第 11 卷 第 4 期
1999 年 12 月

湖 泊 科 学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES

Vol. 11, No. 4
Dec., 1999

鄱阳湖历史时期水面扩张和人类活动的环境指标判识*

项 亮

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提 要 湖周人类活动, 尤其是土地利用方式的变化, 是导致湖泊沉积环境指标变化的重要因素之一. 本文通过 1997－1998 年间对鄱阳湖西部湖湾洼地——大汉湖沉积记录中同位素年代、粒度、磁化率和有机碳等环境指标的分析, 并对比历史文献记录, 探讨了该地环境变化与人类活动的相互关系及环境指标的响应. 研究表明, 水量增减不仅导致湖泊扩展与收缩, 同时也是引起人类活动方式变化的重要因素, 而多指标分析是判识自然环境变化与人类活动对环境指标影响的基本途径. 在一定情况下, 沉积环境指标对人类活动的响应较环境变化更敏感.

关键词 环境变化 人类活动 环境指标 鄱阳湖

分类号 P343.3

鄱阳湖位于长江中游, 是我国第一大淡水湖. 在过去两千多年来, 一直是重要的人类经济活动区. 由于环境变化引起长江水系变动的影响, 鄱阳湖形态及沉积特征一直在不断的变动之中, 并影响着本地区人类活动、生产方式的相应改变[1－3]. 为重建鄱阳湖地区环境演化及人与自然的相互作用历史, 1997 年对鄱阳湖地区进行了野外考察和样品采集工作. 本文通过对获取样品的年代、粒度、磁学参数和有机碳含量等多项环境指标的分析, 结合历史资料对比, 探讨了历史时期鄱阳湖地区环境演化和人类活动的关系及环境指标的响应.

1 研究区域环境概况

研究区域位于鄱阳湖西部的大汉湖(图 1, 116°04′E, 29°05′N), 属国家级候鸟自然保护区的一部分. 该区域丰水期与大湖面连成一片, 枯水期则为出露滩地环绕, 成为积水洼地. 水深季节变化很大, 变幅可达 10m 左右. 湖流水动力较弱, 沉积物以湖相沉积的粉质粘土为主, 厚度较大且连续. 由于受周围地质地貌、复杂的江湖水沙关系变化和强烈人类活动的影响, 在沉积特征上明显异于其它地貌单元, 构成了大型吞吐湖泊中一种特殊类型的沉积环境.

研究所用样品为 1997 年 3 月用重力采样器获取的一组深为 150cm 的岩芯(DCH 剖面, 图 1). 样品在野外以 2cm 间隔取样.

2 研究方法

2.1 年代序列

本研究中对 DCH 孔柱的年代分析采用以下两种方法: (1)表层沉积用人工核素 ^{137}Cs 示踪

* 中国科学院专项基金支持项目.
收稿日期: 1999－04－20; 收到修改稿日期: 1999－08－04. 项亮, 男, 1960 年生, 副研究员.

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

分析;(2)底部用液闪法^{14}C测年.测试对象为50－60cm和110－130cm深度间隔样品中有机组分碳元素.分析仪器分别为HP Ge γ谱仪和Quantulus 1220低本底液闪仪.

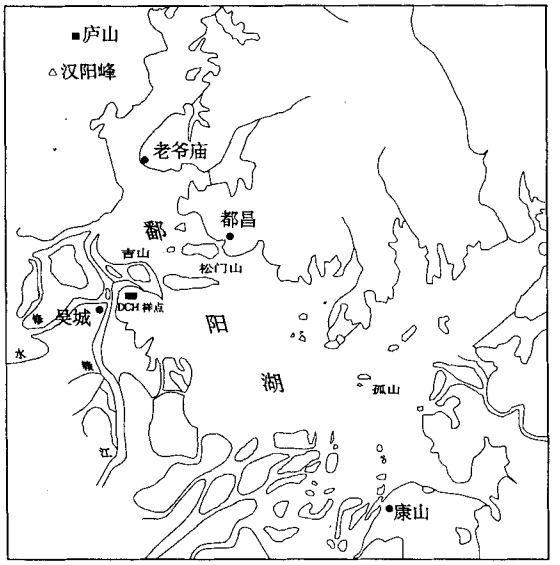


图1 研究和采样区域位置

Fig. 1 Location of the study area and the core site

^{137}Cs测年结果显示表层沉积速率约0.18cm·a^{-1},而对约55cm和120cm深度样品^{14}C测定的结果分别是950±70aBP和1800±120aBP,经年轮校正为AD 1040年和AD 230年[4].其它层次年代数据以此为根据估计其形成年代.为与历史资料对比,所有年代数据均采用公元计年.

