

孢粉 - 气候对应分析重建 上海西部地区 8.5kaB. P. 以来的气候^{*}

蔡永立^{1,2} 陈中原² 章 薇² 过仲阳² 陈 宇²

(1:华东师范大学环境科学系,上海 200062;2:教育部城市与环境遥感考古开放实验室,上海 200062)

提 要 利用现代和化石孢粉资料,借助于对应分析方法,进行了古气候定量重建尝试。取自中国东部区域的表土层孢粉数据被用来建立孢粉 - 气候转换函数。对取自上海青浦县赵巷有¹⁴C测年的钻孔孢粉数据进行转换,重建了上海地区 8.5kaB. P. 以来年均温度和降雨量系列。结果表明:约 8.5kaB. P. 以来,本区温度和降雨量持续升高,约 8.2 - 6.0kaB. P. 期间为全新世气候适宜期,年均温和降水量值平均高于现今值 0.9°C 和 160mm,约 8.0kaB. P. 达到最高值(温度和降雨量为 18.5°C 和 1575mm);但气候波动剧烈;约 6.0 - 4.0kaB. P. 期间为温凉干燥期,气候波动平缓,年均温和降雨量平均低于现今值,最低值为 13.5°C 和 827mm(4.1kaB. P.);约 4.0 - 2.0kaB. P. 期间温度和降水回升,但暖湿程度远不及全新世大暖期。2.0kaB. P. 以来温度和降雨又呈下降趋势。8.0kaB. P.、7.6kaB. P. 和 2.7kaB. P. 前后的出现高温高湿峰值,7.5kaB. P.、7.3kaB. P. 和 4.0kaB. P. 前后出现低温低湿谷值。气候变化对本区古文化的发展可能有重要影响。

关键词 上海地区 孢粉 对应分析 古气候重建

分类号 P532

在用孢粉转换定量重建古气候方面,国外已做了大量工作,方法也不断创新^[1-6],取得了一些突破,这与其对现代表土层孢粉研究的广泛和深入有关。近年来,国内也有不少学者开始了这方面的尝试,也取得了一些令人鼓舞的成果^[7-10]。

目前用孢粉方法定性恢复长江三角洲地区的古气候已做了大量的工作^[11-17],积累了丰富的孢粉资料,为这一地区古气候定量重建奠定了基础。唐领余等^[18]曾用植被类比法定量重建了 7500 - 5000aB. P. 期间长江中下游地区 500 年间隔的温度变化序列;刘会平等^[19]应用遗址中的孢粉 - 气候对应分析法定量重建了沪苏杭地区新石器文化期的温度和降雨,这些尝试取得了较好的效果,但由于所建序列不够完整或缺少有效定年,尚难有效地反映气候波动特征。本项研究是在对上海青浦赵巷剖面进行较高分辨率的孢粉分析和定年测定的基础上,结合近年来我国表土层孢粉数据库建设的成果,尝试用孢粉 - 气候对应分析方法定量重建这一地区的古气候系列。

1 材料和方法

1.1 原始数据

原始数据一部分为表土孢粉样品,另一部分为地层样品。从中国表土孢粉数据库中筛选出

* 国家自然科学基金(49971011)、教育部博士点基金和上海市科委学科带头人基金资助。
收稿日期:2000-07-12;收到修改稿日期:2000-12-27。蔡永立,男,1963年生,博士,副教授。

分布在我国东部森林区的 18 个样品(由中国科学院南京古生物所唐颌余研究员提供),代表了针阔叶混交林、落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和常绿阔叶林等地带性植被类型(表 1)。

