

文章编号: 1000-5862(2017)01-0099-05

# 鄱阳湖区沉积物粒度特征与洪涝灾害关系研究

黄诗明, 毛端谦\*, 贾玉连, 刘春燕

(江西师范大学地理与环境学院 江西 南昌 330022)

**摘要:** 根据在鄱阳湖大汉湖采集的 200 cm 土壤沉积物剖面样品(DCL 剖面), 基于<sup>14</sup>C 测年建立时间标尺和粒度组分等指标, 并结合历史资料, 对鄱阳湖区 300 年来的洪涝灾害进行了分析。结果表明, 鄱阳湖区 300 年来洪涝灾害可分为 3 个阶段: 1680—1749 a.B. P. 鄱阳湖区气候变化不明显, 洪涝灾害少而稳定, 大洪水年较少; 1750—1890 a.B. P. 鄱阳湖区气候变化较明显, 洪涝灾害频繁; 1891 a.B. P. 至今鄱阳湖地区气候变化显著, 洪涝灾害频繁, 并且大洪涝年份多。鄱阳湖区 300 年来的干湿状况可划分为干燥—湿润—干燥。

**关键词:** 沉积物粒度; 历史资料; 洪涝灾害; 鄱阳湖

**中图分类号:** P 584 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.01.19

## 0 引言

鄱阳湖区历来洪涝灾害频发<sup>[1]</sup>, 尤其 1998 年长江流域发生的特大洪水, 给长江中下游地区带来了巨大的损失<sup>[2]</sup>。因此, 掌握鄱阳湖区洪涝灾害规律, 对鄱阳湖区社会经济发展有重要意义。

国内对洪涝灾害的研究多依据水文观测数据, 其时间序列较短, 对探讨流域内的洪水事件及洪水发生的规律较为不利<sup>[3]</sup>。河流沉积物真实地记录了河流的洪水事件, 通过地层学方法, 能够真实地还原出该河流的洪水事件, 为河流的古洪水研究提供了新的途径<sup>[4]</sup>。L. L. Ely 等<sup>[5]</sup>研究了美国犹它州和亚利桑那州河流的古洪水事件并探讨了其古气候意义。

沉积物粒度测定简单、快速、意义明确、对气候变化敏感<sup>[6-9]</sup>。湖泊沉积物粒度组成及特点直接反映了沉积时的降水、水动力搬运强度以及湖面水位高低变化等信息<sup>[10]</sup>, 也反映了湖面的收缩和扩张、湖区气候的干湿变迁等信息。粗粒沉积物指示降雨量较大的湿润年份, 细粒沉积物则指示降雨量相对较少的干旱年份<sup>[11]</sup>。

鄱阳湖是我国第一大淡水湖, 也是长江流域一个重要的过水性、吞吐型湖泊。它接纳赣江、抚河、信

江、饶河和修水 5 大河流来水经调蓄后由湖口汇入长江, 洪水位面积与枯水位面积相差大。鄱阳湖区是人类活动出现较早和强度较大的地区, 其气候变化对人类活动产生重大影响。本文通过采集大汉湖湖泊沉积物样品并进行沉积物粒度分析, 通过 AMS-<sup>14</sup>C 测试建立剖面时间序列并结合历史资料, 对鄱阳湖区洪涝灾害的变化规律进行分析, 以期对鄱阳湖区预防和减轻洪涝灾害提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

鄱阳湖沉积速率测定表明, 湖区南部和西南部沉积速率大<sup>[12]</sup>。大汉湖位于赣江北支入湖河口南侧, 属沉积环境中的分流洼地, 沉积较为延续。而且, 大汉湖的汛期与鄱阳湖融为一体, 枯水期则是相对封闭的水体, 对鄱阳湖的环境变化较为敏感<sup>[13]</sup>。因此, 选取大汉湖地区采集样品具有较好的代表性和可信性。通过大汉湖的气候干湿变化可以推断出鄱阳湖区旱涝灾害的变化规律。

