

文章编号:1009-3850(2014)04-0080-06

内蒙古布日敦湖湖泊沉积物粒度的风沙活动指示意义

杨磊^{1,2}

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:本文通过研究位于东亚季风过渡带的布日敦湖湖泊沉积物粒度组成和碳、氧同位素特征,结合²¹⁰Pb/¹³⁷Cs年代数据,建立布日敦湖近50年的粒度变化序列。通过与中国北方100个气象站数据的年平均沙尘暴日数进行对比,建立研究区可靠的风沙活动指标。研究发现,布日敦湖湖泊沉积物粒度特征对研究区风沙活动具有指示意义。其中,细颗粒(4~16 μ m)含量变化与翁牛特旗沙尘暴日数变化趋势较吻合,可以指示区域风沙活动;而粗颗粒组分(>64 μ m)含量变化趋势与沙尘暴日数变化差异较大,推测可能受到大规模人类活动导致的湖区附近土地沙化影响,所以不能指示风沙活动。研究区生态环境脆弱,大规模人类活动会导致生态环境恶化和土地沙化,为现代北方沙尘活动提供沙源,并为未来的沙尘活动恶化埋下隐患,因而研究区不适宜进行大规模人类活动。本文的研究成果对保护研究区生态环境和区域防风固沙具有重要意义。

关键词:布日敦湖;粒度组成;风沙活动;人类活动;土地沙化

中图分类号:P66

文献标识码:A

风沙活动主要包括流沙迁移入侵、土地风蚀沙化、固定沙丘活化和古砂翻新等一系列风沙地貌发育的侵蚀、搬运和堆积过程^[1],是一种普遍发生于干旱-半干旱区的自然现象。风沙活动与土地荒漠化有十分密切的联系,其既是土地荒漠化发生的标志,又是土地荒漠化的结果^[2,4],而土地荒漠化作为一个全球性重大环境问题,已成为备受关注的科学前沿课题。强沙尘(沙尘暴)天气不仅会在短时间内给人类生存环境和自然生态环境带来巨大破坏,而且强风沙携带的微粒进入高空,会造成大范围降尘和大气气溶胶浓度增加,对区域性气候产生影响^[5]。因此,研究风沙活动近一百多年来的演化规律,揭示风沙活动发生的驱动机制,将为人类应对由风沙活动引起的生态环境恶化问题起到积极作用。

研究风沙活动最可靠的数据来源为现代气象观测数据^[6-9],但是由于测量年限的限制,在中国通

常只能研究近50年来的风沙活动。前人通过稳定出露的风成砂层研究历史时期风沙活动^[10-12],但是在中国北方干旱-半干旱区,稳定连续的风成沉积物难以保存,此方法具有较大的局限性。干旱区湖泊作为相对稳定的静水水体,对风沙物质具有良好的保存性,应用其沉积物可以研究风沙发生的频率、强度及与之有关的流域气候环境变化^[3]。

内蒙古布日敦湖位于中国北方东亚季风边缘区,同时也是农牧交错带的科尔沁沙地的西缘,对气候变化反映敏感,是高分辨率风沙活动和气候变化研究的重要载体。湖泊沉积物的碳、氧同位素特征显示布日敦湖在近50年来为封闭湖泊,可以排除水动力搬运作用对风力搬运的干扰。本文通过研究湖泊沉积物粒度组成和碳、氧同位素特征,结合²¹⁰Pb/¹³⁷Cs年代数据,建立了布日敦湖近50年来的粒度变化序列,通过与中国北方100个气象站数据的年平均沙尘暴日数进行对比,试图建立研究区

可靠的风沙活动指标,为将来长尺度的风沙活动研究提供理论依据。

1 样品采集与实验方法

布日敦湖(东经 119. 06°,北纬 43. 05°)位于内蒙古自治区翁牛特旗(图 1),处于中国北方东亚季风边缘区。翁牛特旗位于大兴安岭西南段与七老图北端山脉截接地带之科尔沁沙地西缘。地势西高东低,海拔高度从 2025m 逐渐下降到 286m。地貌特征自西向东可依次为划分西部中山台地、中部低山丘陵、东部平原沙丘 3 个类型区。

