

√2-57

淮河中游本世纪气候与环境波动的 湖泊记录证据

P467
X141

王云飞¹ 夏威岚¹ 潘红玺¹ 杨世蓉² 胡守云¹

(中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放实验室, 南京 210008;

2: 中国科学院南京地质与古生物研究所, 南京 210008)

提 要 为研究本世纪淮河中游气候与环境波动的湖泊沉积响应, 1991 秋季在女山湖湖心提取了 4.8m 沉积物, 对顶部 20cm 沉积物运用 ²¹⁰Pb、¹³⁷Cs 的年代定位, 获得 1904—1991 年湖泊沉积物的年序。以此通过高分辨沉积记录的代用标志提取, 重建了本世纪女山湖气候与环境的变化过程。结果表明, 本世纪最初 20—30 年女山湖地区温度偏低、湿度偏大; 40、50 年代为本世纪温度最高的时段, 50 至 60 年代中期为延续最长的偏湿时段, 温度在 60 年代一度降低, 70 年代中期后回升并以正偏为主, 其干湿在 60 年代中期后变化频繁, 但 80 年代中期以后又趋暖湿。

关键词 沉积记录 气候与环境波动 1904—1991 年 女山湖
分类号 P343.3 P467

近代气候

根据器测资料和文字记录仍然是近代气候与环境重建的基本方法。但我国大多数地区 50 年代以后才有系统的观察数据; 中西部许多地区因台站分布不均缺少资料的情况也很普遍, 往往难以获得满意结果。利用湖泊的地域分布广和沉积物保存信息量丰富的特点进行高分辨环境代用标志提取和辨析可获得区域气候与环境波动的新证据。本文以淮河中游女山湖为例, 用湖泊沉积学方法, 对本世纪该地区的气候与环境波动过程作简要分析。

1 女山湖概况

女山湖位于安徽省明光市北部, 坐标 32°50′—33°02′N、117°58′—118°14′E 之间。经本次考察和实测, 当湖面高程 13.5m 时, 面积 104.6km², 平均水深 1.7m, 最大水深 2.4m, 容积 1.78 × 10⁸m³(图 1)。女山湖汇水面积 4185km², 主要的入湖河流池河从南部流入, 全长 170km, 多年平均径流量 5.82 × 10⁸m³/a, 入湖泥沙量 51.6 × 10⁴T/a。湖泊出流位于东北部旧县, 经七里湖注入淮河。1982 年在旧县兴建女山湖大坝, 湖泊开始受人工调控。

湖盆发育在郯庐断裂带中, 外形呈现 NNE—SSW 走向, 四周被海拔 40—90m 的丘陵、岗地包围。女山位于湖东北岸, 高程 93m, 为第四纪玄武岩火山口, 其西延形成祁咀—高咀水下平台, 成为湖泊出流的门槛。因此女山湖即使入湖径流很少, 湖心也维持湖沼环境。据光明市郊钻孔资料和实测平均沉积速率 2.24mm/a 推算, 女山湖于中全新世因地壳断陷形成, 是我国东部地区为数不多的发育历史较长、湖泊沉积连续的现代湖泊, 也是进行古气候重建理想地区。

