

北京郊区农地起沙起尘与防治的初步研究

王升堂^{1,2}, 邹学勇¹, 程 宏¹, 赵延治¹

(1. 北京师范大学中国沙漠研究中心, 北京 100875; 2. 皖西学院城市建设与环境系, 安徽 六安 237012)

摘 要: 京郊农用地土壤风蚀而发生的起沙起尘是造成北京市大气环境中、重度污染的重要原因之一。为有效地防治北京郊区农业用地的起沙起尘, 在 2003 年和 2004 年对京郊不同土地利用类型地表粗糙度和起沙情况进行了多次重复的野外观测。地表粗糙度观测结果表明, 不同土地利用类型地表粗糙度明显不同, 即使是同一地类, 地表状况不同, 粗糙度也有很大差异, 这为通过调整土地利用结构来防止起沙起尘提供了依据。在 2 m 高风速为 8.6 m/s 时, 玉米低留茬地上观测到的输沙率高达 0.597 kg/(m·h), 表明在大风条件下, 留茬高度过低时防风蚀作用不明显。依据上述风沙观测结果, 结合北京市土地资源特点和利用现状, 提出调整土地利用结构, 完善平原区防护林体系, 全面实行保护性耕作, 硬化乡间道路等控制京郊农地起沙起尘的措施。

关键词: 农田风蚀; 起沙起尘; 防治措施; 北京郊区

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0001-03

Primary Study on the Blown Sand-dust of Farmland and Its Control in Beijing Region

WANG Sheng-tang^{1,2}, ZOU Xue-yong¹, CHENG Hong¹, ZHAO Yan-zhi¹

(1. China Center of Desert Research at Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Urban Construction and Environment Department, Wanxi College, Luan, Anhui 237012, China)

Abstract: Blown sand-dust caused by wind erosion of farmland is one of important factor that forms serious air polluting in Beijing. The sources of sand-dust during sand blowing weather mainly come from Beijing outskirts. For effectively control blown sand-dust of farmland in Beijing outskirts, repeating fields observation of aerodynamic roughness length and the cases of blowing sand on different land use type were conducted during 2003 and 2004 year. The aerodynamic roughness length is a very important parameter to describe aerodynamic characteristics above land surface. Its value is higher and blowing sand is more difficult, so it can well and truly demonstrate the ability of land surface to resist wind erosion. Wind erosion can be controlled effectively by improving the value of aerodynamic roughness length. The observation results of surface aerodynamic roughness length indicate that each land use type has its own aerodynamic roughness length. In other words, different land use type has different aerodynamic roughness length. According to these results, adjusting land use structure is a way to control blowing sand-dust caused by soil wind erosion. When wind velocity at 2 m heights is 8.6m/s, the observed rate of sand drift on corn land covered with residue is 0.597 kg/(m·h), which indicates that when the height of corn residue is very low, its function to control wind erosion is negligible under strong wind. Based on these observation results and Beijing land resource characteristics and its present use, some controlling blown sand-dust measures are put forward such as adjusting land use structure, perfecting windbreak system of plain area, entirely implementing conservation tillage and paving rural roads.

Key words: wind erosion of farmland; blown sand-dust; control measurement; Beijing outskirts

1 引 言

北京的沙尘天气问题引起了我国政府和社会各界的广泛关注。一些学者对北京沙尘天气过程、沙尘源地以及沙尘对大气环境的影响等方面做了大量的研究^[1-4]。对于沙尘源地, 学术界普遍认为是远距离的内蒙古等地的沙漠、沙漠化土地和农田以及近距离的北京周边裸露农田和建设裸地。北京市对沙尘与浮尘天气的调查表明, 仅有 20% 的沙尘与浮尘天气为异地沙尘源所致(多为中强度以上沙尘、浮尘天气), 80% 是京郊就地起沙, 包括由建筑施工产生的松散堆积物(土)、未加处理的开挖断面、市郊的翻耕农田与撂荒地等。按照北京地区耕地风蚀模数^[5]与现有耕地面积估算, 农田年风蚀量约为燃煤排放烟尘粉尘量的 49 倍^[6], 同时北京市 PM₁₀ 本地污

染源调查结果也表明扬尘所占比例高达 48.73%^[7]。由此可见, 京郊农地起沙起尘是造成大气重度污染的重要原因之一, 也使得大气颗粒物浓度高居不下。特别是在沙尘暴期间, 大气中颗粒物的浓度能比平日高出数十倍。例如 2002 年 3 月北京发生沙尘暴天气时, 总颗粒物浓度高达 10.9 mg/m³, 高出国家颗粒物污染标准的 54 倍, 主要地壳元素 Ca、Al、Fe、Mg、Na、Ti 等高达平日的 30~58 倍, 污染元素 Zn、Cu、Pb、As、Cd、S 比平时高出近 10 倍^[8]。因此, 如何有效地防治京郊农地起沙起尘就成为降低大气颗粒物浓度、改善大气质量的一个亟待解决的重要问题。根据 2003 年、2004 年连续 2 年对京郊主要的土地利用类型进行的大量野外风沙观测结果, 并结合京郊土地资源特点和利用现状, 提出调整土地利用结构、完

* 收稿日期: 2006-03-21

基金项目: 北京市科技项目(H020620270120, H020720110330)资助

作者简介: 王升堂(1964-), 男, 在职博士生, 现从事荒漠化防治工程研究。

善平原区防护林体系、全面实行保护性耕作以及硬化乡间道路等防治农地起沙起尘的措施,还北京一片蓝天,确保 2008 年“绿色奥运”目标的实现。

2 北京市土地利用现状

北京市位于华北平原西北隅,处于华北平原向西北黄土带、内蒙古高原的过渡地带。北京平原区主要由永定河、潮白河、温榆河、拒马河、沟河、错河洪冲积作用形成^[9],土壤沙物质含量高,内聚力弱,在人为干扰和强风共同作用下,极易