翁牛特旗属于中温带半干旱大陆性季风气候,年均气温 5. 8℃,年均降水量 370mm。无霜期 110 天。冬季受蒙古高压影响,盛行偏北风,天气晴朗干燥,为冷空气途经之地,易形成寒潮等大风降温天气。春季南部的太平洋高压和印度洋低压,与北部的蒙古高压相互交错,造成气旋活动频繁,天气多变,冷暖无常。夏季主要受西太平洋副热带高压控制,夏季风明显,大气中水汽含量增加,极易形成降水。

布日敦湖是一个由两条小型河流汇聚而成的尾间湖,湖泊面积约 1. 9km²。近年来两条小型河流断流,无河流注入,湖水主要补给来源为大气降水。

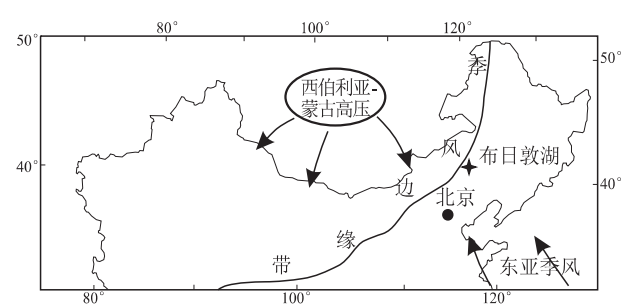


图 1 布日敦湖地理位置

Fig. 1 Location of the Buridun Lake in Inner Mongolia

2011 年冬季,在湖心利用重力钻,获得两根岩心(BH-A 和 BH-B)。其中,利用粒度和²¹⁰Pb 年代进行钻孔拼接,获得了 8. 9m 连续的岩心样品。钻孔样品按 1cm 间隔分样,冷冻干燥。本文只选取了 BH 孔顶部连续的 105 cm 的样品进行测试研究。

粒度测试在中国科学院地质与地球物理研究所新生代实验室完成。粒度分析测试仪器为 Malvern Mastersizer 3000 激光粒度仪,测试范围为 0. 02 ~ 3000μm。取约 200mg 样品,用 10 ~ 20ml 30% 的双氧水浸泡至不再冒泡,放置在电热板上加热至双氧水反应完全,加入 1mol/L 的盐酸将样品中

的碳酸盐除尽。用 1mol/L 的 NaOH 溶液调节 pH 值至中性,加入 10ml 0. 05mol/L 的六偏磷酸钠,超声震荡 10 分钟,然后进行测试。重复测试误差小于 5%。

碳酸盐的碳、氧同位素测试在中国科学院地质与地球物理研究所环境同位素实验室完成。取约 1g 样品,低温烘干后,研磨至 200 目,用 20ml 30% 双氧水除去有机质。样品采用 Gas Bench 与 MAT253 同位素比值质谱仪在线测定完成,每批测试 46 个样品(包括 38 个样品和 8 个标准样品),每 6 个样品加一个标样严格控制,标准样品为 IVA。测试结果的碳、氧同位素组成¹³C/¹²C、¹⁸O/¹⁶O 以相对于 VPDB 的千分值给出。氧同位素的标准偏差 < 0. 2‰,碳同位素的标准偏差 < 0. 1‰。

²¹⁰Pb/¹³⁷Cs 测年在中国科学院地质与地球物理研究所低放射强度测量实验室完成。样品烘干后,装入直径约 1cm,高约 5cm 的透明塑料管中,密封,静置 20 天达到²²⁶Ra-²¹⁰Pb 放射性平衡(Hamilton, 1994 #184; Ruiz-Fernández, 2003 #185),然后进行测试,测量时间为 24 小时。测试系统为法国堪培拉欧洲系统测量公司生产的 EGPC100P15R 低背景多道能谱分析系统,标准样品由中国原子能科学院提供。²¹⁰Pb 和¹³⁷Cs 的最低检测值分别为 0. 01dpm/g 和 0. 002dpm/g。

