

고사리삼과 植物 數 種의 孢子 形態

宣炳崙* · 金泰珍 · 朴貞姬 · 金京植

全北大學校 自然科學大學 生物學科

고사리삼목, 고사리삼과에 속하는 2속 14종과 이들과의 비교를 위하여 마라티아목(Marattiales)의 *Angiopteris* 1종 및 고비목의 고비속(*Osmunda*) 3종 등 18종류의 포자의 극면의 형태를 비교한 결과 고사리삼속(*Botrychium*) 식물은 등근 삼각형 또는 변이 오목한 등근 삼각형으로, 나도고사리삼속(*Ophioglossum*)과 *Angiopteris* 및 고비속은 원형으로 나타났다. 고사리삼속은 표벽의 미세 무늬에 따라 세 군으로 유집이 가능하였으며 이는 기존의 분류체제와 잘 일치하였다. 표벽의 미세 형태는 고사리삼속에 있어 아속간에 뚜렷한 차이를 보이나 이러한 차이가 나도고사리삼속이나 *Angiopteris* 혹은 고비속과의 차이보다 적은 것으로 나타나서 고사리삼속내 분류는 Clausen(1938)의 견해를 지지하고 있었다. 나도고사리삼속은 극면의 형태가 구형이며 추문상 혹은 유공상의 표벽무늬를 가져 한 군으로 뚜렷히 구분되었다. 그러나 속내에서는 포자의 특징으로 유집이 불가능하였으며 따라서 Clausen(1938)이나 Kato(1987)의 견해를 지지하고 있었다. 아울러 조사된 11종류에 대한 포자 형태의 기재와 검색표를 제시하였다.

주요어: 나도고사리삼과, 고사리삼속, 나도고사리삼속, 포자, infrafamilial system

고사리삼과(Ophioglossaceae) 식물은 전세계적으로 약 65종이(Mabberley, 1990), 그리고 한국에는 13종이 분포하는 것으로 알려지고 있다(Park, 1975). 고사리삼과는 양치식물문(Filicophyta), 고사리삼목(Ophioglossales)에 속하며, Marattiales와 함께 진정포자낭군에 속한다(Gifford and Foster, 1989). 과내 분류에 관하여서는 Clausen(1938)이 *Botrychium*, *Helminthostachys* 및 *Ophioglossum*의 세 속으로 분류하였으며, *Botrychium*속에 *Osmundopteris*아속, *Sceptridium*아속 및 *Botrychium*아속 등의 세 아속을 그리고 *Ophioglossum*속내에 *Ophioglossum*아속, *Rhizoglossum*아속, *Cheiroglossa*아속 및 *Ophioderma*아속의 네 아속을 각각 설정하였다. 이어 Nishida(1952)는 고사리삼목에 나도고사리삼아목(Ophioglossineae)과 고사리삼아목(Botrychiineae)의 두 개의 아목을 설정한 뒤 Clausen의 세 속을 각기 과로 격상하고 아울러 아속을 속으로 격상하여 본 과를 1목 3과 8속으로 분류하였다. 반면 Kato(1987)는 Clausen의 *Botrychium*속을 *Botrychium*, *Botrypus*, *Sceptridium* 및 *Japonobotrychium*의 4개의 속으로 세분하여 본 과를 6속으로 세분한 바 있다.

고사리삼과의 계통학적인 위치에 관하여서는 현재까지 발견된 화석학적인 증거가 전무하여 현생 식물의 비교형태 및 지리적인 분포를 바탕으로 파악할 수 밖에 없다(Clausen, 1938). Clausen(1938)은 포자체의 형태는 *Ophioglossum*이 가장 하등

하나 배우자체의 형태는 *Ophioglossum*이 가장 고등하며 *Botrychium*이 가장 하등하다고 판단하였다. 또한 지리적인 분포에서는 제한적인 분포를 보이는 *Helminthostachys*가 가장 고등하며 *Ophioglossum*이 가장 하등한 것으로 판단하였다. 또한 Chrysler(1945)와 Nishida(1952)는 *Botrychium*아속이 가장 하등한 것으로 판단하였으며 Kato(1978a, b)는 포자낭의 형태와 해부학적인 특징들을 바탕으로 *Osmundopteris*아속이 가장 하등한 군으로 판단한 바 있다. 한편 Kato(1987)는 분지론적인 접근을 통하여 *Ophioglossum*이 가장 고등한 군이며 Clausen의 *Botrychium*은 단계통군이 아님을 제시하고 속내 아속들을 모두 속으로 격상시킨 바 있다. 그리고 Kato(1988)는 해부학적인 특징을 바탕으로 본 과가 전나자식물(progymnosperm)이라 주장한 바 있다. 한편 Sahashi(1976, 1979a, b, 1981, 1983)는 일본산 *Botrychium*을 대상으로 포자의 형태를 검토한 바 있다.

따라서 본 연구에서는 고사리삼과 식물 및 그 근연 군인 Marattiaceae 및 박막 양치류 중 가장 하등한 고비과(*Osmundaceae*)에 속하는 종류들의 포자의 형태를 검토하여 과내 분류 및 계통학적인 위치를 검토해 보고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구의 재료는 고사리삼과의 고사리삼속 5종, 나도고사리삼속 9종 그리고 이들과 포자의 형태를 비교하기 위한 진

*교신저자: Fax 82-652-70-3315

정양치류에 속하는 Marattiaceae의 *Angiopteris*속 1종과 박막 양치류인 고비속에 속하는 3종류 등 18종류로서 이들의 일부는 제주도 및 울릉도 등에서 채집된 것을 사용하였으며 일부는 전북대학교 표본관(JNU) 및 서울대학교 표본관(SNU), 러시아 중앙식물원 표본관 그리고 Herbarium of Univ. of Texas(TEX)에 소장된 석엽표본을 이용하였다.