表 1 中国东部地区 18 个表层孢粉样品区概况¹⁾

Tab. 1 Fundamental information of 18 modern pollen sites in the eastern China

地 点	纬度(N)	经度(E)	海拔(m)	地带性植被类型
河北-1(Hebei-1)	38°52'	116°02'	20	DBLF
河北-2(Hebei-2)	37°46'	115°42'	35	DBLF
山东 1-1(Shandong-1)	37°32'	118°34'	10	DBLF
江苏-1(Jiangsu-1)	33°16'	119°33'	100	DEBLF
江苏-2(Jiangsu-2)	32°03'	119°19'	5-35	DEBLF
江苏-3(Jiangsu-3)	31°54'	121°42'	10	EDBLF
江苏-4(Jiangsu-4)	31°33'	120°18'	40	EDBLF
江苏-5(Jiangsu-5)	31°19'	119°48'	50	EDBLF
江苏-6(Jiangsu-6)	31°14'	119°44'	100	EDBLF
江苏-7(Jiangsu-7)	31°13'	119°41'	90	EDBLF
江苏-8(Jiangsu-8)	31°12'	120°20'	30	EDBLF
浙江-1(Zhejiang-1)	30°22'	119°27'	1000-1200	EDBLF
浙江-1(Zhejiang-1)	30°22'	119°27'	1300-1500	DBLF
浙江-3(Zhejiang-3)	29°48'	121°47'	300	EBLF
浙江-2(Zhejiang-2)	29°30'	121°18'	10	EBLF
江西-1(Jiangxi-1)	29°21'	116°00'	1474	EDBLF
福建-1(Fujian-1)	27°18'	117°24'	513	EBLF
台湾-1(Taiwan-1)	24°50'	121°02'	600	EBLF

1)DBLF:落叶阔叶林(Deciduous broad-leaved forest); EDBLF:常绿、落叶阔叶混交林(Evergreen deciduous broad-leaved forest); EBLF:常绿阔叶林(Evergreen broad-leaved forest)。

每个孢粉点相应的气候数据有 2 个,即年均温度和年降雨量,数据由相应的气象站(1951-1970 年)查得。地层样品为上海青浦赵巷钻孔(31°08'N, 121°11'E),距上海市区约 30km,海拔 2.67m。该区现今年均温度为 15.7℃,年降水量为 1129mm。该孔共分析、鉴定 35 个样品的孢粉数据;孢粉图谱见图 1。

岩性特征:表层-12.0m:青灰色粉砂质粘土,局部含粉砂薄层,较多植物根系,顶部见一厚约 5cm 的泥炭层,块状、水平层理为主,局部见变形层理;12.0-14.0m:青灰色粘土,含多层泥炭,水平层理和微波状层理;14.6-15.0m:见两个旋回,从棕色泥砾层向上过渡为棕灰色粘土质粉砂;15.0m 以下:棕色硬粘土,大量树枝灰斑,块状构造为主。

地层年龄的推算:测年材料为泥炭和植物残体,共测定¹⁴C 数据 5 个,¹⁴C 样品用 AMS 仪测定^①:15.10m, 13460 ± 60aBP; 14.0m, 8140 ± 35aBP; 12.98m, 7980 ± 50aBP; 8.80m, 7050 ± 80aBP; 1.20m, 2660 ± 60aBP。计算各沉积层的沉积速率,进而反推各样品的年龄值,由内插法获得剖面的年代序列。除少数样品间的分辨率超过 500 年外,样品的平均分辨率为 153 年,许多样品的分辨率在 50 年左右。

1.2 原始变量

本文采用两种方案选取孢粉变量,进行对应分析。一种方法是选用表土孢粉样品和钻孔剖

① 由美国佛罗里达州 Branch Univ.-Beta Analytic Inc. 实验室完成

面样品中共有的 28 个孢粉类型作为指标,即松属(*Pinus*)、铁杉属(*Tsuga*)、桦属(*Betula*)、栎属(*Quercus*)、栗属(*Castanea*)、枫杨属(*Pterocelta*)、朴属(*Celt*)、榛属(*Corylus*)、榉属(*Zelk*)、山核桃属(*Carya*)、柳属(*Salix*)、枫香属(*Liquidambar*)、榆属(*Ulmus*)、椴属(*Tilia*)、赤杨属(*Alnus*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)、栲属(*Castanopsis*)、青冈属(*Cyclobalanopsis*)、桑属(*Morus*)、柃木属(*Eurya*)、冬青属(*Ilex*)、化香属(*Platycarya*)、禾本科(*Gramineae*)、蒿属(*Artemisia*)、莎草科(*Cyperaceae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、菊科(*Compositae*)和水龙骨科(*Polypodiaceae*)。另一种方法是选取 10 个生态意义较明确的代表性孢粉类型,即木本植物花粉总量、松属、桦属+榆属、栲属、栎属、莎草科、山核桃属+枫香属、禾本科、蒿属和水龙骨科,作为原始数据矩阵。

