

# 南疆博斯腾湖近 12.0kaB. P. 以来古气候 与古水文状况的变化\*

钟 巍 舒 强

(新疆大学资源环境信息科学系 乌鲁木齐 830046)

**提要** 对南疆博斯腾湖湖相沉积物多手段的综合研究,揭示了近 12.0kaB. P. 以来古气候与古水文状况的变化过程与特征。结果表明,其气候的演化特征具有明显的西风型环境演变特征。研究还发现气候于 12.0ka、10.0ka、4.0ka 和 1.5kaB. P. 存在显著的阶梯式增暖变干特征,其中暖峰主要出现于 11.5—11.0ka、9.4ka、7.5—7.0ka、6.5—6.0ka、3.0ka 和 2.0kaB. P., 气候特征以干暖为主,湖泊水文特征总体表现为盐度增加、水位下降、湖面缩小;而冷峰主要出现于 11.0—10.0ka、8.8ka、5.0—4.5ka、3.3ka 和 1.5kaB. P., 此时湖泊膨胀淡化,湖面上升。在 7.0—5.0kaB. P. 期间出现的相对暖湿环境特征可能是全新世大暖期最盛期暖湿气候特征的反映,可能与此时西南夏季风势力增强有关,湖泊水文状况明显变好。

**关键词** 博斯腾湖, 近 12.0ka 以来, 古气候, 古水文

**中图分类号** P532

新疆地区特别是南疆地区第四纪环境演变研究相对落后,原因主要在于此地区理想研究客体的难得以及极端恶劣的自然环境条件。为了解全新世以来南疆地区气候与环境演变的特征及过程和形成机制,选择了位于南疆北部的博斯腾湖作为研究对象,通过多手段的分析研究,获得了南疆地区全新世期间具有较高分辨率的湖相沉积记录,并在此基础上提取气候与环境演变的有关信息,其研究成果对于深入了解南疆地区极端干旱环境条件的形成与发展,以及在极端干旱的环境背景下、以绿洲为基本生存场所的干旱区的人地关系的历史演化和干旱区环境与经济的可持续发展等方面具有十分重要的理论与现实意义,同时也将为预测未来 50—100 年地球系统的区域至全球尺度的变化速率提供极有价值的具鲜明区域特征的参考资料。

博斯腾湖(86°40′—87°26′ E, 41°56′—42°14′ N)位于新疆南疆焉耆盆地南侧最洼处,面积为 1002.4km<sup>2</sup>,是我国最大的内陆淡水湖泊。湖区深居欧亚腹地,光照充足,热量丰沛,雨量稀少,为强烈内陆沙漠气候。1 月份平均气温为 -9.2℃,7 月份平均气温为 23.6℃,多年平均气温为 6.3℃,降水量为 68.2mm(杨川德等,1993),蒸发与降水比为 26—30。为了探讨此地区全新世以来的气候与环境演变,在博湖县县城西南约 2km 处取

\* 国家自然科学基金资助项目,49761007 号;国家重点基础研究项目,G1999043508 号。钟 巍,男,出生于 1967 年 6 月,博士,教授,Fax: 0991-2862006;E-mail: xjzhwei@xju.edu.cn

收稿日期:1998-09-30,收修改稿日期:1999-06-21

样, 取样深度为 3.2m, 海拔高度约为 1500m。剖面沉积物碳酸盐稳定同位素、孢粉和地球化学元素含量等指标记录了近 12.0kaB. P. 以来古气候与古水文特征的一系列变化。

## 1 剖面沉积特征与年代序列的建立

剖面沉积物主要以灰绿、灰黑色和锈黄色粘土或亚粘土为主。在剖面 1.2m、1.6m、2.1m 和 2.8m 处有碳化层的发育。 $^{14}\text{C}$  年代样品共分析了 6 块, 分析结果示于图 1 中。根据最小二乘法计算出剖面的平均沉积速率为 0.026cm/a, 并以此对剖面进行了年代插值, 插值结果与  $^{14}\text{C}$  年代分析数据互为验证表明, 据此建立的剖面年代序列较为可靠(图 1)。

