

文章编号: 1000-0550(2007)04-0626-06

腾格里沙漠西北缘湖泊沉积记录的区域风沙特征^①

隆浩¹ 王乃昂² 马海州¹ 李育²

(1 中国科学院青海盐湖研究所 西宁 810008 2 兰州大学 资源环境学院 兰州 730000)

摘要 对位于腾格里沙漠西北缘的青土湖 QTL01 剖面进行了沉积物粒度分析, 并利用粒级—标准偏差模型, 提取出了对沉积环境变化敏感的粒度组分, 60~550 μm 颗粒含量指示了区域风沙活动的强弱, 而 < 60 μm 颗粒含量指示了入湖径流量的变化。结合 ¹⁴C 测年结果, 探讨了 10~2.5 Cal kaBP 青土湖地区风沙活动和环境演化特征: 10~7.8 Cal kaBP, < 60 μm 组分含量逐渐增加, 指示湖区入湖径流逐渐增多, 同时 60~550 μm 组分含量逐渐减少表明湖区风沙活动逐渐减弱, 总体上表明了早全新世该区域环境逐渐转湿; 7.8~7.5 Cal kaBP, 60~550 μm 组分含量几乎占该阶段沉积物的 95% 以上, 表明风沙活动极为强烈, 区域非常干旱; 7.5~5 Cal kaBP 沉积物中 < 60 μm、60~550 μm 的组分含量相对稳定, 且 < 60 μm 组分含量达到了 10~2.5 Cal kaBP 期间最高值, 表明了区域风沙活动较弱, 气候环境湿润稳定; 5~2.5 Cal kaBP, < 60 μm 组分含量逐渐降低, 而 60~550 μm 组分逐渐升高, 表明了区域风沙活动逐渐加强, 入湖径流逐渐减小, 指示了区域干旱化的趋势。

关键词 腾格里沙漠 湖泊沉积物 粒度 风沙活动

第一作者简介 隆浩 男 1980 年出生 助理研究员 湖泊沉积与环境变化 E-mail: lzgeoh@sina.com

中图分类号 X144 P512.2 文献标识码 A

沉积物粒度特征作为分析搬运营力、搬运方式和沉积环境、沉积过程的重要手段之一, 被广泛应用于风成、海洋、湖泊、河流和浊流沉积环境的比较和鉴别上。黄土的研究表明, 沉积物粒度粗细是指示东亚冬、夏季气候变化的良好代用指标^[1~3]; 对深海沉积物的研究也揭示了沉积物各组分含量的高低可以反映洋流速度大小以及搬运能力^[4]。湖泊沉积记录研究表明, 在长时间尺度(百年、千年)研究中, 粗粒沉积物指示湖泊收缩、湖水较浅的干旱气候期; 细粒沉积物指示湖泊扩张、湖水较深的湿润气候; 在短时间尺度(年际、10 年)研究中, 粗粒沉积物指示降雨量较大的湿润年份; 细粒沉积物指示降雨量相对较小的干旱年份^[5]。然而, 水体沉积物往往都是多种物源或沉积动力过程的混合, 粒度粗细变化只能近似地作为沉积环境的代用指标。尤其对于干旱区湖泊而言, 其沉积物来源更为复杂(风力搬运、水力搬运), 采用常规的粒度参数分析很难对区域风沙特征进行深入研究。

近年来, 从多峰态的频率分布曲线中分离出单一粒度组分的特征(分布范围、含量等)进而探讨其所指示的环境特征已经在海洋^[6~12]、黄土和河流沉积物^[13]中得到了较好的应用。然而在湖泊研究中,

通过对粒度资料进行各种数学处理, 提取出对沉积环境变化敏感的粒度组分或者端元组分, 据此重建地质历史时期的古气候、古环境的研究还未见详细的报道。本文选取取自腾格里沙漠北缘的青土湖 QTL01 剖面的样品进行了风成物质提取和粒度分析和风成组分提取, 结合年代序列, 探讨了全新世早期—中期该地区的风沙活动及环境演化特征。

