

文章编号:1007-7383(2008)04-0407-04

河西走廊东部潜在尘源及其与 2005 年 7 月 17 日沙尘暴的关系

刘国庆¹, 李少昆^{1,2}, 柏军华², 王克如^{1,2}, 谢瑞芝², 高世菊²,
谭海珍¹, 汤秋香², 金亚征²

(1 新疆兵团绿洲生态农业重点实验室,新疆石河子 832003; 2 中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘要: 通过实地取样、试验及遥感影像分析,分析了河西走廊东部主要地表类型颗粒组成,估算了各地表类型表层土壤潜在尘源总量,分析了潜在尘源与 2005 年 7 月 17 日沙尘暴的关系。研究结果表明:绿洲耕作区易起尘颗粒百分含量最高,戈壁、灌丛、退化草原潜在尘源总量最大,农田次之,沙漠最少;该地区西部、西北部的沙尘源为 7 月 17 日沙尘暴提供了物质条件;增加上述地区的植被覆盖度可减轻当地沙尘暴危害。

关键词: 沙尘暴; 河西走廊; 尘源

中图分类号: SI66 文献标识码: A

沙尘暴是干旱和半干旱地区常出现的灾害性天气,是指强风将地面大量尘沙吹起,使水平能见度小于 1km 的天气现象^[1]。沙尘暴最严重的危害是导致荒漠化的加剧,这是全球性环境问题之一,近年来已引起国内外学者的广泛关注^[2~7]。沙尘暴形成的基本条件,一是大风,二是地面上裸露沙尘物质,三是不稳定空气,三者同步出现,方能产生沙尘暴^[8]。粒径小于 0.1mm 的颗粒能悬浮于空中,土壤受风蚀的主要原因是悬移质的粉尘,并成为主要沙尘来源^[9]。

甘肃河西走廊东部是我国沙尘天气发生最频繁的地区之一,也是我国重要的沙尘源区之一,沙尘天气的频繁发生,严重影响当地人民生产和生活。2005 年 7 月 17 日,河西走廊东部爆发了该地区夏季很少发生的沙尘暴,对当地造成了巨大的经济损失。探索当地各地表类型易受风蚀的潜在尘源量,并分析其与该次沙尘暴的内在关系,对减轻沙尘暴危害程度,具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

河西走廊东部南面为祁连山,东南和西北方面

分别被腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠包围,西接千里河西走廊。该地区干旱少雨,风大沙多,地表植被稀少,生态系统脆弱,特别是每年冬春季节,地表裸露,在强劲风力作用下,易造成严重的土壤风蚀。

绿洲区农作物以一年一熟春玉米、春小麦为主,小麦-玉米间作、南瓜、大豆、棉花为辅,2005 年 7 月 17 日沙尘暴发生时正值玉米生长期,小麦田收割后地表裸露。

1.2 土壤样品采集

土壤取样试验于 2006 年 9 月、2007 年 6 月分 2 次进行,取样区域包括武威凉州区、民勤县、天祝县、山丹县、金昌市及内蒙阿拉善右旗,行程 1000 余 km,取得农田、林地、草地土壤样品 15 个,戈壁、灌丛、退化草原土壤样品 23 个,沙漠土壤样品 10 个。用取土铲取距地面 0~5cm 土壤,将其装入塑料自封袋,于实验室自然风干后过筛(孔径分别为 1mm、0.5mm、0.1mm),称重。

GPS 记录取样点经纬度及海拔。

1.3 遥感影像处理

选取 2005 年 7 月 15 日 AQUA-MODIS 卫星影像,

收稿日期: 2008-03-18

基金项目: 农业部“发展生态农业治理沙漠化土地”专项和“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BA15B03)

