

# 东昆仑阿拉克湖地区近2 ka以来风成沙沉积的气候变迁记录

向树元, 喻建新, 王国灿, 双燕, 吴燕玲

(中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074)

**摘要:** 对青海都兰县巴隆乡阿拉克湖东岸风成沙剖面的孢粉分析结果表明, 该地区气候近2 ka来经历了4个温暖期与寒冷期交替阶段: 温暖期出现在20~180, 330~410, 700~920, 1140~1380 a; 寒冷期出现在180~330, 410~700, 920~1140, 1380~1920 a. 温暖期气候为温干偏湿, 寒冷期气候为温凉干旱. 其中700~920 a出现丰富的常见于亚热带和温带地区的漆树、乔木植物发育的孢粉组合, 是近2 ka中该地区气候最为温暖和潮湿的时期, 提供了西部也存在与东部唐代温暖期对应的证据. 1500 a以后沉积的风成沙中已找不到足够能分析环境的孢粉数量, 说明进入“小冰期”后无论是乔木植物还是草本植物的数量都迅速减少, 到现代该地区乔木植物已基本绝灭. 考虑到该地区人口密度很低, 人类活动不应成为造成该地区乔木植物绝灭的根本原因, 笔者认为主要原因应归为长达300多年的“小冰期”寒冷和干旱气候的自然因素.

**关键词:** 气候变迁; 孢粉分析; 东昆仑; 阿拉克湖.

**中图分类号:** P534.63 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2383(2003)06-0669-06

**作者简介:** 向树元(1960—), 男, 副教授, 1987年获硕士学位, 现在在职攻读古生物学与地层学博士学位, 从事区域地质调查及第四纪地质研究和教学工作. E-mail: xshy@cug.edu.cn.

研究近2 ka来气候变化是国际全球变化研究中的重要研究领域之一<sup>[1]</sup>. 许多研究者利用历史文献记载及其相关代用资料记载对我国东部不同时期的冷暖变化进行了研究<sup>[2~7]</sup>. 但中国西部因历史记载稀少而难以据此建立可靠的气候变化序列. 许多研究者利用冰心  $\delta(^{18}O)$ 、树木年轮以及沉积物有机碳分析等研究西部的气候变迁, 取得了许多成果<sup>[8~12]</sup>. 本文试图利用沉积相对连续的风成沙为载体, 使用孢粉作为环境代用指标对中国西部东昆仑地区近2 ka年来的气候变化序列进行精细研究.

## 1 剖面位置及风成沙年龄

研究区位于东昆仑山东段的主脊山脉布尔汗布达山和分支山脉布青山之间, 由昆南断裂的走滑

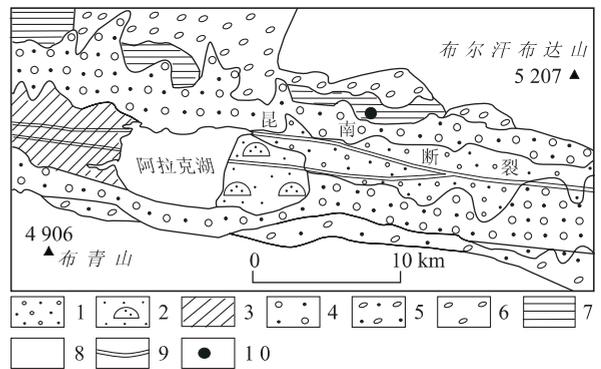


图1 青海省都兰县阿拉克湖地区第四纪地质略图

Fig. 1 Quaternary geological sketch map in the Alakehu area, Dulan County, Qinghai Province

