

23-29

p532 p531

# 沔阳地区一万多年来孢粉记录的环境演变

羊向东 朱育新 蒋雪中 吴艳宏 王苏民

(中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放实验室, 南京 210008)

**提 要** 依据 M1 孔孢粉组合特征及 <sup>14</sup>C 年龄数据, 结合孢粉数理统计分析, 重建了江汉平原沔阳地区一万多年来的古季风气候变迁序列。研究表明, 该区气候经历了六个阶段的变化。6.7—4.4kaBP 间, 为水热配置最佳时期, 夏季降水显著增多; 3.9—12.7kaBP, 气温有所下降, 但有效湿度很高, 为古云梦泽扩张时期, 其湿度的增加既受锋面降水带的影响, 同时与长江南移, 河床迅速抬高有关。约 6kaBP 后, 人类活动在本区就已存在, 人与自然环境的关系由早期的依赖至适应再到改造的逐渐发展过程。

**关键词** M1 孔 孢粉组合 主成分分析 古季风气候 人类活动强度  
**分类号** Q913.84 P532

随着全球气候变暖, 人们已将注意力集中到气候定量模型<sup>[1]</sup>及过去气候变率(CLIVAR)的研究上, 旨在提高预测的能力与精度。在古气候研究中, 古湖沼学作为有效的途径之一, 成为联系海洋、冰芯和黄土进行比较研究的重要纽带。沉积孢粉作为古气候的敏感指标, 在湖泊沉积中被有效地提取, 并用于湖泊数据库、气候模型的建立及恢复重要地质时间窗的古植被生态(BIOMES)<sup>[2-3]</sup>。本文基于孢粉分析结果, 结合主成分分析(PCA)、<sup>14</sup>C 年代测定, 重建了江汉平原沔阳地区一万多年来的古季风气候变迁历史, 同时对人与自然环境的关系进行了探讨。

## 1 区域概况

江汉平原位于湖北省中南部, 地貌上属我国二级和三级阶梯的转换带, 是东南季风气候盛行区气候波动的敏感地带。自然植被类型为中—北亚热带常绿阔叶及落叶林, 区内年均温 16—17℃, 年均降水量 1000—1200mm/年。钻孔(M1 孔)位于仙桃市沔城镇(113°13'E, 30°12'N)(图 1), 孔深 56.18m, 地面海拔 24m。

## 2 研究方法

室内等间距分析 172 块样品, 采用传统的酸碱分析及二次重液离心法提取沉积物中的孢粉, 进行了孢粉含量统计, 其中 1 个样品因孢粉稀少未统计外, 其余样品孢粉数量均统计在 100—300 粒左右, 用 Tilia 程序作图, 据孢粉含量变化及聚类分析划分孢粉组合带。

主成分分析(PCA)在环境因子分析中已被广泛应用<sup>[4,5]</sup>。通过主成分分析, 可以提取环境变化的主要信息, 进而对环境指标定量复原<sup>[6]</sup>。本文采用 STATISTIC 统计软件进行运算, 原始数据中包括 171 个钻孔样品及 5 个不同地区现代湖泊表层样, 18 个主要花粉类型, 其中鳞盖蕨属 *Microlepidia* 在钻孔顶部样品中含量很高, 系由人类活动影响所致, 在分析中被剔除, 实

