

# 山东山旺中新世地层中的孢粉組合

宋 之 傑

(中国科学院古生物研究所)

## 序 言

孢子花粉分析这门学科,在我国已有好几年的历史,并且已经取得了一定的成果,但基础仍不巩固,原因之一就是未能足够重视已知(經动物化石或植物化石鉴定的)地层中的孢粉組合的研究。因此,标准未能很快建立起来,从而使地层对比发生一定的困难。

1958年,笔者到山东工作时,曾在华北石油普查大队彭世福同志的帮助下了解了一些中新世地层。笔者当时特别注意到临朐的山旺层。山旺层的植物化石早由胡先骕和錢耐(W. Chaney)教授研究过,其时代已确切无疑,为我国北部中新世上部的标准地层。分析研究其中的孢粉組合,便会得到标准的孢粉組合,从而能为地层对比打下一些基础。笔者系统地采集了山旺层的孢粉样品。同时也采集了一些植物化石。

样品是按照格里丘克的分离法分析的,重液用  $\Pi\Delta-6$ 。一共分析了15块样品,仅在砂藻土的样品(最上部一块除外)中分析出了多量的花粉,其他10块均未見孢子花粉。笔者当时甚为疑惑,又从10块中选出三块再作分析,但結果仍未見孢子花粉。

## 地 层 情 况

山旺地区的新生代沉积,过去已有很不少人作过研究,地层已有詳細的描述。笔者在这里只准备把自己所看到的和采样的情况作一簡略的介紹。描述的次序是由下而上。

1. 厚层或薄层的黄綠色砂砾岩和砂质頁岩层的互层。砾石成分多为火山岩。在岩系上部的砂质頁岩层中找到植物化石和魚化石,与山旺的相同。在砂质頁岩层中采孢粉样二块,其編号:临-1,2。出露厚度約20米左右。

2. 砾岩层,它是砂藻土和砂砾岩层的分界层,厚約半米。

3. 砂藻土层,本层边缘部分較薄,中部很厚,約6米左右。内含大量的植物化石和魚化石。共采孢粉样6块,編号:临-19,20,21,22,23,24。

4. 泥岩层,这层泥岩层整合于砂藻土之上,为灰褐色,厚約5米,从其中采到植物化石,其类型和砂藻土中的相同。共采孢粉样6块,編号:临-5,6,7,8,9,10。

5. 黑色頁岩层,本层只有零星出露,与泥岩的关系不詳,多风化成碎块。采样一块,編号:临-18。

6. 玄武岩。

根据过去的資料,一般将1层称为解家河系,属中新世下部。2—5层即所謂的山旺层,属中新世上部。

## 孢子和花粉的描述

在描述孢子和花粉的形态之前,有必要談談描述和鑑定新生代地层中的孢子和花粉的一些意見。

古生物学的研究論文,一般很重視关于“化石种”的描述,因之,这一部分在論文中占了很大的篇幅,同时,“化石种”的数目日漸增多。当然,从詳細划分地层和研究生物的演化等方面,即研究古生物学的目的来看,“化石种”的詳細描述是十分必要的。

那么,化石孢子和花粉的研究,尤其是新生代地层中的,是否也需要如同其他古生物一样地詳細描述直至“种”呢?提出这样的疑問确也有客观的原因。自被子植物繁盛之后,也就是自第三紀开始以来,被子植物是随着客观条件变化着。但是,被子植物的大部分属和种却变化得不大,也就是說,第三紀时的大部分被子植物,目前尚生长在地球上。因之,有些人认为化石孢子和花粉形态的描述是多余的;或者认为现代植物的花粉和孢子尚未系統描述,化石孢子和花粉的描述便較难进行。确实,由于现代植物的花粉和孢子的研究太少(目前,现代植物的花粉和孢子的描述最多不超过二千种,它們只不过是现代植物的多么小的一部分),因此对于化石花粉和孢子的描述有一些影响。但是,也不能不看到,許多木本植物的花粉則有比較詳細的描述,这就对于化石花粉的鑑定和描述提供了一些根据。所以化石花粉的描述还是有一些基础的。

要回答化石花粉和孢子(尤其是新生代的)是否需要描述,甚至鑑定到“种”的問題,就得要探討一下只对一些植物属名作鑑定是否能滿足地层分层上或其他方面的需要,是否能解決問題。有些人确实怀疑只用属名的鑑定,是否能作为地层划分和植被再造时的資料。最近, E. M. 查克琳斯卡婭 (1957) 用許多事实証明了鑑定到属名的孢粉組合对地层的划分起着相当的作用。可是要更詳細地划分地层,或再造当地的过去植被时,以属名为单位的孢粉組合的作用將要大大縮小。查克琳斯卡婭在同一本书中就提到:“大部分新生代孢粉譜系研究的总的缺点是缺乏化石花粉和孢子的形态的描述。在这方面孢粉分析方面的工作几乎落后于古生物学研究的共同方式。”所以,不論在詳細划分地层上(尤其是第四紀的)或是在过去植被的再造方面等,均需要詳細描述和更精确地鑑定化石孢子和花粉,甚至鑑定到“种”。