1.  $Qh^{pal}$ 洪冲积: 砂砾石; 2.  $Qh^{eol}$ 风积: 灰黄色细、粉砂; 3.  $Qh^{fl}$ 湖沼沉积: 灰色粉砂、粘土; 4.  $Qp_3^{pal}$ 洪冲积: 杂色砂砾石; 5.  $Qp_2^{pal}$ 洪冲积: 杂色砂砾石; 6.  $Qp_1^{al}$ 冲积: 黄灰色砂砾石层; 7.  $Qp_1^{1-1d}$ 湖至湖三角洲沉积: 粘土、粉砂夹砂砾石; 8. 基岩; 9. 活动断层; 10. 剖面位置

拉分作用形成的断陷盆地中发育多种成因的第四纪地层(图1). 剖面位于青海省都兰县巴隆乡阿拉克湖

收稿日期: 2003-05-15

基金项目: 中国地调局1:25万阿拉克湖幅区域地质调查项目(No. 19991300004021); 国家自然科学基金项目(No. 40072062); 国土资源部科技司青藏高原新生代填图方法集成研究项目(No. 2000201-2-2).

表 1 青海省都兰县阿拉克湖地区风成沙红外释光测年结果

Table 1 Optical stimulated luminescence ages of the aeolian sand at the Alakehu, Dulan County, Qinghai Province

样号	样品位置/cm	$w_{\text{R}}/\%$				年剂量率/(Gy·ka <sup>-1</sup> )	坪区间	等效剂量	年龄/ka
		H <sub>2</sub> O	U	Th	K <sub>2</sub> O				
AP35TL2-1	53	5	0.099	0.023	1.58	4.109	1-14	2.3±0.2	0.6±0.1
AP35TL4-1	130	10	0.111	0.014	2.61	3.645	1-42	3.9±0.4	1.1±0.1
AP35TL6-1	238	10	0.101	0.043	1.82	2.592	2-17	5.0±0.6	1.9±0.3

红外释光测试单位:中国地震局新年代学开放实验室;测试者:张克旗.

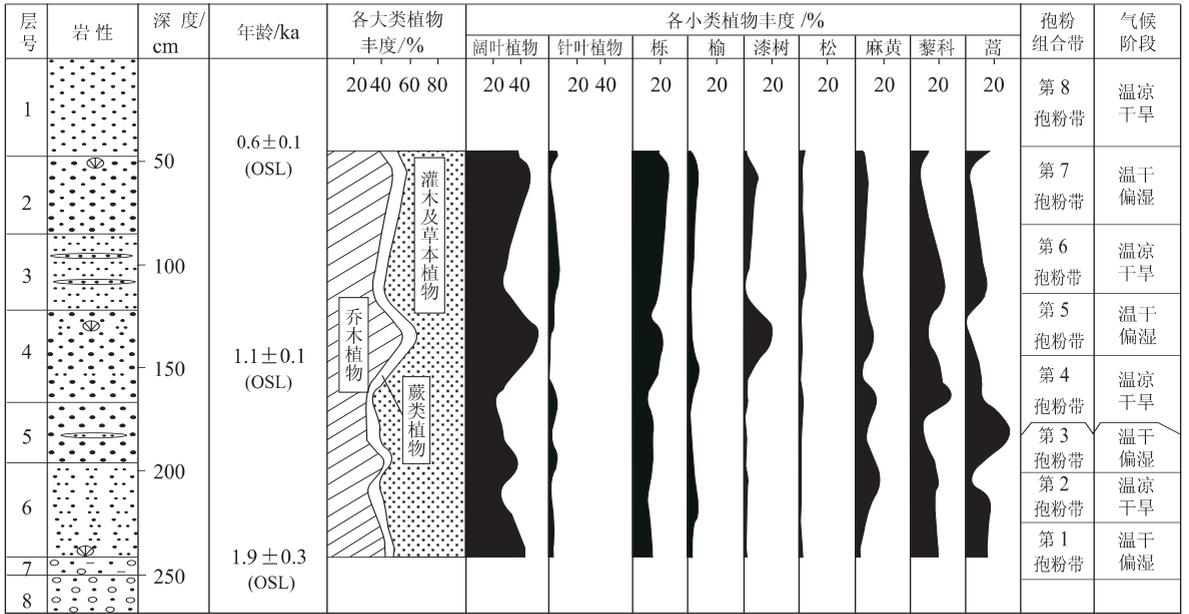


图 2 青海省都兰县巴隆乡阿拉克湖风成沙剖面孢粉含量

Fig. 2 Sporopollen contents of the aeolian sand section at the Alakehu, Dulan County, Qinghai Province