1.3 原理和步骤

对应分析(correspondence analysis)又称 R-Q 型分析,利用 R 型与 Q 型因子分析的对偶性,把两者结合起来,使其具有相同的主因子,以揭示样品与变量之间的内在联系。因子分析把复杂的多变量转化为几个独立的新变量。对孢粉数据进行因子分析时,采用的原始变量是各种孢粉类型,原始数据是它们在原始样品中的百分含量。影响孢粉成分和含量变化的因素是多方面的,如气候条件、沉积过程、地貌变迁等环境因子的作用。通过因子分析,可将孢粉沉积时期的各理想因子分离出来^[7]。由于各个因子彼此独立,因此一个原始样品所包含的理想因子仅与相应的环境变量相关。根据 R 型因子分析结果确定因子的生态意义,根据 Q 型因子分析的结果将意义比较明确的主因子与相应的气候变量进行相关分析,若达到显著相关,就可建立相关模型,对生态意义不明确的因子,即使相关也不用于建立模型。本文采用的模型为简单的一元线性回归方程 $C_i = b + a_i F_i$ (其中 C_i 代表气候变量、 F_i 因子载荷);然后,根据地层样品的因子载荷大小,进行古气候值的转换;再与年代序列结合建立气候变化曲线。

2 结果与分析

2.1 因子-气候相关模型

第一种方案以 28 个变量为原始数据,经正交变换后,得到前 4 个因子的贡献率为 61.2%。将 4 个因子与相应的气候指标进行相关分析,结果年均温与第 1 因子呈显著正相关,相关系数为 0.4278;年降雨量与第 4 因子呈显著负相关,相关系数为 -0.4727(在 0.10 显著水平上,临界相关系数为 $R^a = 0.4259$)。根据变量因子载荷矩阵对第 1 因子的生态指示意义进行分析,第 1 因子中载荷值位于正方向的孢粉主要是指示温暖气候的植物孢粉,如栗属、栎属、冬青、栲属、枫香、青冈等;而载荷值位于负方向的孢粉则一般为指示凉或冷气候的植物孢粉,如蒿属、铁杉、桦属等;因此,该因子能代表热力状况(温度)。经模拟建立了第 1 因子(F_1)与年均温(T_n)的回归方程为: $T_n = 1.167F_1 + 13.761$ 。但第 4 因子中指示干湿状况的孢粉与其载荷值大小不符,意义不明确,不能用来建立模型。

第二种方法对应分析的步骤与第一种方法相同。对应分析结果,前 3 个因子的贡献率为 68.9%,集中了大部分信息。其中年均降雨量与第 1 因子呈显著相关,相关系数为 0.5517。从生态意义判断指示湿润气候的植物位于正方向,如木本植物、栎属和水龙骨科等;指示干燥气候的植物位于负方向,如最大载荷值为蒿属。所以第 1 因子能够代表干湿状况,可用于降水量模型的建立,经模拟建立了第 1 因子(F_1')与年均降雨量的(P_n)的回归方程为: $P_n = 198.513 F_1' + 1133.483$ 。

年均温度于 3 个因子之间的相关性均未达到显著水平,不能用于建模.回归方程的统计检验结果见表 3,与年降水量的回归方程在 0.05 水平上显著;与年均温的回归方程显著性稍低,但也达到了 0.10 水平上的显著.所以根据统计检验,可以说明回归效果是显著的.

