

文章编号: 1671-4814(2006)01-60-10

江西鄱阳湖区 ZK01 钻孔孢粉记录 及其古环境信息^①

谢振东¹, 冯绍辉², 黄文虹³, 罗音¹, 冯昌和¹, 马振兴¹

(1 江西省地质调查研究院, 江西南昌 330201)

(2 江西省地勘局九一六地质大队, 江西九江 332001)

(3 江西省地勘局赣西地质调查大队, 江西南昌 330201)

摘要:通过对鄱阳湖 ZK01 钻孔的近 7300~50 a BP 孢粉记录进行研究, 根据岩芯中孢粉主要种属类型及含量变化特征共划分出 9 个孢粉组合带。同时根据孢粉记录尝试恢复了鄱阳湖流域的古植被和鄱阳湖区的水域面积变迁特征, 以及地区气候冷暖变化。其中利用亚热带乔木花粉和山地针叶林植物花粉之间百分比含量差值的变化特征, 对鄱阳湖流域近 2760 a BP 以来的冷暖气候变化进行较为详细的探讨。

关键词: ZK01 钻孔; 孢粉; 古环境信息; 鄱阳湖

中图分类号: X144

文献标识码: A

1 区域自然概况

鄱阳湖及其流域地处长江中游南岸, 其集水总面积 16.22 万 km², 占江西省国土总面积 90%。其东、南、西三面环山, 北部为湖区平原, 中部间隔丘陵盆地。其地形大致有三种类型: 一是崇山峻岭的边缘山地, 占全省面积的 35.9%, 海拔一般在 1000 m 左右, 最高峰为武夷山脉的黄山, 高达 2158 m, 孤峰独峙的庐山汉阳峰高达 1474 m; 二是连绵起伏的中南部丘陵, 占总面积的 42.3%, 海拔多为 100~500 m; 三是鄱阳湖平原, 占全省总面积的 21.8%, 大部分海拔在 50 m 以下。流域属于中亚热带湿润季风区, 年平均气温 16.2~19.7℃, 气温向南部逐渐升高, 雨量充沛, 但年季节性变化很大。年平均降水量 1341~1934 mm。大体上可以用北纬 27°00'~27°30' 作为植物分界线。界线以南, 植被中有较多的热带植物区系成分, 界线以北, 掺杂有不少暖温带植物区系成分, 由于地形复杂, 海拔高度相差大, 相应出现了植被分布的垂直带谱^[1]。地带性森林植被属于亚热带常绿阔叶林区域, 300

① 收稿日期: 2005-03-14

基金项目: 中国地质调查局环境地质与灾害预警项目“长江中游鄱阳湖及江西江段水患区环境地质调查评价(项目编号 199916000114)”资助。

第一作者简介: 谢振东(1975~), 男, 江西九江人, 工程师, 从事环境地质工作。

~800 m 低山丘陵广泛分布着茂盛的常绿阔叶林,以壳斗科 (*Fagaceae*)的常绿植物种类为建群种,海拔 800 m 以上以常绿落叶阔叶混交林为主,海拔更高则以山地针叶-阔叶混交林为主,再高则以高山草甸为主。在鄱阳湖湿地区域分布有非地带性植被,以马来眼子菜 (*Potamogeton malinurus* Miquel)和藻类构成水生植物群落与莎草科 (*Cyperaceae*)、禾本科 (*Gramineae*)和蓼科 (*Polygonaceae*)等种类为优势种构成的湿生草本植物群落呈现季节性交替。

2 钻孔与研究材料

鄱阳湖 ZK01 孔位于新建县恒湖农场外的鄱阳湖湿地上 (图 1),进行了沉积学、 ^{14}C 年代学、 ^{210}Pb 年代学以及孢粉学研究。本文主要对孔深 0.1~7.95 m 采集的 126 件孢粉样品进行研究,采样密度上部一般为 1 件 5~6 cm,下部为 1 件 7~10 cm。该钻孔孢粉丰富种类繁多,共鉴定植物孢粉 21 841 粒,平均每个样品鉴定 205 粒。

钻孔上部以湖泊相沉积为主,下部为湖泊三角洲相沉积。岩芯中没有发现明显的长期沉积间断面。主要岩性描述: 7.66~7.95 m 为灰色细砂; 7.06~7.66 m 为灰色含植物碎屑泥质粉土; 5.86~7.06 m 为灰色细砂,含少量泥质团块; 5.46~5.86 m 为青灰色粉质粘土; 4.37~5.46 m 为青灰色淤泥质粘土; 4.13~4.37 m 为黄褐色粘土; 3.86~4.13 m 为青灰色粗粉砂; 2.91~3.86 m 为青灰色淤泥质粘土; 2.28~2.91 m 为黄褐色粉质粘土; 1.28~2.28 m 为青灰色淤泥质粘土; 1.08~1.28 m 为黄褐色粉质粘土; 0.35~1.08 m 为黄褐色粉质粘土、细粉砂; 0.10~0.35 m 为浅黄色粉质粘土。

室内孢粉的提取采用常规盐酸、碱方法处理,碘重液浮选。统计的孢粉百分含量以木本植物、草本植物、蕨类植物的总和为基数。孢粉鉴定由中国地质大学(武汉)分析测试中心喻建新完成。