²¹⁰Pb 是自然放射性核素,U 系衰变子体,并最终衰变为稳定的²⁰⁶Pb,半衰期为 22. 26a。湖泊沉积物中蓄积的²¹⁰Pb 有两种来源:一部分是由沉积物中²²⁶Ra 衰变生成,一般²²⁶Ra 和²¹⁰Pb 达到衰变平衡,活度相当;另一部分由大气²²²Rn 衰变产生,随降水或吸附于粉尘沉降,这部分²¹⁰Pb 称为超额²¹⁰Pb,标记为²¹⁰Pb_{ex}。²¹⁰Pb_{ex} 浓度为测量的²¹⁰Pb 和²²⁶Ra 之差。¹³⁷Cs 为人造放射性核弹核素,半衰期 30. 17a。¹³⁷Cs 在大气中滞留时间小于 1 年,其在地层中的蓄积峰位置与核弹试爆高频时期对应。通常¹³⁷Cs 的最大峰值作为 1963 年核试验高峰期时标。

根据²¹⁰Pb_{ex} 数据,结合¹³⁷Cs 的 1963 年时标,以岩心顶部为 2011 年,利用 CRS(稳定沉积速率)模式[13]计算出岩芯 105cm 以上各段的模式年龄(图 2)。结果显示,1963 年时标出现在 55cm 处,岩芯底部(深度 105cm 处)年代为 1870 年。

2 实验结果及讨论

2. 1 湖泊水文状况

在讨论湖泊沉积指标的气候环境意义之前,首

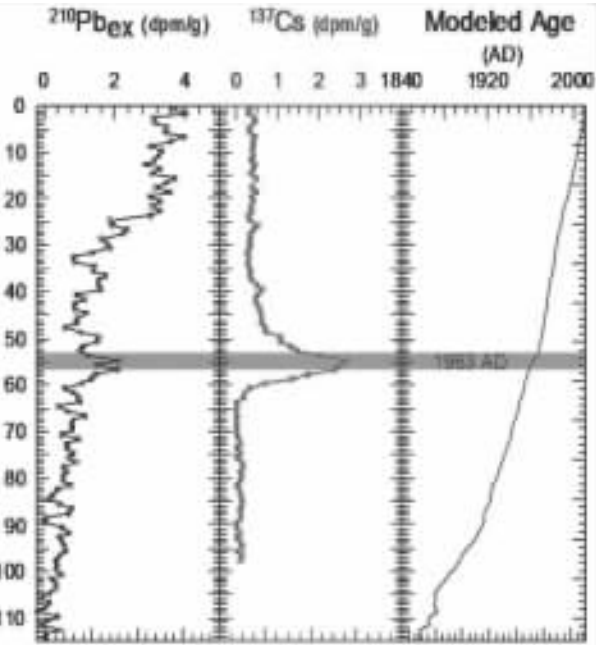


图2 布日敦湖²¹⁰Pb/¹³⁷Cs 年代序列

Fig. 2 ²¹⁰Pb/¹³⁷Cs chronosequence of the Buridun Lake in Inner Mongolia

先要确定湖泊的水文条件的变化。这是由于同一指标在不同水文状况条件下的气候和环境指示意义也不相同。对于封闭湖泊,其碎屑物质主要受风沙和湖岸表面径流影响,而後者的影响一般较小。因此,封闭湖泊的碎屑物质的粒度组成与风沙活动密切相关。而对于开放湖泊,其碎屑物质除了受风沙活动影响外,河流搬运是主要因素,碎屑物质的粒度组成反映的是河流的水动力条件。