湖区位于淮河两岸暖温带与北亚热带过渡带, 年平均气温 15℃, 无霜期 219 天, 年平均降水

• 国家自然科学基金资助项目(49271068), 收稿日期: 1998-01-04。王云飞, 男, 1940 年生, 研究员。

11

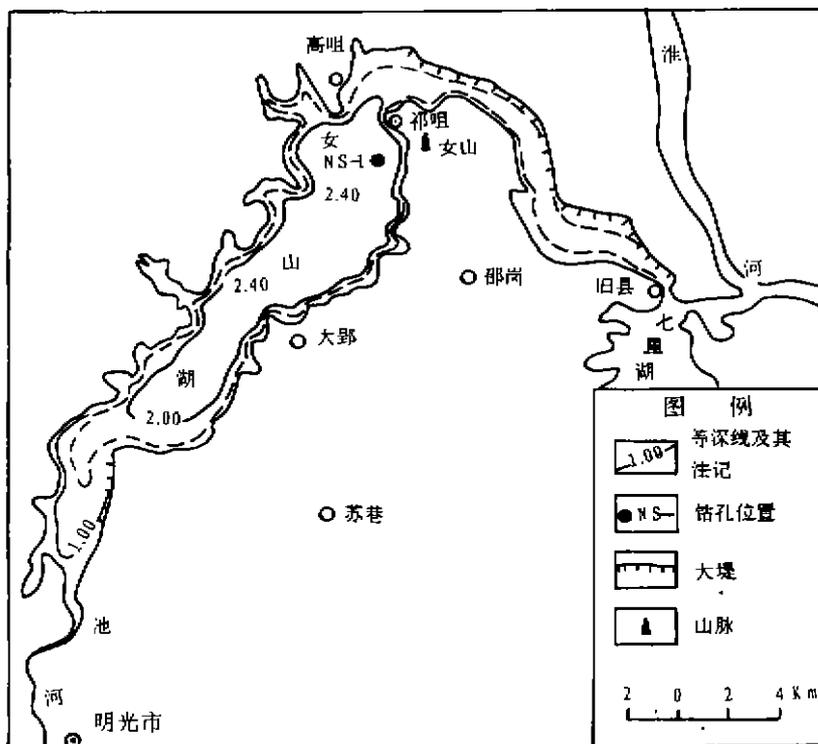


图 1 女山湖和取样点位置

Fig. 1 Location of Nushan Lake and sampling site (NS-1)

量 939.9mm, 属半湿润温和气候。

2 采样与实验分析

2.1 采样

采样点选择湖东北部女山附近湖心, 坐标 $33^{\circ}0'13.4''N$ 、 $118^{\circ}7'21.5''E$, 水深 2.3m。于 1991 年 11 月实施, 使用美国活塞式采样器, 共连续采集岩心 4.8m, 定名 NS-1 孔, 顶部 20cm 为本文研究层段, 样品按 1cm 和 2cm 间隔取样分析。

2.2 建立剖面年序

测年采用 ^{137}Cs 和 ^{210}Pb 沉积速率测定和断年^[1], 样品间隔 1cm, 经硝化提取样液后用低本底 α 能谱仪 (1024 道) 测试。 ^{137}Cs 是核爆炸后的裂变产物, 其峰值对应 1986 年切尔诺贝利核泄漏事件和 1963 年全球大气层核试验高峰^[2]。 ^{210}Pb 为天然放射铀系元素一员, 在湖泊沉积的自我封闭体系中, 按半衰期 22.3a 有规律衰减, 经计算求得不同深度年代, 剖面 19.5cm 处对应测年底界 1904 年 (图 2)。

2.3 代用标志的实验方法和环境意义

研究工作选择的指标: 沉积速率、岩性、磁化率、有机质含量、色素和硅藻。研究层段的岩性均为含粉砂质粘土, 故以小于 8ϕ 的粘粒 (CL) 和 $8-4\phi$ 的粉砂 (SL) 含量表示。其方法是将原样

制成油浸薄片,用偏光显微镜统计粘土和粉砂含量。女山湖在丰水时段湖泊沉积物以粘土为主,但淮河洪灾时的泥砂倒灌和干旱时段东岸泥砂输入可使沉积物粗化。

低频磁化率(χ_{LF})和频率磁化率(χ_{fd})分析使用英国 MS2 型磁化率仪和 MS2B 双频探头测定。沉积物中 χ_{LF} 的贡献主要来源于入湖玄武岩风化物多寡; χ_{fd} 反映细粘滞性颗粒的浓度变化,一般情况下气温增高,岩石化学风化增强,往往是 χ_{fd} 增大的主要原因,故通常作为提示古气候气温变化的代用指标^[3]。

有机质含量(LOI)以 550°C 烧失量表示,但它是一个混合信息,目前倾向用色素含量和不同的比值来评价湖泊环境。色素分析采用 90% 丙酮萃取和测量萃取液的吸光值,分别计算叶绿素及其衍生物(CD)、总类胡萝卜素(TC)、藻黄素(O_{sc})和蓝藻叶黄素(M_{YX})含量。CD/TC 通常指示湖泊营养状况和外源有机质的输入强度,是揭示古湿度变化的较好指标; O_{sc}/M_{YX} 多反映蓝藻植物组合变化,并常结合硅藻研究用于综合评价内源有机质含量和富营养化趋势^[4]。硅藻分析采用古生物学方法提取和鉴定,其组合和丰度可直接进行环境分析。

