

# 东亚与北美当归属花粉形态的比较研究\*

余孟兰 舒 璞 潘泽惠

(江苏省植物研究所, 南京 210014)  
中国科学院

**摘要** 对东亚与北美当归属(*Angelica* L.) 72种植物的花粉形态特征进行了观察, 表明当归属的花粉为一多类型的类群, 包含伞形科全部6种花粉类型, 说明该属既是一个古老的属, 同时又是在发展中不断演化的属。东亚和北美的共有种表明两地区的当归属十分近缘。从两地区存在着古老的姊妹群推断它们共同起源于白垩纪到老第三纪。中国的四川和北美的西北部同为当归属的起源和演化中心。花粉特征还表明当归属的近缘属山芹属(*Ostericum* Maxim.) 为一自然的分类群。

**关键词** 当归属; 东亚与北美; 花粉形态

**The comparative study of pollen morphology of *Angelica* L. between East Asia and North America** Sheh Meng-Lan, Su Pu and Pan Ze-Hui, (Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014), *J. Plant Resour. & Environ.* 1997, 6(1): 41~47

The pollen grains of 57 species of *Angelica* L. from East Asia and North America were examined with the light microscope and scanning electron microscope. The pollen grains of *Angelica* L. vary in shape. According to their characteristics, six types are recognized, namely: subrhomboidal, subrounded, ellipsoidal, subrectangular, superrectangular, and equatorially-constricted types. It reveals that the *Angelica* L. not only is an ancient genus but also a developing one. The common species *A. genuflexa* exist both in East Asia and North America showing the closely relationship geographically. Moreover, there are many ancient sister taxa, such as *A. valida*, *A. apaensis*, *A. dielsii* in East Asia, and *A. dawson*, *A. scabrida* in North America. Their pollen grain shapes are subrhomboidal or ellipsoidal, protruding in equator position and with angulaperture. Based on the reports about fossil pollen and tectonic evolution, they may be occur in Cretaceous to paleo-tertiary, and the centers of origin and diversity of this genus might be in Sichuan of China (N 29~33°, E 102~110°) as well as in Northwest of North America (N 35~58°, W 108~135°).

**Key words** *Angelica* L.; East Asia and North America; pollen morphology

广义的当归属为一大的复合属, 包括当归属(*Angelica* L.) 和有作为独立的山芹属(*Ostericum* Maxim.)、高山芹属(*Coelopleurum* Turcz.)、柳叶芹属(*Czernaevia* Turcz.) 以及古当归属(*Archangelica* Hoffm.) 共约100种。分布于北温带, 东亚60余种, 北美24种, 欧洲11种, 其他北非、西亚等地有极少数分布。东亚以中国、俄罗斯和日本为多, 其中中国最为丰富, 中国特有种32种。东亚、北美共有种为1种。北美特有种23种。

\* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期 1996-10-26

当归属 (*Angelica* L.) 由林奈建立于 1753 年。高山芹属 (*Coelopleurum* Turcz.) 由 Ledebour 建立于 1844 年。1965 年俄罗斯学者 M. Pimenov 将其并入 *Angelica* 属<sup>[1]</sup>。柳叶芹属 (*Czernaevia* Turcz.) 由 Turczaninow 建立于 1844 年。1936 年曾由 Kitagawa 将其并入 *Angelica* 属<sup>[2]</sup>。山芹属 (*Ostericum* Maxim.) 由 Hoffmann 建立于 1814 年, Maximoviz 1873 年将其部分种类归并入 *Angelica*<sup>[3]</sup>。古当归属 (*Archangelica* Hoffm.) 建立于 1814 年。Regel 曾于 1878 年将其作为 *Angelica* 的一个组, 称为 sect. *Archangelica* Regel。由此可见历来世界学者对它们的分合意见很不一致。《北美植物志》将山芹、高山芹、柳叶芹等属统归于 *Angelica* 属<sup>[4]</sup>。欧洲没有山芹和柳叶芹的分布, 但有高山芹和古当归的种类。《欧洲植物志》将高山芹和古当归的成员并入 *Angelica* 内<sup>[5]</sup>。《苏联植物志》仅将柳叶芹属并入 *Angelica*。《日本伞形科植物志》将山芹属、高山芹属和古当归属都并入当归属<sup>[6]</sup>。《中国植物志》将上述 5 属都分别作为独立的属收载<sup>[7]</sup>。

