

艾比湖干涸湖底尘暴及其灾害分析

吉力力·阿不都万里 穆桂金

(中国科学院新疆生态与地理研究所,乌鲁木齐 830011)

摘 要 在艾比湖地区水动力,风力和重力作用形成的洪积、冲积、湖积、风积、化学沉积等第四纪的沉积类型分布十分广泛,不同沉积类型的物质组成、空间分布、结构特征及其对尘暴物质的贡献率和沙尘暴产生的灾害程度有较大的不同。本文根据实地考察,取样分析的结果以及前人的资料,对艾比湖地区地貌结构特征与沙尘暴形成的关系以及沙尘暴和浮尘天气对大农业、工业、人民健康造成的灾害强度、灾害方式进行分析研究。

关键词 地貌结构 沙尘暴 灾害 艾比湖

中图分类号 P425.5⁺5 **文献标识码** A

艾比湖位于准噶尔盆地西南部,南西北三面环山,东部与准噶尔盆地平原相连。第四纪以来,特别是末次冰川以来,艾比湖地区生态与自然环境经历了剧烈的变化,其中最引人注目的是湖泊水位的下降以及相应湖面积的缩小。目前艾比湖已演化发展到盐湖阶段,现代湖泊周围的干涸盐土湖积平原已发展到沙漠化阶段,湖泊水域面积只剩约 500 km²,湖水矿化度高达 97~117g/L^[1~4]。湖水面积的明显收缩和特殊的地貌结构,复杂的大气环流,丰富的沙尘物质以及不合理的人类活动等导致湖区生态进一步恶化,风蚀作用增强,风沙尘暴灾害频发。

1 地貌结构与沙尘物质

艾比湖地区大的地貌格局为三面环山地夹盆地,山地最高峰海拔 5 500m,盆地沉降中心的艾比湖湖面海拔 189m,高差 5 311m,地貌类型多样,由高而低依次有山地丘陵、山前冲洪积砾质平原、细土平原、湖积平原(图 1)。不同地貌类型的结构特征、地面物质组成及其对尘暴物质的贡献率有较大的不同。

山地丘陵:艾比湖北部的玛依力山、西北部的阿拉套山、南部的婆罗科努山由古生代和新生代的变质砂岩、砾岩、花岗岩等组成的环湖山地。以干

燥剥蚀、流水侵蚀作用为主,物理风化和暴雨洪水冲刷、切割强烈,切割深度 200~500m,冲沟和干谷发育,地形支离破碎,地面植被覆盖度在中山地带较高外,其他部位普遍很低,山体坡角处倒石堆、岩屑坡等发育,松散碎屑物质较丰富。这些松散物质中,除了在干燥剥蚀的低山丘陵地带,少量的小颗粒物质在风力吹扬作用下,直接为沙尘暴和浮尘天气的形成提供物源条件外,其他碎屑物通过水动力、风力和重力作用,为山前平原和艾比湖湖区地貌类型的形成和发展提供了丰富的物源条件。因此,山地丘陵的地面物源环境对艾比湖沙尘暴和浮尘天气的发生和发展意义不大,只起到间接的作用。

冲洪积砾质平原:环山带与细土平原之间由新、老冲洪积扇和倾斜平原组成的砾石戈壁。地势由环山带向艾比湖 2°~5°倾斜,地面物质由砾石、粗砂、细砂组成,局部由薄层含砾黄土覆盖,砾石成分以花岗岩、变质岩和石英岩为主,松散沉积物比较厚。尤其在湖北由于缺少河流,组成物质松散,经长期干燥剥蚀和强烈风蚀,细粒物质已吹蚀搬运,地表砾石裸露,砾石覆盖度 80%~90%。粒径一般 2~3cm 的较多,占 60%~70%,3~8cm 的占 20%~30%,最大者可达 30~50cm,但比例很少。只有在一些散流和冲沟地段有稀疏的梭梭、麻黄、芦苇等耐旱荒漠植被,其他地段没有植物生长,形成了荒凉

收稿日期:2001-11-26; 修订日期:2002-01-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:49772141)。

