

固城湖晚全新世以来的 孢粉组合及环境变迁^{*}

羊向东 王苏民 吉磊 沈吉 马燕

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘要 本文依据固城湖 GD 钻孔系统的孢粉分析资料, 将井深 6.3 m 岩心所做的孢粉图式, 结合¹⁴C 测年, 从下而上分为 8 个孢粉组合带, 进而论述了 4000 年来该区的植被发展和气候的 4 次冷暖交替的变化。4 次冷期约为 3.0—2.5 Ka B. P.、2.0—1.5 Ka B. P.、1.0—0.8 Ka B. P. 和 0.4 Ka 以来。此外, 还根据沉积物中的硅藻分析、有机质 $\delta^{13}\text{C}$ 值、有机碳含量及历史记载等资料, 侧重讨论了气候及人类活动对湖泊环境演变的影响。

关键词 固城湖 孢粉组合 植被 气候环境 晚全新世

固城湖位于江苏省高淳县东南部, 湖盆系由断裂构造运动形成。由于历代围湖造田, 面积逐年减少, 现仅有 24.3 km², 最大水深 3.67 m。其主要入湖河流为水阳江及青弋江水系^[1]。该区属北亚热带季风气候区, 年均温 15.9℃。由于受人类活动的影响, 其周边自然植被已不复存在。本钻孔(GD)位于湖西围垦区狮树附近(图 1), 孔深 6.3 m, 选做孢粉样 57 块。

1 剖面孢粉组合特征及其古气候

经酸碱处理及重液浮选, 发现各样品中孢粉成分非常丰富。木本植物花粉中以松(*Pinus*)、栎(*Quercus*)、青冈栎(*Cyclobalanopsis*)、栗(*Castanea*)、栲(*Castanopsis*)、桦(*Betula*)、榆(*Ulmus*)等为主, 常见的还有枫香(*Liquidambar*)、枫杨(*Pterocarya*)、榛(*Corylus*)、柳(*Salix*)等; 草本植物花粉主要有禾本科(*Gramineae*)、蒿(*Artemisia*)、香蒲(*Typha*)、蓼(*Polygonum*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、十字花科(*Cruciferae*)等, 其次为唇形科(*Labiatae*)、百合科(*Liliaceae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、菊科(*Compositae*); 蕨类孢子主要为水龙骨科(*Polypodiaceae*)。据孢粉图式, 整个剖面自下而上分为 8 个孢粉组合带(图 2)。

带 I 6.3—5.1m, 为青灰色淤泥, 深 6.1m 处¹⁴C 测年为 3630±230a B. P.。木本花粉含量平均可达 60%以上, 以栎、常绿青冈栎、栗、枫香为主; 草本花粉含量较低, 平均为 22%, 主要是蒿、禾本科、莎草科及十字花科, 水龙骨科百分比也较高。其植被类型为含常绿树种的常绿阔叶及落叶阔叶混交林, 其中青冈栎、枫香、枫杨、栲均为中亚热带常见树种。推测当

* 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放研究实验室资助项目(910003)。
收稿日期: 1993年3月16日, 接受日期: 1993年9月13日。

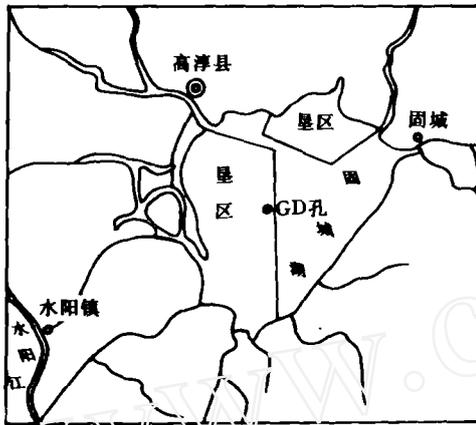


图1 固城湖地理位置

Fig. 1 Geographic position of Gucheng Lake

时的气温,应高于目前的水平,气候温暖湿润。

带 I 5.1—4.15 m,灰色粉砂质泥。阔叶树种花粉含量低于带 I,草本含量继续下降,且低于蕨类孢子,松、水龙骨科含量迅速上升。反映温凉较湿的气候,植被类型过渡为针阔叶混交林。