钻孔一共测试了 6 个 ^{14}C 年龄 (表 1)。0~150 cm 测定一组 ^{210}Pb 样, CIC 模式计算的平均沉积速率为 $0.3052 \text{ k} = 1.02 \text{ mm/a}$ 根据该值换算 10 cm 处的年龄为 50 aBP。

根据上述年龄值计算出相应层位的沉积速率,并对每个样品深度进行年龄换算,建立该钻孔孢粉的时间序列,7.95~0.1 m 沉积柱的年龄应在 7 300~50 aBP 之间。

3 孢粉分析结果

样品共鉴定出 95 个科属类型,根据其中的一些种属不同的生态习性可分出几个生态

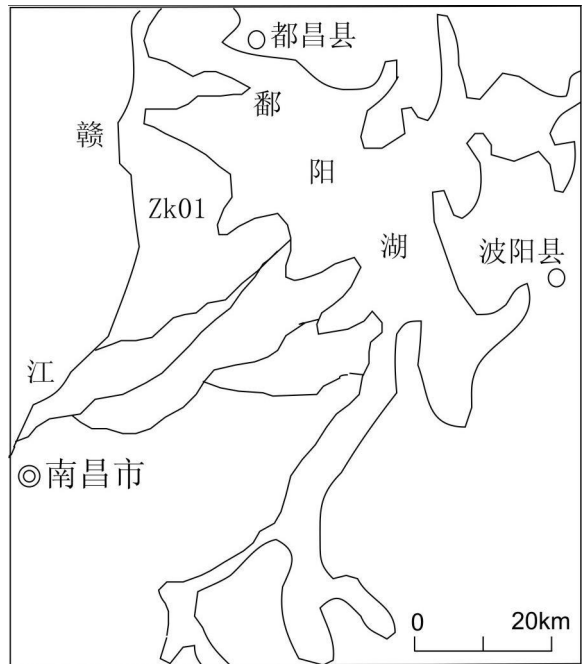


图 1 鄱阳湖 ZK01 钻孔位置图

Fig. 1 Location of drilling hole ZK01 in Poyang Lake

表 1 鄱阳湖 ZK01 钻孔 ^{14}C 测年数据

Table 1 Data of the radiocarbon of drilling hole ZK01 in Poyang Lake

样品编号	岩性	钻孔取样深度	距今年代 (a BP)	树轮校正 (Cal B. P.)
JX -CAG - 3	灰色淤泥质粘土	1. 23 ~ 1 33 m	650 ± 32	650 ± 50
JX -CAG - 4*	灰色淤泥质粘土	2. 18 ~ 2 28 m	1865 ± 75	1820 ± 85
JX -CAG - 6	灰色淤泥质粘土	3. 50 ~ 3 60 m	2650 ± 60	2755 ± 20
JX -CAG - 7	灰色粉质粘土	5. 40 ~ 5 50 m	3240 ± 180	3470 ± 210
JX -CAG - 9*	灰色粘土	6. 82 ~ 6 92 m	3780 ± 65	4150 ± 115
JX -CAG - 10	灰色粉砂	7. 85 ~ 7 95 m	6210 ± 125	7170 ± 170

带 * 样品由中国地震局新构造年代学开放实验室测定, 其他样品由中国地质大学 (武汉) 分析测试中心测定。

组:

亚热带乔木组: 常绿栎 (*Quercus*)、栲属 (*Castanopsis*)、枫香属 (*Liquidambar*)、山毛榉属 (*Fagus*)、冬青属 (*Ilex*)、漆树属 (*Rhus*)、罗汉松属 (*Podocarpus*)、油杉属 (*Keteleeria*)、山核桃属 (*Carya*)、槭属 (*Acer*)、紫树属 (*Nyssa*)、楝属 (*Melin*)、芸香属 (*Ruta*)、无患子属 (*Sapindicus*)、朴属 (*Celtis*)、石柯属 (*Litocarpus*)、桑科 (Moraceae)、杨梅科 (Myricaceae)、金缕梅科 (Hamamelidaceae)、樟科 (Lauraceae)、桃金娘科 (Myrtaceae)、大戟科 (Euphorbiaceae)、木兰科 (Magnoliaceae) 和木犀科 (Oleaceae) 等。

温带乔木组: 落叶栎 (*Quercus*)、栗属 (*Castanea*)、胡桃属 (*Juglans*)、桦属 (*Betula*)、椴属 (*Tilia*)、榆属 (*Ulmus*)、悬铃木属 (*Platanus*)、化香属 (*Platycarya*)、桤木属 (*Alnus*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、枫杨属 (*Juglans*) 和桤木属 (*Alnus*) 等。

山地针叶林组: 云杉属 (*Picea*)、冷杉属 (*Abies*)、铁杉属 (*Tsuga*)、落叶松属 (*Larix*) 和雪松属 (*Calnus*)。

水生植物组: 眼子菜属 (*Potamogetonaceae*)、黑三棱属 (*Sparganiaceae*)、水蕨属 (*Ceratopteris*)、菖蒲属 (*Aconus*)、浮萍属 (*Lemna*)、狐尾藻属 (*Myriophyllum*)、水藓 (*Sphagnum*)、睡莲属 (*Nymphaea*) 和菱属 (*Trapa*) 等。

