

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2018.03.004

引用格式:马超,顾延生,刘春根,等.鄱阳湖东南部地区全新统植硅体组合特征与古环境分析[J].华东地质,2018,39(3):187-193.

鄱阳湖东南部地区全新统植硅体组合特征 与古环境分析

马 超¹,顾延生²,刘春根³,左祖发³

(1. 赣西地质调查大队,南昌 330002; 2. 中国地质大学(武汉)地球科学学院,
武汉 430074; 3. 江西省地质调查研究院,南昌 330030)

摘要:通过分析鄱阳湖东南部地区 zk10 钻孔剖面植硅体及硅藻组合特征,探讨该区自全新世以来的古气候环境变化规律。zk10 钻孔剖面主要为黏土,含少量粉质黏土,属滨湖相沉积。黏土中植硅体含量高,形态丰富,主要来源于禾本科植物,少数为蕨类植物、裸子植物和阔叶类植硅体。根据植物、植硅体类型组合及温度指数,划分为 7 个植硅体组合带,自下而上分别为:Ⅰ方型、长方型、扇型、哑铃型-多面体型-薄板型、球型组合带;Ⅱ方型、长方型、尖型、平滑棒型-多面体型-薄板型组合带;Ⅲ方型、长方型、扇型、平滑棒型-多面体型-球型组合带;Ⅳ方型、长方型、平滑棒型-多面体型-纺锤型、球型组合带;Ⅴ方型、扇型-平滑棒型-多面体型组合带;Ⅵ长方型、扇型、尖型、刺边棒型-三棱柱型-多面体型-球型组合带和Ⅶ长方型、扇型、鞍型-刺边棒型-多面体型组合带。7 个植硅体组合带反映了 4 次大规模的气候演化旋回,包括 4 次温暖湿润和 3 次温凉偏干的气候环境,植硅体可作为恢复古气候变化的重要参考。

关键词:植硅体;古气候;全新统;黏土;鄱阳湖

中图分类号:P532;P534.63

文献标识码:A

文章编号:2096-1871(2018)03-187-07

鄱阳湖是中国最大的淡水湖,也是江西省第四纪地层沉积的中心^[1-2]。受鹰潭—瑞昌 NW 向断裂控制^[3],鄱阳湖西南部为赣抚冲积平原,厚度一般为 30~40 m,前缘(朱港)可达 76 m;东南部为信江、饶河冲积平原,厚度一般为 15~25 m^[4-7]。江西省地质矿产勘查局以岩石地层单位为重点,结合地貌、孢粉和古地磁资料,对鄱阳湖地区第四系进行了全面总结和划分对比^[3],但第四系植硅体的研究的资料甚少。近些年来,一些学者对鄱阳湖全新世沉积物进行研究,探讨鄱阳湖地区近 8 ka 以来的古气候环境变化特征^[8-12]。李长安等^[13]、王伟铭等^[14]、黄翡等^[15]分别对江西修水地区及鄱阳湖北部星子、九江第四系更新统红土层的植硅石进行研究,进一步丰富了鄱阳湖地区第四系研究的资料。本文基于余干县幅 1:5 万区域地质调查成果,研究

鄱阳湖东南部地区全新统植硅体组合特征,探讨该区自全新世以来的古气候环境变化规律,为进一步研究鄱阳湖地区第四系地质特征提供新资料。

1 地质概况

研究区位于鄱阳湖东南部信江滨湖地区,主要分布第四纪地层,零星出露新元代计林组、中二叠世鸣山组、晚二叠世乐平组和晚白垩世茅店组(图 1)。第四纪全新统鄱阳湖组沿滨岸带展布,海拔标高一般为 14~16 m,岩性主要为浅灰色、黄褐色黏土,间夹粉砂土或粉细砂,水平层理发育,厚度为 4.16~13.70 m,属滨湖-浅湖相沉积。全新统联圩组,主要为河漫 I 级阶地或内叠阶地,海拔标高一般为 16~20 m。下部为砂砾石层,上部为泥质粉