作者简介: 刘国庆(1983-),男,硕士生,研究方向为农业生态; e-mail: ub88@163.com。

通讯作者: 李少昆(1963-),男,教授,博士生导师,从事作物生态与信息化研究; e-mail: lishk@mail.caas.net.cn。

影像包括河西走廊东部及其附近巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、河西走廊耕作区等。使用 ENVI4.3, 经过投影变换、大气、辐射校正, 计算各像元 $NDVI$ (normalized difference vegetation index) 值。根据各地表类型 $NDVI$ 差异, 并通过实地考察 48 个样点验证, 对当地土地利用类型进行分类, 得到河西走廊东部沙尘源区主要地表类型分类图, 并求得各地表类型总面积。

2 结果与分析

2.1 主要地表类型土壤颗粒组成

如表 1 所示, 在河西走廊东部的主要地表类型中, 绿洲耕作区及戈壁、灌丛、退化草原中大于 1mm、0.5~1.0mm、0.1~0.5mm、小于 0.1mm 的土壤百分含量分别为 15.31%、15.26%、30.27%、39.16% 和 22.97%、9.17%、35.74%、32.12%。而沙漠中颗粒组成相对集中, 0.1~0.5mm 的颗粒占 84.72%。从小于 0.1mm 的易起尘颗粒含量来看, 绿洲耕作区最高, 达到 39.16%, 戈壁、灌丛、退化草原次之, 达到 32.12%, 沙漠最少, 仅占 13.66%。

表 1 河西走廊东部及附近区域主要地表类型

地表类型	表层土壤颗粒组成 (%)			
	土壤颗粒直径/mm			
	> 1.0	0.5~1.0	0.1~0.5	< 0.1
绿洲耕作区	15.31	15.26	30.27	39.16
戈壁、灌丛、退化草原	22.97	9.17	35.74	32.12
沙漠	0	1.62	84.72	13.66

2.2 潜在尘源总量估算

$NDVI$ 是植物生长状态以及植被空间分布密度的最佳指示因子, 与植被分布密度呈线性相关^[10]。利用公式

$$NDVI = NIR - R / NIR + R.$$

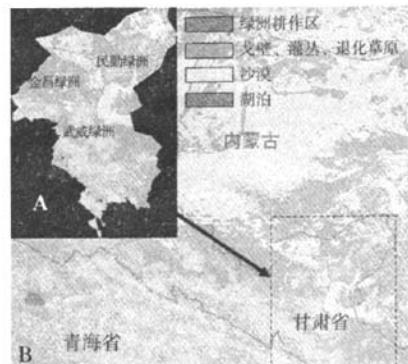
上式中, NIR 为近红外波段, R 为红色波段。

使用 ENVI4.3 计算得到 2005 年 7 月 15 日河西走廊东部沙尘源区 $NDVI$ 值, 根据 $NDVI$ 值差异区间(绿洲耕作区, 大于 0.25; 戈壁、灌丛、退化草原, 0.08~0.25; 沙漠, 小于 0.08; 湖泊, 小于 0)得到主要地表类型分类图(图 1)。

经过分类, 求得河西走廊东部沙尘暴源区, 绿洲耕作区、戈壁、灌丛、退化草原及沙漠总面积分别约为 61433km^2 、 140448km^2 和 184577km^2 , 根据各地表类型 0~5mm 表层颗粒组成, 估算出各地表类型 0~5mm 表层土壤潜在沙尘总量, 其中, 戈壁、灌丛、退化草原潜在尘源量最大, 达到 17.68 亿 m^3 ,

主要分布在河西走廊东部的西北方及西方。绿洲耕作区和沙漠潜在沙尘源总量分别达到 7.22 亿 m^3 、和 7.57 亿 m^3 (表 2)。

通过实地考察验证, 3 种地表类型整体分类精度达到 91.67%(表 3、表 4)。



A: 武威、民勤、金昌行政区;

B: 河西走廊沙尘源区地表分类

图 1 基于 $NDVI$ 的河西走廊东部沙尘源区主要地表分类

表 2 河西走廊东部沙尘源区主要地表潜在沙尘源总量

地表类型	面积/ km^2	潜在尘源量/亿 m^3
绿洲耕作区	61433	7.22
戈壁、灌丛、退化草场	150448	17.68
沙漠	184577	7.57

