

洪水事件对长江中下游地区湖泊沉积的影响 ——以网湖为例

史小丽

(宁波大学 学报编辑部, 浙江 宁波 315211)

摘要: 通过对长江中游网湖沉积物中粒度组成、磁性参数、营养盐含量以及花粉组合的分析, 结合湖区的历史文献资料, 研究了网湖洪水高频时期(20 世纪 30 年代、40 年代末至 50 年代中以及 90 年代)湖泊沉积物中各类指标的变化特征。结果发现: 洪水时期湖泊沉积物粒度相对较粗, 且分选性较差; 磁化率与频率磁化率有所增加; 营养盐中 TOC 和 TN 含量增加, TP 含量减少; 花粉组合中孢粉浓度增加、种类增多。结果表明: 洪水通过改变湖泊沉积物的物源, 使更多的陆源物质进入湖泊, 从而影响湖泊的沉积。

关键词: 网湖; 沉积物指标; 洪水事件

中图分类号: P343.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2016) 01-0088-04

长江中下游地区水网纵横, 孕育了众多的淡水浅水湖泊。该地区湖泊大多分布在长江干流的两岸或其支流的中、下游, 与江河息息相连。长江流域独特的气候、地质地貌和水系特点决定了长江中下游湖群遭受洪水侵扰的频率较高, 研究湖泊沉积物是探寻湖泊环境变化的重要手段之一。近年来对湖泊演变历程和环境问题的探讨, 关注的焦点大多集中在人类活动对湖泊生态环境变化的影响上^[1-9], 对自然因素, 诸如洪水等对湖泊影响的研究尚不多见。本文以长江中游网湖为例, 通过对湖泊沉积物中理、化、生指标的分析, 研究洪水时期湖泊沉积物指标的变化特征, 以此探讨洪水事件对湖泊沉积的影响。

1 研究区概况及洪水事件记录

网湖(N29°51'~29°54', E115°20'~115°25')位于湖北省阳新县(百湖之县)东部, 富河下游, 濒临长江南岸, 是阳新县最大湖泊, 原有面积 80.9 km², 围垦后现有面积 42.3 km², 平均水深 3.7 m, 蓄水量 1.57×10⁸ m³。湖水依赖湖面降水和地表径流(富河)补给。历史上网湖是通江湖泊, 每到汛期长江水位

抬升, 江水倒灌。20 世纪 60 年代富池大坝的修建, 使得进出网湖的湖水受到了人工闸口的控制。网湖流域属亚热带季风气候, 温暖湿润, 年降水量 883.5~1 888.9 mm。植被主要有栎、栲、楠、松、杉等中亚热带常绿阔叶林。

根据阳新县县志(1993 年阳新县县志编纂委员会编)、阳新县水利志(1989 年阳新县水利志编纂委员会编)以及有关统计年鉴^[10]记载, 近百年来网湖地区发生洪涝灾年主要集中在 20 世纪 30 年代、40 年代末至 50 年代中以及 90 年代, 这与文献^[11]对长江洪水的研究结果较为一致。

2 沉积物指标测定

在网湖湖心钻取长度为 72 cm 的沉积样柱, 现场按 1 cm 间隔分样, 样品带回实验室检测。沉积物粒度组分采用英国马尔文公司的 Mastersizer 2000 激光粒度仪测量。磁化率指标采用英国 Bartington 公司的 MS2 型磁化率测量仪测定, 并根据测得的低频磁化率和高频磁化率计算频率磁化率。沉积物营养盐中的 TOC 含量采用重铬酸钾—硫酸(油浴)氧化—硫酸亚铁滴定, TN 含量采用重铬酸钾—硫

酸消化—凯氏定氮法测定, TP 含量采用美国生产的电感耦合等离子体原子发射光谱仪(ICP-AES)测定。孢粉采用常规的酸碱法提取, 自然定名法鉴定, 在显微镜下完成统计。

3 洪水时期网湖沉积物指标特征

考虑到沉积物测年精度的局限以及沉积物扰动等因素的影响, 辨别单次洪水对沉积物各指标产生的影响较为困难, 为此, 选择洪水出现频率较高时段的沉积物层段作为研究对象。根据网湖沉积物测年结果^[12], 近百年来网湖洪水出现的高频时段, 即 20 世纪 90 年代(I)、40 年代末至 50 年代中(II)、30 年代(III)分别对应沉积物中 4~9 cm、28~33 cm 及 38~45 cm 层段。