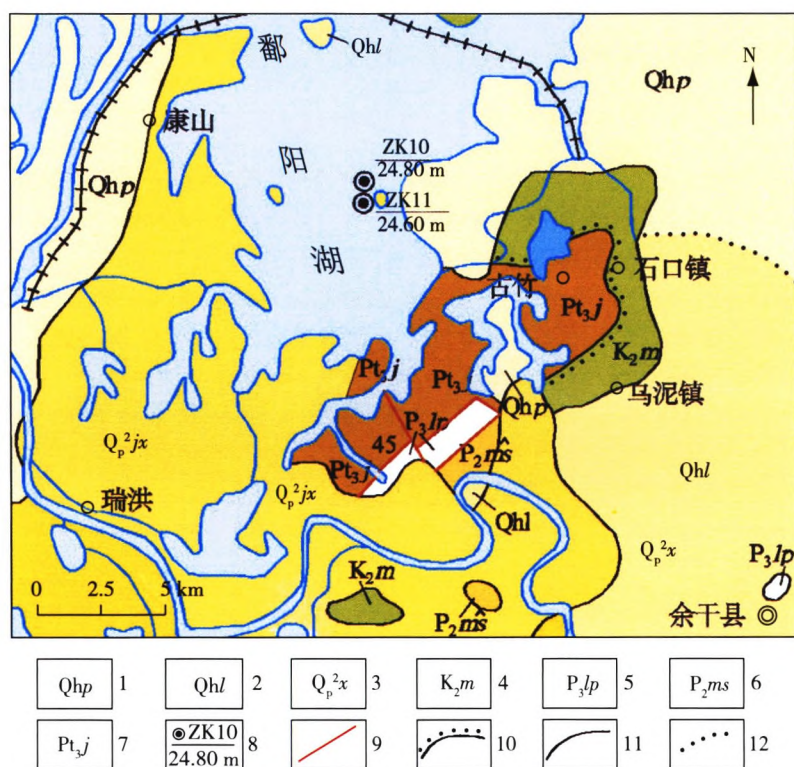
* 收稿日期:2017-09-12 修订日期:2017-10-24 责任编辑:谭桂丽

基金项目:中国地质调查局“华东地区基础地质调查及数据更新(编号:1212010607)”项目资助。

第一作者简介:马超,1991 年生,男,助理工程师,主要从事区域地质调查及矿产地质勘查工作。

砂及粉质黏土层,厚度为 7.78~18.61 m,属河流相沉积。中更新世进贤组,地貌上呈岗地,组成Ⅱ级、Ⅲ级基座阶地,海拔标高一般为 20~30 m。下部为紫红、棕黄色含砾砂层、砂砾石层,厚度为 4.59 m;中部为棕红色网纹状亚黏土层,“蠕虫”构造发育,厚度 4.68 m;上部为棕红色黏土层,厚度>2.22 m。二元结构明显,属河流冲积相沉积。下部 ESR 测年结果为 754 ± 75 ka B. P.,中部 ESR 测年结果为 541 ± 54 ka B. P.。晚白垩世茅店组风化强烈,岩性为紫红色砾岩、砂砾岩、细砂岩夹钙质粉砂岩、泥

岩,顶、底不全,厚度>600 m。晚二叠世乐平组为一套海陆交互碎屑岩含煤建造,岩性为灰白色长石石英砂岩,深灰色含炭粉砂岩、粉砂质泥岩夹煤线,产丰富的腕足、菊石和植物化石,厚度为 115.16~445.3 m。中二叠世鸣山组为灰黑色薄-中层状硅质岩、硅质页岩夹少量薄层状硅质灰岩、粉砂岩,属内陆海盆地相沉积。新元古代计林组呈猪肝色、青灰色粉砂质千枚岩、条纹条带状千枚岩不等厚互层,局部变余石英砂岩。



1. 全新世鄱阳湖组;2. 全新世联圩组;3. 中更新世进贤组;4. 晚白垩世茅店组;5. 晚二叠世乐平组;6. 中二叠世鸣山组;
7. 新元古代计林组;8. 钻孔及孔深;9. 实测断层;10. 不整合界线;11. 实测地质界线;12. 岩性相变界线。

图 1 余干县石口镇古竹村地质图(1:5万区调实测)