东岸, 经度  $97^{\circ} 11. 71' E$ , 纬度  $35^{\circ} 34. 19' N$ , 海拔 4 135 m. 剖面厚度 270 cm, 从上到下分为 8 层(图 2). 其中第 1~6 层为风成沙(0~242 cm), 第 7~8 层为河流洪冲积砂砾石层. 对第 2, 4, 6 层采集了红外释光样品进行年龄控制. 红外释光测年结果(表 1): 53 cm 处 OSL 年龄为  $(0. 6 \pm 0. 1) ka$ , 130 cm 处 OSL 年龄为  $(1. 1 \pm 0. 1) ka$ , 238 cm 处 OSL 年龄为  $(1. 9 \pm 0. 3) ka$ . 假设一定时间内风成沙沉积速率为常数(0~53 cm 之间平均沉积速率约为 8. 83 cm/100 a, 53~130 cm 之间平均沉积速率约为 15. 4 cm/100 a, 130~238 cm 之间平均沉积速率约为 13. 5 cm/100 a), 可以把不同深度的样品换算为时间尺度, 同时得到不同深度的计算年龄.

## 2 孢粉组合

对该黄土剖面采集孢粉样品 25 块, 样品长 1~2 cm, 间隔 10 cm. 经盐酸、氢氟酸、碱分析处理后,

在其中 20 块样品中见丰富孢粉化石. 其孢粉组合总体特征为灌木及草本植物超过乔木植物. 共统计孢子花粉 2 657 粒, 它们分属于 51 属(科). 其中裸子植物花粉有 7 属; 陆生草本植物花粉 11 属(科); 水生草本植物花粉 3 属(科); 蕨类植物孢子 8 属(科); 藻类植物孢子 2 属(科). 根据该剖面孢子花粉种类和含量变化特征, 自下而上划分为 8 个带(图 2), 各带的特征分述如下: (1) 第 1 孢粉带(242~220 cm): *Salix*—*Quercus*—*Chenopodiaceae*—*Artemisia* 孢粉组合带. 本带孢粉组合中乔木植物花粉占孢粉组合的 43. 2%, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 52. 7%, 蕨类植物孢子含量极少, 占组合的 4. 1%. 乔木植物中阔叶植物占 41. 2%, 针叶植物占 2%, 阔叶植物花粉以柳为主, 含量为 17. 6%, 为整个剖面中最高, 栎属次之, 占组合的 14. 2%; 榆、冬青经常见及, 灌木中耐干旱的麻黄仅占 4. 1%, 草本植物花粉中藜、蒿含量较高, 分别为 20. 3%、14. 9%; 菊科(6. 1%)、十字花科(4. 1%)经常见及. (2) 第 2 孢粉带(220~200 cm):

