

上海、浙江某些地区第四纪孢粉组合 及其在地层和古气候上的意义

刘金陵 叶萍宜

(中国科学院南京地质古生物研究所)

内 容 提 要

本文根据孢粉组合的特征,自下而上划分了八个孢粉带,其中四个带反映寒冷气候,另四个带反映温暖气候。反映寒冷气候的带和反映温暖气候的带相间分布,据此古气候的变化,与我国第四纪冰期进行了比较,同时也对该区第四纪地层划分进行了探讨。文中并扼要的讨论了一些与本文有关的孢子花粉的搬运问题。

近年来,我们陆续进行了江苏、上海和浙江一些地区的第四系孢粉分析。主要有上海、苏州、丹阳、天目山、四明山等地的钻孔和露头剖面,另外,还分析了太湖周围和南京附近地区的一些表土中的孢粉,计约300余块。孢粉样大部分是由该地各地质部门送来的,小部分是我們自己采集的。本文着重小结上海和浙江地区晚更新世以前的几个剖面。晚更新世以后的准备再补充些材料,另文发表。

直接或间接涉及本区第四纪地层、古气候、地貌、新构造、岩相、水文等方面的论著已不少,但争论的问题仍很多,特别是对长江三角洲一套厚达300余米松散堆积物的地层时代问题和天目山区第四纪的古气候问题争论较大。本文就这两方面的问题,提些不成熟的看法。

一 孢粉分析的结果

(一) 上海

本区松散堆积物一般厚200—300米。岩性主要为灰色砂、粘土、砾石等。根据岩性,这一套松散层可分为4个沉积旋回^{[1], [2]}。一般说来,100米以上为海陆交互相,有人定为上海组^[3]。100米以下多为陆相。上部富含介形类、有孔虫、软体动物等化石。下部这些化石很少。

我们系统的分析了水文01钻孔,并对三个辅助钻孔作了部分分析。后三孔的孢粉情况与水文01孔的大体相同。

水文01孔,深281米。底部(基岩)为强风化的流纹岩。根据我所微古生物分析,于该井8, 11, 14, 22, 28, 34, 41, 47, 55, 72, 118米各深度内发现含有海相、滨海相有孔虫和介形类。孢粉分析资料较为系统(除某些岩层不含或含有极少的孢粉外),从下向上

1) 梅安新等, 1959: 长江三角洲第四纪地质。华东师大地理系, 地理论文集。

初步分成七个孢粉带(孢粉图式 I)。现分带叙述如下:

带 I: 本带位于钻孔的最底部(281 米—257 米),为灰白色砂砾层,厚约 24 米。孢粉主要发现于砂砾层的底部(281—277 米),277 米以上孢粉极少或缺乏。从图式 I 上可看出:水蕨孢子(*Ceratopteris*)十分多,高达孢粉总数 35% (占蕨类的 80% 以上),其它有海金沙属(*Lygodium*)和水龙骨科(Polypodiaceae)的孢子。针叶植物花粉除松属(*Pinus*)占优势外(15—32%),其它有油杉属(*Keteleeria*)、铁杉属(*Tsuga*)和少量的柏科(Cupressaceae)或杉科(Taxodiaceae),并发现个别的云杉属(*Picea*)和雪松属(*Cedrus*)的花粉。阔叶植物花粉中,主要为栎属(*Quercus*)、榆属(*Ulmus*)、其次为枫香属(*Liquidambar*)、枫杨属(*Pterocarya*)、栗属(*Castanea*)、槭属(*Acer*)、山核桃属(*Carya*)等,还有些类似绣线菊属(*Spiraea*)的花粉。草本植物花粉以禾本科(Gramineae)和香蒲属(*Typha*)为最多,其次为蓼科(Polygonaceae)、藜科(Chenopodiaceae)和蒿属(*Artemisia*)。此外还发现个别的水生植物花粉,如眼子菜属(*Potamogeton*)、莲属(*Nelumbo*)和狐尾藻属(*Myriophyllum*)。

带 II: 本带孢粉主要发现于 257—252 米,岩性为灰色亚粘土、细砂土。组合中针叶植物花粉极为丰富(84—92%),除较多的松属和油杉属外,并出现相当多的喜湿冷的云杉属、冷杉属(*Abies*)、落叶松属(*Larix*)的花粉,特别是云杉属高达 24%,平均近 20%;铁杉属和柏科的花粉也有一些。阔叶植物花粉较少(6—9%),计有栎、榆、枫香、栗、槭、鹅耳枥(*Carpinus*)、榛(*Corylus*)、柳(*Salix*)、椴(*Tilia*)等属,还有很少的蔷薇科(Rosaceae)和豆科(Leguminosae)等。草本植物花粉和蕨类孢子极贫乏,仅见个别的蓼属、眼子菜属(?)的花粉和水龙骨科的孢子。

本带上段(252—176 米)为杂色层,未分析出孢粉。

带 III: 深 176—133 米。为细砂砾石、粘土和粉砂互层。本带孢粉较贫乏,仅在 137 米左右的细砂砾石层的上部和 171 米左右的细砂层中发现较多的孢粉。本带的下部(171—176 米)孢粉含量贫乏,但水蕨属的孢子甚多,可占孢粉总数的 51%。上部的孢粉含量较为丰富,特别是阔叶植物的花粉显著增多(44%),主要有栎、枫香、山毛榉、榆、桦等属;针叶植物花粉以松属、油杉属占优势。在本带顶部见有少量的云杉属和落叶松属、草本植物花粉贫乏,蕨类孢子也不多,主要为水龙骨科和水蕨属。

