

中国蕨类植物孢子形态的研究 I . 海金沙科

¹王全喜 ²于晶 ³张宪春 ⁴张大维 ⁴包文美 ⁵王培善

¹(上海师范大学 上海 200234) ²(中国科学院沈阳应用生态研究所 沈阳 110015)

³(中国科学院植物研究所 北京 100093) ⁴(哈尔滨师范大学 哈尔滨 150080)

⁵(贵州科学院生物研究所 贵阳 550001)

Spore morphology of pteridophytes from China

I . Lygodiaceae

¹WANG Quan-Xi ²YU Jing ³ZHANG Xian-Chun

⁴ZHANG Da-Wei ⁴BAO Wen-Mei ⁵WANG Pei-Shan

¹(Shanghai Normal University, Shanghai 200234) ²(Institute of Applied Ecology, the Chinese Academy of Sciences, Shenyang

110015) ³(Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093) ⁴(Harbin Normal University, Harbin 150080)

⁵(Institute of Biology, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001)

Abstract This paper is the first report of an investigation on the spore morphology of Chinese ferns. Spore morphology of 20 species (10 species from China and 10 species from other countries) in the genus *Lygodium* (Lygodiaceae) was investigated under scanning electron microscope (SEM) and transmission electron microscope (TEM). The spores are tetrahedral-globose, trilete, rarely monolete. The surface ornamentation of the spores can be divided into four main types: In type I, the surface of spores is tuberculate or spheroid-tuberculate. Most of the species of the genus have this type of surface ornamentation of spores. In type II, the surface of spores is smooth. *L. palmatum*, *L. subareolatum*, *L. yunnanense* and *L. volubile* have this type of surface ornamentation of spores. In type III, both the distal and equatorial areas of spores are coarsely verrucate, while the proximal area is smooth. *L. dimorphum*, *L. digitatum* and *L. kingii* have this type of surface ornamentation of spores. In type IV, the surface of spores is coarsely reticulate. *L. scandens* and *L. reticulatum* have this type of surface ornamentation of spores. The surface contours of the reticulate type (type IV) are formed by the exospore, while that of the other types (types I, II, III) are formed by the perispore. The surface ornamentation of spores seems to be stable within species and thus is of important value in the taxonomy of the genus *Lygodium*.

Key words Pteridophyte; Spore morphology; Lygodiaceae; *Lygodium*; China

摘要 此文是中国蕨类植物孢子形态研究的第一部分。首次利用扫描电镜对国产海金沙科 Lygodiaceae 海金沙属 *Lygodium* 10 种植物的孢子形态进行了观察,并利用透射电镜对孢壁的结构进行了研究。此外,还对采自国外的另外 10 种海金沙属植物的孢子进行了比较观察。海金沙属孢子为三裂缝,少数为单裂缝,其表面纹饰可分为 4 种类型:①瘤状纹饰,海金沙属多数种类的孢子具此类型;②表面平滑, *L. palmatum*、*L. subareolatum*、*L. yunnanense*、*L. volubile* 等属此类型;③疣状纹饰, *L. dimorphum*、*L. digitatum*、*L. kingii* 等属此类型;④网穴状纹饰, *L. scandens*、*L. reticulatum* 等属此类型。网状纹饰类型的孢子表面轮廓是由外壁形成,其余类型的孢子表面轮廓由周壁形成。此文还对海金沙属的孢子特征及其在

分类上的意义进行了探讨。

关键词 蕨类植物; 孢子形态; 海金沙科; 海金沙属; 中国

蕨类植物孢子形态在分类学和系统发育研究上具有重要意义,不仅可以作为建立高级分类单位的一个重要依据,而且往往能用来区分仅靠孢子体形态难以区分的种类,同时也可用于检查现行分类系统中各类群的自然性和同质性(吴兆洪,秦仁昌,1991)。

孢粉形态结合系统分类是孢粉形态研究的主要方向之一,国内外都开展了大量工作。在我国,张玉龙等(1976)编著的《中国蕨类植物孢子形态》一书,系统描述了我国蕨类植物 52 科 174 属约 1000 种光镜下的孢子形态。70 年代以来,扫描电子显微镜和透射电子显微镜技术在孢粉研究上得到应用,国外做了大量的工作(Lellinger, Taylor, 1997; Uffelen, 1993; Tryon, Lugardon, 1991; Devi, 1988; Ferrarini *et al.*, 1986; Lugardon, 1974),特别是 Tryon 和 Lugardon (1991)出版的《Spores of the Pteridophyta》一书系统地介绍了 32 科 232 属(按 Tryon R. M. 和 A. F. Tryon 1982 年系统)蕨类植物孢子的表面形态、外壁的结构和多样性以及外壁的发育,是到目前为止世界上有关蕨类孢子形态方面最全面的专著,但此书所用材料主要是取自欧美和澳洲的标本,涉及中国产的蕨类孢子很少。我国是蕨类植物种类最多的国家之一,按吴兆洪和秦仁昌(1991)记载,中国有蕨类植物 63 科 224 属大约 2150 种,其中有的科、属以我国为分布中心,许多种类主产或特产于我国,因此,对我国蕨类植物孢子形态进行电镜水平的研究工作,有着重要意义。我国在这方面的研究起步较晚,近年来,石雷和张宪春(1999)、张宪春(1998)、范亚文等(1998)、程志英和武素功(1997)、刘家熙(1997)、王全喜等(1997, 1994)、向莉琳(1992)、张丽兵和孔宪需(1992)、李娜和谢寅堂(1992)、李建秀等(1991, 1989)、吴玉书(1989)、刘保东等(1989)、李国范和敖志文(1988)、张玉龙等(1974)共对国产 200 余种蕨类植物的孢子进行了扫描电镜观察。有关蕨类植物孢子透射电镜的工作尚未见报道。我们从 1995 年开始,利用扫描电镜和透射电镜对我国产蕨类植物孢子形态作了较系统的研究,其结果将陆续报道,本文是第一部分——海金沙科的孢子形态。