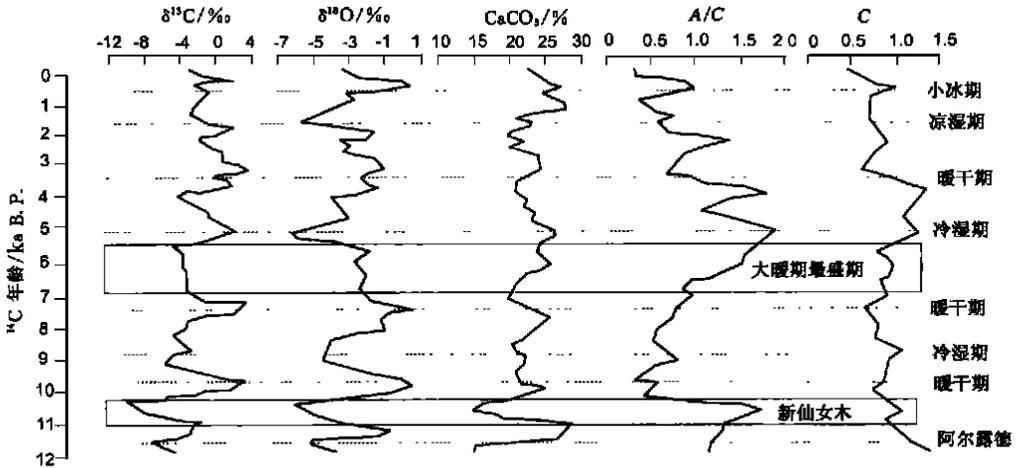


图 1 博斯腾湖沉积物碳酸盐稳定同位素  $\delta^{13}\text{C}$  与  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\text{CaCO}_3$  含量及孢粉  $A/C$  值和化学元素干湿指标  $C$

Fig. 1 The stable isotopic values of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  of the lacustrine sediment carbonate, together with the content of  $\text{CaCO}_3$ , pollen  $A/C$  ratio and the geochemical wet-dry index  $C$ , recorded in Bosten lake sediment

## 2 分析结果

### 2.1 沉积地层

从图 1 可看出, 剖面中 1.2m、1.6m、2.1m 和 2.8m 处有碳化层的发育,  $^{14}\text{C}$  年代分别为  $(2.820 \pm 0.15)$  kaB. P.、 $(4.760 \pm 0.36)$  kaB. P.、 $(8.260 \pm 0.3)$  kaB. P. 和  $(10.56 \pm 0.31)$  kaB. P.。由于泥炭是在滞水条件下发育的, 因此泥炭的出现可以视为过湿环境的体现, 可能与此时期湖泊水位升高有关。野外调查也发现, 博湖县城附近湖相地层中, 这 4 层碳化层的层位相当稳定。从地质年代和事件上看, 这 4 层碳化层的发育可分别对应于全新世期间北半球发生于 3.0kaB. P.、5.0kaB. P. 和 8.2kaB. P. 前后的冷期以及末次冰消期中发生于 11.0—10.0kaB. P. 期间著名的新仙女木变冷事件。

### 2.2 $\delta^{18}\text{O}$ 与 $\delta^{13}\text{C}$

以 0.05m 间距采集同位素分析样品(样品分辨率约为 100a/sample), 分析方法同文献(吴敬禄, 1997)。分析前, 在真空中加热至 475℃ 一个小时以消化有机碳的影响。运用沉降法收集 0.002mm 粒级以下部分, 微结构观察细粒样品中的碳酸盐矿物多为尖角或针

状,基本属次生碳酸盐。用磷酸处理收集  $\text{CO}_2$  后运用 MAT-251 型同位素质谱仪测试,测试精度为  $\pm 0.02\%$ ,结果以 PDB 标准给出。分析结果示于图 1。