表 2 两种方案所建模型的统计检验

Tab.2 Statistics test of two models depending on correspondence analysis

回归方程	自由度	回归均方和 (SS_R)	剩余均方和 (SS_e)	F 检验值	显著水平
$T_n = 1.167 F_1 + 13.761$	17	23.142	103.301	3.854	<0.10
$P_n = 198.513 F_1' + 1133.483$	17	669950.180	1531076.370	7.001	<0.05

2.2 重建的古温度和古降水曲线

将剖面 35 个样品在两种方案中第一因子的载荷值分别带入上述方程,反演出各点的年平均温度和年均降水量,重建了上海地区 8.5kaB. P. 以来年均温度和年降水量序列,见图 2,3. 气候的变化趋势与孢粉定性分析的结果基本一致,反映出所建气候曲线的可信性,见图 1.

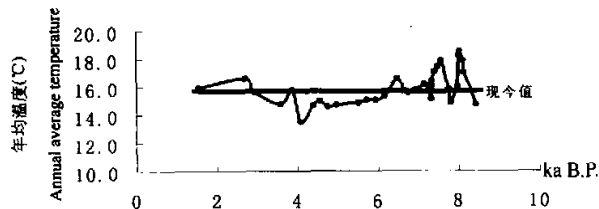


图 2 上海西部 8.5kaB. P. 以来年均温度的定量重建

Fig.2 Reconstruction of annual average temperature of the western Shanghai district since 8.5 kaB. P.

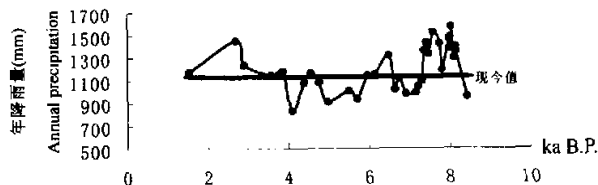


图 3 上海西部 8.5kaB. P. 以来年降雨量的定量重建

Fig.3 Reconstruction of annual precipitation of the western Shanghai district since 8.5 kaB. P.

从图 2 和图 3 可以看出以下几点特点:

(1) 约 8.5kaB. P. 以来,本区温度和降雨量持续升高,约 8.0kaB. P. 达到最高值(温度和降雨量为 18.5°C 和 1575mm);8.2-6.0kaB. P. 之间为全新世气候适宜期,年均温度和降水量高于现今水平.但这一时期的气候并不稳定,极易发生振动,而且温度和降水振动的幅度并不一致,这一特点被认为是高温期气候的不稳定性^[20,21].根据其波动特征又可划分出几个阶段:约 8.5-8.0kaB. P. 为持续升温增湿期,年均温和降雨量高于现今值;约 8.0-7.8kaB. P. 左右,为

一明显的气候振盪。尽管年均温在该阶段的平均值等于现今值,年降水量比现今值高 237mm,但比前一阶段都有大幅度下降。约 7.8kaB. P. 年降温和年降水量都达到了该阶段的最低值,距上一阶段最高值的出现时间不到 200 年,年均温度和降水量分别构成了 4.1℃ 和 382mm 的落差。约 7.8-7.3kaB. P. 左右,又是一次回暖变湿的过程,年均温和年降水量平均高于现今值 1.2℃ 和 286mm。约 7.3-6.0kaB. P. 左右气候温暖,但较前一阶段温度和降雨都有所回落,年均温平均略高于现今值 0.2℃,年降水量有较明显的下降,低于现今水平,至后阶段又有所回升,并超过现今水平,平均值比现今值低 174mm;从孢粉图谱上可以看出,这一阶段常绿木本种类含量降低,一些耐旱的种类如麻黄等出现,这一现象在长江三角洲地区的其它钻孔^[16]和记录^[22]中也有所反映。