自生碳酸盐的 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 的同步变化特征是指示湖泊水文状况的可靠指标。同步变化特征明显,指示湖泊封闭,反之则为开放湖泊。根据前人研究^[14-20],碳酸盐的同位素组成主要反映了湖泊水体的同位素组成。对于湖泊沉积,其水体的氧同位素组成主要受水平衡和水汽交换(蒸发)控制^[20]。而水体中溶解无机碳的同位素组成除了受生产量的影响外,也受这两种因素的影响^[17,21,22]。这是由于湖泊封闭,当湖泊水体随淡水补给增加时,由于淡水水体的氧同位素和可溶性无机碳的同位素组成通常低于湖泊水体的同位素组成,稀释作用造成碳、氧同位素同步降低。当水体补给低于蒸发时,湖泊水体减小。蒸发作用造成水体中¹⁸O 富集,氧同位素变正。对于碳同位素,3 个因素导致其同位素变正:(1)淡水补给较少;(2)蒸发作用导致湖泊 CO_2 分压增大,致使富集¹²C 的 CO_2 释放到大气;(3)

垂向混合随蒸发增加,深层水体营养物质输送到表层水体,导致生产量增大,碳同位素变正。

对于布日敦湖,其碳酸盐碳、氧同位素呈现出很好的一致性变化(图3),相关系数 R 高达 0.96 ($n = 15$)。 $\delta^{18}\text{O}$ 在 $-6.10\text{‰} \sim -4.17\text{‰}$ 之间变化,平均值为 -5.14‰ 。碳酸盐碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 变化在 $-3.87\text{‰} \sim -3.18\text{‰}$ 之间,平均值为 -3.52‰ 。BH 孔碳、氧同位素变化趋势一致,具有良好正相关性,相关系数正相关性变化指示了湖泊的长期封闭的特征^[23]。因此,在所研究的 50 年内,布日敦湖作为封闭湖泊,不受外来河流作用影响。

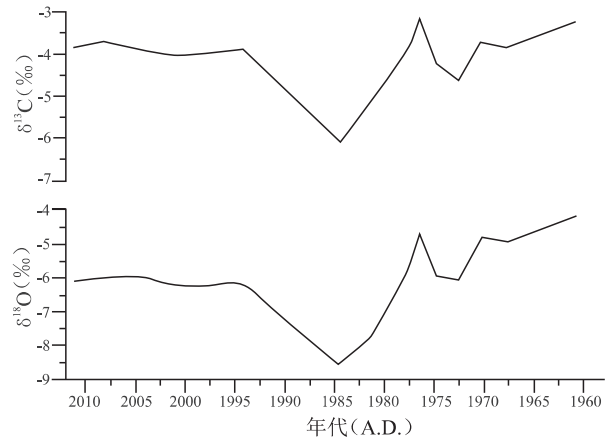


图3 近 50 年布日敦湖 BH 孔碳、氧同位素特征

Fig. 3 Variations of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ in the Buridun Lake in Inner Mongolia in the last 50 years

2.2 湖泊沉积物粒度众数特征与搬运机制

沉积物的搬运介质和搬运方式是决定沉积物粒度的两个基本因子^[24]。当搬运介质和搬运方式一定时,沉积物的粒度分布为单峰曲线。而自然界大部分沉积物均受两种或多种不同的搬运方式和动力大小控制,产生的粒度频率曲线为多峰光滑曲线。

布日敦湖沉积物粒度分析显示,粒度频率曲线主要以双峰和三峰式分布为主(图4)。图4 显示了 BH 孔中具有代表性的 3 种粒度频率分布曲线,分别位于岩心 4cm、32cm 和 97cm 处。32cm 处曲线有两个峰,主峰约为 $5\mu\text{m}$,次峰约位于 $70\mu\text{m}$ 。32cm 处主峰位于 $10\mu\text{m}$ 。97cm 处曲线有 3 个峰,主峰位于 $8\mu\text{m}$,而两个次峰分别位于 $50\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 。通过统计发现,布日敦湖沉积物主要成分为细粉砂组分,粒径分布在 $4 \sim 16\mu\text{m}$ 之间,占到总体积的 30% ~ 50%。而粗颗粒($> 64\mu\text{m}$)组分含量较低,约占总体积的 10% ~ 20%。

