

沙尘暴期间和田地区主要地表类型土壤风蚀量研究

王旭¹, 李少昆^{1,2}, 王克如^{1,2}, 路明¹

(1. 中国农业科学院作物科学研究所 国家农作物基因资源与基因改良重大科学工程, 北京 100081;

2. 新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆 石河子 832000)

摘要:为明确和田地区沙尘来源,于 2004 年对和田主要地表类型起尘量进行了测定。结果表明:①不同地表类型的输沙量从大到小总趋势为:弃耕地、荒漠与农区过渡带、沙漠边缘活动沙丘输沙量最多,乡村道路次之,而覆膜棉田与苜蓿地输沙量较少;②从塔克拉玛干沙漠到各地表类型,随着与沙漠间距扩大,输沙量满足指数曲线形式下降,到 400 m 处输沙量已从原来的 30 g/cm² 降到 1 g/cm²,400 m 之后各地表类型输沙量变化不大;③在有植被覆盖条件下,覆膜棉田和苜蓿地上风口处输沙量多于下风口,随着采样器高度增加输沙量呈增加趋势;而弃耕地、荒漠与农区过渡带、乡村道路和沙漠边缘活动沙丘在近地表 20 cm 处输沙量较大,随高度增加而减少。弃耕地、荒漠与农区过渡带、活动沙丘以及乡村道路的风蚀危害程度严重是和田地区沙尘天气的主要尘源。建议通过恢复弃耕地;有计划地对荒漠与农区过渡带采取保护和封育措施,保护天然沙生植被,禁止放牧及合理开垦;在农田扩大冬小麦、多年生牧草等冬春绿色覆盖作物种植,实行保护性耕作制;对乡村道路实现硬化等措施来减少土壤风蚀及沙尘暴的危害。

关键词:主要地表类型;风蚀物;沙尘暴期间;和田地区

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)06-0275-03

Soil Wind Erosion on the Main Earth's Surface of Hetian During the Sandstorm

WANG Xu^{1,2}, LI Shaokun^{1,2}, WANG Keru^{1,2}, LU Ming¹

(1. Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China;

2. Oasis Eco-agricultural Key Lab of Xinjiang Production Construction Crops, Shihezi, Xinjiang 832000, China)

Abstract:To assess the variation of soil wind erosion on the main earth's surface of Hetian, the quantity of soil wind erosion and some surface properties were concurrently measured and analyzed in 2004. ① A decreasing order for the each surface of the quantity of sand transport was the abandoned farmland, the intermediate zone of desert and rural section, the active sand dunes on the edge of the desert, the rural roads, the cottons covered with film and the alfalfa. ② With the magnification for space the amounts of sand transport from the Takla Makan desert to other earth's surface were followed exponential curve law dropping. At the point of 400 m, the amounts of sand transport were declined from 30 g/cm² to 1 g/cm², the difference wasn't too much among every earth surface after the point. ③ Under the vegetation covering condition, the uptaking amounts of sand transport of the cottons covered the film and the alfalfa were more than their down tuyering and increased with the sampling height but the abandoned farmland, the intermediate zone of desert and rural section, the rural roads and the active sand dunes on the edge of the desert were more at 20 cm and decreased with the height. The quantity of soil wind erosion was the most and the wind erosion harm degree was also extremely serious in the abandoned farmland, the intermediate zone of desert and rural section, the rural roads and the active sand dunes on the edge of the desert. So they were the most potential dust contributors in the area of Hetian. Make some measures to reduce the soil wind erosion and sand storm in Hetian. Such as expanding the winter wheat, planting perennial herb and the green crops, implementing the protective cultivation system, avoiding overgrazing cultivating and laying the rural roads with Gobi, the gravel, the asphalt.