■ 中国科学院重点项目(Z-001)资助。收稿日期: 1998-01-04。羊向东, 男, 1965 年生, 硕士, 副研究员。

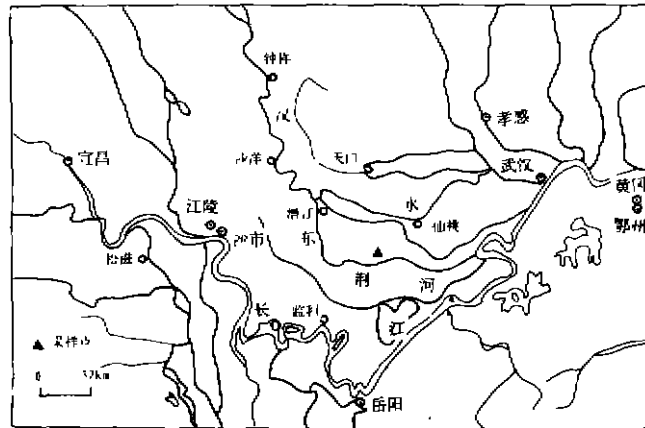


图 1 M1 孔位置

Fig. 1 Location of M1 core

际变量为 17 个。

钻孔<sup>14</sup>C 年龄 4 个(图 2),由中国科学院南京地理与湖泊研究所开放实验室测定,年龄分别为:39.8m, 6590±60aBP; 35.2m, 5505±130aBP; 11.2m, 3775±135aBP; 4m, 1735±10aBP。

### 3 研究结果

#### 3.1 剖面孢粉组合特征

整个钻孔孢粉组合,由下至上划分为六个组合带 9 个组合亚带(图 2)。

带 I (56.18—55.38m) 为深灰色细砂至深灰色泥,见泥砾,为榆属 *Ulmus*、栎属 *Quercus* 组合,木本花粉占绝对优势(55%—75%),榆属含量达 20%,桦属 *Betula*、栗属 *Castanea*、青冈栎属 *Cyclobalanopsis*、胡桃属 *Juglans* 有少量分布,针叶树松属 *Pinus*、柏科 *Cupressaceae* 含量偏低;草本花粉含量较低(15%—20%),主要是蒿属 *Artemisia*;蕨类孢子含量极低,仅 5%。孢粉组合反映当时森林植被类型为落叶阔叶林,并含少量常绿树种。

带 II (55.38—50m) 灰色中细砂,夹粉砂和砂砾,含泥砾,见水平层理和斜层理,木本花粉含量明显下降,以针叶树花粉柏科为主,阔叶树栎属和榆属迅速减少;草本中禾本科 *Gramineae* 开始出现且含量较高,蒿属增加,其它草本如藜科 *Chenopodiaceae*、莎草科 *Cyperaceae* 等较常见;水龙骨科 *Polypodiaceae* 增加,为以针叶树为主的针阔叶混交林植被。

带 III (50—46.7m) 中细砂夹泥质粉砂和细砂互层,本带柏科迅速减少(5%左右),松属则继续增加,常绿成分青冈栎属与栎属、栗属一起呈上升趋势;草本中蒿属和禾本科含量减少;蕨类孢子增加,以水龙骨科为主。

带 IV (46.7—12.9m) 为粉砂和泥质粉砂互层为主,含螺壳化石,水平层理发育,总的看来孢粉组合以松属、青冈栎属、栲属、栗属和水龙骨科为主,可细分为 6 个亚带(图 2),40—20.2m 木本含量平均超过 50%;栲属、青冈栎属、栗属为稳定的高值段,中亚热带常绿阔叶、落叶阔叶及针叶混交林的植被发育,但内部波动仍较明显,如亚带 IVa 上部(44—40m)柏科含量增加;IVc(27.2—25.7m)和 IVe(20.2—17.2m) 草本增多,阔叶树花粉减少,反映了森林植被内部组成的更替过程,这种内部属种的调整很显然是受气候所支配。

