

文章编号: 1000-0550(2011)01-0118-07

高分辨湖泊沉积和孢粉记录对气候、水文变化的响应^①

于 革

(中国科学院南京地理与湖泊研究所 南京 210008)

摘 要 通过对长江中游网湖钻孔高精度分层样品(1.5年/样品)的沉积学和孢粉学研究,试图揭示过去百年网湖在由开放到封闭体系变化中,沉积孢粉与气候、水动力变化的过程及其相互关系。相关分析和低频滤波分析,反映出沉积物和孢粉的变化对流域降水和长江流量的敏感响应。在过去130年中的多雨洪水年份,湖泊受长江倒灌影响,沉积物以黏土细颗粒为主,并接受长江上中游孢粉的沉积;而在少雨枯水年份中,以源于流域的粉砂粗颗粒沉积为主,湖泊水域和周边湿地的水生孢粉大量沉积。时间序列的频谱分析显示了沉积物中值粒径、乔灌木和水生花粉、降水和流量都具有3~4年和9~11年周期变化。网湖的沉积孢粉与水动力关系为利用湖泊孢粉沉积记录重建过去湖泊环境、认识湖泊水系通江与封闭的水动力变化提供科学依据。

关键词 沉积孢粉 通江湖泊 降水变化 长江历史洪水 百年过程 气候响应

作者简介 于革 女 1957年出生 博士 研究员 湖泊沉积与环境 E-mail: geyu@niglas.ac.cn

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

湖泊沉积提供了重要的环境变化记录,沉积孢粉也具有重要的植被、气候信息,能够反演过去植被气候变迁、为生物湖泊沉积成因提供科学依据。然而,沉积孢粉由于动力因素的复杂多样,往往地层中沉积的孢粉,其组合看似面貌相似、但成因各异。对孢粉沉积动力的准确把握是植被气候环境重建的一个重要环节^[1~3]。我国东部长江中下游平原地区,气候湿润、雨量充足、而风日较少,孢粉沉积主要动力是水力搬运。受水动力搬运的影响,长江沿岸许多湖泊不仅汇集了自身流域降水和侵蚀带来的沉积,同时接受长江漫滩和洪水倒灌沉积,因此,湖泊沉积具有洪水和枯水以及不同时期和年份的河、湖交替的沉积相结构和特征^[4~6]。河、湖双重动力现代过程的湖泊沉积研究已经取得了很多成果^[7~11],但以孢粉为载体、研究湖泊流域和上游河流对孢粉沉积动力差异、物质来源、沉积特征、以及交互作用则鲜有学者涉及。而对孢粉近、现代过程来源的追踪,能够了解孢粉特征变化的成因,提供认识和解释孢粉组合变化的依据,因而能够把握沉积孢粉—植被—气候的重建。

本研究以长江中游的网湖百年来的沉积钻孔为例,在放射性核素定年基础上,进行高分辨率的沉积孢粉现代过程研究。利用近130年以来同步的气候和水文观测资料,分析孢粉沉积特征与湖泊流域降水

和长江流量的关系,探讨水动力搬运的湖泊孢粉—沉积—气候变化的关系。

1 样品采集与分析方法

网湖(29.85°~29.92°N, 115.33°~115.42°E)位于长江中游南岸,西、南面为幕阜山脉北延的丘陵,东、北面为长江河漫滩平原,行政区划属湖北省黄石市。网湖濒临长江,系沉溺河谷受阻积水而成^[12]。流域面积约5310 km²,湖泊面积42.3 km²,平均水深3.7 m。富水从西向东汇入网湖,在网湖富池口入长江。在1965—1967年富池口建闸控制入江水量以前,网湖除富水等流域径流和湖面降水补给外,汛期长江水倒灌。网湖流域的气候属亚热带季风气候,年平均气温15.9℃,降水量1385 mm。该地区地带性植被类型属亚热带常绿阔叶落叶混交林,亚热带针叶林占一定优势^[13]。

湖泊沉积岩芯取自网湖湖心(29.86°N, 115.55°E)、水面高程17 m a. s. l.、水深2.3 m处,使用重力采样器取得平行沉积柱样2根(图1)。WHD孔长72 cm,平行钻WHA孔长42 cm。采用美国EG & GOrtec公司高纯锗井型探测器与Ortec 919型谱控制器构成的多道分析器,应用γ谱分析系统对WHA孔样品进行Pb-210和Cs-137放射性年代测定。根据

^①国家科技重大专项湖泊富营养化治理与控制技术及工程示范主题(2008ZX07101-013-4)和中国科学院重要方向项目(KZCX2-YW-338-2)资助。
收稿日期:2010-01-05;收修修改稿日期:2010-02-08