目前的困难是现代花粉和孢子的形态的描述太少,往往很难滿足化石花粉描述时的对比的需要。若无现代花粉形态的大量描述,化石花粉“种”的鑑定就缺乏巩固的基础。因之,在这里还只能以属名为对象,有时,尤其是草本植物,还得用科名来描述。

下面描述的孢子和花粉全属中新世的矽藻土层。

### 水龙骨科 Polypodiaceae

(图版 I, 图 1)

孢子长 30.4 微米,闊約 21 微米。

豆形,具单射綫,射綫較短而开裂,边具有薄唇。外壁很薄,仅一层,表面平滑。有时具褶皱。

### 槐叶萍科 Salviniaceae

#### 槐叶萍属? *Salvinia*? spp.

(图版 I 图 3,4; 图版 II 图 1)

孢子呈圓球形或略成橢圓球形。直径多在 100 微米左右,有大至 135 微米的。外壁

厚約 3 微米,共两层,表层厚約 2 微米以上。外壁表面一般均具有紋飾,多为不明显的凸蝕状(图版 I 图 3,4),也有呈顆粒状的(图版 II 图 1);有时也发现表面平滑无紋飾的,这可能是处理时造成的。孢子表面一般均有 1—2 条直伸的长裂縫,裂縫細,有規則。未見小的三射綫。

根据形态和紋飾可分为两类,①圓球形,不明显的凸蝕状紋飾(图版 I 图 3,4);②略成橢圓球形,紋飾为細粒状或平滑(图版 II 图 1)。

### 松 科 *Pinaceae*

#### 落叶松属 *Larix* sp.

(图版 II 图 3,4)

直径为 91—92.5 微米。花粉呈圓球形,从外形上看,和槐叶萍属(?)有些相象,但体积略小。和槐叶萍属(?)最可区别之处是外壁較薄、外壁的表层和里层等厚或表层略厚些。外壁表面具顆粒状或不明显的粗粒——凸蝕状紋飾。表面一般无裂縫,具不規則的褶皱。有些花粉在某一处破裂。

#### 云杉属 *Picea* sp. (*Eupicea* 組)

(图版 III 图 1)

花粉粒全长 113.4 微米;本体的大小为  $87.5 \times 46.3$  微米;气囊的大小为  $56.3 \times 40$  微米。

本花粉粒属 *Eupicea* 組,具 *Eupicea* 組的典型特征:气囊的輪廓綫和本体的輪廓綫相合而不夹角度,气囊占据了花粉粒的远极部分,与本体接触的部分向内凹陷。本体的尺度大大超过了气囊。帽的櫛(гребень)在中部闊,向两端逐渐变薄。帽的外壁具粗粒状紋飾。气囊的网較大,多为多角形。

#### 云杉属 *Picea* sp. (*Eupicea* 組)

(图版 II 图 5; 图版 III 图 2)

花粉粒的全长为 85 微米左右。花粉粒的本体較狹长,小于花粉粒的一半;而气囊較发达占据花粉粒的整个远极部分。和本体接触的气囊部分仍凹陷。櫛明显,接近气囊时变薄。帽的紋飾为粒状或粗粒状。气囊的网較大。

#### 松属 *Pinus* sp. [双維管亚属 *Diploxylon*]

(图版 II 图 2)

从側面看,花粉粒的全长 63.9 微米,本体为  $52.5 \times 25$  微米。从极面看,本体为  $42.5 \times 33.7$  微米,气囊为  $30 \times 20$  微米。

本体为橢圓形,气囊为半圓形,本体和气囊接触处夹角度。气囊的尺度小于本体,故在极面看时,气囊如同本体的附属物(即一个大圓两边各交一小半圓)。帽的櫛薄,接近气囊时不变薄。帽的紋飾为顆粒状。气囊的网較小。

**松属 *Pinus* sp. [双維管亚属 *Diploxylo*]**

(图版 II 图 6)

这里是花粉粒的侧面,全长 72.5 微米。本体略成圆形,大小为  $60 \times 50$  微米。本体和气囊接触处呈一很小的角度。櫛較明显,不变薄。帽的紋飾为顆粒状。气囊的网較大。

**鉄杉属 *Tsuga* sp.**

(图版 I 图 5)

直径 58.5 微米。花粉粒圆形,輪廓綫不平,常有外壁的突起物突出体外。表面被盖有凸蝕状的突起物。未見边緣。

**鉄杉属 *Tsuga* sp.**

(图版 I 图 6)

直径 72.5 微米。花粉粒具有很寬的边緣。花粉粒的輪廓綫为浪紋形,外壁的突起物并不远远伸出体外。外壁表面具凸蝕状突起,边緣部分的突起物較粗糙。

**胡桃科 *Juglandaceae*****山核桃属 *Carya* sp.**

(图版 III 图 3,6)

直径 32.8—37.5 微米。花粉粒略呈圓球形,具三个孔,排于近极半面的赤道部。孔边的孔环不发育。外壁厚,共两层,表层較里层厚些。表面平滑或具不明显的粗粒或瘤状紋飾。