2.2 粒度分析

对DCH剖面进行了连续粒度分析.其中,粗于4φ粒级用筛分法测定,细于4φ粒级用SKC2000R光透仪分析.结果显示,整个剖面粒径较细,主要由4－8φ粉砂(*SL*)和小于8φ的粘粒(*CL*)组成,在部分层段有少量大于4φ的细砂(*S*).主要为悬浮组分,反映水动力较弱的沉积环境.其它选用的参数为反映粒度分布重心的平均粒径(M_z).分散与集中程度的标准差(δ)、粗细分布对称性的偏度(*SK*)及表示粒度分散与集中情况的峰态(*K*).所有参数均为矩法参数.

2.3 磁学参数分析

用MS2型磁化率仪和MS2B双频探头测定了DCH剖面的低频磁化率和频率磁化率.在剖面上低频磁化率(χ)的波动范围为(10－24)×10^{-8}m^3·kg^{-1},可以看出几次明显的高低变化.频率磁化率(χ_{fd})平均值是0.3%－15%,除个别层位外,波动趋势与低频磁化率相似.

2.4 有机碳含量

用硫酸亚铁滴定法测定了样品中的有机碳含量.从整个柱样变化趋势看,底部较低,仅0.5%左右.到120cm以上明显增高,大部分层位为0.7%－0.8%左右.表层迅速增加.

3 分析结果和环境重建

大汉湖DCH孔柱分析指标数据结果随深度的分布见图2.根据显示的环境指标变化特征将研究剖面分为6段.

第Ⅰ段(150－126cm,约145 BC－AD 155年):该段底部向上*CL*含量增加,使M_z、*SK*值减少,粒度向细颗粒集中.而δ值增加、*K*值减少,反映水动力条件减弱,分选变差.底部概率累计图变化较大,反映出水动力条件的不稳定(图3a).142cm以上层位的累计曲线均是两段式,跳跃总体与悬浮总体的交截点(*S*截点)一般位于5.0φ左右(图3a),悬移总体的斜率和粒度分布基本一致,而跳跃总体的含量和斜率则表现为波动性变化.反映为湖湾洼地类型的沉积环境.从分析结果看,在这一期间,该地水域由较易受河流泛滥影响的较小洼地逐渐扩展成湖相沉积为主的较大水面.低频磁化率和频率磁化率均较小,且没有明显变化.沉积物源较稳