*Ephedra*—*Chenopodiaceae*—*Quercus* 孢粉组合带。本带孢粉组合中乔木植物花粉占孢粉组合的 31.7%~32.4%, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 56.3%~59.6%, 蕨类植物孢子占组合的 5.7%~8.7%。乔木植物中阔叶植物占 30.3%~30.7%, 针叶植物仅占 1.4%~1.7%, 阔叶植物花粉以栎为主, 含量为 11.0%~13.1%, 榆次之, 占组合的 5.1%~7.3%, 柳、冬青经常见及; 灌木中耐干旱的麻黄占 12.8%~19.9%, 草本植物花粉中藜、蒿含量较高, 分别为 17.0%~19.9%、4.5%~17.4%; 菊科(3.7%~5.1%)、十字花科(1.7%~7.3%)经常见及。(3)第 3 孢粉带(200~189 cm): *Quercus*—*Chenopodiaceae*—*Ephedra* 孢粉组合带。本带孢粉组合中乔木植物花粉占孢粉组合的 42.7%, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 52.7%, 蕨类植物孢子占组合的 4.5%。乔木植物中阔叶植物占 37.2%, 针叶植物占 5.5%, 阔叶植物花粉以栎为主, 含量为 15.5%, 榆、银杏、槭树、柳、悬铃木、漆树次之, 含量在 2.3%~3.6%之间, 针叶植物有松、罗汉松、雪松、铁杉等; 灌木中耐干旱的麻黄占 13.6%, 草本植物花粉中藜、蒿含量较高, 分别为 18.2%、13.2%。(4)第 4 孢粉带(189~150 cm): *Artemisia*—*Chenopodiaceae*—*Ephedra*—*Quercus* 孢粉组合带。本组合带的显著特征是喜干旱的蒿属花粉含量在整个剖面中最高, 灌木及草本植物花粉含量远超过乔木植物花粉, 乔木植物花粉占孢粉组合的 27.1%~33.9%, 为本剖面中最低, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 55.7%~67.7%, 蕨类植物孢子占组合的 5.2%~10.4%。乔木植物中阔叶植物占 21.3%~33.0%, 针叶植物占 0.9%~5.8%, 阔叶植物中栎的含量较高, 为 9.7%~17.4%, 榆、柳等经常见及; 针叶植物中见有松、云杉、铁杉、罗汉松等, 灌木中耐干旱的麻黄占 7%~16.1%, 草本植物花粉中以藜、蒿花粉为主, 含量分别为 10.8%~29.7%、12.3%~31.1%; 其次是菊科(5.2%~7.8%)。(5)第 5 孢粉带(150~119 cm): *Quercus*—*Rhus*—*Chenopodiaceae* 孢粉组合带。本带显著特征是分布于亚热带和温带地区的漆树含量剧增, 达到整个剖面的最高峰, 含量为 15.5%~20.8%。乔木植物花粉占孢粉组合的 44%~55%, 为本剖面中最高, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 35.8%~45.5%, 蕨类植物孢子占组合的 9.2%~10.5%。乔木植物中阔叶植物占 42%~53.3%, 针叶植物占 1.7%~2.0%, 阔叶植物中栎(14.0%~22.1%)和漆树(15.5%~20.8%)含量较高, 其他的