**2.2.1  $\delta^{18}\text{O}$**  剖面中  $\delta^{18}\text{O}$  波动于  $-10.33\%$  至  $3.75\%$  之间(图 1),注意到剖面中  $\delta^{18}\text{O}$  值明显偏正,其值较我国东部地区湖泊为高,其原因可能同本地区一直存在的极端干旱的气候条件、蒸发极其强烈等原因有关。氧同位素的分馏可以通过湖水的蒸发而发生,较轻的  $^{16}\text{O}$  易于随蒸发而带入水汽之中,而留下较重的  $^{18}\text{O}$  存于湖水中,这一过程较之大气降水更易富集  $^{18}\text{O}$ (Humhrey *et al.*, 1994),但一般说来这一过程较之由温度效应而导致的  $^{18}\text{O}$  含量的变化其影响幅度要小。另外,随着温度的增加,沉积物碳酸盐与湖水之间的分馏平衡会导致  $^{18}\text{O}$  减少。所以,湖泊沉积物碳酸盐氧同位素含量的变化除与温度、入湖径流、相对湿度、湖面上大气中氧同位素的组成等有关外,这同湖泊的水量平衡有很大的关系(Menking *et al.*, 1997)。故湖泊沉积物碳酸盐  $\delta^{18}\text{O}$  值在入湖水量较大时变低,而在湖水变浅、湖面缩小期中增高。Benson 和 Bischoff 认为,当湖泊沉积物碳酸盐氧同位素含量增加值大于  $-4\%$  时,湖泊处于收缩封闭状态(Menking *et al.*, 1997)。

**2.2.2  $\delta^{13}\text{C}$**   $\delta^{13}\text{C}$  值波动于  $-6.78\%$  至  $1.67\%$  之间(图 1)。影响湖相沉积物中  $\delta^{13}\text{C}$  含量变化的因素非常复杂。湖相沉积碳酸盐  $^{13}\text{C}$  含量主要受湖水与大气  $\text{CO}_2$  同位素交换程度、湖水中无机碳的滞留时间以及湖水的盐度、冰冻时间以及湖泊生产力等因素的控制,这其中,湖泊的生产力一般被认为是最重要的影响因素(Menking *et al.*, 1997; Krishnamurthy *et al.*, 1982)。当湖泊退缩时,湖面缩小,湖泊营养成分相对富集,湖泊跃温层范围扩大,这些都会导致湖泊生产力的提高,从而使得水生植被吸收  $^{12}\text{C}$  的能力增强,而使得湖水富集  $^{13}\text{C}$ 。湖水与大气之间强烈的  $\text{CO}_2$  交换及较高的湖水盐度和较短的冰冻时间都会使得  $\delta^{13}\text{C}$  值增加。另外,湖水的硬度越高,湖水含有溶解大气  $\text{CO}_2$  量越少,碳酸盐越易于富集重碳同位素,故  $\delta^{13}\text{C}$  值的高低定性地指示了湖泊水体的缩涨变化。

综上所述,湖泊沉积物碳酸盐氧、碳同位素含量的波动以及二者之间的波动关系可以作为古气候变化和湖泊古水文状况变化研究的代用指标。

### 2.3 孢粉记录

剖面孢粉组合主要以藜科、蒿及禾本科为主,总体反映荒漠草原环境。但仅根据孢粉的组合无法更深入地分析环境演变的细节,因此本文中引入  $A/C$  值(*Artemisia/Chenopodiaceae*)这一指标。由于此阶段中所有分析样品中, *Artemisia* 与 *Chenopodiaceae* 花粉之和都超过样品花粉总数的 50%,故样品花粉  $A/C$  值具有指示干旱区植被生态的意义(孙湘君等, 1994),  $A/C$  值越低,则代表的植被生态越干旱(图 1)。由于干旱区影响植物生长的最重要的因素是水分条件,相对湿润的环境条件有利于植被的生长,故孢粉浓度一定程度上也可定性反映荒漠植被的繁茂程度。本文的研究表明,这两个指标之间可互为验证,对应性较好。 $A/C$  峰值的出现及与孢粉浓度增高,共同说明荒漠植被相对繁茂,暗示了此时空气相对湿度的增加或者蒸发强度减小,有利于湖泊水体的膨胀。