Key words: the main earth's surface; soil wind erosion; during the sandstorm; Hetian region

和田地区是我国沙尘暴发生的主要的两大区域之一,年沙尘暴日数为 25~35 d^[1],频繁发生的沙尘暴天气造成土壤

严重风蚀。近 20 a 来,受沙尘暴天气的影响和田地区被风蚀流沙吞没的农田达 3.00×10⁵ hm²[2]。土壤风蚀不仅导致

*收稿日期:2007-01-11

基金项目:农业部“发展生态农业治理沙漠化土地”专项;兵团绿洲生态农业重点实验室开放课题(200404);“粮食主产区保护性耕作制与关键技术研究”课题资助

作者简介:王旭(1977-),女,在读博士,主要从事农业生态学与种植制度研究。

通信作者:李少昆,研究员,博士生导师,主要从事作物生态和作物信息科学研究。

该区土壤质地变粗、地力下降,形成大面积的撂荒地,而且不同高度风蚀物的搬运和堆积,对农作物、工矿交通设施及大气环境等造成严重的危害。对风蚀物分布状况,国外学者对沙质、壤质耕地进行了大量的研究^[3,7]。国内学者在沙漠地区距地表较低的高度范围也做过许多观测^[8,9]。本文根据和田地区自然环境和土壤特性,通过野外观测、采样和室内分析,探讨了不同地表类型在沙尘暴条件下的风蚀物含量及粒度组成随高度的变化规律。

1 方法

研究区位于和田地区塔里木盆地边缘(36°59' - 37°14' N, 79°50' - 79°56' E, 海拔 1 300 m 左右),属于暖温带极端干旱荒漠气候,降水稀少,蒸发强烈,风大沙多。土壤质地较粗、结构松散且生产力低下。测试期间共采集到 2 次沙尘暴天气,具体时间为 2004 年 5 月 20 日,瞬间风速高达 12~15 m/s,持续时间达 4 h,此日全天为扬沙天气;6 月 1 日瞬间风速为 9~10 m/s,持续时间为 2 h,风向都为西北风。采样点分布在沙漠边缘活动沙丘、覆膜棉田、苜蓿地、乡村道路、弃耕地等 6 种和田主要地表类型。在上述每一观测点 1.6 m 的高度内安装 5 个采集器,按入风口下沿距地表高度分别为 0.20, 0.55, 0.90, 1.25 和 1.60 m,通过翼板作用使采集器入风口始终正对风向,采集器风沙流入风口高 5 cm,宽 2 cm。将采样器中的风蚀物清空倒入塑料自封袋内,室内称重,利用筛析法分析风蚀物各级粒级百分含量。

2 结果分析

2.1 不同地表类型土壤输沙量

输沙量是反映土壤风蚀量大小的一个指标。土壤风蚀量随风力作用和下垫面因子不同而不同。表 1 为地表 20~160 cm 高垂直截面每 1 cm² 的输沙量。从 2 次沙尘暴天气

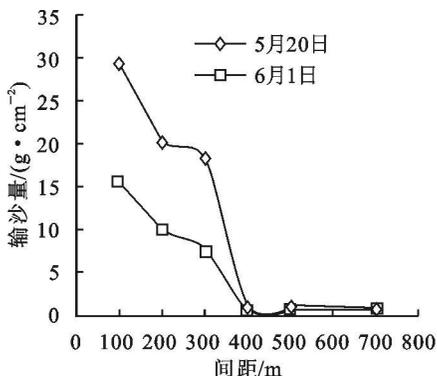
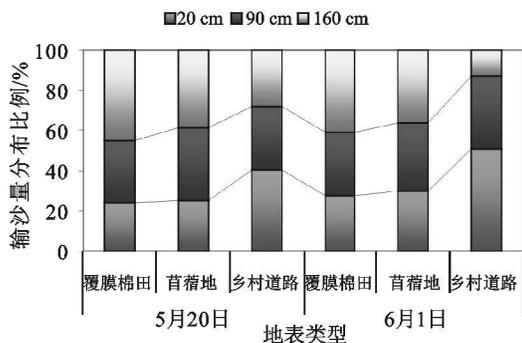


图 1 不同间距输沙量比较



测试结果可大致看出,不同地表类型的输沙量从大到小总趋势表现较为一致:以弃耕地最多、其次为荒漠与农区过渡带、沙漠边缘活动沙丘,而乡村道路、覆膜棉田与苜蓿地输沙量较少。在不同天气条件下,各地表类型土壤风蚀量相差悬殊。其中,5 月 20 日沙尘暴强度较大,弃耕地风蚀量高达 76.8 g/cm²,远高于覆膜棉田和苜蓿地土壤的风蚀量;6 月 1 日风蚀量相对较小,弃耕地、荒漠与农区过渡带和乡村道路的风蚀量是覆膜棉田和苜蓿地的 15 倍以上。由此可见,弃耕地、荒漠与农区过渡带、沙漠边缘活动沙丘以及乡村道路在沙尘暴天气条件下土壤风蚀严重。