2015 年 1 月, 在鄱阳湖枯水期期间, 笔者在大汉湖采集了 200 cm 的土壤沉积物剖面样品(DCL 剖面), 地点为 116°1.1'E 29°6.2'N(见图 1), 以 2 cm

收稿日期: 2016-10-15

基金项目: 国家自然科学基金(41262007)资助项目。

通信作者: 毛端谦(1963-)男, 江西丰城人, 教授, 主要从事气象学与气候学教学与科研。E-mail: 78748369@qq.com

为间隔现场分样。

DCL 按其剖面岩性剖面的土壤类别与土壤颜色,可将土壤剖面自上而下分成 5 层(见图 2): 0~3 cm, 灰黑色表土; 4~21 cm 棕褐色泥质粉砂; 22~40 cm, 棕褐色泥质粉砂含少量铁锰结核; 41~45 cm 灰黄色粉砂质淤泥含大量铁锰结核; 46~200 cm 青灰色黏土质粉砂。

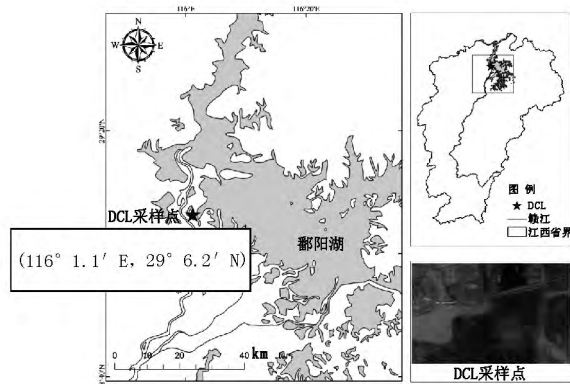


图 1 DCL 采样点位置

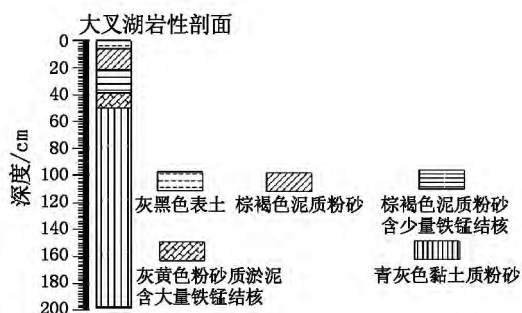


图 2 大汉湖岩性剖面

### 1.2 样品的 $^{14}\text{C}$ 测年前处理方法

从 DCL 剖面选取 2 个样品测试年代,每个样品 200 g 左右。首先剔除肉眼可见的植物根系,然后用过量的质量浓度为 10% 的盐酸充分清洗样品,最后静置 12 h 之后过 180  $\mu\text{m}$  筛,保留上部物质。在体式显微镜下挑选除根系之外的大植物化石。挑选出了足够的植物种子、叶片等植物残体,送至实验室进行 AMS- $^{14}\text{C}$  测年。建立剖面的时间序列。AMS(加速器质谱)技术是一项基于粒子加速器的现代核分析技术,可实现微量样品的 $^{14}\text{C}$ 测年,且测量时间较短、测量效率较高。

### 1.3 粒度实验方法

**Step 1** 首先用天平称量 0.25 g 样品,将样品

放入烧杯中,用烘箱以 60~80  $^{\circ}\text{C}$  烘干。加入 10 mL 的双氧水摇匀静置 24 h 后,80  $^{\circ}\text{C}$  水浴加热至黄色,使其反应至无细小气泡为止;

**Step 2** 加入 10 mL 质量浓度为 10% 的盐酸,静置 12 h 后 80  $^{\circ}\text{C}$  水浴加热至上层液体透明分层明显;

**Step 3** 加入超纯水静置(至少 12 h)至上层清液后,将清液倒掉去除残余物,反复进行 3 次;

**Step 4** 加入 10 mL 摩尔浓度为 0.5% 的分散剂(六偏磷酸钠),超声 5 min 后上机测试。测试仪器为 HORIBA particle sizer LA-950 型激光粒度仪,其测试范围为 0.01~3 000  $\mu\text{m}$ 。对于粒径大于 2 000  $\mu\text{m}$  的部分采取烘干称重。