포자의 외부형태의 관찰은 Ikuse(1956)의 방법을 이용하였다. 즉, 슬라이드글라스 위에서 포자를 100% alcohol 1-2방울로 처리한 후 0.01% alcoholic gentian violet 용액으로 염색을 하였고 glycerin jelly를 이용하여 영구프레파라트를 제작하였다. 제작된 재료는 광학현미경하에서 분류군 당 최소 30개씩의 정상적인 포자를 선택하여 극축면의 직경, 적도면의 길이 및 발아구(laesura)의 길이 등의 정량적인 형질을 측정하였다. 전자현미경의 관찰은 포자를 acetolysis mixture에 넣고 끓는 물에 3분간 증탕한 다음 steel sieve로 찌꺼기를 걸러내어 10,000 rpm으로 2분간 원심분리하였다. 이를 상등액은 따라내고 세척하여 시료대 위에서 완전히 건조시킨 후 gold coating을 하여 주사전자현미경(JOEL 120EX SEM)으로 관찰하였다.

포자의 형태에 대한 기재용어는 Erdtman(1957), Sahashi(1976) 및 Lee(1978)를 참조하였다.

결 과

포자의 정량적인 형질을 측정된 결과는 Table 1과 같으며 포자의 검색표 및 그 특징은 다음과 같다.

검색표

1. 포자의 근극부는 구형 혹은 亞球形이다
 2. 미립상의 표벽무늬는 다소 규칙적이고 뚜렷하지 않다.
포자의 크기는 30 μm 이하 *Angiopteris*
 2. 미립상의 표벽무늬는 불규칙하고 다소 뚜렷하다. 포자의 크기는 40 μm 이상 *Osmunda*
1. 포자의 근극부는 볼록하거나(convex) 혹은 편평하다
 3. 극면의 모양은 亞圓形 *Ophioglossum*
 3. 극면의 모양은 둥근 삼각형(rounded triangular) 혹은 변이 오목한 둥근 삼각형(triquete) *Botrychium*
 4. 원극면의 표벽무늬는 網狀(reticulate) 혹은 亂線狀(rugulate) ... subgn. *Sceptridium* (*B. multifidum* var. *robustum*, *B. ternatum*)
 4. 원극면의 표벽무늬는 과립상 혹은 결절상(tuberosa)
 5. 표벽무늬는 다소 규칙적이고 돌기는 불명료하다 subgn. *Botrychium* (*B. boreale*)
 5. 표벽무늬는 다소 불규칙하고 돌기는 뚜렷하다 subgn. *Osmundopteris*

6. 돌기의 폭은 높이보다 훨씬 넓다 *B. strictum*
6. 돌기의 폭은 높이와 같거나 좁다 *B. virginianum*

Ophioglossaceae(나도고사리삼과)

Botrychium(고사리삼屬)

Subgenus *Sceptridium*

1) *Botrychium multifidum* var. *robustum* (RUPR.) C. CHRIST (산고사리삼 : Fig. 1)

관찰표본 : Korea. Ullung Is. (Oct. 16, 1991) Shin, H.C., ? 三枝型(trilete). 극면의 모양은 둥근 삼각형(rounded triangle) 혹은 변이 오목한 둥근 삼각형(triquete). 근극부(proximal part)는 돌출, 網狀(reticulate) 혹은 亂線狀(rugulate) 무늬. 원극부(distal part)는 볼록한 모양(convex), 망상 혹은 난선상 무늬. 극축면은 직경 27.13(24.00-30.00) μm, 적도면은 길이 26.87(22.00-30.00) μm, 발아구(laesura)는 얇고, 길이 15.27(12.00-20.00) μm, 주변부로 갈수록 불명료.

2) *B. ternatum* (THUNB.) SW. (고사리삼 : Fig. 2)

관찰표본 : Korea. Kyunggi, Kwangneung (Sept. 1, 1932) Do, B.S., SNU 1788; Chungnam, Mt. Huksong (Aug. ?, 1983) Lee, C.H., SNU 61843

삼지형. 극면의 모양은 둥근 삼각형. 근극부는 돌출, 망상 혹은 난선상의 무늬. 원극부는 볼록한 모양, 망상 혹은 난선상 무늬. 적도면은 길이 29.07(24.00-36.00) μm, 극축면은 직경 30.87(26.00-36.00) μm. 발아구는 길이 12.53(10.00-16.00) μm, 주변부로 갈수록 불명료.

Subgenus *Botrychium*

3) *B. boreale* MILDE (메고사리삼 : Fig. 3)

관찰표본 : Russia. Kamtschatka (Oct. 6, 1969) Khokhriakov, A. and Mazurenko, M., ?

삼지형, 표벽에 結節狀(tuberosa) 돌기. 극면의 모양은 둥근 삼각형 혹은 변이 오목한 둥근 삼각형. 근극부는 볼록하거나 거의 편평함, 결절상 돌기는 원극부보다 작고 덜 뚜렷. 발아구 주변에 微粒狀(scabrate) 돌기, 주변으로 갈수록 결절상 돌기. 원극부는 볼록한 모양, 뚜렷한 결절상 돌기, 크기는 다양. 극축면은 직경 43.47(38.00-50.00) μm, 적도면은 길이 43.00(36.00-50.00) μm. 발아구는 현저하고 길이 18.8(14.00-26.00) μm.

Subgenus *Osmundopteris*

4) *B. strictum* UNDERW. (긴꽃고사리삼 : Fig. 4)

관찰표본 : Korea. Pyungbuk, Mt. Myohyang (Feb. 7, 1930) Do, B.S. and Shim, H.J., SNU 1784; Korea. Pyungbuk, Mt.

Myohyang (July 20, 1939) Do, B.S. and Shim, H.J., SNU 1785

삼지형. 극면의 모양은 등근 삼각형 혹은 아원형. 근극부는 볼록하거나 편평함, 부정형의 등근 결절상 돌기. 발아구 주변은 顆粒狀(verrucate)과 결절상의 돌기가 혼재, 주변부로 갈수록 결절상 돌기. 원극부 볼록함, 뚜렷한 부정형의 결절상(tuberosae) 돌기.

