

艾比湖湿地土壤粒度特征分析

王勇辉^{1,2}, 何旭^{1,2}, 海米提·依米提^{1,2}

(1. 新疆干旱区湖泊环境与资源重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830054; 2. 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要: 为了探明阿拉山口大风对地表土壤粒度分布的影响, 本文选取阿拉山口风向影响下的阿拉山口地区 (A 区域), 博河、精河下游河岸带 (B 区域), 阿奇克苏河下游河岸带 (C 区域) 作为研究区, 三个区域的表层土壤作为研究对象, 以艾比湖湿地表层土壤粒度测试实验为基础, 分析土壤粒度及空间分布的特征。平均粒径结果表明: 阿拉山口区、博河、精河下游河岸带、阿奇克苏河下游河岸带粒径分别为 101.49 μm 、77.54 μm 、49.82 μm ; 偏度特征为: 三个区域的偏度均值结果显示为正偏态, 分别为为 4.01 (阿拉山口区域)、3.71 (博、精河区域)、2.77 (阿奇克苏河区域)。土壤质地分级结果为: 阿拉山口区土壤质地以粗砂为主, 博河、精河下游河岸带以沙砾和粉砂为主, 阿奇克苏河下游河岸带以粉砂为主。上述结果定量地揭示了阿拉山口常年的风力侵蚀作用及其人类活动对该区域表层土壤粒度的影响。

关键词: 土壤粒度; 土壤质地; 空间分布; 艾比湖湿地

中图分类号: S152.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)06-0183-05

Analysis of soil granularity in Ebinur Lake wetland

WANG Yong-hui^{1,2}, HE Xu^{1,2}, Hai Miti·Yimiti^{1,2}

(1. Xinjiang Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, Urumqi Xinjiang 830054, China;

2. School of Geography and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

Abstract: Three typical regions were selected in Ebinur Lake wetland of Xinjiang in China, and the soil granularity contents were determined. Based on the data information, statistics method was employed to analyze the impact of winds in Alashankou on distribution of soil granularity. The results showed that: the average granularity of the soil were 101.49 μm , 77.54 μm and 49.82 μm respectively in Alashankou area (Region A), Bo River and Jinghe downstream riparian (Region B) and Aqikesu River riparian (Region C). The skewness of three regions show positive, and the mean values were 4.01, 3.71 and 2.77. The results of soil texture show the main ingredient is grit in Alashankou area, gravel and silt in Bo River and Jinghe downstream riparian and silt in Aqikesu River riparian. The human activities and perennial wind erosion in Alashankou mainly influence the characteristics of the soil granularity in Ebinur wetland. The study reveals the forming process of soil, as well as in providing scientific reference for restoring of soil degradation and dust resistance of the region studied.

Keywords: soil granularity; soil texture; spatial distribution; Ebinur Lake wetland

土壤粒度作为土壤物理性质的重要指标, 表征了土壤中不同大小直径矿物颗粒的组合状况, 在起沙天气的下垫面因子中扮演着重要角色。土壤粒度的粗细与土壤的化学和生物性质密切相关, 它的组成及特征会影响土壤的抗风蚀能力、土壤持水能力和土壤养分等^[1-4]。关于土壤粒度特征的研究已经有很多, 如鹿化煜等^[5]对黄土高原红粘土与黄土古土壤粒度特征进行了对比, 钱亦兵等^[6-7]研究了准

噶尔中南部沙尘暴源区地表沉积物粒度特征, 并进行了沙尘天气的地表环境判别, 探讨了风沙土粒度参数与植被格局的关系。目前粒度分析已成功应用于风成沉积、风蚀环境信息提取等研究领域^[8-9]。

艾比湖湿地位于新疆博尔塔拉蒙古自治州, 常年受到西北部阿拉山口大风的影响, 沙尘天气频发, 导致当地人居环境下降。很多学者针对该区域进行了土壤盐渍化、土壤基本理化特性的研究^[10-11], 但

收稿日期: 2014-04-02

基金项目: 新疆维吾尔自治区重点实验室开放基金 (XJDX0909-2012-10); 国家自然科学基金 (41171036)