作者简介:吉力力·阿不都万里,男,维吾尔族,1964 年出生,新疆拜城人,副研究员,主要从事干旱区资源与环境演变研究,发表论文 20 余篇。

的砾漠景观。这种砾石密度较高的戈壁砾石对抑制本区地表风蚀、风沙活动和粉尘输送过程一定分演着非常重要的角色。通过不同铺压密度和方式的砾石覆盖层对土壤吹蚀强度抑制作用的实验数据^[5],充分说明了这一点。

冲洪积细土平原:砾质平原与湖积平原之间和博尔塔拉河、精河、奎屯河等河流的中下游沿岸为冲洪积细土平原。地势平坦,坡度小于 2° ,地表由粉沙、粘土、细砂、亚沙土组成。土层厚、土质疏松,地下水位较高,回水保潮性好,宜于农田耕作,是博洲发展以农为主,农、林、牧、副多种经营的最佳地带。主要种植小麦、玉米、棉花等作物,春季耕作期间和在农作物未覆盖前以及秋季在农作物收割后,地表

裸露、干燥疏松,这两季恰好是多风、大风的季节,裸露或翻耕疏松的农田容易受到风蚀,为沙尘暴的形成提供丰富的粉尘物质。据调查,春季大风可将还未被作物覆盖的耕地土壤刮走 $3\sim 10\text{cm}$ 深,有时刚播下的种子也不翼而飞。82团一带,每年风蚀耕地浮土 $1\sim 2\text{cm}$,风蚀表土每公顷达 $90\sim 195\text{m}^3$,仅82团和91团风蚀耕地面积达 150km^2 。另外,在冲洪积细土平原由于局部水分、土壤、盐分条件的差异,发育杜加依林、灌丛、低地草甸等不同的植被类型,但覆盖度较低,一般为 $10\%\sim 40\%$ 之间,裸露的地面土质干燥疏松,经大风吹蚀,极易就地起沙,也为沙尘暴的发生和扩散创造了条件。

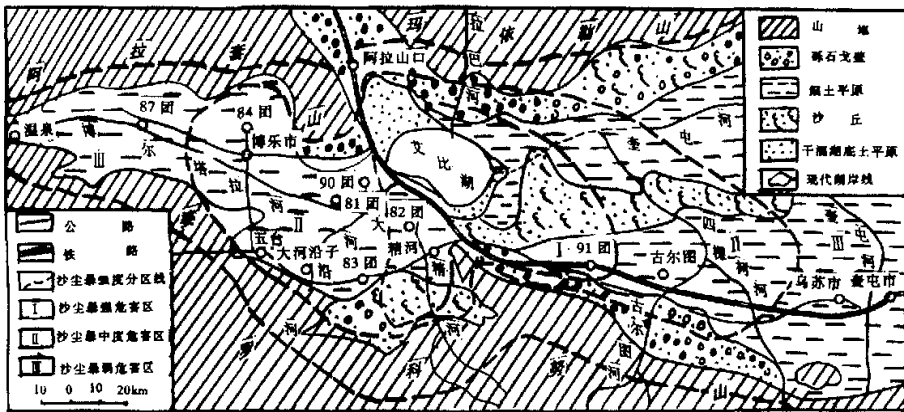


图1 艾比湖地区地貌结构与灾害强度分区图

Fig. 1 Division map of the geomorphologic patterns and the disaster intensity in the Ebinur Lake region

湖积平原:冲洪积平原与艾比湖之间的河湖相堆积平原和干涸湖底盐土平原,海拔 $238\sim 189\text{m}$,是仅次于吐鲁番盆地的新疆第二低地。由于长期干旱气候环境的发展和强烈的水面蒸发,湖水减少,湖面缩小,形成了湖积平原。特别是20世纪50年代以来,一方面,农林牧和工矿企业以及生活用水量的增加,注入湖泊的水量明显减少;另一方面,深度不到 3m 的湖水在强劲的西北大风作用下,向东南平坦的盐沼地分散并强烈蒸发,湖泊北部和东南部快速萎缩,湖底裸露,变成了新的湖积平原。老湖积平原组成物质以细砂、粉沙和亚粘土为主,有些地段已农业开垦耕作,有些地段已覆盖砾石。新湖积平原地势极为平坦,高差不到 3m ,土层以含硫酸盐和氯化