### 2.4 沉积物化学元素记录

运用沉积物化学元素含量波动特征来提取环境演变信息是环境演变研究中常用的手段之一。化学元素分析结果表明,博斯腾湖近 12.0kaB. P. 以来沉积物常量元素氧化物的含量波动并不大,可能与此期间持续稳定干旱的宏观表生沉积环境有关。以 0.05m

为间距的  $\text{CaCO}_3$  含量分析结果与  $\delta^{18}\text{O}$  和  $\delta^{13}\text{C}$  之间有良好的对应关系(图 1)。Owen 湖的研究表明,湖相沉积物中  $\text{CaCO}_3$  含量可以反映湖水的滞留时间,较低的  $\text{CaCO}_3$  含量暗示了湖水水量的增加,而较高  $\text{CaCO}_3$  含量则反映了湖水变浅,湖面缩小(Menking *et al.*, 1997)。另外,由于  $\text{CaCO}_3$  的溶解度是随着温度的升高而下降,故沉积物中其值越高,代表的沉积环境越干暖,反之则反映相对冷湿的环境(刘英俊,1984;韩淑等,1994)。 $\text{CaCO}_3$  含量波动与据文献(陈克造等,1985)提出的化学元素综合干湿指标  $C$  的计算方法绘出博斯腾湖近 12.0kaB. P. 年来的干湿波动曲线(图 1e)相吻合。

### 3 近 12.0kaB. P. 以来博斯腾湖古气候与古水文状况的变化

在新疆极端干旱的环境背景条件下,影响湖泊碳酸盐同位素组成以及植物生态特征的最重要的因素是入湖径流和大气的相对湿度。从图 1 可以发现,除了 7.0—5.0kaB. P. 期间,较高的  $\delta^{18}\text{O}$  值一般对应于  $\delta^{13}\text{C}$  及  $\text{CaCO}_3$  的增加,共同反映博斯腾湖入湖水量减少、水位下降、湖泊水体收缩的特征;反之,体现了入湖水量增加、湖面扩大。

#### 3.1 12.0—11.0kaB. P. 期间

$\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  总体呈现上升趋势,反映了晚冰期中趋暖的气候特征。11.5kaB. P. 前后  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  及  $\text{CaCO}_3$  都出现了谷值,反映了一短暂的相对低温期的存在,湖泊水体膨胀,年代上与中仙女木冰阶相当;而 11.5—11.0kaB. P. 期间,气候明显转暖,  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  同步呈现一峰值,平均值分别达到  $-1.48\%$  和  $-0.81\%$ ,  $\text{CaCO}_3$  也猛增至全剖面的最高值 26.6%,代表了一种较为暖干的气候特征,可能是阿尔露德间冰阶的反映,此时湖泊面积有所收缩。随后,11.0—10.0kaB. P. 期间,  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  及  $\text{CaCO}_3$  猛降,其中  $\delta^{18}\text{O}$  和  $\text{CaCO}_3$  在 10.5kaB. P. 时降至全剖面的最低值  $-10.33\%$  和 13.24%,  $\delta^{13}\text{C}$  也降为  $-5.79\%$ , 为全剖面的次低值,代表了一次强烈的降温事件,温度大幅降低、相对湿度增大导致冰雪融水和有效降水增加,湖泊出现一次明显的高湖面事件。此时  $\delta^{13}\text{C}$  的降低可能与湖面冰冻时间增加导致湖水与大气  $\text{CO}_2$  同位素交换程度的降低有关。这次强烈的降温事件很可能是末次冰消期“新仙女木事件”的反映,且在北疆巴里坤湖(韩淑等,1992)、艾比湖(李国胜,1993)中也记录到了此事件冷湿的气候特征,并且在南疆塔克拉玛干沙漠南缘策勒达玛沟剖面(文启忠等,1992)中也有记录。