海金沙科(Lygodiaceae)只有海金沙属(*Lygodium* Sw.) 1 属,约有 45 种,分布于热带和亚热带。我国现知有 10 种,主要分布于西南及华南地区。有关我国产此属植物孢子形态的研究,张玉龙等(1976)对其中 7 种进行了光镜下的观察,有关扫描电镜工作,我国尚未见报道;Tryon 和 Lugardon 在 1991 年的著作中,研究了本属 20 个种的孢子形态,但其中没有中国的材料。我们将采自我国不同省区的全部 10 个种的孢子进行了扫描电镜观察,并与国外产本属的 10 个种进行了比较,旨在为蕨类植物孢粉学和系统学研究提供资料。

1 材料和方法

孢子取自中国科学院植物研究所标本馆(PE)和贵州科学院生物研究所蕨类植物标本室(HGAS),材料来源及有关资料详见表 1。扫描电镜材料的制备是将干燥的孢子直接撒在双面胶带上,喷金后在 Hitachi-520 扫描电镜下观察照相。透射电镜按常规方法进行固定、包埋、切片,染色后在 Hitachi-H600 透射电镜下观察照相。

表1 材料来源
Table 1 Origin of materials

种名 Species	孢子编号 Spore No.	凭证标本 Voucher	图版 Plates
海金沙 <i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.	980206	Chaocheng, Anhui (安徽巢城) East China Station (华东工作站) 3897 (PE)	I : 1
	980207	Hangzhou, Zhejiang (浙江杭州), s. coll., s. n. (PE)	I : 2, 4
	980208	Jingdong, Yunnan (云南景东), W. M. Zhu (朱维明) 04418 (PE)	I : 3
海南海金沙 <i>L. conforme</i> C. Chr.	980202	Longzhou, Guangxi (广西龙州), Guangxi Team (广西队) 2975 (PE)	I : 9
	951211	Wangmo, Guizhou (贵州望谟), F. Wang (王锋) 167 (HGAS)	I : 6
曲轴海金沙 <i>L. flexuosum</i> (L.) Sw.	980205	Zhaoqing, Guangdong (广东肇庆), Guangdong Team (广东队) 78024 (PE)	I : 10
	951038	Luodian, Guizhou (贵州罗甸), P. S. Wang (王培善) 90419 (HGAS)	I : 11
狭叶海金沙 <i>L. microstachyum</i> Desv.	980212	Yandang Mt., Zhejiang (浙江雁荡山), C. Y. Chiao 14754 (PE)	II : 1
羽裂海金沙 <i>L. polystachyum</i> Wall.	980215	Baise, Guangxi (广西百色), Guangxi Team (广西队) 1412 (PE)	II : 2
柳叶海金沙 <i>L. salicifolium</i> Presl	980218	Lincang, Yunnan (云南临沧), Y. H. Li (李延辉) 002229 (PE)	II : 3
网脉海金沙 <i>L. subareolatum</i> Christ.	980221	Luodian, Guizhou (贵州罗甸), Guizhou Team (贵州队) 387 (PE)	II : 4 ~ 5
云南海金沙 <i>L. yunnanense</i> Ching	980225	Ceheng, Guizhou (贵州册亨), Z. Y. Cao (曹子余) 0911 (PE)	II : 6
	980232	Wangmo, Guizhou (贵州望谟), F. Wang (王锋) 168 (HGAS)	II : 7
掌叶海金沙 <i>L. digitatum</i> Presl	980203	Yaxian, Hainan (海南崖县), C. Wang (黄志) 33399 (PE)	II : 8 ~ 9
小叶海金沙 <i>L. scandens</i> (L.) Sw.	951041	Liping, Guizhou (贵州黎平), F. Wang (王锋等) 91561 (HGAS)	III : 1
	980219	Jiangyong, Hunan (湖南江水), P. Y. Tan (谭沛洋) 62323 (PE)	III : 2
	980220	Taibei, Taiwan (台湾台北), Nakamura 3488 (PE)	III : 3 ~ 4

2 观察结果

2.1 海金沙属的孢子形态特征

孢子为四面体形, 辐射对称。极面观一般为钝三角形; 赤道面观为半圆形或超半圆形。孢子体积较大, 极轴长 $51 \sim 72 \mu\text{m}$; 赤道轴长 $56 \sim 92 \mu\text{m}$ 。具三裂缝, 裂缝长度几达赤道线或为半径的三分之二。具明显周壁, 表面呈瘤状、疣块状或网穴状纹饰, 有的表面光滑无纹饰。外壁光滑或呈网状。

2.2 种的孢子形态描述

2.2.1 海金沙 *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw. 图版 I : 1 ~ 5

孢子极面观三角圆形或钝三角形, 赤道面观超半圆形。孢子大小为 $52 \sim 72 \mu\text{m} \times 56 \sim 92 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 裂缝长度几达赤道线。周壁具较大的瘤状纹饰, 瘤的直径 $3 \sim 4.5 \mu\text{m}$ 。外壁光滑。