带 IV: 深 133—116 米,灰色亚粘土层。针叶植物花粉占优势(47—79%),阔叶植物花粉不多,草本植物花粉少。其成分和优势种与带 II 颇为相象;不同者,本带中出现较多的水龙骨科和凤尾蕨型的孢子,另外,阔叶植物花粉比带 II 丰富,针叶植物花粉相对的少一些。

带 V: 深 116—72 米,为砂、粘土、砾石互层。组合中阔叶植物花粉丰富,针叶植物的耐寒种类较少。本带的孢粉种类与带 III 相似,只草本植物花粉多一些,如禾本科、蒿属、黑三棱、狐尾藻等属均有发现,莎草科的花粉也有一些。蕨类中以水蕨属含量较高,其次是水龙骨科和少量的里白属? (*Gleichenia*?)、紫萁属、铁线蕨属(*Adiantum*)、石松属(*Lycopodium*)、卷柏属(*Selaginella*)、海金沙属和凤尾蕨型的孢子。但在 97—90 米的层段有一些耐寒的针叶植物花粉出现,如云杉属、冷杉属、落叶松属等。

带 VI: 深 72—33 米,为砂、粘土互层。本带除在两段砂、粘土层中发现少量的孢粉

外,其它各层所含的孢粉种类与上述的带 II、带 IV 相似,均以针叶植物花粉占优势,阔叶和草本植物花粉不多,孢子以水龙骨科占优势。

带 VII: 深 33—3 米,以针叶植物花粉和蕨类孢子占优势,阔叶和草本植物花粉相对较少。针叶植物花粉以松属为多,铁杉属、油杉属、冷杉属也有一些。阔叶植物花粉仍以栎属、枫香属、山毛榉属占优势,草本植物以香蒲属为最多。蕨类孢子以水龙骨科占绝对优势,水蕨属在局部层位占优势,凤尾蕨型的孢子也占相当多的数量,还有里白属、铁线蕨属、紫萁属等。本带与带 V 基本上相似。

(二) 四明山

剖面位于浙江四明山北坡(海拔约 400 米),余姚县大岚公社青岭岗村东北约一里的冲沟旁。剖面厚 3.6 米,未见底,层次不明显,大体上可分三层(从下向上):

- 1. 灰黑色泥质粘土,厚 2.6 米,粘土层下部灰黑色,向上逐渐变为灰黄、灰白色,坚硬,层面多锰质和铁质斑点。含针叶植物化石极多? 阔叶树种的叶化石较少。
- 2. 棕黄色土,致密具铁锰质斑点,厚约 0.3 米。
- 3. 黄色土(即表土层),厚约 0.7 米。

孢粉分析结果,(图式 II)¹⁾除在第一层内发现丰富的孢粉外,其它两层未见孢粉。其特点,以针叶树种占重要地位,平均占 90% 以上;主要有松属、云杉属和油杉属。松属在剖面的下部较多,向上则逐渐减少;云杉属则相反,向上逐渐增多。其次还有落叶松、冷杉、雪松、铁杉等属和竹柏科的个别花粉,柏科或杉科的花粉也占一定的数量。阔叶树种较贫乏,见有栎、枫香、栗、山核桃、榆、山毛榉、槭、朴、椴、枫杨等属,总计均在 10% 以下。未发现草本植物花粉和蕨类孢子。

(三) 天目山

天目山位于浙江的西北部,最高峰 1,500 余米。本区分析两个剖面:

1. 平溪泥流阶地剖面(图 1)

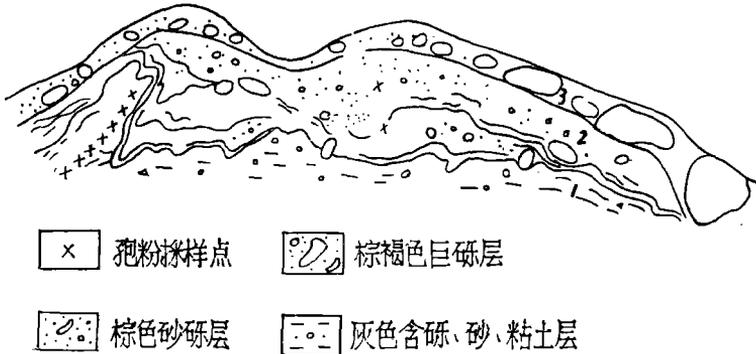


图 1 天目山平溪泥流阶地剖面(由浙江省区测队供给)

剖面位于平溪一冲沟旁(晚更新世泥流阶地,海拔 920 米)^[7],该剖面从下向上可分三层:

- (1) 灰色含砾砂粘土层,并含植物碎屑,出露 70 厘米,未见底。
- (2) 棕色砂砾石,夹砂质铁盘,厚 90 厘米。

1) 图式 II,即青岭岗图式。

(3) 棕褐色巨砾层,厚 1—2 米。

孢粉分析结果(图式 III)