如榆、柳、冬青、悬铃木等也常见; 针叶树中仅见有松一属; 灌木中耐干旱的麻黄占 10.5%~11.7%, 白刺少量, 草本植物花粉中仍以藜科花粉为主, 占组合的 15.4%~16.5%。(6)第 6 孢粉带(119~86 cm): *Chenopodiaceae*—*Quercus*—*Artemisia* 孢粉组合带。本带显著特征是上一组合中占优势的漆树含量剧减, 代之的是草本植物藜和蒿。乔木植物花粉占孢粉组合的 34.2%~35.7%, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 57.5%~59.1%, 蕨类植物孢子占组合的 5.2%~8.3%。乔木植物中阔叶植物占 26.7%~32.4%, 针叶植物占 3.3%~7.5%, 阔叶植物中仍以栎为主, 含量 19.5%~19.6%, 其他还见有榆、槭树、漆树等, 针叶植物较前一组合含量有所增加, 但不为优势种群, 见有松、雪松; 灌木中耐干旱的麻黄占 4.8%~5.0%, 白刺少量, 草本植物花粉中仍以藜含量较高, 为 24.2%~25.2%, 其次是蒿, 为 13.8%。(7)第 7 孢粉带(86~50 cm): *Quercus*—*Rhus*—*Ephedra*—*Cyperaceae* 孢粉组合带。本带下部孢粉化石较少, 从出现的属种看, 阔叶树种较多; 上部孢粉化石较多。乔木植物花粉占孢粉组合的 48.3%, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 42.5%, 蕨类植物孢子占组合的 9.2%。乔木植物中阔叶植物占 46.6%, 针叶植物占 1.7%, 阔叶植物中以栎为主, 含量达 26.7%, 漆树占 10%, 榆占 6.7%, 其他还见有胡桃、柳等, 针叶植物较前一组合含量明显降低, 仅见松属; 灌木中耐干旱的麻黄占 10%, 草本植物花粉也较前一组合明显降低, 主要有藜(6.7%)、菊(6.7%), 其他的如蒿、禾本科、毛茛等常见, 水生草本植物莎草科含量高达 9.2%; 蕨类植物孢子中水龙骨科占 6.7%, 另见有紫萁(2.5%)。(8)第 8 孢粉带(50~0 cm): *Chenopodiaceae*—*Quercus*—*Ephedra*—*Artemisia* 孢粉组合带。仅在 45 cm 处 1 个样品中获得孢粉化石, 乔木植物花粉占孢粉组合的 40.3%, 灌木及草本植物花粉占孢粉组合的 52.4%, 蕨类植物孢子占组合的 7.3%。乔木植物中阔叶植物占 33.1%, 针叶植物占 7.3%, 阔叶植物中以栎为主, 含量 18.5%, 悬铃木占 5.6%, 其他还见有胡桃、榆、槭、柳等, 针叶植物较前一组合含量明显增加, 见有松(4%)、罗汉松等; 灌木中耐干旱的麻黄占 6.5%, 草本植物花粉主要有藜(12.9%)、蒿(18.5%), 其他如菊科、禾本科、毛茛等常见; 蕨类植物孢子中水龙骨科占 5.6%。深度 45 cm 以上样品中孢粉化石太少, 找不到足够能分析环境的孢粉。

### 3 古植被、古气候分析

从上述孢粉组合特征的分析可以看出,该剖面植物群大体属 2 种植被类型:以乔木植物为主的林下草原型和以灌木及草本植物为主的疏林草原型。其特点如下:

以乔木植物为主的林下草原型:以带 1、带 3、带 5、带 7 为代表。植被中乔木植物比较发育,含量占组合的 42.7% 以上。乔木植物的主要成分是阔叶树种中的栎、榆、漆属等,参与少量的针叶树种,如松、雪松、铁杉、罗汉松等;这些乔木植物主要生长在周围山地,而盆地中为耐干旱的灌木及草本植物。灌木麻黄总体含量较低,仅个别带中出现较多;草本植物以藜、蒿为主,但与以灌木及草本植物为主的疏林草原型相比,藜和蒿的含量明显要低。蕨类植物中有水龙骨科、里白、紫萁、凤尾蕨的成分参加;见有少量水生草本植物及藻类植物。该植物群反映当时气候温干偏湿。

以灌木及草本植物为主的疏林草原型:以带 2、带 4、带 6、带 8 为代表。植被以灌木及草本植物占优势(52.4%~67.7%)。植被主要成分是草本植物的藜、蒿和菊科,麻黄、白刺等灌木也是该植被类型中的主要成分。木本植物以栎属为主,参与一定量的针叶树种,如松、云杉、雪松、铁杉、罗汉松等。很少见到水生草本植物和浮游藻类植物。该植物群反映了当时的气候温凉干旱。

由此可见,该剖面在整个沉积时期经历了 8 个阶段的植被和古气候的演变,即以乔木植物为主的林下草原型和以灌木及草本植物为主的疏林草原型的 4 次周期性演替,与此相对应的气候变迁为温干偏湿~温凉干旱的 4 次周期性变化。