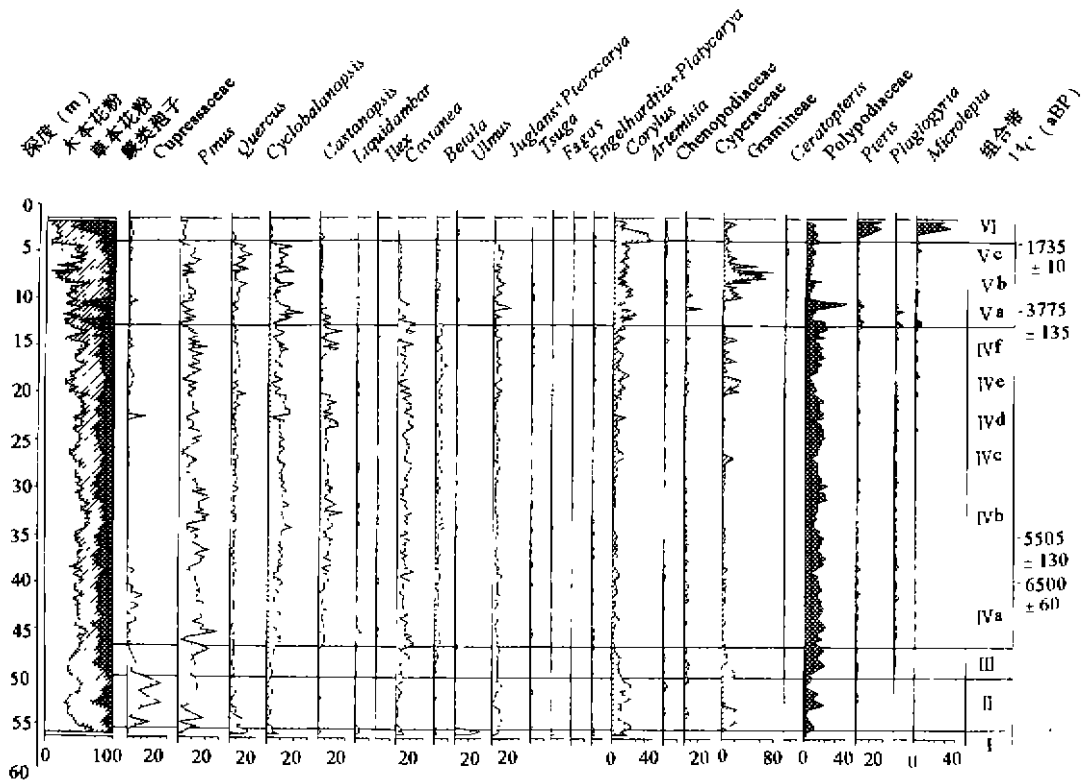


图 2 M1 孔孢粉含量图式

Fig. 2 Spore-pollen percentage diagram of M1 core

带 V (12.9--3.9m) 深灰色泥,含螺壳和瓣鳃类化石,10--6.7m 为深灰色粉砂质泥夹粉砂层,见水平层理,含砖瓦碎片,据岩性和孢粉组合分 3 个亚带.亚带 Va 和 Vc 木本花粉含量减少,平均达 25%,栗属、栲属均大幅度减少,其它木本变化较大;草本中以蒿为主,水生植物香蒲属 *Typha*、水蕨属 *Ceratopteris*、狐尾藻属 *Myriophyllum* 等频繁出现.亚带 Vb,木本含量为一明显的谷值(平均 25%左右),各阔叶属种花粉百分比均降低,禾本科含量达整个剖面峰值段,藜科较上下两个亚带增多,水生植物变化不大,水龙骨科则为一低谷.反映湖区周围草本植物较发育,森林面积缩小.此外,在本带样品中发现数粒个体大于  $40\mu$  的禾本科花粉,据其特征可确定为水稻 *Oryza sativa* 花粉<sup>[6,7]</sup>.

带 VI (3.9--1.8m) 灰黄色粉质泥夹粉砂,含大量砖瓦碎片,木本百分比又一次降低到最低值(15%),所有木本含量均减少甚至消失;草本中蒿属在下部占绝对优势,上部则以蕨类孢子鳞盖蕨属 *Microlepia* 为主,禾本科、水生植物减少,水稻花粉又出现.表明森林树种进一步减少,由次生蕨类植物所取代.

### 3.2 主成分分析

根据 171 个剖面样品、17 个主要粉类型的 PCA 分析结果,得出前 7 个主因子解释了近 70% 的环境信息,说明影响本区植被生长的环境比较复杂,因素较多且分散.从其特征值来看,前 4 个主因子特征值相差较小(从 4.26 至 1.26),据 Zhu H. 等认为<sup>[8]</sup>,在前几个主要因子的特