#### 3.2 10.0kaB. P. —5.0kaB. P. 期间

自 10.0kaB. P. 开始,全球开始大幅增温,  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  及  $\text{CaCO}_3$  猛增,至 9.4kaB. P. 达到峰值,但随后在 8.8kaB. P. 又猛烈下降至一谷值,反映了气候由暖转冷的突变性质。9.4kaB. P. 前后表现为全剖面的极暖事件,此时  $\delta^{18}\text{O}$  值增至剖面最高值 3.75%,  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\text{CaCO}_3$  也增至全剖面的次高值 1.19% 和 21.8%, 而  $A/C$  值却猛降至全剖面的最低值,孢粉浓度只有 8 粒/g,暗示了湖泊此时期强烈收缩,湖面缩小,湖水盐度大幅增加。这次极强的变暖事件吻合于敦德冰芯出现于 9.2—9.0kaB. P. 的极暖事件(姚檀栋等,1992),也可与巴里坤湖(8.970 ± 0.14) kaB. P. 的新暖干期 III(韩淑等,1992)和北半球 9.0kaB. P. 前后的暖干期相对应(徐馨等,1990)。而 8.8kaB. P. 出现的具全球意义的冷峰在敦德冰芯中表现为全新世中的极冷事件,敦德冰川在(8.455 ± 0.265) kaB. P.、昆仑山古里雅冰帽(8.290 ± 0.16) kaB. P.、乌鲁木齐河源冰川(9.170 ± 0.4) kaB. P. 以及欧洲

阿尔卑斯山、南美安第斯山于 8.6kaB. P. 出现的冰进可能都是对它的响应,此时  $A/C$  值和化学元素干湿指标  $C$  都有所升高,孢粉浓度也达到 40 粒/g,湖泊面积有所扩大。这次冷事件之后,温度开始回升,至 7.5—7.0kaB. P. 出现了中全新世另一高温事件,此时湖泊盐度增加,湖面缩小,它吻合于北疆巴里坤湖 7.0kaB. P. 的新暖干期 IV (韩淑等, 1992) 和艾比湖在 6.6kaB. P. 出现的第一燃烧层所反映的短期暖干时期(文启忠等, 1989),也与北半球 7.0kaB. P. 的暖期相当。自 7.0kaB. P. 前后,  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  之间的波动对应关系发生变化,表现为反相波动形式。7.0—5.5kaB. P. 期间,  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\text{CaCO}_3$  总体呈现同步下降的趋势,但  $\delta^{13}\text{C}$  降低的幅度明显小于  $\delta^{18}\text{O}$  和  $\text{CaCO}_3$ ,很可能是此时出现的全新世大暖期相对暖湿的环境特征的体现,此时温度上升,空气相对湿度增大,湖泊水体膨胀淡化,湖面上升,但此次高湖面形成的原因却与 11.0—10.0kaB. P. 期间的高湖面在形成机制上显著不同。 $\delta^{13}\text{C}$  于 5.5kaB. P. 前后猛降至全剖面的最低值(-6.78%),而  $\delta^{18}\text{O}$  却猛升至 1.43%,代表了一种相对暖湿的环境特征,很可能是真正意义上的全新世大暖期鼎盛期(Megathermal Maximum) 暖湿气候特征的响应,其成因可能与全球增温导致暖湿的夏季风势力空前增强以致于影响到新疆地区有关(韩淑等, 1992, 1993; 文启忠等, 1992; 李吉均, 1990)。