Pb-210 和 Cs-137 放射性年代测定和沉积速率计算, 顶部为 2006 年沉积, 底部为 1876 年^[14]。72 个粒度样和孢粉样取自 WHD 孔, 间隔为 1 cm, 平均年龄为 1.5 年/样品。沉积物粒度分析采用英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer2000 型激光粒度仪完成^[15]。孢粉样常规处理和鉴定, 石松示踪进行浓度统计。

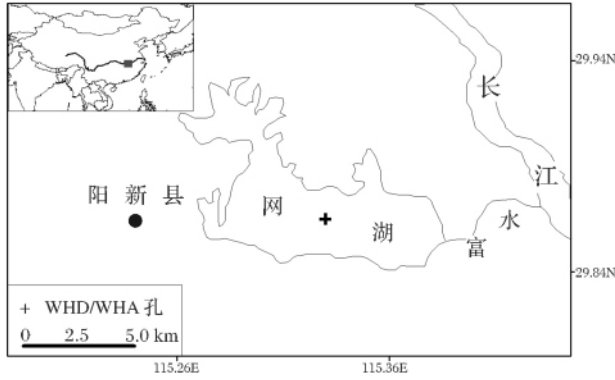


图 1 长江、网湖地理位置以及钻孔位置

Fig. 1 Locations of Wangu Lake and sediment cores

为了进行水动力分析, 降水观测资料来自网湖流域的黄石站(1930—2005 年)、与网湖相距 110 km 的武汉站(1880—2005 年)和相距 70 km 的九江站(1885—2005 年), 流量观测资料取自网湖上游长江武汉站(1881—2005 年)和长江宜昌站(1865—2005 年)。对沉积、孢粉、降水和流量等不同变量采用了

线性相关、低频滤波和频谱分析等统计方法进行时间序列分析。

2 沉积岩性、年代和孢粉分析结果

WHD 孔沉积物为含有机质灰黑色黏土—粉砂河、湖相沉积。根据岩性、粒度、孢粉分析和年代测定, 钻孔沉积变化自下而上可分为 4 个组(图 2)。

WH-1 层(72 ~ 53 cm), 灰色黏土相当于 1876—1916 年沉积。花粉以木本为主, 松属花粉占 40% ~ 70%, 常绿栎/落叶栎比最高达到 11。以禾本科和蒿属为主的陆生草本占 25%, 以狐尾藻、眼子菜为主的水生草本达到 7%。以铁线蕨、鳞盖蕨为主的孢子含量在 23% ~ 10%。该层的孢粉浓度在 770 ~ 3 800 粒/g 之间。

WH-2 层(52 ~ 27 cm), 灰色黏土含贝壳和小螺壳, 相当于 1916—1965 年沉积。松属花粉有所增加, 最高达到 83%, 但常绿栎/落叶栎比稍减, 在 9.0 ~ 1.4 之间。草本、蕨类变化不大, 但孢粉浓度比底层有所增加, 在 1 230 ~ 5 400 粒/g 之间。

WH-3 层(26 ~ 17 cm), 灰色粉沙含小螺壳碎片和生物碎屑, 相当于 1965—1977 年沉积。松属花粉占总量 41% ~ 63%, 比下层减少。水生草本、蕨类有所增加, 出现了大量的淡水盘星藻和双星藻。孢粉浓度增加到 3 600 ~ 6 300 粒/g。