## 2 结果分析

### 2.1 样品的 $^{14}\text{C}$ 测试结果分析

$^{14}\text{C}$  测试结果表明 DCL 剖面所指示的年代可达至 330 a,也就是公元 1680 年。而从 2 个 AMS- $^{14}\text{C}$  测试结果可知剖面深度 120 cm 处所指示的年代为(1790 $\pm$ 30)年,180 cm 处所指示的年代为(1710 $\pm$ 30)年(见表 1)。

表 1 DCL 剖面 AMS- $^{14}\text{C}$  测试结果

样品编号与深度/cm	AMS- $^{14}\text{C}$ 测试结果	矫正年代/(A. D.)
DCL-01-79-120	210 $\pm$ 30	1790 $\pm$ 30
DCL-01-21-180	300 $\pm$ 30	1710 $\pm$ 30

### 2.2 粒度数据结果分析

粒度数据分析结果表明:大汉湖沉积物颗粒分布在 0~200  $\mu\text{m}$  之间,其中黏土占 21.62%,粉砂(4~63  $\mu\text{m}$ )占 76.65%,细粉砂(63~250  $\mu\text{m}$ )占 54.18%,粗粉砂(>250  $\mu\text{m}$ )占 22.46%。这说明整个剖面中以黏土与粉砂为主,粒度平均粒径为 2.13~118.98  $\mu\text{m}$ ,偏度为 -2.77~1.70,峰度在 -1.5~29.7 之间。粒度统计分析结果的部分参数指标如表 2 所示。

图 3 为大汉湖 DCL 剖面粒度指标曲线。从图 3 可知,砂、粒径平均值和黏土的总体变化趋势是相同的,即曲线趋势(从上到下)都是由高到低,波动起伏逐渐减小,这说明气候变化逐渐趋于平衡。粉砂与粒径平均值、黏土和砂 3 者的变化相反。

表 2 鄱阳湖剖面粒度参数指标

指标	平均粒径/ $\mu\text{m}$	中值粒径/ $\mu\text{m}$	砂	粉砂	黏土	(粗粉砂 + 砂)/(黏土 + 细粉砂)
最大值	118.98	17.02	19.62	95.12	96.70	0.35
最小值	2.13	0.16	0.42	1.83	3.55	0.07
平均值	17.65	11.05	1.73	76.66	21.62	0.42
中值	16.62	11.59	1.28	81.39	16.67	0.32

从砂数据图来看,整个数据有 30 个较明显波峰,其中大型波峰 11 个;0 ~ 60 cm 处波峰较少而稀疏,但起伏波动幅度大,大型洪水 4 次,气候环境变化比较显著;61 ~ 150 cm 处波峰多而密集,起伏较大,大型洪水 5 次,气候环境变化较平衡,但是洪水次数多;151 ~ 200 cm 处波峰少且起伏波动总体最小,有 2 次大型洪水,气候变化平衡性最好.总体来说,砂的波动起伏变化较大,含量呈逐渐减少趋势,气候变化较显著.

从黏土数据图可以看出 30 个较明显波峰;0 ~ 60 cm 处波峰较少,但是起伏波动最大,气候变化最大,且气候最湿润;61 ~ 150 cm 处波峰多,起伏波动较大,气候变化较大,气候较湿润;151 ~ 200 cm 处波峰少且起伏小,气候稳定而干燥.总体趋势是黏土含量逐渐降低.

从粉砂数据图也可以看出 30 个较明显的波峰;0 ~ 60 cm 处波峰较少而稀疏,但是波动起伏大;61 ~ 150 cm 处波峰多而密集起伏较大;151 ~ 200 cm 处波峰最少且起伏小,粉砂总体呈上升趋势.