**枫楊属种 A *Pterocarya* sp. A**

(图版 III 图 7)

直径 30 微米。花粉粒为多角形,每角具一孔,共 6 孔,孔均排于赤道面。外壁分为两层,表层厚于里层;表层在孔口处略略升高。表面平滑。

**枫楊属种 B *Pterocarya* sp. B**

(图版 III 图 10)

直径 37.5 微米。花粉粒儿接近圆形。具 5 孔,排于赤道面。外壁在孔口处不升高。外壁共两层,里层不明显。表面平滑。

**櫟科 *Betulaceae*****櫟木属 *Alnus* sp.**

(图版 III 图 4)

直径 19.5 微米。花粉粒为正六角形,每一角具有一孔。外壁共两层,里层較表层薄些。外壁在孔口处分叉,里层向前伸,表层略加厚而升高,在表里层之間形成倒漏斗状的孔腔。孔与孔之間有寬而明显的弓形带相連。外壁表面平滑。

**櫟木屬 *Alnus* sp.**

(图版Ⅲ 图 5)

直径 25 微米。花粉粒为不规则的五角形, 每一角具有一孔。外壁的分层不清楚。在孔口处外壁略翘起。弓形带较窄而不明显。表面平滑。

**樺 屬 *Betula* sp.**

(图版Ⅲ 图 9)

直径 25.7 微米。花粉粒略呈三角形, 角端各具一孔。外壁的分层不清楚。在孔口处外壁突起, 孔的轮廓突出了花粉粒的轮廓。表面平滑。

**榛 屬 *Corylus* sp.**

(图版Ⅲ 图 8)

直径 30 微米。花粉粒略呈四角形, 角端各具一孔, 孔排于花粉的赤道面。外壁的分层不明显, 在孔口处略略加厚, 后又向内弯曲, 孔的轮廓不超出花粉粒之外。表面平滑。

**樺 科 *Betulaceae***

(图版Ⅲ 图 19)

直径 40 微米。花粉粒因挤压而不规则。具五孔。外壁的分层不清楚, 在孔口处略加厚。孔不超出花粉粒轮廓之外。表面平滑, 具不规则的褶皱。按其形状和孔的构造, 本粒很象鹅耳櫟属 (*Carpinus*) 的花粉。

**山毛櫟科 *Fagaceae*****櫟 屬 *Quercus* sp.**

(图版Ⅲ 图 12, 18)

大小: 图 12 所示的, 其直径为 33.7 微米。图 18 所示者为  $38.7 \times 30$  微米。

花粉粒具三槽。赤道面为椭圆形, 极面为圆形, 被槽割切成三瓣状。外壁分为两层, 表层略厚于里层。外壁在槽边不变薄。表面具颗粒状纹饰。

**榆 科 *Ulmaceae*****朴 屬 *Celtis* sp.**

(图版Ⅲ 图 14)

直径为 36.9 微米。花粉粒在极面略呈圆形, 具三孔, 排于赤道面。外壁共两层, 表层略厚, 孔口处表层略略加厚, 但并不突起, 不超出花粉轮廓之外。表面具细粒状纹饰, 并常具褶皱。

**榉 屬 *Zelkora* sp.**

(图版Ⅲ 图 16)

直径约 32.5 微米。花粉粒略呈四角形, 每一角端具一孔。外壁分为两层, 表层较厚, 表层在孔口处略加厚。表面具粗网状纹饰, 有些已经破裂, 形成破网状纹饰。

**榆属种 A *Ulmus* sp. A**

(图版Ⅲ 图 15)

直径 32.5 微米。花粉粒的极面应为四角形(这粒不是正极面),具 4 孔。外壁共两层,表层厚于里层。花粉粒具波紋状輪廓綫。表面具皺紋状紋飾。有些皺紋相互接連,如粗网状。

**榆属种 B *Ulmus* sp. B**

(图版Ⅲ 图 17)

直径 30.4 微米。花粉粒的极面为四角形,角端各具一孔。外壁共两层,表层特厚,在孔口处又略略加厚。花粉粒具波紋状的輪廓綫。紋飾为皺紋状。这类花粉按大小与上一类差不多,但就外壁的结构和表面的紋飾来看,又有所不同。

**槭 科 *Aceraceae*****榆 属 *Acer* sp.**

(图版 I 图 7)

大小为  $30 \times 22.5$  微米。花粉粒为椭圆形(側面),具三槽。外壁共两层,表层略厚于里层。表面具顆粒状紋飾,顆粒排列規則,多成行。

**石竹科 *Caryophyllaceae***

(图版Ⅲ 图 13)

直径 30 微米。花粉粒圓形,可見六孔,孔边具孔环,并具有顆粒状的孔膜。外壁厚,可分为三层,中层特厚,呈小棒式的结构,内外两层較薄,約等厚。表面具顆粒状紋飾。

**禾本科 *Gramineae***

(图版 I 图 8)