### 4 结论

阿拉克湖风成沙剖面的孢粉分析精细地反映了该地区近 2 ka 来的气候变迁记录。植被类型的 4 次周期性演替,反映了该地区气候经历了 4 次温暖期与寒冷期交替阶段。温暖期气候为温干偏湿,寒冷期气候为温凉干旱。根据红外释光年龄计算结果,温暖期出现在 20~180, 330~410, 700~920, 1 140~1 380 a;寒冷期出现在 180~330, 410~700, 920~1 140, 1 380~1 920 a。据文献资料,1 920 a 以来已进

入温暖期<sup>[13]</sup>。

隋唐温暖期、中世纪暖期、“小冰期”和 20 世纪气候变暖是近 2 ka 来中国东部气候变化中比较突出的气候事件<sup>[2~9]</sup>。本文第 5 孢粉带(700~920 a 的温暖期)出现丰富的常见于亚热带和温带地区的漆树(含量 15.5%~20.8%)、乔木植物含量达 44%~55% 的孢粉组合,显示当时阔叶林非常茂盛的森林草原植被景观,与现代该剖面点周围无乔木植物的草原植被形成了鲜明的对比,是近 2 ka 中该地区气候最为温暖和潮湿时期,这一研究成果提供了西部也存在与东部唐代温暖期对应的证据,只是时限相对较短。前人对中世纪暖期(900~1300 a)在中国的表现有不同的认识(图 3),竺可桢<sup>[3]</sup>认为 1 000~1 200 a 为寒冷期,因而中世纪暖期在中国东部表现不明显;葛全胜等<sup>[6]</sup>则认为中国东部存在与欧洲中世纪暖期对应的暖期(930~1 320 a);王绍武等<sup>[9]</sup>认为中国西部 10~13 世纪无明显暖期。本文第 6 孢粉带(920~1 140 a 的寒冷期)也提供了中国西部 10~12 世纪中叶无温暖期表现的证据。

1 380 a 以后伴随着乔木植物的减少,孢粉总量也急剧降低,特别是 1 500 a 以后沉积的风成沙中已找不到足够能分析环境的孢粉数量,说明进入到“小冰期”(1 550~1 850 a)<sup>[9]</sup>后无论是乔木植物还是草本植物的数量都迅速减少。到现代,布尔汗布达山主脊以南至布青山一带乔木植物已基本绝灭,仅在哈拉郭勒(本剖面西约 70 km,海拔 4 300 m)偶见直径可达 20~30 cm 的枯树林。考虑到该地区人口密度很低,1953 年第一次人口普查时其人口密度不到 0.1 人/km<sup>2</sup>,人类活动不应成为造成该地区乔木植物绝灭的根本原因,因此笔者认为主要原因应归为长达 300 多年的“小冰期”寒冷和干旱气候的自然因素。

研究区现处于干旱寒冷冻土荒漠草原、草甸区,剖面上孢粉组合所反映的植被类型与研究区现代植被类型相比存在着明显差异,特别是出现常见于亚热带与暖温带的漆树、栗、栲、楝等分子,说明研究区植被演替非常迅速,历史上气候偏温暖潮湿。笔者认为此现象可能与该地区的地理位置有关。研究区位于东昆仑东部,南东与半干旱温带草原、森林草原区相邻,北东与半干旱温带草原、草甸区相邻,北西为柴达木盆地干旱温带荒漠草原<sup>[14]</sup>。每一次气候波动都会引起研究区生态环境的迅速变化。当气候转暖或潮湿时,温带疏林草原或森林草原型植被会被很快延伸到研究区。东邻 150 km 的托索湖第四纪晚期孢