作者简介: 王勇辉 (1977—), 男, 新疆奎屯人, 讲师, 博士研究生, 主要从事干旱区资源利用与环境演变的研究。E-mail: wyhsd-3011@163.com。

通信作者: 海米提·依米提, 男, 维吾尔族, 新疆喀什人, 教授, 主要从事干旱区水文与环境演变研究。E-mail: hyimit@yahoo.com.cn。

是关于该区域土壤粒度组成的研究相对较少。本研究在艾比湖湿地选取三个区域,这三个区域是沿着阿拉山口风向自西向东分布的,针对地表土壤粒度进行测定及对比分析,探讨其空间分布特征及成因,不仅丰富了干旱区湿地理论研究的内容,而且对于当地防风治沙工作具有重要的实践意义。

1 研究区概况

艾比湖湿地位于新疆精河县西北(44°30'N ~ 45°09'N, 82°36'E ~ 83°50'E)准噶尔盆地西南,是这一区域的汇水中心,西北的阿拉山口是著名的风口,阿拉山口的大风是影响湖区气候的主导因素之一。艾比湖主要的补给河流有博尔塔拉河、精河、阿奇克苏河等。阿拉山口由西北向东南倾斜,形成落差 150 m 上下的狭长谷地。年均大风(大于 17 m·s⁻¹)日数多达 164 d, 8 级以上大风为 241 h, 瞬间最大风速达到 55 m·s⁻¹, 年均风速 6 m·s⁻¹。大风日数年际变化不大,但季节性明显,秋冬两季较少,多集中在 3—6 月,占全年大风日数的 50% 左右。每次大风来时,西北—东南方向的风越过艾比湖湖面,在精河东南遇到突出的天山支脉喀拉久特山后分为 2 支,一支向东刮向准噶尔盆地,另一支转向西方,然后反旋向西北,席卷博乐一带。博尔塔拉河、精河下游河岸带属典型的大陆性干旱气候,区域内干燥少雨多风,降水量年内分配不均匀,降水量远远大于蒸发量,上游主要为农业灌溉区。阿奇克苏河下游河岸带以盐渍化土壤为主,河岸带地表植被主要以荒漠植被、盐碱植被、湿地植被为主,在古河道潜水溢出带分布有大部分胡杨(*Populus euphratica*)、盐节木(*Halocnemum*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)等典型植物。研究区内典型地带性土壤为灰漠土、灰棕漠土和风沙土,隐域性土壤为盐(盐渍化)土、草甸土和沼泽土^[12-15]。

2 材料与方法

2.1 样品采集

在艾比湖干涸湖底西北部到东南部,沿着阿拉山口风向近似等距离的位置,于 2012 年春季选取阿拉山口(A 区)、博河、精河下游河岸带(B 区)、阿奇克苏河下游河岸带(C 区)进行样品采集,采样点分布如图 1。A 区域面积约 18 km², 样点 10 个, (1# 到 10#, 采样坐标范围为 45°08'46" ~ 45°07'27"N, 82°36'41" ~ 82°38'52"E), B 区域面积约 12 km², 样点 10 个 (11# 到 20#, 采样坐标范围为 44°50'27" ~ 44°48'07"N, 82°46'01" ~ 82°49'33"E), C 区域面积约 10 km², 样点 10 个 (21# 到 30#, 采样坐标范围为 44°43'28" ~ 44°41'47"N, 83°03'57" ~ 83°06'08"E), 三个区域的样