除上述外生态组的主要属种外, 一些不易归类但含量高, 变化显著的种属也包括在内。主要为木本植物的松属 (*Pinus*)、栎属 (*Quercus*); 草本植物的蒿属 (*Artemisia*)、藜科 (Chenopodiaceae)、禾本科、蓼属 (*Polygonum*)、蕨类植物的鳞盖蕨属 (*Microlepia*)、凤丫蕨属 (*Coniogramme*)、里白属 (*Hicriopteris*)、桫欏属 (*Cyathea*) 和水龙骨科 (Polypodiaceae) 等。

根据岩芯中主要孢粉属种成分及百分含量的变化将其划分为九个组合带, 其中包括二个孢粉贫乏带。

第 I 组合带 (孔深 6.12 ~ 7.95 m, 约 7300 ~ 3680 aBP), *Pinus* ~ *Quercus* ~ *Liquidambar* 组合。该带以木本植物花粉占优势, 含量为 31.8% ~ 53.6%;。木本植物花粉中的针叶树种以松属为主, 含量 7.0% ~ 12.3%, 平均 9.2%, 阔叶树种以栎属花粉为主, 含量为 7.5% ~ 11.1%, 平均 9.6%, 亚热带乔木植物花粉 (6.2% ~ 13.0%) 种类繁多, 主要属种枫香属 (2.7% ~ 4.8%)、栲属 (0 ~ 4.8%)。温带乔木植物花粉 (5.9% ~ 12.4%), 主要属种栗 (0 ~ 4.8%), 平均 3.2%, 其他如桦科、榆科花粉也常见。山地针叶林植物花粉含量较少, 只有 0.5% ~ 4.4%, 其中云杉 (0 ~ 1.9%), 冷杉 (0 ~ 1.5%)。蕨类植物孢子占组合带的 29.8% ~ 45.6%, 以里白 (5.5% ~ 10.0%)、鳞盖蕨 (6.8% ~ 11.4%)、凤丫蕨 (3.8% ~ 9.9%) 为主, 其次是水龙骨科、桫欏、凤尾蕨等。草本植物花粉 (14.0% ~ 27.7%) 主要为蒿属 (2.0%

~7.3%),禾本科(4.7%~9.5%),次为蓼属、藜科等,水生草本植物花粉(0.5%~3.9%)中香蒲、菱、浮萍、睡莲、眼子菜和黑三棱等均有见及。

第 II 组合带(孔深 532~612 m, 约 3 680~3 230 aBP)孢粉贫乏带。该组合带化石稀少,无法进行统计计算,仅见极少量的松、栎、栗、蒿属、禾本科、水龙骨科、凤丫蕨、凤尾蕨、里白和鳞盖蕨属等。

第 II 组合带(孔深 4 09~5 32 m, 3 230~2 900 aBP), *Pinus*~*Quercus*~*Graminae* 组合。本带木本植物花粉的含量达到剖面的最高峰为主,平均含量 50.3%,最高 53.9%,与第 I 组合带相比,草本植物花粉含量增加,为 19.8%~27.5%,蕨类植物孢子减少,为 22.7%~30.6%。木本植物花粉中,亚热带乔木花粉空前繁盛,剖面中出现最高含量 15.9%,主要属种枫香属和栲属均出现最高含量,分别为 4.3%和 5.8%,其他种属如朴、铁杉、槭树属、胡桃科等也大量出现;温带乔木花粉(8.1%~15.0%)也大量增加,其中榆科、枫杨和桦科均达到剖面最高含量值,分别为 2.9%、2.0%和 2.2%;山地针叶林花粉有所减少,含量为 0.8~3.6%,木本植物花粉中的针叶树种松属(5.2%~10.8%),阔叶树种栎属(8.4%~11.7%)。草本植物花粉以禾本科(7.2%~13.6%)为主,其次是蒿属(2.3%~5.4%)和蓼属(0~5.6%),水生植物花粉(1.2%~4.5%)含量高,种类较丰富。蕨类植物孢子以鳞盖蕨(4.6%~7.5%)含量最高,次为水龙骨科(3.4%~6.7%)、里白(2.9%~5.5%)和凤丫蕨(0~6.0%)等。

第 IV 组合带(孔深 3 59~4 09 m, 约 2 900~2 760 aBP),孢粉贫乏带。该组合带与第 II 组合带相似,样品中无孢粉记录或孢粉含量极少,无法进行统计计算。

第 V 组合带(孔深 2 79~3 59 m, 约 2 760~2 210 aBP), *Pinus*~*Artemisia*~*Microlepia* 组合。本带草本植物花粉和蕨类植物孢子较第 II 组合带大量增加为特征,含量分别为 25.5%~43.2%和 24.7%~51.5%。木本植物花粉(21.7%~33.3%)则大幅度减少。草本植物的蒿属大量出现(8.4%~23.3%),平均 17.5%,藜科出现最高含量 2.5%,禾本科(6.1%~16.0%)、蓼科(1.0%~8.3%),而水生植物花粉含量较低,最高仅为 1%。蕨类植物孢子以里白(5.4%~12.5%)、鳞盖蕨(4.2%~13.9%)和凤丫蕨(2.7%~15.2%)为主,其次是桫欏属和水龙骨科。木本植物花粉中的亚热带乔木花粉含量最高(1.4%~12.9%),但是较第 III 组合带已经大幅度减少,主要属种栲属(0~2.6%)、枫香(0~1.8%)和槭属(0~2.5%)含量均较低。温带乔木花粉(1.9%~5.3%)的栗、枫杨和鹅耳枥等含量均较低。山地针叶林(0~3.3%)中的冷杉属消失,云杉断续出现。其他木本植物中的以针叶树种松属(4.8%~12.0%)和阔叶树种栎属(1.5%~8.1%)含量较高。