5) *B. virginianum* (L.) SW. (늦고사리삼: Fig. 5)

관찰표본: Korea. Kyunggi, Kwangneung (June 12, 1932) Do, B.S., SNU 1787; Japan. 神奈川, 鎌倉 (Apr. 14, 1936) ?, SNU 31792

삼지형. 극면의 모양은 등근 삼각형 혹은 亞圓形. 근극부는 볼록하거나 편평함, 표벽에 과립상 혹은 棒狀(baculate)의 돌기. 크기는 불규칙. 발아구 주변에 미립상 돌기, 주변부로 갈수록 과립상. 원극부는 볼록한 모양, 뚜렷한 과립상의 돌기. 적도면의 길이는 29.43(26.00-34.00) μ m, 극축면은 직경 29.67(26.00-34.00) μ m. 발아구는 길이 11.20(8.00-16.00) μ m, 말단부는 표벽무늬에 묻혀 불명료.

Ophioglossum(나도고사리삼屬)

Subgenus *Cheiroglossa*

6) *Ophioglossum palmatum* L. (Fig. 6)

관찰표본: Panama. Chiriqui (May 15, 1971) Protor, G.R., 31934

삼지형. 극면의 모양은 아원형. 근극부는 돌출, 표벽은 皺紋狀(fossulate) 혹은 난선상. 網隙은 상부가 넓고 하부로 갈수록 좁아짐. 발아구의 주변은 有孔狀(striate). 원극부는 구형. 적도면의 길이는 41.73(40.00-44.00) μ m, 극축면은 직경 38.43(34.00-49.00) μ m. 발아구는 길이 13.87(10.00-16.00) μ m, 현저함.

Subgenus *Ophioderma*

7) *O. pendulum* L. (Fig. 7)

관찰표본: U.S.A. Hawaii (? , ? , ?) ? , ?

삼지형. 극면의 모양은 원형. 근극부는 볼록하거나 편평함. 표벽은 平滑狀(psilate), 원극부로 갈수록 추문상 무늬가 뚜렷. 발아구의 주변은 평활상, 주변부로 갈수록 추문상. 원극부는 구형, 표벽은 추문상. 발아구는 현저함.

8) *O. falcatum* (PRESL.) FOWLER (Fig. 8)

관찰표본: U.S.A. Hawaii, Ohau (Sept. 28, 1947) Webster, G.L. and Wilbur, R., 1014

삼지형. 극면의 모양은 등근 삼각형 때로는 원형. 근극부는 볼록하거나 편평함, 표벽은 유공상. 발아구의 주변은 평활상. 원극부는 볼록한 모양, 표벽무늬는 유공상으로 미세천공이 있음. 적도면의 길이는 53.13(48.00-56.00) μ m, 극축면은 직경 45.53(40.00-54.00) μ m. 발아구는 길이 20.20(14.00-26.00) μ m, 현저함.

Subgenus *Ophioglossum*

9) *O. crotalophoroides* WALTER (Fig. 9)

관찰표본: U.S.A. Texas (Mar. 30, 1977) Mase, J.R., 893

삼지형. 극면의 모양은 원형. 근극부는 대부분 편평, 때로는 볼록, 표벽에 추문상무늬, 돌기의 주름은 넓고 평활하지 않음. 발아구는 현저함.

10) *O. engelmannii* PRANTL (Fig. 10)

관찰표본: U.S.A. Texas (May 26, 1966) Correll, D.S. and Correll, H.B., ?

삼지형. 극면의 모양은 아원형, 때로는 원형에 가까운 등근 삼각형. 근극부는 편평, 표벽은 유공상, 추문상 혹은 망상, 망극은 상부가 넓고 하부로 갈수록 좁아짐. 발아구의 주변에는 유공상, 주변부는 망상의 표면무늬. 원극부는 구형, 추문상 혹은 망상의 표면무늬. 적도면의 길이는 43.53(38.00-48.00) μ m. 극축면은 직경 38.53(36.00-42.00) μ m. 발아구는 길이 15.60(10.00-20.00) μ m, 현저함.

11) *O. reticulatum* L. (Fig. 11)

관찰표본: Honduras. ? (Mar. 7, 1956) Asplund, E., ?

삼지형. 극면의 모양은 원형. 근극부는 돌출, 유공상 혹은 추문상. 발아구의 주변은 유공상, 주변부로 갈수록 추문상. 원극부는 구형, 추문상 무늬. 적도면의 길이는 40.20(38.00-46.00) μ m, 극축면은 직경 35.67(34.00-38.00) μ m. 발아구는 길이 9.93(8.00-12.00) μ m, 현저함.

12) *O. petiolatum* HOOKER (Fig. 12)

관찰표본: U.S.A. South Carolina (Apr. 13, 1952) Blake, S.F., 12498

삼지형. 극면의 모양은 원형. 근극부는 볼록, 때로는 편평, 표벽은 추문상. 원극부는 구형, 표벽은 추문상. 적도면의 길이는 42.87(40.00-48.00) μ m, 극축면은 직경 39.83(38.00-44.00) μ m. 발아구는 길이 12.93(10.00-16.00) μ m, 현저함.

13) *O. thermale* KOM. (좁나도고사리삼: Fig. 13)

관찰표본: Russia. Kamtschatica (Aug. 17, 1969) ? , ?

삼지형. 극면의 모양은 원형 혹은 원형에 가까운 등근 삼각형. 근극부는 볼록한 모양, 표벽무늬는 유공상. 발아구의 주변부는 평활상 혹은 유공상, 주변부는 망상. 원극부는 구형, 표벽에 망상에 가까운 유공상 무늬, 망극의 크기는 다양. 적도면의 길이는 34.10(32.00-36.00) μ m, 극축면은 직경 33.67(26.00-37.00) μ m. 발아구는 현저함, 길이 11.80(10.00-14.00) μ m.

14) *O. vulgatum* L. (나도고사리삼: Fig. 14)

관찰표본: Korea. Cheju Is. (June, 12, 1992) Sun, B.Y., JNU 22302

삼지형. 극면의 모양은 원형 혹은 원형에 가까운 등근 삼각형. 근극부는 볼록, 표벽에 유공상무늬. 발아구 주변은 유공상

무늬. 원극부는 볼록한 모양, 표벽무늬는 망상. 망극의 상부는 넓고 하부로 갈수록 좁아짐. 적도면의 길이는 31.00(28.00-36.00) μm , 극측면은 직경 30.83(28.00-36.00) μm . 발아구는 현저함, 길이 10.67(8.00-14.00) μm .