表 1 沙尘暴期间不同地表类型土壤输沙量

地表类型	5月20日		6月1日	
	$I(g \cdot cm^{-2})$	%	$I(g \cdot cm^{-2})$	%
弃耕沙质农田	76.8	100.0	27.79	100
荒漠与农区过渡带	45.7	59.5	17.45	62.80
沙漠边缘活动沙丘	25.7	33.4	12.52	45.06
垂直风向覆膜棉田	1.4	1.9	12.32	44.35
乡村道路	1.0	1.3	0.86	3.11
苜蓿地	0.9	1.1	0.75	2.69

2.2 距离沙漠不同距离输沙量

从图 1 中可见,随着距离沙漠间距的扩大,输沙量满足指数曲线的形式下降,到 400 m 处输沙量已经很少,从原来的 30 g/cm² 下降到 1 g/cm²,400 m 之后随着距沙漠间距的增加,各地表类型输沙量变化较少。

在有植被覆盖条件下(如图 2 所示),覆膜棉田和苜蓿地上风口处输沙量多于其各自下风口的输沙量,表现在随着地表植被覆盖度的增加,生长的作物和植物阻止、拦截地表土壤颗粒的运动,就地起尘量相对较少有关。

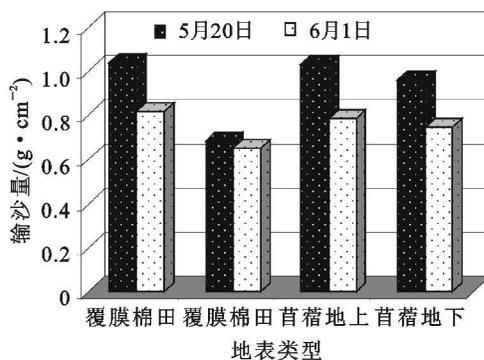


图 2 覆膜棉田与苜蓿地输沙量比较

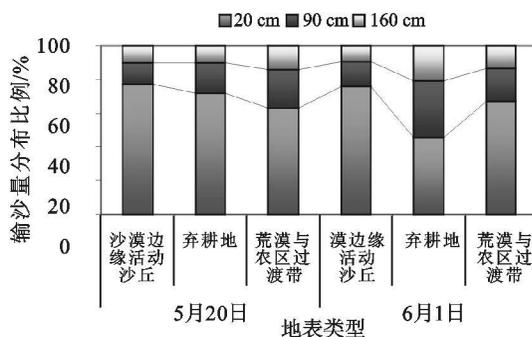


图 3 不同地表类型各高度层的输沙量分布

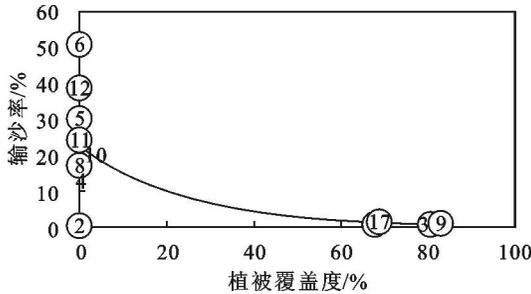
表 2 各测点土壤含水量与植被、地膜等覆盖状况

编号	地表类型	含水量/ %	植被 高度/ cm	覆盖度/ %	覆盖量 (干物重)/ (g·m ⁻²)
2004 年 5 月 20 日					
1	覆膜棉田	3.73	24	67.5	37.06
2	乡村道路	1.34	-	-	-
3	苜蓿地	1.98	36	80.4	274.36
4	沙漠边缘活动沙丘	0.26	-	-	-
5	荒漠与农区过渡带	1.76	-	-	-
6	弃耕沙质农田	0.46	-	-	-
2004 年 6 月 1 日					
7	覆膜棉田	3.23	25	68.4	39.82
8	乡村道路	1.83	-	-	-
9	苜蓿地	2.87	39	82.2	357.98
10	沙漠边缘活动沙丘	0.36	-	-	-
11	荒漠与农区过渡带	1.23	-	-	-
12	弃耕沙质农田	1.14	-	-	-

