

한국산 장고말속식물의 분류학적 연구(Ⅲ)
— *Cosmarium candianum*과 *C. obtusatum*의 실내배양 —

鄭英昊·李玉玟

(서울대학교 自然科學大學 植物學科)

A Taxonomic Study of Genus *Cosmarium* in Korea (Ⅲ)
— Unialgal Culture of *Cosmarium candianum* and *C. obtusatum* —

Chung, Yung Ho and Ok-Min Lee

(Department of Botany, Seoul National University, Seoul)

ABSTRACT

Cosmarium candianum and *C. obtusatum* were sampled at 11 stations in Korea from October 1987 to June 1988. The samplings were cultured for study of the character variations in colonies. As a result, *C. candianum* var. *candianum* f. *minutum*, *C. candianum* var. *depressum* and *C. candianum* var. *latius* need not be separated from *C. candianum*, because 4 types in *C. candianum* complex occurred simultaneously in the same colony. It was changed the species reported as *C. circulare* Reinsch in Korea presently into *C. candianum* Delponte according to Compere's review. Because 2 types of *C. obtusatum* complex occurred at the same colony, *C. obtusatum* var. *beanlandii* need not be separated from *C. obtusatum*.

서 론

장고말속식물은 전세계적으로 1천종 이상이 보고되었으며 물먼지말류중 가장 큰 속종 하나이다(Brook, 1981). 이 속의 식물은 다계통성 진화를 하는 것으로 생각되고 있으며, 현재까지 보고된 종 중 약 5%는 異名(synonym)으로 추측될 만큼 많은 분류학적 문제점을 가지고 있다(Prescott *et al.*, 1981). 이들은 많은 종류에 있어서 적은 형태변이에 의존하여 명명되어왔기 때문에 1950년대 이래 분류학적 재검토를 하는 연구가 계속되고 있다(Starr, 1958; Brandham and Godward, 1964; Tews, 1969; Korn, 1970; Kirk and Cox, 1975; Gerrath, 1979; Coescl, 1984). 이러한 연구에서는 실내배양된 재료를 통해서 또는 야외표본을 다수로 채집하여 형태적 변이를 관찰함으로써 유사한 중간 또는 종내의 분류학적 한계를 규명하고 있다.

한국산 장고말속식물에 대한 연구는 현재까지 주로 식물상 연구가 진행되어 왔으며, 전국적으로 125종 104변종 28품종 등 총 257종류가 보고되었다(Anonymous, 1987). 종 수준에서의 분류학적 연구는 *Cosmarium laeve* 등 3종류를 실내배양하여 다형현상을 관찰한 연구(Yeum, 1986)와 *C. angulosum* complex와 *C. auriculatum* complex를 실내배양하여 분류학적 정리를 한

연구(Chung and Lee, 1989)정도가 있다. 이와같이 본 속에 대한 국내의 연구는 식물상의 연구와 함께 종 수준에서의 분류학적 연구 역시 매우 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 전국 6개도의 11개 정점을 대상으로 *C. candianum*과 *C. obtusatum*을 채집하여 실내배양한 후, 형태적으로 유사한 종내에서의 형태변이를 관찰하여 식별형질의 타당성과 변이의 범위를 연구함으로써 이들의 분류학적 재검토를 하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에서는 1987년 10월부터 1988년 6월에 걸쳐 전국 7개 도의 11개 정점을 선정하여 1회씩 채집하였다(Fig. 1, Table 1).

*Cosmarium candianum*의 1종 2변 st.1 경기도 안성군 이동면 하리 이동저수지, st. 2 경기도 안

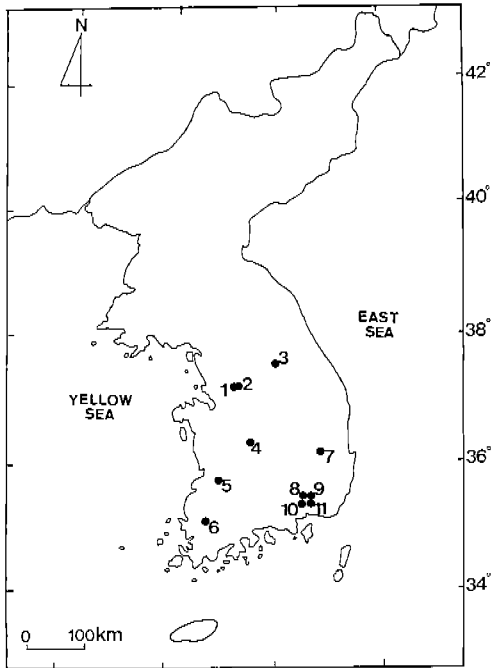


Fig. 1. A map showing the sampling sites of this study in Korea.

