第10卷 第2期
1998年6月

湖 泊 科 学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES

Vol. 10, No. 2
Jun., 1998

5-9

13kaBP以来滇池地区古环境演化* P531

P532

吴艳宏[1] 吴瑞金[1] 薛 滨[1] 钱君龙[1] 肖家仪[2]

(1:中国科学院地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放实验室,南京 210008;
2:南京师范大学地理科学学院,南京 210097)

提 要 根据DC93-1孔孢粉组合、总有机碳(TOC)、总氮(TN)、碳氮比(C/N)、有机碳同位素$\delta^{13}C_{org}$、磁化率(χ)、频率磁化率(χ_{fd})等资料,结合^{14}C、^{210}Pb和^{137}Cs测年,滇池地区13ka以来的古环境演化历史经历了以下几个阶段:13-10.2kaBP,气候偏凉湿,湖水深度不大;10.2-7.5kaBP,气候向暖湿过渡,湖水渐深;7.5-4.0kaBP,气候暖湿,水热条件达到最佳配制,湖水也最深,6.5kaBP前后,气温最高,这一时段古气候状况存在次级波动;4.0-2.7kaBP,气候突转干旱,湖水最浅;2.7-1.7kaBP,~~气候温湿~~,湖面扩大,湖水变深;1.7kaBP,人类活动影响的加剧,使湖泊环境的变化更为复杂.

关键词 滇池 地区 古环境 13ka ,环境演化 ,古气候
分类号 P343.3 P531

为了探讨西南季风区全新世气候演化过程,1993年在滇池开阔湖近湖心水深5.93m处采沉积物岩芯DC93-1孔,芯长4.05m.本文将对DC93-1孔沉积特征和沉积物多环境代用指标进行分析,获取滇池13ka以来古环境演化的信息,为探讨西南季风区全新世气候演化过程和对比西南季风与东南季风区的异同提供证据.

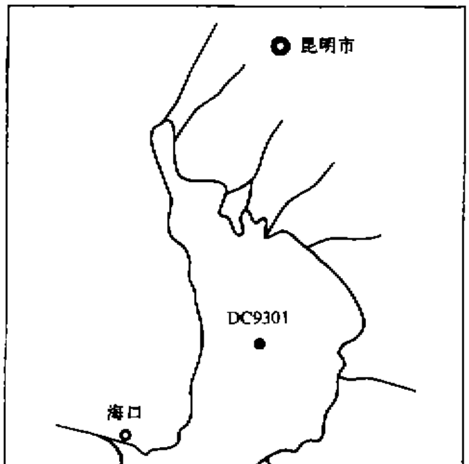

图1 采样地理位置
Fig. 1 Location of DC93-1 Core

滇池是位于昆明市以南昆明盆地西侧的开口湖泊(25°04′N,102°41′E)(图1),由断陷盆地积水而成[1].由于气候变化、淤积作用以及人类活动影响,近年来湖泊面积不断缩小,其北部草海甚至出现沼泽化[1-3].

滇池周围人类活动可追溯到中更新世,但真正对该地区环境演化进程产生重大影响的主要是新石器时代(10kaBP)以来,尤其是两次有历史记录的事件:一是1.74kaBP,即汉代修筑梯田并引水灌溉,另一次是679-582aBP,

* 国家自然科学基金(49672132)和中国科学院湖沼专项联合资助.
收稿日期:1998-01-04. 吴艳宏,男,1969年生,硕士,助理研究员.

即元代疏浚海口河，使滇池水位大幅度下降，滇池周围出现良田万顷[1-3].

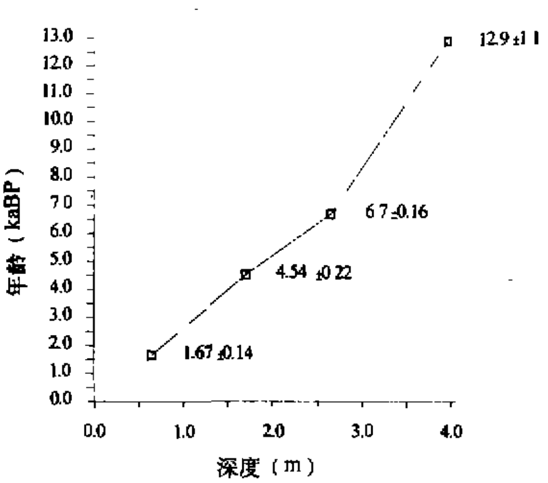

图2　DC93－1孔时间标尺

Fig.2　Time scale of DC93－1 Core

1　DC93－1孔沉积物年代序列

DC93－1孔沉积物在0.65m、1.7m、2.65m和3.95m分别获得^{14}C年龄为1670±140、4540±220、6700±160和12900±1100aBP.对表层沉积物进行^{210}Pb与^{137}Cs测年，得到1948年以来的平均沉积速率为1.78mm/a，近250年来平均沉积速率为1mm/a.根据^{14}C年龄和现代沉积速率建立时间标尺(图2).

