

南疆博斯腾湖末次冰消期 新仙女木事件的记录*

钟 巍

(新疆大学地理系, 乌鲁木齐 830046)

提 要 南疆博斯腾湖湖相沉积物碳酸盐稳定同位素、孢粉及地化元素含量的波动揭示了于 11.0 - 10.0kaBP 期间的相对冷湿的环境特征. 这次变冷事件在年代上可与末次冰消期的新仙女木气候突然变冷事件相对应. 虽然目前还无法圆满解释此事件的成因机制, 但此事件在极端干旱的南疆博斯腾湖湖相沉积中的发现, 无疑对深入认识此事件发生的全球性以及探讨其成因机制具有重要意义.

关键词 博斯腾湖 新仙女木事件 湖相沉积

分类号 P343.3

博斯腾湖(86°40' - 87°26'E, 41°56' - 42°14'N)位于焉耆盆地南侧最洼处, 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月平均气温为 -9.2℃, 7月平均气温 23.6℃, 多年平均气温 6.3℃, 年降水量 68.2mm^[1], 蒸发与降水比为 26 - 30. 为了探讨此地区全新世以来的气候演变的湖相沉积记录, 在博湖县城西南约 2km 处, 挖取探坑共深 3.2m, 剖面位于博斯腾湖二级湖滨阶地, 海拔高度约为 1500m. 研究发现剖面沉积地层及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都记录到了发生于 11.0 - 10.0kaBP 期间的著名的新仙女木事件(Younger Dryas Event, YD).

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 处有炭化层的发育(图 1). 有机¹⁴C 年代样品共分析了 6 块. 根据最小二乘法计算出剖面的平均沉积速率为 0.026cm·a⁻¹, 并以此对剖面进行了年代插值, 插值结果与¹⁴C 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.

2 南疆博斯腾湖气候新仙女木事件的记录

2.1 剖面沉积地层记录

从图 1 中可注意到, 在剖面 1.2m、1.6m、2.1m 和 2.8m 处有泥炭化层的发育, ¹⁴C 年代分别为 2820 ± 150kaBP、4760 ± 360kaBP、8260 ± 300kaBP 和 10560 ± 310kaBP. 由于泥炭是在滞

* 国家自然科学基金(49761007)以及新疆大学自然科学基金联合资助.
收稿日期: 1997-11-16; 收到修改稿日期: 1998-08-20. 钟巍, 男, 1967年生, 博士, 副教授.

水条件下发育的,它的出现可视为过湿环境的体现,可能与此时期湖泊水位升高有关.而且野外坑探还发现,博湖县城附近湖相地层中,这四层炭化层的层位相当稳定.从年代上看,这四层炭化层的发育分别可对应于全新世期间北半球发生于 3.0 kaBP、5.0 kaBP 和 8.2kaBP 前后的冷期以及末次冰消期中著名的新仙女木变冷事件.