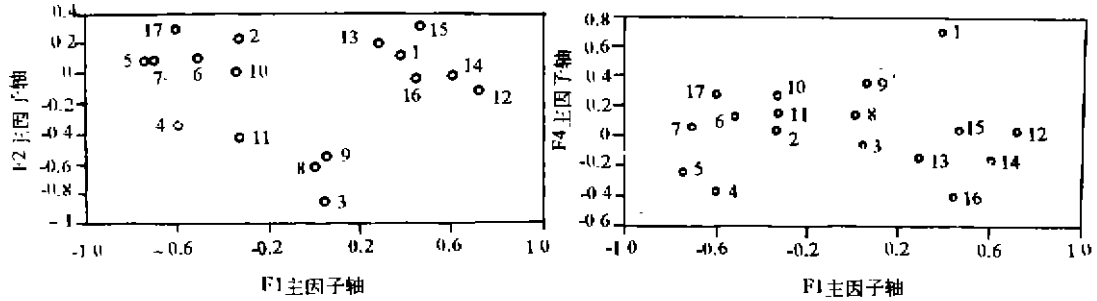


图 3 M1 孔因子载荷

Fig. 3 Factor loadings of M1 core (1; Cupressaceae; 2; Pinus; 3; Quercus; 4; Cyclobalanopsis; 5; Castanopsis; 6; Ilex; 7; Castanea; 8; Ulmus; 9; Jglans + Pterocarya; 10; Tsuga; 11; Corylus; 12; Artemisia; 13; Cyperaceae; 14; Gramineae; 15; Compositae; 16; Typha; 17; Polypodiaceae)

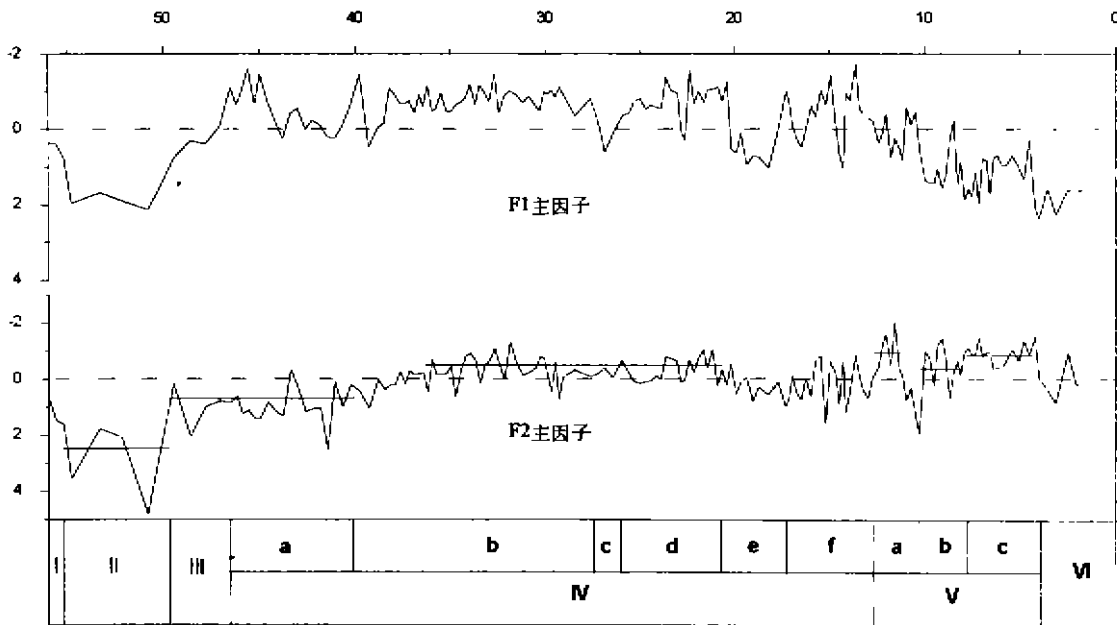


图 4 M1 孔、F1、F4 主因子得分

Fig. 4 F1, F4 factor scores of M1 core

征值相差较小的情况下,可以概括孢来分数据的主要特征.据植物生态特征,从图 3 中可以清楚看出,随第一主因子轴 F1 正向,孢粉属种呈现明显的温度梯度分布(图 3.1);从负到正,由暖性树种→温性树种→凉性树种和草本变化;F4 主因子轴正向,表现为明显的湿度梯度分布(图 3.2),即由下往上,喜湿属种逐渐向喜干属种变化,各变量相关系数也表明,生态环境接近的属种相关显著,而生态差异较大的属种,其相关程度较低.