采自浙江杭州的标本被秦仁昌定名为 *L. japonicum* var. *hangchowenes* (未发表)。从

孢子体积来看, 此标本的孢子(孢子编号 980206)比采自安徽标本的孢子(孢子编号 980206)明显要大。在检测中, 我们发现来自浙江杭州标本的孢子约有 40% 具单裂缝, 这可能是这些标本为杂交类型的缘故。

采自云南的标本被秦仁昌定为 *L. japonicum* var. *pilosum* (未发表), 此标本的孢子体积更大, 但未见单裂缝类型。

2.2.2 海南海金沙 *Lygodium conforme* C. Chr. 图版 I : 6~9

孢子极面观钝三角形, 赤道面观超半圆形或扇形。孢子大小为 $54 \sim 70 \mu\text{m} \times 60 \sim 88 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 几达赤道线。周壁具大的瘤状纹饰, 瘤的直径 $3 \sim 7 \mu\text{m}$ 。外壁表面光滑。

2.2.3 曲轴海金沙 *Lygodium flexuosum* (L.) Sw. 图版 I : 10~11

孢子极面观钝三角形, 赤道面观半圆形。孢子大小为 $58 \sim 69 \mu\text{m} \times 66 \sim 85 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 几达赤道线。周壁具瘤状纹饰, 瘤的直径 $2.5 \sim 4 \mu\text{m}$ 。外壁表面光滑。

2.2.4 狭叶海金沙 *Lygodium microstachyum* Desv. 图版 II : 1

孢子极面观钝三角形, 赤道面观半圆形。孢子大小为 $66 \sim 70 \mu\text{m} \times 72 \sim 80 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 几达赤道线, 有时不明显。周壁具瘤状纹饰, 瘤的直径约 $2 \mu\text{m}$ 。外壁表面光滑。

2.2.5 羽裂海金沙 *Lygodium polystachyum* Wall. 图版 II : 2

孢子极面观钝三角形, 三边稍向内凹, 赤道面观超半圆形。孢子大小为 $58 \sim 63 \mu\text{m} \times 62 \sim 68 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 裂缝几达赤道线。周壁表面具小而密的瘤状纹饰, 瘤的直径在 $1.5 \mu\text{m}$ 左右。外壁表面光滑。

2.2.6 柳叶海金沙 *Lygodium salicifolium* Presl 图版 II : 3

孢子极面观三角圆形, 赤道面观半圆形。孢子大小为 $60 \sim 67 \mu\text{m} \times 73 \sim 79 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 长达赤道线。周壁表面具较矮的瘤状颗粒。外壁表面光滑。

张玉龙等(1976)对该种曾做过光镜观察, 其周壁表面纹饰为较大的瘤状纹饰, 而我们对采自同一地区的标本观察发现, 该种的表面只是向外稍凸出的圆形突起, 并未形成大的瘤状纹饰, 其原因有待进一步研究。

2.2.7 网脉海金沙 *Lygodium subareolatum* Christ. 图版 II : 4~5

孢子极面观三角圆形, 赤道面观半圆形。孢子大小为 $51 \sim 55 \mu\text{m} \times 58 \sim 74 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 裂缝在周壁表面不明显。周壁较薄, 表面光滑, 有时稍粗糙。外壁表面光滑。

2.2.8 云南海金沙 *Lygodium yunnanense* Ching 图版 II : 6~7

孢子极面观钝三角形, 三边稍向内凹, 赤道面观半圆形, 三个角向近极面弯曲。孢子大小为 $59 \sim 67 \mu\text{m} \times 60 \sim 75 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 裂缝长度约为极面半径的 $2/3$ 。周壁较薄, 表面光滑。

2.2.9 掌叶海金沙 *Lygodium digitatum* Presl 图版 II : 8~9

孢子极面观钝三角形, 赤道面观半圆形。孢子大小为 $58 \sim 62 \mu\text{m} \times 73 \sim 77 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 裂缝不明显。周壁在近极面光滑, 无纹饰, 远极面具疣状纹饰。

2.2.10 小叶海金沙 *Lygodium scandens* (L.) Sw. 图版 III : 1~4

孢子极面观钝三角形, 赤道面观半圆形。孢子大小为 $54 \sim 63 \mu\text{m} \times 60 \sim 84 \mu\text{m}$ 。三裂缝, 裂缝长度约为孢子半径的 $2/3$ 。周壁薄, 纹饰由外壁形成轮廓, 呈网穴状纹饰, 网脊很粗, 网眼较小而似穴, 形状不规则。

3 讨论

3.1 海金沙属孢子形态特征

我们除对我国产海金沙属 10 种植物的孢子进行了观察以外,还对采自国外的本属 10 种植物的孢子进行了研究(孢子取自中国科学院植物研究所标本室 PE),它们是: *Lygodium cisciuatum* Copeland.(法国 France, s. coll., s. n.; 图版Ⅲ:5~6); *L. venustum* Sw.(洪都拉斯 Honduras, S. Y. Chevez. 160; 图版Ⅲ:7); *L. polymorphum* (Car.) H. B. K.(英国 U. K., Bartlett H. H. 11423; 图版Ⅲ:8); *L. radiatum* (巴拿马 Panama, Valley 2590; 图版Ⅲ:9~10); *L. lanceolatum* Desv.(新几内亚 New Guinea, Balwer M. G. 79; 图版Ⅳ:1); *L. palmatum* (L.) Sw.(美国 U.S.A., Wolfe, s. n.; 图版Ⅳ:2~3); *L. volubile* Sw.(巴西 Brazil, Silva J. M. 196; 图版Ⅳ:4~5); *L. kingii* Copeland.(新几内亚 New Guinea, Balwer M. G. 70; 图版Ⅳ:6); *L. dimorphum* Kwatzen.(法国 France, s. coll. s. n.; 图版Ⅳ:7); *L. reticulatum* Schkuch.(英国 U. K., s. coll. s. n.; 图版Ⅳ:8~9)。