### 3.3 5.0—2.0kaB. P. 期间

在 5.0kaB. P. 前后,  $\delta^{13}\text{C}$  达一峰值(-1.26%),而  $\delta^{18}\text{O}$ (-4.25%) 和  $\text{CaCO}_3$  却为一谷值,  $A/C$  明显下降,孢粉浓度也降至 20 粒/g,反映了一种相对干冷的环境特征,这一具全球意义的变冷事件在北疆艾比湖也有发现(李国胜, 1993),基本上吻合于北半球以 5.5kaB. P. 为中心的第三新冰期(徐馨等, 1990),至 4.5kaB. P. 此次变冷达到最盛,  $A/C$  值、孢粉浓度以及  $C$  值都有所增加,暗示了湖泊水文状况再次趋好。但自 4.0kaB. P. 以后,  $\delta^{18}\text{O}$  平均含量明显高于前期,  $\delta^{13}\text{C}$  及  $\text{CaCO}_3$  含量也总体呈现高值,而  $A/C$  值明显趋于减小。反映了气候的干暖化进程再次加剧,湖泊水位趋浅、湖水水体收缩、盐度增高。出现于 3.5kaB. P. 的暖峰可与敦德冰芯出现于 3.0—2.9kaB. P. 的全新世次高温事件(姚檀栋等, 1992) 相吻合。自 3.0kaB. P. 以后,气候转向相对冷湿,  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\text{CaCO}_3$  含量相应减少,而  $A/C$  和  $C$  值以及孢粉浓度则有所增加。众多的地质记录的研究表明(zhong *et al.*, 1996), 4.0kaB. P. 之后,新疆地区虽然也有过短暂的凉湿波动,但其暖干化的趋势显著增强,总体特征主要表现为沙漠前进、湖泊收缩咸化、冰川后退等等。

### 3.4 2.0kaB. P. 以后

2.0kaB. P. 之后,  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  值降低,尤以  $\delta^{13}\text{C}$  降低最为显著,于 1.5kaB. P. 附近降至全剖面的第三低值,反映了一短暂的相对凉湿期的存在,这也是新疆地区普遍存在的短暂成碳期之一(Zhong *et al.*, 1996; 钟巍等, 1996),是形成现代干旱气候环境之前的最末一次凉湿事件,湖泊水文状况相对变好。之后,  $\delta^{13}\text{C}$  猛升,于 0.5kaB. P. 前后达到剖面的最高值 1.67%,  $\text{CaCO}_3$  平均含量明显增高,  $\delta^{18}\text{O}$  也表现为一小峰值,表明暖干状况再次增强。而随后  $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\text{CaCO}_3$  的同步降低,表明湿度略有增加。

## 4 问题的讨论

由博斯腾湖湖相沉积地层、碳酸盐同位素、孢粉及化学元素所揭示近 12.0kaB. P. 以来的气候与湖泊水文状况的变化过程可见表 1。其气候的演化特征与新疆地区其它地质

记录基本一致, 具有明显的西风型环境演变特征, 表现为冷与相对湿润、暖与相对干旱的水热配置关系。而在新疆极端干旱的环境条件下, 冷期中湿润状况的改善并不一定是由于降水量绝对值的增大所致, 而更主要的是由于温度的降低导致空气中相对湿度增加、蒸发减弱造成的。

表 1 近 12.0kaB. P. 以来博斯腾湖气候与湖泊水文状况演化过程

Tab. 1 Palaeoclimatic and hydrologic evolution since about 12.0kaB. P., Bosten Lake

年代 (kaB. P.)	入湖水量	湖泊水位	湖泊面积	湖水盐度	气候特征
1.0—0	增多	上升	扩大	减小	暖干—略转湿
2.0—1.0	减少	下降	缩小	增大	冷湿—暖干
3.0—2.0	增多	上升	扩大	减小	暖干—冷湿
4.0—3.0	减少	下降	缩小	增大	冷湿—暖干
5.0—4.0	增多	上升	扩大	减小	冷干—冷湿
7.0—5.0	减少	下降	缩小	增大	暖湿—冷干
8.0—7.0	增多	上升	扩大	减小	暖干—暖湿
9.0—8.0	减少	下降	缩小	增大	冷湿—暖干
10.0—9.0	增多	上升	扩大	减小	暖干—冷湿
11.0—10.0	减少	下降	缩小	增大	冷湿—暖干
12.0—11.0	增多	上升	扩大	减小	暖干—冷湿