注:“-”表示未有测定数据。

2.3 输沙量随高度的变化

在 0~160 cm 高度范围内, 输沙量空间分布特征明显地与地表植被、残茬等类型、高度有关。2 次沙尘暴天气测定结果(图 3 a, 图 3 b) 可见, 弃耕地、荒漠与农区过渡带、乡村道路和沙漠边缘活动沙丘因地表无或少植物覆盖, 在近地表



地表类型号分别按 2004 年和田测试地表土壤含水量大小和地表覆盖率的大小排序; ①, ④, ……与表 2 中的地表类型号对应。

图 4 2004 年测试地地表覆盖率与输沙率关系

3 讨论与建议

(1) 弃耕地、荒漠与农区过渡带、沙漠边缘活动沙丘以及乡村道路在沙尘暴期间土壤风蚀量大, 为沙尘暴天气的发生提供了丰富的物质源, 是和田地区沙尘天气的主要尘源。而有地表覆盖的覆膜棉田及苜蓿地土壤风蚀量明显低于裸露地表类型。

(2) 从塔克拉玛干沙漠腹地到各地表类型, 随着距离沙漠间距的扩大, 输沙量满足指数曲线的形式下降, 到 400 m 处输沙量已从原来的 30 g/cm² 下降到 1 g/cm², 400 m 之后各地表类型输沙量变化较小。这表明土壤颗粒随着大风的移动, 如果没有沿途不断的起沙补充, 那么离初始沙源越远(即沙漠腹地)各地表的输沙量越少, 受来自沙漠的影响也逐渐减弱。在有植被覆盖条件下, 覆膜棉田和苜蓿地上风口处距离沙漠的输沙量多于其各自下风口的输沙量, 并且随着采样器高度的增加在 0~160 cm 范围内输沙量呈增加的趋势; 而弃耕地、荒漠与农区过渡带、乡村道路和沙漠边缘活动沙丘在近地表 20 cm 处输沙量较大, 随高度的增加而减少。进一步表明增加植被覆盖是阻止、拦截地表土壤颗粒的运动, 减少起尘量的重要途径。

(3) 关于综合治理和田地区沙尘暴的建议。① 恢复弃耕

20 cm 处输沙量较大, 其中沙漠边缘活动沙丘输沙量较大; 上述地表随高度的增加输沙量减少。有作物或植被覆盖的覆膜棉田和苜蓿地近地输沙量较少, 在距离地面 90~160 cm 范围内随着高度增加输沙量呈增加趋势。

2.4 地表覆盖率与土壤含水量对输沙量的影响

土壤风蚀和沙尘暴的发生除了取决于天气条件外, 还与下垫面条件密切相关。在下垫面条件中一个重要条件就是地表有无植被或作物残茬覆盖以及土壤含水量的高低。表 2 为 2 次沙尘暴采集期间同步测定的地表土壤含水量与植被状况。由表 2 可见, 弃耕沙质农田、沙漠边缘活动沙丘、乡村道路、荒漠与农区过渡带植被覆盖度小伴随土壤含水量较低。

为了使不同测试间有可比性, 引入输沙率(%) 指标。输沙率(%) 为每年测定各地表类型输沙量占同次测定 5 个地表类型处理输沙总量百分数。从图 4, 5 中可以看出, 乡村道路、荒漠与农区过渡带、沙漠边缘活动沙丘和弃耕沙质农田等地表, 植被覆盖度小, 有的几乎没有植被覆盖, 蒸发强烈, 土壤含水量低, 因此在沙尘暴期间这些地表土壤风蚀量很大。

图 4, 5 可以看出: 随植被覆盖度减少和土壤表层含水量的减少, 输沙率均呈增加趋势, 当植被覆盖度在大约 50% 以上或土壤含水量在 4% 以上时, 随植被盖度和土壤含水量的增加, 输沙率缓慢减少, 当植被盖度减少至 50% 以下或土壤含水量减少至 4% 以下时, 输沙率迅速增加。