1 材料与方法

青土湖位于腾格里沙漠西北缘、甘肃省民勤县东北 70 km 处, 属于石羊河干三角洲, 海拔 1 292~1 310 m。该区平均气温 7.8℃, 年降水量 110 mm, 蒸发量 2 600 mm, 为温带大陆性干旱荒漠气候。自汉代以来, 青土湖为古猪野泽湖群的一部分, 现在已完全干涸, 大部分已经被流沙覆盖或垦殖, 仅残留一些盐碱滩地。近年来, 课题组多次赴石羊河流域终端古湖猪野泽地区进行详细的野外考察, 并在青土湖区开挖剖面进行系统采样, 包括 QTL 剖面和 QTL01 剖面, 两剖面距离约 20 m, 其地理坐标为 39°03'00"N, 103°40'08"E, 海拔 1 309 m, 位置如图 1 所示。本文粒度分析的样品来自于剖面 QTL01, 而年代控制样品主要来自 QTL 剖面。

①国家自然科学基金项目(批准号: 40471138)和国家重点基础研究发展规划项目(2004CB720200)共同资助

收稿日期: 2006-11-02 收修稿日期: 2007-03-22

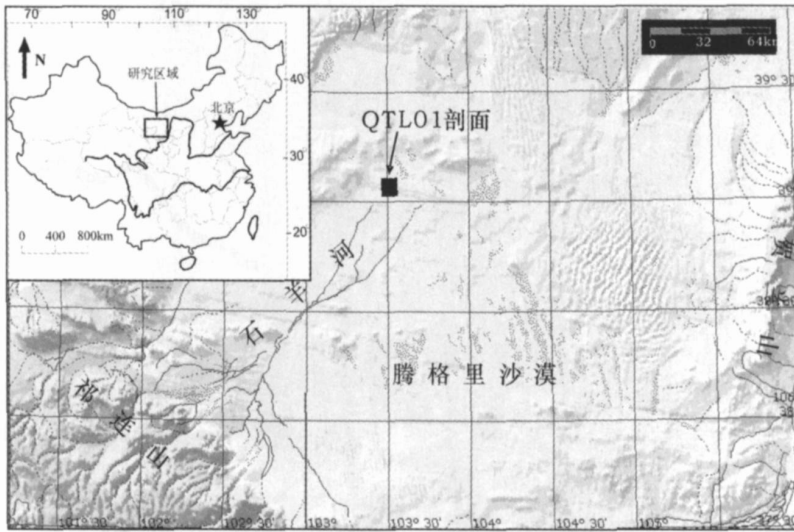


图 1 研究剖面 (QTL01)位置示意图

Fig 1 Location of QTL01 Section

QTL01全剖面自下至上间隔 2 cm 系统采样, 共采集 368组样品, 剖面采集厚度为 736 cm。所采集样品均使用兰州大学教育部西部环境重点实验室的英国 MALVERN 生产的 Mastersize2000 激光粒度仪分析粒度, 粒度测量范围为 0.02 ~ 2 000 μm, 重复测量误差小于 2%。根据不同颗粒物对粒度仪散射度的不同, 选取适量样品。细颗粒的湖相粉砂质粘土样品约 0.3 g 左右, 较粗颗粒的浅湖相取约 0.4 ~ 0.5 g 粗颗粒的风成砂样品量相应增加; 在烧杯中加入 10 ml 浓度为 10% 的 H₂O₂, 在电热板上加热, 除掉样品中的有机质; 往烧杯中加入 10 ml 浓度为 10% 的 HCl 去除碳酸盐; 清洗样品两次, 每次间隔 12 小时; 清洗后样品中加入 10 ml 分散剂 (Na₃(PO₃)), 使颗粒充分分散, 以备激光粒度仪测试使用; 正式在激光仪上测试前, 将样品在超声波震荡仪上震荡 10 分钟, 以防止颗粒胶结。剖面年代序列是在兰州大学年代学实验室和北京大学年代学实验室利用常规 ¹⁴C 测年和 AMS 测年方法对原生螺壳、全有机质 (泥炭和淤泥) 进行测定加上碳库效应的综合分析基础上建立的, 且有专文^[14]详细讨论, 此处不再赘述。由于受人类活动的强烈影响, QTL01 剖面 214 cm 以上沉积记录相对复杂, 加上 560 cm 以下沉积物年代暂未确定, 因此本文只将对 QTL01 剖面 560 ~ 214 cm 之间的沉积物作详细的粒度分析 (以下 QTL01 剖面即 QTL01 剖面 560 ~ 214 cm 段)。