表 3 分类后用参考点误差矩阵

代码	参考点类型代码		
	1	2	3
1	14	2	0
2	1	21	1
3	0	0	9
合计	15	23	10

注: 代码 1、2、3 分别表示绿洲耕作区、戈壁、灌丛、退化草原及沙漠。

表 4 精度评估

代码	参考点总数	正确分类数	生产者精度 /%	用户精度 /%
1	15	14	93.33	87.50
2	23	21	91.30	91.30
3	10	9	90.00	100
合计	48	44	-	-

注: 代码 1、2、3 分别表示绿洲耕作区、戈壁、灌丛、退化草原及沙漠; 整体分类精度 = 91.67%, Kappa 系数 = 0.92。

2.3 潜在尘源与 7 月 17 日沙尘暴的关系

河西走廊东部沙尘暴风向及路径主要有 3 条, 主要分为: 西方路径, 从中亚地区经南疆塔克拉玛干

沙漠从河西走廊进入该区;西北路径,从西西伯利亚经新疆北部和巴丹吉林沙漠进入该区;北方路径:从蒙古经内蒙古巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠到达该区(图2)。

河西走廊沙尘暴多发生于3~5月,夏季发生较少。2005年7月17日新疆冷空气分裂东移南下,到达河西走廊东部地区,主要经过西方途径(河西走廊)和西北路径(新疆→巴丹吉林沙漠→河西走廊东部)影响该地区,受河西走廊狭管效应的作用,风力有一定加强,途经的河西走廊绿洲耕作区沙化土地、收割后小麦地等裸露地表及河西走廊东部西北方的戈壁、灌丛、退化草原含有大量潜在尘源,加之沙尘暴发生前该地区持续高温干旱、蒸发强烈,空气结构不稳定,土壤抗风蚀能力差,各种因素综合作用最终导致这次沙尘暴的发生。

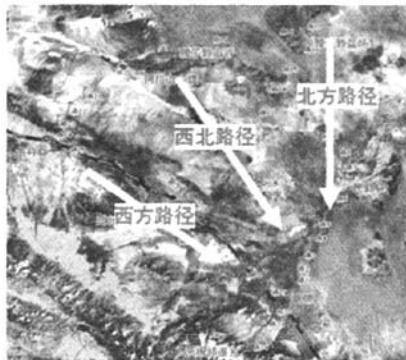


图2 影响河西走廊东部的沙尘暴路径
(TM图像7、3、2波段合成)

3 讨论与结论

当地绿洲耕作区、戈壁、灌丛、退化草原及沙漠易起尘物质百分含量分别达到39.16%、32.12%、13.66%。通过对沙尘暴发生前不同地表潜在尘源量的估算,戈壁、灌丛、退化草原潜在尘源量最大,达到17.68亿m³,绿洲耕作区和沙漠潜在沙尘源总量分别达到7.22亿m³、和7.57亿m³。沙漠虽然面积大,但由于小于0.1mm的颗粒百分含量仅占13.66%,并不是当地最主要潜在尘源;而当地戈壁、灌丛、退化草原中含有的潜在沙尘源总量最大,成为当地最主要沙尘源;绿洲耕作区中含有的潜在沙尘源物质百分含量最高,但由于其总面积小,因此潜在沙尘源总量小于戈壁、灌丛、退化草原。2005年7月17日河西走廊沙尘暴主要经过西方及西北路径影响该地区,处于上风口的戈壁、灌丛、退化草原及

裸露农田为该次沙尘暴提供了大量尘源,为沙尘暴发生提供了物质条件。因此,减轻当地沙尘暴危害,必须着重加强对戈壁、灌丛、退化草原以及农田的保护。

董治宝等^[13]研究表明土壤风蚀量与植被关系密切,在沙地环境中,植被可有效降低风速、减少土壤风蚀,从而减少地表土壤细微颗粒及养分的损失。尚润阳等^[14]研究表明植被可提高地表粗糙度、提高下垫面抗风蚀能力,相同风力条件下,植被盖度是影响风蚀的关键因子。提高当地戈壁、灌丛、退化草原以及农田的植被覆盖,可提高当地土壤抗风蚀能力,减少易起尘物质总量,减轻沙尘天气危害。