点距离约 2 km, 采样深度均为 0 ~ 20 cm。

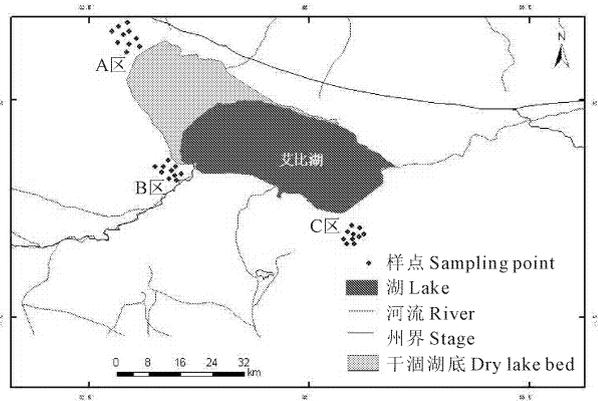


图 1 采样点分布图

Fig.1 Distribution of sampling sites

2.2 样品处理

在未经研磨处理过的土壤原样基础上取 0.5 g 样品置于 250 mL 的烧杯中,在样品中加入 10% 的 H₂O₂ 溶液,并在电热板上加热除去有机质后加入 10% 的 HCl 溶液,再次将其在电热板上加热去除碳酸盐,观察直至烧杯中无气泡产生,冷却后在烧杯中加入纯水,将多余的 H⁺ 去掉,直至溶液达到中性为止,向每个烧杯里面加入 10 mL 的浓度为 0.05 mol·L⁻¹ 的 (NaPO₃)₆ 充分分散,静置 1 h 后上机测试。所采用的仪器为英国马尔文公司生产的 Mastersize2000 激光粒度仪。

2.3 数据处理与计算

本文运用 GRADISTAT 粒度处理软件,将土壤粒径分为 11 个范围(表 1)。采用的参数计算公式有:

$$(1) \text{平均粒径: } \bar{x}_a = \frac{\sum f m_m}{100}$$

$$(2) \text{标准差: } \sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f(m_m - \bar{x}_a)^2}{100}}$$

$$(3) \text{偏度: } S k_a = \frac{\sum f(m_m - \bar{x}_a)^3}{100\sigma_a^3}$$

$$(4) \text{峰度: } K_a = \frac{\sum f(m_m - \bar{x}_a)^4}{100\sigma_a^4}$$

3 结果与讨论

3.1 艾比湖湿地不同区域土壤质地

图 2 是 A、B、C 区域“土壤质地分类三角表”,根据“砂粗组~粉砂组~黏粒组”三因分类法三角图解可得:A 区域以粗砂为主,粗砂和泥沙含量高,黏土含量极少,并且含有明显的极粗砂,土壤整体粒径大;B 区域以沙砾和粉砂为主,粗粉砂和泥沙含量较多,土壤整体粒径次之;C 区域以粉砂为主,粗粉砂含量多,沙砾含量相对较少,土壤整体粒径最小。

