

浙江湘湖地区全新世孢粉记录及其古气候意义

顾明光 陈忠大 卢成忠 汪庆华 覃兆松 张素君

(浙江省地质调查院, 浙江 杭州 311203)

摘要:依据钱塘江南岸跨湖桥全新世地层剖面的孢粉分析,结合 ^{14}C 测年以及沉积物岩性岩相特征,将浙江湘湖地区全新世早、中期(10~2.9 ka B.P.)划分为 3 个古气候发展阶段。概述了孢粉组合、植被类型以及气候冷暖、干湿的交替、演化规律,并指出第 II 气候阶段(7.7~5.0 ka B.P.)相当于与全球变化相一致的全新世气候最适宜期,跨湖桥文化就是在这样的气候背景中孕育和发展的。本区全新世早期的气候变化与中国南方的深圳湾地区有很好的可比性。

关键词:全新世;孢粉记录;古气候;跨湖桥剖面;浙江湘湖

中图分类号:P532;Q913.84 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2006)05-1144-05

过去全球变化(PAGES)是国际地圈生物圈计划(IGBP)的核心计划之一,它的目的是通过过去地球表面环境变化规律和机制的研究,弥补现代环境、气候变化观察记录的不足,获得现代地球环境和气候变化规律及机制,寻找与现今状况接近或相似的“历史相似形”,从而为未来环境和气候变化预测服务^[1]。全新世是与人类密切相关的一个时期,人类从原始人演化为现代人,人类历史上的数次文明都出现在这一时期,故这段时期的气候变化成为国际过去气候变化研究的重点。

全新世(也称冰后期)气候变化,以北欧研究最佳^[2]。根据北欧沼泽沉积层中的植物化石及孢粉研究,A.Blytt 和 R. Sernander 建立了冰后期气候分期:前北方期是冰川急剧消融退却时期,气候由干冷向温凉转变,西北欧陆地被桦树覆盖,波罗的海中生活着喜冷的刀蚌动物群,时间为 10.3~9.5 ka B.P.;北方期气候变暖,陆地上以松占优势,而且逐渐被榛、栎、椴和榆所代替,后期以阔叶树为代表,时间为 9.5~7.5 ka B.P.;大西洋期气候温暖潮湿,陆地上以喜暖阔叶林为代表,如常春藤、榭、榆、栎,高山上为松,波罗的海中生活着喜暖的滨螺,这个时期又称气候最适宜期,也是全新世最大的海侵期,时间为 7.5~5.0 ka B.P.;亚北方期气候干燥温暖,属大陆性气候,晚期湿度增加,陆地上生长阔叶树,常春藤减少,时间为 5.0~2.7 ka B.P.;亚大西洋期气温低,湿度大,气候湿润凉爽,时间为 2.7 ka B.P.至今。

中国在全新世期间的气候是如何变化的?近几十年来,中国不少学者致力于这方面的研究,取得了很丰富的成果。各学者的研究结果,既有共同点也有差异^[3],如对全新世与更

新世的划分,多以 10 ka B.P.为标准;普遍认为存在早全新世升温期、中全新世暖期、晚期降温期及小冰期等。但对各时期的起始和结束时间、气温和海面升降的幅度等看法不同。总的说来,多数学者赞成在 8~3 ka B.P.为暖期,其间存在次一级的冷暖波动;特别是 7~5 ka B.P.,为高气温高海面时期,气温高于现今 2°C 左右,海平面高于现今 1~3 m;而 3 ka B.P.前后是气候环境的一大转折点,似可将该时间作为晚全新世起点。

对过去气候变化的研究,关键是要选取合适的信息载体。常见的载体有冰芯、泥炭、孢粉、树木年轮、湖泊沉积物、黄土堆积等等。不同的信息载体特性不同,使用范围也各异^[4]。对于冰芯来说,由于其分辨率较高、时间跨度长,成为一种理想的全新世气候信息载体。泥炭同样也因为具有分辨率高、时间跨度长的优点而倍受全新世研究学者的重视。孢粉是全新世气候重要记录。树轮作为气候变化的信息载体具有分辨率很高的特点,但时间跨度较短,只适合于研究某一段较短的时间范围内的气候变化。黄土中包含的信息的时间跨度很大。另外,历史记载、考古研究、物候研究等手段的应用,也为全新世气候的恢复做出了很大的贡献。