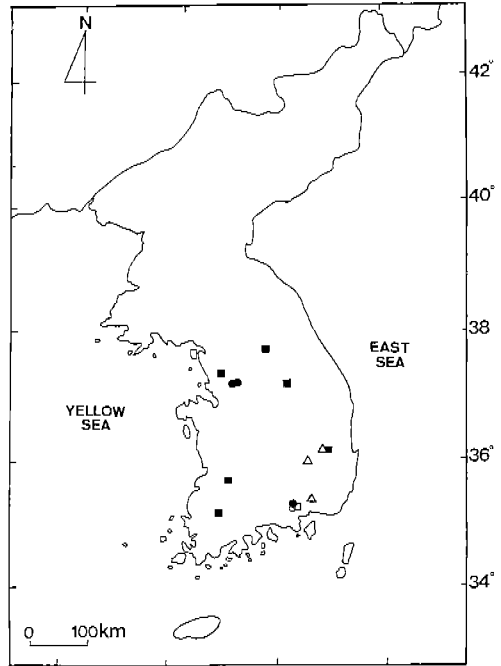


Fig. 2. Geographical distribution of *Cosmarium candianum*.

- : *C. candianum* Delponte
- : *C. candianum* (Chung and Lee, 1986)
- : *C. candianum* var. *latus* Croasdale (Chung and Lee, 1986)
- : *C. circulare* Reinsch (Kang, 1966; Cho, 1978; Chung and Yang, 1981; Chung, 1982)
- △ : *C. circulare* f. *minor* West and West (Chung, 1970; Yang et al., 1981)

Table 1. Sampling dates and physicochemical factors in 11 stations

Physico-chemical Stations	Date factours	Time	Air temp. (°C)	Water temp. (°C)	pH
1	Aug. 21, 1987	12 : 30	8	11.5	6.3-6.7
2	Aug. 21, 1987	14 : 00	14.2	12	6.3
3	May. 23, 1988	14 : 00	24	24	6.6
4	Jun. 28, 1988	12 : 00	24	16	6.8
5	Jun. 6, 1988	10 : 00	24	27	5.8
6	Jun. 5, 1988	13 : 30	31	31	6.8
7	Apr. 9, 1988	13 : 00	16	13	6.8-7.2
8	Nov. 14, 1987	15 : 00	14	13.5	6.2-8.2
9	Nov. 14, 1987	13 : 00	17	14	6.4-6.8
10	Nov. 14, 1987	16 : 00	13	13	6.7
11	Nov. 14, 1987	13 : 00	18	15	6.8

Table 2. The list of strains of *Cosmarium* species cultured in this study

Species	Name of sp.		-Station no.	-Pop. no.
<i>Cosmarium</i>	can-1-1,	can-1-1,	can-1-3,	can-1-4,
<i>candianum</i>	can-1-5,	can-1-6,	can-2-1,	can-2-2,
Delponte	can-2-3,	can-9-1		
<i>C. obtusatum</i>	obt-2-1,	obt-2-2,	obt-3-1,	obt-4-1,
Schmidle	obt-5-1,	obt-6-1,	obt-6-2,	obt-7-1,
	obt-8-1,	obt-8-2,	obt-9-1,	obt-9-2,
	obt-10-1,	obt-11-1		

성간 이동면 하리 산중턱저수지 st. 3 강원도 춘천시 서면 금산리, st. 4 충남 옥천군 개심리 개심지, st. 5 전북 김제군 백산면 백산저수지, st. 6 전남 나주군 노안면 장동리, st. 7 경북 영천군 화산면 대전동 못물, st. 8 경남 의령군 의령읍 정암리 매곡늪, st. 9 경남 함안군 범수면 대송리 질날벌, st. 10 경남 의령군 의령읍 황사 마을, st. 11 경남 함안군 범수면 대송리 대병늪 중 1품종과 *C. obtusatum*의 1종 1변종 등 2종 3변종 1품종에 속하는 총 6종류의 식물이 채집되었다(Table 2). 재료의 채집은 주로 수생식물이 생육하는 정체된 수역을 대상으로 수생식물을 짜거나 훑는 방법을 사용하였다. 채수된 시료는 2~3일 이내에 실험실에서 분리되어 실내배양을 실시하였다(Ichimura, 1973 ; Chung and Lee, 1989).

결과 및 고찰

*Cosmarium candianum*의 1종 2변종 1품종과 *C. obtusatum*의 1종 1변종 등 6종류를 실내배양하여 형태변이를 관찰한 결과는 다음과 같다.