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

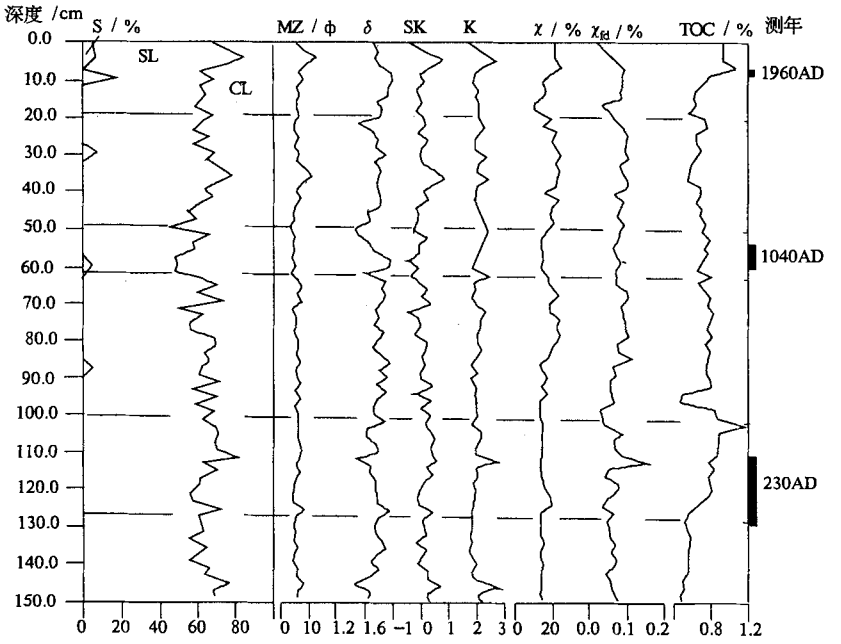


图 2　环境指标随深度的分布

Fig. 2　Depth profiles for Proxy indicators in Core DCH

定,物源组成中,受风化较强影响的表土成分在沉积物中含量变化不大.反映人类活动强度较弱.

第Ⅱ段(126－100cm, A.D 155－A.D 480 年):在 124－126cm 层位 *SL* 含量有一峰值,相应除 *K* 值外, *Mz*、*δ* 和 *SK* 值都为峰值,表明分选性较差.跳跃组分明显增多,粒度集中在粗颗粒.显示出类似洪水沉积的特点.而磁化率也出现峰值,标志物源组份的明显不同.随后 *Mz*、*SK* 和 *K* 值都较低并由底向上逐渐增加,而 *δ* 值则减小,并分别在 110－112cm 层位达峰值.概率累计图则有类似漫滩和经波浪改造的特点(图 3b).表明水动力先逐步增强,随后减弱.大部分层位低频磁化率较低,与 126cm 以下段相似,沉积物源基本一致.但频率磁化率确有明显的波动并出现峰值,有研究显示频率磁化率对指示环境变化有独特意义,常常反映为由温湿气候风化形成的超细粒铁磁性矿物的存在.在某些情况下代表风化较强的耕种土壤的特点[5].同时,该段有机碳含量明显较高,表明湖泊初始生产力及富营养化程度均有较大提高.显示出湖区人类活动开始增强.

第Ⅲ段(100－62cm, AD 480－AD 955 年):本段在 70cm 以下, *Mz* 和 *SK* 由底向上逐渐减小,显示沉积物逐渐向细粒集中.而在 100－84cm 范围内, *δ* 值较高, *K* 值较低.84－70cm 段则相反.表明形成的水域逐步扩大,水动力在 84cm 以上略有增强.在 70－62cm 段, *Mz*、*δ* 和 *SK* 值都较大,而 *K* 值较小,为水动力较强的浑流沉积.有的表现为波浪改造型的浅水沉积环境(图 3c).磁化率在 100－98cm 层位有一低谷,84cm 以上明显增高.这一段沉积物源组分中表土含量变化明显.有机碳含量逐步变低.有较粗颗粒的细砂出现,说明该段水动力较强,水下三角洲向前推进.显示可能与山地开垦有关的芯土流失量增加有关.

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

第Ⅳ段(62－48cm, AD 955－AD 1180 年)：尽管有较粗的细砂组分，但 *CL* 组分明显较高，因而 *Mz* 值较小．同时，δ 值由底向上逐渐减小，*SK* 和 *K* 值增高，沉积物分选性增强．并在 48－50cm 层位达峰值．累计曲线显示为类似残留湖湾的沉积(图 3d)．磁化率相对较低，物源可能来自洼地内湖浪掀抛底泥的二次沉积或降水在湖岸边滩形成的侵蚀沟．沉积环境是相对较封闭的三角洲前缘洼地．表明当时水下三角洲已推进到大汉湖地区．但气候较干，水面较小．

第Ⅴ段(48－18cm, AD 1180－AD 1790 年)：该段的特点是粒度开始变粗，除个别层位，相对前段，δ 值变大，*K* 值变小，沉积物分选性变差，说明水动力较强．概率累计曲线显示既有湖相又有漫滩沉积特点(图 3e)．而磁化率在大部分层位也处于相对较高值．物源组份中表土含量有变化．表明一方面水面扩大，开放．另一方面三角洲向前推进．但在该段顶部，水动力又开始减弱．磁化率值也达到剖面最低点．表明这一时期沉积环境变化频繁，人类活动尤其对土地利用方式也在频繁的变化中．