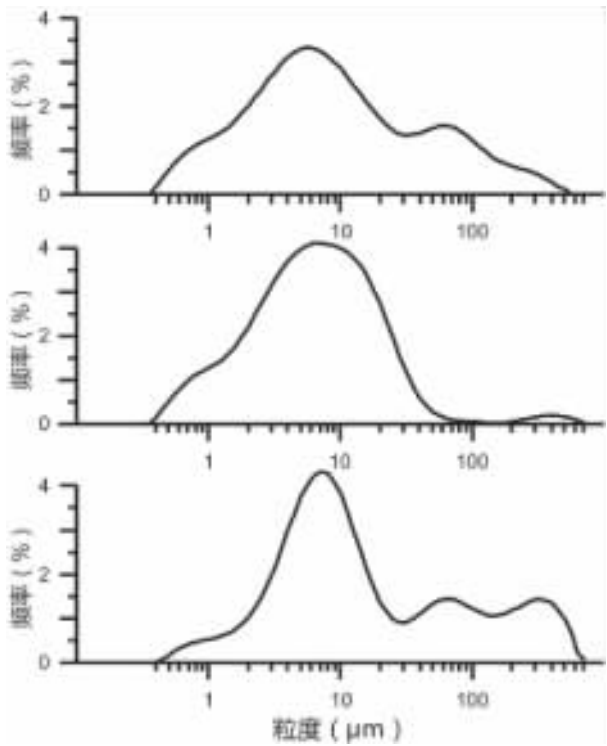


图4 BH孔不同深度处粒度频率曲线(4cm、32cm和97cm)
Fig.4 Size-grain vs. frequency curves for the sediments at the depths of 4, 32 and 97 cm through the BH well

通过野外观察,布日敦湖没有发育补给河流,碳、氧同位素正相关性也验证了其封闭湖泊特征。因此,布日敦湖碎屑沉积物主要为风力搬运作用形成。而风力搬运包括方式又包括悬移、跃移和蠕移,3种不同的搬运方式所搬运的沉积物粒度大小具有明显的不同。王赞红等通过研究沙尘降尘与非沙尘的粒度特征发现^[25,26],大气降尘的较稳定组分粒径介于 $5\Phi\sim6\Phi$ ($30\sim15.6\mu\text{m}$)和 $>8\Phi$ ($3.9\mu\text{m}$)之间。通过搜集近年来发生的不同等级沙尘暴天气数据,发现降尘粒度主要集中在粉砂级范围内。1996年5月30日敦煌发生特大沙尘暴,其沉降物粒度主要集中在 $10\sim30\mu\text{m}$ 和 $30\sim100\mu\text{m}$ 的粒径段上^[27]。1993年5月5日兰州特大沙尘暴粒度主要集中于 $10\sim50\mu\text{m}$ 和 $<5\mu\text{m}$ 范围^[28]。2000年4月6日,北京地区发生浮尘天气,其粒度主要集中于 $<5\mu\text{m}$ 范围^[29]。可见,细颗粒组分占据了风沙活动沉积物的主体。做跃移运动的粗颗粒组通常只上升到地面以上几个厘米,搬运距离较近,粗颗粒跃移组分的粒度下限一般为 $70\mu\text{m}$ 。科尔沁沙地的松散风成沙粒径主要集中在 $100\sim250\mu\text{m}$,其次是 $50\sim100\mu\text{m}$ ^[30],其搬运方式应以近距离跃移为主。对比图4的粒度众数特征,我们发现众数特征表现为:细粒组分占主体,而粗颗粒组分含量较低。

符合风沙活动中沉积物远距离悬浮和近距离跃移、蠕移并存、且悬浮沉积物占主体的特征。所以,我们认为布日敦湖沉积物是由风力搬运沉积的,主要由两种组分构成:①远距离搬运的悬浮细粉砂级($4\sim16\mu\text{m}$)组分,为主要组分;②近距离跃移粗颗粒($>64\mu\text{m}$)组分,为次有组分。

2.3 近50年粒度特征与气象资料对比

现代气象资料是记录风沙活动的最直接证据。通过对比发现,研究样品的细颗粒($4\sim16\mu\text{m}$)组分含量变化趋势与中国北方100个气象站数据的年平均沙尘暴日数变化趋势较吻合,可以作为风沙活动的可靠指标。而粗颗粒($>64\mu\text{m}$)组分含量变化与沙尘暴日数变化差异较大,我们认为可能是受到湖区周围大规模人类活动的影响,对风沙活动没有指示意义(图5)。

