

和田地区主要地表类型风蚀研究

刘国庆^{1,2}, 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^{1,2}, 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: 为了解沙尘暴多发区和田地区主要地表类型的土壤风蚀量情况,利用集沙仪进行了中、小尺度条件下的沙尘暴实地测定,结果表明:在中尺度下,主要地表类型沙漠、过渡带和绿洲土壤输沙量、降尘量具有显著性差异,并与覆盖度存在明显的相关性。在小尺度下观测的结果表明,不同地表类型输沙量也存在显著差异,相同高度下平均覆盖度 82% 的农田输沙量不足沙漠输沙量的 10%,沙漠观测点下风口输沙量比上风口增长 2.39%,弃耕地下风口输沙量比上风口增长 7.90%,而覆盖农田下风口输沙量比上风口减少 2.24%,说明提高植被覆盖对减少当地土壤风蚀的重要性。

关键词: 沙尘暴; 风蚀; 植被; 保护性耕作

中图分类号: S157.1 文献标识码: A 文章编号: 1009-2242(2008)04-0007-04

Study on Soil Wind Erosion of the Main Earth's Surface in Hetian District

LIU Guo-qing^{1,2}, LI Shao-kun^{1,2,*}, BAI Jun-hua², WANG Ke-ru^{1,2},

XIE Rui-zhi², GAO Shi-ju², TAN Hai-zhen^{1,2}, TANG Qiu-xiang², JIN Ya-zheng²

(1. Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Construction Corps, Shihezi, Xinjiang 832003;

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

Abstract: In order to study the quantity of the soil wind erosion of the main earth's surface in Hetian district, an on-the-spot experiment was set up in Hetian with middle, small scales. The test indicated some conclusion as follows: Under the middle scale test, the quantity of sand transport and desendent of the desert, the intermediate zone and oasis had significant differences and had an obvious relationship with vegetation coverage. Under the small scale test, the quantity of sand transport of the different earth's surface had significant differences, the quantity of sand transport of the farm land with 82% average vegetation coverage was less than 10% of the desert sand transport quantity. In the windward and leeward test, the leeward sand transport quantity increased 2.39% than the windward in farm land 7.90% in abandoned farm land and reduced 2.24% in farm land, the test results indicated the importance of increasing vegetation coverage to alleviate soil wind erosion in hotan.

Key words: sandstorm; wind erosion; vegetation; conservation tillage

沙尘暴是干旱和半干旱地区常出现的自然灾害性天气,导致荒漠化的加剧,成为全球性环境问题之一^[1-3]。和田绿洲区是我国沙尘天气发生最频繁的地区之一,严重影响当地人民生产和生活。前人对该地区沙尘、风蚀做过较多研究,沙拉买提、王旭等研究了该地区沙尘暴时空分布特征^[4-5];何清、陈洪武等研究了产生沙尘暴的天气原因^[6-7];王旭^[8]等研究了该地区沙尘暴的主要尘源;董治宝、路明等则研究了不同植被覆盖度对沙尘暴风蚀量的影响^[9-14]。为更好地了解和田地区土壤风蚀规律,本试验利用集沙仪,在不同测定尺度范围内,调查了和田沙尘暴发生条件下的风蚀情况,研究和田地区主要地表类型对土壤风蚀的影响,为和田地区沙尘天气的治理提供支持。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

和田地区(北纬 34°—38°,东经 77°30'—84°30')南邻昆仑山,西抵喀拉昆仑山和帕米尔高原,北邻浩瀚的塔

收稿日期: 2008-02-05 * 通讯作者 E-mail: lishk@mail.caas.net.cn

基金项目: 国家科技支撑项目(2006BA15B03); 农业部“发展生态农业治理沙漠化土地”专项(2003070405); 兵团绿洲生态重点实验室开放课题(200404)

作者简介: 刘国庆(1983—),男,山东莒南人,硕士,主要从事农业生态研究。E-mail: ub88@163.com

克拉玛干沙漠,属暖温带极端干旱荒漠气候,降水稀少,蒸发强烈,平均年沙尘暴日数为 25~35 d^[3]。绿洲区内主要种植作物有冬小麦(生长时间为 9 月—翌年 6 月末,播种面积 $6.75 \times 10^5 \text{ hm}^2$)、玉米(生长时间为 6 月末—10 月初,播种面积 $6.24 \times 10^5 \text{ hm}^2$)、苜蓿(全年生长,播种面积 $4.36 \times 10^5 \text{ hm}^2$)和棉花(生长时间为 4—10 月,播种面积 $2.18 \times 10^5 \text{ hm}^2$)等^[15],沙漠与绿洲之间的过渡带主要由林带、灌丛、弃耕地、草地和湿地组成,绿洲西、北部被面积广大的沙漠包围。