在第一层内(1—7 号),冷杉属花粉占显著地位,但从下向上逐渐减少。剖面的最底部,针叶类中除含众多的冷杉属外,还发现少量的松、云杉、油杉等属的花粉,但至上部(自第二号样品向上)这些花粉则罕见。在组合中,仅次于冷杉属的是一种水龙骨科的豆形孢子,这种孢子从下向上逐渐增多,与冷杉属的变化恰相反;柏科和菊科花粉数量虽不多,但从下向上显示上升的趋势。在阔叶树种中还出现有桦、杜鹃、绣线菊等属的花粉。此外,还有个别的卷柏属和石松属(?)的孢子。从孢粉变化的曲线上看,自下向上,乔木花粉减少,蕨类、草本和灌木成分则相对的增加。

第二层取样两块,下部一块样(8号)的孢粉,其种类或数量均与第一层上部的相似,故不赘述。取自黄色含铁锰质粉砂层内的另一块样品(9号),未分析出孢粉。

2. 道源洞南泥流阶地剖面(图 2)

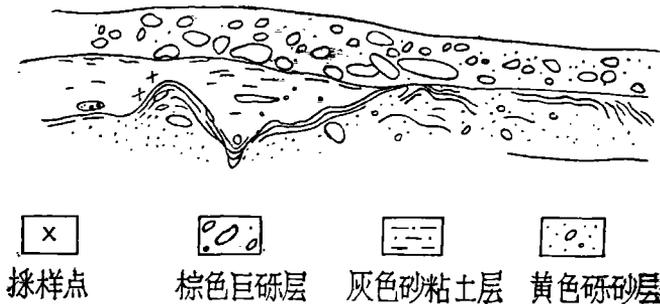


图 2 天目山道源洞南泥流阶地剖面(由浙江省区测队供给)

孢粉样取自道源洞南约两公里处的泥流阶地上(时代属晚更新世)^[7],海拔 950 米。计分析两块,特征如下(从下向上):(图式 IV)。

BB₁: 组合中针叶植物花粉以冷杉属为最多,高达 41%,其次,见有少量的柏科和松属花粉;在草本灌丛和蕨类中菊科和水龙骨科占重要地位,其次,为虎耳草科,蔷薇科和蒿属的花粉。

BB₂: 冷杉属花粉较 BB₁ 号有所减少(40%),松属则显著增加(29%),菊科花粉急剧下降,水龙骨科的孢子含量仍甚高;另外,除仍有少量的柏科花粉继续出现外,还新出现有杜鹃科、云杉属、桦属和椴属的花粉。

(四) 表土分析

为了更好的阐述化石孢粉组合,我们分析了震泽、常熟、湖州等地的一些表土样,现分述如下:(图式 V)

A. 江苏吴县震泽

样品取自太湖边,深 55—66 厘米,为黑色粘土。孢粉组合特征:针叶类中只有松属和几粒柏科花粉。阔叶类中有栎、榆、枫香、栗、榛、枫杨、朴等属和蔷薇科、豆科。草本植物以禾本科为最多,其次有香蒲、黑三稜、菱、蓼、眼子菜、龙胆等属和一些三孔沟型花粉。蕨类中,水蕨的孢子十分丰富,占总成分的 57%,其次是少量的水龙骨科、里白属(?)和几粒不能鉴定的三缝孢。

B. 江苏常熟

样品取自常熟县辛庄,深 0—10 厘米的表层。组合中含有极为丰富的水蕨属孢子,约占总成分的 70%,其它种类较少。针叶植物花粉只有松属和个别的柏科(?)。阔叶植物花粉有栎、榆、枫香、栗、榛属及蔷薇科、豆科等。草本成分不多,见有毛茛科、禾本科、香蒲属、黑三稜属、莎草科等。蕨类中除水蕨属外,还有个别的水龙骨科和海金沙属,此外,还有几粒三缝孢和三沟型花粉。

C. 浙江湖州

样品取自湖州太湖边的灰黑色粘土层,深 2—2.5 米。共分析两块。针叶植物花粉中主要有松属和柏科(?),在下面的一块样品中还有几粒铁杉属和油杉属的花粉。阔叶植物花粉中以栎、枫香、枫杨等属较多,榆、榛、槭等属很少,还有个别的蔷薇科及三沟、三孔沟型的花粉。草本以禾本科、香蒲、黑三稜、菱、眼子菜等属较多。蕨类中以水蕨属含量最高,平均占总成分的 17%以上,其次是水龙骨科和海金沙属的孢子。

二 孢粉图式对比

上面共描述了三个地点的四个孢粉图式。从图式 I 上可以看出,根据孢粉组合的特征可划分成七个孢粉带,这七个带分别代表七个气候期的演变。其中指示三个寒冷气候带的为 II、IV、VI 和四个温暖气候带的为 I、III、V、VII;浙江地区的三个图式都明显地指示低温气候的特征(关于古气候的变化见下节)。但是这几个代表寒冷气候的组合,如何进行对比是值得讨论的问题。

天目山区的两个图式(图式 III、IV)相距不远,海拔高度也近似,它们的地层时代为更新世晚期^[7]。孢粉分析结果,这两个图式中的孢粉的保存状况和优势种的比例都是很相似的,如都是针叶植物花粉占优势,其中又以冷杉为最多;水龙骨科的孢子和菊科的花粉也很多。孢粉保存状况均较新鲜,立体感很强,这些都充分证明它们应是同时期的。为讨论方便起见,暂把这两个图式合称天目山图式。