Cosmarium delponte

C. candianum Delponte와 *C. candianum* var. *latius* Croasdale은 경남 함안으로 부터 보고되었다

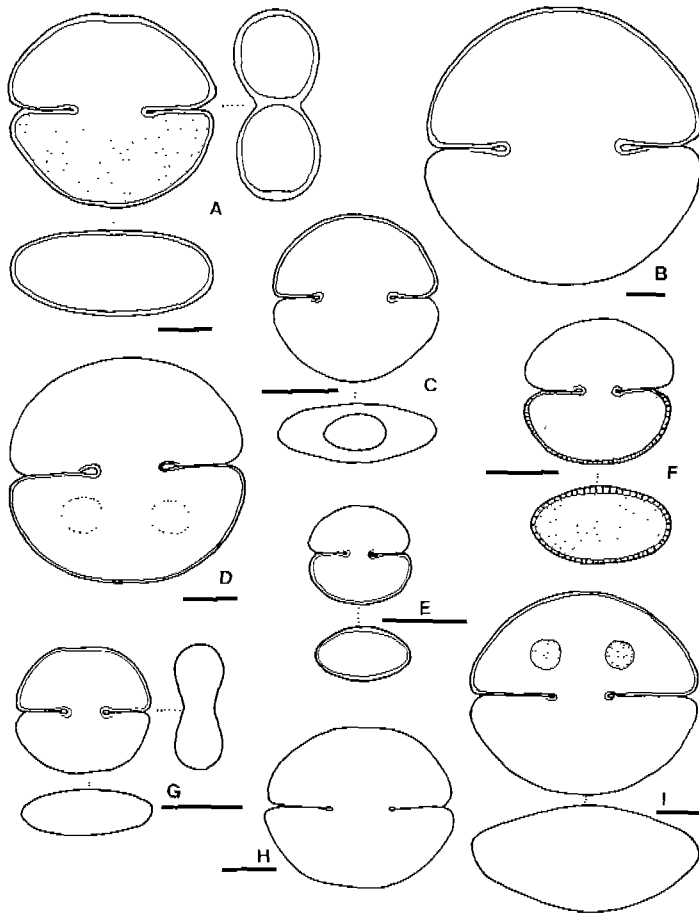


Fig. 3. Morphologies of *Cosmarium candianum* De Iponte

(A-C), *C. candianum* var. *candianum* f. *minutum* Compère (D-F), *C. candianum* var. *depressum* Croasdale (G, H) and *C. candianum* var. *latus* () in previous study (West and West, 1905; Prescott *et al.*, 1981). (scale bars = 10 μ m)

(Chung and Lcc, 1986). 또한 *C. circulare* Reinsch가 제천 의림지, 수원 서호, 전주 덕진 (Kang, 1966), 강원도 횡성군(Cho, 1978), 경북 영천(Chung and Yang, 1981), 전남 구례 (Chung, 1982) 등의 수계로부터 보고되었다. *C. circulare* f. *minor* West et West는 대구, 영천 (Chung, 1970; Yang *et al.*, 1981)에서 보고되었다.

본 연구에서는 전국 3개 정점으로부터 10개 집단을 분리·배양하여 관찰하였다(Fig. 2).

Compère(1976)는 *C. candianum*에 대한 연구에서 '*C. circulare* Kützing(1849)은 *Euastrum*속 식물을 잘못 명명한 것으로 이미 *Euastrum circulare*(Hass.) Ralfs로 정정되어서 同名(homonym)처리 되었다. 따라서 *C. circulare* Reinsch(1867)는 잘못 명명된 것으로 이 종에 대한 이름은 *C. candianum* Delponte(1877)를 따름이 타당하다'고 정리하였다. 본 연구에서는 이에 따라 이제까지 *C. circulare* Reinsch로 보고된 종을 *C. candianum* Delponte로 정정하였으며,

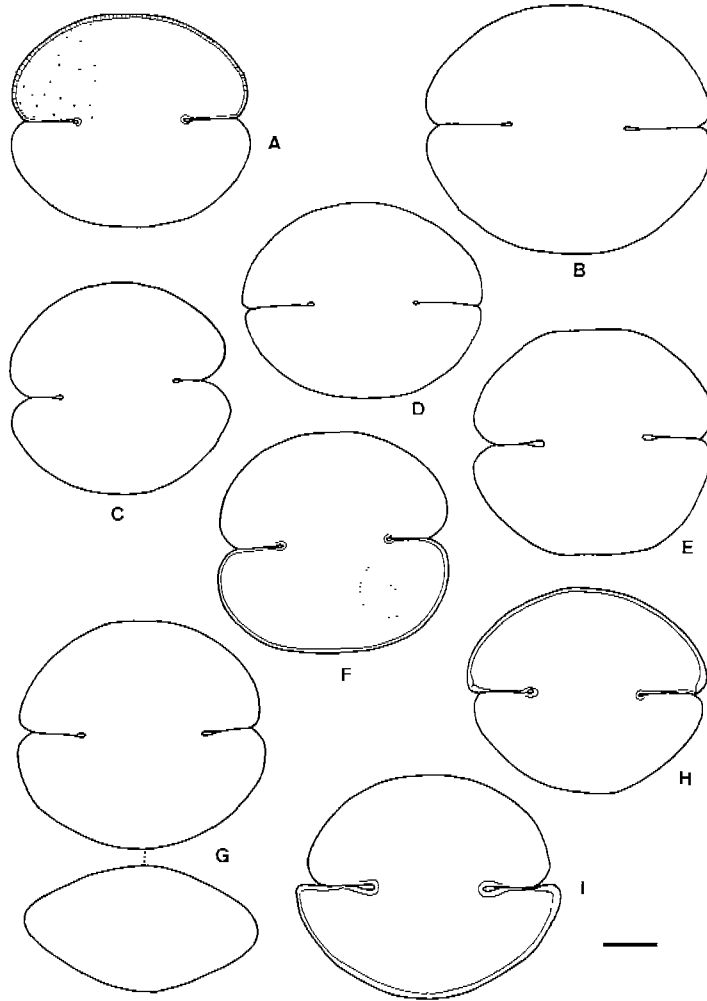


Fig. 4. Morphological variatin of *Cosmarium candianum* Delponte cultured in this study. (scale bar=10 μ m)