2 结果分析

粒度分析的结果通常通过两种方法表达出来: 一是图解法, 将粒度分析结果用频率曲线或概率曲线表达出来; 另外一种参数法, 通过计算各种粒度参数 (如中值粒径、标准偏差、峰态、众数等) 进行沉积环境解译。相比而言, 沉积物粒度的频率分布曲线更能直观地反映其所包含的粒度组分 (单组分或多组分) 信息, 并可通过求解不同组分的分布范围和相对含量, 从而追索各沉积组分对应的来源和运输方式。图 2 显示了来自 QTL01 剖面不同深度的四种典型沉积物样品的粒度频率分布曲线, 它们的频率曲线明显包括不同的粒度组分 (众数), 但仅仅依据沉积物的频率分布曲线很难判定每一粒度组分的个数和分布范围。因此, 只有从多组分混合沉积物中分离出每一单组分的含量和众数值, 才有可能更深入地讨论每一粒度组分所对应的沉积环境和沉积动力过程。

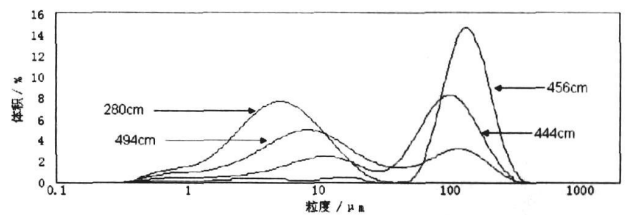


图 2 QTL01 剖面沉积物典型粒度频率分布曲线

Fig 2 Typical particle size distribution from QTL01 section

依据沉积物所包含的粒度组分的含量和分布范围, 追索沉积物输运过程和沉积环境变化已经在阿拉伯海、中国南海和冲绳海槽得到了成功应用^[6~8]。在阿拉伯海和中国南海的柱状沉积物中提取对沉积环境变化敏感的粒度组分时, 前者主要通过端元粒度模型计算出沉积物所包含的端元粒度组分数^[9], 后者则通过沉积物的粒级—标准偏差变化来获取粒度组分的个数和分布区间^[8]。利用上述两种方法反映的粒度组分的个数相同^[11]。粒级—标准偏差变化曲线主要反映不同样品的粒度含量在各粒径范围内的差异性, 高的标准偏差值反映了不同样品的粒度含量在某一粒径范围内差异较大, 低的标准偏差值则反映了粒度含量在某一粒径范围内差异较小, 据此可以反映出在一系列样品中粒度变化存在明显差异的粒度组分的个数和范围, 这些粒度组分与沉积动力环境的变化密切相关。本文主要依据粒级—标准偏差模型来提取 QTL01 剖面沉积物环境敏感粒度组分, 图 3 显示不同粒级组分的标准偏差的变化, 图中较高的标准偏差值所对应的粒级即对沉积环境敏感的粒度众数, 四个明显的标准偏差峰值分别出现在 6.6 μm 、34.7 μm 、138 μm 、1096 μm 。根据不同粒级组分标准偏差的峰值和曲线变化, 可将沉积物粒度划为 < 17 μm 、17 ~ 60 μm 、60 ~ 550 μm 、> 550 μm 四个粒级组分。其中, > 550 μm 组分为粗粒组分, 标准偏差相对较低, 平均含量仅为 1.5% 左右。粒径大小在 60 ~ 550 μm 的沉积物在整个剖面中含量较高, 平均为 52%, < 60 μm 的组分代表细粒组分, 平均含量 46.5%, 因此我们主要依据 < 60 μm 和 60 ~ 550 μm 两个粒度组分的变化特征, 探讨青土湖地区的环境变化。