带 II 4.15—3.2 m。3.5 m 以下为灰色粉砂质泥,向上过渡为灰色泥质粉砂、细砂。木本中阔叶树栎、青冈栎、栗等含量有所增加,但较带 I 要低,草本中禾本科、蒿及湿生的香蒲含量增多,水龙骨科含量下降。孢粉组合反映了温和湿润的气候。

带 IV 3.2—2.3 m,为灰色泥质细砂或粉砂。松属含量增加,其它阔叶树花粉均减少。草本中湿生植物花粉含量降低,禾本科、蒿含量继续递增。当时气候温凉略干。

带 V 2.3—1.75 m,岩性同上。孢粉组合特征与带 III 相似,其气候与带 III 较接近。

带 VI 1.75—1.1 m。1.2 m 以下为灰色泥质细砂至粉砂,其上为灰色粉砂质泥。本带草本含量第一次超过木本花粉,禾本科、蒿的百分比均达到最大值。反映了偏凉略干的气候。

带 VII 1.10—0.45 m,为灰色砂质、粉砂质泥。木本花粉含量上升,以栎、松、青冈栎、栗为主,各草本属种含量有所减少,水龙骨科含量骤增。表明这时气温回升,为温和湿润的环境。

带 VIII 0.45 m 至表层。为灰至深灰色粉砂质泥。松含量持续增加,主要阔叶树花粉迅速减少,各草本花粉含量均上升。蕨类孢子含量减少,气候凉偏干。

2 历史时期的气候变迁及湖泊环境演变

随着温室效应的提出,对全新世以来沉积物的研究,越来越被人们所重视,尤其是对近几千年来的短时间尺度上的研究变得更加深入。利用湖泊沉积具有连续性、高分辨率及包含信息多等特点,更能准确地反映历史时期的气候变迁及环境演化。

本剖面顶部(1.1 m)年龄推测参照 ^{210}Pb 测定结果,其平均沉积速率为 0.71 mm/a; 1.1 m 以下根据 ^{14}C 测年(6.1 m 处年龄为 3630±230 a B.P.)采用内插法来求得其年龄的平均值。

本文在孢粉分析的基础上,同时采用了多个测试指标,如稳定同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 值、硅藻、有机碳含量。其中 $\delta^{13}\text{C}$ 值主要决定于有机质及植被来源,可作为衡量古气候的代用指标。通过以上分析及历史记载,得出该区近 4000 年来的气候变迁及湖泊环境变化规律。