有关当归属及其近缘属的花粉形态, 以往文献仅有零星报道。Cerceu-Larrival (1962, 1971, 1976)<sup>[8-10]</sup>, Roland-Heydaker (1978)<sup>[11]</sup> 以及席以珍、孙湘君 (1983)<sup>[12]</sup> 等都曾有过关于 *Angelica* 属某些种类的花粉形态报道, 但对于该属花粉专门性的研究迄今未见到。本文收集了广义当归属的大量花粉材料进行了光学和电镜扫描观察, 目的在于探讨当归属的起源; 东亚与北美当归属植物的亲缘关系以及上述诸属间的关系。

## 1. 材料和方法

花粉材料取自本所标本馆、美国加州大学和哈佛大学标本馆以及俄罗斯、日本、韩国有关单位。方法: 光学制片采用醋酸酐分解法, 体积大小指数采用  $\sqrt{P \times E}$  法计算。扫描电镜样品直接置于铜台上, 用金箔喷镀在 ISI-DS-130 型号扫描电镜下观察拍照。

## 2. 观察结果

### 2.1 东亚当归属花粉形态特征 (详见表 1)

2.1.1 花粉粒形状 赤道面观包括 6 种形状: 近菱形 1 种, 近圆形 2 种, 椭圆形 9 种, 近长方形 15 种, 超长方形 5 种, 赤道收缩形 1 种。

2.1.2 极轴与赤道轴的比例 (P/E) 最小值为 1.4, 最大值为 2.4。

2.1.3 体积大小指数 ( $\sqrt{P \times E}$ ) 最小者 15, 最大者 28。

2.1.4 萌发孔特征 沟长达极者有 20 种, 中等长者 9 种, 短的 4 种。内孔椭圆形 24 种, 方形 5 种, 椭圆横长 3 种, 圆形 1 种。萌发孔的位置, 角孔 9 种, 其余 24 种均为边孔。

2.1.5 外壁特征 在光学显微镜下, 外壁纹饰以网状居多, 少数为粗网状和细网状。扫描观察, 在极区有条-网状、穴网状和脑纹-网状; 赤道区有条-网状、脑纹-网状和拟脑纹-网状。