第 V 组合带(孔深 2 27~2 79 m, 约 2 210~1 850 aBP), *Pinus*~*Graminae*~*Microlepia* 组合。本带的显著特征是蕨类植物孢子(61.0%~72.4%)含量增加,及草本植物花粉(5.9%~14.4%)的大幅度锐减,而木本植物花粉(21.4%~31.1%)则与上个组合带基本变化不大。蕨类植物孢子主要为鳞盖蕨属,其出现最高含量 30.8%,最低 14.8%,平均 21.4%,里白属(6.1%~11.3%)和凤丫蕨属(12.8%~20.7%),其次为水龙骨科、桫欏属等。木本植物的亚热带乔木花粉(2.9~7.7%)继续减少,枫香、栲和槭属均断续出现;山地针叶林(0~8%)中的冷杉属再次出现,温带乔木花粉也含量很少,为 0~4.0%,主要属种栗、枫杨和鹅耳枥含量大量减少;其他松属(3.4%~10.4%)和栎属(1.2%~3.7%)含量有所减少。草本植物花粉主要为禾本科(2.7%~8.4%)、蒿属(1.2%~6.4%)及少量蓼属,

而水生植物花粉几乎消失。

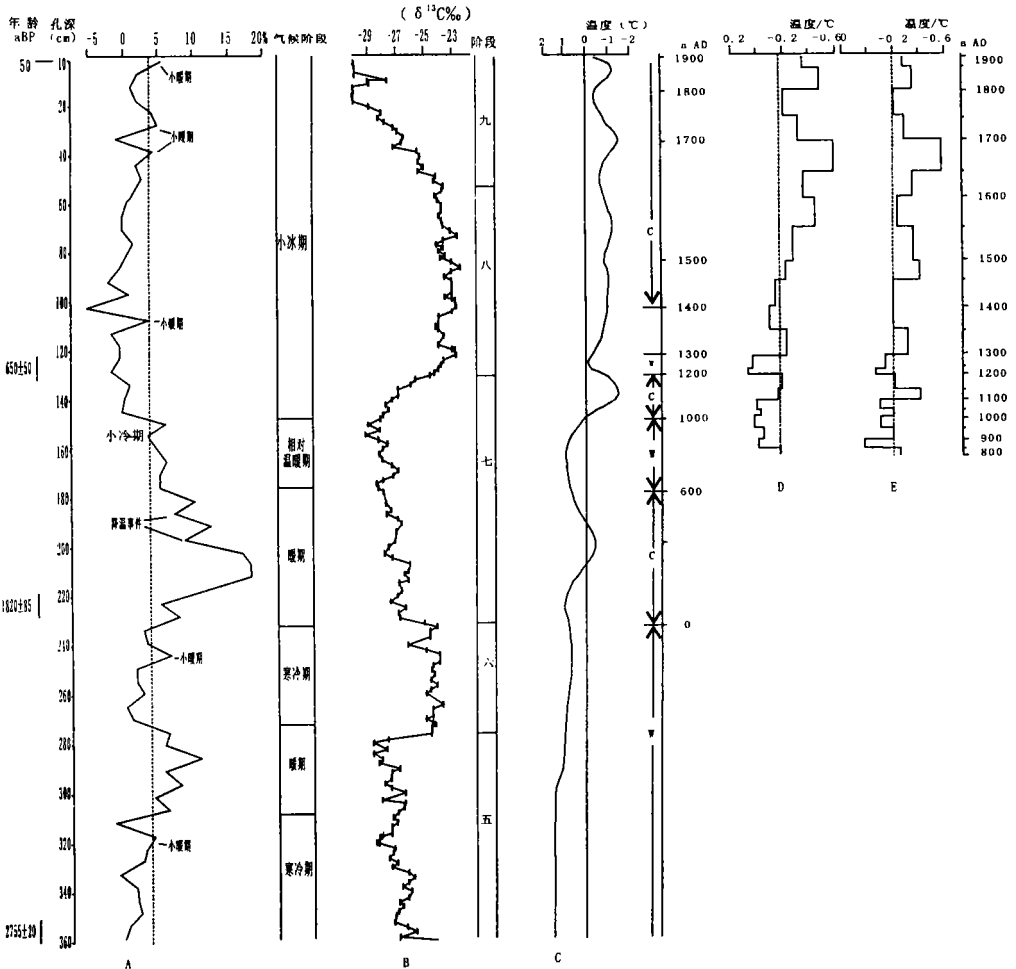


图 2 ZK01 钻孔约 2760a BP 以来孢粉 $\delta^{13}C$ 值变化曲线对比图

Fig 2 The correlation of variation curve of spore/pollen value in drilling hole ZK01 since 2760a BP

A-ZK01孔 $\delta^{13}C$ 值变化曲线; B-ZK01孔稳定同位素变化曲线; C-中国气温变化曲线 (C-寒冷, W-温暖); D-中国西部地区近 800 年来温度 (50年距平)变化曲线, 引自文献^[9]; E-中国近 800 年来温度 (50年距平)变化曲线, 引自文献^[9]