张玉龙等(1976)在光镜下观察了本属 7 种植物的孢子,其表面纹饰分为两类,瘤状纹饰(6 种)和网穴状纹饰(1 种)。Tryon 和 Lugardon(1991)将观察到的 20 种孢子形态特征分为 3 个类型,瘤状纹饰、疣状纹饰和网状纹饰,以瘤状纹饰为主。

我们通过对本属 20 种植物孢子的观察,发现本属孢子形态在种间变异较大,其表面纹饰可分成 4 种类型,与之相对应,孢子壁层结构亦有明显差异。

3.1.1 类型 I, 瘤状纹饰

孢子外壁厚,约 2~3 μm (图版 I:5,7),表面光滑(图版 I:4)。周壁厚,明显分层,内层薄,紧贴外壁;中层稍疏松,由一些长条形的成分径向排列似栅栏状(图版 I:5)或细颗粒状(图版 I:7~8);外层较厚,瘤状纹饰由周壁外层形成(图版 I:4~5, 7~8)。本属大多数种具此类型孢子,*L. japonicum* 最为典型,*L. cisciuatum*, *L. conforme*, *L. flexuosum*, *L. lanceolatum*, *L. microstachyum*, *L. polymorphum*, *L. polystachyum*, *L. radiatum*, *L. venustum*, *L. salicifolium* 也都具此类型的孢子。在这一类型中,种间差异主要表现在瘤的大小、疏密上,其中,*L. conforme* 瘤较大,稀疏;*L. microstachyum* 瘤最小,稠密;而 *L. lanceolatum* 的瘤较矮,表面近于平滑。

3.1.2 类型 II, 表面平滑无纹饰

孢子外壁光滑(图版 II:4,6)。周壁较薄,表面光滑(图版 II:6~7; IV:3~4),有的稍凹凸不平(图版 IV:4~5);有的表面具小的凹坑(图版 IV:2~3)。具此类型孢子的种类有 *L. palmatum*, *L. subareolatum*, *L. volubile*, *L. yunnanense*, 最典型的是 *L. yunnanense*。

3.1.3 类型 III, 疣状纹饰

孢子壁的结构与类型 I 相似,周壁在远极面和赤道面形成较大的疣块状纹饰,接触面光滑无疣(图版 II:8~9; 图版 IV:6)。具此类型孢子的种类有 *L. dimorphum*, *L. digitatum*, *L. kingii* 等。种间差异主要表现在疣块的大小上,有的种类在整个孢子的表面还密布着小瘤,如 *L. dimorphum*(图版 IV:7)。

3.1.4 类型 IV, 网穴状纹饰

孢子纹饰的轮廓由外壁形成,周壁较薄,紧贴于外壁上,呈网穴状纹饰(图版 III:4)。

具此类型孢子的种类有 *L. scandens*, *L. reticulatum*。

3.2 海金沙属孢子形态在分类上的意义

海金沙属植物的孢子形态在种内较稳定。我们观察了不同产地的同种植物的孢子,并与前人的报道进行了比较,发现形态上没有明显差异。本属植物的孢子形态多样,种间特征差异明显。我们观察的我国 10 种植物的孢子,可明显分为 4 种类型,各类型之间的差异主要表现在表面纹饰上,同时壁层结构和外壁的形态也有明显不同,因此,孢子形态对种类的划分和属下系统的建立有一定意义。

尽管本属植物孢子形态不同,类型之间差异较大,但我们仍能看到它们彼此间的联系。瘤状纹饰是该属植物孢子表面纹饰的基本类型,与之对应,孢子周壁较厚,由周壁外层形成纹饰的轮廓。如果此种类型周壁变薄,厚度变均匀,就成为表面光滑的类型;若周壁演化成厚度不均匀、表面疣块状,就是疣状纹饰;网状纹饰与上述 3 种类型差异较大,但如果疣状纹饰类型的周壁变薄而均匀,外壁加厚形成网状脊,也就是网状纹饰。网状纹饰在海金沙属中是少数比较特殊的类型,它的纹饰轮廓是由外壁形成,与本属亲缘关系最近的密穗蕨属 *Anemia* Sw. 和非洲蕨属 *Mohria* Sw. 的孢子纹饰也都是由外壁形成的,也许正是通过这种类型,在孢粉学上能够找到本属与邻近科属之间的联系。