由此判定,F1 主因子得分与温度有关,其曲线反映了温度变化在各样品中所占份额多少,F4 主因子得分与湿度对应,各样品的得分值反映了湿度因子变化的量值(图 4).

## 4 讨论

由于该钻孔下部缺乏测年资料,全新世底界年代只能根据孢粉组合特征、区域孢粉组合对比、以及江汉平原现有的钻孔资料推测<sup>[9]</sup>。初步将此界限确定在 50m 前后,即孢粉带 II 和带 III 之间,这在文献<sup>[9]</sup>中已有详细讨论。40m 以上各层段年代,主要根据<sup>14</sup>C 测年数据进行内插获得。据钻孔孢粉组合特征及主成分结果,一万多年来江汉平原沔阳地区古季风变迁如下

### 4.1 晚冰期后期阶段(56.18—50m)

据孢粉组合分两个时段,分别对应孢粉带 I 和带 II。植被由落叶阔叶林迅速演变为以针叶林为主的针阔混交林。主成分分析结果显示当时气候由偏干向冷干的转变过程,表明自末次盛冰期结束,该区进入晚冰期,随太阳辐射能的增加,夏季风开始增强,气候开始好转,但温度仍较低,且降水不丰。带 II 温度快速下降,反映冬季风一度增强,很可能与新仙女木降温事件。

### 4.2 全新世时期(50—1.8m,10kaBP 以来)

约 10—8.9kaBP(孢粉带 III),喜冷的针叶树种逐渐减少,暖性阔叶树成分呈上升趋势,常绿树种不断增多,气候开始好转,为全新世初期升温阶段。

约 8.9—3.9kaBP(孢粉带 IV),植被演替为常绿阔叶、落叶阔叶和针叶混交林,森林中主要建群种有青冈栎、栲、栗和松等,总体上反映了暖湿至半湿润的气候特点,当时的温度明显高于现今。从水热条件看,该阶段早期(8.9—6.7kaBP,孢粉带 IVa)和晚期(4.2—3.9kaBP),气候暖偏干或半湿润,而水热配置最佳时期,则出现在 6.5—4.4kaBP,F1 和 F4 主成分得分曲线中,该时段暖湿气候在整个全新世最为稳定。与该区西部的孢粉研究结果相吻合<sup>[10,11]</sup>,同时也与古云梦泽形成的早期阶段年代相一致<sup>[9]</sup>。

本时段内部存在次级波动,表现为 3 次明显的降温,年代分别为 7.5—6.7kaBP(孢粉带 IVa 上部)、4.9—4.8kaBP(带 IVc)、4.4—4.2kaBP(带 IVe)。这几次降温在长江中下游地区均有表现,其中后两次的降温带有普遍性<sup>[6,12]</sup>。

3.9—1.7kaBP(孢粉带 V),森林覆盖率有所降低,草本植物增加,森林中喜暖的常绿树栲等大量减少,气温明显下降。但水生植物增多,F4 主成分也表明该时段湿度条件有较大改善,其有效湿度的增多甚至高于大暖期适宜期。该时段中期(3.5—2.5kaBP),草本植物一度茂盛,森林进一步退缩,转凉偏湿,但有变化。而且,水稻花粉的出现,反映人类可能已定居农耕。

1.7kaBP 后(孢粉带 VI),沉积物特征和史料记载表明当时该地大部分暴露成陆,孢粉组合表明本区森林面积大幅度减少,而受人类活动影响的草本和蕨类植物占统治地位,沉积物中大量人类遗迹的出现及水稻的检出表明,该区已有人移居,森林遭到严重破坏,已很难从自然植被的面貌来恢复气候的变化。