1.2 观测点设置

选取和田地区 3 种典型地表沙漠、过渡带和绿洲区,于 2007 年春季在中、小两种空间尺度同时布点观测。

中尺度布点设置:分别选取沙漠、过渡带、绿洲区为观测点,在沿和田沙尘暴主风向的沙漠(雅瓦乡西北部,北纬 $37^{\circ}25'$,东经 $79^{\circ}26'$)、过渡带(墨玉县雅瓦乡驻地,北纬 $37^{\circ}24'$,东经 $79^{\circ}30'$)、绿洲区(墨玉县城:北纬 $37^{\circ}16'$,东经 $79^{\circ}44'$,和田市区:北纬 $37^{\circ}07'$,东经 $79^{\circ}44'$)一线设 4 个观测点,每点 3 个重复。采用美国 BSNE 集沙仪,沙漠样点设置于高度相近的高大沙丘顶部,其它各点在高度为 10 m 左右的楼顶布置,各点四周无其他高大物体,每点采用固定在集沙仪支架上的相同规格塑料小桶收集降尘。

小尺度布点设置:选取当地 3 种典型地表类型沙漠、弃耕地、农田(农田样点选择当地作物播种面积最大的冬小麦田,下同)设集沙仪,3 种地表均垂直于主风向的同一直线。集沙仪上的集沙盒距地面高度分别为 40,80,120 cm。每种地表类型设 3 个重复。同时,在沙漠、弃耕地和农田中设点,每点依风向设上下风口测试,上下风口相距 200 m,集沙盒距地面高度为 2 m,每个地表类型 3 个重复。

1.3 2007 年 5—6 月和田 3 次沙尘暴基本情况

试验期间收集到 3 次沙尘暴过程分别为 5 月 8 日、5 月 20 日和 6 月 6 日(表 1)。本文在 3 次沙尘暴过程中选取有代表性的 5 月 8 日沙尘暴数据进行数据分析,另 2 次沙尘暴数据规律与该次类似。

1.4 数据采集与分析方法

1.4.1 输沙量采集 集沙盒风口口径长 3 cm、宽 2 cm,通过翼板作用使集沙盒入风口始终正对风向,沙尘暴结束后将集沙盒中的风蚀物移入塑料自封袋内,带回实验室自然风干后称重。

1.4.2 降尘量采集 采用固定在集沙仪支架上的相同规格塑料小桶(上口直径 20 cm、高 20 cm)收集降尘,沙尘暴结束后将降尘装入自封袋,带回实验室自然风干称重。

1.4.3 覆盖度测定 在各集沙仪设置点选取典型地表正对地面拍照,利用基于 Matlab 的自编图像处理软件计算各地表类型覆盖度。

1.4.4 数据分析方法 数据利用 SAS 处理软件处理,EXCEL2003 作图。

2 结果与分析

2.1 中尺度条件下和田沙尘暴风蚀特点

2007 年 5 月份 MODIS 卫星图像提取的 NDVI 值(Normalized Difference Vegetation Index,下同)分布如图 1,沙漠样点到和田市区的 NDVI 变化趋势见图 2。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^[16]。从 NDVI 变化图中可以确定沙漠样点到和田观测点的覆盖度总体上呈上升趋势。

如图 3 所示,在沙漠、过渡带(雅瓦观测点距沙漠观测点 6 km)、绿洲(墨玉、和田观测点分别距沙漠观测点 31 km、55 km)上,输沙量分别为 26.28,3.82,2.98,1.71 g,降尘量分别达到 8.08,2.77,1.30,0.87 g,可以分析出在沙尘暴进入绿洲后,输沙及降尘量均呈逐渐减小趋势,在距沙漠 55 km 的和田试验点,输沙及降尘量达到各观测点最小值。其中,沙漠输沙量、降尘量分别与其他各点输沙及降尘存在极显著差异。

表 1 试验期间 3 次沙尘暴基本情况

沙尘暴	发生时间	最大风速 (10 min)	风力	主风向
5 月 8 日	11:08—14:25	7.8 m/s	5 级	西北风
	15:52—16:35			
5 月 20 日	6:27—7:05	7.0 m/s	5 级	西北风
6 月 6 日	5:25—8:32	11 m/s	6 级	西北风