Fig. 1 Geological map of Guzhu Village at Shikou Town, Yugan County

2 钻孔剖面

采样钻孔位于鄱阳湖东南部信江滨湖地区,余干县石口镇古竹村北西 5.5 km,施工取样钻孔 2 个,编号分别为 zk10 和 zk11。zk10 孔地理坐标为 $116^{\circ}32'25''$ E, $28^{\circ}49'59''$ N, 标高 14.0 m;zk11 孔地理坐标为 $116^{\circ}32'43''$ E, $28^{\circ}49'51''$ N, 标高 15.6 m (图 1)。以 zk10 孔剖面为例,剖面论述如下。

全新统鄱阳湖组(Qhp) 厚 4.16 m

⑦ 0~0.30 m: 人工耕作土, 原为鄱阳湖滨, 现为人工围湖造田, 周边已种植水稻。 0.30 m

⑥ 0.30~0.80 m: 样品编号 Byzg1—Byzg4, 黄褐色黏土、粉质黏土, 偶见植物根系, 刀切岩心易碎。 0.50 m

⑤ 0.80~1.50 m: 样品编号 Byzg5—Byzg14, 黄褐色黏土, 刀切断面光滑, 手搓易成细条, 不具粉

砂感,黏性强。断面呈灰色、青灰色,具黄褐色斑点,弱显“斑状花纹”。 0.70 m

④ 1.50~2.20 m:样品编号 Byzg15—Byzg38,灰色、黄褐色黏土,刀切断面光滑,手搓易成细条,黏性强,无粉砂。 0.70 m

③ 2.20~2.70 m:样品编号 Byzg39—Byzg56,灰黄色黏土,刀切断面光滑,呈青灰色、黄褐色,具“斑状花纹”,黏性、韧性较强。 0.50 m

② 2.70~4.00 m:样品编号 Byzg57—Byzg108,青灰色含黄色斑点黏土,刀切断面光滑,手搓易成细条,黏性、韧性较强,不具粉砂感。 1.30 m

① 4.00~4.16 m:样品编号 Byzg109,青灰色、黄褐色黏土,刀切断面光滑,手搓易成细条,黏性、韧性较强,不具粉砂感。 0.16 m

上更新统古竹组(Q_2^g) 厚>1.17 m

① 4.16~5.33 m:青灰色黏土,软塑状,黏性强。 1.17 m

在 zk11 孔剖面古竹组 7.9 m 处取样,其 ^{14}C 年龄为 $33\,675\pm3\,095\text{ a B. P.}$ 。邻区新建县恒湖 zk01 孔上部 ^{14}C 年龄为 $650\pm32\text{ a B. P.}$,中部 ^{14}C 年龄为 $3\,240\pm180\text{ a B. P.}$,下部 ^{14}C 年龄为 $6\,120\pm125\text{ a B. P.}$ ^[10],属于全新世。

3 样品测试及结果

3.1 样品测试

Zk10 孔沉积物共采集植硅体分析样品 90 块,在中国地质大学(武汉)生物地质与环境地质教育部重点实验室进行处理,具体步骤为:取风干样品 10 g 置于 500 ml 大烧杯中;加入 10% 稀盐酸,加热,脱钙去铁质;加入 30% 双氧水,加热,去除有机质;用沉降法去除样品中的黏土颗粒;用 2.30 重液浮选,置于 50 ml 小烧杯中,加入蒸馏水及冰乙酸,去除重液;制片后在 Olympus BX 50 生物显微镜下观察,一般统计数量达 200 粒以上。

3.2 测试结果

对采集的 90 块植硅体样品进行处理,发现植硅体含量较高。镜下观察并统计其中的 29 块样品,统计植硅体颗粒至少 200 粒以上,发现植硅体形态较丰富。从植硅体主要形态分析,其主要来源于禾本科植物,少数为蕨类植物、裸子植物和阔叶类植硅体,其中草本类植硅体形态有方型、长方型、扇型、十字型、哑铃型、短鞍型、长鞍形、帽形、齿形、平滑棒