C. candianum f. *minor* West et West도 *C. candianum*Delp. f. *minutum* Compère(1976)로 정정하여 정리하였다.

*C. candianum*은 반세포가 거의 각이 없는 반원형으로 기부각이 둥글고 측연이 평평하게 뚱글다(West et West, 1905 ; Prescott et al., 1981). *C. candianum* var. *candianum* f. *minutum*은 기본종에 비해 크기가 작고 세포벽의 구멍이 더욱 뚜렷하다. *C. candianum* var. *depressum*은 반세포의 정변이 기본종 보다 넓은 절형으로 때로 약간 들어간 모양을 한다. *C. candianum* var. *latius*는 세포의 폭이 길이의 1.1~1.2배로 옆으로 긴 특징으로 가진다(Fig. 3).

본 연구에서 관찰된 10개 집단의 개체들은 세포의 길이가 37~46 μ m, 폭이 (36)42~51 μ m, 협입부가 14~21 μ m에 내에 포함되었다. 이 크기는 기본종 중 작은 개체이거나 *C.*

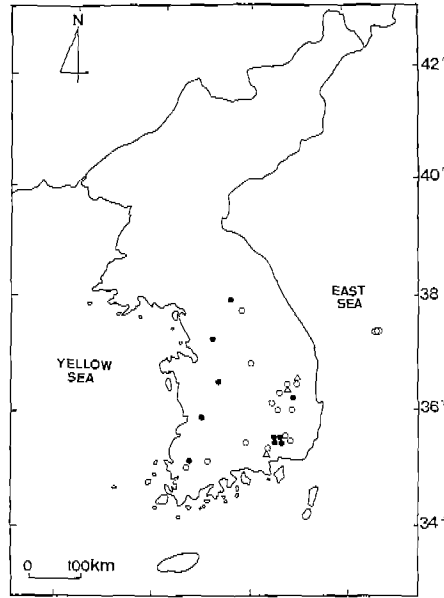


Fig. 5. Geographical distribution of *Cosmarium obtusatum*.

- : *C. obtusatum* Schmidle (this study)
- : *C. obtusatum* (Chung, 1970, 1977, 1979, 1981, 1982; Chung and Choi, 1979; Chung and Yang, 1981; Chung and Lee, 1986; Chung et al., 1984, 1986a, 1986b, 1986c; Kang 1973; Yang et al., 1981)
- △ : *C. obtusatum* var. *beanlandii* West et West (Chung and Lee, 1986; Chung et al., 1984, 1986b)

candianum f. *minutum* 중에 큰 개체에 속하는 것이다. 세포벽의 구멍은 모든 개체가 점액질에 둘러싸인 채로 세포 전체에 고르게 산재하였다. 따라서 세포의 크기에 의해 *C. candianum* f. *minutum*을 분리함은 잘못된 것으로 생각되었다.

또한 *C. candianum* var. *depressum*의 특징인 반세포 정변이 약간 들어갔거나 실형인 개체들이 각 집단에서 기본종형과 함께 쉽게 관찰되었으므로 이 변종을 기본종으로 포함시켜야 한다고 생각되었다.

C. candianum var. *latius*는 세포의 폭이 길이에 비해 1.1~1.2배임이 특징인데 각 집단에서는 기본종형처럼 세포의 길이와 폭이 같은 개체와 세포의 길이가 폭보다 약간 긴 개체, 폭이 길이의 1.1~1.2배인 개체들이 한 Colony에서 섞여서 출현하였다(Fig. 1).

이상과 같이 기본종형과 2변종 1품종의 세포형태가 실내배양된 각 집단에서 함께 출현하였다. 본 연구에서는 *C. candianum* f. *minutum*, *C. candianum* var. *depressum*, *C. candianum* var. *latius* 등을 *C. candianum*으로부터 세분하는 일이 의미가 없으므로 이들 2변종 1품종을 인정하지 않았다.

Cosmarium obtusatum Schmidle

C. obtusatum Schmidle은 Chung(1970)에 의해 대구, 양산, 선산, 의성, 밀양 등의 수계로부터 보고된 이후, 영천(Ree, 1978; Chung and Yang, 1981), 낙동강 수계(Chung, 1977; Yang