物为主的厚层细粒盐土。沿干涸湖底周边向湖中心,沉积物的分选性较好,组成物质以细砂、粉沙和含沙粘土等细粒物质为主,多处地面堆积磨圆度较好的沙粘土颗粒物质,砾石很少,占 $3\%\sim 5\%$,砾径 $0.2\sim 1\text{cm}$;地表多裂口,有五、六角形的龟裂性结构,也有线条性结构,裂口深 $30\sim 50\text{cm}$,宽达 10cm 。土质因含盐过高,有些地段的地表盐壳厚度大于 20cm ,有盐壳的地面凹凸不平,地表光秃裸露,寸草不生,风蚀作用非常强烈,是艾比湖地区沙尘暴的重要发源地。据1998年3月1日至1999年10月1日对艾比湖干涸湖底12个点定期观测,风蚀强度最大达到 10cm ,每年被大风吹走的含盐沙尘 $48\times 10^5\text{t}$ 以上,搬运到下风向广大地区。由于强烈的风蚀,在

精河下游三角洲干涸的老河沟地段风蚀雅丹地貌十分发育,风蚀槽谷深 3~5m。

2 地面结构变化与沙尘暴的关系

2.1 年际变化

艾比湖地区地面结构自晚更新世以来发生了很大变化,晚更新世至本世纪初变化较慢,20 世纪初以来,特别是 50 年代初至 70 年代以来变化较快。根据¹⁴C 测年^[6]和最高一级湖积堤的海拔高度来推算,在 5 000 年前艾比湖的面积约 3 000 km²,湖水深度在 40m 左右,当时的艾比湖为良好水质的淡水湖^[7~8]。湖周全是冲洪积沉积物,地面覆盖茂密植被,反映为典型淡水湖的生态与环境特征。自晚更新世晚期以来,随着新疆气候干旱程度的发展,艾比湖水位下降、湖面明显缩小,湖周地面结构发生了变化,但当时无农业用水和其它人类活动影响,整个自然变化过程中变化速率极其缓慢。推测从晚更新世晚期至全新世晚期,艾比湖水体面积减少一半,平均每年减少 0.1 km²,全新世晚期至本世纪初湖泊面积又减少约 200 km²,年平均减少 0.02 km²^[9]。这时候,艾比湖西南和东南退水裸露出来的湖相沉积平原面积达 1 700 km²,并大部分已被后来的河流冲积所覆盖,形成了湖积冲积平原。湖区当时的气候温凉偏干,存在冷暖交替的次级波动,孢粉组合以蒿、藜、麻黄为主,湖周植被反映的特征为荒漠草原,水生、湿生植物含量较低^[10]。与此同时,山前洪积冲积扇不断向前推移,冲洪积平原面积扩大,沉积物物理特性也发生了变化。

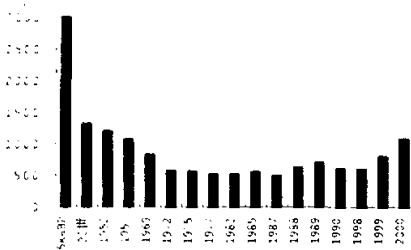


图 2 艾比湖湖水面积的缩小速率
Fig.2 Reduction of the water area of Ebinur Lake

20 世纪初以来,由于干旱环境的进一步加强,特别是 50 年代以来流域人口增长速度过快、大规模兴建水利工程、播种面积扩大、农田耗水量增加、加之不合理的人类活动影响剧增等原因,艾比湖面缩小速率明显增加,50 年代到 70 年代中期,年平均缩小速率达 15km²(图 2);湖周地下水位下降,野生动植物资源锐减,裸露的干涸湖底盐土平原面积扩大并表层土壤干燥、松散,沙尘暴和浮尘天气的出现次数增多。

表 1 艾比湖地区不同时期人口和地面结构变化
Tab.1 Change of the population and the surface structure in the Ebinur Lake region during the different periods

年份	人口 10 ⁴ 人	耕地 面积 10 ⁴ hm ²	耗水量 10 ⁸ m ³	荒漠 次生林 10 ⁴ hm ²	天然 草场 10 ⁴ hm ²	芦苇 10 ⁴ hm ²	湖泊 面积 km ²
1950	6.78	2.26	4.09	13.33	25.47	4.67	1200
1990	71.05	25.3	21.37	8.67	12.00	1.39	568