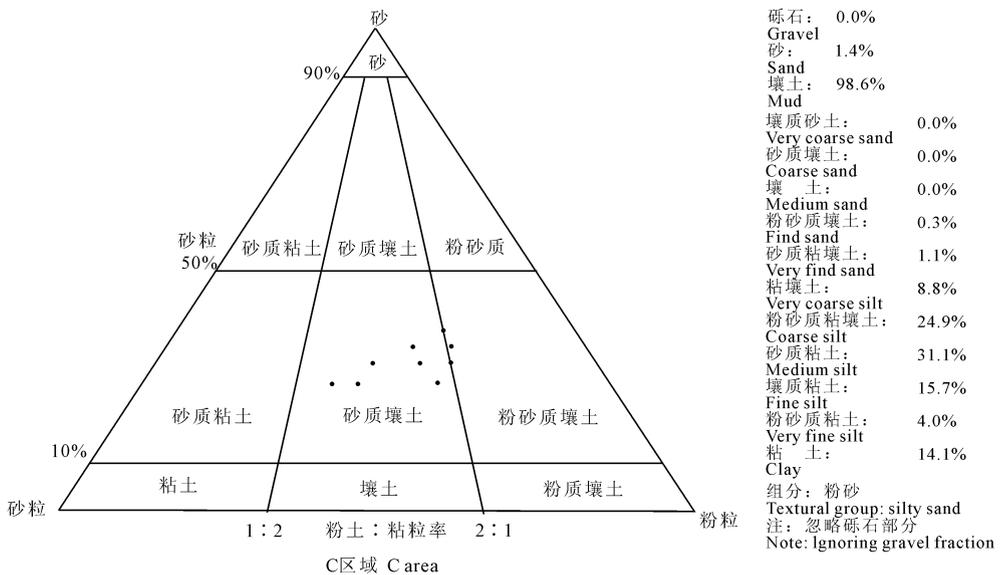
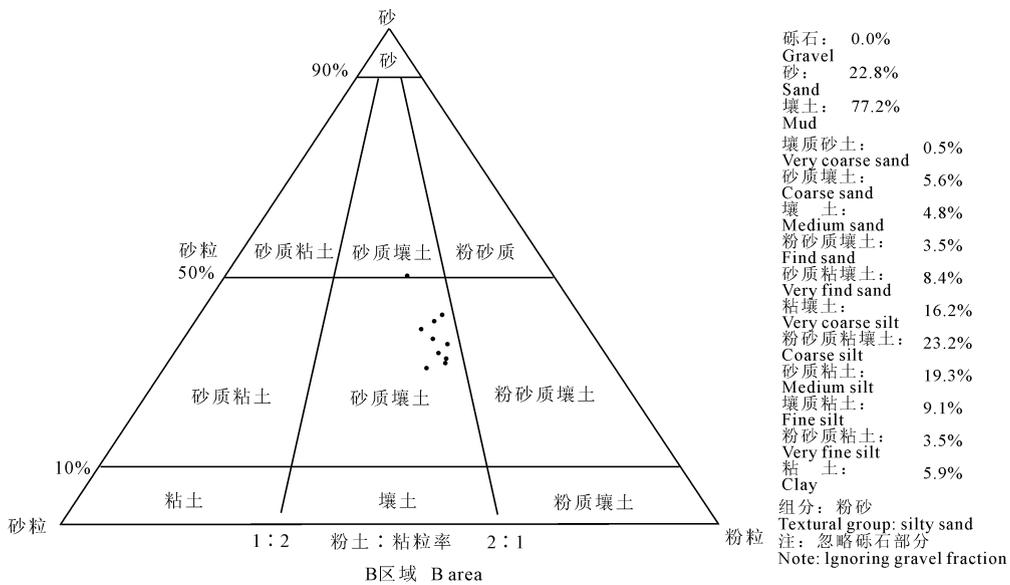
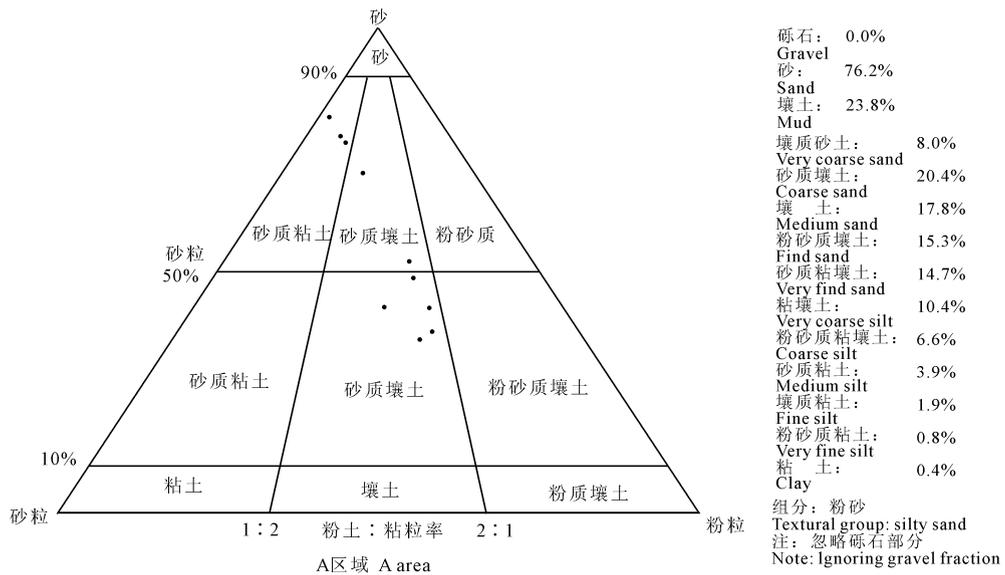


图 2 艾比湖湿地典型区域土壤粒度三角图

Fig. 2 Triangular diagram for soil granularity in typical area of Ebinur Lake wetland

3.2 艾比湖湿地典型区域土壤粒度参数特征

3.2.1 土壤粒级分布特征 表 1 是 3 个区域 30 个样点土壤粒度百分含量,从数据中可看出 A、B、C 三个区域土壤粒度存在明显差异,1 000 ~ 2 000 μm 的粒径范围在 A 区域中含量最多,其次是 B 区域,C 区域含量最少;A 区中土壤粒径主要分布在 8 ~ 1 000 μm 中,B 区中土壤粒径主要分布在 4 ~ 500 μm 中,C 区中土壤粒径主要分布在 32 μm 内。