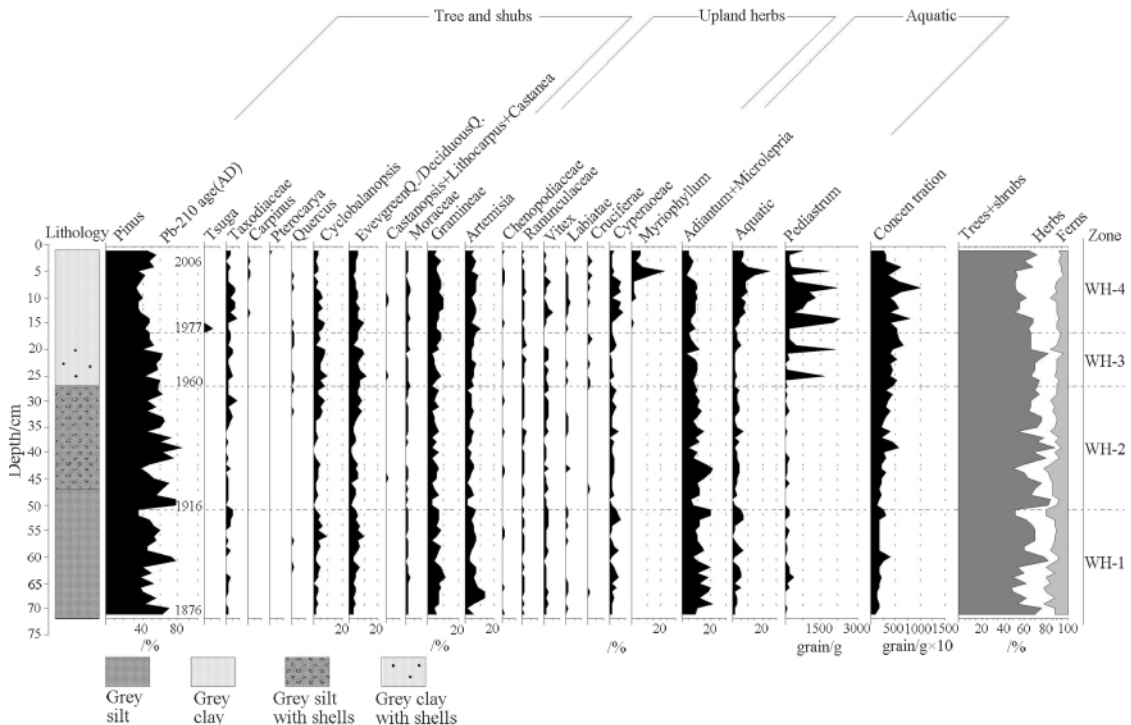


图 2 网湖 WHD 孔岩性、年代和孢粉百分含量图

Fig. 2 Diagram of lithology, chronology and pollen percentages, Core WHD

WH-4层(16~1 cm),灰色粉砂相当于1977—2006年沉积。乔灌木、松属花粉继续减少。水生草本增加,最大含量值26%,淡水藻最大浓度24 000粒/g,分别达到整个柱样的最大值。孢粉浓度在2 700~10 000粒/g,高值也达到整个柱样的最高值。

3 沉积孢粉与气候、水文的统计分析

从上述的岩性和孢粉特征,可以见到钻孔下部的黏土细颗粒对应了以乔木为主的孢粉沉积,上部的粉砂粗颗粒对应了水生和蕨类孢粉为主沉积。笔者试图用相关、滤波和谱分析等方法来定量分析它们之间的统计关系。

孢粉浓度与沉积物中值粒径(D_{50})的线性相关分析结果,显示了两者的置信区间95%的正相关,最佳相关在中粉砂—极细粉砂级别(10~4 μm)。孢粉浓度与黏土粒级(<4 μm)在置信区间95%呈负相关,说明沉积物过细,孢粉的沉积量反而减少。不同类型的孢粉百分含量与粒径也呈正相关,其中木本花粉、草本花粉、水生花粉、以及淡水藻类与中值粒径的相关系数分别是+0.60、+0.59、+0.68和+0.63,均达到了95%的置信区间。

上述分析表明孢粉含量的变化与沉积物粒径密切相关,而粒径的大小受到流域水动力搬运控制,因此笔者试图捕捉孢粉变化与流域降水变化的相关信号。采用各类孢粉百分量的标准偏差作为孢粉类型和含量变化的统计量,与流域年降水量、上游武汉气象站和水文站的降水和流量进行线性相关分析。分析表明,与年降水量正相关的有木本花粉($R=0.45$)、草本花粉($R=0.32$)和淡水藻类($R=0.39$)。此外,木本花粉类型变化在1960年代中期网湖建闸以前的80年中,与武汉长江年径流量的相关也呈现正相关($R=0.44$)。这些相关与粒径的直接相关相比,相关系数稍小,但都达到95%置信区间,反映了孢粉含量变化与流域降水量有统计意义上的显著相关。

对时间序列进行低频滤波,以达到去噪音和显示主频率信号的目的。在MatLab程序中,采用低频滤波中的50%频率高斯滤波法,对沉积序列、降水序列和孢粉的序列的低频滤波。结果表明在1965—1967年以前,湖泊沉积序列以黏土细颗粒沉积为主,以后粉砂增加的粗颗粒沉积。这个变化反映了1967年富池口建闸前后,网湖沉积和孢粉的水动力环境变化。低频滤波的沉积物和沉积孢粉曲线,与降水量和长江

流量在1967年以前具有相当好的同步关系。其中,乔木花粉与降水和流量具有正向同步关系($R=0.36$,达到95%置信度)。水生花粉与流量对比,显示出反向同步关系($R=-0.31$,达到95%置信度)。