2　DC93－1孔沉积旋回和湖面波动

DC93－1孔沉积物岩性较为简单，大致可分为五种岩性单元：深灰色单元、灰色粉砂质泥单元、灰棕色粉砂质泥单元、含螺壳泥单元和黄灰色泥单元.各岩性单元反映不同的沉积环境和相应的气候条件(图3，表1).

由以上沉积单元组成了DC93－1孔的四个沉积旋回：4－2.8m、2.8－1.9m、1.9－1m和1m以上.各旋回湖面由高到低波动，指示有效湿度的波动.

表1　DC93－1孔岩性单元及其反映的环境特征

Tab.1　Environmental characteristics inferred from lithology of DC93－1 Core

沉积单元	岩　性	沉积环境	推测湖面状况	推测气候状况
A	深灰色泥	深湖	高湖面	湿润
B	灰色粉砂质泥	浅湖	湖面较低	偏干
C	含螺壳灰棕色粉泥	滨湖	低湖面	干
D	含螺壳灰色泥	浅湖	湖面较高	偏湿润
E	灰黄色泥	深湖	湖面较高	偏干

3　DC93－1孔环境代用指标特征及环境分析

3.1　磁化率特征

1.5m以下磁化率变化不大，稍有起伏，较高值出现于3.8－2.8m段.1.5m左右磁化率突然上升，达到剖面最高值(平均600×$10^{-8}m^3/kg$)，这一高值延续到1m上下又突然下降至70×$10^{-8}m^3/kg$左右，这一低值延续到0.7m上下.0.7m以上又出现两次高值.频率磁化率的变化与磁化率有着相同的趋势(图3).磁化率在的1.5－1m和0.7m上下突然升高，表明存在古环境的突然变化.

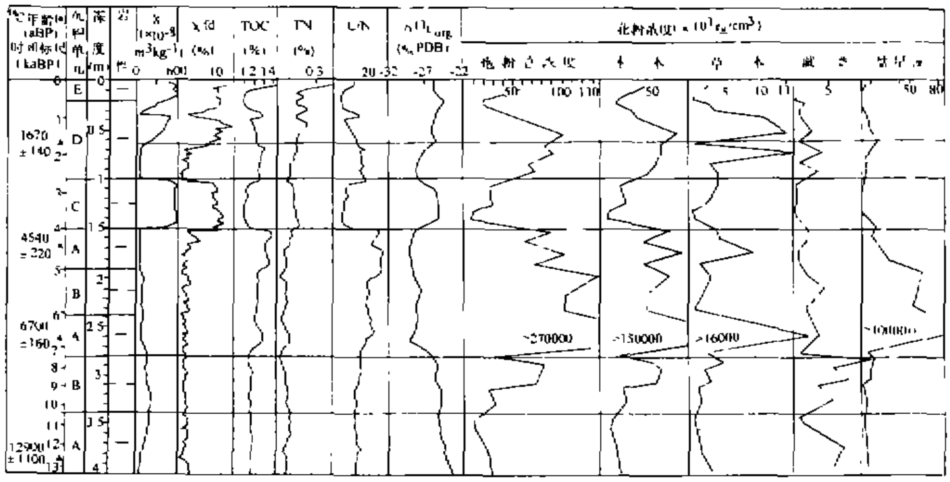

图3　DC93－1孔环境代用指标综合分析

Fig. 3　Environmental proxies characteristics of DC93－1 Core

3.2　TOC、TN和C/N特征

根据沉积物有机碳(TOC)、总氮(TN)，尤其是碳氮比值(C/N)可以判定有机质来源及数量，进而恢复古环境. 以外源有机质为主时，较丰沛的降水，增大了地表径流、带来更多有机质，TOC、TN及C/N值高，对应于高湖面；以内源有机质为主时，C/N值低，反映出降水量较少，为低湖面时期. 值得注意的是基岩风化所含有机质的C/N小于5[5]，即当沉积物来源以风化基岩为主时，C/N是较低的.