直径 26.3 微米。花粉粒圓形。具单孔,孔边具孔环。外壁薄,只一层。表面平滑或具細顆粒状紋飾。因挤压,表面常具不規則的褶皺。

**黑三稜科 *Spargoniaceae*****黑三稜属 *Spargonium***

(图版 I 图 8)

大小:  $29.1 \times 23.4$  微米。花粉粒为蛋圓形。具单孔,为簡單类型的孔,孔边不加厚,而孔边不平。外壁薄,仅一层,表面具細网状紋飾。同时表面常具褶皺。

除了上述各科属以外,还有一些不能鑑定花粉。这些花粉(?)多为椭圆形。无孔和槽。外壁仅一层,甚薄,常褶迭或具皺紋。表面平滑无紋飾。大小約为 30 微米。

**討 論****1. 山旺层的孢粉組合及其所反映的植物羣 山旺植物羣早由胡先驌和錢耐教授研究**

过了。在他们的专论中提到 84 种被子植物（分属于 15 目、30 科、61 属）和个别单子叶植物的叶的印痕。

在这里，笔者只就孢粉组合方面的资料来看看所反映的植物群的情况。

在我们分析的个别样品中发现了不少的孢子和花粉。它们分属于：蕨类的水龙骨科，槐叶萍属(?)，裸子植物的松科(云杉属，松属，铁杉属，落叶松属)，被子植物的双子叶植物的胡桃科(胡桃属，枫杨属，山核桃属)，桦科(榿木属，桦属，鹅耳櫟属，榛属)，山毛櫟科(櫟属)，榆科(朴属，榆属，櫟属)，槭科(槭属)，石竹科，菊科(蒿属)，单子叶植物的禾本科，百合科，黑三棱科(黑三棱属)，眼子菜科(眼子菜属)等。现列表于后(见表 1)，表明其含量。

表 1 山东山旺层(砂藻土)的孢粉组合

含 量 \ 样 品 编 号	临 19	临 20	临 21	临 22	临 23	总 合	
植 物							
水龙骨科 Polypodiaceae				5(1.9)		5(0.71)	5.01% 孢子植物
槐叶萍属(?) <i>Salvinia</i> (?)	1(0.43)	6(5)	15	5(1.9)	3	30(4.3)	
松 科 Pinaceae	8(3.4)	14(11.7)	2	9(3.4)	4	37(5.3)	
松 属 <i>Pinus</i>	21(9.1)	10(8.33)	7	21(7.9)	5	64(9.1)	23.4% 裸子植物
云 杉 属 <i>Picea</i>	7(3)	7(5.83)		32(12)	3	49(7)	
铁 杉 属 <i>Tsuga</i>				3(1.1)		3(0.43)	
落叶松属 <i>Larix</i>	1(0.43)	1(0.83)	5	2(0.7)	2	11(1.57)	
胡 桃 属 <i>Juglans</i>	5(2.1)	1(0.83)				6(0.86)	被子植物
枫 杨 属 <i>Pterocarya</i>	7(3.1)	8(6.6)		13(4.9)		28(4)	
山核桃属 <i>Carya</i>	21(9.1)	11(9.16)	5	21(7.9)	4	62(8.8)	
桦 属 <i>Betula</i>	15(6.5)			11(4.1)		26(3.7)	
鹅耳櫟属+榛属 <i>Carpinus</i> + <i>Corylus</i>	23(10)	8(6.6)	1	18(6.8)	1	51(7.3)	57.26% 1. 木本植物
榿 木 属 <i>Alnus</i>	6(2.6)	3(2.5)	1	11(4.1)		21(2.9)	
櫟 属 <i>Quercus</i>	8(3.4)			8(3)		16(2.2)	
榆 属 <i>Ulmus</i>	42(18.3)	26(21.7)	10	52(19.6)	13	143(20.4)	
櫟 属 <i>Zelkora</i>	5(2.1)	2(1.6)		4(1.5)	1	12(1.7)	
朴 属 <i>Celtis</i>	5(2.1)			20(7.7)		25(3.5)	0.57% 2. 双子叶草本植物
槭 属 <i>Acer</i>	1(0.43)			13(4.9)		14(1.9)	
石 竹 科 Caryophyllaceae				3(1.1)		3(0.43)	
蒿 属 <i>Artemisia</i>		1(0.83)				1(0.14)	13.11% 3. 单子叶草本植物
禾本科(单孔) Gramineae	13(5.7)	2(1.6)		7(2.7)	3	25(3.5)	
百合科(单槽) Liliaceae	2(0.9)	1(0.83)		3(1.1)		6(0.86)	
黑三棱属 <i>Sparganium</i>	7(3.1)	2(1.6)				9(1.4)	
眼子菜属 <i>Potamogeton</i>	11(4.8)	5(4.16)		3(1.1)	1	20(2.85)	0.71%
不能鉴定(无孔槽者) (In-aperature)	23(9.9)	9(7.43)				32(4.5)	
不能鉴定者	2(0.9)	2(1.6)			1	5(0.71)	
总 计	235	120	46	205	41	707	