从粒径平均值数据图可以得出 0 ~ 60 cm 处波动起伏大,粒度粒径差异大;61 ~ 150 cm 处粒度起伏较大,粒径变化较小,但是波动变化频繁;151 ~ 200 cm 处粒度起伏较大,粒径变化较小.总体来说,粒径平均值呈下降趋势.

图 3 比较形象地表明了 DCL 剖面的垂直水平方向上砂、粉砂、黏土和粒径平均的组成部分的变化. $^{14}\text{C}$  测试结果表明深度 120 cm 处对应为 1790 年,深度 180 cm 处为 1710 年.由此可以初步推断从明清时期至今的气候变化总趋势以及洪涝灾害的变化规律如下:

- 1) 粒径平均值曲线图和砂曲线图的趋势是相同的,即先下降,再上升,再下降,再上升,其中 60 cm 和 150 cm 为 2 个低谷;
- 2) 粉砂曲线中 60 cm 和 150 cm 也是 2 个具有代表性的波谷;
- 3) 黏土曲线总体趋势是下降,其中黏土有 2 个

最具代表性的波峰点为 60 cm 和 150 cm.

根据以上分析结果可将整个过程分成 3 个阶段,即第 1 阶段为 151 ~ 200 cm,此阶段气候变化不明显,洪涝灾害较少;第 2 阶段为 61 ~ 150 cm,此阶段气候变化较明显,洪涝灾害最多;第 3 阶段为 0 ~ 61 cm,这个阶段气候变化显著,洪涝灾害较多.总的来说,从 1680 aB. P. 至今鄱阳湖地区气候变化越来越趋于复杂,洪涝灾害强度变化明显.

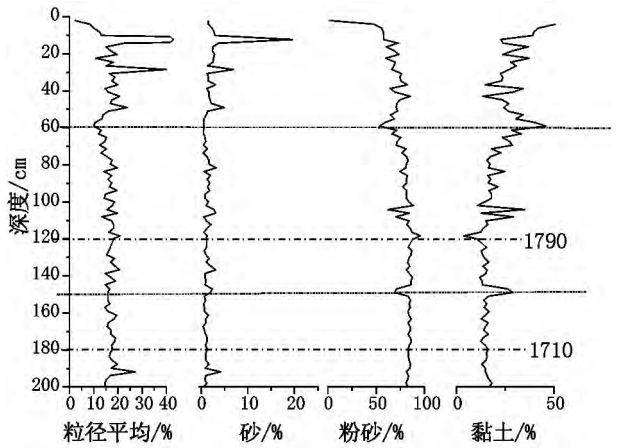


图 3 大汉湖 DCL 剖面粒度指标曲线

2.3 粒度指标结果与洪涝灾害历史记录综合分析

鄱阳湖区洪涝灾害历史记录主要从《鄱阳湖区自然和社会经济历史资料选》和《中国近五百年旱涝分布图集》中收集数据<sup>[1][4]</sup>.现代观测资料包括现代气象观测数据和水文观测资料.根据张德二对旱涝等级划分标准将旱涝灾害分为 5 级(见表 3).根据历史记录分析得出 1683 年、1726 年、1742 年、1769 年、1788 年、1849 年、1870 年、1931 年、1945 年、1970 年、1998 年等为鄱阳湖区 300 年来的大洪水年(见图 4).

粒度的粒径平均值可以指示洪水<sup>[15]</sup>.粒度成分分析是沉积学研究的最基本手段,也是识别和判定古洪水沉积物的最主要指标之一<sup>[16]</sup>.粒度指标也表明 1683 年、1726 年、1742 年、1769 年、1788 年、1849 年、1870 年、1931 年、1945 年、1970 年、1998 年等是鄱阳湖区 300 年来的 11 次大洪水年(见图 4).粒度

指标对洪水的阶段判别与历史资料吻合.