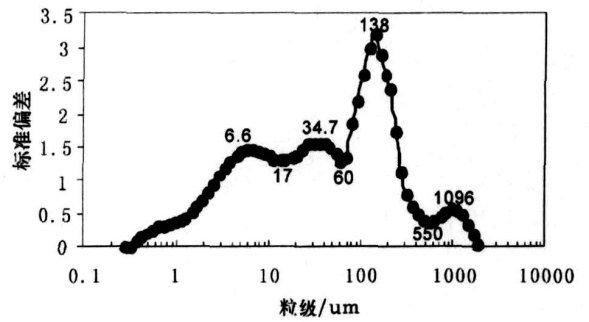


图 3 QTL01 剖面标准偏差随粒级变化曲线

Fig 3 The changes of standard deviation with grain size of QTL01 section

3 讨论

3.1 QTL01 剖面湖泊沉积物粒度敏感组分的环境意义

< 60 μm 组分的标准偏差相对较低, 60 ~ 550 μm 组分相对较高, 各组分的分布范围可分别计算出各组分的粒度含量和平均粒径, 其中 60 ~ 550 μm 组分百分含量如图 4 所示, 但是这些粒度组分含量的环境指示意义是什么呢? 在一个稳定的湖泊体系中, 湖水物理能量是控制沉积物粒度分布的主要因素。根据沉积物机械分选原理^[15], 颗粒大小应由湖岸向湖心逐渐变细, 呈带状分布, 粒度频率曲线呈正态分布。在干旱—半干旱地区, 湖泊除接纳地表径流搬运来的流域物质外, 还接受风力输送来的物质, 后者进入湖泊后直接参与沉降。这两种不同动力机制的沉积物必然会对沉积物粒度频率曲线的峰态和偏态产生影响^[16]。本文研究区域处于沙漠边缘区域, 风沙活动强烈, 因此风沙沉积可能是湖泊沉积物中的主要组成成分。

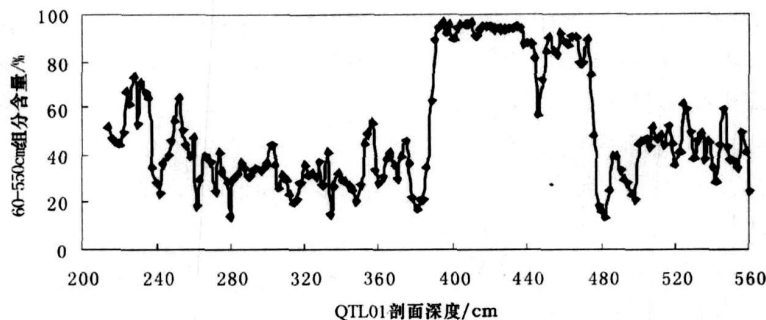


图 4 QTL01 剖面 214~560 之间 60~550 μm 组分百分含量变化曲线

Fig 4 The contents of 60 ~ 550 μm of QTL01 section

我们对 QTL01 剖面周围的现代风成砂(沙丘砂)样品进行粒度实验分析后发现,现代风成砂的粒度频率曲线分布(如图 5A)主要由分布范围为 60~600 μm,众数分布在 100~300 μm 的分选性较好的单峰分布组成。另外,Chen 等^[19]对库布齐现代风成砂的研究也表明风成砂具有上述类似的特征。从图 4 中我们发现 QTL01 剖面深度 385~475 cm 处沉积物的 60~550 μm 组分几乎占沉积物含量 95% 以上的,这与此段沉积物粒度频率分布曲线(图 5B)表现特征也是一致的。从图 5B 可以看出 385~475 cm 处沉积物主要由分布在 50~500 μm 范围的粗颗粒物组成,而这一粒度范围和粒度分布曲线特征与现代风成砂的特征是一致的。这表明 QTL01 剖面中 60~550 μm 组分主要来源于风成砂,进而说明 60~550 μm 组分含量的变化指示了区域风沙活动的变化。很多干旱区的湖泊研究^[17 18]表明,干旱区的湖泊沉积物粒度组成是河流和风沙活动共同作用的结果,干旱区的风沙活动非常显著,而地表径流比较弱,因此粗颗粒组分含量主要反映风沙活动,而细颗粒组分含量则反映地表径流(流域降水)状况。因此,我们认为 QTL01 剖面中 60~550 μm 粗粒组分主要来源风沙携带沉积, <60 μm 细粒组分主要来源于河流携带颗粒物,从而反映入湖径流的变化。