浙江湘湖地区地处钱塘江南畔,滨临东海,属于以亚热带季风气候为主要特征的南方温暖潮湿型地区,著名的跨湖桥新石器时代遗址即位于该区中部。笔者通过对跨湖桥剖面全新世沉积物的系统取样,获得了较丰富的孢粉资料和若干 ^{14}C 年龄测定数据,在此基础上分析探讨了湘湖地区全新世早、中期的古植被、古气候演变规律。

收稿日期:2005-12-28;改回日期:2006-01-25

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(200113000031)资助。

作者简介:顾明光,男,1968年生,高级工程师,从事区域地质及环境地质调查研究;E-mail:freebeing@163.com。

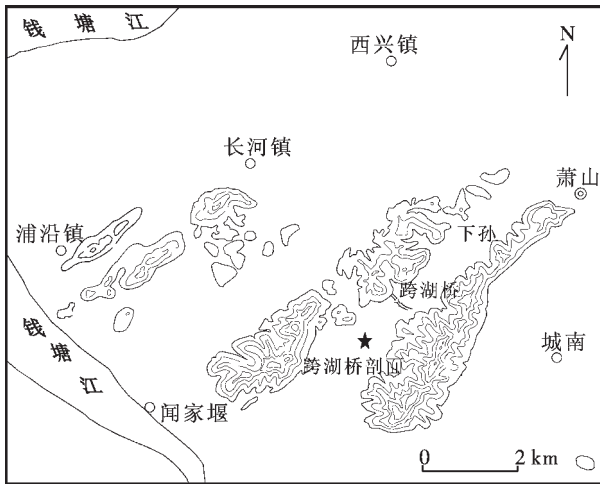


图 1 跨湖桥剖面位置图

Fig.1 Location map of the Kuahuqiao section

表 1 跨湖桥剖面 ^{14}C 年龄测定结果Table 1 ^{14}C ages of samples from the Kuahuqiao section

样品编号	取样深度/m	沉积物岩性特征	^{14}C 年龄/a.B.P.
0370-1-1	0.05	粉质粘土	2950±100
0370-5	0.95	淤泥质粘土	3825±100
0370-6	1.10	粉质粘土	4410±120
0370-7-1	1.50	粘土	5070±150
0370-10	2.00	粘土	6330±190
0370-13	2.71	粘土	7740±350

注:由国家地震局地壳应力研究所 ^{14}C 实验室测定。

1 样品采集与分析

2002年8月,在钱塘江南岸的跨湖桥遗址附近(图1),测制了晚更新世—全新世地层剖面(顶部被取土破坏)。剖面控制的全新世地层总厚约4.7 m,自下而上划分为河姆渡组与镇海组。其中河姆渡组以湖沼相沉积为主,下部为灰色亚粘土,中上部为深灰—灰黑色粘土或淤泥质粘土,顶部为厚约0.4 m的“跨湖桥文化层”;镇海组基本上由灰—深灰色粘土与粉质粘土组成的多个韵律层构成,常发育水平微细层理、脉状—波状—透镜状层理,主要属潮坪相堆积。笔者在全新世地层中进行了高密度取样,采样间距一般控制在3~5 cm,特殊情况下按微层实际厚度采样。用连续刻槽方法采集了100件样品进行孢粉分析;同时在重要地层界面处采集了若干组 ^{14}C 测年样,获得有用年龄数据6个(表1)。其中孢粉由

湖北省地球表层系统开放实验室喻建新分析,样品经盐酸、氢氟酸、碱处理后,用重液浮选提取。关于全新世的底界,国际上公认是10 ka B.P.。因此,剖面控制的全新世沉积物,其时限大致为:10 000~2 900 a B.P.。