参 考 文 献

- Chang Y-L(张玉龙), Xi Y-Z(席以珍), Tu N-C(杜乃秋), 1974. The scanning electron microscopical investigation on the spores of some species of pteridophytes, *Acta Bot Sin*(植物学报), 16(3):291~292
- Chang Y-L(张玉龙), Xi Y-Z(席以珍), Zhang C-T(张金谈) *et al.*, 1976. *Sporae Pteridophytorum Sinicorum*. Beijing: Science Press
- Cheng Z-Y(程治英), Wu S-G(武素功), 1997. Spore morphology in the Sinopteridaceae. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 19(1):75~78
- Ching R-C(秦仁昌), Fu S-H(傅书遐), Wang C-H(王铸豪) *et al.*, 1959. Pteridophyta (Ophioglossaceae-Oleandraceae). In: *Fl Reip Pop Sin*. Vol. 2. Beijing: Science Press
- Devi S, 1988. Spores of pteridophytes. *Indian Fern J*, 5:28~57
- Fan Y-W(范亚文), Bao W-M(包文美), Wang Q-X(王全喜), 1997. Studies on the spore morphology of Ophioglossaceae from China. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*(西北植物学报), 17(6):182~189
- Ferrarini E, Ciampolini F, Pichi Sermolli R E G *et al.*, 1986. *Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiae*. *Webbia*, 40(1):1~202
- Lellinger D B, Taylor W C, 1997. A classification of spore ornamentation in the Pteridophyta. *Royal Botanic Gardens Kew, Holtum Memorial Volume*. 33~42
- Li G-F(李国范), Aur C-W(敖志文), 1988. Studies on the spore morphology of Polypodiaceae from Northeastern China. *J Northeast Forestry Univ*(东北林业大学学报), 16(4):26~30
- Li J-X(李建秀), Ding Z-C(丁作超), Zhou F-Q(周凤琴), 1989. Studies on the spore morphology of *Athyriopsis* Ching in Shandong. *Bull Bot Res*(植物研究), 9(3):105~112
- Li J-X(李建秀), Wang Y-Y(王彦英), Zhou F-Q(周凤琴) *et al.*, 1991. Studies on the spore morphology of *Lunathyrium* Koidz. in Shandong. *Bull Bot Res*(植物研究), 11(1):73~77
- Li N(李娜), Xie Y-T(谢寅堂), 1992. Study on the spore morphology of Onocleaceae from China. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*(西北植物学报), 12(2):154~157
- Liu B-D(刘保东), Bao W-M(包文美), Aur Z-W(敖志文), 1989. Studies on the spore morphology of Selaginellaceae. *Bull Bot Res*(植物研究), 9(3):113~131
- Liu J-X(刘家熙), 1997. Studies on the spore morphology of *Adiantum* L. in Beijing. *Bull Bot Res*(植物研究), 17(4):377~379

- Lugardon B, 1974. La structure fine de l'exospore et de la perispore II. *Filicales*. Commentaires. Pollen et Spores, 16(2):161~226
- Shi L (石雷), Zhang X-C (张宪春), 1999. Taxonomy of the fern genus *Leptochilus* Kaulf. (Polypodiaceae). Acta Phytotax Sin (植物分类学报), 37(2):145~152
- Tryon A F, Lugardon B, 1991. Spores of the Pteridophyta. New York: Springer-Verlag
- Uffelen G A van, 1993. Morphogenesis and evolution of the spore wall of Polypodiaceae (Filicales). Leiden: Rijks-herbarium/Hortus Botanicus
- Wang Q-X (王全喜), Bao W-M (包文美), Aur Z-W (敖志文), 1994. Studies on the spore morphology of *Lygodium* from Northeastern China. Bull Bot Res(植物研究), 14(1):69~72
- Wang Q-X (王全喜), Chen L-Q(陈立群), Bao W-M (包文美), 1997. Studies on the spore morphology of *Gymnopteris* from China. Acta Bot Boreali-Occident Sin (西北植物学报), 17(5): 44~47
- Wu S-H(吴兆洪), Ching R-C(秦仁昌), 1991. Fern Families and Genera of China. Beijing: Science Press
- Wu Y-S(吴玉书), 1989. Studies on the spore morphology *Selaginella sinensis* and its ecological significance. Acta Bot Sin(植物学报), 31(1):77~80
- Xiang L-L(向莉琳), 1992. Studies on the morphology of *Polystichum* from Yunnan. Yushania, 9:93~116
- Zhang L-B(张丽兵), Kung H-S(孔宪需), 1994. Study on the spore morphology of Chinese sect. *Metapolystichum*. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 16(3):273~278
- Zhang X-C(张宪春), Nooteboom H P, 1998. A taxonomic revision of Plagiogyriaceae (Pteridophyta). Blumea, 43: 401~469

图版说明 Explanation of plates

E: 外壁; P: 周壁; P1: 周壁内层; P2: 周壁中层; P3: 周壁外层。

E: exospore; P: perispore; P1: inner layer of perispore; P2: middle layer of perispore; P3: outer layer of perispore.