第Ⅵ段(18－0cm, AD 1790－AD 1997 年)：该面以 10cm 为界，其下由底向上 *Mz*、δ 值迅速上升，表明水动力加强．10cm 以上细砂含量显著增加，磁化率、有机质和粒度都在不同层位达到整个剖面的最大值．反映出这一期间人类活动能力的显著增强，导致环境指标的剧烈变化．对这一时期该地环境变化及与人类活动的关系，将另文做详细研究．

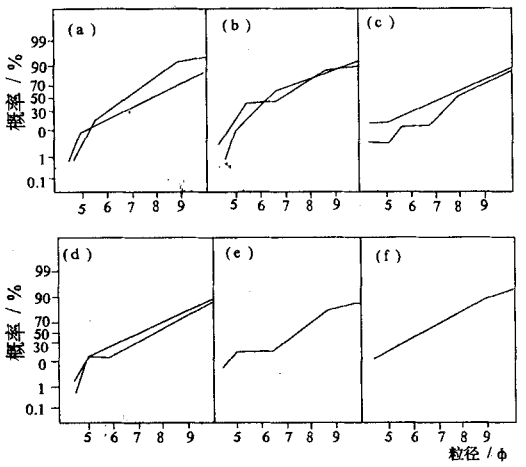


图 3 各阶段沉积物粒度概率曲线分布特征

Fig. 3 The cumulative probabilities of grain-size distributioni for different stages in Core DCH

以上分析显示，在 AD 230 年(120cm)以前，DCH 采样点所处区域沉积环境为古湖汉平原上的河间洼地．随着鄱阳湖水域增大，水体与沉积物源均与鄱阳湖及相关水系相通，成为分流间湖湾．这一时期一方面江河水系变动频繁，另一方面湖区人类活动开始增加．表现在沉积物频率磁化率和有机碳含量的提高．至约 AD 480 年(100cm)，该地完全为湖水淹没，逐渐形成开阔湖面．人类活动转向坡地开垦．同时，山地开垦导致的水土流失加剧使入湖三角洲迅速向湖区延伸．约 AD 955 年(62cm)，三角洲的发育和湖面的退缩使大片洲滩显露．大汉湖地区在一个相对短暂的时期里成为三角洲前缘的几乎封闭的分流间洼地．到约 AD 1545 年(30cm)鄱阳湖再次扩张，使大汉湖再次并入鄱阳湖主体．而近 200 年，尤其是本世纪 50 年代以来，人类加大了在湖区的围湖造田和对坡地的开垦，开始了有史以来最大规模的对湖泊自然环境演化过程的人为干涉，使粒度、磁化率和有机碳等环境指标均迅速改变，其响应强度超过了整个剖面中任何时段．

4 历史资料对比

据历史记录，汉代(206 BC－AD 220 年)，鄱阳湖仅限于罂子口以北狭长水域，而松门山以南的开阔地区乃是河网交织的湖汉平原．与此相应的是 DCH 剖面中 150－126cm 沉积物形成

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

时代(约 145 BC－AD 155 年),从分析看与大汉湖当时所处环境为古湖汉平原上河间洼地或"雁泊小湖"是一致的,而且受人类活动影响较小.

六朝(AD 221－589 年)时期是我国长江中下游水系变化频繁的时期.随着长江主泓道摆动南移,湖水向南扩展,鄱阳湖逐渐形成.至南朝刘宋永初二年(AD 421 年),湖水已越过松门山,导致今天鄱阳湖大水面的出现.DCH 剖面沉积物环境指标分析表明:鄱阳湖大水面扩张到今大汉湖附近应在 AD 155－480 年前后,也就是 DCH 剖面 126－100cm 沉积物形成时期,其时代相当于汉末至唐初.期间,气候温暖湿润,人类在湖滩的垦殖活动较为发达.沉积记录中表现为频率磁化率和有机碳含量均较高.