为了检查沉积粒度、花粉和降水/流量的响应关系在整个时期的出现频率,本文计算了两两系列每10年滑动相关系数达到一定置信区间的频率。在每10年滑动相关系数的系列中,松属、常绿栎/落叶栎、乔灌木总和这三类主要陆生木本花粉与 D_{50} 达到95%显著相关的年份出现频率占整个时期的分别为38%、30%和37%。这三类花粉与降水量达到95%显著相关的年份出现频率为30%、27%和32%,反映出花粉沉积量的变化受到了沉积粒径和流域降水量的影响,在过去的130年27%~38%的年份具有同步变化。同时,这个变化与1967年以前长江武汉流量密切相关,比与降水的相关性更强,三类花粉95%显著相关的年份同步变化分别出现频率达到了55%、52%和55%(图3a)。采用大于70百分点的降水过滤130年序列,这些高降水年份与花粉正相关、与粒径负相关。

在每10年滑动相关系数的系列中,湿生莎草科花粉、水生花粉、蕨类孢子、以及草本花粉总和与 D_{50} 达到95%显著相关的年份出现频率占整个时期的分别为41%、43%、29%、41%,并与降水量达到95%显著相关的年份出现频率分别为40%、39%、33%、31%。反映了孢粉含量的变化受到了沉积粒径和流域降水量的影响,三者在过去的130年30%~40%的年份具有同步变化。这个变化与1967年前网湖通江时期的武汉流量密切相关也具有显著的相关性,95%显著相关的年份同步变化出现频率分别达到了54%、48%、47%和57%(图3b)。在这三者相关中,与陆生木本花粉不同,湿生莎草科、水生花粉、草本花粉以及蕨类孢子总在过去130年与粒径和降水的显示的正相关,如1890—1896年、1916—1826年和1950—1970年,多对应30百分点以下的低降水年和枯水年。

在低频滤波的系列上,还分别对沉积孢粉和降水、流量时间序列的谱分析,以显示出时间序列的周期(在图4)。图中频谱曲线中的各个峰值代表了该时间序列的最高频率,它的周期则是频率的倒数($T=1/f$)。频谱中达到95%置信度以上的峰值代表了周期。图中乔灌木花粉和水生花粉序列有三个高峰,其中都出现了9~10年和3~4年。在降水和流量序