### 2.2 北美当归属花粉形态特征 (详见表 2)

2.2.1 花粉粒形状 赤道面观有 4 种形状: 近菱形 1 种, 椭圆形 6 种, 近长方形 11 种, 超长方形 6 种。

2.2.2 极轴与赤道轴的比例 (P/E) 最小值为 1.3, 最大值为 2.3。

表 1 东亚当归属花粉形态特征

Tab 1 The characteristics of pollen grains in *Angelica* of East Asia

种名 Species	花粉形状 赤道面观 Shape, equatorial view	极轴/ 赤道轴 P/E	大小 指数 Size index $\sqrt{P \times E}$	萌发孔 Aperture			外壁纹饰 Exine ornamentation			凭证标本 Voucher
				沟 Colpus	内孔 Pore	位置 Position	光镜下 LM	扫描电镜下 SEM		
								极区 p. a.	赤道区 e. a.	
<i>A. valida</i>	近菱形	1.4	20.9	较长	椭圆形	角孔	网状			湖北,李文杰 136
<i>A. apaensis</i>	近圆形	1.4	25.2	较长,宽	椭圆形	角孔	网状			辽宁,潘泽惠等 9113
<i>A. dielsii</i>	近圆形	1.8	22.0	较长,宽	椭圆形	角孔	网状			四川,潘泽惠等,无号
<i>A. morrisonicola</i>	椭圆形	1.9	18.9	较长,宽	圆形	角孔	网状			台湾,S. Suzuki 2214
<i>A. polymorpha</i>	椭圆形	1.8	23.8	较长	随圆形	角孔	粗网状			日本,S. Suzuki 420006
<i>A. florenti</i>	椭圆形	1.6	20.6	较长	椭圆形	角孔	网状			前苏联,F. Schmidt 1860
<i>A. acutiloba</i>	椭圆形	2.1	16.3	较长, 宽	椭圆形, 横长	边孔	网状			日本,Furuse,无号
<i>A. inaequalis</i>	椭圆形	1.7	15.0	较长	椭圆形	边孔	网状	穴-网状	条-网状	日本,M. Hiroe 16438
<i>A. dahurica</i>	椭圆形	2.0	19.4	较长,宽	椭圆形	边孔	细网状		条-网状	日本,Maximowicz 1863
<i>A. shikokiana</i>	椭圆形	1.8	18.5	较长	椭圆形	边孔	网状	条-网状	拟脑纹-网状	日本,K. Seto,无号
<i>A. amurensis</i>	椭圆形	1.5	28.0	较长	椭圆形	角孔	网状	脑纹-网状	脑纹-网状	吉林,王崇书 647
<i>A. genuflexa</i>	椭圆形	2.0	19.7	较长	方形	边孔	网状	脑纹-网状	脑纹-网状	前苏联,E. Hulton 4408
<i>A. sylvestris</i>	近长方形	2.0	22.0	较长	椭圆形	边孔	网状			前苏联,H. H. Iltis 1219
<i>A. pubescens</i>	近长方形	2.0	21.0	较长,宽	椭圆形	边孔	网状			日本,M. Hiroe 16439
<i>A. ursina</i>	近长方形	2.2	20.7	较长,细	方形	边孔	网状			日本,M. Hiroe 6647
<i>A. edulis</i>	近长方形	2.0	19.8	短,宽	随圆形	边孔	网状			日本,M. Hiroe 6638
<i>A. longiradiata</i>	近长方形	2.1	22.0	长,细	方形	边孔		条-网状	拟脑纹-网状	日本,M. Furuse,无号
<i>A. maowenensis</i>	近长方形	2.1	20.3	长,宽	椭圆形	边孔	网状			四川,无人名 8878
<i>A. decursiva</i>	近长方形	2.2	24.0	较长,细	椭圆形	边孔				浙江,曾怀德 20718
<i>A. setchuensis</i>	近长方形	2.0	22.0	较长,细	椭圆形	边孔				四川,R. P. Farges,无号
<i>A. tsinlingensis</i>	近长方形	1.8	26.0	较长,细	方形	边孔				陕西,刘心恬等 90110
<i>A. gigas</i>	近长方形	2.2	20.3	短,细	方形	边孔				Y. N. Lee 345
<i>A. biserrata</i>	近长方形	2.0	19.4	长,宽	椭圆形	边孔				江西,王名金 974
<i>A. fargesii</i>	近长方形	1.8	22.0	长,宽	椭圆形	边孔				四川,方文培 2191
<i>A. omeiensis</i>	近长方形	2.0	21.6	较长,宽	椭圆形	角孔				四川,岳俊三 77001
<i>A. oncosepala</i>	近长方形	2.0	25.0	长,宽	椭圆形	角孔	网状			云南,俞德浚 22672
<i>A. rubrivaginata</i>	近长方形	2.2	20.7	长,宽	椭圆形, 横长	边孔	网状			四川,E. H. Wilson 3785
<i>A. stenoloba</i>	超长方形	2.2	22.5	长,宽	椭圆形	边孔	粗网状			日本,G. Murata 37261
<i>A. morii</i>	超长方形	2.4	19.3	短,细	椭圆形	边孔	网状			浙江,邓懋彬 82133
<i>A. saxicola</i>	超长方形	2.2	18.5	长,宽	椭圆形	边孔	网状			日本, I. Yogo 无号
<i>A. anomala</i>	超长方形	2.2	20.7	长,宽	椭圆形, 横长	边孔	粗网状			朝鲜,V. Komarov 1180
<i>A. hakonensis</i>	超长方形	2.1	25.6	较长	椭圆形	边孔	粗网状			日本,K. Watanabe 无号
<i>A. keiskei</i>	赤道收缩形	2.2	23.8	短,宽	椭圆形	边孔	粗网状			日本,S. Suzuki 368001

2.2.3 体积大小指数( $\sqrt{P \times E}$ ) 最小者 17.3,最大者 26.9。

2.2.4 萌发孔特征 沟长达极 2 种,中等长者 10 种,短的 12 种。内孔形状椭圆形 13 种,方形和椭圆形横长者各 5 种,圆形 1 种。萌发孔的位置,绝大多数为边孔,仅 3 种为角萌发孔。