如把孢粉組合的成分和大化石的成員作一比較,首先使我們感覺到的是孢粉組合的成分比較單調,有許多大化石的屬種的花粉并未發現。它們是:楊柳科(楊屬,柳屬),胡桃科(化香樹屬),山毛櫸科(栗屬),桑科(構屬,榕屬),蓼科(蓼屬),木蘭科(木蘭屬),樟科,(山胡椒屬,木薑子屬),金縷梅科(金縷梅屬,楓香屬),薔薇科,虎耳草科,豆科,大戟科,柝科,芸香科,卫矛科,漆樹科(漆樹屬等),无患子科,鼠李科,椴科(椴屬),四照花科,柿科,五加科等等。

可是,在孢粉組合的成分中也有一些是大化石的名单中所沒有的。它們是:水龍骨科,槐葉萍屬(?),松科(云杉屬,松屬,落叶松屬,鉄杉屬),胡桃科的楓楊屬,石竹科,菊科(蒿屬),禾本科,百合科和黑三稜屬等。

为什么会有这种差异呢?最主要的是我們分析的样品太少。我們分析了不上十塊的样品,假如多多分析的話,自然会找到更多的花粉。其次要提到的是:有些植物的花粉,由于外壁很薄,不适于保存,例如楊屬等,所以在地层中很难发现。再其次,孢子花粉的保存与环境条件有密切关系,在山旺层沉积时或沉积后,火山岩的噴发也可能破坏了某些孢子和花粉。比如在砂藻土的最上部和伏于砂藻土之上的頁岩及泥岩中,我們几次均未分析出花粉。另外,有些化石花粉,由于現代花粉形态研究得不够,尚难訂以自然分类的名字。

無論如何,孢粉組合确也反映了当时的植物羣,也能真确地代表植物羣的特征。总的来看,孢子占組合的 5.01%,裸子植物花粉占 23.4%,双子叶木本植物占 57.26%,草本双子叶植物占 0.57%,单子叶植物占 13.11%。在这里有必要把水生植物的孢子和花粉提一下,水生孢子占 4.3%,水生单子叶植物的花粉約为 4.25%。把这样的孢粉組合和格里丘克教授所研究出的、适合于欧亚大陆各植被带的典型孢粉組合作比較的話,我們的資料完全适合于他的闊叶森林带的孢粉組合。闊叶森林带孢粉組合的成分是这样的:乔木花粉为 30—70%,非乔木花粉为 20—70%,孢子为 5—30%。在乔木花粉中,松科的花粉为 10—70%,而樺屬和其他闊叶樹種的花粉多于 60%。因我們的地区和格里丘克研究的不同,所以我們的組合是以榆科占优势。从孢粉組合上来看,当时,山旺地区确是以闊叶树为主的闊叶森林区。

在針叶树中,并未发现落羽杉屬(*Taxodium*)和紅杉屬(*Sequoia*)等的花粉,而几乎全是松科的花粉。其中云杉屬、松屬、落叶松屬等,目前几乎广泛分布于我国北部和南部山区。應該指出的是鉄杉屬目前只分布于我国西南部的云、貴、川、鄂地区。

在闊叶树中,首先應該提到的就是山核桃屬(*Carya*)的花粉,它的含量不少(7.4%),这种植物目前我国只生长于浙江和貴州地区。其他如含量最高的榆屬(20.4%),目前主要是分布于华北,但在长江流域也不少;另外如樺屬、鵝耳櫸屬、檉木屬、櫟屬、槭屬、朴屬和楓楊屬等也是长江流域和华北一带常見的樹種。

在孢子植物中,因水龍骨科的屬名未能确定,不便詳細討論,不过,目前水龍骨科的主要分布范围还在长江流域以南。至于槐葉萍屬在长江流域也不少。

總結上述情况,可以得出这样的意見。山旺层的孢粉組合大体上反映了长江流域一带的植被。

在孢粉組合和大化石資料的基础上,我們有可能获得山旺植物羣和其分带的更完全



的概念。这里只就植物群分带的情况粗略地谈谈。在离湖较远的高山上生长着以云杉和松树为主的针叶树林，间杂一些铁杉和落叶松树；在山坡或山脚处生长着以榆科、槭科和桦科为主的树木；在湖边附近便生长一些胡桃科、山毛榉科和大化石记录的许多植物，一些草本植物生长在上述的树林之下。禾本科和黑三稜科等生长于湖边，湖中便是眼子菜和槐叶萍等浮生植物。

**2. 山旺层时期的气候** 众所周知，在第三纪时，全球，尤其是欧亚大陆上，植被的分带性已很明显。因之，也就反映了不同的气候带。克利什托佛维奇首先指出了欧亚大陆上老第三纪植被的分带问题。他把相当于今日的图尔盖、西伯利亚等地区的植物群，称之为图尔盖植物群，它反映着温带气候。这个植物群的特征是以生长柔荑花序的杨柳科、桦科、胡桃科和壳斗科植物为主。目前这些植物主要分布在欧亚大陆的北部。他把偏南方的（目前的乌克兰等地区）老第三纪植物群称之为波塔瓦植物群，它以生长杨梅科、桃金娘科、山龙眼科和蕨类为特征。目前这些植物多局限于热带。所以，波塔瓦植物群代表热带或亚热带气候。