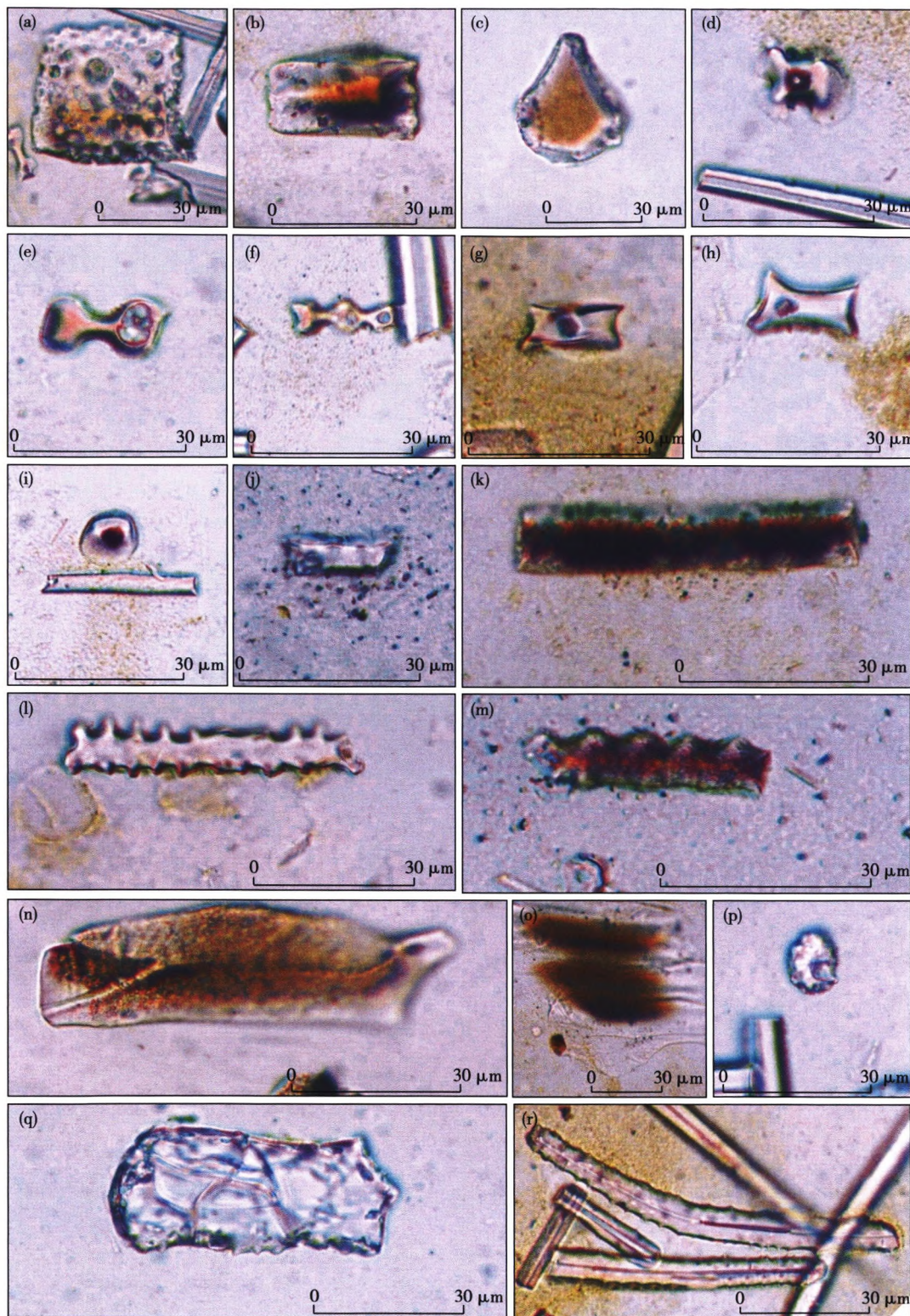
型、刺边棒型、尖型、突起棒型(图 2(a)—图 2(m));蕨类植物植硅体形态可见三棱柱型(图 2(n))、穴状棒型、波状棒型;裸子植物植硅体形态主要有多面体型、石屑型;阔叶类植硅体形态有薄板型、球型(图 2(o)、图 2(p))、纺锤型、Y 型、网脊块状型(图 2(q))、导管型等。此外,样品中还见较丰富的硅藻,可以作为反映湖泊沉积信息的生物记录。