2.2.5 外壁特征 在光学显微镜下,外壁纹饰以网状和粗网状居多,少数为条状。扫描电镜

下,极区多为条-网状,其次为穴网状;赤道区以拟脑纹-网状和脑纹-网状较多,其次为皱波状。

### 2.3 东亚与北美当归属的共有种和姊妹群

根据对美国 and 俄罗斯堪察加所产 *A. genuflexa* 的花粉比较观察,其形态特征颇为相似。花粉粒形状同为椭圆形, P/E 值为 2, 体积大小指数 19.4~21.2, 沟细长, 均为边萌发孔。两地区还存在着较古老的姊妹群。如产于中国四川的 *A. valida*, *A. apaensis*, *A. dielsii* 以及产于美国 Montana 的 *A. dawsoni* 和 Nevada 的 *A. scabrida* 等, 它们都同样具有较原始的花粉性状。

表 2 北美当归属花粉形态特征

Tab 2 The characteristics of pollen grains in *Angelica* of North America

种名 Species	花粉形状 赤道面观 Shape equatorial view	板轴/ 赤道轴 P/E	大小 指数 Size index $\sqrt{P \times E}$	萌发孔 Aperture			外壁纹饰 Exine ornamentation			凭证标本 Voucher
				沟 Colpus	内孔 Pore	位置 Position	光镜下 LM	扫描电镜下 SEM		
								极区 p. a.	赤道区 e. a.	
<i>A. dawsoni</i>	近菱形	1.3	17.0	较长	方形	角孔	条状			美国, M. Moor 13075
<i>A. scabrida</i>	椭圆形	1.7	18.0	长, 宽	圆形	边孔	网状			美国, I. W. Clokey 5548
<i>A. nelsoni</i>	椭圆形	2.0	24.7	长, 宽	椭圆形, 横长	边孔	网状			墨西哥, G. B. Hinto 8254
<i>A. tomentosa</i>	椭圆形	1.7	23.8	长, 宽	椭圆形	边孔	网状	条-网状	脑纹-网状	美国, L. C. Wheeler 906
<i>A. hendersoni</i>	椭圆形	1.8	23.8	长	椭圆形	角孔	网状			美国, L. Constance 3643
<i>A. canbyi</i>	椭圆形	2.0	17.6	长	方形	角孔	穴-网状	拟脑纹-网状		美国, J. P. Sharples 165
<i>A. genuflexa</i>	椭圆形	2.0	19.4	长	椭圆形	边孔	条-网状	拟脑纹-网状		美国, J. P. Tracy 15670
<i>A. triquinata</i>	近长方形	2.1	25.6	长	椭圆形, 横长	边孔	粗网状			美国, W. B. Fox 5215
<i>A. lineariloba</i>	近长方形	2.0	19.8	短, 宽	方形	边孔	粗网状			美国, I. T. Strom 9888
<i>A. atropurpurea</i>	近长方形	1.84	22.9	长	椭圆形	边孔	粗网状			加拿大, F. F. Mavie- Victorin 18437
<i>A. breweri</i>	近长方形	1.8	25.6	长, 宽	椭圆形, 横长	边孔	条状			美国, W. A. Archer 5696
<i>A. venenosa</i>	近长方形	1.8	25.0	短, 细	椭圆形	边孔	细条- 网状			美国, H. M. Raup 7672
<i>A. lucida</i>	近长方形	2.0	24.7	长, 宽	椭圆形	边孔	穴-网状	皱波状		北美, R. H. Woodworth 314
<i>A. dentata</i>	近长方形	2.0	24.7	短, 细	椭圆形	边孔	穴-网状	脑纹-网状		北美, R. K. Godfrey 50805
<i>A. arguta</i>	近长方形	1.9	18.9	短, 细	椭圆形	边孔	条-网状	短粗条状		美国, W. E. Booth 62525
<i>A. kingii</i>	近长方形	1.8	23.8	短, 细	椭圆形	边孔	条-网状	脑纹-网状		美国, B. Maguire 21880
<i>A. wheeleri</i>	近长方形	2.0	19.4	短, 细	方形	边孔	网状			美国, J. A. Harris 21790
<i>A. roseana</i>	近长方形	1.8	23.8	较长, 宽	椭圆形	边孔	粗网状			美国, A. Nelson 6500
<i>A. grayi</i>	超长方形	2.2	24.0	短, 细	椭圆形, 横长	边孔	粗网状			美国, A. Nelson 7760
<i>A. ampla</i>	超长方形	2.3	18.9	短, 细	椭圆形	边孔	条-网状	拟拟纹-网状		美国, S. A. Spongberg 66-179
<i>A. californica</i>	超长方形	2.0	26.8	短, 细	椭圆形	边孔	条状			美国, W. Z. Jepson 无号
<i>A. curtisii</i>	超长方形	2.07	25.0	短, 宽	椭圆形, 横长	边孔	穴-网状	拟脑纹-网状		美国, W. A. Cannon 166
<i>A. pinnata</i>	超长方形	2.0	22.9	短, 宽	椭圆形	边孔	条-网状	短皱波状		美国, C. L. Porter 5055
<i>A. laurentiana</i>	超长方形	2.0	26.9	短, 宽	方形	边孔	粗网状			加拿大, M. L. Fernald 28783