研究还发现气候于 12.0ka、10.0ka、4.0ka 和 1.5kaB. P. 存在显著的阶梯式增暖变干特征, 同时也暗示了湖泊的收缩过程。 $\delta^{18}\text{O}$  与  $\delta^{13}\text{C}$  值、 $\text{CaCO}_3$  含量和孢粉  $A/C$  值及孢粉浓度的变化, 同步揭示了本地区近 12.0kaB. P. 以来出现了一系列冷暖变化, 其中暖峰主要出现于 11.5—11.0ka、9.4ka、7.5ka、3.0ka 和 2.0kaB. P., 气候特征以干暖为主, 湖泊水文特征总体表现为盐度增加, 水位下降, 湖面缩小; 而冷峰主要出现于 11.0—10.0ka、8.8ka、5.0ka、3.30ka 和 1.5kaB. P., 主要表现为湿润程度有所改善, 相应地, 湖泊膨胀淡化, 湖面上升。其中几次强烈的冷暖事件在年代上与敦德冰芯、青藏高原若尔盖泥炭  $\delta^{13}\text{C}$  记录(王富葆等, 1993) 极为吻合, 反映了气候变化广泛的区域一致性特征。而在 7.0—5.0kaB. P. 期间出现的相对暖湿的环境特征可能与此时西南夏季风势力增强有关, 这是在全新世气候暖干化趋势总体增强过程中的非常短暂的一次暖湿波动, 即可能是真正意义上的全新世大暖期鼎盛期的反映, 湖泊水文状况明显变好。从图 1 中可以看到, 在 4.0kaB. P. 以后气候总体特征显著变暖, 主要体现在暖峰的频率加大, 但幅度大致相同; 而冷峰的幅度却显著小于 4.0kaB. P. 以前。这一暖干化的结果造成沙漠大规模地前进, 南疆地区众多古城相继被迫废弃。这一研究结果对于深入理解极端干旱的南疆地区自然环境的演变过程与特征, 探讨极端干旱背景下的人地关系演化等问题具有重要意义。

## 参 考 文 献

- 文启忠, 乔玉楼, 1992. 新疆地区全新世沉积的古气候记录及其高温期分析. 见: 施雅风主编. 中国大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社, 168—174
- 文启忠, 郑洪汉, 1989. 北疆地区晚更新世以来的气候环境变迁. 科学通报, 33(10): 771—774
- 王富葆, 阎 革, 林本海, 1993. 若尔盖高原泥炭<sup>13</sup>C记录的初步研究. 科学通报, 38(1): 65—67
- 刘英俊, 1984. 元素地球化学. 北京: 科学出版社, 154—168
- 孙湘君, 杜乃秋, 瓮成郁等, 1994. 近14000年以来新疆玛纳斯湖的古植被与环境. 第四纪研究, 3: 239—247
- 李吉均, 1990. 中国西部地区晚更新世以来的环境演变模式. 第四纪研究, 3: 197—203
- 李国胜, 1993. 艾比湖末次冰消期<sup>13</sup>C记录与突变气候事件研究. 科学通报, 38(22): 3069—3071
- 杨川德, 邵新媛, 1993. 亚洲中部湖泊近期变化. 北京: 气象出版社, 69—70
- 吴敬禄, 1997. 青藏高原RM孔自生碳酸盐稳定同位素组成及古气候. 地理科学, 17(1): 18—22
- 陈克造, 鲍 勒, 1985. 柴达木盆地晚更新世盐湖演化. 中澳第四纪学术讨论会论文集, 北京: 科学出版社, 98—102
- 姚檀栋, 施雅风, Thompson L G等, 1992. 祁连山敦德冰芯记录的全新世气候变化. 见: 施雅风主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社, 206—210
- 钟 巍, 王建立, 1996. 中国西部全新世环境演变的序列与特征. 新疆地质, 14(4): 346—354
- 徐 馨, 沈志达. 1990. 全新世环境. 贵阳: 贵州人民出版社, 168—170
- 韩淑 , 李志中, 1994. 论新疆巴里坤湖沉积地球化学指标的累积规律. 海洋与湖沼, 25(4): 429—437
- 韩淑 , 李国胜, 1993. 全新世中期西南季风曾入侵新疆. 见: 张兰生主编. 历史时期中国生存环境演变研究. 北京: 海洋出版社, 22—31
- 韩淑 , 瞿 章, 1992. 北疆内陆型全新世气候演变特征. 中国科学(B), 11: 1021—1029
- Humphrey J D, Fering C R, 1994. Stable isotopic evidence for latest pleistocene and central Holocene climatic change in north Texas, Quat Res, 41: 200—213
- Krishnamurthy R V, Micheal J, DeNiro J, 1982. Isotope evidence for pleistocene change in Kashmir, India. Nature, 298: 640—641
- Menking K M, Bischoff J L, Fitzpatrick J A *et al*, 1997. Climatic/ Hydrologic Oscillation since about 155000aB. P. at Owens lake, reflected in Abundance and stable isotope composition sediment carbonate. Quat Res, 48: 58—68
- Zhong Wei, Wang Jian Ming, 1996. Preliminary study on Holocene environmental changes in Xinjiang. Chinese Geographical Science, 6(2): 166—175