天目山图式和青岭岗图式的区别是明显的,前者种类单调,后者复杂。在青岭岗图式中,木本植物占绝对优势,草本和蕨类孢子极少或不见;而在天目山图式中的草本和蕨类其数量之多,有时可超过木本植物,特别是水龙骨科的孢子高达 60%以上,而在青岭岗图式中则未见此类孢子。在孢粉的保存方面区别也是明显的,天目山图式中的孢粉,立体感较强,青岭岗图式中的孢粉,立体感甚差。很清楚,这两个图式不是同时代的,即青岭岗图式先于天目山图式。

青岭岗图式与图式 I 带 II 的关系也是值得讨论的。它们的共同点是:组合均以针叶植物花粉占绝对优势。那么,是不是可以说它们就是同时期的产物呢?恐怕问题还不那么简单,如进一步探讨一下这两个孢粉组合所反映的寒冷程度,就可看出它们之间的不同了。带 II 位于三角洲平原地区井下 250 余米,青岭岗则位于山区海拔 400 余米,两者高程相差 600 米以上,如果这两个组合是同期的,那么,后一组合中所出现的植物种类应比前一个组合的耐寒一些,因为在同一个植物区内,地势愈高植物种类愈耐寒。但目前的资料情况则相反,位于高处的青岭岗图式中所出现的喜温种反比位于低处的带 II 要多。如山核桃属在青岭岗图式中可达 4%,而在带 II 中则未出现,其它的喜温的阔叶种,在青岭岗图

式中也较带 II 丰富。这些事实说明带 II 所指示的气候要比青岭岗的更寒冷,因此,这两个植物群很可能代表了先后两次低温气候。再考虑到孢粉的保存状况,青岭岗期似乎也早于带 II。至于青岭岗期与图式 I 带 I 的关系,根据孢粉组合特征,二者显然处于不同的气候期,前者属于寒冷气候期,后者属于温暖气候期,或者说前者属于冰期气候,后者属于间冰期气候(见下节),而带 I 和带 II 为连续沉积,因此,青岭岗图式所代表的这次寒冷气候期很可能较带 I 为早。

天目山图式和图式 I 带 IV 这两个组合的孢粉成分是很不相同的,前者的乔木种类单调,阔叶种较带 IV 少得多,而草本植物花粉和蕨类孢子则比带 IV 丰富。但我们认为这两个组合很可能是同时期的,其理由:①天目山图式的冷杉属占显著地位,而带 IV 的冷杉属虽不居优势,但在整个图式 I 的曲线变化上,却是最高的。②值得提出的是与带 IV 同期的南通冷杉带^[8],在该带中冷杉花粉高达 40—44%。南通冷杉带的孢粉样取自苏北的启东县,启东县与上海同属于长江三角洲地带,隔江相望,相距很近。从它们所处的深度、岩性和沉积旋回上比较也应属于同一时期的沉积物,即更新世晚期^[11]。至于当前这两个植物群既为同期但其成分却又不大相同,此种现象也并不难理解,因为在同一个植被带内(特别是在不同的高度),处于不同位置的植物群,其种类多有差异,这乃是众所周知的。所以,我们认为天目山图式,图式 I 带 IV 和南通冷杉带均属于同一时期的堆积物。

总结上述各孢粉组合从老到新的顺序应为:青岭岗图式→带 I→带 II→带 III→带 IV(包括天目山图式)→带 V→带 VI→带 VII。

三 古气候的演变

关于本区第四纪期间低温气候的报道,早在 30 年前,李四光在我国东部庐山、黄山、天目山一些中等山地的冰川遗迹的论著中就有阐述了,嗣后,又有不少人发表了这方面的材料。但是,尽管如此,对本区存在冰川一说,仍有不少人持怀疑态度,甚至有人认为^[4]，“在长江以南地区,自第四纪早期以来,气候无大变化,一直处于湿润的热带、亚热带气候状态。”我们认为这种看法是不正确的。从当前孢粉分析材料看,本区在第四纪期间,气候曾发生过多次相当明显的波动,决不是一直处于热带、亚热带状态。例如,在天目山区上更新统内发现的冷杉林就是证明。冷杉目前在长江上游多分布在高山、亚高山地带,那些地区的年平均气温一般为 0—6℃,而天目山区 1000 米高度(冷杉花粉发现在 920 米)的年平均气温是 11°—12℃,由此可见,冷杉林的气温要比目前天目山 1000 米高度的气温低 5°—12℃,平均低 8℃左右。最近,南京大学地理系的同志^[5],也在天目山区上更新统(450 米处)内发现大量冷杉花粉,他们将此冷杉带“与目前台湾省同类林带的气温相比,当时 450 米高的冰坑森林带,相当现在冰坑上空 2500—4000 米之间的高空气温,即温度比现今至少下降 5°—9℃,最高可达 15°—17℃,平均差 10°—13℃。”再如,我们在四明山区 400 米处所发现的以针叶植物为主的孢粉组合,特别是云杉属(最高可达 48%),和一些落叶松属、冷杉属花粉的出现,这说明当时的气候是湿冷的。尽管在这一组合中还出现不少温暖类型的针、阔叶植物的花粉(可能是由于当时植被垂直分布所造成),但组合中出现这么多的耐寒的针叶植物花粉,足以证明当时这里的气候要比现在低得多,其寒冷程度或者可与我国目前长江中、上游高山、亚高山气候环境相比拟。类似反映这样低温气候的孢粉组