(3)约 6.0-4.0kaB. P. 左右,年均温和年降水量都大幅度的降低,平均值低于现今水平。这一低温凉爽期与刘会平等^[19]的模拟结果相似。在约 4.1kaB. P. 左右跌至谷底,分别为 13.5℃ 和 827mm,比现今值低 1.7℃ 和 302mm;在这一低温低湿期,尽管降水量有少量的波动,但气候整体波动较小。王开发等^[11]在对上海地区遗址孢粉分析中也发现 4.0kaB. P. 左右,上海地区的植被为针阔混交林,气候温凉略干,相当于今天淮河以北的气候,比现今低 1-2℃。这次降温在格陵兰 GISP2^[23]和敦德冰芯^[24]中也有所反映,这可能是一次全球性的降温事件。

(4)约 4.0-2.0kaB. P. 左右,年均温和年降水量又呈现上升趋势,在 2.7kaB. P. 左右达到最高值,但未达到高温期的水平。2.0kaB. P. 年均温度和降雨量又趋下降。

(5)8.0kaB. P.、7.6kaB. P. 和 2.7kaB. P. 前后的出现高温高湿峰值,7.8kaB. P.、7.3kaB. P. 和 4.0kaB. P. 前后出现低温低湿谷值。

3 讨论和结论

根据上述定量分析的结果,结合定性分析可以得出以下结论:

(1)用两种孢粉指标与气候对应分析所建立的 8.5kaB. P. 以来上海地区年均温度和年均降水量变化曲线,与孢粉定性分析反映的趋势基本一致,反映出所建模型的可信性;但两种指标所得的主因子与年均温度和降水量的相关性尽管达到显著水平,然而相关系数并不高,这可能与用于建模的表土层孢粉样品较少、分布不够合理有一定的关系,有待进一步改进。此外,选用生态意义相对较明确的孢粉指标,较选用所有孢粉指标有明显的浓缩信息的效果;目前作者也在尝试用功能型孢粉来浓缩分散在孢粉中的信息,以加强定量分析的效果。

(2)本区 8.5kaB. P. 以来的气候变化主要经历了以下 5 个主要阶段:8.5kaB. P. 以来气候(温度和降雨)处于不断上升时期,但约 8.2kaB. P. 以前,该区的年均温度和降水均低于现今值。从孢粉组合看,在上海西部的低山及其高岗上分布有栎类为主的落叶阔叶林,周围大部分低洼地区则分布有大片的草本植物。8.2-6.0kaB. P. 为全新世大暖期,但气候并不稳定,出现多次明显的波动,反映出大暖期气候的不稳定性,孢粉组合反映的植被类型主要是常绿阔叶林和常绿、落叶阔叶林,体现了较为暖湿的气候组合。6.0-4.0kaB. P. 为趋冷变干阶段,但气候波动相对较平稳,孢粉组合反映本阶段的植被类型主要为针阔混交林。4.0-2.0kaB. P. 时期气候比前阶段有较大幅度地好转,温度回升,湿度增加。孢粉组合反映出植被类型由初期的含常绿阔叶的落叶阔叶林逐渐演替到常绿阔叶林。2.0kaB. P. 以来温度和降雨量又趋下降。

(3)8.0kaB. P. 以来也是本区新石器文化形成和发展的重要时期,目前在太湖地区已发现众多的新石器时期遗址,考古学家建立了以马家浜(7.0-6.0kaB. P.)、崧泽(6.0-5.0kaB. P.)、良渚(5.0-3.8kaB. P.)和马桥(3.8-3.2kaB. P.)为主的古文化系列^[25]. 仔细分析本区气候变化和古文化系列,发现两者之间存在着一定的关系. 全新世以来随着冰期的结束,全球气温不断回升,至8.0kaB. P. 左右本区气候升至全新世最高峰;温暖潮湿的气候条件促进了森林面积的进一步扩大,海平面上升也促进了三角洲的堆积,原本生活在西部山区以狩猎为主的先民开始从山区向三角洲地区发展. 然而,高温潮湿却变化不定的气候条件可能并不利于耕作(包括稻作)农业的发展,此段时期的遗址中尚未发现有农耕的遗迹. 随着气候波动逐渐稳定和海平面上升,三角洲地区水域扩大,这种气候和环境条件可能有利于稻作农业的发展,在马家浜文化的多处遗址中发现有籼稻和粳稻^[26,27],籼稻通常要求17℃以上的年均温度,目前的自然分布北界在北纬30°左右;而粳稻的自然分布范围要偏北的多,这也印证了当时本区比较暖湿的气候条件. 但后期(6.0-4.0kaB. P.)比较温凉干爽的气候条件,配以港汊纵横的湖网发育可能更有利于先民们的生活,以至本区的崧泽和良渚文化,特别是后者得到了空前的发展. 先进发达的良渚文化在4.0kaB. P. 前后在本区突然消失,代之以相对落后的马桥文化,至今令人困乎不解. 目前提出了多种解释,有“海侵说”^[28],有“洪水说”^[29],还有“战争说”^[30]. 从本文研究的结果看,本区在4.0kaB. P. 左右曾出现低温低湿的谷值. 这种不利的气候条件是否是导致良渚文化中断的重要原因,虽不能一概而论,但这一因素不能被忽视. 有趣的是同样在4.0kaB. P. 左右,乌鲁木齐河源冰川的推进导致了龙山文化的结束^[31],这是否预示着气候变化对史前文化影响的某些共性,还有待于进一步研究.