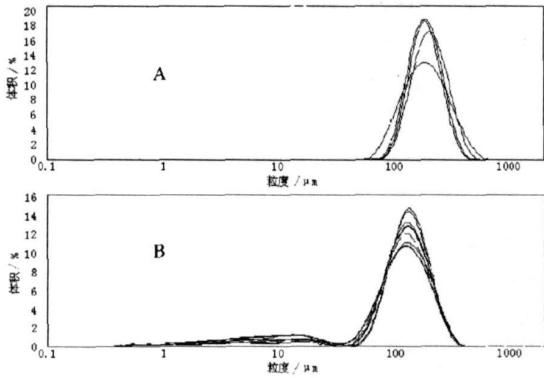


图 5 现代风成砂粒度频率分布曲线(A)和 QTL01 剖面 385~475 cm 深度粒度频率分布曲线(B)
Fig 5 Particle distribution of Molde eolian sand(A) and sediment from the depth 385~475 cm of QTL01 section(B)

3.2 沉积物记录的区域风沙特征及环境演化历史

结合年代序列,我们根据 <60 μm 组分和 60~550 μm 组分的含量变化分别重建了研究区入湖径流和风沙特征变化历史,如图 6 所示。从图 6 中我们可以把 10~2.5 Cal aBP 期间该区域的风沙演化历史划分为四个阶段:

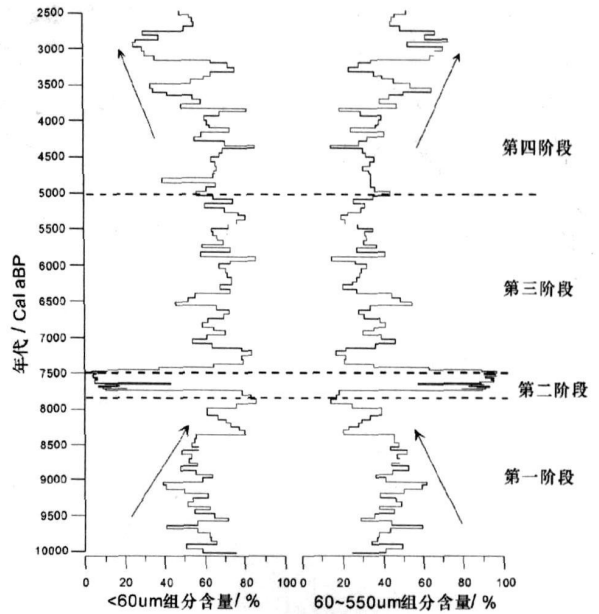


图 6 QTL01 剖面 <60 μm 组分和 60~550 μm 组分含量变化序列

Fig 6 Variations in percentages of <60 μm, 60~550 μm in the QTL01 section

第一阶段(10~7.8 Cal kaBP), <60 μm 组分百分含量逐渐增加,表明该湖区入湖径流逐渐增多。同时,60~550 μm 组分百分含量逐渐减少表明湖区风沙活动逐渐减弱,总体上表明了早全新世该区域环境逐渐转湿。

第二阶段(7.8~7.5 Cal kaBP), 60~550 μm 组分百分含量几乎占该阶段沉积物的 95% 以上,表明该时期风沙活动极为强烈,区域非常干旱。另外,课题组对石羊河中游地区九墩滩剖面的研究中揭示了两层湖相沉积层中间所夹的泥炭沉积层的年龄为 7856~7682 Cal aBP^①,这一证据为 7.8~7.5 Cal kaBP 干旱事件提供了支持。由此可以认为,在早全新世向中全新世适宜期过渡的过程中,石羊河流域存在数百年尺度的干旱事件。石羊河上游的全新世黄土剖面(哈溪剖面)中此时沉积了典型的黄土^[19],表明该干旱事件具有区域代表性。另外,位于祁连山敦德冰帽的冰芯也记录了这一冷干事件^[20],表明 7.8~7.5 Cal kaBP 百年尺度的干旱事件不是孤立的。因此,位于东亚季风边缘区的石羊河流域在全新世早期转湿背景下出现的此气候干旱事件。