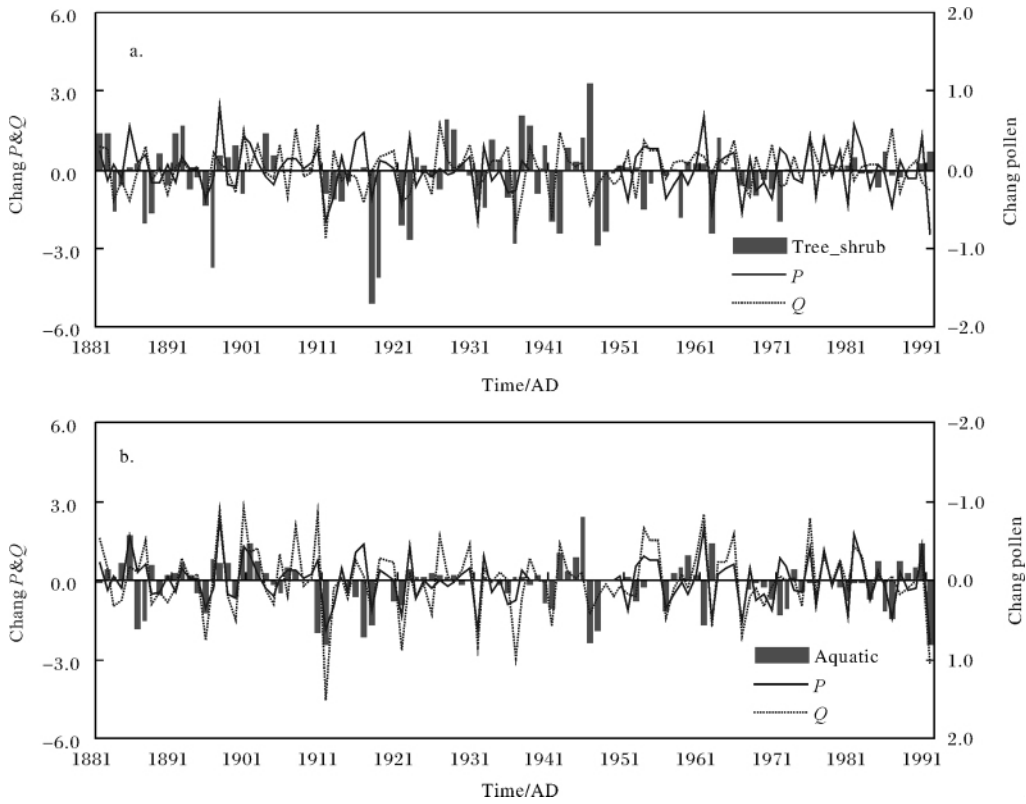


图 3 低频滤波后网湖流域降水 (P)、河流流量(Q)与乔灌木花粉百分含量 (Tree_shrub: a) 和水生花粉(Aquatic: b) 的相关

Fig. 3 Correlations of low-passed filtering series between percentages of tree-shrub pollen (Tree_shrub) and precipitation (P) / river discharge (Q) (a); and between percentages of aquatic pollen (Aquatic) and precipitation (P) / river discharge (Q) (b)

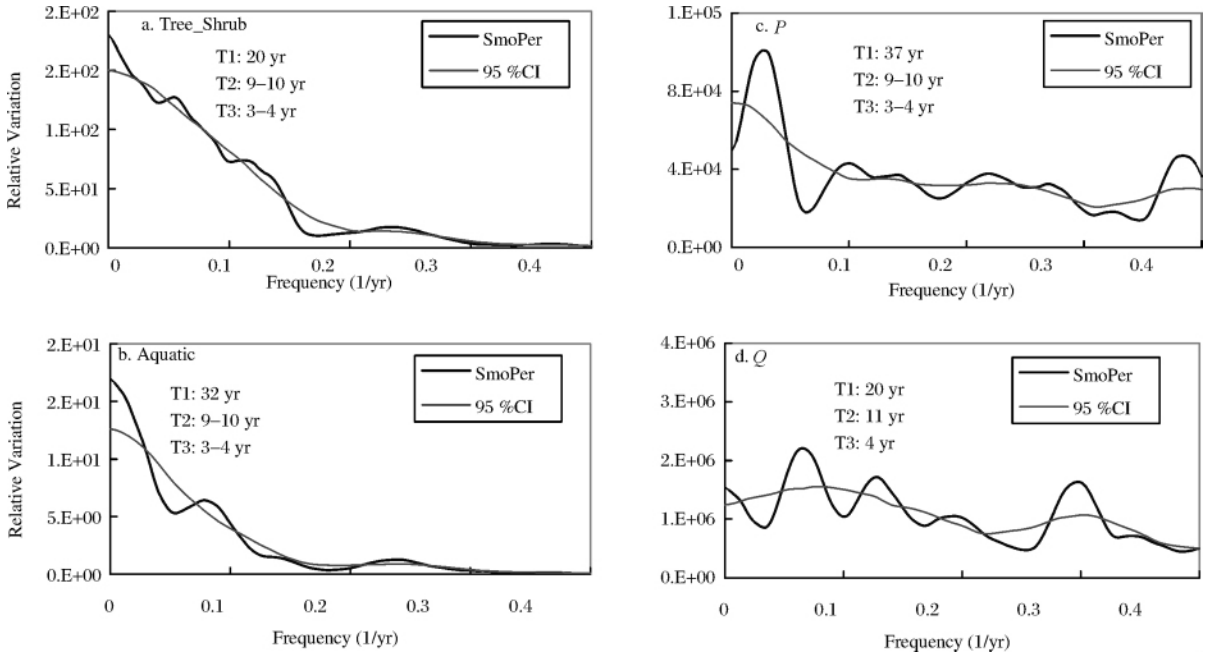


图 4 网湖 WHD 孔木灌木花粉 (Tree_shrub)、水生花粉 (Aquatic)、以及流域年降水 (P) 和上游长江年流量 (Q) 时间序列谱分析的平滑周期曲线 (粗线: SmoPer) 和 95% 置信域(细线: 95% CI)

Fig. 4 Smoothing periodicity curves (thick line: SmoPer) and 95% confidence level (thin line: 95% CI) for percentage of tree and shrub pollen (Tree_shrub), percentage of aquatic pollen (Aquatic), and annual precipitation amount (P) of the catchment and annual discharge amount (Q) of upper-reaches of the Yangtze River , from Core WHD of Wanghu Lake