表 1 艾比湖湿地典型区域土壤粒度百分含量/%

Table 1 Content of soil granularity in typical area of Ebinur Lake wetland

粒径/ μm Granularity	区域 Area		
	A(1~10)	B(11~20)	C(21~30)
<1	0.91~35.57	1.77~35.16	4.04~23.86
1~2	0.27~4.74	1.33~9.40	1.52~5.79
2~4	0.91~12.95	2.38~15.19	3.48~15.91
4~8	2.17~22.19	7.64~19.14	8.94~25.26
8~16	4.37~31.99	13.08~30.96	18.50~27.54
16~32	7.26~28.49	7.86~27.61	10.86~22.55
32~63	2.33~17.43	3.40~19.88	2.77~15.90
63~125	0.59~22.74	0.86~18.58	0.30~7.61
125~500	0.16~37.16	0~21.66	0.20~4.61
500~1000	0~19.26	0~5.08	0~20.30
1000~2000	0~5.57	0~0.19	0

3.2.2 艾比湖湿地典型区域土壤平均粒度特征

粒径的平均值可以反映颗粒的平均粗细大小,反映搬运用营力的平均动能^[16],从颗粒的大小看出土壤发育程度和物质来源的不同。研究区所选 A、B、C 三个样区的土壤粒径平均值分别为 101.49 μm 、77.54 μm 、49.82 μm ,土壤粒径呈现出递减趋势。从各个区域表层土壤的平均粒径的大小可知:在阿拉山口附近区域(A 区),土壤粒径较大,在艾比湖南侧区域(B 区)土壤粒径次之;远离阿拉山口,在艾比湖东侧较远区域(C 区)土壤粒径最小。该现象反映出土壤质地搬运过程中随风的强度减弱而营力减弱,土壤分选程度也随之变弱,土壤粒径也减小。

3.2.3 土壤粒级偏度特征 偏度是表示沉积物粗细分布对称的一个定量描述指标^[17]。通过它可以进一步地判断出粒度分布曲线中主峰的大致位置和平均粒径与中值粒径的相对位置,以及土壤粒径大小趋势。本文土壤均以单峰态为主,长尾部的出现,土壤以母质风化成壤并兼有风力尘土存在的证据。若为负偏时,称分布具有负偏离,也称左偏态,此时主峰位于均值右边,即主峰在细的一端,直观表现为平均粒径向中值粒径的较粗方向移动;若为正偏时,

称分布具有正偏离,也称右偏态,此时主峰位于均值左边,即主峰在粗的一端,直观表现为平均粒径向中值粒径的较细方向移动。从测试结果中可以看出 A、B、C 三个区域的样品偏度均为正偏态,A 区域偏度最大,均值为 4.01;B 区域偏度较小,均值为 3.71;C 区域偏度最小,均值为 2.77。三个区域土壤以粗的颗粒为主,其中 A 区域土壤最粗,其次为 B 区域,C 区域最细。

3.2.4 土壤粒度累积分布特征 累积频率曲线可以反映出土壤碎屑的搬运介质和动力条件(如图 3)。A 区域曲线分布范围小而坡度陡;B 区域曲线分布范围较大且坡度较缓;C 区域曲线分布范围最大且坡度缓。