唐初(约 AD 618 年)鄱阳湖的扩展达到顶点.由于长江主泓道的变动,减轻了对鄱阳湖出水的顶托,使各入湖三角洲迅速向湖区伸展.在 DCH 剖面 100－62cm(AD 480－955 年)阶段,沉积特征也表现为较强的水动力条件.其中,在 DCH 剖面 84－62cm(AD 680－995 年)阶段,随着河流入湖三角洲的推进,出现来自河流的较粗沉积物.而从 84cm(AD 680 年)开始,因开垦导致表土流失使沉积物中磁性矿物含量增高.至宋代(AD 960 年),三角洲的发育和大片洲滩显露,为人类围垦滩地创造了条件[6].在 DCH 剖面 62－45cm(约 AD 955－1240 年)阶段,随着大片洲滩的显露大汉湖曾变为三角洲前缘河间洼地的"雁泊小湖",从岩性特征看,采样点沉积环境有所改变,与 150－120cm 段极为相似的是,沉积物的中值粒径更细,磁化率较低.表明水动力减弱,水面缩小.沉积物以对岸滩的波浪侵蚀产物为主.

在 DCH 剖面 30cm(AD 1545 年)前后,细砂含量显著增加,说明沉积环境再次发生改变.这一时期的沉积物中磁化率总体升高,沉积物源组份再次变得丰富.沉积环境既有漫滩相的特点又间杂有湖相沉积的特征.对比历史资料,明末清初(约 AD 1644 年)鄱阳湖出口附近洲滩迅速加积并露出水面,致使长江湖口水位顶托增大,造成水面再次扩张.从环境指标分析看,这一阶段大汉湖与鄱阳湖主体再次连成一体.而鄱阳湖在扩张的同时,入湖河流三角洲也得到迅速生长.

在 10cm(AD 1950 年)前后,沉积物中细砂含量和粒径迅速增加.从历史资料看,本世纪初,洪水出现次数明显减少[7].随水量的减少,赣江和修水河口三角洲再次前侵,形成大面积滩地,导致本世纪又一次大的围垦期的发生,其中在 50－60 年代达到高潮[8].从 DCH 剖面 10－0cm(AD 1950－AD 1997 年)看,沉积物粗颗粒组分明显逐渐增加.磁化率和有机碳含量也急速上升并在 6cm 处(约 AD 1965 年)达到峰值.表明因人类活动导致的沉积物源组份的迅速变化和环境指标的迅速改变.

5　结论

综上所述,环境变化与人类活动对沉积记录的影响往往交织在一起.因此,在对人类活动受环境变化的影响及对环境的反馈作用的研究中,多指标分析提供了有效的判识途径.但研究的关键在于对各指标特征及反映的环境机理的充分认识.而不同环境指标反映出明显不同的指示意义.本研究通过粒度参数的分析,重建了研究区域水动力状况变化历史及鄱阳湖扩张与收缩的演变过程.而磁化率特征的变化首先反映在沉积物物源土壤的风化特征上,这一特征对人类活动,尤其是土地利用状况的转换有明显的指示意义.通过多指标综合分析,并结合与历史资料的对比可以看出,历史时期以来鄱阳湖地区环境变化过程主要受到以下几个环境因素

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

制约:一是鄱阳湖水量的增减导致的湖泊的扩展和收缩,二是入湖河流河口三角洲的迁移及两者的相互作用.而以上环境变化又直接影响着人类生产或土地利用方式的转变,而这种转变常常反馈于环境变化.如水面扩张导致对山坡地开垦强度增加,水土流失加剧,三角洲滩发育.而洲滩的扩展又为围垦创造了条件,过度围垦又是导致洪水频繁泛滥的因素之一.因此,如何协调自然环境演化过程与人类活动,尤其是土地利用方式的变化,将是保证该地区社会和经济可持续发展的重要因素.

致谢 本工作在王苏民教授指导下完成.吴艳宏、蒋雪中、何海军等参加了野外工作,鄱阳湖候鸟自然保护区管理处给予了大力帮助.在此一并致谢.