Marattiaceae

15) *Angiopteris lygodifolia* ROSENT. (Fig. 15)

관찰표본: Japan. Yakushima (Aug. 3, 1936) ?, SNU 1906
삼지형. 표벽에 미립상의 돌기, 돌기의 크기는 일정, 때로는 돌기 중 일부가 서로 유합되어 띠를 형성. 극면의 모양은 원형 혹은 원형에 가까운 타원형. 근극부는 亞球形. 적도면의 길이는 24.67(20.00-32.00) μm , 구형. 발아구는 길이 11.33(8.00-14.00) μm .

Osmundaceae(고비과)

16) *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis* COPEL. (평고비: Fig. 16)

관찰표본: Korea. Chonnam, Mt. Chiri (July, 20, 1969) Kim, H.J., SNU 45002

삼지형. 표벽에 불규칙한 미립상의 소돌기, 때로는 돌기 중 일부가 서로 유합. 극면의 모양은 원형. 근극부는 근구형. 원극부는 구형. 극측면의 직경과 적도면의 길이는 53.78(48.00-62.00) μm , 구형. 발아구는 길이 15.04(12.00-24.00) μm , 현저함.

17) *O. japonica* THUNB. (고비: Fig. 17)

관찰표본: Korea. Chonnam, Mt. Daedun (May 22, 1992) Kim, T.C., ?

삼지형. 표벽에는 불규칙한 미립상의 소돌기, 돌기 중 일부는 상호 유합. 극면의 모양은 원형. 근극부는 근구형. 원극부는 구형. 극측면의 직경과 적도면의 길이는 53.87(46.00-62.00) μm , 구형. 발아구는 길이 14.87(10.00-20.00) μm , 현저함.

18) *O. claytoniana* L. (음양고비: Fig. 18)

관찰표본: Korea. Kwangwon, Cholwon (Oct. 6, 1967) Chung, Y.H. and Kang, Y.M., SNU 286

삼지형. 표벽에는 미립상의 불규칙한 소돌기가 매우 조밀하게 배열, 때로는 돌기가 상호 유합. 근극부는 근구형. 발아구 주위와 발아구 위에도 미립상의 표벽무늬가 발달하여 발아구는 불명료. 원극부는 구형.

고찰

조사된 식물은 모두 뚜렷한 삼지형의 발아구를 지니고 있었다. 극면의 형태는 고사리삼속(*Botrychium*) 식물은 둥근 삼

각형 또는 변이 오목한 둥근 삼각형으로, 나도고사리삼속(*Ophioglossum*)은 원형으로 나타났다. 마라티아목(Marattiales)에 속하는 *Angiopteris*와 박막양치류이지만 진정양치류의 특징도 지니는 고비속(*Osmunda*)(Gifford and Foster, 1989)도 극면이 원형으로 나타났다. 근극부의 경우 고사리삼속과 나도고사리삼속은 볼록하거나 편평하였으나 *Angiopteris*와 고비의 경우 구형으로 나타났다. 포자의 크기는 고사리삼속의 경우 극측의 직경과 적도면의 길이가 22-50 μm , 나도고사리삼속은 24-56 μm 이나 *Angiopteris*의 경우 20-32 μm 로 가장 소형으로 나타났으며 고비속의 경우 48-62 μm 로 가장 대형으로 나타났다(Table 1).

포자의 표벽의 미세 형태는 분류군 별로 다양하게 관찰되었으며 또한 표벽무늬에 따라 유집이 가능하였다. 즉 나도고사리삼과 식물은 불규칙한 망상이나 과립상의 돌기를 지니는 고사리삼속과 유공상 혹은 추문상의 표벽무늬를 지니는 나도고사리삼속의 두 군으로 구분이 가능하였다. 그리고 고사리삼속은 다시 불규칙한 망상의 표면 무늬를 가지는 *B. multifidum* var. *robustum*과 *B. ternatum*(Figs. 1 and 2), 과립상의 돌기를 지니는 *B. strictum*과 *B. virginianum*(Figs. 4 and 5), 그리고 과립상의 돌기이지만 돌기가 서로 밀접하게 배열되어 마치 망상처럼 보이는 *B. boreale*(Fig. 3) 등의 세 군으로 구분이 가능하였다. 또한 고사리삼속에서 표벽무늬에 따라 유집된 세 군은 기존의 분류체계(*sensu* Clausen, 1938)와 잘 일치하였다. 즉 *B. multifidum* var. *robustum*과 *B. ternatum*은 *Sceptridium*아속에, *B. strictum*과 *B. virginianum*은 *Osmundopteris*아속에 그리고 *B. boreale*는 *Botrychium*아속에 속하는 것으로 나타났다. 그리고 *Angiopteris*와 고비속에서는 미립상의 돌기가 관찰되었으나 *Angiopteris*에서는 돌기의 크기가 일정하였으며(Fig. 15) 고비속의 경우 크기가 불규칙적이고 다양하였다(Figs. 16-18). 대부분의 고사리류는 표벽에 또 하나의 층인 perispore(perine)를 가지는 것으로 알려졌으며(Gifford and Foster, 1989), Tryon (1986)은 Ophioglossaceae, Marattiaceae 및 Osmundaceae에 있어서는 표벽에 무늬를 변형시키지 않는 얇은 perispore가 있다고 하였다. 본 조사에서는 모든 종류에서 perispore의 존재를 확인할 수 없었다. 이는 Tryon의 지적과 같이 perispore가 외표벽(exospore)에 얇게 밀착되어 있어서 표면의 관찰로는 구분이 어렵기 때문으로 보인다. 그러나 고비(*Osmunda japonica*)의 포자의 관찰에서 초산분해를 하지 않은 경우 표벽의 미립상 돌기에 刺狀(echinate)의 perispore가 뚜렷히 관찰되지만(Fig. 17), 초산분해를 한 경우에는 표벽에는 미립상의 돌기만이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 이들 종류들은 초산분해 과정 중 perispore가 탈락했을 것으로 추측된다.