从表 1 可知,在 1950 年至 1990 年 40 年时间内,艾比湖地区人口、耕地和耗水量分别增加 10.5 倍、11.2 倍和 5.2 倍,而荒漠次生林、天然草场和芦苇面积分别减少 1.5 倍、2.1 倍和 3.4 倍,湖泊面积缩小 632km²。目前,湖北西和南东两端干涸的盐土湖底裸露面积达 700 km²。另外,由于盲目开荒,使许多新垦地缺乏充足的水源灌溉,土地养分差,投入少致使产量不高,甚至绝收,最终引起弃耕,弃耕的土地植被已被破坏,土质疏松,经大风吹蚀,风蚀作用增强并极易就地起沙。

综上所述,艾比湖地区地面物质结构和地表环境的变化为本区沙尘暴、扬沙和浮尘天气的发生创造了非常有利的环境条件。因此,生态与环境变化较大并变化速度较快的 40 多年以来,艾比湖地区特别是精河县,一直出现浮尘天气明显增加、灾害强度更加严重的趋势(图 3)。

2.2 年内变化

艾比湖地区 11 月至次年 2 月气温较低并湖区部分地面覆盖积雪,故地面不同程度的冻结,春初随气温的升高而冻结的地面开始由表层向深层解冻。这时候还未植被覆盖,土质干燥疏松、地面裸露,而且春季 3 月中旬至 6 月初风速最大、持续时间最长。在地面无植被覆盖和大风作用的条件下,土壤

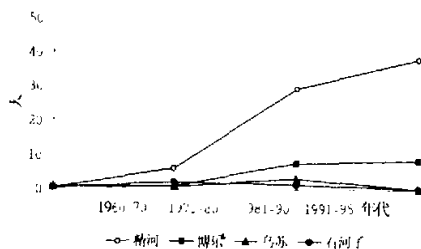


图3 艾比湖地区浮尘天气发生次数的多年变化曲线图

Fig.3 Multi-annual change curves of floating dust occurrence in the Ebinur Lake region

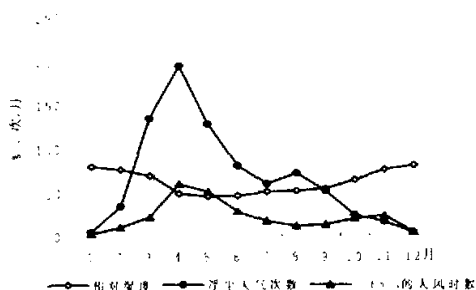


图4 艾比湖地区浮尘天气次数的年内变化与风速、相对湿度关系

Fig.4 Relations between the annual floating dust occurrence, wind speed and relative humidity in the Ebinur Lake region

水分的损失较快,相对湿度低,地表干燥。据精河县气象局资料,3~6月相对湿度都50%以下, $\geq 6\text{m/s}$ 的大风时数累计达163.4h,占全年的60.9%,干燥疏松的地表经大风吹蚀,风蚀和干燥剥蚀作用增强。此外,4月底农作物和其它植物开始发芽出苗,并5月低旺盛生长,6月下旬开始植被覆盖度明显增加,而且风力不大,相对湿度也较高,因此,地面保潮、保土性能也较好,风蚀作用较弱。9月低至11月中旬大风出现次数和持续时间又有所增加,但 $\geq 17\text{m/s}$ 特大风的出现次数和持续时间很少,累计每次不到3h,相对湿度都55%以上。因此,一年中11月至次年2月是风沙天气的出现次数和持续时间最少,对地面结构变化与环境的影响不大;3月至6月是沙漠化活动最活跃,沙尘暴、扬沙和浮尘天气的集中

期(图4),这不但取决于风速和风向以及大风的持续时间,而且与地表干燥、植被稀疏等因素也有关系。

3 沙尘暴的危害范围及划分

艾比湖地区沙尘暴危害的影响范围主要位于艾比湖南半圆温泉至沙湾一带的广大地区。根据沙尘暴的活动特点和危害强度分析,对沙尘暴危害范围可作划分为沙尘暴强危害区、中度危害区、弱危害区等(图1)。