2 孢粉分析结果

跨湖桥剖面顶部层位中未检测到孢粉化石,可能是因其暴露地表,经受现代表生风化淋漓作用而导致孢粉被破坏。在其下的松散沉积物中孢粉较多,有82个样品发现孢子花粉,共鉴定统计出92个孢粉科属,包括木本53个、草本19个、蕨类20个,分析结果用百分比表示。样品中木本植物花粉含量占绝对优势,平均含量为51%~68%,草本和蕨类植物花粉含量相对较少。其中木本植物花粉主要有松属(*Pinus*)、栎属(*Quercus*)、槭属(*Acer*)、栗属(*Castanea*)、榆属(*Ulmus*)、栲属(*Castanopsis*)等;水生草本花粉主要为香蒲属(*Typha*)、莎草科(*Cyperaceae*)等;早中生草本花粉主要有禾本科(*Gramineae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、酸模属(*Rumex*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、蒿属(*Artemisia*);蕨类植物孢子有水龙骨科(*Polypodiaceae*)、卷柏属(*Selaginella*)、紫萁属(*Osmunda*)、凤尾蕨属(*Pteris*)等。

3 全新世早、中期古气候发展阶段

综合孢粉组合反映的植被、气候变化及岩性岩相特征,可将浙江湘湖地区全新世早、中期(10~2.9 ka B.P.)划分为3个古气候发展阶段(图2),各阶段的特点分述如下。

3.1 第 I 阶段

10~7.7 ka B.P.,共检测到孢粉81粒,为本剖面最低值。以松、常绿栎(*Even green Quercus*)、槭和落叶栎(*Defoliated Quercus*)为代表的木本植物花粉占优势,其中松粉含量一般为10%~20%。另含较多的栗、栲等亚热带成分。常见的还有罗汉松、悬铃木、胡桃、铁杉、枫香、枫杨、榆、漆树、桦、鹅耳枥、云杉等。

草本植物花粉主要有禾本科、藜科、酸模、毛茛、蒿等,其中耐旱草本花粉平均含量达4.8%,水生草本平均为2.1%,此外还可见到少量的茜草、莎草科、浮萍、菊科等。

蕨类植物以喜温的水龙骨科单缝孢类占绝对优势,次为紫萁、里白、凤尾蕨、卷柏、海金沙、鳞盖蕨等,木贼、莲座蕨、阴地蕨、石松等也常见。

本阶段总体具暖温带—南亚热带气候特征。早期较为温和湿润,植被类型为阔叶针叶混交林。中、晚期趋于干燥,气温变幅很大,最低温约低于现今年平均温度2℃左右,最高温高于现今3~4℃,而且温度愈高,湿度则愈小;植被从阔叶针叶混交林过渡到干旱—较干旱疏林草地。地球化学分析表明,全新世最高温期出现在本阶段, $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 比值上升到了最大^①,

① 陈忠大,顾明光,覃兆松,等.杭嘉湖平原第四纪地质研究报告,2004.