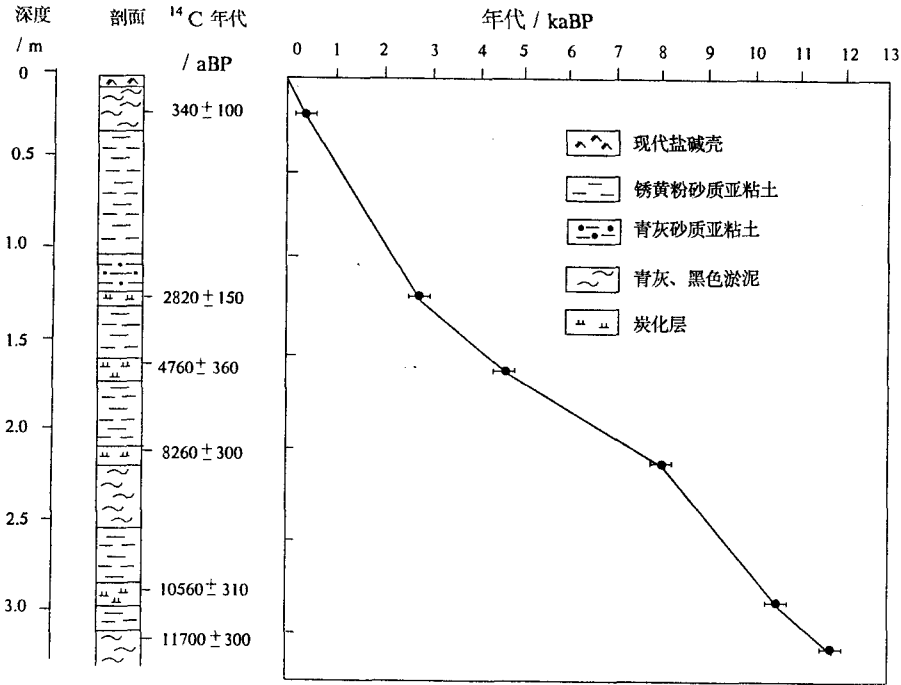


图 1 剖面沉积特征与年代—深度关系图

Fig.1 Sediment feature and the age-depth relationship in the section of Bosten Lake

2.2 沉积物碳酸盐稳定同位素记录

以 0.05m 间距采集同位素分析样品,分析方法同文献[2].分析前,在真空中加热至 475℃ 1h 以消化有机碳的影响.运用沉降法收集 0.002mm 粒级以下部分用磷酸处理收集 CO₂ 后运用 MAT-251 型同位素质谱仪测试,测试精度为 ± 0.02‰,结果以 PDB 标准给出.测试结果表明,剖面中 δ¹⁸O 与 δ¹³C 分别波动于 10.33 ‰至 3.75‰和 -6.78‰至 1.67‰之间(图 2).注意到剖面中 δ¹⁸O 值明显偏正,可能同本地区一直存在的极端干旱的气候条件有关.

已有的研究表明^[2,3],湖泊碳酸盐 δ¹⁸O 与 δ¹³C 两者如呈反相变化,则 δ¹⁸O 主要受温度的影响,温度高有利于碳酸盐富集重氧同位素;若 δ¹⁸O 与 δ¹³C 呈同步变化,则 δ¹⁸O 的变化主要受湖泊水体同位素波动的影响.而湖泊水体氧同位素又主要受大气相对湿度控制,并与此呈负相关,同时也与补给水氧同位素含量和蒸发量的比值呈正相关.由于新疆地区极端干旱的环境特征,相对湿度的变化主要受控于温度,低温利湿效应较为明显,故 δ¹⁸O 含量的高低具有指示温度和大气相对湿度的双重意义,δ¹⁸O 高指示湖泊水体处于高温蒸发浓缩期,湖泊水体盐度

较高;反之,为湖泊淡化期^[2].注意到剖面中 $\delta^{18}\text{O}$ 明显偏正,可能同此地区蒸发强烈有关.湖相沉积碳酸盐 ^{13}C 含量主要受湖水与大气 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.强烈的 CO_2 交换及较高的湖水盐度和较短的冰冻时间都会使得 ^{13}C 富集.从图 2 可发现,在约 12.0-11.0kaBP 期间, $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 增高,反映了一种较为暖干的气候特征,可能是末次冰消期阿尔露德间冰阶的反映.随后,11.0-10.0kaBP 期间, $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$ 猛降,其中 $\delta^{18}\text{O}$ 和 CaCO_3 在 10.5kaBP 时降至全剖面的最低值 (-10.33‰),反映了温度大幅度降低,相对湿度增加,代表了一次强烈的降温事件.此时 $\delta^{13}\text{C}$ 的大幅降低可能与湖面冰冻时间增加、导致湖水与大气 CO_2 同位素交换程度降低有关.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.