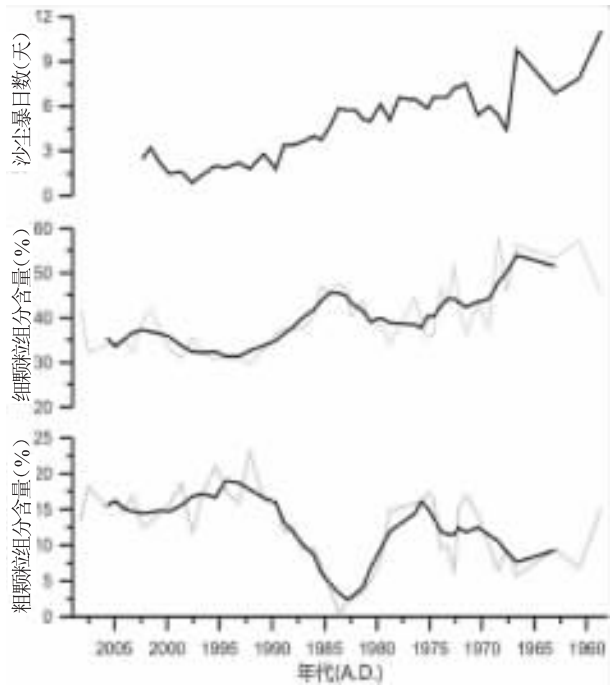


图5 近50年布日敦湖碎屑沉积物中值粒径和粗颗粒组分含量变化与中国北方100个气象站数据的年平均沙尘暴日数对比
Fig.5 Comparison of silt grains ($4\sim16\mu\text{m}$) and coarse grains ($>64\mu\text{m}$) contents in the Buridun Lake sediments and annual average sandstorm days (data from 100 meteorological observatories) in northern China in the last 50 years

图5显示,细颗粒组分含量和沙尘暴日数均呈缓慢下降趋势,分为两个不同的阶段:1980年之前,沙尘暴日数较多;1980年之后,沙尘暴日数降至最低,下降至个位数。细颗粒组分含量表现为1980年之前整体高于1980年之后。包云辉等^[31]统计翁牛

特旗乌丹站气象资料,发现近 50 年内研究区年平均大风日数和扬沙日数也呈下降如趋势,而且扬沙日数于 20 世纪 80 年代出现骤降,从 20 世纪 70 年代的 18.3 天/年下降到 6.9 天/年,与粉砂组分变化趋势一致。尤莉等^[6]研究赤峰地区沙尘暴天气发现,40 年来赤峰地区沙尘暴日数是逐渐减少的,其中 20 世纪 90 年代最少。所以,中值粒径变化趋势与大风日数、扬沙日数和沙尘暴日数变化趋势较为吻合,可以作为研究区可靠的风沙活动指标。

但是,粗颗粒组分含量变化曲线与翁牛特旗沙尘暴日数和大风日数和扬沙日数变化差异较大,原因可能是因为布日敦湖粗颗粒沉积物主要来源于周缘的沙丘。虽然近 50 年大风日数有所下降,但是对于大风多发区域,下垫面的状况决定粗颗粒组分的多少。孙继敏等人研究发现^[32],不合理的土地利用破坏表层土壤,会使其下覆盖的古沙丘活化。湖区周围大规模人类活动导致地表生态破坏,粗颗粒组分被风力携带入湖,因此初步认为粗颗粒组分的变化主要受控于湖区的人类活动。实地考察和研究当地史料发现,1964 ~ 1980 年农业学大寨期间,当地农民大规模修建梯田,破坏了研究区下垫面生态,这一段时间粗颗粒组分含量相对较高。而 1990 年以后的粗颗粒含量缓慢上升可能是由当地挖掘红山文化玉龙文物破坏地表环境造成的。此外,近年来研究区玉龙沙湖旅游区的开发也对其有重要影响。研究区生态环境脆弱,过度的人类活动会破坏地表,造成土地沙化,为现代风沙活动提供沙源,并为未来的风沙活动埋下隐患。因此,我们认为研究区不适宜进行大规模人类活动。