第 VI 组合带 (孔深 1.5 ~ 2.27 cm, 约 1850 ~ 920 aBP), *Pinus* ~ *Artanisia* ~ *Microlepia* 组合。本带中草本植物花粉再次大量增加, 含量为 26.1% ~ 42.4%, 平均 37.5%, 木本植物花粉也增加为 22.0% ~ 43.7%, 蕨类植物孢子减少为 18.5% ~ 46.6%。草本植物花粉中蒿属 (8.7% ~ 27.1%)、禾本科 (7.8% ~ 17.5%) 和蓼属 (2.1% ~ 12.5%) 的大量出现, 均出现剖面的最高含量值, 藜科和水生草本植物 (0 ~ 2.1%) 少量出现。木本植物花粉早期亚热带乔木和温带乔木花粉出现一个高峰, 最高为 18.9% 和 11.5%, 主要属种栗属、槭属和石柯属也出现剖面最高含量, 分别为 8.3%、3.2% 和 3.1%, 其他栲属和枫香属含量也较高, 而枫杨属消失; 山地针叶林植物花粉 (0 ~ 1.4%) 含量总体较低, 冷杉和云杉少量分布; 其他早期阔叶树种花粉栎属 (4.9% ~ 8.1%) 占优势, 晚期主要为松属 (4.6% ~ 8.7%) 占优势。蕨类植物孢子早期以里白 (1.6% ~ 10.1%)、鳞盖蕨 (1.9% ~ 9.6%)、水龙骨科 (1.4% ~ 8.9%) 和桫欏 (1.1% ~ 6.3%) 为主, 晚期凤丫蕨属 (0.9% ~ 13.1%) 含量增加。

第 VII 组合带 (孔深 0.7 ~ 1.5 m, 约 920 ~ 370 aBP), *Pinus* ~ *Coniogramme* ~ *Microlepia* 组合。该带的显著特征是蕨类植物孢子迅速繁衍, 成为优势分子, 在组合中占主导地位, 含量为 58.9% ~ 67.4%, 木本植物花粉略有减少为 22.6% ~ 33.6%, 草本植物花粉则急剧下降为 4.5% ~ 15.7%。蕨类孢子以凤丫蕨属 (11.1% ~ 23.7%) 和鳞盖蕨属 (8.0% ~ 17.1%) 占优势, 其次为里白属 (5.5% ~ 12.3%)、桫欏属 (7.3% ~ 11.1%) 和水龙骨科 (1.0% ~ 6.3%)。木本植物花粉中山地针叶林植物花粉 (2.0% ~ 9.0%) 急剧增加, 达到本剖面的最高峰, 主要属种云杉属 (0.4% ~ 4.1%) 和冷杉属 (0.4% ~ 3.3%), 出现本剖面的最高含量; 亚热带乔木花粉 (1.5 ~ 9.3%) 含量快速下降, 主要属种栲、槭和枫香含量均较低, 石柯属在剖面上消失; 温带乔木花粉 (0.8 ~ 3.4%) 含量极低, 栗属含量为 0 ~ 1.9%, 枫杨属再次出现; 其他的种属中松属含量也急剧增加且波动性大, 最低 4.2%, 最高 13.5%, 平均 9.1%, 栎属 (0.8% ~ 5.3%) 则较上一组合带有所减少。草本植物花粉主要为禾本科 (0.5% ~ 4.8%), 其他的如蒿属、藜科和蓼属则断续分布, 水生植物花粉 (0% ~ 2.0%) 较上一组合带有所减少。

第 IX 组合带 (孔深 0.1 ~ 0.7 cm, 约 370 ~ 50 aBP), *Pinus* ~ *Artanisia* ~ *Coniogramme* ~ *Microlepia* 组合。该组合带中蕨类植物孢子含量 (56.7% ~ 88.4%) 进一步增加, 达到空前繁盛。木本植物花粉 (9.7% ~ 31.3%) 和草本植物花粉 (2.0% ~ 19.9%) 含量早期快速下降, 晚期略有回升。蕨类孢子仍以凤丫蕨属 (19.7% ~ 30.4%)、里白属 (3.2% ~ 18.6%)、鳞盖蕨属 (4.6% ~ 12.4%) 为主, 其次为桫欏属 (3.3% ~ 11.5%)、水龙骨科 (2.0% ~ 4.9%), 其中凤丫蕨属、里白属和桫欏属均出现本剖面最高含量。木本植物中亚热带乔木 (0.6% ~ 8.6%) 和温带乔木花粉 (0.6% ~ 7.6%) 相对含量较高, 栲、槭属、栗和枫杨常见。山地针叶林 (0.6% ~ 5.3%) 较上一组合带大量减少, 主要属种以云杉为主, 冷杉少量出现。其他种属中松含量大量减少, 仅为 2.3% ~ 6.6%。草本植物花粉以蒿属 (0.6% ~ 5.3%) 和禾本科 (0.2 ~ 5%) 为主, 蓼属和藜科少见, 水生植物花粉再次大量出现, 最高为 5%。