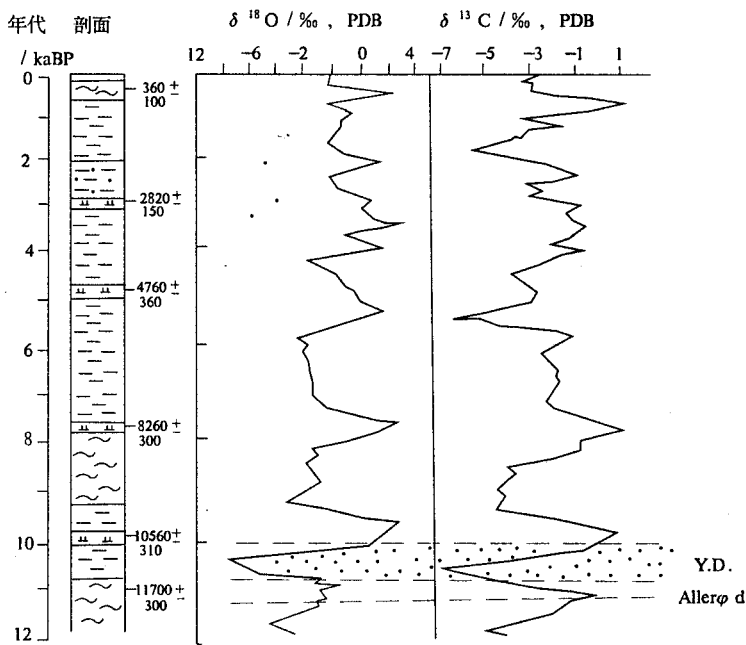


图 2 博斯腾湖沉积物碳酸盐稳定同位素 $\delta^{18}\text{O}$ 与 $\delta^{13}\text{C}$

Fig.2 Fluctuation of $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ in the section of Bosten Lake, southern Xinjiang

2.3 孢粉记录

约 12.0-10.0kaBP 期间(剖面 3.20-2.75m),孢粉组合主要以藜科 *Chenopodiaceae*、蒿 *Asteris* 及禾本科 *Gramineae* 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 (*Asteris*/*Chenopodiaceae*) 指标.由于此阶段所有分析样品中, *Asteris* 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^[4], A/C 值越低,则代表的植被生态越干旱(图 3).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(图 3).于 11.0 - 10.0kaBP 时出现的 A/C 峰值的出现及与较前期明显增高的孢粉浓度($40 \text{ 粒} \cdot \text{g}^{-1}$),说明荒漠植被相对繁茂,暗示了空气相对湿度的增加或者降水与蒸发状况的改变.

2.4 沉积物地球化学元素记录

运用沉积物地球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.地球化学元素分析结果表明,博斯腾湖近 12kaBP 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 CaCO_3 含量分析与 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 之间有良好的对应关系(图 4),且在 11.0 - 10.0kaBP 期间, CaCO_3 含量与 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 同步降低,由于 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^[5,6],与据文献[7]提出的地球化学元素综合干湿指标 C 的计算方法绘出博斯腾湖沉积物 C 值波动曲线(图 4)相吻合.由地球化学元素所揭示的 YD 中相对冷湿的气候条件与沉积物碳酸盐同位素及孢粉记录完全吻合.

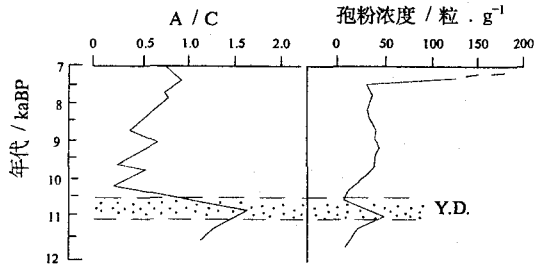


图 3 博斯腾湖近 12.0 - 7.5kaBP 期间孢粉 A/C 值与孢粉浓度

Fig.3 The A/C ratio and spore-pollen density during 12.0 - 7.5kaBP in the section of Bosten lake, southern Xinjiang

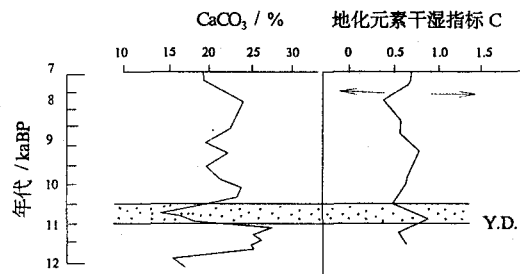


图 4 博斯腾湖沉积物 12.0 - 7.5kaBP 期间 CaCO_3 及地球化学元素综合干湿指标 C 值波动

Fig.4 Fluctuation of CaCO_3 contents and comprehensive geochemical wet-dry index C ratio during 12.0 - 7.5kaBP in the section of Bosten Lake, southern Xinjiang