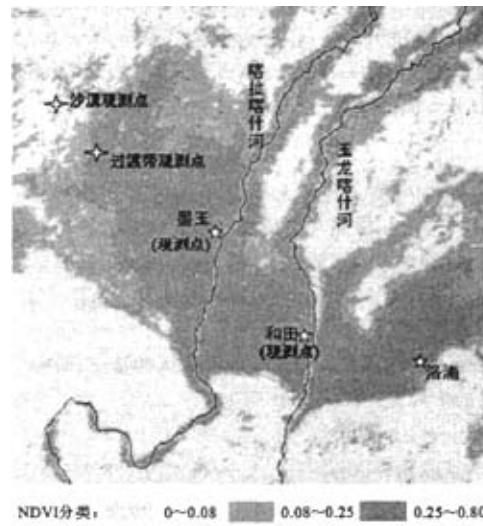
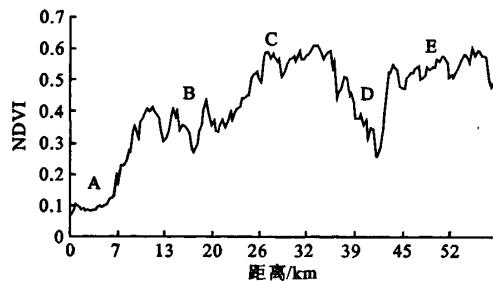


图 1 和田中尺度试验样点设置图

2.2 小尺度不同地表类型风蚀量分析

经过基于matlab的自编图像处理软件提取地表覆盖度,沙漠、弃耕地、农田平均覆盖度分别为0.23%,82%,上下风口试验中沙漠、弃耕地、农田平均覆盖度分别为0.24%,84%(表2)。



注:A为沙漠观测点;B为过渡带观测点(雅瓦);C,E分别为绿洲观测点(墨玉、和田);D为墨玉、和田之间喀拉喀什河谷及附近水稻田

图2 沙漠到和田市观测点NDVI变化

如表3所示,3种不同地表类型的植被覆盖度差异明显,不同地表类型的输沙量也有明显差别:输沙量随着覆盖度的增加逐渐下降,随着高度的增加逐渐下降。平均地表覆盖度为82%的农田中输沙量不到沙漠观测点输沙量的10%。在40 cm,80 cm,120 cm 3种高度条件下,各地表输沙量存在显著差异,在40 cm高度条件下,各地表输沙量差异极显著,在80 cm以及120 cm高度水平下,农田输沙量与沙漠、弃耕地输沙量差异极显著,由此可见,高覆盖度农田植被可明显增强土壤抗风蚀能力。

表3中,各观测点在40 cm,80 cm,120 cm 3个高度输沙量均随距地面高度增加而呈逐渐减少趋势。在沙漠观测点中,40 cm输沙量与80 cm,120 cm输沙量存在极显著差异;弃耕地、农田中40 cm输沙量与120 cm输沙量存在显著差异。

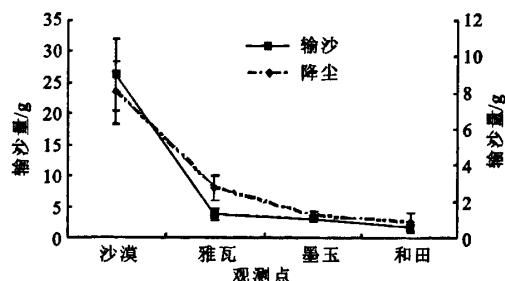


图3 和田中尺度不同地表输沙量与降尘量

表2 不同地表类型覆盖度

地表	不同地表不同高度试验			上下风口试验		
	重复	覆盖度	平均	重复	覆盖度	平均
沙漠	I	0		I	0	
	II	0	0	II	0	0
	III	0		III	0	
弃耕地	I	31		I	26	
	II	20	23	II	25	24
	III	18		III	21	
农田	I	84		I	82	
	II	77	82	II	81	84
	III	85		III	88	

表3 不同地表类型不同高度输沙量分析

地表类型	40 cm 输沙量/g	40 cm 平均	80 cm 输沙量/g	80 cm 平均	120 cm 输沙量/g	120 cm 平均
沙漠	I	61.59		46.72		40.29
	II	63.74	63.70Aa	45.7	46.36Aa	42.01
	III	65.77	(Aa)	46.66	(Bb)	45.74
弃耕地	I	34.5		23.59		22.38
	II	49.39	46.26Bb	38.01	34.10Ab	36.52
	III	54.89	(Aa)	40.71	(Aab)	36.8
农田	I	4.51		3.92		3.7
	II	4.77	4.43Cc	4.19	3.94Bc	3.42
	III	4.02	(Aa)	3.7	(Aab)	3.78

注:不同覆盖度输沙量多重比较限于同一列,不同高度输沙量多重比较限于同一行(括号内),不同大写字母表示0.01水平下显著,不同小写字母表示0.05水平下显著。

2.3 上下风口土壤风蚀量变化

与不同高度输沙量的研究相同,在不同地表类型的上风口和下风口输沙中,各观测点输沙量都为沙漠>弃耕地>农田,3种地表类型的输沙量差异均达极显著水平($P<0.01$)。沙漠、弃耕地、农田观测点上下风口输沙量均值分别为(38.57 g,39.49 g;18.40 g,19.86 g;4.46 g,4.36 g),沙漠观测点下风口输沙量比上风口增长2.39%,弃耕地下风口输沙量比上风口增长7.90%,农田下风口输沙量比上风口减少2.24%。