4 古植被与古湖泊演化信息

约 7300 ~ 3680 aBP, 亚热带乔木林繁盛, 孢粉源区基带植被面貌为常绿阔叶 - 落叶阔叶混交林, 森林茂盛, 建群种以栎、栲、枫香和栗为主。林下蕨类植物繁茂, 山地则以针叶 - 落叶阔叶混交林为主, 建群种以栎和松为主, 平原地区湖泊沼泽较发育。

约 3680 ~ 3230 aBP, 该时段孢粉缺少无法恢复古植被环境, 说明当地的气候和沉积环境不利于孢粉的保存。

约 3230 ~ 2900 aBP, 该阶段孢粉源区基带植被面貌为常绿阔叶 - 落叶阔叶混交林, 森林茂盛, 建群种以栎、栲、枫香和栗为主。山地则针叶 - 落叶阔叶混交林为主, 建群种以松和栎为主。水生植物的发育说明平原区湖泊沼泽仍然十分发育, 以禾本科和蓼属为主的湿地植被面积有所扩大。

约 2900 ~ 2760 aBP, 该阶段的孢粉缺少无法进行统计恢复古环境, 说明当时的气候和沉积环境不利于孢粉的保存。

约 2760 ~ 2210 aBP, 亚热带乔木林较大暖期相比大量减少, 森林覆盖率下降, 以阔叶树种的小壳斗科为主, 主要为栎属, 次为栗属、栲属、榆属。草本植物发育, 说明出现平原区出现草原景观, 森林面貌则以针阔叶混交林为主, 林下蕨类植物生长茂盛。早期亚热带森林消

退,晚期则增加。水生植物少量出现,说明湖泊水域面积大量减少或者水位长期较低,而湿生植物的禾本科和蓼大量出现说明湿地继续扩张。

约 2210~1850 aBP,亚热带乔木林面积有所减少,森林植被基带以栗、槭和栎等组成的落叶阔叶常绿阔叶混交林,山地则以针阔混交林为主,林下蕨类植物繁盛。水生植物基本消失,反映了鄱阳湖的水体面积极度萎缩或湖盆已干。

约 1850~920 aBP,森林面积有所增加,低海拔平原出现了以蒿属为主的草地景观,森林为落叶阔叶-常绿阔叶混交林,山地则为含针叶属种的落叶阔叶混交林。水生植物的少量出现和湿生草本植物大量出现,鄱阳湖水域扩大及湿地面积再次增加。晚期亚热带森林面积有所减少。

约 920~370 aBP,该阶段低海拔区森林面积有所减少,针阔混交林为主,主要为栎、松栲等,林下蕨类植物繁盛。水生植物和湿生植物的减少,显示鄱阳湖地区水域和湿地面积缩小,山地则云杉林和冷杉林的大量出现为标志,以针叶林为主。而部分阶段亚热带乔木林则增加。

约 370~50 aBP,受人类活动对自然环境破坏森林植被稀疏,晚期有所增加,植物面貌低海拔区以常绿阔叶-落叶阔叶混交林,林下蕨类植物繁盛,山地为针阔叶混交林。水生植被的增加说明鄱阳湖湖区水域面积再次扩张。

5 古气候变化问题的讨论

5.1 近 2760a BP年以来历史时期的气候变化

对全新世的孢粉研究表明,亚热带地区冷暖变化表现为喜冷植物增加与消减^[2],而植被带的迁移主要动力与冬季风强度和范围有关^[3]。ZK01钻孔 2760 a BP以来的孢粉记录十分连续,样品平均分辩率为 40 a。笔者尝试用代表温暖气候的亚热带乔木花粉和代表寒冷气候的山地针叶林植物花粉,它们百分比含量之间差值的变化特征,即 $I=Y-S(I-\text{差值}, Y-\text{亚热带乔木花粉}\%, S-\text{山地针叶林花粉}\%)$,对 2760 aBP以来鄱阳湖流域的历史时期冷暖气候变迁进行探讨。并与 ZK01孔的稳定碳同位素记录,其他地区的古气候记录资料和地方史料记载等相对照。经过计算,2760 aBP以来 I值平均为 3.9%,并以该值为分界线来划分剖面的冷暖期阶段(图 3),各阶段特征划分如下:

2760~2460 aBP(810 aBC~510 aBC,东周末期以及春秋时期大部分阶段),I值在 -1.1%~4.4%之间,平均为 1.7%,低于总平均值 2 个百分点,显示该阶段属于寒冷期。波动曲线总体趋势是气温逐渐上升,多次出现增温的波动。约 2530 a BP左右出现一个小暖期记录,极端寒冷时期出现约 2480 aBP左右。这与竺可桢的研究结果并不一致^[4]。

2460~2210 aBP(510 aBC~270 aBC,春秋末期-战国大部分时期),I值在 4.5%~11.4%之间,平均为 7.1%,高于总平均值 3 个百分点,为温暖期,这相当于竺可桢的第二温暖期^[4]。约 2330 aBP(约 380 aBC)左右 100年间达到本阶段最温暖的时期,而后气温下降较快,气候快速变冷。

2210~1940 aBP(约 270 aBC~30 aAD,战国末期-秦、西汉时期),I值在 0.5%~7.1%之间,平均 2.7%,低于总平均值 1.2个百分点,属于寒冷期,约公元前 266年-前 200年为最冷阶段。约 90 aBC~40 aBC年左右气温大幅度升高,出现小暖期。