约 3700—3000 a B.P. (带 I) 孢粉组合表明当时气候温暖湿润,为含常绿阔叶及落叶

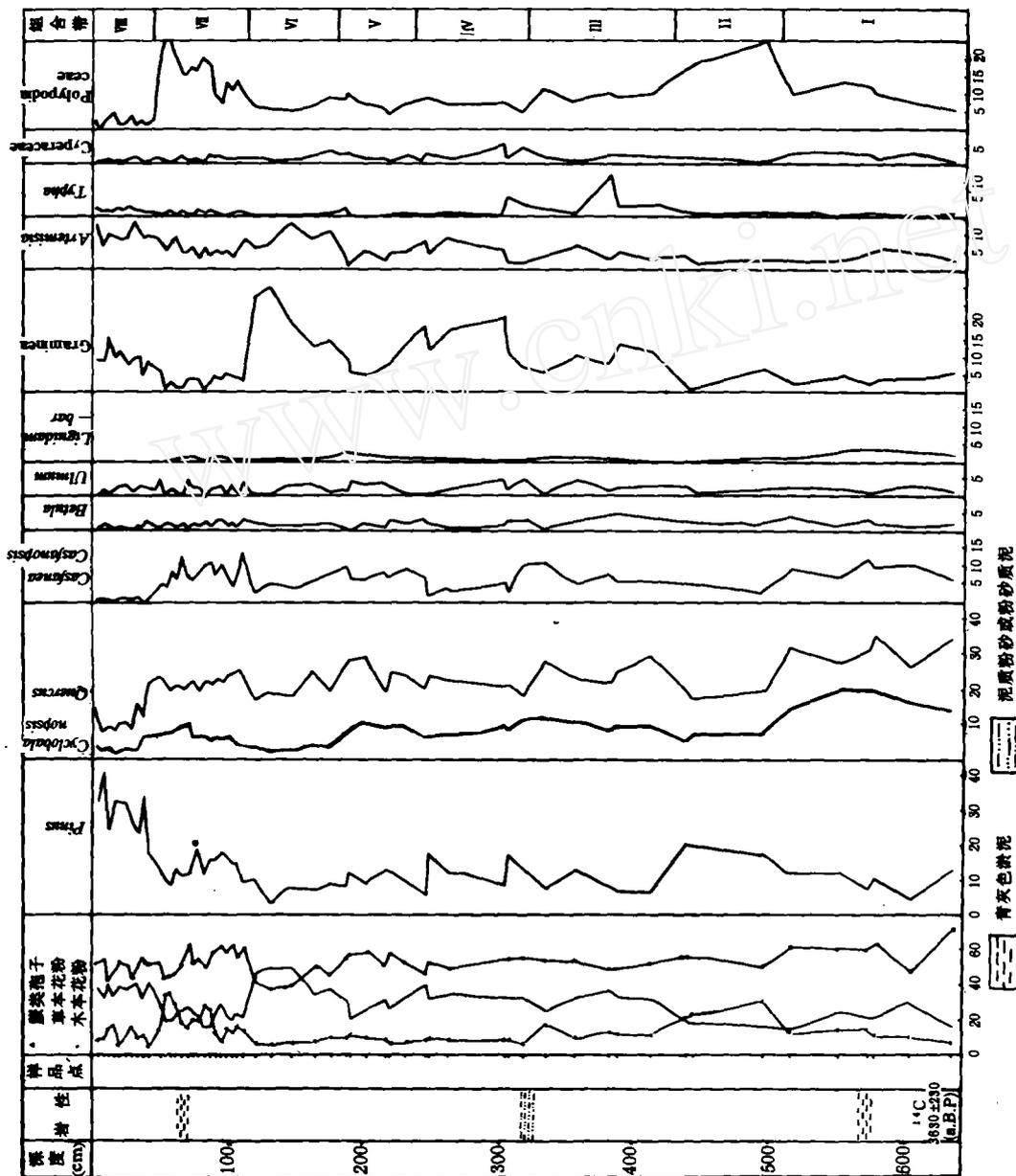


图2 固城湖剖面孢粉含量图式

Fig. 2 Spore-pollen percentage diagram from Gucheng Lake

阔叶混交林。 $\delta^{13}C$ 值偏正(-26.0—-22.5)、有机碳含量较高。其硅藻以柱状小环藻(*Cyclotella stylum*)、颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、圆筛藻(未定种)(*Coscinodiscus* sp.)等为主,浮游种与底栖种的比值较高。表明该时期为湖泊扩张期,气候分期应属于亚北方期。此时,全球气温普遍升高,为继大西洋期以来又一次较温暖时期^[2],当时的年均温,可能比目前高2℃左右^[3]。