## 2.4 当归近缘属的花粉观察

据对山芹属 4 种植物花粉的观察,其花粉粒形状为椭圆形或近长方形,内孔多为方形,大都为角萌发孔,沟中等长,内外壁等厚。其他古当归、高山芹属具有超长长方形花粉,柳叶芹为近长方形,都属于中等以上进化的类群。但由于它们种类少,其地位还有待于获取其他具有说服力的证据加以综合考虑。

## 3. 讨 论

### 3.1 当归属花粉是一个多样化的类群

当归属花粉包含了伞形科花粉的所有类型,有近菱形、近圆形、椭圆形、近长方形、超长长方形、赤道收缩形等 6 种,但主要的是近长方形,其次为超长长方形。从花粉的这种多类型证明当归属既是一个很古老的属,同时又是一个在发展中不断分化的类群。

### 3.2 当归属(狭义)与山芹属(*Ostericum Hoffm.*)的关系

从花粉形态看当归属与山芹属十分相近,都属于中等演化的属,但山芹属花粉形态有相对的一致性,与宏观的其他特征如具发达的萼齿等性状综合考虑,作为一个独立的属存在是恰当的。

### 3.3 东亚与北美当归属的亲缘关系

花粉形态表明东亚与北美当归属亲缘关系较近。

3.3.1 花粉形态近似 东亚与北美当归属花粉形态具有一定的相似性。其形状都带有多样化的特点。同样都具有原始和进化类型,而且都同样以近长方形的花粉为主,其次为超长长方形。其他如极轴的比例(P/E),东亚与北美都以 2~2.4 为最多。内孔形状两地区都以椭圆形为主。萌发孔的位置,两地区的原始类群均为角萌发孔。其纹饰也大体相似。因此,以上性状说明两地区当归属的起源与发展速度基本相同。

3.3.2 姊妹群的存在揭示当归属的发源地 当归属花粉的原始类群分布于东亚的有金山当归(*A. valida* Diels)、阿坝当归(*A. apaensis* Shan et Yuan)、城口当归(*A. dielsii* de Boiss)。分布于北美的有 *A. dawsonii* S. Wats., *A. scabrida* Clokey et Math.。分布于东亚的这 3 种均为中国的特有种。其主产地都在四川。四川除以上 3 种原始类群外,还产有被视为中等演化具长方形花粉的茂汶当归(*A. maoenensis* Yuan et shan)、红鞘当归(*A. rubrivaginata* Wolff)、四川当归(*A. setchuensis* Diels),以及演化程度较高,具超长长方形花粉粒的峨眉当归(*A. omeiensis* Yuan et Shan)和曲柄当归(*A. fargesii* de Boiss.)等。川产当归种类多,现知有 17 种,占中国当归属(狭义)的一半。其花粉既有原始类群,同时又是多样化的中心。无疑中国四川是当归属的原始中心和分化中心之一。其分布地区范围在北纬 29~33°和东经 102~110°之间。北美当归属种类仅次于东亚,其包含的花粉类型亦不少。既有原始的,也有进化的类群。同样也可视为当归属的另一原始和分化中心。其分布范围大致在北纬 35~58°和西经 108~135°之间,也就是在美国的西部艾达荷(Idaho),邦德里(Boundary)至加拿大的不列颠哥伦比亚省。