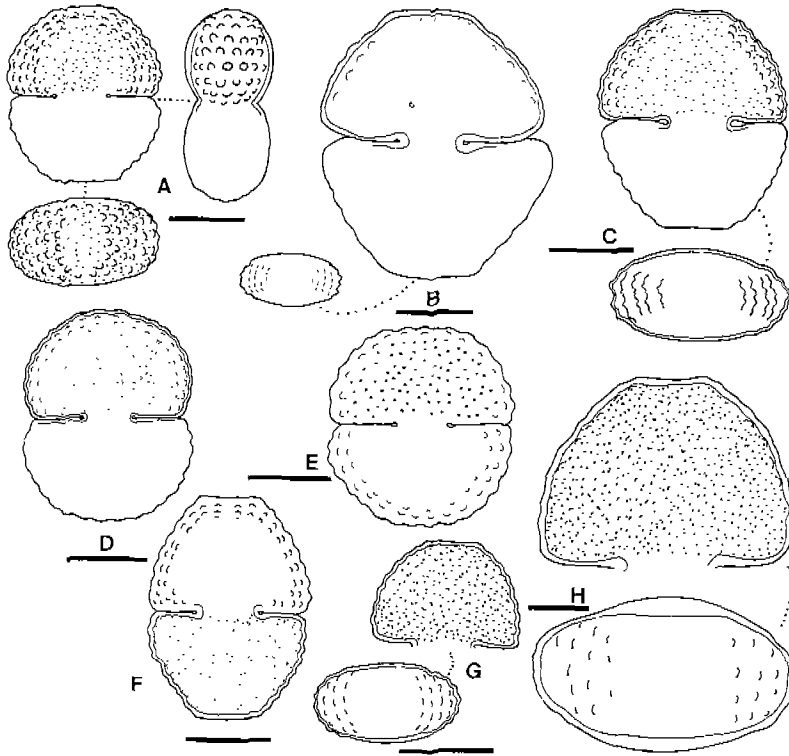


Fig. 6. Morphologies of *Cosmarium obtusatum* Schmidle (A-E) and *C. obtusatum* var. *beanlandii* West et West (F-H) in previous study (West and West, 1908; Prescott et al., 1981). (scale bars=10 μ m)

et al., 1981), 충북 충원군 (Chung and Choi, 1979), 조령 (Chung, 1979), 부곡 (Chung, 1981), 구례 (Chung, 1982), 주왕산수계 (Chung et al., 1984), 영산강 수계 (Ree, 1985; Chung et al., 1986a), 울릉도 수계 (Kang, 1973), 함안 (Chung and Lee, 1986), 임하, 백운산 수계 (Chung et al., 1986b; 1986c) 등 전국적으로 여러 지역에서 보고되었다. *C. obtusatum* var. *beanlandii* West et West는 주왕산 수계 (Chung et al., 1984), 함안 (Chung and Lee, 1986), 임하댐 (Chung et al., 1986b) 등의 수계에서 보고되었다. 본 연구에서는 전국 10개 정점으로부터 14개 집단을 채집하였다 (Fig. 5).

*C. obtusatum*은 Schmidle(1898)이 *C. undulatum* var. *obtusatum* Schmidle을 종으로 명명한 후 많은 연구자에 의해 보고되어 왔다 (West and West, 1905; Hirose et al., 1977; Kim, 1967; Prescott et al., 1981; Yamagishi and Akiyama, 1985). *C. obtusatum* var. *beanlandii*는 West et West(1908)에 의해 명명되었고 Prescott et al.(1981)도 보고한 바 있다 (Fig. 6). *C. obtusatum*은 반세포가 반원형으로 정면이 부푼 형, 정면이 설형이며 과상무늬가 없는 형, 측연이 경사진 피라미드형 등, 연구자에 따라 다양한 형태로 보고되었다. *C. obtusatum* var. *beanlandii*는 세포의 길이가 65 μ m 이상이며 세포의 길이 대 폭의 비가 1.25~1.5배인 특징으로 인하여 세포의 길이가 60 μ m 이내이며 세포의 길이 대 폭의 비가 1.18~1.2배인 기본종으로부터 구별된 약간