4 讨论

一些学者^[16-18]通过研究中国不同气候带表土植硅体类型及组合特征,发现植硅体分布具有一定规律性,对气候环境具有明确的指示意义。扇型、方型和长方型植硅体,主要分布于中国东部和南部地区,代表温暖气候环境;长鞍型植硅体,主要分布于中国南部地区,代表湿热气候环境;棒型和尖型植硅体,主要分布于中国北部、西部和东北地区,反映寒冷气候环境;齿型和帽型植硅体,主要分布于中国长江流域以北大部分地区,均为寒冷气候的典型代表;哑铃型植硅体,主要分布于中国东部地区,以江淮流域为主,反映温湿、湿热气候环境;短鞍型植硅体,主要分布于华北、华东和华南地区,比较适应于干、热的生态环境。因此,根据地层沉积物中草本植物植硅体类型组合(示冷型、示暖型),有助于重建当时沉积环境的古植被和古气候环境。为了定量研究钻孔剖面全新世以来的植被和古气候变化,利用植硅体示暖型(方型、长方型、扇型、哑铃型、短鞍型、十字型)、示冷型(齿型、平滑棒型、刺边棒型、尖型)颗粒含量计算在当时的沉积环境下,草本地表植被所反映的气候温暖程度,即温暖指数=(示暖型植硅体总和)/(示暖型植硅体总和+示冷型植硅体总和),从而反映沉积时期的温度变化。

根据植硅体组合特征,自下而上可划分为 7 个组合带及古气候带(图 3)。

I 带(3.04~3.54 m, Byzg71—Byzg 90): 方型、长方型、扇型、哑铃型-多面体型-薄板型、球型组合带。该带主要以示暖型植硅体为主,其次为示冷型植硅体,其中方型含量为 4%~12%,长方型含量为 7%~27%,扇型含量为 14%~33%,哑铃型含量为 3%~10%,多面体型含量为 0%~7%,薄板型含量为 2%~4%,球型含量为 3%~7%;草本类含量为 86%~100%,裸子类含量为 0%~8%,阔叶类含量为 7%~13%。统计植硅体 137~670 粒,计算获



草本类植硅体:(a).方形;(b).长方形;(c).扇形;(d).十字形;(e).哑铃形;(f).多铃形;(g).短鞍形;(h).长鞍形;(i).帽形;(j).齿形;(k).平滑棒形;(l).刺边棒形;(m).突起棒形。蕨类植物植硅体:(n).三棱柱形。阔叶类植硅体:(o).薄板形;(p).球形;(q).网脊块状;(r).硅藻。