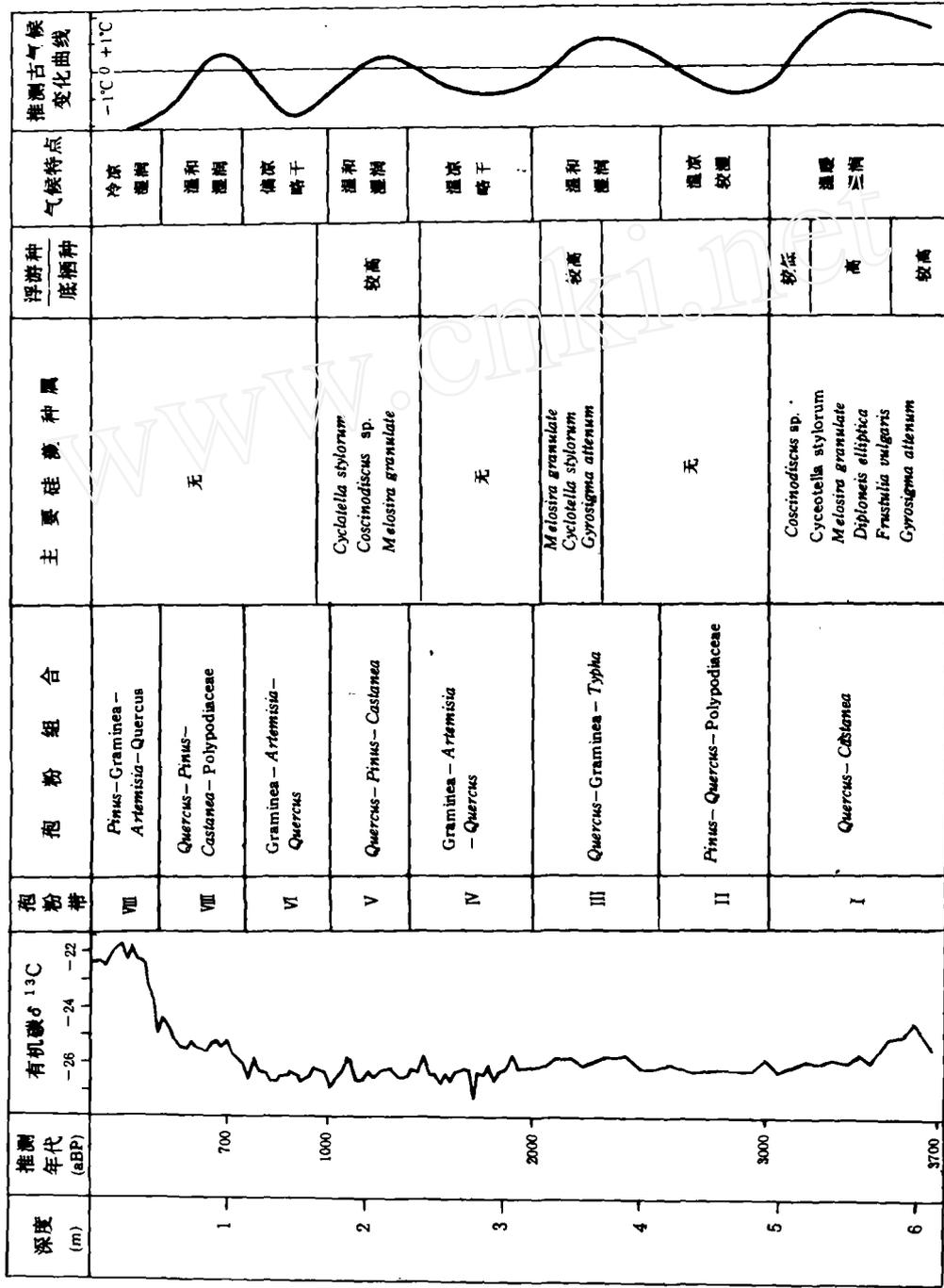


图 3 固城湖钻孔综合分析资料

Fig. 3 Analytical data of drill hole in Gucheng Lake

约 3000—2500 a B. P. (带 II) 气候变温凉, 植被中温暖种类减少, 针叶树种含量增加, 林下蕨类植物繁盛, 估计当时的气温低于现今该地温度, 属于新冰期降温事件^[2,4]。该阶