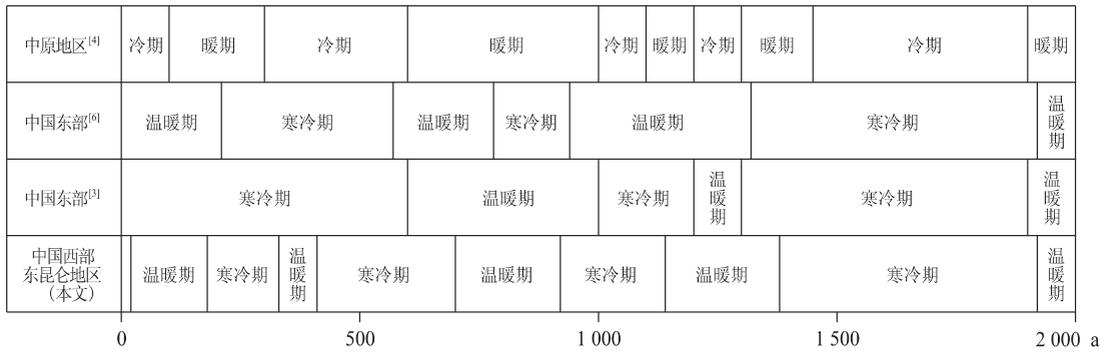


图 3 中国近 2 ka 来的气候暖冷期划分对比

Fig. 3 Division and correlation of warm periods and cold periods in recent 2 000 a in different areas of China

粉组合也提供了类似差异现象<sup>[15]</sup>。

致谢:参加野外工作的还有朱云海、林启祥、贾春兴、安守文、王青海、邓中林、朱耀生等。在此一并致以衷心的感谢。

参考文献:

[1] Eddy J A. Past global changes project; Proposed implementation plans for research activities [R]. Global Change Report No. 19, Sweden, Stockholm: IGBP, 1992. 1-112.

[2] 郑景云,葛全胜,张丕远. 气候突变:史实与意义[J]. 地球科学进展,1999, 14(2): 177-182.  
ZHENG J Y, GE Q S, ZHANG P Y. Abrupt climatic change: Evidence and implication [J]. Advance in Earth Sciences, 1999, 14(2): 177-182.

[3] 竺可桢. 中国近 5 000 年来气候变迁的初步研究[J]. 科学通报,1973, (2): 168-189.  
ZHU K Z. The preliminary study on the paleoenvironment over the past 5 000 years in China [J]. Chinese Science Bulletin, 1973, (2): 168-189.

[4] 施少华,杨怀仁. 中原地区晚全新世以来的环境变化[J]. 地理学报,1992, 47(2): 119-128.  
SHI S H, YANG H R. On the environmental changes over the last 2 200 years in central north China [J]. Acta Geographica Sinica, 1992, 47(2): 119-128.

[5] 满志敏. 关于唐代气候冷暖问题的讨论[J]. 第四纪研究,1998, 9(1): 20-30.  
MAN Z M. Climate in Tang Dynasty of China: Discussion for its evidence [J]. Quaternary Sciences, 1998, 9(1): 20-30.

[6] 葛全胜,郑景云,满志敏,等. 过去 2 000 a 中国东部冬半年温度变化序列重建及初步分析[J]. 地学前缘,2002, 9(1): 169-181.  
GE Q S, ZHENG J Y, MAN Z M, et al. Reconstruc-

tion and analysis on the series of winter-half year temperature changes over the past 2 000 years in eastern China [J]. Earth Science Frontiers, 2002, 9(1): 169-181.

[7] 张德二. 我国“中世纪温暖期”气候的初步推断[J]. 第四纪研究,1993, (1): 7-15.  
ZHANG D E. A study on the medieval warm period in China [J]. Quaternary Sciences, 1993, (1): 7-15.

[8] 杨保,施雅风. 青藏高原冰心研究进展[J]. 地球科学进展,1999, 14(2): 183-188.  
YANG B, SHI Y F. Research advances of ice core records in Qinghai-Tibet plateau [J]. Advance in Earth Sciences, 1999, 14(2): 183-188.