本文中讨论的孢粉组合的特征是：绝大部分成员仍生长于长江流域以北的欧亚大陆的大片领土上，尤其占 25% 以上的榆科，14% 的桦科和 23% 的松科更是华北（包括淮河流域）地区的主要树种。因此，我们不能怀疑，研究的孢粉组合所反映的温带气候。同时，上述的几科植物在长江流域也有比较广泛的分布。尤其应该提到的是山核桃属的花粉（7.4%），目前这种植物在我国只限于浙江和贵州，这些地方正处于亚热带的范围内。因此有理由说，山旺时期的气候适于一些亚热带植物的生长。根据大化石的记载，更支持这种意见。总之，山旺时期的气候是带有亚热性的温带气候，与目前长江流域的气候基本相似。

如根据气候带来划分植物区，目前的孢粉组合应归入克利什托佛维奇的图尔盖植物区（虽然它所用的名称主要是指老第三纪的，这里，我们是指温带气候而言）。由于它含有一些亚热带成分，所以它的位置处于温带的南部，与亚热带接壤。也可能反映了当时温带和亚热带之间的某些交叉，即处于温带和亚热带的界限处。

**3. 时代** 山旺植物群的时代已由用植物化石和动物化石作为根据而加以确定了。这里，只就一些孢粉资料略加对照说明吧了。

在我国，孢粉分析刚进入生产大门，堆积的资料还很少。对比时代时，只能借用外国的，尤其是苏联的资料。当然，由于地区的远离，借以对比的资料也只能作为参考。在这方面笔者还是十分注意的。

在苏联图尔盖植物区的渐新世的孢粉组合中一般以落羽杉科花粉占较大的比重，被子植物方面也多是一种热带的成员。在山旺的孢粉组合中并未发现落羽杉科的花粉，在被子植物方面也缺乏热带成分。所以山旺植物群不可能属于渐新世。

图尔盖植物群中新世孢粉组合的特征是：松科花粉的增多、热带植物的花粉的减少和落叶的阔叶树植物的花粉的普遍存在。在山旺的孢粉组合中松科花粉虽未占优势位置，但含量确也不少（23.4%）；落叶阔叶树植物的花粉占着优势；同时，还有相当份量的草本植物花粉（13.68%）。这样的组合确是中新世的特征。

图尔盖植物群的下中新世的孢粉组合，除上述的总特征外，还保留了渐新世的一些特

征。在裸子植物中尚有一些落羽杉、罗汉松等的花粉；被子植物中尚有热带植物桃金娘科、冬青科, Sterculiaceae 等的一些花粉。我们的孢粉组合缺乏上述花粉, 显然不能归入下中新世。

从成分上来看, 我们的孢粉组合和图尔盖地区的中中新世孢粉成分相似, 但在图尔盖的中中新世时, 植物群的成员已很贫乏。高加索、乌拉尔等地区的中中新世孢粉组合与山旺的有一些距离, 其中仍残留了一些热带植物的成分; 但是, 也有十分相似之点, 就是落叶阔叶树植物花粉的大量参与。

因此, 以松科花粉和落叶树植物 (尤其是榆科和桦科, 共约占 40% 左右) 花粉的大量参与, 并有一定数量的草本植物的花粉为特征的山旺孢粉组合应该归入中新世的中上部。

### 参 考 文 献

- [1] Hu, H. H. and Chaney, W., 1940: A Miocene Flora from Shantung Province, China. *Palaentologia Sinica*, New Series A, No. 1 (Whole Series No. 112).
- [2] 陈嵘: 中国树木分类学。
- [3] 波克罗夫斯卡娅主编: 花粉分析。
- [4] Заклинская, Е. Д., 1957: Стратиграфическое значение пыльцы голосеменных Кайнозойских отложений Павлодарского Припиртышья и Северного Приаралья. Академия Наук СССР, Труды геологического института, Выпуск 6.
- [5] Атлас миоценовых спорово-пыльцевых комплексов различных районов СССР.
- [6] Атлас олигоценовых спорово-пыльцевых комплексов различных районов СССР.

## MIOCENE SPORO-POLLEN COMPLEX OF SHANWANG, SHANTUNG

SUNG TZE-CHEN

(*Institute of Palaeontology, Academia Sinica*)

### (Abstract)

The Shanwang basin of Shantung peninsula is famous for its rich in fossil flora. The flora has been critically studied by Profs. H. H. Hu and R. Chaney. According to their opinions, this flora is of later miocene age. The floristic composition represented by the plant macrofossils is composed mainly of woody dicotyledons. Neither coniferous nor fern elements have been observed.

In the present paper, the author presents the results of the spore-pollen analysis. From the rock matrix, the author has found not only some spores of Polypodiaceae, *Salvinia*?, but also many coniferous pollen, such as *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*, *Larix* and other Pinaceae. Moreover, the pollen grains of herbaceous plants have been frequently found.