致谢 本项研究得到中国科学院南京地质与古生物研究所唐领余研究员、同济大学王开发教授和华东师范大学杨蓓文教授和陈学林教授的指点和帮助,在此一并致谢.

参 考 文 献

- 1 Bartlein P J, Webb III T, Fleri E. Holocene climatic change in the northern Midwest: Pollen-derived estimates. *Quat Res*, 1984, 22:361-374
- 2 Andrews J T, Mode W N, Davis P T. Holocene climate based on pollen transfer functions, Eastern Canadian Arctic. *Arctic and Alpine Research*, 1980, 12:41-64
- 3 Bryson R A & Kutzbach J E. On the analysis of pollen-climate canonical transfer functions. *Quat. Res.* 1974, 4:162-174
- 4 Huntley B and Prentice I C. July temperatures in Europe from pollen data, 6000 year before present. *Science* 1988, 241:687-690
- 5 Webb R S, Anderson K H and Webb III T. Pollen Response-Surface Estimates of late Quaternary Changes in the moisture balance of the northeastern United States. *Quat Res*, 1993, 40:213-227
- 6 Peyron O, Guiot J, Cheddadi R, et al. Climatic reconstruction in Europe for 18000 yr B. P. from pollen data. *Quat Res*, 1998, 49:183-196
- 7 唐领余,沈才明. 江苏北部全新世高温期植被与气候. 见:施雅风、孔昭宸主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京:海洋出版社,1992. 82-93
- 8 沈才明,唐领余. 长白山、小兴安岭地区全新世气候-花粉-气候转换函数的初步研究. 见:施雅风、孔昭宸主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京:海洋出版社,1992. 33-39
- 9 董国榜,石英,吴瑞金等. 龙感湖地区近3000年来的植被及其气候定量重建. 海洋地质与第四纪地质,1997,17(2):53-61