我们根据以上研究结果,提出从减少潜在尘源方面减轻当地沙尘暴危害程度的措施:

- 1)对戈壁、灌丛、退化草原进行大面积封育,建立绿洲外围防风固沙隔离带,营造防风固沙林及农田防护林体系,充分利用生态系统的自我恢复能力,增加植被覆盖度,提高土壤抗风蚀能力。
- 2)在沙尘暴多发的季节,在农田中推广覆盖度高的农作物,推行保护性耕作技术,恢复弃耕地,减少绿洲耕作区内部起尘。
- 3)加强当地居民的环境意识,控制人口、耕地的过快发展,节约用水。同时,必须严格禁止乱垦滥伐等人为破坏生态环境的行为。

参考文献:

- [1] 中央气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,1979.
- [2] 方宗义,朱福康,江吉喜,等.中国沙尘暴研究[M].北京:气象出版社,1997.
- [3] 王功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349-356.
- [4] 王旭,李少昆,路明,等.新疆和田地区沙尘天气防治途径研究[J].作物杂志,2005,(1):16-18.
- [5] 王旭,李少昆,王克如,等.沙尘暴期间和田地区主要地表类型土壤风蚀量研究[J].水土保持研究,2007,14(6):284-285.
- [6] 董治宝,陈渭南,董光荣,等.植被对风沙土风蚀作用的影响[J].环境科学学报,1996,16(4):442-446.
- [7] 张春来,邹学勇,董光荣,等.植被对土壤风蚀影响的风洞实验研究[J].水土保持学报,2003,(17)3:31-33.
- [8] 何明珠,李得禄,马海芸.河西走廊绿洲区沙尘暴灾害的发生及其防治[J].甘肃林业科技,2003,28(4):30-33.
- [9] 朱震达,朱俊风.中国沙漠化防治[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [10] 李苗苗.植被覆盖度的遥感估算方法研究[D].北京:中

- 国科学研究院遥感应用研究所, 2003.
- [11] 李国昌, 李岩瑛, 胥正德. 祁连山东部沙尘暴天气成因及气候规律分析[J]. 甘肃气象, 2002, 20(2):1-4.
- [12] 刘金荣, 张芬琴, 谢晓蓉. 试论河西走廊干旱荒漠化草地生态危机与畜牧业可持续发展[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(3):114-116.
- [13] 董治宝, 陈渭南, 董光荣, 等. 植被对风沙土风蚀作用的影响[J]. 环境科学学报, 1996, 16(4):442-446.
- [14] 尚润阳, 祁有祥, 赵廷宁, 等. 植被对风及土壤风蚀影响的野外观测研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(4):37-39.

A Study on Potential Duststorm Source in East Part of Hexi Passageway and the Relationship with Duststorm of 17th July in 2005

LIU Guo-qing¹, LI Shao-kun^{1,2}, BAI Jun-hua², WANG Ke-nu^{1,2}, XIE Rui-zhi², GAO Shi-ju²,
TAN Hai-zhen¹, TANG Qiu-xiang², JIN Ya-zheng²

(1 Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang BINGTUAN, Shihezi, Xinjiang, 832003, China;

2 Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Through investigation, test and remote sensing analysis, the paper analysed the pellet form of the main earth's surface in the east part of Hexi Pasageway, primarily estimated the total quantity of the potential duststorm source, analysed the relationship between potential duststorm source and "2005·7·17" duststorm. The result indicted that: the oasis tillage area has the highest percentage of pellet which is easy to rise, the Gobi, bush, degenerated grasslands have the most potential duststorm source. The duststorm source in west, northwest part of this area provided material factor for "2005·7·17" duststorm. Increasing the vegetation coverage of the area above can alleviate the duststorm disaster.

Key words: duststorm; Hexi Passageway; duststorm source