As far as the present datum is concerned, the Shanwang flora, as represented by the spores of ferns (Polypodiaceae, *Salvinia*?) amount to 5.01%, while the pollen grains of coniferae to 23.4% and those of angiosperms to 71.59%; of the latter, woody dicotyledons being 57.26%, herbaceous dicotyledons 0.57%, and monocotyledons 13.11%.

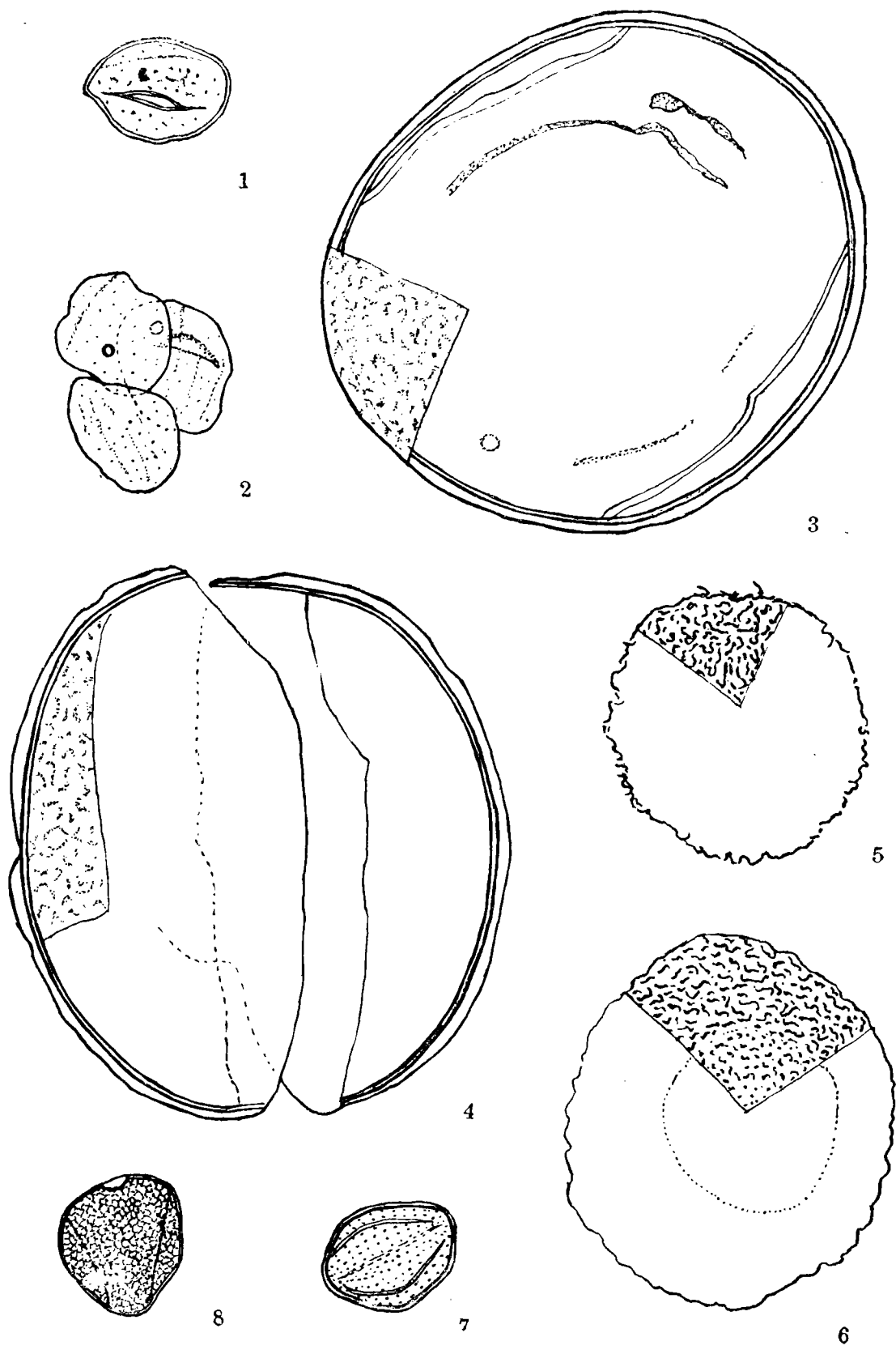
By the evidence of presence of the fossil pollens of some subtropical elements, such as *Carya* and of considerable similarity between the Shanwang flora, as indicated by the