① 隆浩. 季风边缘区全新世中期气候变化的古湖泊记录[硕士学位论文]. 兰州大学, 2006

第三阶段(7.5~5Cal kaBP), 两组分百分含量波动相对稳定, 表明此时区域环境相对稳定。<60 μm 组分含量达到了10~2.5Cal kaBP期间最高值, 平均值高于60%, 指示此时入湖径流量相对较大; 同时, 60~550 μm 组分达到了10~2.5Cal kaBP期间最低值, 指示此时风沙活动较弱, 两组分的变化总体说明了此时湿润的环境状况。这与腾格里沙漠西缘的洪水河剖面记录^[21]、内蒙古中部的风沙记录^[22]以及岱海钻孔岩芯的记录^[23]是一致的。

第四阶段(5~2.5Cal kaBP), <60 μm 组分含量逐渐降低, 而60~550 μm 组分逐渐升高, 表明中全新世以后, 该区域风沙活动逐渐加强, 入湖径流逐渐减少, 指示了一个干旱化的趋势。这与岱海^[23]、青海湖^[24]、红原泥炭^[25]、山宝洞石笋^[26]、董哥洞石笋^[27]、Zigetang湖泊^[28]等高分辨率记录的全新世后半期干旱化的趋势是一致的。

4 主要结论

1) 通过粒级—标准偏差模型在干旱区湖泊沉积物粒度分析中的应用, 提取了QTL01剖面中两个环境敏感粒度组分。与现代风成物质的粒度频率分布曲线对比后, 我们认为60~550 μm 组分主要来源于风沙沉积, 其含量的变化反映了区域风沙特征的变化。

2) QTL01剖面560~214 cm 沉积物记录了研究区域10~2.5Cal kaBP期间风沙特征及区域环境演化历史: 10~7.8Cal kaBP, <60 μm 组分含量逐渐增加, 指示湖区入湖径流逐渐增多, 同时60~550 μm 组分含量逐渐减少表明湖区风沙活动逐渐减弱, 总体上表明了早全新世该区域环境逐渐转湿; 7.8~7.5Cal kaBP, 60~550 μm 组分含量几乎占该阶段沉积物的95%以上, 表明风沙活动极为强烈, 区域非常干旱; 7.5~5Cal kaBP, 沉积物中<60 μm、60~550 μm 的含量相对稳定, 且<60 μm 组分含量达到了10~2.5Cal kaBP期间最高值, 表明了区域风沙活动较弱, 气候环境湿润稳定; 5~2.5Cal kaBP, <60 μm 组分含量逐渐降低, 而60~550 μm 组分逐渐升高, 表明了区域风沙活动逐渐加强, 入湖径流逐渐减小, 指示了区域干旱化的趋势。

参考文献 (References)