3.3.3 古老类群的特征及地壳变迁揭示相同的起始时期 东亚的原始类群金山当归、阿坝当归、城口当归与北美的原始类群 *A. dawsoni* S. Wats. 代表着当归属演化史上古老的姊妹群,

它们具有近菱形、近圆形和椭圆形的花粉,除了沟长和具有角萌发孔等原始性状外,还具有赤道突起的特征。据报道赤道突起的花粉一般见于白垩纪到老第三纪地层中<sup>[12]</sup>。同时根据 Fujita K. 等人的研究成果,西伯利亚北部部分块体(Omolon 地体)和北美阿拉斯加(Alaska)块体在 1.25 亿年前(早白垩纪中期)碰撞拼贴到一起<sup>[13]</sup>,这给植物基因的交流、繁荣发展创造了有利条件和适宜环境,当归属植物自然也不例外。上述两种学说对于我们探讨当归属的起源恰好互相吻合,因此,有理由认为东亚与北美当归属植物同时起源于白垩纪到老第三纪。东亚与北美的共有种 *A. genuflexa*,从花粉形态上看,两地区非常相似,这个连接东亚与北美的纽带更是上述推断的一个很好的实证,足以说明两地区的地理亲缘关系是十分紧密的。但有一点值得提出的是两地区除了个别的共有种以外,绝大部分种类并不相同。这其中的缘由,一方面固然由于气候、环境等各方面因素的影响,同时更重要的可能由于中新世白令海峡的出现,地理隔离对于基因交流又出现了障碍而产生新的类群,因此,两地区各自发展形成不同的多样化种类。

### 参 考 文 献

- 1 Pimenov M. Nov Syst Pl Vasc, 1965, 194~206.
- 2 Kitagawa M. *Ostericum* and *Angelica* from Manchuria and Korea I. Journ Jap Bot, 1936, 12:241.
- 3 Maximowicz C J. Mel Biol, 1873, 9: 249.
- 4 Mathias M E, Constance L. North American Flora Vol. 28 B, Part 1. Publ. by The New York Bot. Gard., 1944. 192~202
- 5 Tutin T G, Heywood V H. Flora Europ. Vol. 2. Cambridge At the University Press, 1968. 356~358.
- 6 Hiroe M, Constance L. Umbelliferae of Japan. Berkeley: University of California Press, 1958. 91~130.
- 7 单人骅,余孟兰主编. 中国植物志 第 55 卷,第 3 分册. 北京:科学出版社,1992.
- 8 Cerceau-Larrival M-Th. Plantules et pollens d' Ombelliferes. Mem Mus Nat Hist Nat. Paris II ser. 1962, 8(14): 1~166.
- 9 Cerceau-Larrival M-Th. Morphologie pollinique et correlations phylogenetiques Chez Les Ombelliferes. Biol Chemis Bot Linn Soc, 1971, 64. Suppl. 1: 109~156.
- 10 Cerceau-Larrival M-Th. Roland-Hydacker F. The evolutionary significance of the ultrastructure of the exine in Umbelliferous pollen grains. Linn Soc Symp ser, 1976, 1:481~498.
- 11 Roland-Heydacker F, Cerceau-Larrival M-Th. Ultrastructure de tectum de pollen d'Ombelliferes. Grana, 1978, 17: 81~89.
- 12 席以珍,孙湘君. 中国伞形科花粉形态及其早期演化. 植物集刊,1983,1:57~84.
- 13 Fujita K, Newberry J T. Accretionary terranes and tectonic evolution of Northeast Siberia. In: Hashimoto M *et al* ed. Accretion tectonics in the Cirum-Pacific Regions, Tokyo: Terra Scientific Publiing Company, 1983. 43~57.