表3 旱涝等级划分表

等级	旱涝灾害情况
1 级	持续时间长而强度大的降水、大范围降水、特大且成灾的台风暴雨等
2 级	单季、单月过量的持续降水、局地大水、成灾轻微的台风大雨
3 级	丰收年、有或无水旱记载
4 级	单季、单月成灾较轻的旱、局地旱
5 级	持续数月干旱或跨季度干旱,大范围严重干旱

综合粒度指标与洪涝灾害历史记录,可以看出:

1) 鄱阳湖区 300 多年来的洪水可以分成 3 个阶段:第 1 阶段 1680—1749 aB. P.;第 2 阶段 1750—1890 aB. P.;第 3 阶段 1891 aB. P. 至今(见图 4);

2) 鄱阳湖区洪涝灾害 300 年的总趋势是先少后多,这说明 300 年来鄱阳湖区总体上存在干燥—湿润—干燥的变化趋势;

3) 300 年来鄱阳湖区的气候变化是复杂多变的. 1680—1749 年洪涝灾害较少且大洪水年份最少,气候变化和缓;1750—1890 年鄱阳湖洪涝灾害最密集频繁,气候变化明显,但是大洪水年分布稀疏;1891 年后鄱阳湖区的洪涝灾害密集而频繁,气候变化显著,大洪水年较多.

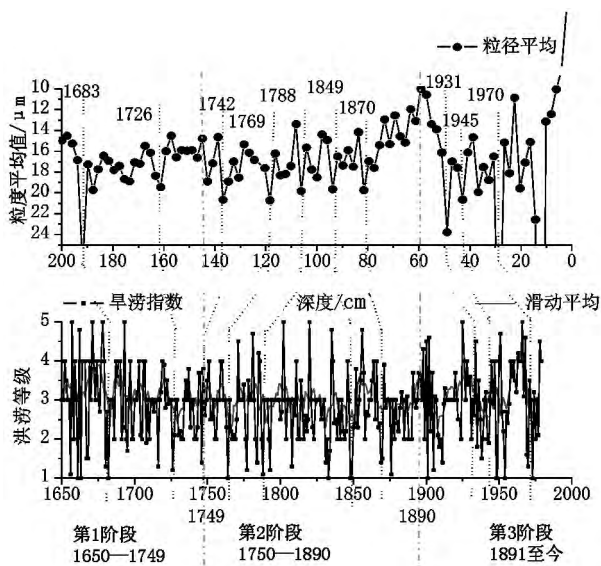


图4 鄱阳湖区 300 年洪水事件阶段的划分

### 3 结论

粒度指标对大洪水年的判别与历史资料吻合.

1683 年、1726 年、1742 年、1769 年、1788 年、1849 年、1870 年 1931 年、1945 年、1970 年、1998 年等是大洪水年.

综合粒度指标与洪涝灾害历史记录,可以得到 3 个结论:

1) 鄱阳湖区 300 年来的洪水可以分成 3 个阶段:第 1 阶段 1680—1749 aB. P.;第 2 阶段 1750—1890 aB. P.;第 3 阶段 1891 aB. P. 至今;

2) 300 年来鄱阳湖区总体上存在干燥—湿润—干燥的变化趋势;

3) 1680—1749 年洪涝灾害较少且大洪水年份最少,气候变化和缓;1750—1890 年鄱阳湖洪涝灾害最密集频繁,气候变化明显,但是大洪水年分布稀疏;1891 年后鄱阳湖区的洪涝灾害密集而频繁,气候变化显著,大洪水年多.