- An Z S, Porter S G, Kutzbach J E, *et al*. Late Quaternary dust flow on the Chinese loess plateau. *Catana*, 1991, 18: 125-132
- Ding Z L, Yu Z W, Rutter N W, *et al*. Towards an orbital time scale for Chinese loess deposits. *Quaternary Science Reviews*, 1994, 13: 39-70
- 鹿化煜, 安芷生. 洛川黄土粒度组成的古气候意义. *科学通报*, 1997, 42(1): 66-69 [Lu Huyu, An Zhisheng. The paleoclimate implication of grain size distribution from Luochuan Loess. *Chinese Science Bulletin*, 1997, 42(1): 66-69]
- Bianchi G G, McCave I N. Holocene periodicity in North Atlantic climate and deep ocean flow south of Iceland. *Nature*, 1999, 397: 515-517
- 陈敬安, 万国江, 张峰, 等. 不同时间尺度下的湖泊沉积物环境记录——以沉积物粒度为例. *中国科学(D辑)*, 2003, 33(6): 563-568 [Chen Jing'an, Wan Guojiang, Zhang Feng, *et al*. Environment record by lake sediments from different time scale—a case study of sediment grain size. *Science in China (Series D)*, 2003, 33(6): 563-568]
- Prins M A, Postma G, Weltje G. Controls on terrigenous sediment supply to the Arabian Sea during the late Quaternary. *The Makran continental slope. Marine Geology*, 2000, 169: 351-371
- Wang L, Samthein M, Erlenheuser H, *et al*. East Asian monsoon climate during the Late Pleistocene: high resolution sediment records from the South China Sea. *Marine Geology*, 1999, 156: 245-284
- Boulay S, Colin G, Trenesaux A, *et al*. Mineralogy and Sedimentology of Pleistocene Sediment in the South China Sea (ODP Site 1144). *Proceedings of Ocean Program, Scientific Results*, 2004, 184: 211-221
- 肖尚斌, 李安春, 蒋富清, 等. 近2 ka来东海内陆架的泥质沉积记录及其气候意义. *科学通报*, 2004, 49(21): 2233-2238 [Xiao Shangbin, Li Anchun, Jiang Fuqing, *et al*. Recent 2000-year geological records of mud in the inner shelf of the East China Sea and their climatic implications. *Chinese Science Bulletin*, 2005, 50(5): 466-471]
- Stuart J B, Prins M A, Schneider P R, *et al*. A 300-kyr record of aridity and wind strength in southwestern Africa: Inference from grain size distributions of sediments on Walvis Ridge. *SEAntic Marine Geology*, 2002, 180: 221-233
- 孙有斌, 高抒, 李军. 边缘海陆源物质中环境敏感粒度组分的初步分析. *科学通报*, 2003, 48(1): 83-86 [Sun Youbin, Gao Shu, Li Jun. Primary analysis on the sensitive grain size of terrigenous sediment to environments in marginal sea. *Chinese Sciences Bulletin*, 2003, 48(1): 83-86]
- 向荣, 杨作升, Saito Y, 等. 济州岛西南泥质区近2300 a来环境敏感粒度组分记录的东亚冬季风变化. *中国科学(D辑)*, 2006, 36(7): 654-662 [Xiang Rong, Yang Zuosheng, Saito Y, *et al*. East Asia winter monsoon changes inferred from environmentally sensitive grain size component records during the last 2300 a in mud area southwest of Cheju Island ECS. *Science in China (Series D)*, 2006, 49(6): 604-614]
- 孙东怀, 安芷生, 苏瑞侠, 等. 古环境中沉积物粒度组分离的数学方法及其应用. *自然科学进展*, 2001, 11(3): 269-276 [Sun Donghuai, An Zhisheng, Su Ruixia, *et al*. The mathematical method and its application of partition grain size distribution from the sedimentary components in paleoenvironments. *Progress of Natural Sciences*, 2001, 11(3): 269-276]
- 隆浩, 王乃昂, 李育, 等. 猪野泽记录的季风边缘区全新世中期气候环境演化历史. *第四纪研究*, 2007, 27(3): 371-381 [Long Hao, Wang Na'ang, Li Yu, *et al*. Mid-Holocene climate variations from