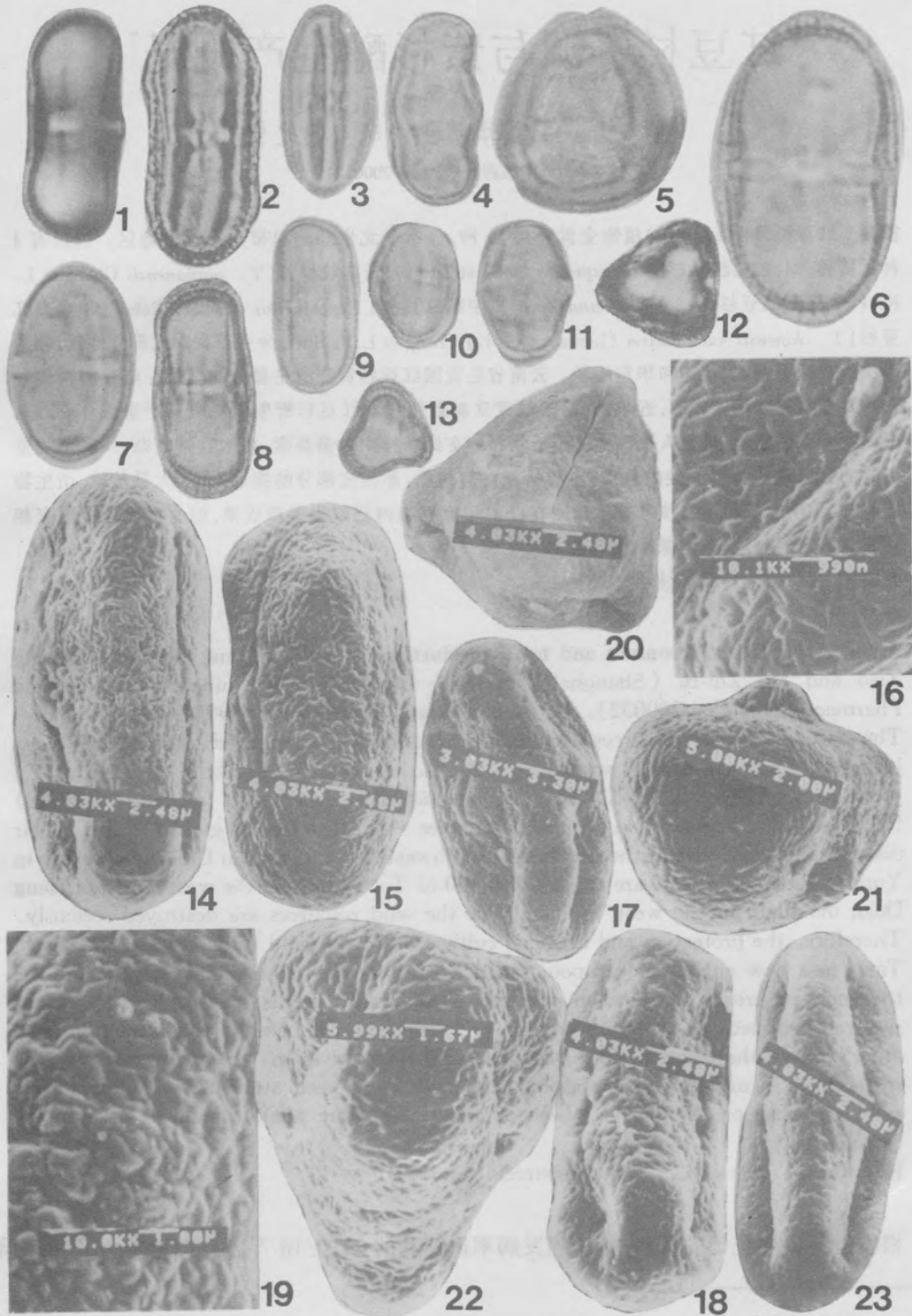
(责任编辑:许定发)

### 图版 I 说明 Explanation of plate I

1. *Angelica curtisii*; 2, 12. *Archangelica decurrens*; 3, 23. *Angelica lucida*; 4. *A. genuflexa*; 5. *Ostericum siebold*; 6. *Angelica dahurica*; 7. *A. laxifoliata*; 8, 13, 15, 22. *A. decursiva*; 10. *A. valida*; 11. *A. dawsoni*; 14. *A. longivadiata*; 16. *A. tomentosa*; 18. *A. gigas*; 19. *A. breweri*; 21. *A. decurrens*; 20. *A. oncosepala*;
- 1~4, 7~13. under LM ( $\times 1000$ ); 5, 6. under LM ( $\times 1300$ ); 14~23. under ISI-DS-130 SEM

余孟兰等:东亚与北美当归属花粉形态的比较研究

图版 I Plate I



See explanation at the end of text