3 结论

风沙活动会造成沙尘暴和土地荒漠化等一系列环境问题,从而对生态环境和人类生活产生严重影响。本文通过将湖泊沉积物的粒度特征与现代气象资料进行对比,得出以下结论:

- (1)干旱区湖泊沉积物粒度可以用来指示研究区的风沙活动,针对布日敦湖地区,细颗粒组分含量可以作为可靠风沙活动指标。
- (2)布日敦湖沉积物的粗颗粒组分可能受到湖区周围人类活动的影响,风沙互动指示意义不明确。
- (3)研究区生态脆弱,容易受人类活动影响而形成土地荒漠化,因此,不适宜进行大规模人类活动,要注意生态保护。

参考文献:

[1] 史培军,严平,袁艺. 中国北方风沙活动的驱动力分析[J]. 第四纪研究,2001,21(1):41 - 47.

[2] 李晋昌,苏志珠,胡光印. 风沙活动强度的常用判断指标及其应用评述[J]. 中国沙漠,2010,30(4):788 - 795.

[3] 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[J]. 科学通报,2006,51(1):87 - 92.

[4] 王训明,李吉均,董光荣,等. 近 50a 来中国北方沙区风沙气候演变与沙漠化响应[J]. 科学通报,2007,52(24):2882 - 2888.

[5] 周自江,章国材. 中国北方的典型强沙尘暴事件(1954 ~ 2002 年)[J]. 科学通报,2003,48(11):1224 - 1228.

[6] 尤莉,程玉琴,张少文,等. 近 40 年赤峰地区的沙尘暴天气[J]. 内蒙古气象,2003,(3):22 - 24.

[7] 尤莉,程玉琴,张少文,等. 内蒙古赤峰地区沙尘暴发生特点及成因[J]. 气象,2004,30(5):38 - 42.

[8] 丁瑞强,王式功,尚可政,等. 近 45a 我国沙尘暴和扬沙天气变化趋势和突变分析[J]. 中国沙漠,2003,23(3):100 - 104.

[9] 周自江. 近 45 年中国扬沙和沙尘暴天气[J]. 第四纪研究,2001,21(1):9 - 17.

[10] 贾铁飞,赵明,包桂兰,等. 历史时期乌兰布和沙漠风沙活动的沉积学记录与沙漠化防治途径分析[J]. 水土保持研究,2002,9(3):51 - 54,57.

[11] 李从先,陈刚,王秀强. 滦河以北海岸风成砂沉积的初步研究[J]. 中国沙漠,1987,7(2):16 - 25,12.

[12] 邱维理,李容全,朱楠,等. 河北省丰宁地区全新世风沙活动及其对古文化的影响[J]. 第四纪研究,2005,25(6):67 - 78.

[13] APPLEBY P, OLDFIELD P. The calculation of lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported ^{210}Pb to the sediment [J]. Catena,1978,5(1):1 - 8.

[14] GASSE F, FONTES J C, PLAZIAT J C, et al. Biological remains, geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from North Sahara [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,1987,60:1 - 46.

[15] JOHNSON T C, HALFMAN J D, SHOWERS W J. Paleoclimate of the past 4000 years at Lake Turkana, Kenya, based on the isotopic composition of authigenic calcite [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,1991,85(3 - 4):189 - 198.

[16] LISTER G S, KELTS K, ZAO C K, et al. Lake Qinghai, China: closed-basin lake levels and the oxygen isotope record for ostracoda since the latest Pleistocene [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,1991,84(1 - 4):141 - 162.

[17] SCHELSKE C L, HODELL D A. Recent changes in productivity and climate of Lake Ontario detected by isotopic analysis of sediments [J]. Limnology and Oceanography,1991,36(3):961 - 975.

[18] FRITZ P, POPLAWSKI S. ^{18}O and ^{13}C in the shells of freshwater molluscs and their environments [J]. Earth and Planetary Science Letters,1974,24(1):91 - 98.