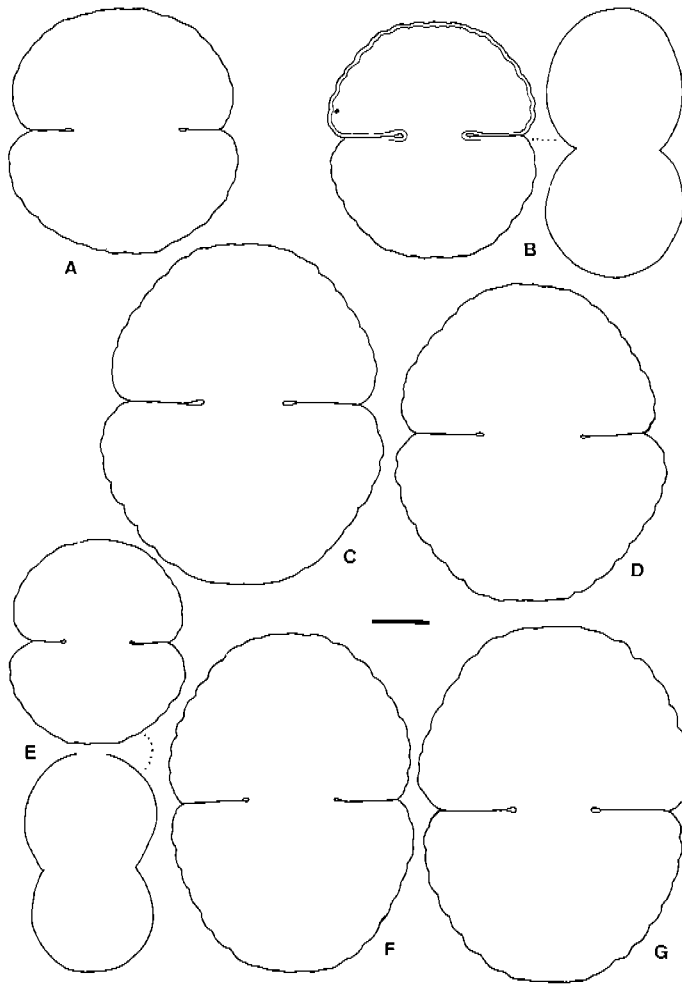


Fig. 7. Morphological variation of *Cosmarium obtusatum* Schmidle cultured in this study. (scale bar=10 μ m)

길쭉한 형태이다. 이들의 정변은 절형이거나 요면을 하는 특징을 가진다.

본 실험에서 각 집단 관찰 결과, obt-2-1, obt-2-2 등 두 집단은 반세포가 반원형이며 정변이 둥근 형태를 하는 개체가 다수로 나타났고 정변이 절형인 개체는 소수 출현하였으며, 세포의 크기는 기본종 내에 포함되었다. obt-9-1, obt-10-1 등 두 집단은 반세포가 반원형인 개체와 피라미드형인 개체가 함께 나타났으며, 세포의 크기는 기본종 내에 포함되었으나 세포의 길이 대 폭의 비는 1.11~1.33, 1.14~1.29로 기본종의 범위를 벗어난 *C. obtusatum* var. *beanlandii*의 범위까지 포함되었다. obt-3-1, obt-4-1, obt-6-1, obt-8-1 등 4개 집단은 세포의 길이가 50~65 μ m로 기본종 중에서 큰 편에 속하였으며 반세포도 반원형과 피라미드형이 함께 출현되었고 세포의 길이 대 폭의 비는 1.15~1.33 이었다. obt-9-2, obt-11-1 등 두 집단은 반세포가 반원형과 피라미드형이 섞여났으며 세포의 길이는 48~68(75) μ m였으며, 길이 대

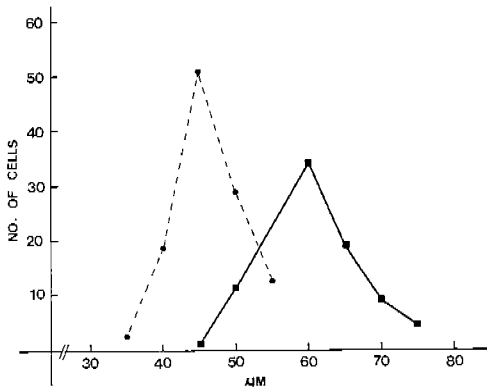


Fig. 8. *Cosmarium obtusatum* Schmidle. The distribution of total cell length (■—■) and maximum cell width (●---●) within a population (obt-6-1) studied.

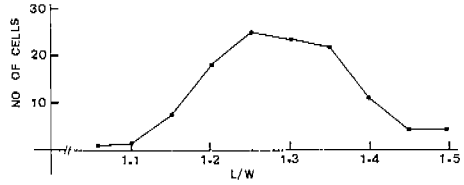


Fig. 9. *Cosmarium obtusatum* Schmidle. The distribution of Length(L)/Width(W) within the population (obt-6-1) studied.

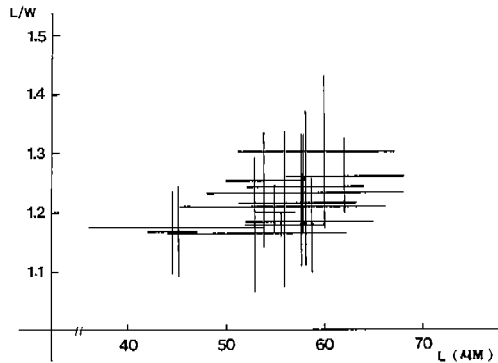


Fig. 10. *Cosmarium obtusatum* Schmidle. Comparison of total length (L) and length(L)/width(W) within 13 populations studied.

폭의 비는 1.1~1.42로 기본종에서 변종 *C. obtusatum* var. *beanlandii*까지 포함되어 나타났다 (Fig. 7).