3.1 沙尘暴强危害区

主要分布于沙尘暴发源地较近的湖南和湖东主风区,频繁的大风在干裂裸露的湖底产生强烈风蚀、吹扬,形成尘暴,粉尘沿天山北麓一带向东西扩散,包括精河县镇区、茫丁乡、托里乡、托托乡、精河盐场和农五师82团、90团、91团等(图1)。观测表明,这些地区风沙天气年平均60天以上,年降尘量超过 $100\text{t}/\text{km}^2$,受害最严重的农五师82团年降尘量高达 $591.42\text{t}/\text{km}^2$ 。对农业、畜牧业、林业、工业和人民身体健康造成的危害特别严重。

3.2 沙尘暴中度危害区

主要分布于艾比湖南半圆沙尘暴发源地较远的次风区,包括精河县的大河沿子镇、博乐市、乌苏市的古尔图镇和农五师的81团、83团、84团等。这些地区年降尘量 $50\sim 100\text{t}/\text{km}^2$,对农业、畜牧业、林业、工业和人民身体健康造成一定的危害。

3.3 沙尘暴弱危害区

主要分布于沙尘暴发源地更远的沿天山北麓一带向东西扩散的弱风区域,包括87团、温泉县、乌苏市、奎屯市、沙湾县和艾比湖南部山区。这些地区较远离沙尘暴发源地,风力较弱,主要发生浮尘天气,年降尘量不超过 $50\text{t}/\text{km}^2$,对农业、畜牧业、林业、工业和人民身体健康造成一定的危害,但危害强度不严重。

4 沙尘暴的危害性及危害方式

沙尘暴是一种危害极大的灾害性天气。当其形成之后,会以排山倒海之势向前移动,携带沙粒的强劲气流所经之处,通过沙埋、风蚀沙割、狂风袭击、

降温霜冻和污染大气等作用方式,使大片农田或受沙埋、或遭风蚀刮走沃土,或者农作物受霜冻之害;致使有的农作物绝收,有的大幅度减产;他能加剧土地沙漠化,对艾比湖地区大气和绿洲环境造成严重污染,对生态环境造成巨大破坏,对交通和供电线路产生重要影响,给人民生命财产造成严重损失。

4.1 对种植业的危害

艾比湖干涸湖底和周围农田在风蚀作用下,沙尘暴和浮尘天气的大幅度发生,不仅风蚀大量表层土壤,而且在扩散区积尘量增加,透光率明显减少,加剧了自然环境的进一步恶化,严重影响了对小麦、玉米、棉花和枸杞等农作物的生长发育和产量。据统计,艾比湖周围地区损失粮食 2 321.4t,粮食减产 169.58t,棉花减产 4 682.2t,枸杞减产 88.9t,直接经济损失 1 192 万元,减产而产生的经济损失 5 320 万元,总经济损失 6 512 万元。

4.2 对畜牧业的危害

艾比湖地区风沙尘暴灾害不仅淹没农田、河渠,而且粉尘物质降落在牧草上,对草场的生产力产生了重要影响。风沙尘暴扬起的浮尘、扬尘、沙尘等粉尘物质落在家畜体表上,可与皮脂腺的分泌物、细毛、皮屑、微生物等混合在一起,粘结在皮肤上,使皮肤发痒,甚至发炎,同时可堵塞皮脂腺和汗腺的出口,皮脂腺受阻后可使皮肤缺乏油脂,表皮变的干燥脆弱,易遭损伤和破裂;汗腺分泌受阻,相应带来皮肤散热功能降低,并且不健康的皮肤可造成羊毛品质的等级下降。含盐较高的粉尘,一方面直接可被牲畜吸入呼吸道内,可在支气管、肺泡管内滞留下来,引起尘肺病或其它呼吸道疫病;另一方面粉尘落在牧草上,牲畜啃食后易遭腹泻致病。据资料,在艾比湖地区每只牲畜全年吸尘量可达 360~550g,最严重的艾比湖南部精河县的茫丁和托里两乡牲畜吸尘量大于艾比湖其它地区,因此,1980 年至 1996 年就上述两乡牲畜皮肤病、腹泻病、呼吸道病累计发病 29 881 只,死亡数达到 3 938 只,死亡率高达 22.1%。

4.3 风沙尘暴对草场的影响

近几年来,艾比湖地区风沙天气呈逐年增加之势,加之几年来水土开发步伐加快,部分天然草场遭到了破坏,且又草场超载过牧,草场面积逐年退缩,产草量大幅度下降;又由于风沙吹蚀地表和烟尘的降落,土层中的营养成分随风旋走,一方面粉尘积存