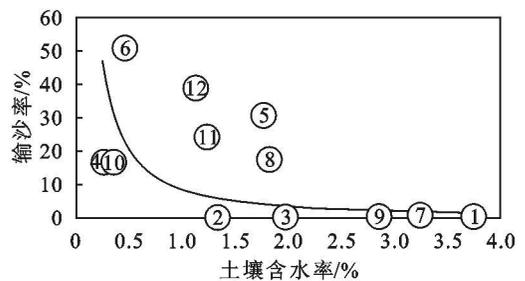


图 5 2004 年测试地表层土壤含水量与输沙率关系

地, 减少沙尘源; ④种植柽柳、沙拐枣、梭梭和骆驼刺等固沙植物, 通过植被覆盖提高地表抗风蚀能力; ④有计划地对荒漠与农区过渡带采取保护和封育措施, 保护天然沙生植被, 营造防风固沙阻沙林带; ④通过增加植被盖度、将作物残茬留于地表、秸秆覆盖农田等措施减少风蚀、降低沙尘暴危害^[10]; ④合理地进行种植业结构调整, 改变该区棉花种植面积比例过大的格局, 扩大牧草、冬小麦种植面积^[11], 这样既增加了当地的粮食产量, 又通过改变植被覆盖提高农田抗风蚀能力; ④用石子、沥青等对浮土较厚的乡村道路进行铺埋, 建议国家优先安排新疆南部的乡村道路建设, 实施铺设柏油路计划; ④通过发展适合地方特色的农业技术提高当地群众的生活收入, 带动地区经济发展, 为持续有效的防沙治沙、减缓沙尘暴的危害提供资金保证和技术支撑。

参考文献:

[1] 王式功, 董光荣, 等. 沙尘暴研究进展[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 349-356.
 [2] 刘秉正, 吴发启. 土壤侵蚀[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1997: 126-130.

要偏向于经济密度和社会保障方面。

在主成份分析的基础上,利用主成份的累积贡献率构建综合评价指标 F , 为了进一步综合成一个指标, 以 α_k 为权重对 Z_{jk} 求和得第 j 个样本的综合评价值为:

$$F_j = \sum_{k=1}^3 (\alpha_k \times Z_{jk}), j = 1, 2, \dots, 40$$

最后根据 F_j 的大小即可对各个区域灾害社会易损性进行评价分级。

应用 GIS 技术对重庆市自然灾害社会易损性进行区域分类, 是 GIS 技术在自然灾害研究领域的进一步深入。采用重庆行政区划图为基础, 按照 3 个主成份, 把各个区县的得分值依次赋予相应的属性, 这样就得到 3 个主成份各自的灾害易损性矢量区划图。利用 ARMAP 软件, 把 3 幅区划图转换成栅格格式, 并按照 F 的计算公式, 对栅格图进行空间叠加分析计算, 再对分析计算得到的结果进行重分类计算。最后, 得到重庆市自然灾害社会易损性区划图。

重庆自然灾害社会易损性区划图

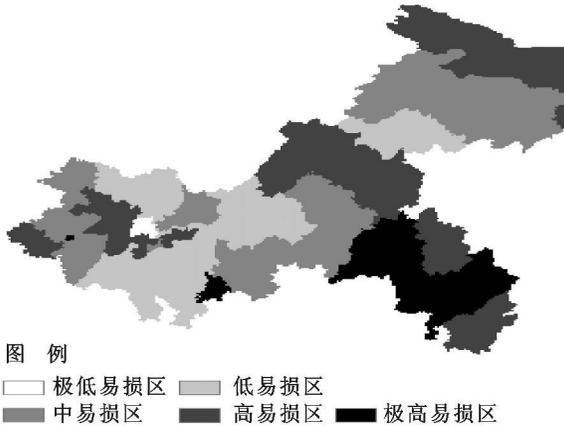


图 1 重庆自然灾害社会易损性区划

在 ARCMAP 的重分类过程中, 按照自然灾害的社会易损程度把重庆市的 40 个区县分成 5 类区域: 极低易损区: 沙坪坝区、渝中区; 低易损区: 合川区、北碚区、江北区、江津市、綦江县、巴南区; 万州区、长寿区; 中易损区: 潼南县、大足县、永川市、渝北区、南川市、武隆县、丰都县、开县、云阳县、丰节县、涪陵区、大渡口区; 高易损区: 城口县、巫山县、巫溪县、梁