图2 余干县古竹植硅体形态特征
Fig. 2 Phytolith morphotypes at Guzhu, Yugan County

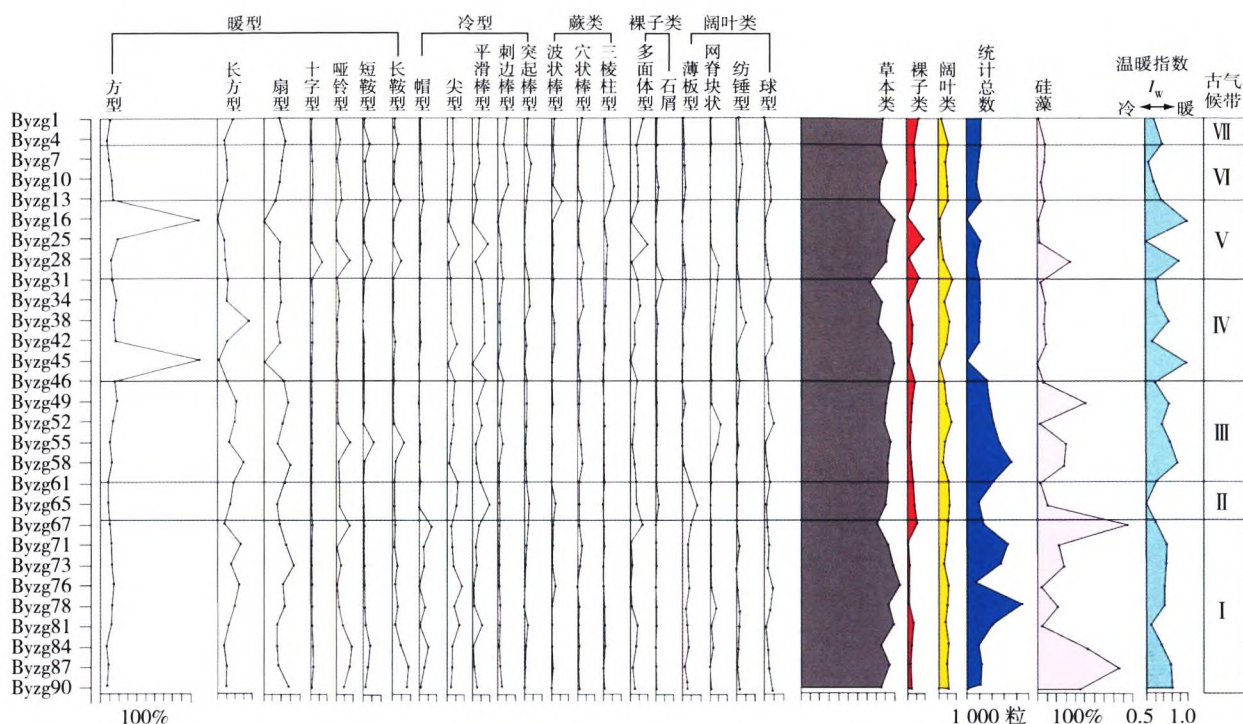


图 3 江西省余干县古竹村全新统植硅体组合与环境变化示意图

Fig. 3 Holocene phytolith assemblages and paleoenvironment change at Guzhu Village Yugan County, Jiangxi Province

得温暖指数 I_w 为 0.58~0.84, 植硅体组合反映的气候比Ⅲ带更温暖湿润。硅藻含量高, 类型丰富, 反映湖泊水体较浅, 光线充足, 水体环境较好, 适宜硅藻生存。

Ⅱ带(2.90~3.04 m, Byzg65—Byzg67): 方型、长方型、尖型、平滑棒型-多面体型-薄板型组合带。该带主要以示冷型植硅体为主, 其次为示暖型植硅体及少许裸子植物和阔叶类植硅体, 其中方型含量为 5%~7%, 长方型含量为 7%~13%, 尖型含量为 4%~12%, 平滑棒型含量为 6%~16%, 多面体型含量为 6%~13%, 薄板型含量为 6%~10%; 草本类含量为 81%~90%, 裸子类含量为 8%~13%, 阔叶类含量为 10%~13%。统计植硅体 182~256 粒, 计算获得温暖指数 I_w 为 0.51~0.64, 植硅体组合反映气候温凉偏干。硅藻含量较少, 反映湖泊范围萎缩, 曾间歇性地露出水面, 沉积环境动荡, 不利于植物和硅藻生存。

Ⅲ带(2.47~2.90 m, Byzg49—Byzg61): 方型、长方型、扇型、平滑棒型-多面体型-球型组合带。该带主要以示暖型植硅体为主, 其次以示冷型植硅体为主, 其中方型含量为 5%~10%, 长方型含量为

12%~29%, 扇型含量为 15%~29%, 平滑棒型含量为 3%~9%, 多面体型含量为 2%~6%, 球型含量为 0%~8%; 草本类含量为 88%~95%, 裸子类含量为 2%~7%, 阔叶类含量为 5%~15%。统计植硅体 424~711 粒, 通过计算获得温暖指数 I_w 为 0.65~0.88, 植硅体组合反映的气候比Ⅴ组合带更温暖湿润, 硅藻含量高, 反映湖泊范围扩大, 光线充足, 湖泊沉积发育。

Ⅳ带(2.04~2.38 m, Byzg34—Byzg46): 方型、长方型、平滑棒型-多面体型-纺锤型、球型组合带。该带主要以示暖型植硅体为主, 其次为示冷型植硅体, 其中长方型含量为 11%~35%, 方型含量为 12%~100%, 平滑棒型含量为 9%~12%, 多面体型含量为 4%~10%, 纺锤型含量为 2%~5%, 球型含量为 4%~7%; 草本类含量为 83%~100%, 裸子类含量为 0%~8%, 阔叶类含量为 0%~13%。统计植硅体 190~339 粒, 计算获得温暖指数 I_w 为 0.60~0.78, 植硅体组合反映的气候温暖偏干, 硅藻含量较少, 反映湖泊范围缩小, 沉积环境较差。