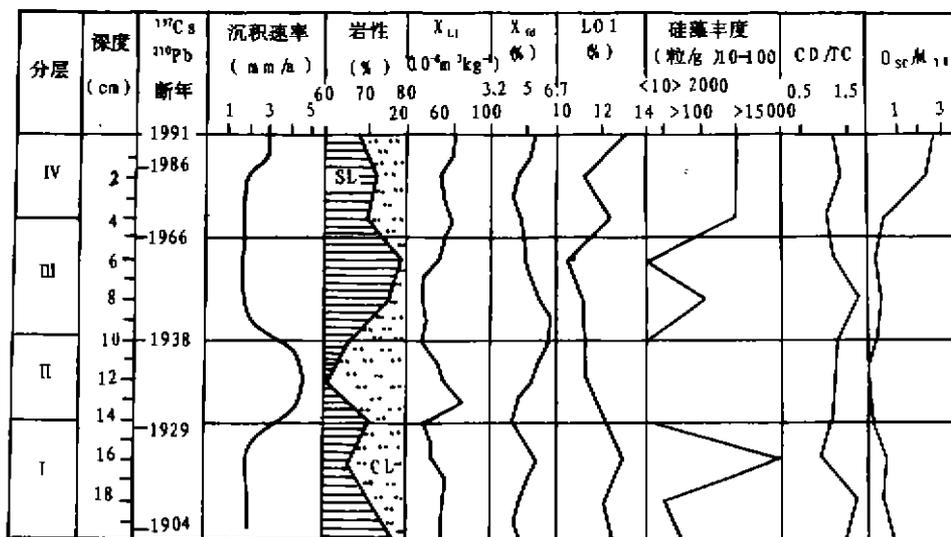


图 2 NS-1 孔环境代用标志的垂向变化

Fig. 2 Vertical change of environmental proxies of NS-1

3 分析结果和气候与环境重建

根据各项指标的分析结果和变化特征,研究剖面可分为四段(图 2)。

(1) 第 I 段(19.5—14cm, 1904—1930 年): 沉积环境以 17cm 为界, 下部沉积速率较小(2mm/a)、CL 大于 70%, LOI 和 CD/TC 均较高, 表明外源有机质的贡献较大, 又 χ_{LF} 偏小, 反映池河入湖水量较丰富; χ_{fd} 小于 5, 分析本世纪最初的 20 多年平均温度偏低。上部 16cm 处硅藻丰度高, 以颗粒直链藻 *Melosira granulata* 为优势种, 其含量占总量的 85%。另据 LOI 含量较高但 CD/TC 降低和 χ_{fd} 增大, 辨析 20 年代以后入湖径流渐偏少但气温比下部增高, 区域偏干导致湖泊收缩和短时期湖泊富营养化增强。

(2) 第 II 段(14—10cm, 1930—1938 年): 该段平均沉积速率从 2mm/a 增高至 4.8mm/a,

相应沉积物 CL 最低, 含来源于淮河流域的粗粉砂, χ_{LF} 底部低, 13cm 处达峰值, 反映湖泊收缩, 玄武岩物源贡献增强; χ_{td} 底部低向上逐渐增大至峰值, LOI 底部较高向上递减; CD/T 为低值, 全段硅藻丰度小于 10 粒/g, O_{sc}/M_{vx} 在 12cm 处达低谷, 表明湖泊环境变化较大, 内源有机质含量低。揭示, 1930 年前后本区从温度偏低、降水较丰富转变为温度持续增高、降水偏少的环境, 另从环境代用标志存在的不协调, 反映人类活动影响较强, 其中包括 1931 年淮河流域特大洪水和 1938 年黄河夺淮等灾害事件, 使外流域泥沙大量倒灌入湖, 造成偏干旱气候背景下高沉积速率。

(3) 第 III 段 (10—5cm, 1938—1966 年): 本段沉积速率偏小 1.8mm/a, CL 最大, χ_{LF} 和 LOI 偏低, 但 χ_{td} 为高值区向上稍有递减, CD/TC 全段偏高, 在 8cm 处达峰值表明外源有机质丰富, 反映该时段温度偏高, 降水和入湖径流较丰富。另从 O_{sc}/M_{vx} 全段变化不大, 反映湖泊环境较为稳定, 揭示 50 年代以后人类活动的影响虽然增强, 但湖泊上游的水库和治淮工程发挥了效益。

(4) 第 IV 段 (5—0cm, 1966—1991 年): 该段非有机指标 χ_{td} 反映下部年均温度偏低, 向上增高; CL 和 χ_{LF} 变化反映降水和入湖径流上、下部偏少, 中部较多, 但有机指标 O_{sc}/M_{vx} 显示蓝藻植物群落急剧变化, 内源生物量明显增高, 另硅藻丰度增大全段保持 2000 粒/g, 组成以颗粒直链藻为主, 包括脆杆藻 *Fragilaria* sp.、小环藻 *Cyclotella* sp. 等生于富营养化水体的种群^[5], 表明人类活动对水环境影响加剧, 表现在 1982 年旧县建闸储水增强了湖泊封闭性, 其次近年来明光市工业发展使湖泊有机污染和富营养化日趋严重, 顶部沉积速率增高反映人工控制后的变化。