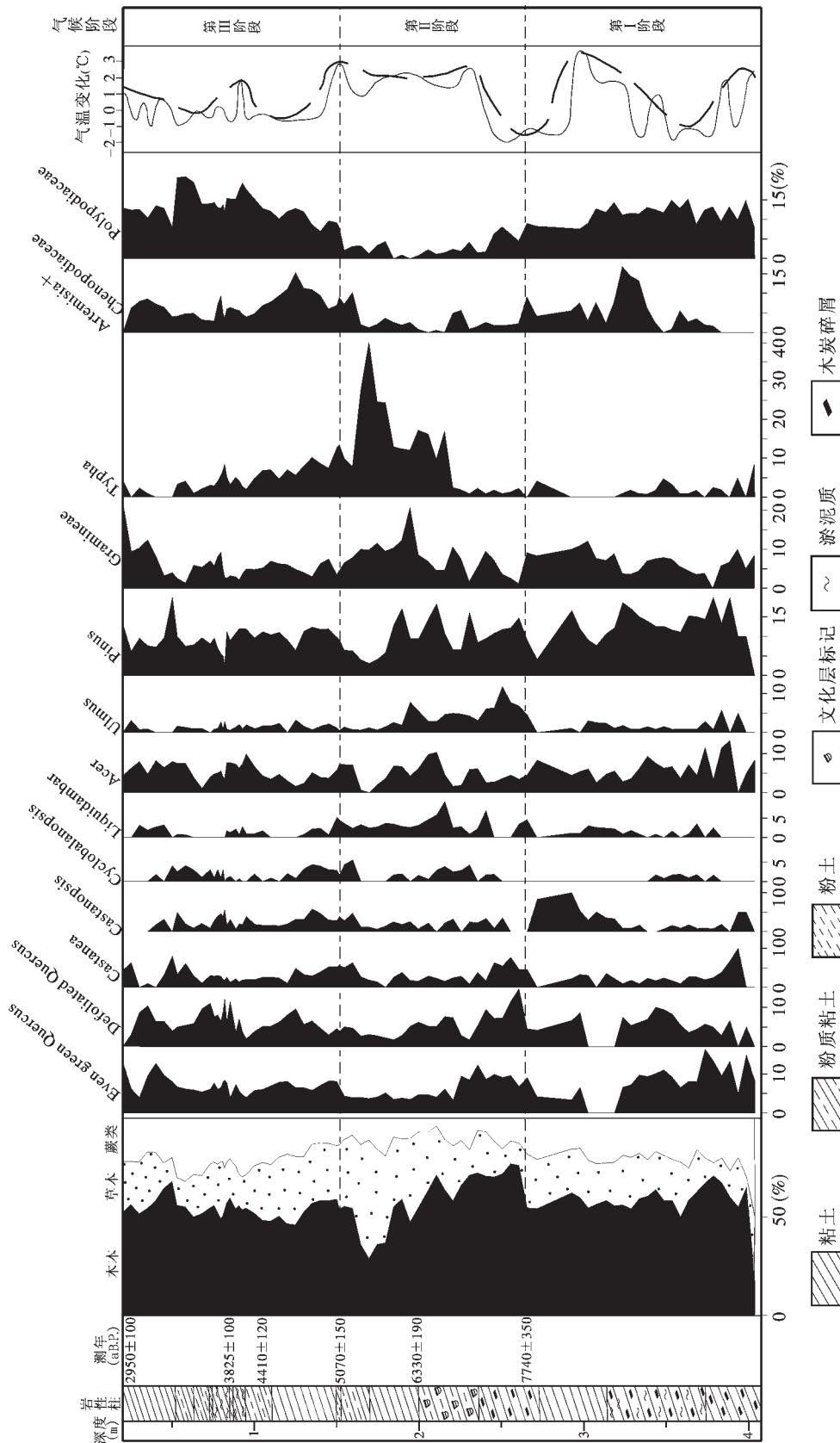


图 2 跨湖桥剖面孢粉图式及气候阶段划分
 Fig.2 Sporopollen percentage diagram of the Kuahuqiao section and climatic stages division

这与深圳湾北岸新民孔的研究结果^①极为相似。该阶段还可细分为3个亚段。

值得注意的是,本阶段早期和中晚期均出现孢粉贫乏带,甚至无孢粉带。究其原因,早期孢粉贫乏很可能是由于末次冰期刚刚结束,植物处于复苏阶段;而晚期的孢粉贫乏带与地层中出现的含木炭碎屑沉积物存在较明显的对应关系^①,引起这种现象的可能原因是该历史时期频繁发生的森林火灾。至于火灾的规模、频率与原因尚有待深入研究。

3.2 第Ⅱ阶段

7.7~5.0 ka B.P.,共检测到孢粉134粒,达本剖面最高值。主要花粉成分为松、常绿栎、落叶栎、槭、榆、栗、枫香等,其中松粉含量一般小于10%,比第Ⅰ阶段有明显下降。其次有悬铃木、栲、桐、漆树、水青岗等亚热带常见种属,与喜凉湿的鹅耳枥、喜冷的云杉以及雪松等相伴生。此外尚见有少量的榛木、罗汉松、榉、枫杨、楝、紫树、冷杉等花粉。

草本植物中以水生的香蒲属占绝对优势,平均花粉含量达11.3%。其次为禾本科、藜科、毛茛和酸模,平均花粉含量分别为7.53%、2.6%、1.9%、1.8%。水生植物种类丰富,除香蒲外常见的还有眼子菜、黑三棱、狐尾藻、莎草科等。茜草、蒿、芸香、十字花科、百合科、菊科等草本植物和环纹藻也有出现。

