comparative study of morphological characters and sequences of *rbcl* gene in *Staurastrum* of desmid. *Algae* **16**: 363-367.
- Nordstedt, C.F.O. 1870. Symbolae ad floram Brasiliae centralis cognoscendam. 230 p., Pl. 4, Fig. 54. *In: A monograph of the British Desmidiaceae*. Vol. V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- Palmer, C.M. 1980. Algae and water pollution. Castle house Pub. Ltd. UK. 123 pp.
- Park, J.W., Y.J. Kim and J. Chung. 1995. Structure of phytoplankton community in the Kumho river. *Kor. J. Limnol.* **28**: 49-60.
- 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. pp. 88-345.
- Ralfs, J. 1848. The British Desmideae. Wheldon and Wesley, Ltd. New York. xxii+226 pp. 35 Pls.
- Reinsch, P. 1867. De speciebus generibusque nonnullis novis ex algarum et fungorum classe. *In: Algae aquae Indiae orientalis* (W.B. Turner, eds.). Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handl. **25**: 1-187. Pls. 1-23.
- Scott, A.M. and R. Grönblad. 1957. New and interesting desmids from southeastern United States. Pl. 31, Fig. 4. *In: A synopsis of North American Desmids*. Part II. Section 4 (G.W. Prescott, C.E.M. Bicudo and W.C. Vinyard, eds.). The University of Nebraska Press, Lincoln.
- Surek, B., M. Melkonian and D. Bhattacharya. 1994. Ribo-

- somal RNA sequence comparisons demonstrate an evolutionary relationship between Zygnematales and charophytes. *Pl. Syst. Evol.* **191**: 171–181.
- Teiling, E. 1946. Zur phytoplankton flora Schwedens. 82, Fig. 16. *In*: A synopsis of North American Desmids. Part II. Section 4 (G.W. Prescott, C.E.M. Bicudo and W.C. Vinyard, eds.). The University of Nebraska Press, Lincoln.
- Teiling, E. 1948. *Staurodesmus*, genus novum. Containing monospious desmids. *Bot. Not.* **1948**: 49–83. 72 Figs.
- Teiling, E. 1967. The desmid genus *Staurodesmus*. A taxonomic study. *Ark. f. Bot.*, II **6**: 467–629. Pls. 1–31.
- Turner, W.B. 1892. *Algae aquae Indiae orientalis*. *Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handl.* **25**: 1–187. Pls. 1–23.
- West, W. and G.S. West. 1894. New British freshwater algae. *In*: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- West, W. and G.S. West. 1896. On some North American Desmidiaceae. *In*: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- West, W. and G.S. West. 1898. On some desmids of the United States. *In*: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- West, W. and G.S. West. 1902a. A contribution to the freshwater algae of Ceylon. 5(5): 79, Pl. 8, Fig. 39. *In*: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- West, W. and G.S. West. 1902b. A contribution to the freshwater algae of Ceylon. 6: 189, Pl. 22, Fig. 18. *In*: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- West, W. and G.S. West. 1905. Freshwater algae from the Orkneys and Shetlands. 23: 26, Pl. 2, Fig. 27. *In*: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V (W. West, G.S. West and N. Carter, eds.). Ray Soc., London.
- West, W. and G.S. West. 1912. A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. IV. Ray Soc., London. P. 184, Pl. 128, Figs. 1, 2.
- West, W., G.S. West and N. Carter. 1923. A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V. Ray Soc., London. 300 pp. 38 Pls.
- Wolle, F. 1884. Fresh-water algae. 11(2): 13, Pl. 44, Figs. 5–7. *In*: *Algae aquae Indiae orientalis* (W.B. Turner, eds.). *Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handl.* **25**: 1–187. Pls. 1–23.

(Manuscript received 20 July 2004,
Revision accepted 28 August 2004)