나도고사리삼과의 과내 분류에 있어 현재까지 고사리삼속의

Table 1. Measurements of spores in some ophioglossaceous ferns (unit: μm)

Taxon ^b	Spore ^a					
	Polar Diameter		Equatorial Length		Laesura Length	
ALY	20.00 (24.67 \pm 2.60)	32.00	20.00 (24.67 \pm 2.60)	32.00	8.00 (11.33 \pm 1.69)	14.00
BBO	38.00 (43.87 \pm 3.10)	50.00	36.00 (43.00 \pm 2.82)	50.00	14.00 (18.80 \pm 3.27)	26.00
BMU	22.00 (26.87 \pm 2.01)	30.00	24.00 (27.13 \pm 1.80)	30.00	12.00 (15.27 \pm 1.78)	20.00
BTE	24.00 (29.07 \pm 2.91)	36.00	26.00 (30.87 \pm 3.18)	36.00	10.00 (12.53 \pm 1.66)	16.00
BVI	26.00 (29.43 \pm 2.11)	34.00	26.00 (29.67 \pm 1.97)	34.00	8.00 (11.07 \pm 1.80)	14.00
OEN	36.00 (38.53 \pm 1.28)	42.00	38.00 (43.53 \pm 2.27)	48.00	10.00 (15.60 \pm 2.13)	20.00
OFA	40.00 (45.53 \pm 3.21)	54.00	48.00 (53.13 \pm 2.45)	56.00	14.00 (20.20 \pm 3.17)	26.00
OPA	34.00 (38.43 \pm 3.35)	49.00	40.00 (41.73 \pm 1.36)	44.00	10.00 (13.87 \pm 1.66)	16.00
OPE	38.00 (39.83 \pm 1.62)	44.00	40.00 (42.87 \pm 1.80)	48.00	10.00 (12.93 \pm 1.55)	16.00
ORE	34.00 (35.67 \pm 1.57)	38.00	38.00 (40.20 \pm 2.25)	46.00	8.00 (9.93 \pm 1.23)	12.00
OTH	26.00 (33.67 \pm 2.12)	37.00	32.00 (34.01 \pm 1.11)	36.00	8.00 (10.67 \pm 1.40)	14.00
OVU	28.00 (30.83 \pm 2.00)	36.00	24.00 (31.10 \pm 2.35)	36.00	10.00 (11.80 \pm 1.69)	14.00
OCI	48.00 (53.78 \pm 4.05)	62.00	48.00 (53.78 \pm 4.05)	62.00	12.00 (15.04 \pm 3.06)	24.00
OJA	53.87 (46.00 \pm 4.33)	62.00	53.87 (46.00 \pm 4.33)	62.00	10.00 (14.87 \pm 2.71)	20.00

^aMinimum (mean \pm standard deviation) maximum. ^bALY, *Angiopteris lyodiifolia*; BBO, *Botrychium boreale*; BMU, *B. multifidum* var. *robustum*; BTE, *B. ternatum*; BVI, *B. virginianum*; OEN, *Ophioglossum engelmannii*; OFA, *O. falcatum*; OPA, *O. palmatum*; OPE, *O. petiolatum*; ORE, *O. reticulatum*; OTH, *O. thermale*; OVU, *O. vulgatum*; OCI, *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis*; OJA, *O. japonica*.

분류학적인 위치에 관한 논란이 가장 크다(Gifford and Foster, 1989). 고사리삼속은 등근 삼각형 또는 변이 오목한 등근 삼각형의 포자를 지니며, 또한 표벽의 무늬도 불규칙한 망상이나 과립상의 돌기를 지니 나도고사리삼속이나 *Angiopteris*, 고비속의 포자와 구분되었다. 특히 고사리삼속내의 아속(*sensu* Clausen, 1938)간의 표벽무늬의 차이는 나도고사리삼과 고사리삼속과의 차이나 혹은 고사리삼속과 나도고사리삼속, 고비속 및 *Angiopteris*속간의 차이보다 크지 않은 것으로 나타나서 고사리삼속을 나도고사리삼속과 동등하게 여러 개의 속으로 구분하는 Nishida(1952)나 Kato(1987)의 견해 보다는 고사리삼속을 여러 개의 아속으로 구분짓는 Clausen(1938)의 견해가 보다 타당한 것으로 나타났다. 다만 극면의 형태는 원형이며 표벽무늬가 유공상 혹은 추문상인 나도고사리삼속과 극면은 등근 삼각형 또는 변이 오목한 등근 삼각형이고 표벽무늬가 과립상 혹은 망상인 고사리삼속의 포자의 형태의 차이가 고비과나 *Angiopteris*의 차이만큼 크게 나타나서 나도고사리삼속과 고사리삼속을 각기 별개의 과로 승격시킨 Nishida(1952)의 견해는 가능한 체계임을 시사해주고 있다.

조사된 나도고사리삼속에 속하는 9종류의 포자의 극면의 형태와 표벽무늬는 종간에는 차이를 나타내나 기본적으로 원형의 유공상 혹은 추문상의 표벽무늬를 가져서 한 군으로 뚜렷히 유집되었다. 그러나 Clausen(1938)이 설정한 네 아속 즉, *Cheioglossa*아속, *Ophioderma*아속, *Ophioglossum*아속 및 *Rhizoglossum*아속 혹은 Nishida(1952)에 의하여 속으로 승격된