### 4 参考文献

- [1] 毛端谦. 鄱阳湖区水旱灾害灾情分析 [J]. 江西师范大学学报:自然科学版, 1992, 16(3): 234-240.
- [2] 龚胜生. 长江中游洪灾的历史地理考察 [J]. 华中师范大学学报:自然科学版, 2000, 34(4): 485-488.
- [3] 黄荣辉, 周连童. 我国重大气候灾害特征、形成机制和预测研究 [J]. 自然灾害学报, 2002, 11(1): 1-9.
- [3] 谢悦波, 姜洪涛. 古洪水研究: 挖掘河流大洪水的编年史 [J]. 南京大学学报:自然科学版, 2001, 37(3): 390-304.
- [4] 杨达源, 谢悦波. 古洪水平流沉积 [J]. 沉积学报, 1997, 15(3): 29-32.
- [5] Ely L L, Enzel Y, Baker V R, et al. A 5000 year record of extreme floods and climate change in the Southwestern United States [J]. Science, 1993, 262(5132): 410-412.
- [6] 殷志强, 秦小光, 吴金水. 湖泊沉积物粒度多组分特征及其成因机制研究 [J]. 第四纪研究, 2008, 28(3): 345-353.
- [7] 鹿化煜, 安芷生. 黄土高原黄土粒度组成的古气候意义 [J]. 中国科学: D 辑, 1998, 28(3): 278-283.
- [8] 孙千里, 肖举乐. 岱海沉积记录的季风干旱过渡区全新世适宜期特征 [J]. 第四纪研究, 2006, 26(5): 781-790.
- [9] 隆浩, 王乃昂, 李育, 等. 猪野泽记录的季风边缘区全新世中期气候环境演化历史 [J]. 第四纪研究, 2007, 27(3): 371-381.
- [10] 王苏民, 余源盛, 吴瑞金, 等. 岱海湖泊环境与气候变化

- [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1990: 12-18.
- [11] 陈敬安, 万国江, 张峰, 等. 不同时间尺度下的湖泊沉积物环境记录: 以沉积物粒度为例 [J]. 中国科学: D 辑, 2003, 33(6): 563-568.
- [12] 朱海虹, 张本, 郑长苏等. 鄱阳湖: 水文、生物、沉积、湿地、开发整治 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1997.
- [13] 吴艳宏, 项亮, 王苏民, 等. 鄱阳湖 2000 年来的环境演化 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(1): 85-92.
- [14] 《鄱阳湖研究》编委会. 鄱阳湖区自然和社会经济历史资料选 [M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 1985.
- [15] 李晓刚, 黄春长, 庞奖励. 丹江上游全新世早期古洪水滞流沉积物粒度特征研究 [J]. 干旱地理, 2014(4): 646-655.
- [16] 赵澄林. 沉积岩石学 [J]. 北京: 石油工业出版社, 2001.

## The Study on the Relationship of Grain-Size Characteristics and Flood Disaster in Poyang Lake Region

HUANG Shiming, MAO Duanqian\*, JIA Yulian, LIU Chunyan

(College of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China)

**Abstract:** The sediment granularity of Lake Dacha through collecting samples from Lake Dacha is analysed, and the document of flood disaster taking place in recent 300 years in Poyang Lake region is gathered, in which about 11 flood events including one happened in 1683 are found, through testing time sequence of section establishment by AMS-<sup>14</sup>C test. According to the result of granularity test, flood disasters happening in recent 300 years are analyzed combined with analysis result of historic data. The result shows that the flood disasters in Poyang Lake are divided into three stages. The first stage starts from 1680 to 1749. In this stage, there were not too many climate changes in Poyang Lake region, the flood disaster was few and stable. The second stage is from 1750 to 1890. In this stage, climate changed a lot in Poyang region. There were flood disasters happening frequently. However, compared to the first stage, situation was not that bad. The third stage is from 1891 to now. In this stage, climate in Poyang Lake region has had the biggest change. Flood disasters happened quite frequently. Based on analysis of granularity average and index of drought and flood, dry-wet condition in Poyang Lake over recent 300 years can be divided into three processes from dry to wet then to dry.

**Key words:** grain-size of lake sediment; historic data; flood disaster; Poyang Lake

(责任编辑: 曾剑锋)