段 $\delta^{13}\text{C}$ 值偏负,在-26.2—-25.8 之间,有机碳含量也相应减少。本带硅藻极少出现,表明湖泊变浅,但仍属开阔湖环境。

约 2500—2000 a B. P. (带 III) 气温重新回升,但低于第一阶段。 $\delta^{13}\text{C}$ 值偏正,在-25.8—-25.52 之间,有机碳含量略有增加,浮游硅藻在上部出现较多。据历史记载^[1],春秋周敬王六年(公元前 514 年),为沟通固城湖与太湖间的内河航运,人工开凿了该湖以东的胥溪河,由此造成湖水外泄,湖面一度缩小,直至约 2250 年后,湖面才重新回升。说明 2500 年以来,该区已受到人类活动因素影响,至少不能单纯从气候角度来解释湖泊环境的变迁。

约 2000—1500 a B. P. (带 IV) 阔叶树种减少,草本植物的禾本类、蒿增多, $\delta^{13}\text{C}$ 值偏负,为-27.3—-25.7,硅藻消失。表明气候转凉干,湖泊水位下降。本阶段禾本类花粉含量较高,其中 40 μm 以上的占 5% 以上,说明该钻孔附近已出露水面,且被作为农田利用^[5]。

约 1500—1000 a B. P. (带 V) $\delta^{13}\text{C}$ 值为-26.7—-26.0,有机碳含量略增,浮游的柱状小环藻等含量较高,表明湖面有所扩大,与孢粉组合反映的温和湿润的气候对应。据考证唐末唐景福二年(公元 893 年)及宋初,在胥溪河上修筑五堰,控制了湖水外流,说明当时湖面的扩大可能是气候与人类活动因素相互叠加而造成。

约 1000—800 a B. P. (带 VI) 随着草本植物增加,气候重新恶化, $\delta^{13}\text{C}$ 值也相应偏负,硅藻消失,湖面又缩小。本阶段作物花粉含量又一次增加,表明湖水退缩后为农田的发展提供了肥沃的耕作场所。参照 5000 年来的气候演变曲线^[3],该降温事件持续时间较短(200 年左右)。

约 800—500 a B. P. (带 VII) 气温回暖,降水增加, $\delta^{13}\text{C}$ 值偏正,有机碳含量增高,湖盆面积的扩大与史料记载一致。

约 500 a B. P. 至今(带 VIII) 孢粉组合表明凉性的针叶树松的含量急剧上升,阔叶树种含量减少到最低限度,反映气候变凉,进入小冰期。一般认为,小冰期以来,仍存在数次小气候波动,且最盛期温度比目前低 2℃ 左右。但在该层位中,各孢粉含量并没有多大变化。 $\delta^{13}\text{C}$ 值明显偏正,有机碳含量在该段出现峰值,湖水富营养化,明显受人为因素的影响所致。

以上讨论看出,该钻孔孢粉资料与其它测试结果一致(图 3),其中 3000 年以前的暖期,3000 年、2000 年左右的冷期,可与上海^[6]、江苏建湖^[7]、安徽^[8]等地孢粉资料进行对比,推测的温度变化曲线与中国五千年来的物候图^[2]比较接近。此外,3000—2500 年的新冰期,500 年来的小冰期,可以进行世界性对比,只是在时间尺度上稍有变化。

3 结 论

(1) 4000 年来,固城湖地区古气候经历了 8 次较明显的冷暖交替变化。其中大约在距今 3000—2500 年、2000—1500 年、1000—800 年及 500 年以来,为降温时期,大约每隔 1000 年完成一次气候旋回。1000 年以来,气候的波动变得短而频繁。