3 结语

新仙女木事件因其始止突然性和全球性而引起各国学者的高度重视.因为此时太阳辐射强度几乎达到最大值,而在全球各地气温却大幅下降,某些地区如北欧甚至出现了类似于末次冰盛期的环境特征.对于此事件发生的机制有不同的解释和假说,如 CO_2 说、洋流说、冰架融化说等^[8].但是,任何一种假说都无法深入圆满地解释此事件发生的突然性和全球性,笔者曾提出过若干概念性的解释,认为要成功地解释此事件的成因机制必须要综合地考虑大气中 CO 含量的变化以及洋流和海—气系统的调整和相互影响^[8].近年来在新疆地区也陆续发现了此事件的记录,如北疆巴里坤湖^[9]、艾比湖^[10]以及南疆策勒达玛沟剖面^[11]等,但它们所记录到的此事件的变冷强度和幅度却都不及博期斯腾湖.尤为难得的是,在博斯腾湖由于具较高分辨率的沉积物碳酸盐稳定同位素记录与孢粉和地球化学元素以及地层记录相吻合,揭示了 YD 期间相对冷湿的环境特征.这是新疆地区首次获得的有关新仙女木气候突变事件的综合

记录. 虽然以目前的研究水平无法圆满地解释此事件的成因机制, 本文也不拟做之方面的尝试, 但在极端干旱的南疆地区博斯腾湖新仙女木事件的获得无疑对深入认识此事件的全球性, 进而探讨其成因机制等方面的研究具有重要意义.

参 考 文 献

- 1 杨川德, 邵新媛. 亚洲中部湖泊近期变化. 北京: 气象出版社, 1993. 69 - 70
- 2 吴敬禄. 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, 1997, 17(1): 18 - 22
- 3 Krishnamurthy R V, Micheal J, De Niro. Isotope evidence for pleistocene change in Kashmir, India. *Nature*, 1982, 298: 640 - 641
- 4 孙湘君, 杜乃秋, 瓮成郁等. 近 14000 年以来新疆玛纳斯湖的古植被与环境. 第四纪研究, 1994(3): 239 - 247
- 5 刘英俊. 元素地球化学. 北京: 科学出版社, 1984
- 6 韩淑妮, 李志中. 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, 1994, 25(4): 429 - 437
- 7 陈克造等. 柴达木盆地察尔汗盐湖的沉积特征及古气候演化初步研究. 中国科学(B), 1985, 5: 463 - 473
- 8 Wang Jianmin, Zhong Wei. The research history and present situation of Younger Dryas Event in the last deglaciation. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1994, 16(4): 373 - 377
- 9 韩淑妮, 瞿章. 北疆内陆型全新世气候演变特征. 中国科学(B), 1992, 11: 1020 - 1029
- 10 李国胜. 艾比湖末次冰消期¹³C 记录与突变气候事件研究. 科学通报, 1993, 38(22): 3069 - 3071
- 11 文启忠, 乔玉楼. 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, 1992. 168 - 174

Younger Dryas Cooling Event Revealed from the Section of Bosten Lake, Southern Xinjiang, China

ZHONG Wei

(Department of Geography, Xinjiang University, Urumqi 830046)

Abstract

One of the most dramatic climate change events is the Younger Dryas event (YD), a return to near-glacial conditions that punctuated the last deglaciation. Based chiefly on the lacustrine carbonate isotopic composition, spore-pollen and geochemical element wet-dry index C and CaCO₃ analyses of Bosten Lake, southern Xinjiang, the most striking Younger Dryas cooling event (YD) during last deglaciation has been revealed. This record shows that both the onset and termination of the YD event occurred within 11.0-10.0kaBP, essentially synchronizing with Europe and Greenland, during which climate was characterized by a cold and relative humid regime.

Although the mechanism for creating such abrupt and global event is not easily to be explained, the results obtained from southern Xinjiang, the aridest inland area in China, may provide some fresh insights into such abrupt climatic anomalies.

Key words Bosten Lake, Younger Dryas Event, lacustrine deposit