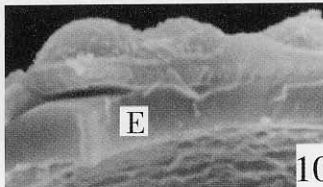
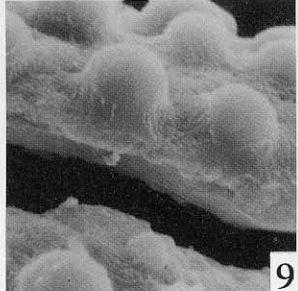
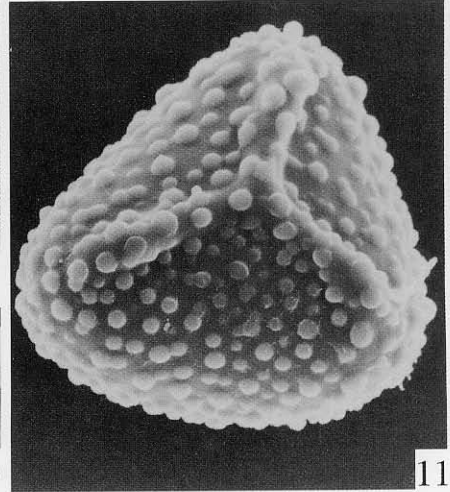
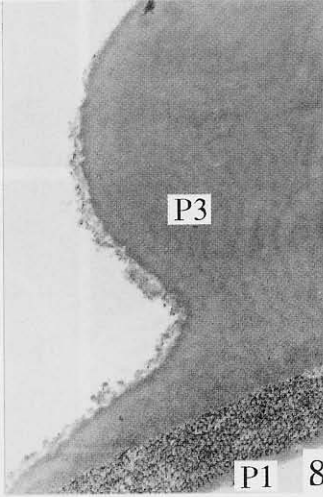
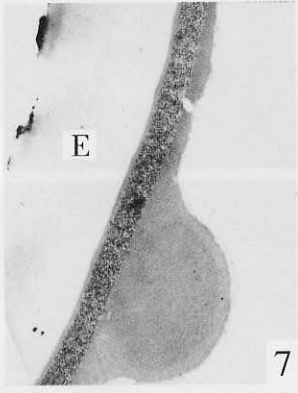
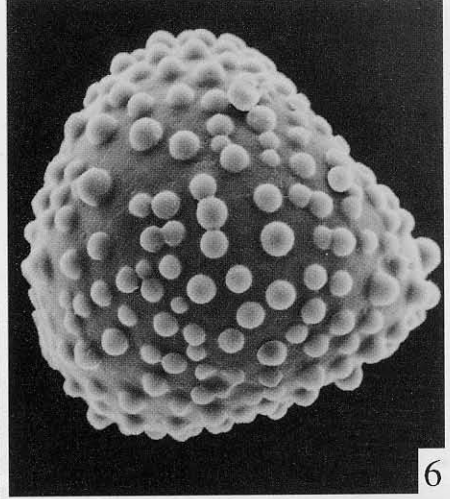
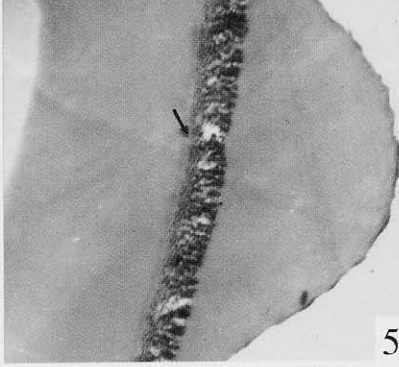
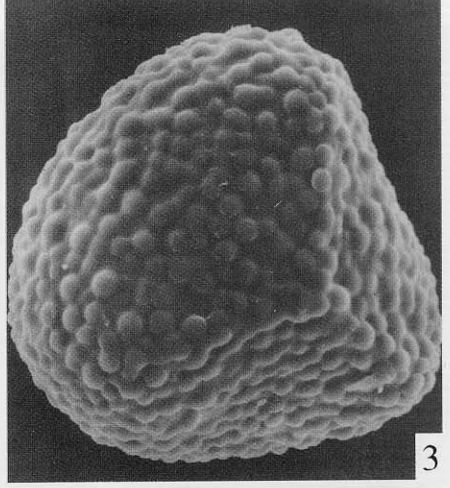
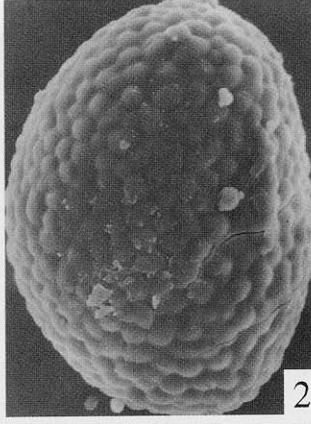
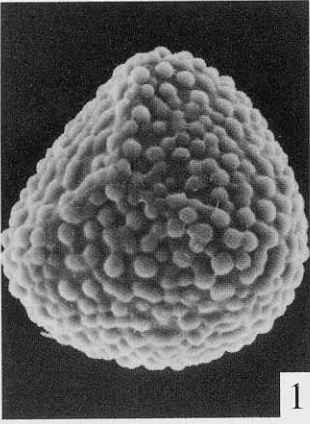
Plate I 1~5. *Lygodium japonicum*; 6~9. *L. conforme*; 10~11. *L. flexuosum*(1~3, 6, 11. $\times 700$; 4. $\times 2\ 000$; 5,8. $\times 10\ 000$; 7. $\times 5\ 000$; 9. $\times 2\ 700$; 10. $\times 3\ 300$)