列中有三个高峰,其中都出现了9~11年和3~4年的周期。这反映了沉积花粉与气候、水文时间序列具有相同的3~4年和9~11年周期。

4 孢粉沉积与降水和湖泊环境变化的成因关系分析

4.1 湖泊沉积、孢粉与降水和长江流量的关系

网湖濒临长江,在过去100年间与长江相通,枯水季节和年份湖泊水溢出到长江,洪水季节和年份长江倒灌入网湖。这样的水动力环境直到1960年代中期富池口建闸后被改变。网湖沉积和孢粉纪录反映了这个环境的变化。

尽管整个柱样沉积物质较细,粒度是2~10 μm级别的黏土、粉砂,但上下组分有明显的不同。WHD孔的27 cm以下是细物质黏土层,以上物质变粗、成为粉砂层。孢粉分析的结果也表明上下两层的较大差异,下部孢粉浓度小,仅仅在2 000~5 000/g之间,上部浓度增大,达到5 000~10 000粒/g。钻孔上部水生孢粉、淡水藻类急剧增加;此外孢粉类型和含量差异系数的聚类分析也表明这个分界,在孢粉序列的4个分段中,WH-1和WH-2与WH-3和WH-4显示了第一级别的差异,而分为上下两个基本单位。这个分界与沉积组分的界限基本吻合(图2)。根据Pb-210和Cs-137放射性年代测定,27 cm层位的沉积年代在1965年,这个层位上下的碎屑沉积和孢粉沉积提供了沉积环境和水动力系统变化信息。在1965—1967年以前,河湖相通,物源来自网湖流域和上游长江流域,湖泊沉积受到湖泊和河流的双重作用,特别是洪水季节河洪水年份,河流入湖水沙量大,河流泛滥沉积明显。20世纪60年代中期以后,网湖成为了一个封闭湖泊沉积环境,具有开阔、稳定、水生生物较多的淡水湖泊环境。

易朝路等^[6]根据长江中游湖泊沉积微结构特征分析了三种湖泊沉积物,青色黏土是比较典型的湖相沉积环境,黑色黏土是浅水湖泊和沼泽沉积环境,而灰色黏土物源主要来自长江倒灌、由河流带来的泥沙。网湖的湖泊沉积物变化在粉砂到黏土之间,而颜色变化较小。本文的研究从孢粉分析资料中,能够对认识沉积环境和沉积动力提供进一步的佐证,因而为采用沉积和孢粉指标重建第四纪环境和动力提供依据。

4.2 沉积孢粉与气候和水文环境变化的关系

网湖流域面积5 300 km²,孢粉分析结果与流域

植被的面貌相似,反映出湖泊沉积孢粉的主要植物源于湖泊流域。然而,孢粉类型与流域自身和上游的长江流域植物类型和植被面貌非常相似,两处丘陵山区都广布马尾松、油松、杉木、侧柏、圆柏等,而落叶阔叶树麻栎、栓皮栎、常绿树种青冈属、栲属、石砾属在网湖流域和上游长江流域都有生长,仅仅从花粉类型难以判别植物来源。因此,结合沉积特征和流域气候、水文特征,能够提供孢粉物源和孢粉类型、含量变化的成因机制方面的解释。

首先,孢粉浓度与主要孢粉类型百分含量与沉积物中值粒径达到显著地正相关(95% CI)。最佳相关在中粉砂—极细粉砂级,而孢粉浓度和主要孢粉类型百分含量与黏土粒级呈显著性负相关(95% CI),说明沉积物过细至黏土级,并不有利于孢粉的沉积。

其次,同时分析孢粉含量与中值粒径、黄石和武汉降水以及武汉流量的相关性。主要孢粉类型,包括陆生松属、常绿栎/落叶栎、乔灌木、湿生莎草科、水生花粉、草本花粉以及蕨类孢子,与沉积物粒度和降水具有同步相关的年份为过去130年的27%~40%,与长江流量的同步相关达到47%~57%,反映出孢粉沉积量的变化受到了沉积粒径和流域降水量的影响。

再进一步分析,孢粉、粒度和气候并不是在时间序列上都表现为同步相关,非同步相关占整个时间段约60%~70%。分析与降水和流量特征分布,发现孢粉沉积与水动力关系有3种响应关系。在高降水和高流量的年份,富含陆生松、栎和木本花粉与降水和流量呈正相关,但与粒径呈负相关。这个关系反映了网湖的沉积受到长江洪水淹没,河流不仅输送泥沙入湖,而且携带孢粉入湖,因此,网湖沉积物偏细,而木本花粉含量偏高。笔者归纳为多雨洪水年响应模式。与陆生花粉不同,在湿生莎草科、水生花粉、草本花粉以及蕨类孢子与沉积物粒度和降水、流量非同步相关的年份中,表现出与粒度的正相关,但与降水和流量的负相关,并对应着低降水年和低流量年。在这些小水年份,网湖的沉积与长江来水分离,湖泊的碎屑沉积物和孢粉沉积物来自与本流域。以粉砂、细纱为主,流域内和湖泊内的孢粉含量偏高,这是一种少雨枯水年响应模式。