据前述淮河中游的湖泊沉积记录对气候与环境的波动较敏感, 其中频率磁化率 χ_{td} 对温度和 CD/TC 对干湿波动的响应更灵敏, 为此对这两条曲线进行分级和量化处理并结合其它环境代用指标作修正, 获得本世纪女山湖地区平均温度距平等级变化和干湿等级变化过程 (图 3)。图中显示, 淮河中游的温度波动在本世纪初的 30 年中年平均温度偏低, 其后温度渐升高, 40—50 年代为本世纪平均温度连续较高的时段, 60 年代后温度一度递减, 70 年代中期后温度回升进入又一个变暖时段, 由降水、入湖径流、蒸发等引起的湖面变化和干湿波动, 本世纪最初 20 年以偏湿为主, 30—40 年代以偏干为主, 50 年代至 60 年代中期为本世纪延续最长的较湿润时期, 其后干湿变化频繁以偏干为主, 80 年代中期以后趋向偏湿。

4 验证与讨论

女山湖地区缺少系统的器测资料, 为作验证选择明光市气象站资料作为主要对比依据^①, 该站建于 1956 年, 对其 1956—1980 年气候资料与 1873—1973 年上海气象站长序列资料作比较后发现^[6], 两地气温的相关系数达 0.892, 由此将明光市平均气温外延获得本世纪前 80 年的气温过程和 11 年滑动平均值, 但两序列的降水未发现相关性, 其干湿判断首先对光明站的平均降水量的距平值按标准作 5 级划分, 1956 年前则根据近期文献记录按历史气候的旱涝分辨与定级标准整理^[7], 获得旱涝等级三年滑动平均序列 (图 4), 将图与湖泊记录的研究结果作比较, 两者的过程和趋势基本相同, 显示湖泊记录的近代气候与环境判识的可信性。