*C. obtusatum*과 변종 *C. obtusatum* var. *beanlandii*가 함께 출현하는 집단인 obt-11-1을 선정하여 두종류사이의 중요한 식별형질인 세포의 길이와 폭을 측정하였고(Fig. 8), 길이 대 폭의 비를 100개체 이상 계수하였다(Fig. 9). 또한 실험에 사용된 13개 집단의 세포의 길이와 길이 대 폭의 비의 범위를 그림으로 나타냈다(Fig. 10). 세포의 길이는 60 μm인 개체가 가장 많이 출현하였으나 전체적으로 45~75 μm로 *C. obtusatum*과 *C. obtusatum* var. *beanlandii*의 범위에 걸쳐 있었다. 세포의 길이 대 폭의 비는 1.25~1.35인 개체가 가장 많이 나타났으나 전체적으로 1.06~1.5의 범위에 속하였다. 13개 집단중 2개의 집단은 나머지 집단으로부터 분리됨을 볼 수 있는데 세포의 길이는 기본종의 범위내에 들지만 세포의 길이 대 폭의 비는 기본종의 범위를

벗어나는 것을 알 수 있다. 11개 집단은 세포의 길이와 길이 대 폭의 비가 모두 변종의 범위까지 걸쳐서 나타났다. 이러한 결과, *C. obtusatum*으로부터 *C. obtusatum* var. *beanlandii*를 분리하는 것은 합당치 않은 것으로 생각되었기 때문에 *C. obtusatum* var. *beanlandii*를 인정하지 않았다.

이상과 같이 *C. candianum*과 *C. obtusatum*을 실내배양하여 형태변이 정도를 관찰한 결과 *C. candianum*의 한 colony내에서 1종 2변종 1품종의 식별형질이 함께 출현하였고, *C. obtusatum*의 한 colony내에서 1종 1변종 등의 식별형질이 중첩되어 나타났기 때문에 각각 기본종외에 변종과 품종을 독립시키는 것을 인정하지 않았다.

앞으로 실내배양 또는 야외채집을 통해서 적은 형태변이에 의존해서 세분된 담수조류의 형태변이를 관찰함으로써 분류학적 재검토와 식별형질의 타당성이 더욱 논의되어야 할 것으로 생각된다.

적 요

전국 7개 도의 11개 정점을 대상으로 1987년 10월부터 1988년 6월에 걸쳐 *Cosmarium candianum*의 1종 2변종 1품종과 *C. obtusatum*의 1종 1변종을 채집하였다. 이들을 각각 실내배양하여 한 colony내에서 형태변이를 관찰함으로써 형태적으로 유사한 종류간의 분류학적 재검토를 하고자 하였다.

연구의 결과, *C. candianum*, *C. candianum* var. *candianum* f. *minutum*, *C. candianum* var. *depressum*, *C. candianum* var. *latius* 등의 식별형질들이 한 colony내에서 동시에 나타남으로써 2변종 1품종을 *C. candianum* Delponce로부터 세분하는 것을 인정하지 않았다. *C. obtusatum*의 1종 1변종 역시 한 colony내에서 식별형질들이 중첩되어 나타남으로써 *C. obtusatum*으로부터 *C. obtusatum* var. *beanlandii*를 분리하는 것은 의미가 관명되었다.

참 고 문 헌

- Anonymous. 1987. A morphological taxonomic study of freshwater algae. Industrial Sites and Water Resources Development Co. 277pp.
- Brandham, P.E. and M.B.E. Godward. 1964. The production and inheritance form in *Cosmarium botrytis*. *Phycologia*, 4 : (2)75-83.
- Brook, A.J. 1981. The biology of desmids. Balckwell Scientific Publication. 276pp.
- Cho, K.S. 1978. Limnological studies on the rcservoirs for irrigation and an attempt for biological assortment by algal flora. Res. Insti for Living Environ. Kang-weon Natl. Univ. 1 : 15-30.
- Chung, J. 1970. A taxonomic study on the fresh-water algae from Youngnam area. Ph.D. Thesis, Kyungpook Natl. Univ. 115pp. 21 pls.
- Chung, J. 1977. Studies on the algal food specificity of fishes. J. Prof. Wor. Peace Acad. 5 : 295-314.
- Chung, J. 1979. A study on the fresh-water algae in Choryeong and its neighboring areas. *Rep. Kor. Assoc. Conser. Nat.* 15 : 167-172.
- Chung, J. 1981. Frsch-water algae on Chang-yung county area(around Bugok Hot Spring). *Bull. Kor. Assoc. Conser. Nat.* 3 : 369-381.
- Chung, J. 1982. Frsch-water algae on Bulkuk Temple area. *Kor. J. Limnol.* 15 : 19-29.