## PALAEOCLIMATIC AND PALAEOHYDROLOGIC OSCILLATIONS SINCE ABOUT 12.0kaB. P. AT BOSTEN LAKE, SOUTHERN XINJIANG

ZHONG Wei, SHU Qiang

(*Department of Resource, Environment and Information Science, Xinjiang University, Urumqi, 830046*)

**Abstract** Study on palaeoclimatic evolution in Xinjiang, especially in southern Xinjiang is much more backward because it is difficult to obtain a continuous and with high-resolution geologic record which may provide useful information to reconstruct the history of palaeoclimatic change. In order to find the characteristics of palaeoclimatic evolution of southern Xinjiang, a lacustrine sediment record has been newly retrieved by the author of this paper in Bosten Lake. The purpose of this contribution is to review the evolution of climatic and hydrology for the past 12.0kaB. P. as reflected in the lacustrine sediment of Bosten Lake, southern Xinjiang.

Bosten Lake (86°40'—87°26' E, 41°56'—42°14' N), a lake of tectonic origin, is the largest inland freshwater lake in China. It lies at the south part of the depression of Yanqi Basin. This lake is very sensitive to regional climatic changes because it is supplied mainly by melt water from glaciers and snow in Tianshan Mt. and tectonics have not significantly modified its hydrology in late Quaternary. An excavation was carried out in the site about 2km southwest from Bohu county town, a pit was dug to 3.2m. Based on the carbonate stable isotopic composition, carbonate content, pollen result and geochemical index record of lacustrine sediment of Bosten Lake, many oscillations representing climatic changes in the north region part in southern Xinjiang. The study indicates that during the past 12.0kaB. P. palaeoclimate oscillated frequently, and a palaeoclimatic and hydrologic history of Bosten Lake since about 12.0kaB. P. has been outlined, with the following results obtained.

(1) Features of palaeoclimatic evolution around Bosten Lake are basically identical to those revealed by other geological records in Xinjiang. Palaeoclimatic changes presented apparent Westlies Style model: during cold periods, relative humidity increased and lake water level rose; but in warm periods, the dry regime aggravated, and lake water was lowered.

(2) The temperature reflected by  $\delta^{18}\text{O}$  shows evident features of increase in the late period. Combining with the  $\delta^{13}\text{C}$ , pollen and geochemical elements analysis, several cold and warm phases which are of broad regional significance can be identified. The warm peaks occurred at about 11.5—11.0ka, 9.4ka, 7.5—7.0ka, 6.5—6.0ka, 3.0ka and 2.0kaB. P.; the cold peaks at 11.0—10.0ka, 8.8ka, 5.0—4.5ka, 3.3ka and 1.5kaB. P.

(3) Several climatic events with the nature of "Abrupt Climatic changes" are revealed, i. e. 11.0—10.0ka, 9.4—8.8ka and 5.5—5.0ka, 2.0—1.5kaB. P. .

(4) The only relatively warm-humid phase during 7.0—5.0kaB. P. may be deduced from the Megathermal Maximum, resulting from the strengthened summer southeastern monsoon force which led to an evident high lake level event.

**Key words** Bosten Lake, Since 12.0kaB. P. , Palaeoclimate, Palaeohydrology