合还出现在图式 I 的带 II、IV、VI 和南通冷杉带。不过，各带的降温幅度可能有所不同，但均反映了一定的低温气候。

从上述孢粉图式对比来看，本区于第四纪期间，至少发生过四次温暖与寒冷气候的变化。属于寒冷期的有：青岭岗图式；带 II；带 IV 和天目山图式；带 VI 等。其间属于温暖期的有：带 I；带 III，带 V 和带 VII。这些气候变化，我们认为基本上可和我国第四纪冰川工作者所划分的四次冰期、间冰期进行对比，即青岭岗期相当于鄱阳冰期，带 I 则相当于鄱阳-大姑间冰期，带 II 相当于大姑冰期，带 III 则相当于大姑-庐山间冰期，带 IV 和天目山期相当于庐山冰期，带 V 则相当于庐山-大理间冰期，带 VI 则相当于大理冰期、带 VII 属于冰期后。当然，这样对比是否恰当还需作进一步的探讨。

四 地层时代

上海平原地区一套厚达 300 多米松散层的地层时代问题争论很多。分歧之点是整个松散层全为第四系？或仅上部 100 米左右的地层为第四系？其下绝大部分属上第三系？至于第四系与第三系的界限，到目前为止，国内外都还没有一个统一的标准，但多数学者则认为^[1,10]：①从古生物学观点，第四纪初期，不管动物或植物都已形成了第四纪的特有面貌，但仍具有少量的第三纪残余分子。②从古气候学的观点，第四纪气候曾发生多次有节奏的波动，具明显的冷暖交替现象。当前的孢粉组合特征，基本上与上述两点是符合的。从最老的两个（青岭岗图式和带 I）孢粉组合来看，其中除一些耐寒种在当地没有生长外，其它绝大部分全为当地或附近地区所生长的植物。根据孢粉组合特征已明显地形成了第四纪植物群的面貌。第四纪古气候的特征表现也是明显的，特别是图式 I 上的七个孢粉带，冷暖气候的交替是很清楚的。有趣的是，这种气候变化和我国冰川工作者^[2,5]所划分的四次冰期，间冰期基本上是一致的，也是和上海地区的四大沉积旋回相呼应的^[11]。据此，我们认为上海地下 300 多米厚的松散层，全部归入第四系是比较合适的。

第四系的划分是比较复杂的，我们的工作做得还很少，现只能根据孢粉和古气候的特征提些初步意见。上海 01 孔最底部的带 I，也就是上海砾石层，关于该层的地层时代问题，孙永福同志^[11]作了明确的阐述：“上海砾石层的时代应属于早更新世晚期，相当于第一间冰期，即鄱阳-大姑间冰期。”该文并提出此砾石层为上海地区的四大沉积旋回的第一个旋回的上部，在下部附近地区出现的湖相杂色粘土层，在上海地区缺失。他还指出：“此湖相杂色粘土层从岩性、岩相分析完全与第二沉积旋回下部的湖相杂色粘土层相似。”由此，他提出：“第一个沉积旋回下的湖相杂色粘土层也应和第二个沉积旋回下的湖相杂色粘土层（带 II）一样，属于寒冷气候条件下的产物。”根据我们在这个地区的孢粉分析的结果来看，带 I 之下确实还有一次寒冷气候，即我们在前面讨论过的青岭岗图式，它很可能相当于第一沉积旋回之下的湖相杂色粘土层，即相当于鄱阳冰期，属早更新世早期，本层与上海砾石层组成第一沉积旋回，时代为早更新世。此外，如从带 I 和青岭岗图式的孢粉特征上来考虑，定为早更新世也是恰当的，因为这两个组合所反映的植物群已构成第四纪植被的特征。所以我们认为把青岭岗图式和带 I 的时代定为早更新世是妥当的。带 II 属于第二沉积旋回的下部，相当于大姑冰期^[11]。它的时代为中更新世的早期，与带 III（相当于大姑-庐山间冰期）组成中更新世。天目山图式和带 IV 属晚更新世，相当于庐山冰期。

带 VI 是否相当于大理冰期? (因这次低温气候反映不明显) 还需要进一步研究。其时代: 天目山图式及带 IV、带 V、带 VI 均属于更新世晚期。带 VII 则属于全新世。

五 孢子花粉搬运的问题

在《南通海相第四系孢粉组合》一文中, 宋之琛等(1964)把组合内出现众多的冷杉、松、云杉、油杉和桦等属的花粉, 认为是由远地经风或水流搬运来的, 并非原生。对冷杉属花粉的来源作了分析, 引证了格里丘克关于孢粉搬运方面的资料: “可以想象到, 由北向南流的大河, 能够把河流以北地区的植物的花粉和孢子同河流冲积物一道搬运, 并沉积到任何地点。由南往北流的现象则相反”。以及“伏尔加河冲积层中, 云杉属花粉含量的升高, 是由于春季汛滥时搬运了河流以北的云杉花粉而造成的。”因而, 在该文中, 对冷杉花粉的来源便作了类似的推理: “因此, 我们认为东西向的河流也有把上游(指长江上游——笔者)生长的植物的花粉搬运到下游来沉积的可能。这似乎应为南通第四系冷杉属花粉的来源之一。此外, 台湾省和福建省目前还有冷杉生长, 花粉随风飘落到海中, 再经海流作用而向北搬运, 沉积在南通地区也是可能的。”对此, 我们持不同意见。首先看格里丘克的资料。该资料是他引证 3. П. 米罗诺娃的资料, 这个资料实际情况是: 米罗诺娃分析了一块伏尔加河萨马河湾的孢粉样, 该样位于云杉林南 250—300 米的地方, 分析结果云杉花粉含量达 17%。众所周知, 一块样的结果是靠不住的, 正如格里丘克在该引文中所作的评语那样: “现在有一些伏尔加河萨马河湾的资料, 在一定程度上证实了上面的说法(指河流搬运对孢粉谱造成很大影响——笔者), 但这些资料是片面的, 因为它只属于伏尔加河流域的一个点。”表示怀疑。况且, 南通距离冷杉分布区上千公里, 其含量高达 44.4%, 如果均为搬运而来, 是令人难以理解的。再者, 在南通冷杉带中, 冷杉属(44.4%)、松属(15.5%)、云杉属(1.1%)、落叶松属(2.3%)、虎耳草科(2.3%)、毛茛科(2.3%)、水龙骨科(12.2%)、鳞毛蕨属(2.3%)等, 合计占 82.4%。这些植物多分布在寒温带。剩下的除未鉴定的以外, 可认为指示温暖气候的只有少量的海金沙属(1.1%)、铁线蕨属(1.1%)、栎属(2.3%)、椴属(3.4%)合计占 7.9%。可见冷杉带中绝大部分的种属是指示寒冷气候的。因此, 它与本文带 IV 一样反映了寒冷的气候。