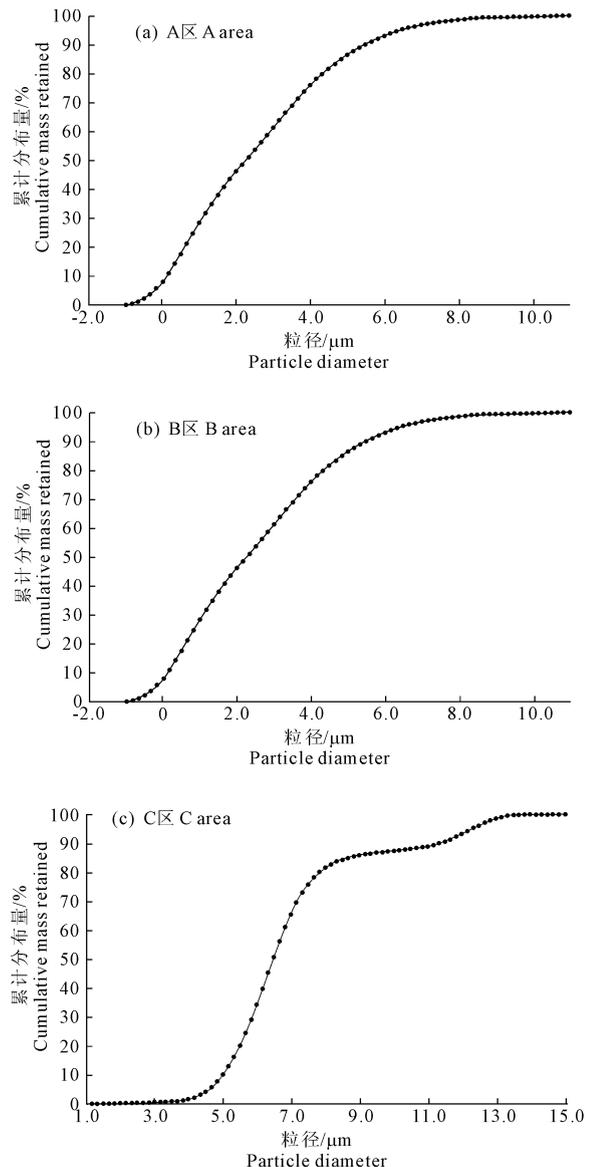


图 3 艾比湖典型区域土壤粒度累积分布图

Fig. 3 Cumulative distribution of soil granularity in typical area of Ebinur Lake wetland

结合表1的不同区域土壤粒径百分含量以及图3,可以分析出,A区域由于土壤粒径整体较大并且含量集中,受风力搬运作用明显;B区域相对于A区域,土壤受风力作用较小,所以颗粒粒径次于A区域;C区域受风力作用最小,土壤粒径较为最小。此图进一步说明三个区域存在明显的风力尘土搬运过程。

3.3 艾比湖典型区域土壤粒度成因分析

土壤是由大小、形状不同的固体颗粒和孔隙以一定形式连结形成的多孔介质,具有自相似或分形特征。根据粒度参数特征和判别分析结果及野外调查可知,产生这种现象的原因除与土壤质地、母质来源和沉积条件有关外,还与不同地区所具有的生态环境有关^[18]。根据实验数据,艾比湖研究区土壤质地以砂砾为主,并沿东南向西北方向土壤质地呈现越来越粗的趋势,根据实测资料,一般当风速大于 $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时(2 m 高处风速),沙尘就会移动;而湖的西北是素有“亚洲风库”之称的阿拉山口,平均每年大于8级(距地10 m处)大风164 d,最大风速达 $55\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。所以较细的颗粒在风的动力下,搬运迁移,以致其留下的是颗粒较大的石砾,而湖的南北两侧以及湖的东侧,土壤的质地大多数为粗砂、细砂和砂壤。

艾比湖地处干旱区,晚更新世晚期开始,由于流域气候逐渐变干,艾比湖不断萎缩。20世纪50年代至70年代,由于人口增加和大规模水土开发,使艾比湖流域的主要河流奎屯河、四棵树河、古尔图河被拦截断流,精河、博尔塔拉河入湖量减少。加上水量的减少导致植被的衰退,过渡的采伐也导致植被的衰退,70%以上的胡杨、红柳被砍伐以及人类对土地不合理利用导致了土地沙漠化。土地过度农垦、过度放牧、过度樵柴以及水资源利用不当均对艾比湖的生态环境造成恶劣影响。土壤表面植被的破坏,使大量的土壤裸露。裸露的地表在阿拉山口风力的影响下,大量的较小颗粒随风而起迁移。因此,人为因素也是造成该地区土壤现状的重要原因之一^[19-21]。