3.1 洪水期沉积物粒度与磁性参数的变化特征

沉积物粒度是重建环境演化的常用指标之一, 具有测定简单、快速、经济、不受生物作用影响、对气候变化敏感等特点。根据沉积学原理, 沉积物的粒度分布主要受搬运介质、搬运方式和沉积环境等因素的控制。

磁学指标以其快速简便、经济易行、连续性好、灵敏度高、样品用量少且无破坏等优势, 已成为湖泊沉积研究的常用手段, 广泛地不同地质岩性、不同气候类型带的湖泊沉积物岩芯中应用。湖相沉积物中磁性矿物绝大部分来自外源磁性矿物, 主要通过大气降尘和径流等进入湖泊沉积物。沉积物中磁化率与环境之间存在较为复杂的正负反馈关系, 沉积物粒度、有机物含量、沉积环境引起的动力变化等均会影响磁化率。

图 1 为网湖沉积物粒度与磁学参数的垂直分布曲线。从图 1 可知, 3 个洪水层段沉积物呈现出平均粒径的相对峰值, 且这些层段粒度组分中大于 16 μm 颗粒的含量与相邻层段相比明显增多, 对应的沉积物分选性变差。这与有关研究结果认为洪水时期湖泊水动力较强且变化较大, 颗粒沉降速度快, 粒度相对较粗, 且分选性较差相一致^[13-14]。从图 1 还可以看出, 网湖沉积物磁化率与频率磁化率的变化趋势基本一致。由于频率磁化率可以指示沉积物中超顺磁性颗粒的相对或绝对含量, 因此磁化率与频率磁化率的明显相关关系可以反映出沉积物中超顺磁性颗粒的含量是网湖沉积物磁

化率的主要贡献者。结合其与沉积物粒度参数的关系, 推测洪水时期网湖沉积物物源发生了一定的变化, 长江洪水携带而至的含磁铁矿物颗粒在湖泊沉积物中含量增多。

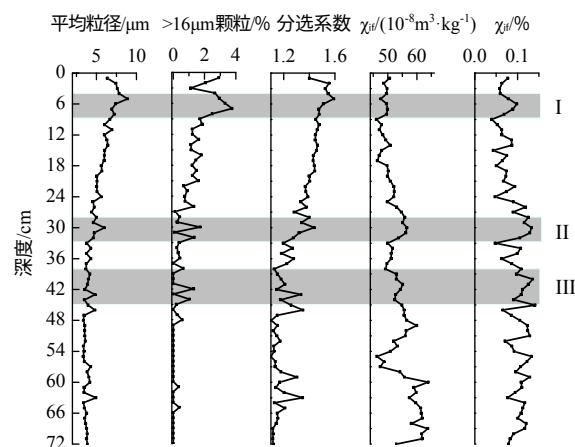


图 1 网湖沉积物中粒度与磁性参数分布

3.2 洪水期沉积物中营养盐及其参数的变化特征

湖泊沉积物中营养盐主要是指 TOC、TN 和 TP 含量。TOC 含量代表沉积过程中没有被矿化分解的那部分有机质中碳的总量, 它通常可以反映沉积物中有机质输入的多少以及沉积环境对有机质的保存能力。沉积物中 TOC 和 TN 可以综合反映湖泊的初级生产力, 指示内源和外源生物量的总和, 通常较高的 TOC 和 TN 反映流域较好的水热配置条件。沉积物中 TOC 与 TN 比值(C/N)的变化可以反映沉积物中有机物的来源, 一般认为水生生物的 C/N 比值在 4~10 之间, 而陆源有机物中 C/N 比值会超过 20。因此, 沉积物中若 C/N 比值较高, 表明沉积物中接受有较高比例的陆源有机物; 反之则表明湖泊在此时期沉积物中接受的内源有机物较多。

图 2 为网湖沉积物中营养盐及其参数的垂直变化曲线。从图 2 可知, 洪水时期沉积物中 TOC 和 TN 含量均有所增加, 尤其是 20 世纪 50 年代和 90 年代的洪水期 TOC 和 TN 含量增加明显。表明洪水时期径流水体除了搬运大量粗颗粒泥沙进入湖泊外, 也带来了大量流域表土中新鲜的有机残屑或未降解完全的腐殖质, 导致洪水时期沉积物中有机质含量较高。30 年代洪水期 TOC、TN 增加不明显, 可能原因是由于建国前, 长江流域人类活动较弱, 流域土壤中有机质和氮含量较低, 使得洪水时