总之, 在本区第四纪地层中, 所发现众多的冷杉等花粉被解释为远地搬运来的理由是不能令人信服的。对于这些花粉的来源, 应从本区第四纪古地理、古气候的变化上找答案。

如前所述, 本区于第四纪冰期间, 气候严寒, 这些耐寒的针叶植物生长在本地山区是完全可能的。天目山区 400 公尺、1000 公尺处的晚更新世地层内所发现的大量冷杉花粉, 便是有力的明证。至于, 上海平原地区所发现的一些耐寒的针叶植物花粉, 即使不是生长在本地, 也应为附近山区所有, 绝不会来源于长江上游。

必须指出: 有不少文献谈及有关花粉远距离传播的问题, 特别是带气囊的针叶植物的花粉。有些学者认为松属可传播到一千公里以外的地方。云杉属、桦属等花粉也能随风传至几百公里。这些只是一些植物的少数花粉粒的传播现象, 不能代表一般。通常的情况应该是: 植物的花粉或孢子, 绝大部分都是降落在该种植物生长的周围或附近地区, 某些植物可能由于其花粉或孢子结构的特殊, 向四周扩散的幅度大一些。例如, 我们曾在本区(南京灵谷寺、玄武湖、宜兴以及太湖流域的一些沼泽地带)所做的一些表土(见孢粉

图式 V) 中的孢粉分析结果就是这样。组合中出现的绝大部分孢粉都是当地植物的花粉和孢子, 外来种是极少的。不必说上千公里以外的, 就是上百公里以外的植物的花粉, 混进来的与当地植物的花粉比起来也是微不足道的。因此, 我们认为, 虽然沉积条件对孢粉组合有一定的影响, 但是每个孢粉谱与当地植被类型基本上是符合的。

不过, 需要指出的是, 海相和滨海相沉积中的孢粉分析是比较复杂的。前面已经谈到孢粉图式 I 116 米以上为海陆交互相, 关于这段地层中的孢粉组合特点, 以及海相、滨海相沉积物中的孢粉分析问题, 我们准备在今后论述晚更新世以后的地层时再予以讨论。

结 语

1. 本区在第四纪期间, 古气候具有明显的冷暖交替现象, 最明显的有两次, 即孢粉图式 I 的带 II 和带 IV (包括图式 III、IV、南通冷杉带等)。这两次寒冷气候分别相当于大姑和庐山冰期, 其它两次不明显, 特别是晚更新世以后的气候变化不显著。

2. 浙江青岭岗亚粘土层(孢粉图式 II) 和带 I, 为早更新世; 带 II、带 III 为中更新世; 带 IV, 带 V、带 VI、天目山图式以及南通冷杉带属于晚更新世; 带 VII 属于全新世。

主要参考文献

- [1] 中国科学院植物研究所等, 1966: 陕西蓝田地区新生代古植物学的研究。陕西蓝田新生界现场会议论文集, 科学出版社。
- [2] 方鸿琪, 1961: 长江中下游地区的第四纪沉积。地质学报, 第 41 卷, 第 3—4 期。
- [3] 何炎等, 1965: 江苏东部第四纪有孔虫。中国科学院地质古生物研究所集刊第 4 号, 科学出版社。
- [4] 黄培华, 1963: 中国第四纪时期气候变迁的初步探讨。科学通报, 1 月号。
- [5] 南京大学地理系地貌学教研室, 1974: 中国第四纪冰川与冰期问题。科学出版社。
- [6] 刘东生等, 1962: 气候标志及中国第四纪地层的划分。中国地质, 第六期。
- [7] 汤文权等, 1965: 浙江新构造运动与第四纪沉积。地质学报, 第 45 卷, 第 4 期。
- [8] 宋之琛等, 1961: 江苏南通滨海相第四系的孢粉组合。古生物学报, 第 9 卷, 第 3 期。
- [9] 王开发, 1964: 长江三角洲太湖沉积层的孢粉组合。华东师范大学学报(自然科学版)。
- [10] B. И. 格罗莫夫等, 1962: 关于人类第四系的下界和地层划分的现状。中国地质, 第六期。
- [11] 孙永福, 1966: 上海地区覆盖层底部砾石层的成因与时代问题的探讨。地质论评, 第 24 卷, 第 3 期。
- [12] Zagwijn, W. H, 1957: Vegetation, Climate and Time correlation in the Early Pleistocene of Europe. *Geologic en Mijnbouw* (Ns. ser.) 19 Jaargang.