[19] TURNER J, FRITZ P, KARROW P, et al. Isotopic and

geochemical composition of marl lake waters and implications for radiocarbon dating of marl lake sediments [J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1983, 20(4): 599 – 615.

[20] H-C LI, T-L KU, STOTT L D, et al. Stable isotope studies on Mono Lake(California). 1. $\delta^{18}\text{O}$ in lake sediments as proxy for climatic change during the last 150 years [J]. Limnology and Oceanography, 1997, 42(2): 230 – 238.

[21] CRAIG H. The geochemistry of the stable carbon isotopes [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1953, 3(2): 53 – 92.

[22] STUIVER M. Oxygen and carbon isotope ratios of fresh water carbonates as climatic indicators [J]. Journal of Geophysical Research, 1970, 75(27): 5247 – 5257.

[23] TALBOT M. A review of the palaeohydrological interpretation of carbon and oxygen isotopic ratios in primary lacustrine carbonates [J]. Chemical Geology: Isotope Geoscience Section, 1990, 80(4): 261 – 279.

[24] 孙东怀, 鹿化煜, D Rea 等. 中国黄土粒度的双峰分布及其古气候意义[J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 327 – 335.

[25] 王赞红. 现代沙尘暴降尘与非沙尘暴降尘的粒度特征[J]. 地理学报, 2003, 58(4): 606 – 610.

[26] 王赞红, 夏正楷. 北京 2002 年 3 月 20 ~ 21 日尘暴过程的降尘量与降尘粒度特征[J]. 第四纪研究, 2004, 24(1): 95 – 99.

[27] 张宁, 陆荫, 李春生 等. 沙尘暴降尘的化学组份和粒径分布特征[J]. 甘肃环境研究与监测, 1998, 11(1): 4 – 8.

[28] 师育新, 戴雪荣, 李节通, 薛滨. 兰州“930505”特大沙尘暴沉积物特征研究[J]. 沉积学报, 1995, 13(3): 76 – 82.

[29] 庄国顺, 郭敬华, 袁蕙 等. 2000 年我国沙尘暴的组成、来源、粒径分布及其对全球环境的影响[J]. 科学通报, 2001, 46(3): 191 – 197.

[30] 曹振, 胡克, 张永光 等. 科尔沁沙地地表沉积物粒度分析与可风蚀性讨论[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 17 – 21.

[31] 包云辉, 李俊有. 赤峰市大风与沙尘暴风险分析[J]. 内蒙古农业科技, 2009, (1): 70.

[32] 孙继敏, 刘东生, 丁仲礼, 刘嘉麒. 五十万年来毛乌素沙漠的变迁[J]. 第四纪研究, 1996, 18(4): 359 – 367.

Grain-size distribution in the lake deposits from the Buridun Lake in Inner Mongolia as an indicator of aeolian activity

YANG Lei^{1, 2}

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The present paper is concerned with some aspects of the lake deposits in the Buridun Lake in Inner Mongolia. The aims are, firstly, to construct the grain-size sequences for the Buridun Lake during the last 50 years on the basis of grain-size composition, carbon and oxygen isotopes and $^{210}\text{Pb}/^{137}\text{Cs}$ age determinations, and secondly, to clarify the trend of the aeolian activities on the basis of the comparison of annual average sandstorm days (data from 100 meteorological observatories) in the study area and northern China. The coincidence of the variable trends of the fine grains (4 to $16\mu\text{m}$) contents in the Buridun Lake deposits and sandstorm days in the Ongniud Banner may indicate the states of regional aeolian activities. The greater differences of variable trends of the coarse grains ($>64\mu\text{m}$) contents in the Buridun Lake deposits and sandstorm days in the Ongniud Banner indicate that the lake area may be affected by the land desertification caused by lagre-scale human activities rather than the aeolian activities. Therefore, it is inadvisable to develop the lagre-scale human activities in the Ongniud Banner region. This will be very important to the protection of ecological environments and regional wind protection and sand fixation.

Key words: Buridun Lake; grain-size composition; aeolian activity; human activity; land desertification