于植物叶面,影响了植物的光合作用和呼吸,牧草的正常生长产生了不利的影响;另一方面盐尘污染物增加土壤的含盐量,又加快了草场的沙化、退化和碱化。据统计,草场退化产草量下降 50% 以上,经济损失 13 562 万元。

4.4 对工业的危害

风沙天气刮起大量的含盐尘土沉积在输电线路,空气潮湿或降水时,盐碱尘土为导体,甚至高压瓷瓶也成为导体,造成污闪、漏电、短路,中断电力输送,使工业停产、农业灌井停机等。从 1990 年至 1996 年的 7 年间,因污闪停电 190 次,累计 968h,年均 138.3h,年减少发电 10 万余度,用于线路改造、维修费用 136.2 万元,线路输电能力大大降低。据新疆电力公司测定,艾比湖风沙天气造成污闪,已影响到整个北疆经济带。四级污区面积为 17 875 km²,三级污区面积为 3 200km²,二级污区的范围从博乐市小营盘镇到奇台县,东西长约达 640 km,对工业生产的发展产生了严重影响。

4.5 对人体健康的危害

据测定,艾比湖南部绿洲空气中粉尘颗粒,直径在 5 μ m 以下的占 65.12%,在 10 μ m 以下的占 79.07%,其中直径在 5 μ m 以下的粉尘可通过呼吸直接进入人体肺部和肺泡组织,造成尘肺和肺气肿。另外,空气粉尘中钠盐含量很高,人体过量吸收钠盐是高血压、心血管病多发的重要因素。

参 考 文 献

- [1] 樊自立,李强.新疆湖泊的近期变化[J].地理研究,1984,3(1): 77~85.
- [2] 杨利普,杨川德.艾比湖流域水资源利用与艾比湖演变[J].干旱区地理,1990,13(4):1~14.
- [3] 王树基.近四十年来人类活动对我国干旱区湖泊的影响[J].干旱区地理,1989,12(1):1~5.
- [4] 加帕尔·买合皮尔, A·A·图尔苏诺夫主编.亚洲中部湖泊水生态学概论[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(K).1996:103~109.
- [5] 刘连友,刘玉璋,李小雁等.砾石覆盖对土壤的抑制效应[J].中国沙漠,1999,19(1):60~62.
- [6] 柏春广,穆柱金.艾比湖的湖岸地貌及其反映的湖面变化[J].干旱区地理,1999,22(1):34~40.

- [7] 文启忠, 郑洪汉. 北疆地区晚更新世以来气候环境变迁[J]. 科学通报, 1988, 33(10): 771~774.
- [8] 杨云良, 阎顺. 艾比湖流域生态环境演变与人类活动关系初探[J]. 生态学杂志, 1996, 15(6): 43~49.
- [9] 阎顺. 艾比湖周边地区环境演变与对策[J]. 干旱区资源与环境, 1996, (1): 6~12.
- [10] 吴敬禄. 新疆艾比湖全新世沉积特征及古环境演化[J]. 地理科学, 1995, 15(1): 39~46.

ANALYSIS ON THE DUST STORMS AND THEIR DISASTERS IN THE LAKEBED REGION OF EBINUR LAKE, XINJIANG

Jilil Abduvali MU Gui-jin

(Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

Abstract

Located in the southwestern part of the Junggar Basin, Xinjiang, the Ebinur Lake region is surrounded by mountains on its three sides and connects with a plain to the east. The ecology and the natural environment here have violently changed since the Quaternary period, especially since the Last Ice Age, in which the most spectacular change is the drawdown of water level and the corresponding reduction of the water area. At present the water area of the lake is only about 500 km² left, the lake has evolved to the salt lake stage, and the mineralization of lake water is as high as 97~117 g/l. Under the effects of hydrologic force, wind force and gravity, the Quaternary sediment including diluvial, alluvial, lacustrine and chemical deposits is extensively distributed in the lake region. The composition, spatial distribution and structure of the different deposits have the great different contribution rates to the occurrence of dust storms and their disasters. This paper analyzes the relations between the geomorphologic patterns, the formation of dust storms and their disaster intensity and ways as well as of floating dusts to agriculture, industry and people's health based on the field investigation, sampling analyzed results and predecessors' data.

Key words: geomorphologic pattern; dust storm; disaster; Ebinur Lake.