此外,无论是多雨洪水年还是少雨枯水年的响应,沉积孢粉时间序列的与降水变化振幅都具有9~11年和3~4年周期,这个相近的周期变化反映出沉积孢粉变化对降水气候变化的变率的同步响应。位

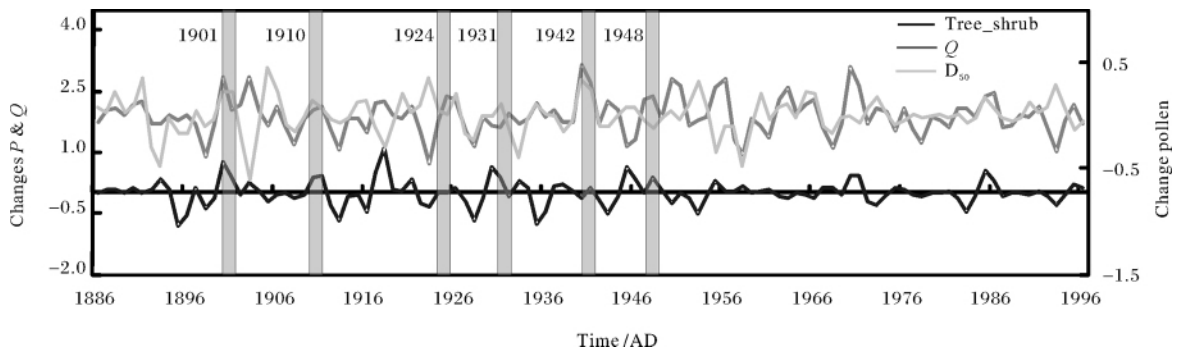


图 5 根据网湖 WHD 孔中值粒径沉积 (D_{50})、乔木灌木花粉 (Tree_shrub)、长江流量 (Q) 建立的多雨洪水模式得到了 1886—1996 年 6 次长江特大洪水漫入网湖—阳新县历史记录验证。灰色柱代表的洪水淹没阳新县城的年份

Fig. 5 Flood sediment mode based on records of granularity and pollen from the Core WHD of Wanghu Lake, can be validated by large flood events during the years 1886—1996 which were recorded by the historical documentations in Yangxin County. Grey bars represent the large flood years at Wanghu Lake

于网湖西部湖漫滩一阶地的阳新县的历史记录, 长江特大洪水漫入网湖后能够淹到阳新县城(位置见图 1)。根据县志记录, 上个世纪 50 年代以前长江 6 次特大洪水, 不同程度的淹到阳新县城。这 6 次洪水在 WHD 孔沉积物上都能找到相应的响应, 表现出长江漫滩的细颗粒沉积、长江中上游乔灌木花粉沉积, 与长江主干流量观测的洪水年记录一致(图 5)。由此验证了本文根据网湖钻孔建立的多雨洪水模式, 并证实了该湖泊流域的气候与沉积变化具有 9~11 年的周期变化。

参考文献 (References)

- Sugita S. Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation [J]. *Journal of Ecology*, 1994, 82: 881-897
- Xu Q H, Li Y C, Yang X L, *et al.* Source and distribution of pollen in the surface sediment of the Daihai Lake, Inner Mongolia [J]. *Quaternary International*, 2005, 136 (1): 33-45
- Yu G, Ke X K, Xue B, *et al.* The relationships of the surface arboreal pollen and the plants in the vegetation of China [J]. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2004, 129: 187-198
- Jiang T, Su BD, Hartmann H. Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River basin, 1961—2000 [J]. *Geomorphology*, 2006, 85: 143-154
- 施雅风, 姜彤, 苏布达, 等. 1840 年以来长江大洪水演变与气候变化关系初探 [J]. *湖泊科学*, 2004, 16(4): 289-297 [Shi Yafeng, Jiang Tong, Su Buda, *et al.* 1840 preliminary analysis on the relation between the evolution of heavy floods in the Yangtze River catchment and the climate changes since 1840. [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2004, 16(4): 289-297]