Ⅴ带(1.53~1.96 m, Byzg16—Byzg31): 方型、扇型-平滑棒型-多面体型组合带。主要以示暖型植

硅体为主,其次为示冷型植硅体及裸子植物和阔叶类植硅体,其中方型含量为4%~8%,扇型含量为17%~24%,平滑棒型含量为5%~9%,多面体型含量为6%~13%;草本类含量为86%~88%,裸子类含量为8%~14%,阔叶类含量为4%~13%。统计植硅体223~241粒,计算获得温暖指数 I_w 为0.63~1.0,植硅体组合反映的气候温暖湿润,硅藻含量较高,反映湖泊范围进一步扩大,水体较浅,光线充足,沉积发育。

VI带(0.98~1.34 m, Byzg7—Byzg13):长方型、扇型、尖型、刺边棒型-三棱柱型-多面体型-球型组合带。该带以示冷型植硅体为主,其次为示暖型植硅体及蕨类植物、裸子植物和阔叶类植硅体,长方型含量为9%~18%,扇型含量为12%~20%,尖型含量为3%~9%,刺边棒型含量为4%~10%,突起棒型含量为2%~9%,三棱柱型含量为3%~5%,多面体型含量为7%~8%,球型含量为3%~7%;草本类含量为85%~93%,裸子类含量为7%~10%,阔叶类含量为9%~11%。统计植硅体155~200粒,计算获得温暖指数 I_w 为0.60~0.72,植硅体组合反映的气候温凉偏干,硅藻含量低,反映湖泊萎缩,曾间歇性地露出水面,沉积环境较差。

VII带(0.42~0.80 m, Byzg1—Byzg4):长方型、扇型、鞍型-刺边棒型-多面体型组合带。该带主要以示暖型植硅体为主,其次为示冷型植硅体及裸子植物和阔叶类植硅体,其中方型含量为4%~8%,长方型含量为6%~11%,扇型含量为17%~24%,鞍型含量为2%~8%,刺边棒型含量为5%~9%,多面体型含量为6%~13%;草本类含量为86%~88%,裸子类含量为8%~14%,阔叶类含量为4%~13%。统计植硅体223~241粒,计算获得温暖指数 I_w 为0.62~0.73,植硅体组合反映的植被景观为湖滨草甸及周边丘陵地区森林-草原景观,气候温暖较湿润。硅藻含量低,水体范围缩小,可能反映人类活动对湖泊环境的影响加剧,生态环境逐渐恶化。

5 结 论

(1)鄱阳湖东南部地区全新统主要以黏土沉积为主,含少量粉砂质黏土,总体为滨湖相沉积,受地质构造和气候因素影响,湖盆经历了振荡性升降,曾间歇性地露出水面,形成湖滩草洲环境。

(2)鄱阳湖东南部地区余干县古竹全新统黏土中植硅体含量较高,形态较丰富,主要来源于禾本科植物,少数为蕨类植物、裸子植物和阔叶类植硅体,并含有较多的硅藻,较好地记录了黏土沉积时的植被和古气候信息,反映湖泊沉积时期的环境变化。

(3)通过分析植硅体形态、分类、含量及温度指数,划分为7个植硅体组合带,反映该区全新世以来经历了4次大规模的气候演化旋回,包括4次温暖湿润和3次温凉偏干的气候环境,总体上温湿气候环境较长,温凉偏干气候环境较短。

致谢:参加野外工作的有江西省地质调查研究院黄志忠、刘邦秀和马振兴,中国地质大学(武汉)喻建新和黄俊华等。¹⁴C测年在国家地震局地质研究所地震动力学国家重点实验室完成,植硅体分析在中国地质大学生物地质与环境地质教育部重点实验室完成,在此表示衷心感谢!