**STUDIES ON THE QUATERNARY SPORO-POLLEN
ASSEMBLAGE FROM SHANGHAI AND ZHEJIANG
WITH REFERENCE TO ITS STRATIGRAPHIC AND
PALAEOCLIMATIC SIGNIFICANCE**

Liu Jingling and Ye Pingyi

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

(Abstract)

This paper aims at preliminarily summing up the materials of Quaternary spore-pollens obtained from Shanghai and some districts in Zhejiang province. Based on the characteristics of this spore-pollen assemblage, eight zones may be divided in ascending order as follows: Qinglinggang zone, zones I, II, III, IV, V, VI and VII (as shown on the spore-pollen diagram I). Among them, zone IV may be equivalent to Tianmushan zone. From the paleoclimatic viewpoints, Qinglinggang zone, zone II, zone IV or Tianmushan zone and zone VI are believed to give expression to the cold climate, while the rest to the mild climate. Accordingly, the present writers have made a comparison of the above-mentioned zones with the Quaternary glacial age and, moreover, have carried out a comparatively comprehensive study of the Quaternary stratigraphic classification in that area. Finally, in this paper there is also a brief discussion about the transportation of spore-pollens.

图 版 说 明

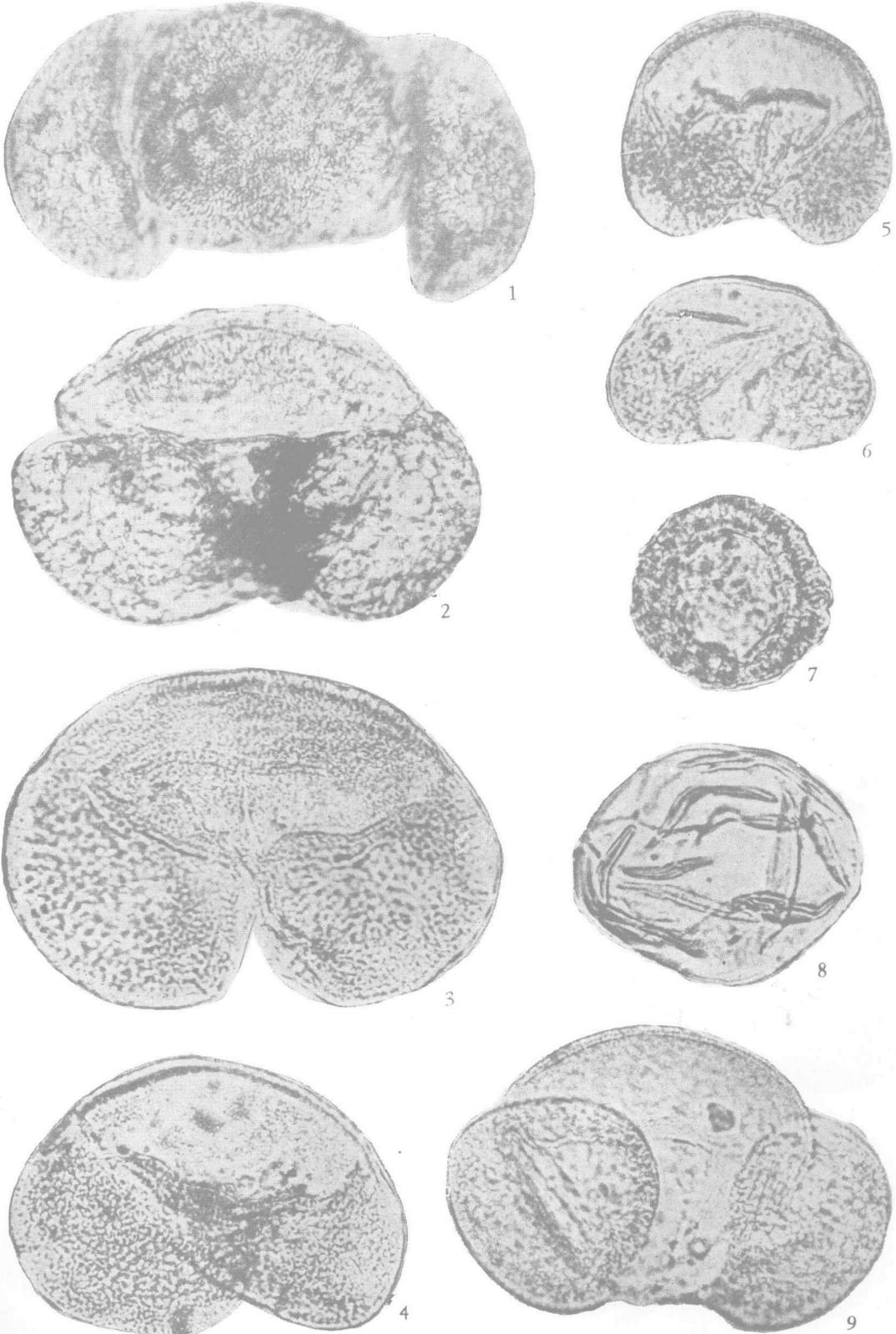
所有标本都保存在中国科学院南京地质古生物研究所。

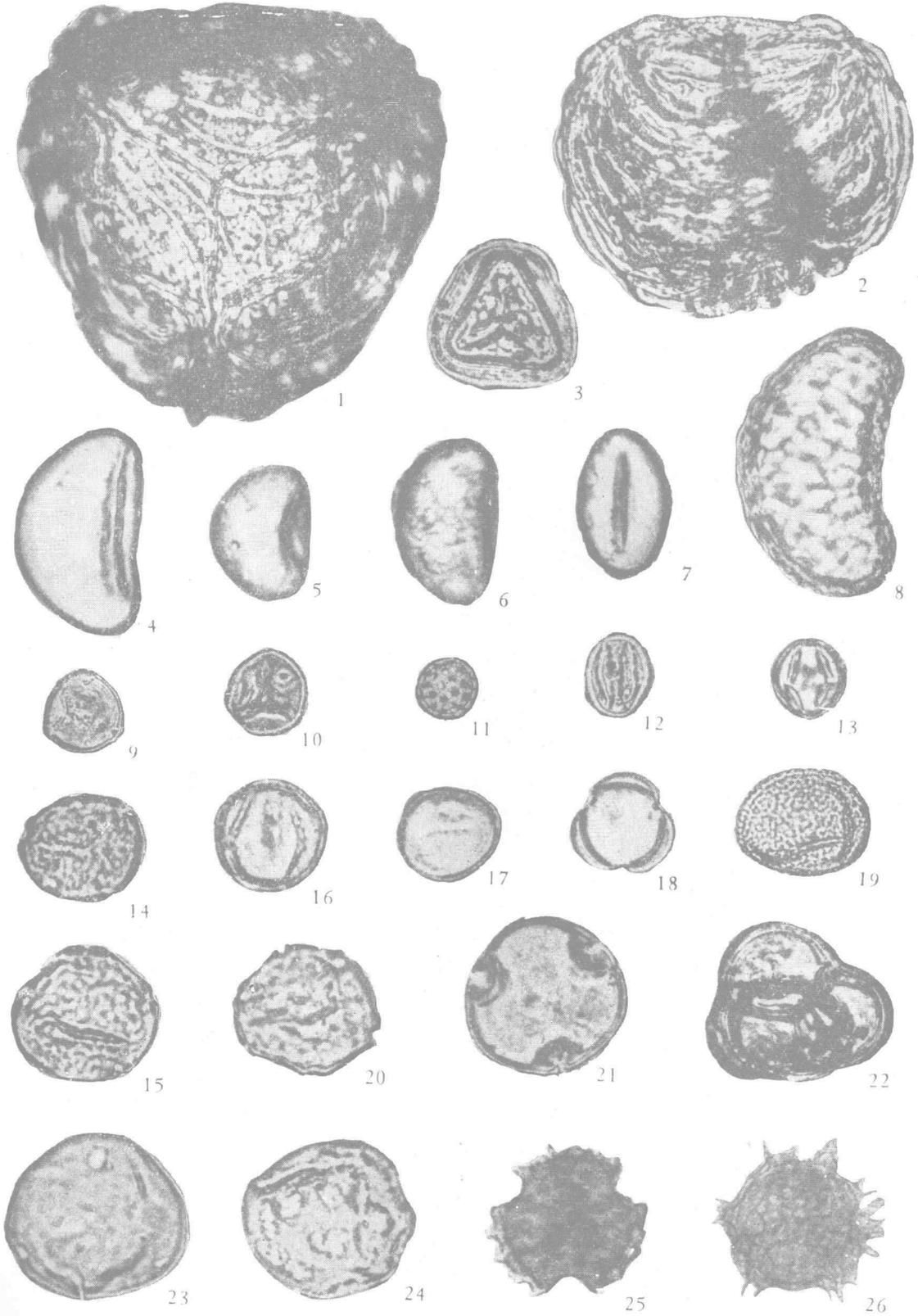
图 版 I

- 1, 2. 冷杉属 *Abies* (× 800)
- 3, 4. 云杉属 *Picea* (× 800)
5. 雪松属 *Cedrus* (× 800)
6. 松属 *Pinus* (× 800)
7. 铁杉属 *Tsuga* (× 800)
8. 落叶松属 *Larix* (× 800)
9. 油杉属 *Keteleeria* (× 800)

图 版 II

- 1, 2. 水蕨属 *Ceratopteris* (× 800)
3. 凤尾蕨型 *Pteris* type (× 800)
- 4—7. 水龙骨科 *Polypodiaceae* (× 600)
8. 鳞毛蕨属 *Dryopteris* (× 800)
9. 鹅耳枥属 *Carpinus* (× 600)
10. 禾本科 *Gramineae* (× 600)
11. 藜科 *Chenopodiaceae* (× 600)
12. 蔷薇属 *Rosa* (× 600)
13. 豆科 *Leguminosae* (× 600)
- 14, 15. 榆属 *Ulmus* (× 600)
16. 栎属 *Quercus* (× 800)
17. 香蒲属 *Typha* (× 800)
18. 蒿属 *Artemisia* (× 800)
19. 眼子菜属 *Potamogeton* (× 600)
20. 胡桃属 *Juglans* (× 800)
21. 椴属 *Tilia* (× 800)
22. 杜鹃属 *Rhododendron* (× 600)
23. 山核桃属 *Carya* (× 800)
24. 枫香属 *Liquidambar* (× 800)
- 25, 26. 菊科 *Compositae* (× 600)





孢粉图式 I