- 10 孙湘君等. 中国北方部分种属花粉-气候响应面分析. 中国科学(D辑), 1996, 26(5): 431-436
- 11 王开发, 张玉兰, 叶志华等. 根据花粉分析推断上海地区近六千年以来的气候变迁. 大气科学, 1978, 2(2): 139-145
- 12 王开发, 张玉兰, 封卫青. 上海地区全新世植被、环境演替与古人类活动关系探讨. 海洋地质与第四纪地质, 1996, 16(1): 1-4
- 13 徐 馨, 朱明伦. 镇江地区 15000 年以来古植被与古气候变化. 地理学报, 1984, 39(3): 277-284
- 14 刘金陵, William Y. B. Chang. 根据花粉资料推论长江三角洲地区 12,000 年来的环境变迁. 古生物学报, 1996, 35(2): 136-154
- 15 许雪珉, William Y. B. Chang, 刘金陵. 11000 年以来太湖地区的植被与气候变化. 古生物学报, 1996, 35(2): 175-186
- 16 王苏民, 羊向东, 马 燕等. 江苏固城湖 15ka 来的环境变迁与古季风关系的探讨. 中国科学(D), 1996, 26(2): 137-141
- 17 Kambiu Liu, Shuncai Sun, Xinhe Jiang. Environmental change in the Yangtze River Delta since 12000 years B. P. *Quat Res*, 1992, 38: 32-45
- 18 唐领余, 沈才明, 韩辉友等. 长江中下游地区 7500-5000aB. P. 气候变化序列的初步研究. 海洋地质与第四纪地质, 1991, 11(4): 73-85
- 19 刘会平, 王开发. 沪苏杭地区若干文化遗址的孢粉-气候对应分析. 地理科学, 1998, 18(4): 368-373
- 20 施少华. 全新世高温期环境变化对太湖流域新石器文化的影响. 湖泊科学, 1993, 5(2): 136-143
- 21 陈 云等. 全新世高温期气候不稳定性记录. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(3): 97-103
- 22 于世永, 朱 诚, 王富葆等. 太湖流域全新世气候-海面短期振荡事件及其对新石器文化的影响. 地理科学, 2000, 20(4): 331-336
- 23 O'Brien S R, Mayewski P A, Meeker L D, et al. Complexity of Holocene climate as reconstructed from a Greenland ice core. *Science*, 1995, 270: 1962-1964
- 24 姚檀栋, L G Thompson. 敦煌冰芯记录与过去 5ka 温度变化. 中国科学(B), 1992, (10): 1089-1093
- 25 陈中原, 洪学晴, 李 山等. 太湖地区环境考古. 地理学报, 1995, 52(2): 131-137
- 26 吴维棠. 从新石器时代文化遗址看杭州湾两岸的全新世古地理. 地理学报, 1983, 38(2): 113-127
- 27 张明华. 太湖地区孢粉资料与考古发现所阐述的人与环境的关系. 华东师范大学学报, 1997, 17(环境遥感考古专辑): 51-70
- 28 严钦尚, 邵虚生. 杭州湾北岸全新世海侵后期的岸线变化. 见: 中国第四纪海岸线学术讨论会论文集, 北京: 海洋出版社, 1985
- 29 俞伟超. 龙山文化与良渚文化衰变的奥秘. 文物天地, 1992, 3
- 30 林华东. 良渚文化研究. 杭州: 浙江教育出版社, 1998
- 31 陆 巍, 吴宝鲁. 中原新石器文化与古气候的关系. 地理科学, 1999, 19(1): 69-72

Climate Fluctuation of the Western Shanghai District by Correspondence Analysis since 8.5kaB. P.

CAI Yongli¹ CHEN Zhongyuan² ZHANG Wei² GUO Zhongyang² CHEN Yu²

(1: *Department of Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062, P. R. China;*

2: *Open Research Laboratory of Urban and Environmental Remote Sensing Archeology, Shanghai 200062, P. R. China*)

Abstract

This paper deals with the use of correspondence analysis as an aid in paleoclimatic reconstruction based on modern and fossil pollen data. Modern pollen data from surface samples, reflecting present vegetation types across the eastern part of China, were used to set up pollen-climate transfer functions. The transfer functions were then applied to pollen-stratigraphic data from dated sediment core of Qingpu County of Shanghai to reconstruct the paleoclimate of Shanghai since 8.5 kaB. P. . Result shows that since 8.5 kaB. P. the mean temperature and the precipitation had been increasing, between approximately 8.2 – 6.0kaB. P. , the paleoclimate becoming warmer and humid with high fluctuation, the maximum values of temperature and precipitation were 18.5°C and 1575mm respectively; from 6.0kaB. P. to 4.0kaB. P. , the climate was cool and dry, with the minimum value 13.5°C and 827mm; during 4.0 – 2.0kaB. P. , it became warm and more humid; followed by tendency of cool and drier. The paleoclimatic change played an important role in the development of Neolithic culture in this area.

Key Words Shanghai, pollen, correspondence analysis, paleoclimatic reconstruction