期进入湖泊的 TOC 和 TN 含量较少。

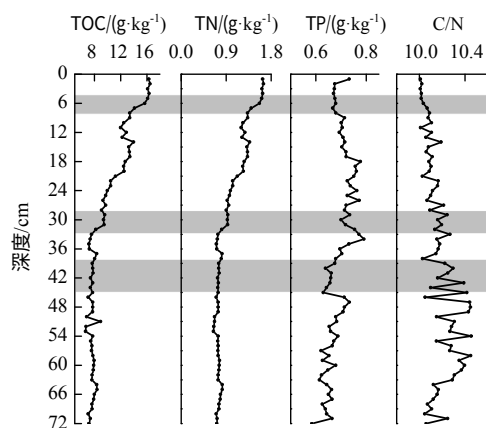


图2 洪水期沉积物中营养盐及其参数的垂直变化

从图2还可以发现,20世纪30年代和50年代洪水期,沉积物中C/N比值呈明显的高值段,表明洪水期间有较多的腐殖质或未降解完全的较新鲜有机碎屑随径流进入湖泊,造成沉积物中陆源有机质增多,使得C/N比值增高。90年代洪水期,C/N比值变化不明显,可能是由于近些年人类活动加剧,加上网湖由通江湖泊变为封闭型湖泊后水体滞留时间延长,导致湖泊营养水平提高,内源有机质增多,洪水携带而至的陆源有机质对其影响有限,故使C/N比值没有明显的变化。

网湖沉积物中TP与TOC和TN含量的变化趋势不同,洪水期呈现相对低值。原因可能有:(1)洪水时期水体对元素具有的稀释作用,使得进入湖中TP浓度减少,造成沉积物中TP含量减少;(2)洪水时期沉积物粒径变大,沉积物颗粒对磷的吸附能力减弱,造成沉积物中TP含量下降;(3)洪水时期,湖泊水位上升,底质中DO降低,DO含量的减少增大了沉积物中磷的释放,可能会造成沉积物中TP含量减少,而湖泊水体中P的浓度有所增大。

3.3 洪水时期沉积物中孢粉组合及其参数的变化

孢粉具有体积小、数量多、易保存等特点,是湖泊沉积物环境记录研究中最常用的指标之一。湖泊沉积物中孢粉主要来源有:(1)部分花粉和孢子散落在土壤表面,随地表径流迁移入湖;(2)部分孢粉随风飘扬,直接沉降到湖泊,保存在沉积物中;(3)昆虫和鸟类把部分花粉搬运至湖泊,并在湖泊中沉积。近些年已有研究成功地将孢粉指标应用于短时间尺度的湖泊沉积环境演化,尤其是利

用沉积物中孢粉组合的变化反映人类活动和自然因素对环境的影响^[6]。

图3为网湖沉积物中孢粉组合及其参数的垂直变化。从图3可知,洪水时期网湖沉积物中孢粉总浓度和种类数都有增多迹象,水生生物莎草科花粉含量也有所增多。在垂直分布中,喜温湿的蕨类植物钱线蕨和鳞盖蕨含量偏高,且二者比值出现低值段;蕨类植物对外界自然条件的反应具有较高的敏感性,不同属类或种类的环境生存条件不同。相比与钱线蕨,鳞盖蕨更需温暖湿润的气候环境,两者比值(A/C)小,说明鳞盖蕨相对增加而钱线蕨相对减少,表明此时环境条件较为湿热。盘星藻是湖泊水深和营养水平的指示器,其含量增加意味着湖泊水位降低至某一深度或湖泊富营养化。从图3可见,洪水时期盘星藻的含量较少,可能是湖泊水深变化不适合盘星藻的生长。