[9] 王绍武,叶瑾琳,龚道溢. 中国小冰期的气候[J]. 第四纪研究,1998, (1): 54-64.  
WANG S W, YE J L, GONG D Y. Climate in China during the Little Ice Age [J]. Quaternary Sciences, 1998, (1): 54-64.

[10] 姚檀栋,秦大河,田立德,等. 青藏高原 2 ka 来温度和降水变化——古里雅冰心记录[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(4): 348-353.  
YAO T D, QIN D H, TIAN L D, et al. Variations in temperature and precipitation in the past 2 000 a on the Qinghai-Xizang (Tibet) plateau—Guliya ice core record [J]. Science in China (Series D), 1996, 26(4): 348-353.

[11] 康兴成,张其花, Lisa J G, 等. 青海都兰过去 2 000 年来的气候重建及其变迁[J]. 地球科学进展,2000, 15(2): 215-221.  
KANG X C, ZHANG Q H, Lisa J G, et al. Reconstruction and variation of climate in Dulan region, Qinghai during last 2 000 a [J]. Advance in Earth Sciences, 2000, 15(2): 215-221.

[12] 郭雪莲,王琪,史基安,等. 青海湖沉积物有机碳含量与同位素和粒度特征及其古气候意义[J]. 海洋地质与第

四纪地质, 2002, 22(3): 99—103.

GUO X L, WANG Q, SHI J A, et al. Characters of the total organic carbon and organic carbon isotope and grain size and paleoclimate significance in Qinghai Lake sediments [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2002, 22(3): 99—103.

[13] 秦大河. 中国西部环境演变评估[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 1—10.

QIN D H. Evaluation on environmental evolution in western China [M]. Beijing: Science Press, 2002. 1—10.

[14] 张宗祜, 邵时雄, 陈云, 等. 中国北方晚更新世以来地质环境演化与未来生存环境变化趋势预测[M]. 北京: 地质出版社, 2002. 153—158.

ZHANG Z H, SHAO S X, CHEN Y, et al. Geological environment since the Late Pleistocene and the future environment evolution trend for existence in northern China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002. 153—158.

[15] 于庆文, 张志, 王永标, 等. 青海托素湖地区第四纪晚期孢粉组合特征及古气候变迁[J]. *地球科学——中国地质大学学报*, 1999, 24(2): 121—124.

YU Q W, ZHANG Z, WANG Y B, et al. Late Quaternary sporopollen association and palaeo-climatic evolution in Tuosuohu area, Qinghai Province [J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 1999, 24(2): 121—124.

## Climate Variance Record of Aeolian Sand in Recent 2 ka, Alakehu Area, Eastern Kunlun Mountains

XIANG Shu-yuan, YU Jian-xin, WANG Guo-can, SHUANG Yan, WU Yan-ling  
(*Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China*)

**Abstract:** Sporopollen analysis to aeolian sand section at the east bank of the Alakehu, eastern Kunlun, shows a climate variance process in recent 2 000 a which happened 4 periods of warm and cold alternation. The warm periods occurred during 20—180, 330—410, 700—920 and 1 140—1 380 a respectively, and the cold periods during 180—330, 410—700, 920—1 140 and 1 380—1 920 a. The climates were warm-dry-slightly damp during warm periods and warm-slightly cold and dry during cold period. 700—920 a is the warmest and dampest period in recent 2 000 a, which is implied by the rich of rhus, that mainly distribute in semitropical zone and temperate zone and also rich of arbor sporopollen, and is accorded to the warm period of eastern China in Tang Dynasty which is recorded by the history documents. After 1 500 a, lacking of sporopollen shows that either arbor or herbage decreased sharply when the Little Ice Age came and became almost extinct nowadays. The authors suggest that cooling and drying in about 300 a the Little Ice Age is the main reason to the extinction of the arbor, not the people activity.

**Key words:** climate variance; sporopollen analysis; eastern Kunlun Mountains; Alakehu.