- 易朝路, 吴显新, 刘会平, 等. 长江中游湖泊沉积微结构特征与沉积环境 [J]. *沉积学报*, 2002, 20(2): 293-302 [Yi Chaolu, Wu Xianxin, Liu Huiping, *et al.* Microfabric properties of lacustrine sediments and sedimentary environments [J]. *Acta Sedimentologica Sinica* 2002, 20(2): 293-302]
- 吴艳宏, 蒋雪中, 刘恩峰, 等. 太湖流域东洩、西洩近百年汞的富集特征 [J]. *中国科学 D 辑: 地球科学*, 2008, 38(4): 471-476 [Wu Yanhong, Jiang Xuezhong, Liu Enfeng, *et al.* Enrichment characteristics of Hg in Dongwan and Xiwan, Taihu basin in the past 100 years [J]. *Science in China (Series D): Earth Sciences*, 2008, 38(4): 471-476]
- 王小林, 姚书春, 薛滨. 江苏固城湖近代沉积 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 计年及其环境意义 [J]. *海洋地质动态*, 2007, 23(4): 21-25 [Wang Xiaolin, Yao Shuchun, Xue Bin. ^{210}Pb and ^{137}Cs dating of Guchong Lake deposits (Jiangsu) and its significance of environment [J]. *Marine Geology Letters* 2007, 23(4): 21-25]
- 刘恩峰, 羊向东, 沈吉, 等. 近百年来湖北太白湖沉积通量变化与流域降水量和人类活动的关系 [J]. *湖泊科学*, 2007, 19(4): 407-412 [Liu Enfeng, Yang Xiangdong, Shen Ji, *et al.* Sedimentary flux of Lake Taibai Hubei Province and correlations with precipitation and human activities in its catchment during the last century [J]. *Journal of Lake Science*, 2007, 19(4): 407-412]
- Wu Jinglu, Gagan M K, Jiang X, *et al.* Sedimentary geochemical evidence for recent eutrophication of Lake Chenghai, Yunnan, China [J]. *Journal of Paleolimnology*, 2004, 32: 85-94
- Yu G, Xue B, Lai GY, *et al.* A 200-year historical modeling of catchment nutrient changes in Taihu basin, China [J]. *Hydrobiologia*, 2007, 581: 79-87
- 王苏民, 窦鸿身. 中国湖泊志 [M]. 北京: 科学出版社, 1998 [Wang Sumin, Dou Hongshen. *Chinese Lakes* [M]. Beijing: Science Press, 1998]
- 王映明. 湖北植被区划(上) [J]. *武汉植物学研究*, 1985, (01):

- 47-54 [Wang Yingming. The vegetation of Hubei [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 1985, (01): 47-54]
- 14 史小丽, 秦伯强. 长江中游网湖沉积物重金属元素变化特征分析 [J]. 第四纪研究, 2009, 29(1): 135-142 [Shi Xiaoli, Qin Boqiang. Analysis on heavy metal distributions in core sediment from Wanghu Lake in the middle reaches of the Yangtze River [J]. Quaternary Sciences, 2009, 29(1): 135-142]
- 15 史小丽, 秦伯强. 湖北网湖¹³⁷Cs、²¹⁰Pb 计年与沉积速率研究 [J]. 宁波大学学报: 理工版, 2008, 21(3): 418-422 [Shi Xiaoli, Qin Boqiang. Study on Cs-137 and Pb-210 dating and sedimentation rates of Wanghu Lake, Hubei Province [J]. Journal of Ningbo University: Natural Science & Engineering Edition, 2008, 21(3): 418-422]

High-resolution Records of Lacustrine Sedimentology and Palynology Responding to Changes in Climate and Hydrology

YU Ge

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

Abstract This paper studied high-resolution sedimentary pollen sequence (1.5 yr/e) of Wanghu Lake, in the middle reach of Yangtze River, and analyzed the relationships of changes in pollen types and contents, sediment granularity, and climate-hydrology features during the past hundred years when the lake turned from an open water system into closed basin. Correlation analysis for time series of pollen, granularity, catchment precipitation and river discharge, showed that significant linear relationships with 95% confidence level. Major pollen types showed a 27%-40% synchronous changes with time series of granularity and precipitation during the past 130 years, and a 47%-57% synchronous changes with time series of granularity and river discharge before the mid-1960s when the lake naturally connected with Yangtze River, suggesting pollen deposition controlled by sediments and catchment precipitation. The author found synchronous changes among sedimentary granularity and pollen with precipitation and river discharge which all experienced 3-4 years and 9-11 years cycles in the time series, suggesting sedimentation responding to climate changes. This study may provide scientific basis to reconstruct past environmental changes using sediment and pollen records, and to understand bio-sedimentology dynamics in the lake sediments.

Key words sedimentary pollen; river-linked lake; precipitation changes; historical floods of Yangtze River; hundred-year processes; response to climate