위의 네 아속들 사이에는 포자의 형태 및 표벽무늬에 의하여서 유집되지 않았다. 즉 *Cheioglossa*아속에 속하는 *O. palmatum*은 표벽 무늬가 추문상 혹은 난선상으로 돌기가 평활하여 나머지 종류들과는 약간의 차이를 보이지만 그 차이가 크지 않았으며, *Ophioderma*아속에 속하는 *O. pendulum*과 *O. falcatum*에 있어 *O. pendulum*의 경우 조사된 나머지 종류들과 유사하게 나타났다(Fig. 6), *O. falcatum*의 경우(Fig. 7) 등근 삼각형의 포자의 형태와 표벽이 평활하며 미세 천공이 있어 나머지 종류들과는 뚜렷하게 구분되어 포자의 형태로 볼 때 매우 이질적인 군으로 나타났다. *O. falcatum*의 경우 하와이 Ohau 지역에 생육하는 종으로 때로는 *O. pendulum*에 포함되기도 하나(Clausen, 1938), 포자의 형태로 볼 때, 두 종은 뚜렷히 구분되는 것으로 나타났다. 조사된 나머지 6종류는 모두 *Ophioglossum*아속에 속하며 포자의 형태나 표벽무늬는 서로 유사하게 나타났다(Figs. 9-14). 따라서 나도고사리삼속의 경우 *O. falcatum*을 제외하고는 포자의 형태가 기본적으로 유사하게 나타나서 나도고사리삼속을 네 개의 속으로 분리한 Nishida(1952)의 견해보다는 Clausen(1938)이나 Kato(1987)의 견해와 같이 한 속으로 유지하는 것이 보다 타당한 것으로 나타났다.

사 사

본 논문은 교육부 기초과학연구비 BSRI-92-427의 지원하에 이루어졌음.

인 용 문 헌

- Chrysler, M.A.** 1945. The shoot of *Botrychium* interpreted as a series of dichotomies. *Bull. Torrey Bot. Club* **72**: 491-505.
- Clausen, R.T.** 1938. A monograph of the Ophioglossaceae. *Mem. Torrey Bot. Club* **19**: 1-177.
- Erdtman, O.E.G.** 1957. Pollen and spore morphology/plant taxonomy. II. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (Illustrations). Stockholm (Almqvist and Wiksell). 151p.
- Gifford, E.M. and A.S. Foster.** 1989. Comparative Morphology of Vascular Plants, 3 ed. John Wiley & Sons, New York. pp. 221-244.
- Ikuse, M.** 1956. Pollen grains of Japan. Tokyo, Japan.
- Kato, M.** 1978a. Vascular anatomy of leaves in the Ophioglossaceae. *Bot. Mag. Tokyo* **91**: 187-195.
- Kato, M.** 1978b. On the sporangia of the Ophioglossaceae. *Acta Phytotax. Geobot.* **29**: 25-32.
- Kato, M.** 1987. A phylogenetic classification of Ophioglossaceae. *Gard. Bull.* **40**: 1-14.
- Kato, M.** 1988. The phylogenetic relationship of Ophioglossaceae. *Taxon* **37**: 381-386.
- Lee, S.T.** 1978. Phylogenetic significance of pollen morphology. *Kor. J. Plant Tax.* **8**: 59-68.
- Mabberley, D.J.** 1990. The plantbook. Cambridge Univ. Press. 706p.
- Nishida, M.** 1952. A new system of Ophioglossales (Studies on the systematic position and constitution of Pteridophyta-3). *Jour. Jap. Bot.* **27**: 271-278.
- Park, M.K.** 1975. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Vol. 16. Pteridophyta. 549 p. Ministry of Education, Korea.
- Sahashi, N.** 1976. Spore morphology of the Japanese species of the Botrychiaceae. *Journ. Jap. Bot.* **51**: 326-339.
- Sahashi, N.** 1979a. Morphological and taxonomical studies on Ophioglossales in Japan and the adjacent regions (2). Comparative morphology of spores in the genus *Botrychium* s. str. *Journ. Jap. Bot.* **54**: 43-52.
- Sahashi, N.** 1979b. Morphological and taxonomical studies on Ophioglossales in Japan and the adjacent regions (3). Identity of *Sceptridium* Lyon in the Izu Island (2). *Journ. Jap. Bot.* **54**: 273-281.
- Sahashi, N.** 1981. Morphological and taxonomical studies on Ophioglossales in Japan and the adjacent regions (7). Examination of *Sceptridium daucifolium* (2). *Journ. Jap. Bot.* **56**: 382-387.
- Sahashi, N.** 1983. Morphological and taxonomical studies on Ophioglossales in Japan and the adjacent regions (9). Additional notes on *Sceptridium* in Isl. Ohima, Izu Islands. *Journ. Jap. Bot.* **58**: 338-344.
- Tryon, A.F.** 1986. Stasis, diversity and function in spores based on an electron microscope survey of the Pteridophyta. In, Pollen and Spores: Form and Function. S. Blackmore and I.K. Ferguson (eds.), Academic Press, New York. pp. 233-249.

(1993. 10. 23 接受)