① 安徽省嘉山气象站, 安徽省嘉山气象站资料, 1982 年

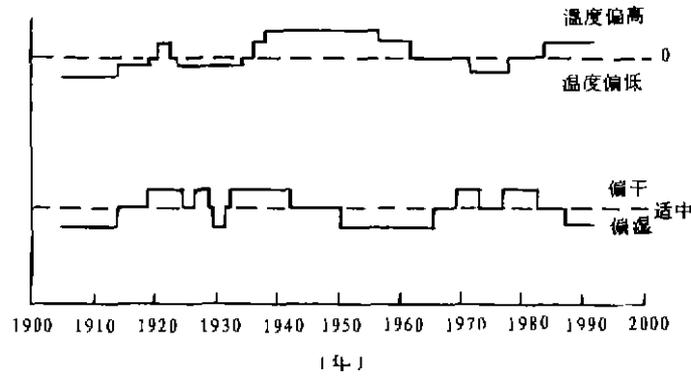


图 3 淮河中游温度距平和干湿波动等级变化

Fig. 3 Schematic diagram of anomalous temperature and humidity fluctuation

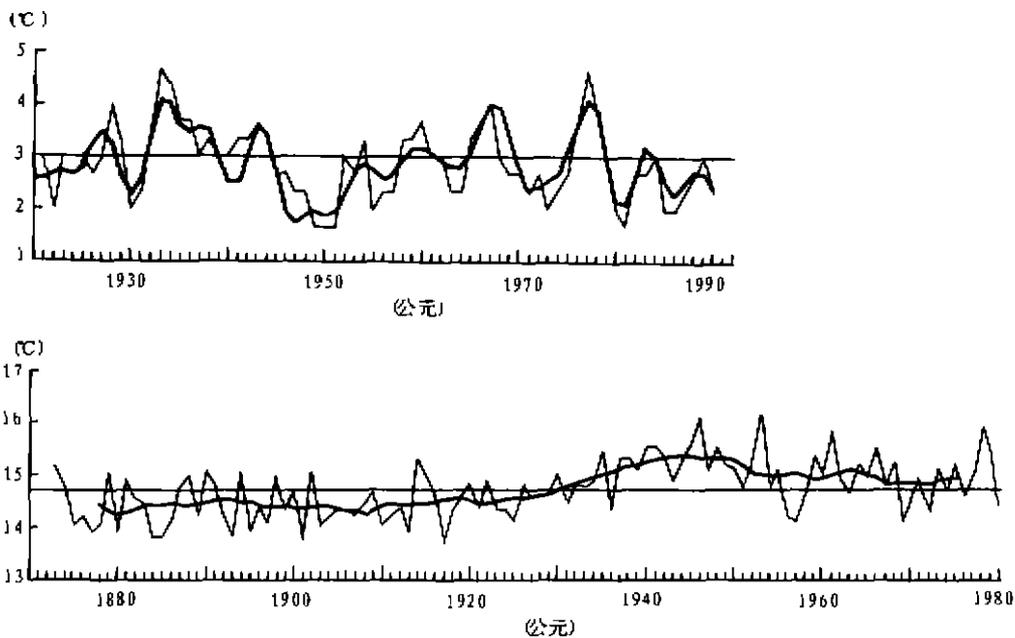


图 4 明光市本世纪旱涝等级和气温变化

Fig. 4 The reconstruction of temperature and humidity of Minguang city in the 20th century

1. 旱涝变化过程(细线为 3 年滑动平均值,粗线为拟合外推的 3 年滑动平均序列)
2. 气温变化过程(细线为年平均温度,粗线为 11 年滑动平均值)

另一方面近代湖泊沉积除受气候等自然因素的影响外,还受人类活动影响,湖泊沉积实际上记录了人与自然相互作用的信息.因此部分时段如 30 年代黄河夺淮和水沙倒灌造成的湖泊快速充填;80 年代女山湖出口建闸和明光市排污增大后富营养化发展等显然是人类活动的影响起了主导作用,这也是前述两种不同途径获得的结果存有差异的主要原因.但同时揭示湖泊沉积记录在分析人类活动的环境影响和研究人地相互作用机制等领域所具有的潜势.

本研究作为主要代用指标 χ_{10} 、CD/TC 的影响因素较复杂, 其变化机制和古气候意义还有待深入研究. 取样间隔为 1cm/个和 2cm/个, 分别代表 4.5 年和 9 年的平均状况, 因此判识的温度和干湿波动基本上代表了十年级的变化过程, 辨析十年内的次级波动较困难, 为提高分辨率, 在今后的研究中选择具有沉积年层的湖泊作深入研究, 预计能获得更满意的结果.

参 考 文 献

- 1 夏威岚, 王云飞, 潘红玺. 女山湖现代沉积速率和环境解释. 湖泊科学, 1995, 7(4): 314-319
- 2 项 亮, 王苏民, 薛滨. 切尔诺贝利核事故泄漏 ^{137}Cs 在苏皖地区湖泊沉积物中的蓄积及时标意义. 海洋与湖沼, 1996, 27(6): 132-137
- 3 吴瑞金. 湖泊沉积物的磁化率、频率磁化率及其古气候意义. 湖泊科学, 1993, 5(2): 128-135
- 4 Swain E B. Measurement and interpretation of sedimentary pigments. *Freshwat Biol*, 1985, 15: 53-57
- 5 小久保清治. 浮游硅藻类. 上海, 上海科学技术出版社, 1960. 65-66
- 6 徐家良. 近百年来上海气温变化的若干特征. 地理学报, 1993, 48(1): 26-31
- 7 中央气象局气象科学研究所. 中国近代五百年旱涝分布图集. 北京, 中国地图出版社, 1981

Sedimentary Records of Climatic and Environmental Fluctuation of Middle Reaches of Huaihe River in This Century

Wang Yunfei¹ Xia Weilan¹ Pan Hongxi¹ Yang Shirong² Hu Shouyun¹

(1, Lake Sedimentation and Environment Lab., Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, 2, Nanjing Institute of Geology & Palaeontology, CAS, Nanjing 210008)

Abstract

The history of climatic and environmental fluctuation of Nushan Lake in this century is reconstructed based on the data of high-resolution climatic and environmental proxies of the lake sediments and the time series of 1904-1991 buildt up by ^{137}Cs and ^{210}Pb dating. The results suggest that during the beginning 20-30 years of this century, there was lower temperature and higher humidity in Nushan Lake area. Then, in the period of the 1940-1950's, the temperature reached to the maximum, but cooled down in the 1960's and warmed up after 1970. After then, the humidity changed frequently until the middle of the 1980's, when the climate in the area became a little humid again.

It is noticeable that the above conclusions coincide with that from the deta of historical and instrumental records of this area. So the method used here can provide evidences for reconstruction of climate and environment change on a short time scale of lack-instrumental records area.

Key Words Sedimentary records, climatic and environmental fluctuation, 1904-1991a, Nushan Lake