DC93－1孔TOC、TN除1.5－1m等少数段落外，基本上呈正相关关系(图3). 由下而上，TOC、TN不断上升，由1.4%上升至3.9%，在1.5m处TOC突然减少，降至1%以下，而TN却有所增加，这一趋势延续到1m上下. 1－0.7m段TOC、TN均较高. 0.7m以上TOC值波动下降，而TN值波动上升. C/N变化趋势与TOC值的变化趋势一致，在1.5－1m段为整个剖面的最低点.

3.3　有机碳稳定碳同位素($\delta^{13}C_{org}$)特征

湖泊沉积有面质碳同位素值取决于有机质的来源. 以外源有机质为主时，$\delta^{13}C_{org}$值的变化反映C3、C4植物来源的比例；以内源有机质为主时，$\delta^{13}C_{org}$值的变化，取决于湖水化学性质，如湖水硬度等，反映出气候的干湿状况[6].

DC93－1孔$\delta^{13}C_{org}$值可分为以下几个阶段(图3)：3.4－4.05m是剖面最高值段，平均值为－24.8‰；2.8－3.4m$\delta^{13}C_{org}$趋于下降；1.5－2.8m为剖面最低值段，平均值为－28.3‰，2.6m处为低谷段，达－29.1‰；1－1.5m$\delta^{13}C_{org}$较高，平均值为－25.4‰；1－0.7m$\delta^{13}C_{org}$偏低，平均为－27.7‰；0.7m$\delta^{13}C_{org}$有上升的趋势.

3.4　孢粉和藻类特征

DC93－1孔沉积物孢粉总浓度在3.4－1.5m、1－0.7m段较高，尤其在2.7－2.6m处，为剖面峰值段，各孢粉种类浓度遵循这一规律. 孢粉中以木本含量最高，蕨类孢子在剖面底部含量较高(图3).

在DC93－1孔沉积物中发现有大量的盘星藻*Pediastrum*（图3），据前人研究，盘星藻在现代滇池5－6m以下深水中非常繁盛，而5m以上逐渐消失[7]．因此，根据盘星藻的丰度，可以初步恢复湖面状况．DC93－1孔盘星藻主要产出于2.8－1.5m段，2.7－2.6m处达到峰值，而在1－0.7m段未出现盘星藻．

4 结果与讨论

根据上述分析，滇池13kaBP以来古环境演化经历了以下几个阶段：

13－10.2kaBP，相当于DC93－1孔4.05－3.4m段，$\delta^{13}C_{org}$值高，孢粉总浓度较低，木本花粉含量较低，但蕨类孢子含量较高，由沉积物岩性看，沉积物形成于深湖阶段，TOC、TN较低，湖泊初始生产力较低，而陆源有机质带入深湖区较少，这一阶段古气候状况偏凉湿．11－10.5kaBP木本含量及孢粉总浓度为一低谷，相当于Younger Dryas事件，气候冷湿．

10.2－7.5kaBP，相当于DC93－1孔3.4－2.8m段，$\delta^{13}C_{org}$较高，但向上有下降趋势，孢粉浓度、木本花粉和盘星藻含量均有所升高，TOC、TN虽然较低，但C/N有上升趋势，表明陆源有机质输入量增加，这些特征表明气候正向暖湿过渡，湖水渐深．

7.5kaBP前后，木本含量及孢粉总浓度为一低谷时期，为一明显的降温时期．

7.5－4kaBP，对应于DC93－1孔2.8－1.5m段，这一时段所有指标都显示出气候暖湿的特点．TOC、C/N、孢粉浓度和盘星藻含量大幅度提高，在6.5kaBP前后达到峰值，5－4.5kaBP为次高峰，$\delta^{13}C_{org}$偏负，最低值和次低值分别在6.5kaBP前后和4.5kaBP前后．沉积物岩性和盘星藻均显示湖水较深．而在5.8－5.5kaBP，TOC、C/N、孢粉含量等指标略低．表明7.5－4kaBP在暖湿的背景下，仍存在次一级波动．

4－2.7kaBP，DC93－1孔1.5－1m段，各项指标突然变化，TOC、C/N和孢粉含量突然降低，湖泊初始生产力下降，沉积物岩性变粗，为灰棕色粉砂，且富含螺壳，表明湖水位较低．磁化率和频率磁化率突然升高，表明在冷干条件下植被覆盖率低，输入湖泊的物质主要为流域基岩风化物和湖泊内源有机质，磁性矿物含量较高，该时段C/N小于5，也说明这一点．而这时期$\delta^{13}C_{org}$偏正，表明湖水化学性质发生改变，湖水硬度较高．各指标特征表明，在4kaBP气候状况突然发生变化，气温下降，湿度减小，为凉干的气候特点．