- Chung, J. and K.H. Choi. 1979. A study of Desmidiaceae on the Chungwon county and Chungju city. Comemor. Papers for Prof. Kim, J.O. and H.R. Kim. pp. 785-807.
- Chung, J. and H.J. Yang. 1981. The limnobiological study on the planed Yeongcheon artificial dam lake. Res. Rev. Kyungpook Natl. Univ. **31** : 249-267.
- 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** : (2)51-98.
- Chung, Y.H. and O.M. Lee 1989. A taxonomic study of genus *Cosmarium* in Korea (II)-Unialgal culture of *Cosmarium angulosum* and *C. auriculatum* complex-. Kor. J. Bot. **32**(3) : in press
- Chung, Y.H., K.H. Noh and O.M. Lee. 1984. A study on the flora and standing crops of diatoms and desmids at watershed in Mt. Chuwang. Rep. KACN. **23** : 129-140.
- Chung, Y.H., O.M. Lee and K.H. Noh. 1986a. Flora and dynamics of phytoplanktons in the downstream of Yöngsan river. Bull. KACN. **8** : 15-23.
- Chung, Y.H., O.M. Lee K.H. Noh. 1986b. A study on the flora and standing crops of phytoplankton and the environment of watershed in Imha reservoir. Kor. J. Environ. Biol. **4** : (2):1-14.
- Chung, Y.H., K.H. Noh and O.M. Lee. 1986c. A study on the flora and standing crop of phytoplankton at watershed in Mt. Paegun. Rep. KACN. **24** : 169-177.
- Coesel, P.F.M. 1984. Taxonomic implications of SEM revealed cell wall sculpturing in some small sized desmid species (Chlorophyta, Conjugatophyceae). Acta Bot. Neerl. **33**(4) : 385-398.
- Compère, P. 1976. Observations taxonomiques et nomenclaturales sur quelques Desmidiées (Chlorophyta) de la région du lac Tchad (Afrique centrale). Bull. Jard. Bot. Natl. Belgique. **46**(3/4) : 455-470. 17 figs.
- Delpontc, J.B. 1877. Specimen Desmidiacearum Subalpinarum. Mem. delle Reale Acad. delle Sci. di Torino II, **28** : 97-283. pls. 7-23; 19-108. pls. 1-5.
- Gerrath, J.F. 1979. Polymorphism in the desmid *Cosmarium taxichondrum* Lundell. Br. Phycol. J. **14** : 211-217.
- Hirose, M., M. Akiyama, T. Ioriya, K. Imahri, H. Kasaki, S. Kumano, H. Kobayasi, E. Takahashi, D. Tsumura, M. Hirano and T. Yomagishi. 1977. Illustrations of the Japanese freshwater algae. Uchidarokakuho Publishing Co. Ltd., Tokyo. 933 pp.
- Ichimura, T. 1973. The life cycle and its control in some species of *Clostridium* with special reference to the biological species problems. Ph.D. thesis, Univ. of Tokyo, Japan. 69 pp.
- Kang, S.W. 1966. The comparative limnological studies of Korean lakes and ponds to improve the carrying capacity. Seoul Univ. J. (B) **17** : 118-190.
- Kang, S.W. 1973. A check list of the planktons of the rice paddy field at Jeoudong in Island Woolcoung-do. Kor. J. Linnol. **6**(3-4) : 47-51.
- Kim, Y.C. 1967. The Desmidiaceae and Mesotaeniaceae in North Carolina. Ph.D. thesis, North Carolina State Univ. 126 pp.
- Kirk, W.C. and E.R. Cox. 1975. Observations on polymorphism in the green alga *Cosmarium botrytis* Menegh. (Desmidiaceae). Phycos, **14** : 35-40. 4 figs.
- Korn, R.W. 1970. Induction and inheritance of morphological mutations in *Cosmarium turpinii* Breb. Genetics, **65** : 41-49.
- Kützing, F.T. 1849. Species Algarum. 6+922 pp. Leipzig.

- Precscott, G.W., H.T. Croasdale, W.C. Vinyard and C.E.M. Bicudo. 1981. A synopsis of North American desmids. Part . Desmidiaceae;Placodermac. section 3. Univ. of Nebraska press. 720 pp.
- Ree, K.S. 1978. A study on the fresh-water algae in Eunhae temple and its neighboring areas. *Kor. J. Limnol.* **11**(3-4) : 49-65.
- Ree, K.S. 1985. A study on the fresh-water algae in the Young-san river. *J. Natural Sci.* **1** : 101-120.
- Rcinsch, P. 1867. De speciebus generibusque nonnullis novis ex algarum et fungorum classe. *Acta Soc. Senckenberg,* **6** : 111-144. pls. 20-25.
- Schmidle, W. 1898. Ueber einige von knut Bohlin in Pite Lappmark und Vcsterbotten gesammelte Susswasseralgen. *Bih. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl.* **24**, III(8) : 2-71, 3pls.
- Starr, R.C. 1958. The production and inheritance of the triradiate form in *Cosmarium turpinii*. *Am. J. Bot.* **45** : 243-248.
- Tews, L.L. 1969. Dimorphism in *Cosmarium botrytis* var. *depressum*. *J. Phycol.* **5** : 270-271.
- West, W. and G.S. West. 1905. A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. . Ray Soc., London. X+ 206 pp. 64 pls.
- West, W. and G.S. West. 1908. A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. III. XV+274 pp. 30 pls.
- Yamagishi, T. and M. Akiyama. 1985. Photographs of the freshwater algae. Uchida Rokaku ho, Tokyo, Japan. 100 pp.
- Yang, H.J., J. Chung and S.D. Song. 1981. Limnological studies of Nakdong river in Korea. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **21** : 894-907.
- Yeum, C.M. 1986. Morphological variations of species of *Cosmarium* in culture. M.S. thesis, Sookmyung Women's Univ. 40 pp.

(1989. 7. 3 接受)