蕨类植物孢粉总量大大降低,仅相当于第Ⅰ阶段的一半左右,是本阶段的一个重要特点之一。主要属种有不具纹蚀的水龙骨单缝孢类、卷柏、里白、紫萁、具瘤纹水龙骨单缝孢类、鳞盖蕨、凤尾蕨、木贼、石松等。苔藓类仅见水藓属,平均含量为1.1%。

本阶段具典型的亚热带气候特征,为针叶阔叶混交林—沼泽植被景观,暖热潮湿,雨量充沛,水体发育,年平均气温比现今高2~3℃,相当于与全球变化相一致的全新世中期气候适宜期。浙江已知最早的史前文化——跨湖桥文化就是在这样的气候背景中孕育和发展的。

3.3 第Ⅲ阶段

5.0~2.9 ka B.P.,检测到孢粉106粒,木本花粉总量明显减少。以松、常绿栎、槭和落叶栎为主,松粉含量平均约10%,比第Ⅱ阶段略有增加;其次为栗、栲、悬铃木、铁杉等,桐、罗汉松、榆、云杉、雪松、枫杨、枫香等也很常见。

草本植物花粉以藜科、禾本科、香蒲、酸模、毛茛为主,蒿、莎草科、狐尾藻、蓼等常见。其中耐旱分子达到本剖面最高值,平均为6.5%;香蒲等水生植物含量呈大幅度减少趋势,平均为4.9%。表明气候总体在往干凉方向发展。

蕨类植物总量大幅度回升,与第Ⅰ阶段基本持平,以水龙骨单缝孢类占优势,次为卷柏、紫萁、里白、凤尾蕨、鳞盖蕨、石松等。

本阶段具暖温带—北亚热带气候特征,较干旱阔叶针叶混交林草地植被景观。总体上温凉偏干,气温仅呈小幅波动,平均值略低或相当于当地的现今温度。

4 讨论与结论

(1)跨湖桥剖面孢粉分析结果表明,钱塘江南岸湘湖地区自全新世以来总体具亚热带气候特征。以栎(包括常绿栎和落叶栎)、栗、栲等山毛榉科以及槭、枫香等亚热带常见分子为主的木本植物花粉占优势;裸子植物松粉占20%以下,其次有罗汉松、铁杉、云杉、冷杉等。草本植物多为常见的禾本科、莎草科、香蒲、藜科等。蕨类植物孢子常见的有水龙骨科、卷柏、紫萁等。

(2)依据孢粉组合反映的植被演替、气候冷暖波动以及沉积物岩性岩相的变化特征,结合¹⁴C年龄测定结果,可将浙江湘湖地区全新世早、中期初步划分为3个古气候发展阶段,其中各阶段又包含若干次一级的气候颤动。第Ⅱ阶段(7.7~5.0 ka B.P.)气候暖热潮湿,植物繁盛,与北欧的大西洋期(7.5~5.0 ka B.P.)和多数学者赞同的中国全新世大暖期的鼎盛阶段(7~5 ka B.P.)均可以对比,因此此阶段相当于与全球变化相一致的全新世气候最适宜期。诚然,由于中国地形地貌复杂,又处在具有复杂变率的东亚季风控制范围内^②,所以气候还存在明显的地区差异。本区全新世早期的气候变化特点不同于中、高纬度地区及内陆地区,而与南方的深圳湾地区有很好的可比性。

(3)全新世早、中期植被的变化过程,反映了这一时期为冷、暖及干、湿的气候变化为其主导,并控制了整个植被的发展和演化。全新世早、中期高频气候变化,与其说是温度升降变化,不如说干、湿变化更明显,这一时期就曾出现过森林—草丛期、森林—沼泽期。中国北方,干旱和寒冷曾促成植被的分化和重建,表现由森林发展为草原、荒漠草原和荒漠,是气候变冷的重要标志之一。但本区的森林—草丛期则表现为草本植物含量达20%以上,蕨类与草本总量超过42%,绝大多数为耐旱草本,充分说明气候变干,但温度仍为暖温带至南亚热带,与其他时期气温相差不大。

(4)根据全新世第Ⅰ气候阶段中晚期出现的孢粉贫乏带或无孢粉带及其与含木炭碎屑沉积地层的明显对应关系,推测该历史时期曾经发生过频率较高的森林火灾,可能与当时暖热干燥的气候条件有一定的成因联系,但也不排除人类活动、雷电等因素的影响,这有待于今后的深入研究。