2.7－1.7kaBP，DC93－1孔1－0.7m段，各项指标又表现为温湿的特点，湖面扩大，水位上升．

1.7kaBP以来，由于人类活动加剧，对湖泊环境产生影响，湖泊环境变化更为复杂．就沉积物各环境代用指标所反映的情况看，气候变干，这导致了湖水位的下降．正是在这一自然背景下，才有了历史时期的数次引水灌溉和筑堤．而人类活动进一步加剧了气候效应，使得滇池不断萎缩甚至沼泽化．

综上述，13kaBP以来，有DC93－1孔所反映的古环境演变，经历了多次冷暖、干湿波动，冷暖波动常常表明为突然性事件，最暖湿的时期在6.5kaBP前后，几次降温事件分别发生在11－10.5kaBP、7.5kaBP前后、5.8－5.5kaBP和4kaBP前后．1.7kaBP后，人类活动使环境演化过程复杂化，如何对这一时段的环境演化作出较为确切的判识，有待进一步探索和研究．

参 考 文 献

1 中国科学院南京地理与湖泊研究所等著.云南断陷湖泊环境与沉积.北京:科学出版社,1989.102—107

2 冯均必主编.滇池流域环境遥感研究.昆明:云南科技出版社,1991.69—80

3 Yu Lizhong, Frank Oldfield, *et al.* Paleoenvironmental implications of magnetic measurements on sediment core from Kumming Basim, Southwest China. *Journal of Paleolimnology*, 1990, 3:95—111

4 吴瑞金等.云南滇池近代环境恶化的沉积记录.中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第13号.北京:科学出版社,1995.1—10

5 王苏民等著.岱海.合肥:中国科学技术大学出版社,1990.142—145

6 吴敬禄,王苏民.湖泊沉积物中有机碳同位素特征及其古气候.海洋地质与第四纪地质,1996,16(2):103—108

7 孙湘均,吴玉书.云南滇池地区全新世以来植被及环境变迁历史.见:中国—澳大利亚第四纪学术讨论会论文集.北京:科学出版社,1987.28—41

Paleoenvironmental Evolution in Dianchi Lake Area since 13kaBP

Wu Yanhong[1] Wu Ruijin[1] Xue Bin[1] Qian Junlong[1] Xiao Jiayi[2]

(1: *Lake Sedimentation and Environment Lab., Nanjing Institute of Geography & Limnology, CAS, Nanjing* 210008;
2: *College of Geographical Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing* 210097)

Abstract

Dianchi Lake (25°04′N, 102°41′E), lying to the south of Kunming City, the capital of Yunnan Province, is an ideal field for studying the evolution of the Southwest Monsoon. The core D93—1 is sampled in the lake at the depth of 4.05m. The ^{14}C ages at 0.65m, 1.7m, 2.65m and 3.95m are 1670±140aBP, 4540±220aBP, 6700±160aBP and 2900±1100aBP respectively. The sediment rate of upper layer determined by ^{210}Pb and ^{137}Cs measurement was about 1.78mm/a after 1948A.D., and 1mm/a for the last 250 years. Meanwhile, such environmental proxies as pollen assemblage, total organic carbon(TOC), total nitrogen(TN), (C/N), $^{13}C_{org}$, magnetic susceptibility (χ) and frequency dependent magnetic susceptibility (χ fd), have been used to restore the history of environmental evolution in the lake area since 13kaBP.

As a result, Dianchi Lake has undergone the following climatic variations since 13kaBP: 13—10kaBP, it was cool and wet; 10—7.5kaBP, it was a transitional period while climate transited to warm and wet and lake water level became higher. 7.5—4kaBP, it was warm and wet with little variation. The highest temperature emerged about 6.5kaBP. 4—2.7kaBP, the climate changed to cool and dry, suggesting an abrupt change in environmental proxies. 2.7—1.7kaBP, all environmental proxies exhibited the characteristics of slight warm and wet climate, and, lake area enlarged with lake water level uprising. Since 1.7kaBP human activity has made a notable impact on the environmental evolution.

Key Words Dianchi Lake, paleoenvironment, 13kaBP