1940~1310 aBP(约 30~640 aAD,东汉-晋、南北朝、隋-初唐时期),I值 5.8%~

17.2%之间,平均为 12.1%,高于总平均值 8.2 个百分点,为温暖期。约 100~340 aAD 这时期为剖面孢粉记录的最温暖时期,而其后阶段十六国—南北朝时期的气温升降波动非常剧烈,约 380 aAD 和 510 aAD 左右出现两次大幅度的降温事件,这两次降温事件在青藏高原古里雅冰芯也有记录^[5]。隋—唐早期为温暖时期,中唐期气温快速下降。

1310~930 aBP(640~1020 aAD,中—晚唐、五代—北宋初期),I 值 3.7%~6.5%之间,平均 5.4%,高于总平均值 1.5 个百分点,这个阶段相比前一时期 I 值下降较多,但是 I 值比寒冷期要高。因此,总体上这个阶段相比前一时期气温下降较多,而且气温逐渐下降,但是气温明显要高于寒冷期,为相对温暖期,并且在约 1040 aBP(约 910 aAD 左右,唐后期—五代十国时期)气温有明显变冷的记录。这与通过对史料记录研究隋唐时期气候冷暖变化研究的一些结果基本一致^[6,7]。

930~50 aBP(约 1020~1900 aAD,北宋、南宋、元、明、清大部分时期),I 值在 -5.2%~5.6%,平均为 1.0%,比总平均值低 2.9 个百分点,进入小冰期寒冷阶段。这阶段鄱阳湖流域历史气候记录较为丰富,特别是明清时期的非常完整。整个阶段虽然是为寒冷的时期,但期间记录了 4 个非常明显的小暖期,其中后三个小暖期间有两个极端寒冷阶段。

第一个小暖期为 580 aBP 左右,I 值从 1440 aAD 的 -1.5% 快速升至 1370 aAD 的 3.4%,接近总平均值。而这个时期地方史料上记载有元至正十年(1350 aAD)“鄱阳冬温,辟历大雨,草木叶”,至正十二年(1352 aAD)和洪武元年(1368 aAD)“铅山冬草木华”^[8]。

第二个小暖期为 270 aBP(约 1680~1705 aAD)左右,I 值由 2.0% 升至 4.3%,高于总平均值 0.4 个百分点。这个时期史料上记载寒冷次数年份为仅为 7 个。

270~245 aBP(1705~1730 aAD),I 值最低为 -0.6%,史料记载的寒冷事件达到 11 次,其中有康熙五十三年(1714 aAD)“分宜十二月大雪尺余,冰冻二尺有余,寒甚”,康熙五十四年(1715 aAD)“湖口冬江冻合,舟楫不通”等极端寒冷事件记载^[8]。

第三个小暖期为 245~170 aBP(约 1730~1780 aAD),I 值在 5.0%~4.2%,高出总平均值 1.1~0.3 个百分点,地方史料 50 年间有寒冷事件记录仅 11 年,并且在乾隆四年(1739 aAD)“武宁己未除夕,酷热如盛夏,人不能衣”,“彭泽元旦如夏,人有单衣者”;乾隆七年(1742 aAD)“靖安秋分后众木华”等暖冬现象记录^[8]。

约 170~100 aBP(约 1780~1850 aAD),I 值在 1.2%~2.2%之间,低于总平均值 2.7~1.7 个百分点,30 年间共出现 22 次寒冷事件历史记录,其中极端记录出现道光二十年(1840 aAD)“都昌大雪,湖水冻合,可胜重载”^[8]。

第四个小暖期 100~50 aBP(约 1850~1900 aAD),I 值达到 5.6%,高出总平均值 0.7 个百分点,在 50 年间地方史料中有寒冷事件记录的年份仅 16 个,有暖冬记录年份共有 9 次,特别在 1850~1860 aAD 间,有 8 年“冬桃李华实”,“冬桃李华”等暖冬记录^[8]。

本阶段共出现 4 次气温快速下降的记录,除了前述的两个外,一个是本阶段初期约 890 aBP(1060 aAD),I 值从约 960 aBP 的 6% 降至约 890 aBP 的 0%,这次降温在史料中记载有宋雍熙二年(985 aAD)“都昌、星子冬大雨雪,江水冻合,可胜重载”^[8],约 560 aBP(1390 aAD)左右,I 值为 -1.5%,但这次地方史料中没有极端寒冷事件记载。

总的来看,约 2760 aBP 以来孢粉 I 值变化反映了几个显著的特征:

(1)孢粉记录了 3 个暖期,2 个寒冷期,而在各阶段当中均有小暖期和小冷期的记录。总体上暖期逐渐变短而寒冷期变长的特征非常明显,孢粉记录鄱阳湖流域进入小冰期时间

要比其他地区研究结果的 800 aAD 左右^[9,10]要提早 100 年左右。

(2) 从气候系统的 500~1000 年尺度上看冷暖发展变化过程, 均是一个渐变过程再以一个快速突变转换结束一个冷期或暖期, 并且在 100 年尺度上看气候突变事件更为频繁。