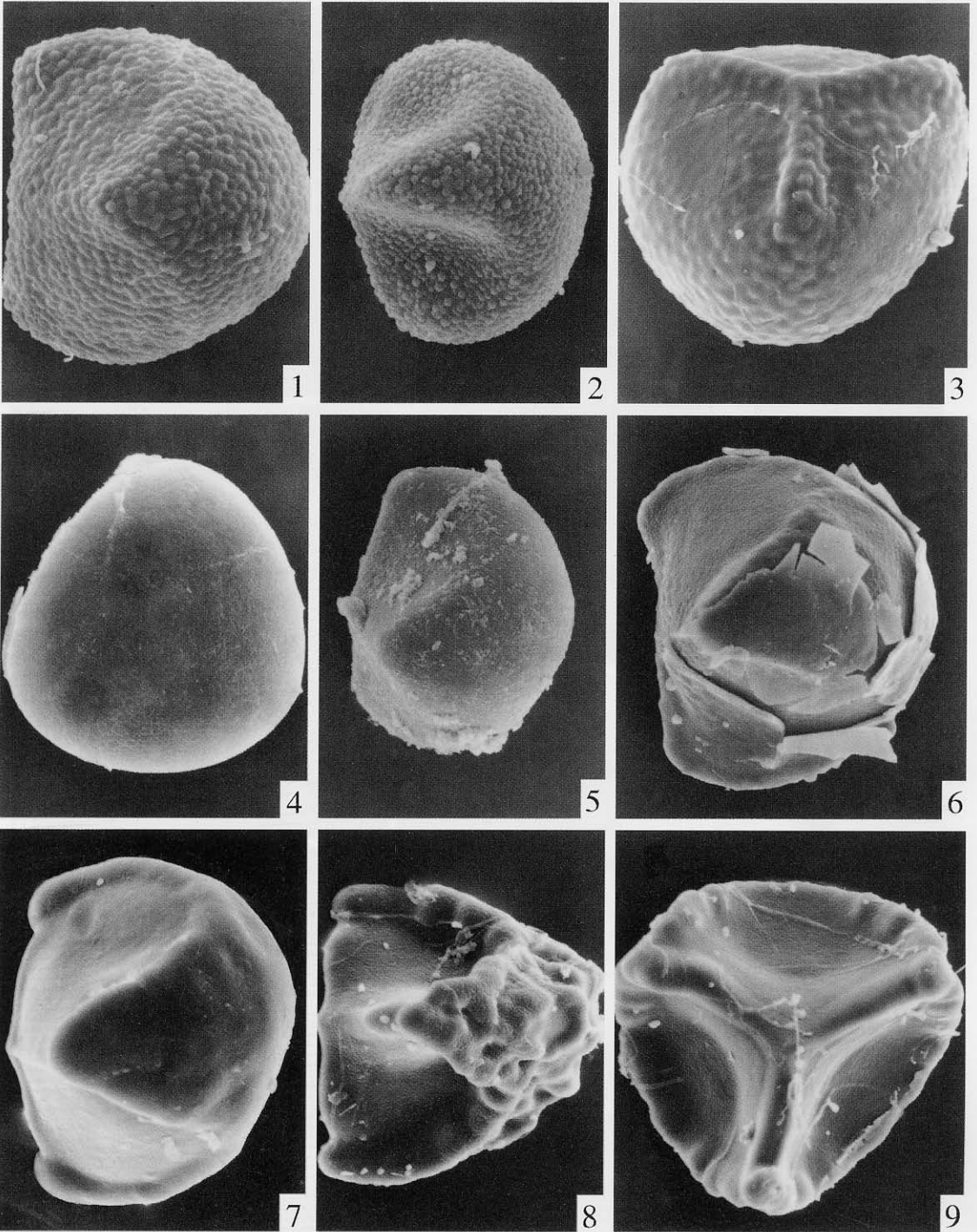
Plate II 1. *Lygodium microstachyum*; 2. *L. polystachyum*; 3. *L. salicifolium*; 4~5. *L. subareolatum*; 6~7. *L. yunnanense*; 8~9. *L. digitatum* (1~7. $\times 700$; 8~9. $\times 570$)

Plate III 1~4. *Lygodium scandens*; 5~6. *L. cisciuatum*; 7. *L. venustum*; 8. *L. polymorphum*; 9~10. *L. radiatum* (1. $\times 900$; 2~3,6~9. $\times 700$; 4,10. $\times 2\ 000$; 5. $\times 3\ 300$)

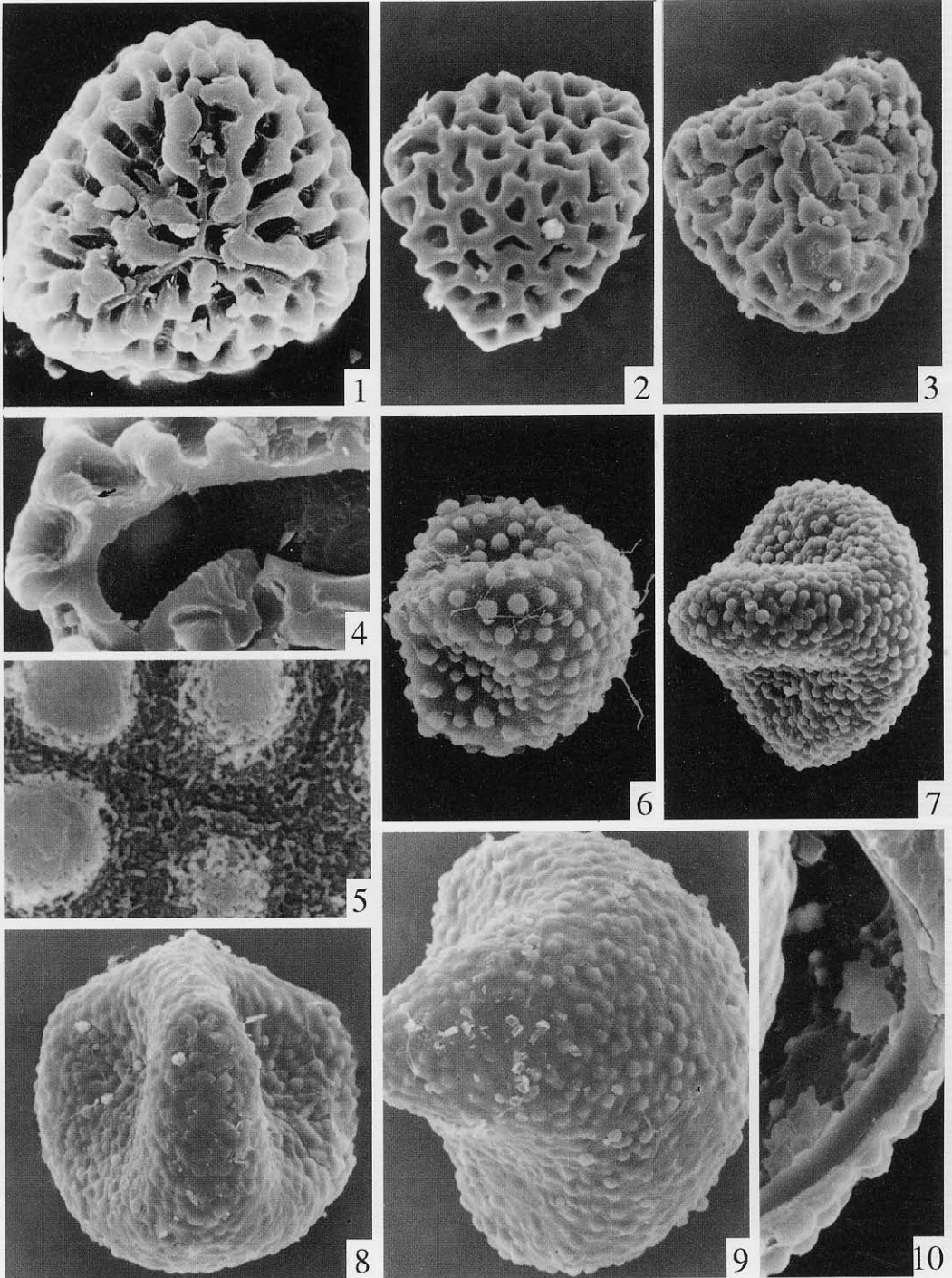
Plate IV 1. *Lygodium lanceolatum*; 2~3. *L. palmatum*; 4~5. *L. volubile*; 6. *L. kingii*; 7. *L. dimorphum*; 8~9. *L. reticulatum*; (1~7. $\times 700$; 8. $\times 3\ 300$; 9. $\times 570$)