4 结 论

阿拉山口大风对艾比湖湿地土壤粒径影响的定量结果首先表明:在阿拉山口(A区)至博、精河下游河岸带(B区),阿奇克苏河下游河岸带(C区)选取的三个区,土壤粒径依次递减,规律显著。其次通过粒径分级标准进一步得出:在艾比湖湿地选取的三个区域土壤质地差异很大,阿拉山口区(A区)以粗砂为主,博、精河区域(B区)以砂砾和粉砂为主,其中粗粉砂和泥沙含量较多,阿奇克苏河区(C区)以

粉砂为主。艾比湖湿地土壤粒径及质地呈现的特征除了由阿拉山口的大风起到主导作用以外,近年来该区域生态环境破坏,气候干燥等原因导致地表植物盖度较小,加之干涸湖底面积的加大均有可能导致地表土壤粒径的变化,因此,在该区域减少人类活动的干扰可能是恢复艾比湖湿地生态环境的主要策略之一。

参 考 文 献:

- [1] 董治宝,李振山.风成沙粒度特征对其风蚀可蚀性的影响[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(4):1-12.
- [2] 陈广庭.北京平原土壤机械组成和抗风蚀能力的分析[J].干旱区资源与环境,1991,5(1):103-113.
- [3] Orlovsky L, Orlovsky N, Durlyev A. Duststorms in turkmenistan[J]. Journal of Arid Environment, 2005, 60: 87-97.
- [4] 钱亦兵,张希明,李晓明.塔克拉玛干沙漠南缘绿洲沙物质粒度特征[J].中国沙漠,1995,15(2):131-135.
- [5] 鹿化煜,安芷生.黄土高原红粘土与黄土古土壤粒度特征对比[J].沉积学报,1999,17(2):226-231.
- [6] 钱亦兵,吴兆宁,陈冬梅,等.准噶尔中南部沙尘暴源区地表沉积物粒度特征[J].中国沙漠,2005,25(6):831-836.
- [7] 钱亦兵,吴兆宁,杨青,等.新疆准格尔盆地沙尘天气的地表环境判别[J].地理学报,2005,60(6):981-990.
- [8] 钱亦兵,石井武政.西昆仑山晚新生代沉积的粒度和 $\delta^{18}\text{O}$ 含量特征研究[J].干旱区地理,1999,22(2):50-55.
- [9] 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,1996,25(1):15-19.
- [10] 陆亦农,于瑞德, D. Overdieck, 等.艾比湖流域阿奇克苏河床土壤盐渍化调查分析[J].新疆师范大学学报,2009,28(1):1-12.
- [11] 王勇辉,海米提·依米提,胡江玲,等.干旱区湿地土壤有机质空间分布及关系研究[J].干旱区资源与环境,2012,26(11):98-103.
- [12] 吴敬禄,刘建军,王苏民.近1500年来新疆艾比湖同位素记录的气候环境演化特征[J].第四纪研究,2004,24(5):585-589.
- [13] 格丽玛,冷中笑,何清,等.新疆艾比湖湿地生态功能及其恢复的研究[J].科技论坛,2005,(24),84-86.
- [14] 王合玲,张辉国,秦璐,等.新疆艾比湖流域土壤有机质的空间分布特征及其影响因素[J].生态学报,2012,32(16):4969-4980.
- [15] 武胜利,李万娟,李志忠,等.新疆艾比湖周边怪柳沙堆的粒度特征[J].干旱区地理,2010,33(4):525-531.
- [16] 吴正.风沙地貌与治沙工程学[M].北京:科学出版社,2003:372-376.
- [17] 李振山,陈广庭,冯起,等.塔克拉玛干沙漠腹地纵向沙垅表面沙物质粒度特征[J].干旱区资源与环境,1998,12(1):21-26.
- [18] 刘东生.黄土与环境[M].北京:科学出版社,2002:29-35.
- [19] 周丹丹,董建林,高永,等.巴音温都尔沙漠表层土壤粒度特征及风蚀量估算[J].干旱区地理,2008,31(6):933-939.
- [20] 阎顺.艾比湖及周边地区环境演变与对策[J].干旱区资源与环境,1996,(1):30-37.
- [21] 焦黎,王勇辉,张高,等.艾比湖湖区土壤质地测定及其分析[J].新疆师范大学学报(自然科学版),2007,26(1):74-77.