Spore Morphology of Some Ophioglossaceous Species

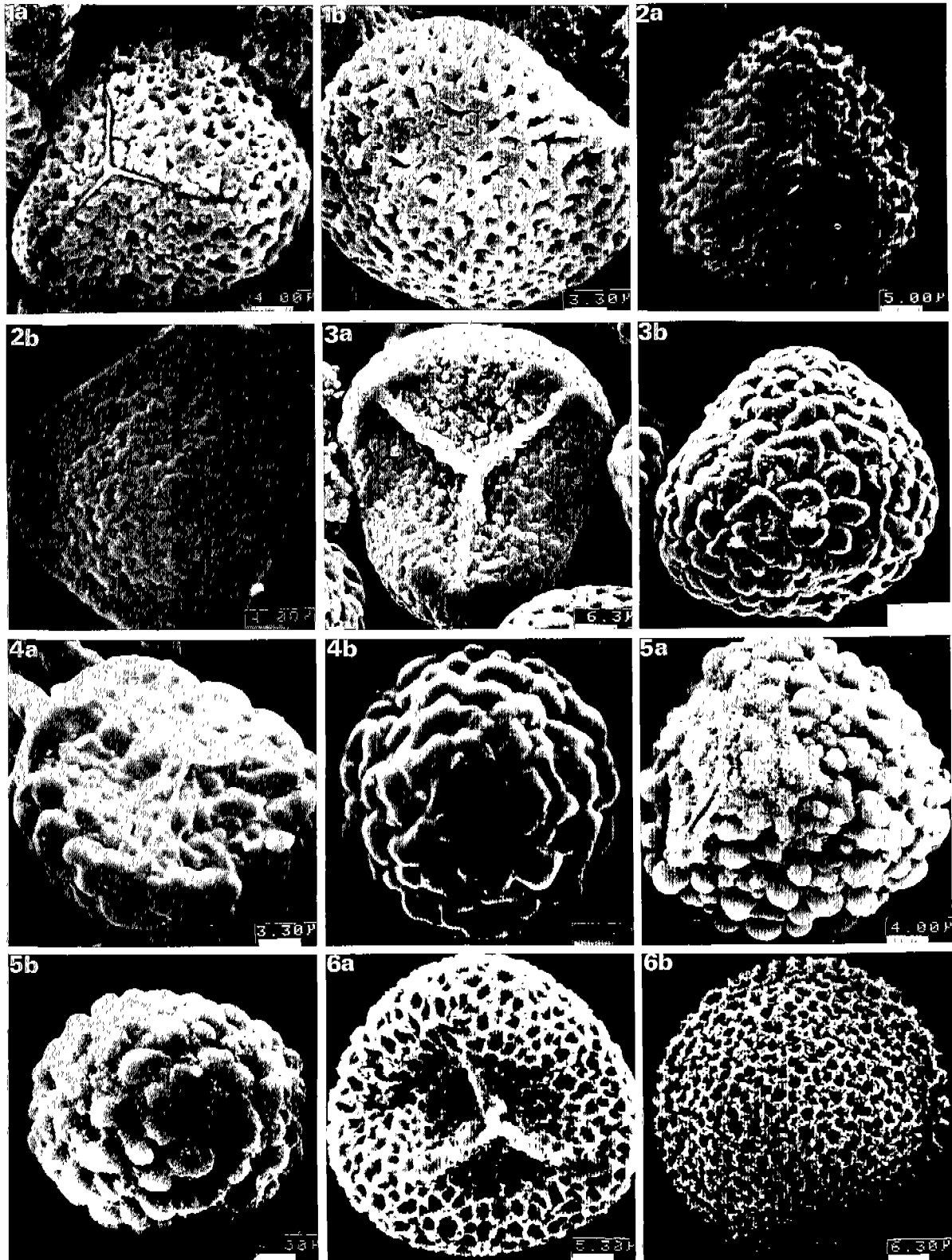
Sun, Byung Yun*, Tae Jin Kim, Jung Hee Park and Kyung-Sik Kim
Department of Biology, Chonbuk National University, Chonju