(2) 由于古代人为因素的干扰,包括开凿河道、筑堤截水、农田耕作、森林砍伐等,自然和人为因素两者叠加,湖泊环境变化必然受到影响。如 2500—2000 年的升温期中,湖泊水位并不同步上升;1500—1000 年的高湖面是自然与人为因素共同作用的结果;小冰期以来,湖水富营养化,有机碳含量过高;60 年代以来,由于围湖造田,固城湖湖底大面积出露,使得湖

面积由原来的 48 km² 减为现今的 24.5 km²。本钻孔点虽位于岸边,但在整个湖形地貌上,仍属于湖中心部位。

参 考 文 献

- 1 中国科学院南京地理研究所湖泊室。江苏湖泊志。南京:江苏科技出版社,1982,157--163。
- 2 Lamb H. H. 气候的变迁与展望。北京:气象出版社,1987,211--285。
- 3 竺可桢。中国近五千年来的气候变迁的初步研究。中国科学,1973,(2):291--296。
- 4 杨怀仁。第四纪地质。北京:高等教育出版社,1973,232--233。
- 5 孔昭宸等。内蒙古自治区几个考古地点的孢粉分析在古植被和古气候上的意义。植物生态学与地植物学丛刊,1981,5(3):193--201。
- 6 王开发。上海地区六千年来的气候变迁。大气科学,1978,(2):139--144。
- 7 勾韵响等。江苏建湖地区全新世生物群和古环境。第四纪研究,1992,(3):213。
- 8 金 权等。安徽淮北平原第四系。北京:地质出版社,1990,114--118。

SPORE-POLLEN ASSEMBLAGE AND ENVIRONMENTAL CHANGE OF GUCHENG LAKE SINCE LATE HOLOCENE

Yang Xiangdong Wang Sumin Ji Lei Shen Ji Ma Yan

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

Gucheng Lake, situated in the southeast of Gaocheng County, Jiangsu Province, surrounded by mixed evergreen/deciduous broad-leaved forests, lies between the north and middle subtropical zone in monsoon Asia area.

This paper deals mainly with the systematic palynological research on more than 57 samples from a column core with a depth of 6.2m in Gucheng Lake. According to the spore-pollen diagram, 8 assemblage zones have been distinguished in an ascending order as follows:

1. *Cyclobalanopsis* - *Castanea* - *Liquidambar* zone (6.3-5.1m); 2. *Pinus* - *Quercus* - Polypodiaceae zone (5.1-4.15m); 3. *Cyclobalanopsis* - Gramineae - *Typha* zone (4.15-3.2m); 4. Gramineae - *Artemisia* - *Quercus* zone (3.2-2.3m); 5. *Quercus* - *Pinus* - *Castanea* zone (2.3-1.75m); 6. Gramineae - *Artemisia* - *Quercus* zone (1.75-1.1m); 7. *Quercus* - *Pinus* - *Castanea* zone (1.1-0.45m); 8. *Pinus* - Gramineae - *Artemisia* zone (0.45-0m)

From the above statement, 8 phases of the paleovegetation succession and climate fluctuation seem to be shown in the past 4000 years, and 8 climate periods can be listed in the ascending order for convenience of correlation:

1. 3700-3000 a B. P.: warmer and moist; 2. 3000-2500 a B. P.: temperate-cool and a little wet; 3. 2500-2000 a B. P.: warm and wet; 4. 2000-1500 a B. P.: temperate-cool and a little wet; 5. 1500-1000 a B. P.: warm and wet; 6. 1000-800 a B. P.: temperate-cool and a little dry; 7. 800-500 a B. P.: temperate and wet; 8. 500a B. P.-present: cool and a little dry.

Moreover, according to the analysis of stable carbon isotope of organic matter, TOC, diatom and historical records, the influence of climate and human activity on environment is also discussed.

Key Words Gucheng Lake, spore-pollen assemblage, vegetation, climate and environment, late Holocene