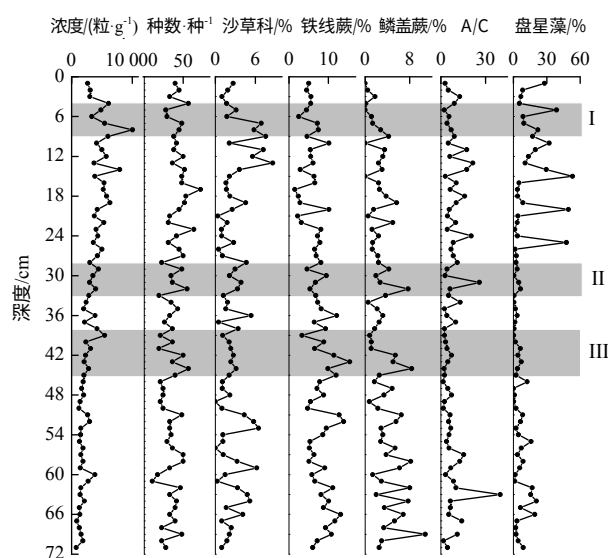


图3 网湖沉积物中花粉组合的垂直变化

4 结语

网湖沉积物多环境指标特征变化表明,湖泊沉积物对洪水事件会有敏感反映。近百年来网湖地区3个洪水高频时期,湖泊沉积特征表现为:平均粒径出现相对峰值、粒度分选性变差;磁化率和频率磁化率呈相对高值;营养盐中TOC和TN总体浓度增大,TP浓度有所下降。孢粉组合中孢粉浓度增大、种类数增多,盘星藻浓度相对较低。表明洪水对湖泊沉积物的物源和湖泊水位变化等有较大

影响, 并由此影响湖泊沉积和自然演化. 当然不同湖泊由于所处地理位置、环境条件、湖区开发强度等因素不同, 洪水事件对其影响也不尽相同.

参考文献:

- [1] 顾延生, 邱海鸥, 谢树成, 等. 梁子湖近代沉积记录对人类活动的响应[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2008, 33(5):679-686.
- [2] 何华春, 许叶华, 杨兢红, 等. 洪泽湖流域沉积物重金属元素的环境记录分析[J]. 第四纪研究, 2007, 27(5): 766-775.
- [3] 贾铁飞. 近千年以来巢湖环境演变研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2008.
- [4] 贾滨洋, 唐亚, 张彦, 等. 四川三岔湖重金属污染与人类活动的关系[J]. 环境科学与技术, 2015, 38(3):168-173.
- [5] XUE B, YAO S C, XIA W L, et al. Some sediment-geochemical evidence for the recent environmental changes of the lakes from the middle and lower Yangtze River basin, China[J]. Quaternary International, 2010, 226:29-37.
- [6] GUO T, YANG Z F, CHEN H. Pollen assemblages and their environmental correlates during the past 200 years inferred from sediments records in a shallow lake[J]. Procedia Environmental Sciences, 2012, 13:363-376.
- [7] 马龙, 吴敬禄, 温军会, 等. 乌梁素海湖泊沉积物粒度特征及其环境指示意义[J]. 沉积学报, 2013, 31(4):646-653.
- [8] 范成新, 王春霞. 长江中下游湖泊环境地球化学与富营养化[M]. 北京: 科学出版社, 2007:56-65.
- [9] ZHANG H L, LI S J, FENG Q L, et al. Environmental change and human activities during the 20th century reconstructed from the sediment of Xingyun Lake, Yunnan Province, China[J]. Quaternary International, 2010, 212:14-20.
- [10] 湖北省年鉴编辑委员会. 湖北年鉴[M](1989~2010 年). 武汉: 湖北人民出版社, 2011.
- [11] 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):289-298.
- [12] 史小丽, 秦伯强. 湖北网湖 ^{137}Cs 、 ^{210}Pb 计年与沉积速率研究[J]. 宁波大学学报(理工版), 2008, 21(3):418-422.
- [13] SCHIEFER E, GILBERT R, HASSAN M A. A lake sediment-based proxy of floods in the Rocky mountain front ranges, Canada[J]. Journal of Paleolimnology, 2011, 45(2):137-149.
- [14] YOUNG S A, SHIGERU M, FUTOSHI N, et al. Historical change in lake sedimentation in Lake Takkobu, Kushiro Mire, northern Japan over the last 300 years[J]. Geomorphology, 2006, 78:321-334.

Impact of Flood Events on Lake Sediments in the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River: A Case Study on Wanghu Lake

SHI Xiao-li

(Editorial Department of Journal, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The indices of the core sediments of Wanghu lake, such as grain-size, magnetic parameters, total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) and pollens are sampled and tested. The features of sediment vertical distribution are compared with that shown in the frequently-occurred flooding periods (1930s, from end 1940s to middle 1950s, and 1990s) at the lake surrounding areas, which are collected from the local historical documents. The results show that the average grain-size of the sediments has been growing larger and the coefficient of sorting is adversely varying; both the magnetic susceptibility and frequency magnetic susceptibility are showing relatively high values; TOC and TN concentrations have increased substantially, and lower value of TP concentrations is observed; the pollen concentration and pollen types have been on the rise. Based on these results, it can be found that the environment indices of Wanghu lake are very sensitive to the catchment-related floods, and more land materials washing into the lakes exert influence on the lake sediment and environmental evolution.

Key words: Wanghu lake; sediments proxy; flood events

(责任编辑 章踐立)