- lake records of the East Asian monsoon margin: a multi proxy and geomorphological study. *Quaternary Research* 2007, 27(3): 371-381]
- 15 Lem an A. Lake Chemistry. Geology Physics. Berlin: Springer Verlag, 1978. 79-83
 - 16 沈吉, 汪勇, 羊向东, 等. 湖泊沉积记录的区域风沙特征及湖泊演化历史: 以陕西红碱淖湖泊为例. *科学通报*, 2006, 51(1): 87-92[Shen Ji, Wang Yong, Yang Xiangdong *et al*. Paleosandstorm characteristics and lake evolution history deduced from investigation on lacustrine sediments. The case of Hongjiannao Lake, Shaanxi Province. *Chinese Science Bulletin* 2005, 50(20): 2355-2361]
 - 17 孙千里, 周杰, 肖举乐. 岱海沉积物粒度特征及其古环境意义. *海洋地质与第四纪地质*, 2001, 21(1): 93-95[Sun Qianli, Zhou Jie, Xiao Jule. Grain size characteristics of Lake Dahai sediments and its paleoenvironment significance. *Marine Geology & Quaternary Geology* 2001, 21(1): 93-95]
 - 18 金章东, 邹成娟, 高南华, 等. 小冰期以来岱海地区的环境变迁与尘暴事件. *西安工程学院学报*, 2001, 23(4): 6-10[Jin Zhangdong, Zhou Chengjuan, Gao Nanhua *et al*. Paleoenvironmental change and dust storm event at Dahai area since the little ice age. *Journal of Xi'an Engineering University* 2001, 23(4): 6-10]
 - 19 邬光剑, 潘保田, 管清玉, 等. 祁连山东段北麓近 10ka 来的气候变化初步研究. *中国沙漠*, 1998, 18(3): 193-200[Wu Guangjian, Pan Baotian, Guan Qingyu *et al*. Climate changes in the north piedmont of eastern Qilian Mountains since 10 kaBP. *Journal of Desert Research* 1998, 18(3): 193-200]
 - 20 姚檀栋, 施雅风. 祁连山敦德冰芯记录的全新世气候变化. 见: 施雅风等主编. *中国全新世大暖期气候与环境*. 北京: 海洋出版社, 1992. 206-211[Yao Tandong, Shi Yafeng. Holocene climate changes recorded in Dunde ice core from Qilian mountain. In: Shi Yafeng. *The Holocene Megathermal Climate and Environment in China*. Beijing: Ocean Press, 1992. 206-211]
 - 21 Zhang H C, Ma Y Z, Wunnemann B *et al*. A Holocene climatic record from arid northwestern China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 2000, 162: 389-401
 - 22 Jin in Sun, Sheng Hua Li, Peng Han *et al*. Holocene environmental changes in the central Inner Mongolia based on single aliquot quartz optical dating and multi proxy study of dune sands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 2006, 233: 51-62
 - 23 Ju le X iao, Qinghai Xu, Toshio Nakamura *et al*. Holocene vegetation variation in the Dahai Lake region of north central China: a direct indication of the Asian monsoon climatic history. *Quaternary Science Reviews* 2004, 23: 1669-1679
 - 24 Lister G S, Kelts K, Chen K Z, Yu J Q *et al*. Lake Qinghai, China: closed basin lake levels and the oxygen isotope record for ostracoda since the last Pleistocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 1991, 84: 141-162
 - 25 Hong Y T, Hong B, Lin Q H *et al*. Correlation between Indian Ocean summer monsoon and North Atlantic climate during the Holocene. *Earth and Planetary Science Letters* 2003, 211: 371-380
 - 26 Shao Xiaohua, Wang Yongjia, Cheng Hai *et al*. Long term trend and abrupt events of the Holocene Asian monsoon inferred from a stalagmite $\delta^{18}O$ record from Shennongjia in Central China. *Chinese Science Bulletin* 2006, 51(2): 221-228
 - 27 Yongjin Wang, Hai Cheng, Lawrence R Edwards *et al*. The Holocene Asian Monsoon: Links to Solar Changes and North Atlantic Climate Science. 2005, 308: 854-857
 - 28 Ulrike Herzschuh, Katja Winter, Bernd Wunnemann *et al*. A general cooling trend on the central Tibetan Plateau throughout the Holocene recorded by the Lake Zige tang pollen spectra. *Quaternary International* 2006, 154-155: 113-121

Eolian Activity and Environment Evolution History Recorded by the Qingtu Lake NW Tengger Desert

LONG Hao¹ WANG Naiang² MA Haizhou¹ LI Yu²

(1. Institute of Salt Lakes Chinese Academy of Sciences Xining 810008

2. College of Earth and Environment Sciences Lanzhou University Lanzhou 730000)

Abstract Lacustrine sediment samples from QTL01 section of Qingtu lake in NW Tengger Desert pretreated by removing the organic matter and carbonates are measured by Malvern 2000. Standard deviations are calculated for samples from the depth of 214 ~ 560cm of QTL01 section and grain size components sensitive to environment are obtained. The result from our study suggests that the content of 60 ~ 550 m component is sensitive to local eolian activity and the content variation of < 60 m component indicates the changes of river discharges drained into the lake. Based on the grain size analysis and ¹⁴C dating we reconstructed the variations of eolian activity and environment of the studied area during 10 ~ 2.5 Cal kaBP. From 10 to 7.8 Cal kaBP, gradually decreasing eolian activity indicated the area was becoming humid during the early Holocene; From 7.8 to 7.5 Cal kaBP, very intense eolian activity suggested a regional dry event; From 7.5 to 5 Cal kaBP, weak eolian activity indicated a very humid environment; From 5 to 2.5 Cal kaBP, the gradually weaker eolian activity showed a trend toward aridity in the study area.

Key words Tenggeri desert lacustrine sediment grain size eolian activity