平县、忠县、石柱县、垫江县、黔江区、秀山县、荣昌县、铜梁县、璧山县、九龙坡区、南岸区; 极高易损区: 双桥区、万盛区、彭水县、酉阳县。从区划的图上看, 重庆市自然灾害的社会易损主要集中于中部, 东部和西部的不发达地区。

6 结 语

造成自然灾害易损的因素是复杂的, 用主成份分析法和 GIS 技术, 从社会因素方面对重庆市自然灾害的易损性进行分析, 然后对易损度进行分类。对造成灾害易损的众多社会因素进行分析, 构造主要成份代表所有影响因素的主要信息对区域的易损性进行分析, 同时, 把灾害的社会易损性研究落实到空间布局中, 使得灾害研究的区域性更强。文章应用主成份分析法和 GIS 技术对重庆灾害的社会易损性进行探讨, 这也是从另一个角度对灾害的研究方法进行了探索。但是, 自然灾害社会易损性的基础指标和灾害之间的直接关系较难确定, 所以从灾害数据来研究社会易损性是灾害研究的一个重要方面; 另外, 在对灾害易损度进行区划时, 阈值确定的主观性较强, 缺乏统一的标准, 这也是今后自然灾害的社会易损性研究将要解决的两个重要问题。

参考文献:

[1] 郭跃. 灾害易损性研究的回顾与展望[J]. 灾害学, 2005, 20(4): 92- 96.

[2] 蒋勇军, 况明生, 等. 基于地理信息系统的重庆市自然灾害综合区划及评价[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2003, 28(4): 144- 149.

[3] 李闯. 地质灾害人口安全易损性区划研究[J]. 中国地质矿产经济, 2002(8): 27- 30.

[4] 刘兰芳, 何曙光. 洪水灾害易损性模糊综合评价: 以湖南省衡阳市为例[J]. 衡阳师范学院学报, 2006, 27(3): 123- 128.

[5] 袁永博, 于雪峰. 自然灾害危害度模糊模式识别[J]. 地震工程与工程振动, 2003, 23(6): 194- 197.

[6] Cutter S L. Social Vulnerability to Environmental Hazards [J]. Social Science Quarterly[J]. 2003, 84(2): 242- 261.

[7] 王凤, 黄志阳. 主成份分析法对陕西投资环境的评价[J]. 生产力研究, 2005(3): 132- 133.

(上接第 277 页)

[3] Chepil W S, Woodruff N P. Sedimentary characteristics of dust storms: visibility and dust concentration [J]. Am. J. Sci., 1957, 255: 104- 114.

[4] Gillette D A, Walker T R. Characteristics of airborne particles produced by wind erosion of sandy soil, high plains of west texas [J]. Soil Sci., 1977, 123: 97- 1033.

[5] Nickling W G. Eolian sediment transport during dust storms: slims river valley, Yukon Territory [J]. Can. J. Earth Sci., 1978, 15: 1069- 1084.

[6] Zobeck T M, Fryrear D W. Chemical and physical characteristics of wind blown sediment [J]. Trans. ASAE, 1986, 29: 1032- 1036.

[7] Fryrear W D, Salth A. Field wind erosion: vertical distribution [J]. Soil Sci., 1993, 155: 294- 300.

[8] 吴正. 风沙地貌学 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.

[9] 马世威. 风沙流结构的研究 [J]. 中国沙漠, 1983, 3(3): 8- 22

[10] 杭利军, 等. 浅论干旱、半干旱地区土壤风蚀发生机理及防治措施 [J]. 内蒙古林业科技, 2003(2): 49- 50.

[11] 路明. 我国沙尘暴发生原因及其防御策略 [J]. 中国农业科学, 2002, 35(4): 440- 446.