(责任编辑 汪桂芳)

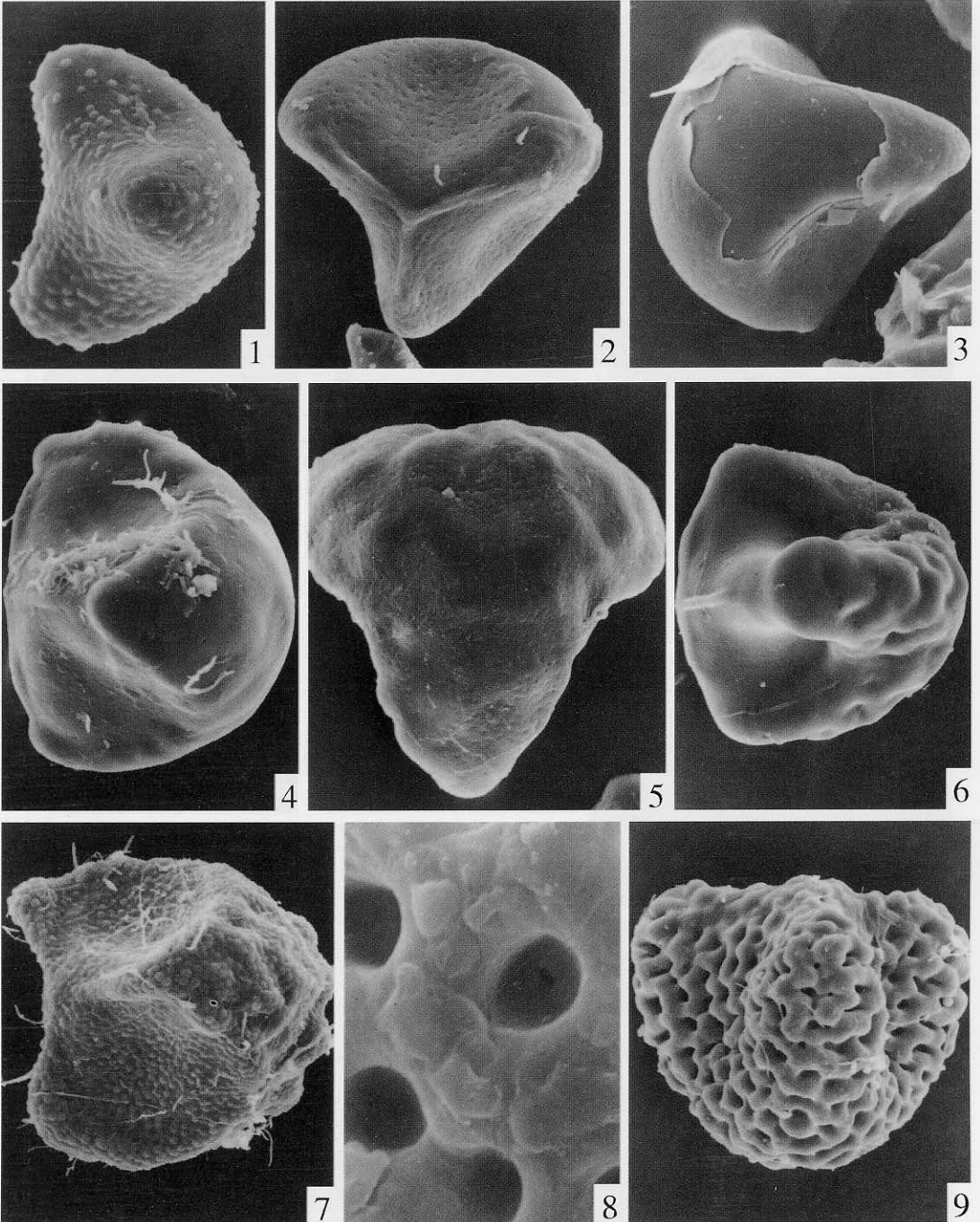




See explanation at the end of text



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text