综上所述,自全新世初期以来,随夏季风的不断增强,气候逐渐向暖湿方向发展,至 6.5kaBP 后,水热配置达到最佳状态,并一直持续到 4.4kaBP,此后,降水开始减少,3.9—1.7kaBP,该区开始降温,并出现 3.0kaBP 前后的低温,但湿度在整个剖面达到最大,很显然,6kaBP 前后本区降水达到最大可以用季风降水的穿时理论来解释<sup>[13,14]</sup>。即 10kaBP 以来,随太阳辐射能的减少,季风锋面降水带开始往南退缩,至 6kaBP 前后退至长江中下游地区,从而造成该区较大的夏季降水,古云梦泽雏形形成。全新世后期,即 3.9kaBP 后该区表现为最大有效湿度,影响其主要因素之一是该区可能仍位于锋面影响的范围内,另一方面则与长江南移,河

床淤积抬高,古云梦泽再度扩张有关<sup>[9-15]</sup>,两者兼而有之。

#### 4.3 人类活动证据及其影响强度剖析

在我国,不同区域气候的变化直接决定了人类长期生活方式及其农业结构。江浙一带考古及孢粉资料显示,长江中下游地区人类活动至少可以追溯到 7.0kaBP<sup>[6,7]</sup>。本钻孔 35m 左右,发现有早期先人活动的石器化石,说明自 6.0kaBP,人类就已在该区出现。4.4kaBP 后,遗迹化石出现的频率增多,且限于冷期阶段,湿度也相对降低。如 4.4—4.2kaBP、3.5—2.5kaBP 的冷期和 1.7kaBP 后的成陆阶段,反映了湖退人进,湖进人退,人类对其生存环境的被动关系。约 4.4—4.2kaBP,孢粉中并没有水稻花粉出现,表明该区古人类活动限于原始的季节性鱼猎的生活方式,定居耕作还未形成。此外,从湖泊中有机碳、P 的含量几乎无变化来看,人类活动强度显然很低,人类对自然只是简单的依赖关系;3.5—2.5kaBP,水稻花粉出现并有一定含量,表明农田耕作已初具规模,人类已开始在该地定居,草本增加,植被的变化受到微弱影响。这与 2.5kaBP 前后江汉平原上人类邑居和聚落的记载相印证<sup>[16]</sup>。该时段沉积物中有机碳和 P 的含量急剧上升,P 的含量从下部的 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$  增加到 2500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,表明人类的定居和农业耕作不可避免地开始对森林进行砍伐,而且可能造成了湖泊营养状况的变化,P 的增加也造成了水生植物的增加,但 Fe/Mn 比值保持不变,反映水体氧环境变化不大,其营养程度仍较低。总之该次冷期,人类活动对周围植被及湖泊产生了一定的影响,但强度较弱,气候与人类活动影响相互叠加,但仍以自然气候为主。1.7kaBP 后,人类又一次迁移到本区,农业的发展,森林大量砍伐,表明人口密度的增加,定居点的增多,人类活动进一步增强。同时据记载,距今 1.7kaBP 和 1.6kaBP 前后的汉魏东晋时期,在仙桃县连续增设了沔南(今仙桃县西)和惠怀(今仙桃县西南)两县,可见沔阳大部分水域已退为陆地,并已成为长期居住地<sup>[17]</sup>。

以上分析表明,自 6.0kaBP 以来,人类就已在该地区活动,人类的发展,经历了从对自然环境的依赖→适应→改造逐步发展的自然过程。

## 5 结论

(1) 晚冰期以来,该区古气候经历了几个阶段的变化,即由温偏干—冷干(10kaBP)前→温偏干(10—8.9kaBP)→暖偏干—暖湿—暖偏湿(8.9—3.9kaBP)→温凉湿润—凉偏湿—温凉湿润(3.9—1.7kaBP)的变化,1.7kaBP 后,为人类活动影响时期。

(2) 根据孢粉组合和主成分分析,6.5—4.4kaBP 为水热最佳配置时期,该区位于锋面进退的位置,季风降水显著增多;3.9—1.7kaBP,为古云梦泽扩张期,长江中下游地区有效湿度增加,一方面受锋面降水带的影响,另一方面与长江南移有关。

(3) 约 6kaBP 开始,先人就在该区出现,至 3.5kaBP 前,人类活动仅限于季节性原始鱼猎阶段。此后,发展为定居农耕,反映了人类对环境的适应,并已影响到周围自然环境,但程度较弱。1.7kaBP 后,随人口增加,定居点增多,森林遭破坏,人类活动强度进一步加强。