参考文献

- [1] 方鸿琪.长江中下游地区的第四纪沉积[J].地质学报, 1961,41(3/4):410-411.
- [2] 鄱阳湖研究编委会.鄱阳湖研究[M].上海:科学技术出版社,1988:44-71.
- [3] 江西省地质矿产局.江西省区域地质志[M].北京:地质出版社,1984:331-357.
- [4] 张兰庭.庐山第四纪地层研究[M].北京:地质出版社, 1984:86-97.
- [5] 丁汉文.鄱阳湖河湖演变的初步研究[M].北京:地质出版社,1995:60-71.
- [6] 吴光辉,叶俊林,徐元才,等.南昌地区更新世地层研究[J].地球科学,1991,16(5):497-504.
- [7] 吴艳宏,羊向东,王苏民.鄱阳湖地区晚更新世古环境变迁[J].地质力学学报,1997,3(4):69-76.
- [8] 马振兴,余志庆.江西九江长虹大道第四纪地层剖面特征[J].中国区域地质,2001,20(4):352-358.
- [9] 马振兴,蒋玉珍,魏源,等.鄱阳湖组(第四系)的修订及特征[J].地层学杂志,2003,27(3):212-215.
- [10] 马振兴,黄俊华,魏源,等.鄱阳湖沉积物近8 ka来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.
- [11] 谢振东,冯绍辉,黄文虹,等.江西鄱阳湖区 ZK01 钻孔孢粉记录及其古环境信息[J].资源调查与环境,2006, 27(1):60-69.

- [12] 蔡雄飞,罗中杰,叶琴.湖南四都坪南沱组沉积特征与古气候变化耦合关系[J]. 华东地质, 2017, 38(2): 91-98.
- [13] 李长安,顾延生.网纹红土中的植硅石组合及其环境意义的初步研究[J].地球科学, 1997, 22(2): 195-198.
- [14] 王伟铭,虞子冶,杨浩.江西星子县第四纪红土层的植硅石和孢粉研究及意义[J].微体古生物学报, 1997, 14(1): 41-48.
- [15] 黄翡,熊尚发.江西九江第四纪红土中的植物硅酸体及孢粉[J].微体古生物学报, 2001, 18(2): 203-210.
- [16] 王永吉,吕厚远.植物硅酸体研究及应用[M].北京:海洋出版社, 1993: 10-70.
- [17] 王伟铭,刘金陵,周晓丹.南京直立人洞穴沉积的植硅体气候指数研究[J].科学通报, 2003, 48(11): 1205-1208.
- [18] 顾延生,秦养民,朱宗敏,等.浙江长兴中一晚更新世红土植硅体与分子化石记录及其环境意义[J].海洋地质与第四纪地质, 2007, 27(1): 125-130.

Characteristics of Holocene phytolith assemblage in the southeast of Poyang Lake and its paleoenvironmental implications

MA Chao¹, GU Yan-sheng², LIU Chun-gen³, ZUO Zu-fa³

(1. West Jiangxi Geological Team, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Nanchang 330002, China;

2. School of Earth Sciences, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China;

3. Geological Survey of Jiangxi Province, Nanchang 330030, China)

Abstract: By analyzing the characteristics of phytolith and diatom assemblages of drilling No. zk10 in the southeastern part of Poyang Lake in Jiangxi Province, this study discussed the changing laws of paleoclimate and environment in the area since the Holocene. The material compositions of drilling No. zk10 are mainly composed of clay, with a minor amount of silty clay, suggesting that it belongs to the lake sedimentary facies. Clay contains a large number of phytoliths with diverse forms, mainly from gramineous plants, minor amount of ferns, gymnosperms and broadleaf phytoplankton. According to the types of plant phytoliths and index of formation temperature, seven combination belts have been identified, from bottom to top, respectively: combination belt I-square, rectangular, fan type, dumbbell type-polyhedral type-thin, ball type; combination belt II-square, rectangular, pointed, smooth bar-multi-faceted type-thin plate type; combination belt III-square, rectangular, fan type, smooth rod type-polyhedral type-spherical type; combination belt IV-square, rectangular, smooth rod type-multi-faceted type-spindle type, ball type; combination belt V-square, fan type~smooth rod type-multi-faceted type, combination belt VI-rectangular, Cylindrical, triangular prism-triangular prism-polyhedral type-ball-type; and combination belt VII-rectangular type, fan type, saddle type-thorn stick bar type-polyhedral type. These seven phytoliths, including four changes of warm and humid climate and three changes of warm-cool to dry climate, reflect four large-scale climate evolution cycles. Therefore, phytoliths can be used as an important reference for the restoration of paleoclimate.

Key words: phytolith; paleoclimate; Holocene; clay; Poyang Lake