(5)依据孢粉资料分析,跨湖桥先民生活时期,气候温暖潮湿,丘陵岗上生长着以栎、槭、栲、栗、枫香、胡桃、漆树、木兰、化香、水青冈、紫树、榆等高大乔木,它们组成茂密的森林。附近较高山顶,还生长着松、云杉、及冷杉。林下以杜鹃为代表的灌木丛生,地表则为蕨类植物和草本群落生长,组成了一个“三层”结构的植被景观。林间沼泽中以香蒲为代表的水生植物繁茂。

致谢:浙江省地质调查院梁河、彭振宇等参与了野外剖面测制,在此谨表示感谢!

① 陈忠大,顾明光,覃兆松,等.杭嘉湖平原第四纪地质研究报告,2004.

参考文献 (References):

- [1] 安芷生, 符淙斌. 全球变化科学的进展[J]. 地球科学进展, 2001, 16 (5): 671~680.
An Zhisheng, Fu Congbin. The progress in global change science[J]. Advances in Earth Sciences, 2001, 16 (5): 671~680 (in Chinese with English abstract).
- [2] 夏正楷. 第四纪环境学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2000. 94~98.
Xia Zhengkai. Quaternary Environmentology [M]. Beijing: Peking University Press, 2000. 94~98 (in Chinese).
- [3] 温孝胜, 彭子成, 赵焕庭. 中国全新世气候演变研究的进展[J]. 地球科学进展, 1999, 14(3): 292~298.
Wen Xiaosheng, Peng Zicheng, Zhao Huanting. Advance in study on the Holocene climate evolution in China [J]. Advances in Earth Sciences, 1999, 14(3): 292~298 (in Chinese with English abstract).
- [4] 徐海. 中国全新世气候变化研究进展[J]. 地质地球化学, 2001, 29 (2): 9~16.
Xu Hai. Advance in research on the Holocene climate fluctuations [J]. Geology - Geochemistry, 2001, 29 (2): 9~16 (in Chinese with English abstract).
- [5] 余素华, 张玉兰, 杨晓强, 等. 深圳湾北岸新民孔岩心晚更新世以来的环境记录[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(2): 9~18.
Yu Suhua, Zhang Yulan, Yang Xiaoqiang, et al. Environmental records in the Xinmin core since the late Pleistocene in the northern coast of the Shenzhen bay [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2003, 23(2): 9~18 (in Chinese with English abstract).
- [6] 安芷生, 刘晓东. 东亚季风气候的历史与变率 [J]. 科学通报, 2000, 45(3): 238~249.
An Zhisheng, Liu Xiaodong. History and variability of monsoon climate in East Asia [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45 (3): 238~249 (in Chinese).

Holocene sporopollen records in the Xianghu area, Zhejiang and their palaeoclimatic significance

GU Ming-guang, CHEN Zhong-da, LU Cheng-zhong, WANG Qing-hua,
QIN Zhao-song, ZHANG Su-jun

(Zhejiang Geologic Investigation Institute, Hangzhou 311203, Zhejiang, China)

Abstract: Based on an analysis of sporopollen from the Kuahuqiao section on the south bank of the Qiantang River, combined with ^{14}C dating results and lithologic and petrographic characteristics of sediments, the early and middle Holocene (10–2.9 ka B.P.) in the Xianghu area, Zhejiang, is divided into three phases of palaeoclimatic development. A brief introduction is given to the sporopollen assemblages, vegetation types and cold–warm and dry–wet climatic alternations and evolution. It is pointed out that climate phase II (7.7–5.0 ka B.P.) was equivalent to the Holocene Hypsithermal or Climatic Optimum, which is in agreement with the global change, and it is in such a period that the Kuahuqiao culture was inoculated and developed. There is a good comparability between the early Holocene climatic change in the study area and that in the Shenzhen Bay area, southern China.

Key words: Holocene; sporopollen records; paleoclimate; Kuahuqiao section; Xianghu, Zhejiang

About the first author: GU Ming-guang, male, born in 1968, senior engineer, specializes in regional geology and environmental geology; E-mail: freebeing@163.com.