## 参 考 文 献

- 1 Cuot J P. A 1400-year continental climate reconstruction from European pollen. *Nature*. 1989. 338(23): 309—313
- 2 Pretice C. Cramer W. Harrison S P. et al. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography*. 1992. 19: 117—134

- 3 Prentice C, Leemans R. Pattern and process and the dynamics of forest structure, a simulation approach. *Journal of Ecology*, 1990, 78:340-355
- 4 Sabater S, Haworth E Y. An assessment of recent trophic changes in Windermere south basin(England) based on diatom remains and fossil pigments. *Journal of Paleolimnology*, 1995, 14:151-163
- 5 Birks H J B, Gordon A D. Numerical methods in Quaternary pollen analysis. New York: Academic Press, 1985
- 6 羊向东,王苏民,童国榜. 江苏固城湖区一万多年来的孢粉植物群及古季风气候变迁. *植物学报*, 1996, 38(7):576-581
- 7 孙湘君,杜乃秋,陈明洪. "河姆渡"先人生活时期的古植被、古气候. *植物学报*, 1981, 23:146-151
- 8 Zhu H, Baker R G. Vegetation and climate of the last glacial-interglacial cycle in Southern Illinois, USA. *Journal of Paleolimnology*, 1995, 14:337-354
- 9 朱育新,薛滨,羊向东等. 江汉平原沔城 M1 孔的沉积特征与古环境重建. *地质力学学报*, 1997, 3(4):77-84
- 10 李文漪. 据 47 孔孢粉组合论江汉平原末次冰期植被与环境. 见:李文漪编,中国北、中亚热带晚第四纪植被与环境研究. 北京:海洋出版社, 1993. 62-66
- 11 刘光秀. 江汉平原晚冰期及冰期后的植被与环境. *植物学报*, 1991, 33(8):581-588
- 12 吴艳宏,羊向东,王苏民. 鄱阳湖湖口地区 4500 年来孢粉组合及古环境变迁. *湖泊科学*, 1997, 9(1):29-34
- 13 Wang S M, Yang X D, Mu Y, et al. Environmental change of Gucheng Lake of Jiangsu in the past 15ka and its relation to palaeomonsoon. *Science in China(Series D)*, 1996, 39(2):144-151
- 14 吴锡浩,安芷生,王苏民等. 中国全新世气候最适宜期东亚夏季风时空变迁. *第四纪研究*, 1994, (1):24-35
- 15 朱育新,王苏民,吴瑞金. 全新世江汉平原地区长江南移年代的沉积学依据. *科学通报*, 1997, 42(18):1972-1974
- 16 周凤琴. 云梦泽与荆江三角洲的历史变迁. *湖泊科学*, 1994, 6(1):22-32
- 17 张修桂. 云梦泽的演变与下游荆江河曲的形成. *复旦学报(自然科学版)*, 1980, 2:40-48

## Environmental Changes from Spore-Pollen Record of Mianyang Region over the Past 10000 Years

Yang Xiangdong Zhu Yuxin Jiang Xuezhong Wu Yanhong Wang Sumin

(Lake Sedimentation and Environment Lab., Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008)

### Abstract

According to the analyses of spore-pollen assemblages,  $^{14}\text{C}$  data, and numerical method, the palaeomonsoon climatic changes in Mianyang region, Jiangnan plain, have been reconstructed in the past 10000 years. The result indicates that climate has undergone changes of six stages in this region. During 6.5-4.4kaBP, the climate came up to its optimum combination between heating and moisture, and the summer rainfall area caused more precipitation to this region. About 3.9-1.7kaBP, there was a rapid drop in the temperature, but the higher effective humidity corresponding to the expansion of great lake of Yunmengze was reflected by both rainfall area and the movement of the Yangtze River from north to south. After 6kaBP, human activity occurred in this region, undergoing the nature developing process from depending on the nature environment in the early period, to adapting to the environment after 3.5kaBP, and to changing environment after 9.7kaBP.

**Key Words** M1 core, pollen assemblages, Principal Components Analysis, palaeomonsoon climate, the intensity of human activities