(3) 与 ZK01 孔的稳定碳同位素记录^[11]的曲线变化特征具有相似性(图 3), 反映冷暖变化的趋势具有一致性, 但在部分阶段和局部变化存在一定的差异。

(4) 清代以来的孢粉记录反映的气候变化特征与江西地方史料的记载吻合程度高。

5.2 关于 2760 a BP 前气候变化探讨

剖面 2760 aBP 至 7300 aBP 孢粉记录不完整, 因此不能利用孢粉资料对该阶段进行详细的气候变化研究。

其中在 7300~3680 a BP 和 3230~2900 a BP 两个有孢粉记录阶段, 亚热带乔木林占绝对优势, 显示这两个时期以南亚热带湿润性季风气候为主, 温暖湿润, 降雨充沛, 寒冷的冬季风对孢粉源区的影响不强, 与全新世大暖期的气候特征^[9]相似。

孢粉植物群贫乏事件在中国第四纪孢粉植物群事件中是一种重要现象, 对于研究古气候变化有重要的意义^[12]。ZK01 孔剖面上出现两个孢粉贫乏带, 其中 3680~3230 a BP 间断有 435 年和 2900~2760 a BP 间断有 145 年的时间跨度, 而这两个时间段中的¹³C 记录均有气候变化异常事件^[11], 但是持续时间并不长。吴艳宏等人在鄱阳湖湖口地区研究 4500 年以来的孢粉组合^[13]中并没有发现孢粉贫乏事件, 不过该剖面取样密度低于本剖面。同时这两段主要记录的岩性为灰色细砂和青色细砂, 而这两层与上下层为相变关系, 并未发现有明显的长期沉积间断现象。因此鄱阳湖 ZK01 孔孢粉记录中的出现孢粉贫乏事件产生的原因究竟是孢粉的不均匀扩散-沉积作用造成, 还是当时气候或沉积环境变化所致, 有待于今后进一步研究探讨。

本文所用资料为长江中游鄱阳湖及江西江段水患区环境地质调查项目成果, 系集体劳动成果。由于样品的数量有限, 难免存在不足, 文中不正之处敬请同仁指正。

参考文献

- [1] 江西省土地利用管理局, 江西省土壤普查办公室. 江西土壤[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991: 15-18.
- [2] 郑卓. 中国热带-亚热带地区晚第四纪植被与气候变化[J]. 微体古生物学报, 2000, 17(2): 125-146.
- [3] 于革, 王苏民. 中国中全新世植被带迁移的气候动力学机制探讨[J]. 微体古生物学报, 2000, 17(2): 147-154.
- [4] 竺可桢. 中国过去 5000 年来气候波动的初步研究[J]. 中国科学, 1973, 16(2): 291-296.
- [5] 瑶檀栋, 秦大河, 田立德, 等. 青藏高原 2 ka 来温度与降水变化-古里雅冰芯记录[J]. 中国科学 D 辑, 1996, 26(4): 348-353.
- [6] 满志敏. 关于唐代气候冷暖问题的讨论[J]. 第四纪研究, 1998(1): 20-30.
- [7] 吴宏岐, 党安荣. 隋唐时期气候冷暖特征与气候波动[J]. 第四纪研究, 1998(1): 31-38.
- [8] 《江西省气象志》编纂委员会编. 江西省气象志[M]. 邯郸市: 方志出版社, 1997: 161-230.
- [9] 王绍武, 龚道溢. 全新世几个特征时期的中国气温[J]. 自然科学进展, 2000, 10(4): 325-332.
- [10] 王绍武, 叶瑾琳, 龚道溢. 中国的小冰期气候[J]. 第四纪研究, 1998(1): 54-64.
- [11] 马振兴, 黄俊华, 魏源, 等. 鄱阳湖沉积物近 8 ka 来的有机质碳同位素记录及其古气候变化特征[J]. 地球化学, 2004, 33(3): 279-285.
- [12] 童国榜, 李月丛, 杨振京. 中国第四纪孢粉植物群事件的记录[J]. 微体古生物学报, 2000, 17(2): 186-197.
- [13] 吴艳宏, 羊向东, 朱海虹. 鄱阳湖湖口地区 4500 年来孢粉组合及古气候变迁[J]. 湖泊科学, 1997, 9(1).

Sporopollen record of drilling hole ZK01 and its paleoenvironmental information in Poyang Lake area Jiangxi

XIE Zheng dong¹, FENG Shao hui², HUANG Wen hong³,
LUO Ying¹, FENG Chang he¹, MA Zheng xing¹

(1 *Jiangxi Institute of Geological Survey, Nanchang 330201, China*)

(2 *916 Geological Party, JBEDGMR, Jiujiang 332001, China*)

(3 *West Jiangxi Geological survey Party, JBEDGMR, Nanchang 330201, China*)

Abstract

Through the study the sporopollen record of drilling hole ZK01 in Poyang Lake during 7300 to 50a BP, nine sporopollen zones are divided according to main types of genera and species and diverse characteristic of sporopollen contents in rock core. The paleovegetation in Poyang Lake river basins and the transitional feature of water area as well as cold and warm variation of paleoclimate in Poyang Lake region are recovered by sporopollen record. According to variation characteristics of the percentage content metabolic earmark of subtropical arboreal dust with conifer floral dust in hilly country, the cold and warm variations of climate of Poyang Lake river basins have been discussed in detail since ~2760a BP.

Key words Poyang Lake; drilling hole ZK01; sporopollen; paleoenvironmental information