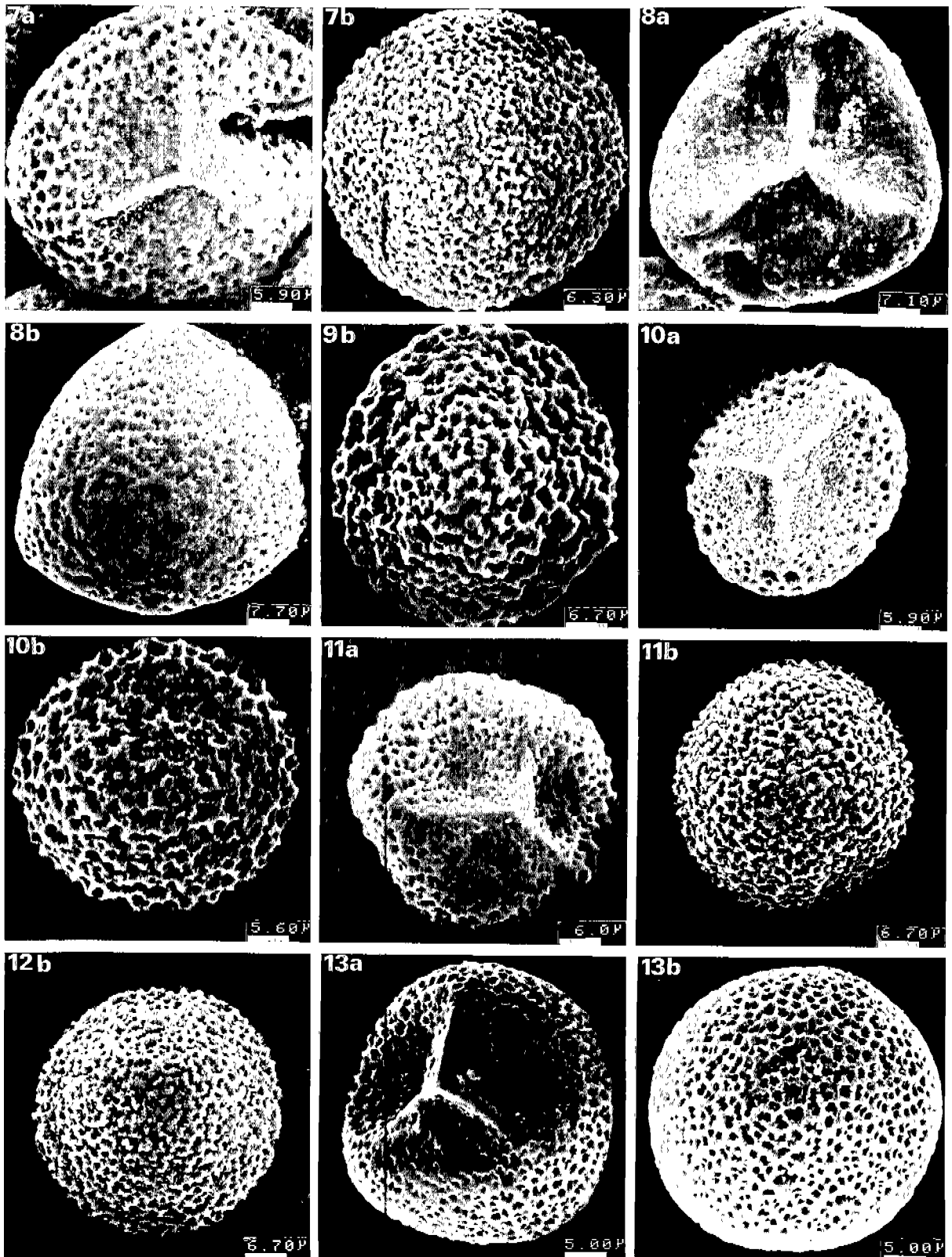
ABSTRACT

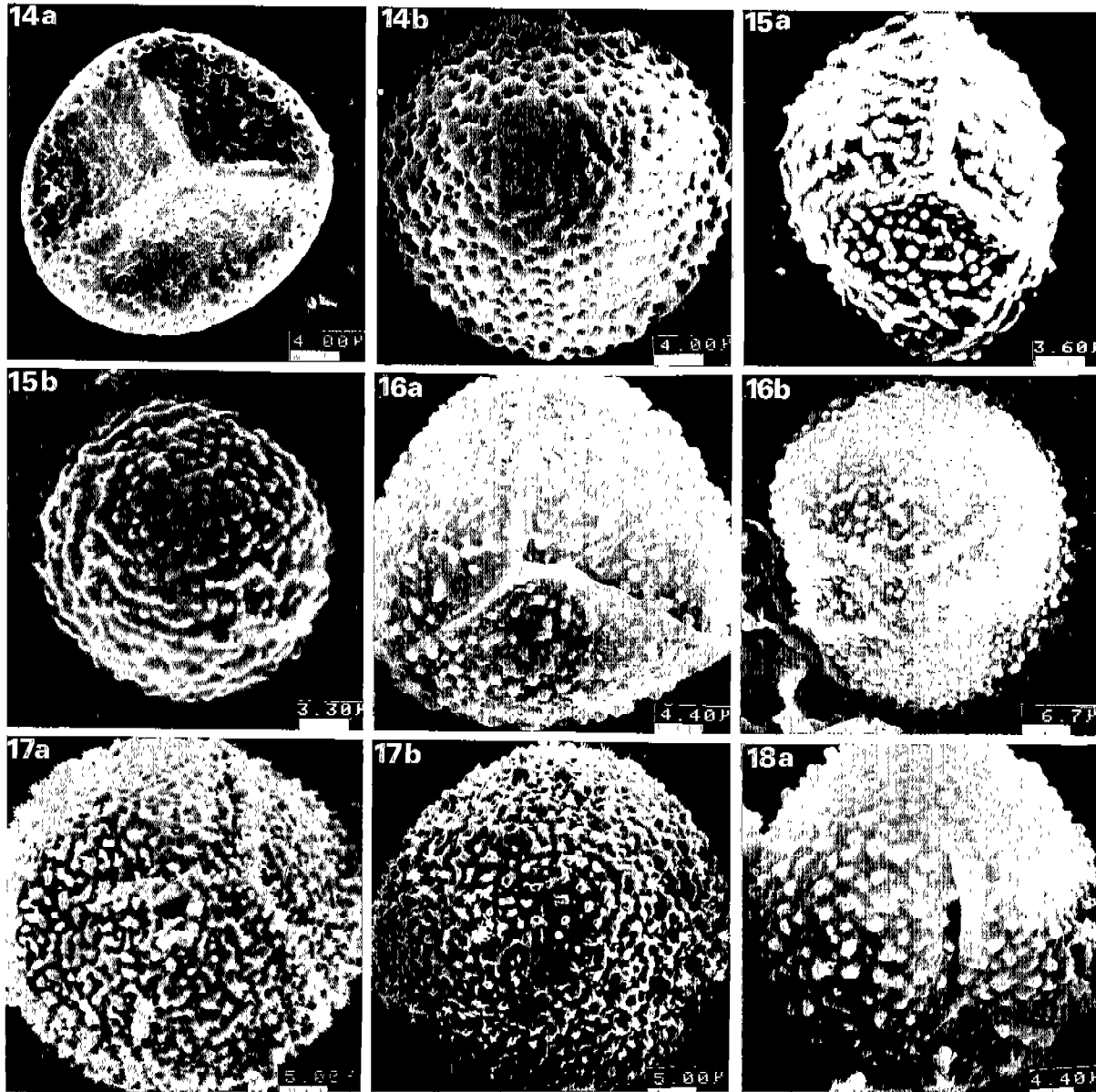
Spore morphology of 14 species of Ophioglossaceae is examined, and descriptions and key based on spore morphology are provided. In addition, spores of one species of *Angiopteris* and three species of *Osmunda* are examined for comparison with those of Ophioglossaceae. Spore shape at proximal face is subtriangular or triquetre in *Botrychium* and circular in *Ophioglossum*, *Angiopteris* and *Osmunda*. Based on the wall sculpturing patterns, three groups can be recognized within *Botrychium*, and the differences of wall sculpturing among these groups are smaller as compared to those among *Botrychium*, *Ophioglossum*, *Osmunda* and *Angiopteris*. This result supports the previous infrafamilial system of Clausen, which was mainly based on the characteristics of veneration, habit, fertile and sterile segments of the leaf, and gametophyte. Spores of nine species of *Ophioglossum*, which are circular in proximal face and fossulate or foveolate in wall sculpturing, are quite uniform as compared to those of *Botrychium*. Therefore they should be kept under a single genus rather than split into four genera suggested by Nishida (1952).

Key words: Ophioglossaceae, *Botrychium*, *Ophioglossum*, spore, infrafamilial system

*Corresponding author: Fax 82-652-70-3315







Figs. 1-18. Scanning electron micrographs of spores of Ophioglossaceae, Marattiaceae and Osmundaceae. All are acetolyzed except Fig. 17. a, proximal face; b, distal face. Fig. 1. *B. multifidum* var. *robustum*. Fig. 2. *B. ternatum*. Fig. 3. *B. boreale*. Fig. 4. *B. strictum*. Fig. 5. *B. virginianum*. Fig. 6. *Ophioglossum plamatum*. Fig. 7. *O. pendulum*. Fig. 8. *O. falcatum*. Fig. 9. *O. crotalophoroides*. Fig. 10. *O. engelmannii*. Fig. 11. *O. reticulatum*. Fig. 12. *O. petiolatum*. Fig. 13. *O. thermale*. Fig. 14. *O. vulgatum*. Fig. 15. *Angiopteris lygodiiifolia*. Fig. 16. *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis*. Fig. 17. *O. japonica*. Fig. 18. *O. claytoniana*.