参 考 文 献

1 《鄱阳湖研究》编委会.鄱阳湖研究.上海:上海科学技术出版社,1988
2 朱海虹,张 本等.鄱阳湖——水文、生物、沉积、湿地、开发整治.合肥:中国科学技术大学出版社,1997
3 苏守德.鄱阳湖成因与演变的历史论证.湖泊科学,1992, 4(1):40-46
4 Stuiver M. A high-precision calibration of the AD radiocarbon time scale. *Radiocarbon*, 1982,(24):1-26
5 Dearing J A. Sediment yields and sources in a Welsh lake catchment during the past 800 years. *Earth Surf Proc*, 1992, (17): 1-22
6 窦鸿身,闵 骞,史复祥.围垦对鄱阳湖洪水位的影响及防治对策.湖泊科学,1999, 11(1):20-27
7 闵 骞,汪泽培.鄱阳湖近600年洪水规律的分析.湖泊科学,1994, 6(4):376-382
8 项 亮.鄱阳湖洪水、沉积量和人类活动关系探讨.见:许厚泽,赵其国编. 长江流域洪涝灾害与科技对策.北京:科学出版社,1999. 284-288

Distinguishing the Change of Lake Level and Human Activities during Historical Period in Poyang Lake by Environmental Proxies

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

Abstract

Human activity is one of most important factors that affect the change of environmental proxies in lake sediment records during the historical period. In this paper, based on the analysis of multiple proxies (graim size, organic carbon, magnetic measurements and radiometric methods) and historical document records, the history of water-level fluctuations and the changes of human activities were reconstructed in Dachahu Lake area, the west part of Poyang Lake, the largest freshwater lake in China during the past 2 ka and probed into the linkage between human activities and environment changes.

The studies show that there are striking responses in magnetic records to human activities and grain-size records to water level fluctuation documented by historical record. The following processes that the lake have undergone may reveal the corresponding changes of human activities

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

or land use from lakeshore to hillside area in historical times.

(1) Before AD 155, the environment of this area was fluvial depression or small shallow pond and sightly influenced by human activities.

(2) In AD 155 – 480, the water level of Poyang Lake expanded southwards and the large water surface formed gradually, which provided good condition for the development of agriculture in the area and the impact of human activities was greatly enhanced.

(3) After AD 480, the extension of Poyang Lake was at its climax, which forced human being withdraw from lakeshore area and turned to exploit hilly land. The alternation also caused the increase of soil erosion processes and the development of exploit delta in Poyang Lake quickly.

(4) From AD 955 to 1180, there was a short dry period and water level began to descend, resulting in huge wetland formed and the increase of human activity in lakeshore area.

(5) About AD 1545, the water level of Poyang Lake rised again because the outlet of the lake to the Changjiang River was obstructed gradually by he development of shoals.

(6) During last 200 years, especially since the 1950s the greatest changes in evnironment proxies occurred due to the drastic increase of human activities, such as reclamation and deforestation on a large scale.

The result is helpful for interpretation of the process of controlling the change of human acativities in great shallow lake area.

Key Words Environment change, human activity, environmental proxy, Poyang Lake

《湖泊科学》加入万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群的声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,我刊现已入网"万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群". 所以,向本刊投稿并录用的稿件文章,将一律由编辑部统一纳入万方数据资源系统(ChinaInfo),进入因特网提供信息服务. 凡有不同意者,请在投稿时注明. 本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬,不再另付.

万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群是国家"九五"重点科技攻关项目,截止 1999 年 7 月已有 600 种期刊全文上网(网址:http://www.chinainfo.gov.cn/periodical),将在年内增至 1000 余种科技期刊. 本刊全文内容按照统一格式制作编入万方数据资源系统(ChinaInfo),读者可上因特网进入万方数据资源系统(ChinaInfo),免费(一年后开始酌情收费)查询浏览本刊内容,也欢迎各界朋友通过万方数据资源系统(ChinaInfo)向我刊提出宝贵意见、建议,或征订本刊.

《湖泊科学》编辑部

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.