表4 不同覆盖度上下风口输沙量分析

地表 类型	上风口输沙/g				下风口输沙/g				上下风 口变化
	I	II	III	平均	I	II	III	平均	
沙漠	42.15	35.42	38.13	38.57Aa	43.74	37.16	37.57	39.49Aa	2.39%
弃耕地	18.56	15.42	21.23	18.40Bb	18.9	17.11	23.56	19.86Bb	7.90%
农田	4.93	4.46	3.98	4.46Cc	4.84	4.4	3.83	4.36Cc	-2.24%

注:多重比较限于同一列,同列中不同大写字母表示0.01水平下显著、不同小写字母表示0.05水平下显著。

3 讨论与结论

本试验表明,在沿风向的沙漠、过渡带、绿洲的输沙量及降尘量都随覆盖度增加呈逐渐减小趋势,其中沙漠输沙量、降尘量均与其它各点差异极显著。虽然沙漠中输沙量明显高于其它地表类型,但由于自身重力原因以及绿洲过渡带的阻挡,绿洲过渡带输沙量有明显下降,本试验进行的5—6月正是和田主要粮食作物冬小麦种植季节,冬小麦田平均覆盖度82%,而经过在绿洲内部大片农田的过程中,输沙及降尘量进一步减少。在40cm、80cm、120cm3种高度条件下,不同地表输沙量均有显著差异,其中沙漠>弃耕地>农田,在40cm高度条件下,各覆盖度输沙量差异极显著,在80cm以及120cm高度水平下,农田输沙量与沙漠、弃耕地输沙量差异极显著,相同高度下平均覆盖度82%的农田风蚀量不足沙漠输沙量的10%。同种地表类型下土壤输沙量随高度增加而减少,在沙漠观测点中,40cm输沙量与80cm、120cm输沙量存在极显著差异,弃耕地、农田中40cm输沙量与120cm输沙量存在显著差异。在上下风口沙尘暴试验中,3种土地利用类型输沙量差异极显著,沙漠观测点下风口输沙量比上风口增长2.39%,弃耕地下风口输沙量比上风口增长7.90%,农田下风口输沙量比上风口减少2.24%。

董治宝等研究表明,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^[9]。尚润阳等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^[10]。周建忠、路明等研究发现农田中潜在起尘物比例高于沙地及其它地表类型^[11],通过实地取样证明,和田农田、弃耕地中小于0.045mm可长距离传输的成分百分含量高于沙漠,且农田、弃耕地由于耕作原因导致土质疏松,抗风蚀能力差,一般位于绿洲边缘或绿洲内部,更易对绿洲内部造成沙尘暴危害。本实验表明,高覆盖度绿洲农田可明显提高土壤抗风蚀能力,提高植被覆盖度是减少和田绿洲区土壤风蚀的有效途径。在农田中推广种植冬小麦、苜蓿等在春季和田沙尘暴多发时期植被覆盖度高的作物、恢复弃耕地、推广少耕免耕、留高茬及秸秆覆盖等保护性耕作技术可提高农田抗风蚀能力,对减轻和田地区沙尘暴发生强度很有帮助。同时需要加强其他裸露地表的保护,减少疏松土层直接裸露程度如保护碱皮和耐盐碱灌木、加强乡村道路硬化及绿洲区内林带建设,以此最大程度上减弱沙尘暴对当地人民生活的影响和危害。

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,1979:21-27.
- [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,1997:1-158.
- [3] 王式功,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] 沙拉买提.塔里木盆地沙尘暴的历时分布特征[J].干旱区研究,1996,13(3):21-27.
- [5] 王旭,马禹,陈洪武.新疆沙尘暴天气的气候特征[J].中国沙漠,2003,23(5):539-544.
- [6] 何清,向鸣,唐淑娟.塔克拉玛干沙漠腹地两次强沙尘暴天气分析[J].中国沙漠,1998,18(4):320-327.
- [7] 陈洪武,王旭,马禹.大风对新疆沙尘暴的影响[J].北京大学学报(自然科学版),2003,39(2):187-193.
- [8] 徐海量,陈亚宁.塔里木盆地风沙灾害危险性评价[J].自然灾害学报,2003,12(2):35-40.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 周建忠,路明.不同类型地表沙尘量的比较研究[J].作物杂志,2006(4):1-5.
- [14] 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.
- [15] 国家统计局新疆调查总队.新疆调查年鉴2006[M].北京:中国统计出版社,2006:66-77.
- [16] 李苗苗.植被覆盖度的遥感估算方法研究[D].北京:中国科学院遥感应用研究所,2003.

责任编辑:李鸣雷 刘英