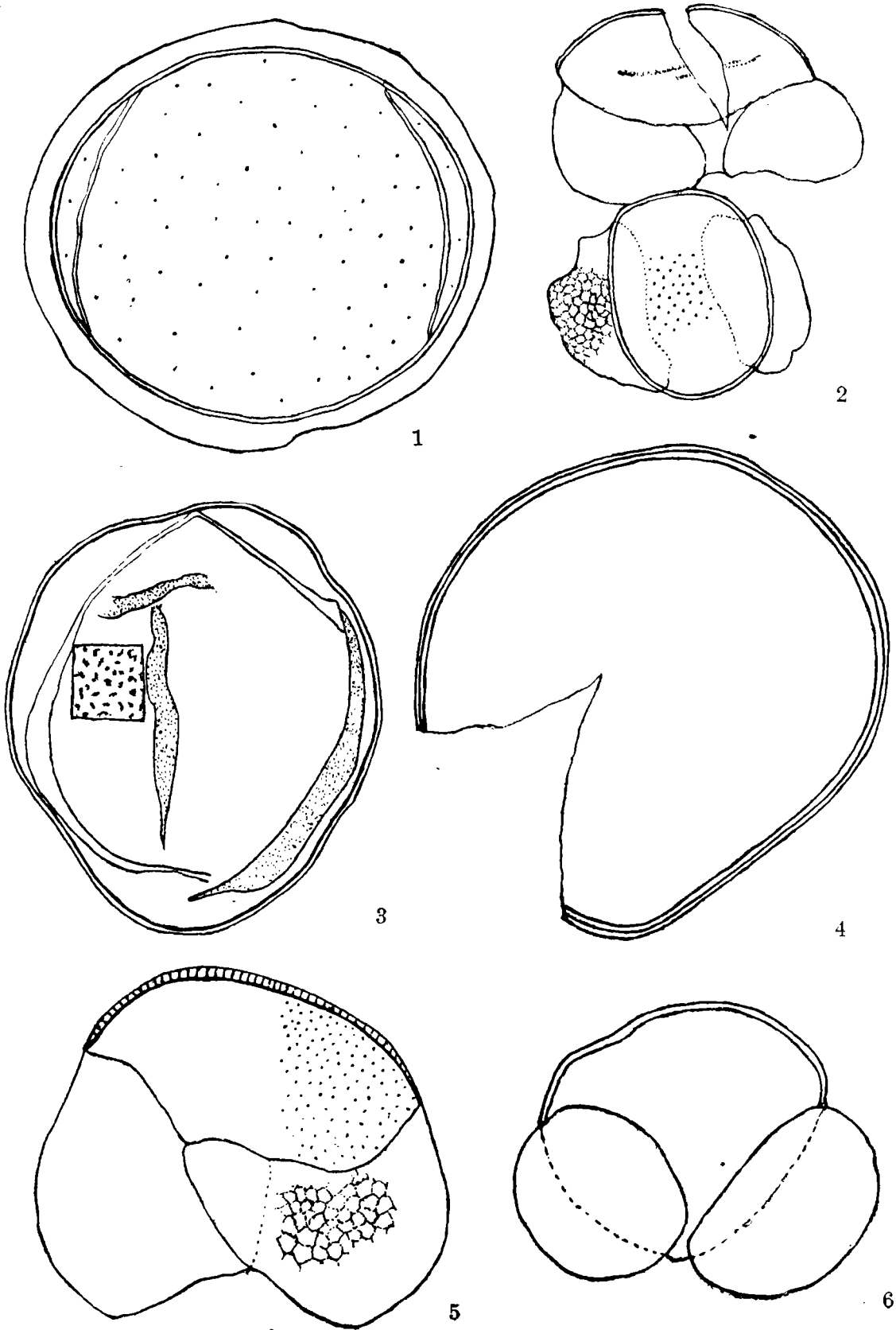
sporo-pollen complex, and the recent flora of the Yangtze valley, the author full agrees with the opinion of Prof. Chaney, that the climate of Shanwang basin during that time was warmer than that of the present.

Age of the Shanwang flora has been considered by Hu and Chaney of later miocene. But, according to the sporo-pollen spectrum, the author suggests it more favourable to mid-late miocene rather than late miocene. The occurrence of fossil leaves of many subtropical elements also supports this view.

### 图 版 I 說 明

1. 水龙骨科 (Polypodiaceae)
  2. 禾本科 (Gramineae)
  - 3、4. 槐叶萍屬? (*Salvinia*?)
  - 5、6. 鉄杉屬 (*Tsuga*)
  7. 槭屬 (*Acer*)
  8. 黑三稜屬 (*Sparganium*)<sup>20</sup>
- 全部均放大 800 倍





## 图 版 II 說 明

1. 槐叶萍属? (*Salvinia?*)
- 2、6. 松属 (*Pinus*)
- 3、4. 落叶松属 (*Larix*)
5. 云杉属 (*Picea*)  $\times 860$

### 图版 III 说明

- 1、2. 云杉属 (*Picea*)
- 3、6. 山核桃属 (*Carya*)
- 4、5. 榎木属 (*Alnus*) 图 4  $\times$  860
- 7、10. 槭杨属 (*Pterocarya*)
8. 榛属 (*Corylus*)
9. 桦属 (*Betula*)
11. 不能鑑定者(无孔槽者) (In-aperturatae)
- 12、18. 櫟属 (*Quercus*)
13. 石竹科 (Caryophyllaceae)
14. 朴属 (*Celtis*)
- 15、17. 榆属 (*Ulmus*)
16. 櫟属 (*Zelkova*)
19. 桦科 (Betulaceae)