表 1 北京市土地利用现状(2003 年)^[10]

	总面积	耕地	园地	林地	牧草地	其他农用地	居民点及工矿用地	交通运输用地	水域设施用地	未利用地
面积/hm ²	1641053.7	259860.3	119207.0	683540.7	2046.3	53467.5	257422.1	24844.4	26235.0	214430.4
/%	100	15.83	7.26	41.65	0.12	3.26	15.69	1.51	1.60	13.08

3 不同土地利用类型地表粗糙度与起沙观测

为了有效地防治北京地区农业用地的起沙起尘,在 2003 年和 2004 年对北京郊区不同土地利用类型地表粗糙度与起沙情况进行了多次重复的野外观测,以了解不同的土地利用方式对起沙起尘的影响,掌握京郊不同土地利用类型起沙起尘的规律。通过调整土地利用结构,建立合理的土地利用方式来防治沙尘危害提供科学依据。

3.1 地表粗糙度

地表粗糙度(Z_0)是描述地表空气动力学特征的重要参数, Z_0 值越大,地表起沙起尘越困难,它能够准确反映地表抗风蚀能力。通过提高地表 Z_0 值可以有效地防止风蚀的发生。考虑到北京的常年主风向为偏北风,南北郊区的土地利用类型地表特征基本相近,因此,重点在北京上风向的北郊进行观测。共选取了 32 个观测点,分别布置在昌平、延庆、怀柔、密云、顺义、平谷六个区(县)。观测对象分别为:玉米留茬地 6 处,翻耕地 6 处,冬小麦地 2 处,草地 3 处,荒地 4 处,林地(包括防护林及幼林)4 处,经济林(果园)4 处,苜蓿地 2 处,裸地 1 处。对这些观测点进行了连续两年的观测。

在近地层中,地表风速廓线满足对数关系: $U = a + b \ln z$,式中: U ——高度 z (cm)处的风速(m/s), a 、 b ——回归系数,随风速的变化而改变。根据空气动力学粗糙度(Z_0)的定义, Z_0 的值为: $Z_0 = \exp(-a/b)$ 。

经计算,各类地表 Z_0 的平均值分别为:翻耕地 0.212 3 cm,留茬地 0.228 cm,经济林(果园) 0.244 8 cm,荒地 0.579 8 cm,防护林 1.082 7 cm,草地 1.584 8 cm,冬小麦地 1.728 9 cm。观测计算结果表明,不仅不同地类 Z_0 值不同,就是同一地类不同观测点的 Z_0 值也相差很大。这是因为虽属同一地类,但不同观测点的地表状况却有很大差别。例如,

发生风蚀而形成扬沙天气。截止 2003 年 10 月,全市农业用地 1 118 121.8 hm²,占土地总面积的 68.12%;建设用地 308 501.5 hm²,占 18.8%;未利用土地 214 430.4 hm²,占 13.08%(表 1)^[10]。在农业用地中,耕地 259 860.3 hm²,占土地总面积的 15.83%,其中 90% 的耕地分布在北京平原及延庆山间盆地。北京市土地利用格局仍然以农业用地为主,耕地所占比例仍很高,面积较大,对耕地进行耕作活动的必然结果,就是严重破坏土壤结构,尤其在冬春大风季节,耕地表面基本呈裸露状态,为风蚀起沙起尘提供了有利条件。

同是玉米留茬地,留茬的高度及植株的密度不同, Z_0 值有很大差异(表 2)。

从表 2 中可清楚看出留茬高度及株行距对地表抗蚀性的影响,后面的起沙观测结果也表明,玉米地留茬高度过低不能起到明显的防风蚀作用。此外,翻耕后没有平整,地表为土块垄脊的耕地, Z_0 值明显大于翻耕后平整的耕地;林下有灌草植被的林地的 Z_0 也显著大于林下没有灌草植被的林地。就不同土地利用类型相比而言,秋收后翻耕土地的地表 Z_0 值普遍偏小,加之土壤质地疏松,地表没有覆盖物保护,极易发生风蚀而起沙起尘,污染大气环境,并损失大量养分。

表 2 玉米留茬地地表粗糙度观测结果

位置	地表特征	粗糙度/cm
延庆八里店村	地形空旷,残茬均高 10 cm,株行距 20 cm×60 cm	0.029
延庆榆林堡村	沙质地表,残茬均高 8 cm,株间距 25~35 cm,行间距 50~60 cm	0.097
昌平大营门村	残茬均高 30 cm,株行距 30 cm×60 cm,地表有少量秸秆覆盖	0.185
延庆大营村	地形空旷,残茬均高 25 cm,株行距 20 cm×60 cm	0.218
怀柔喇叭庄村	地形空旷,残茬均高 32 cm,株行距 58 cm×26 cm	0.379
密云走马庄村	地形空旷,残茬均高 50 cm,株行距 18 cm×35 cm	0.460

3.2 地表起沙的观测

2003 年和 2004 年春季大风日数较少,使得地表起沙的收集较为困难。在野外观测时常可观察到风吹沙起的现象,但由于风有极强的阵性,用积沙仪很难收集到可供称量的有效沙尘量。尽管如此,北京郊区农地的风蚀起沙是十分严重的。如 2004 年 3 月 9 日夜里的一场大风,使京郊农地普遍发生了较严重的风蚀(图 1),图 1a 显示出土壤风蚀物受地块边坡处幼小林带的阻挡,沉积在地块边坡处,并在表面形成了清晰的沙波纹。沙纹的出现表明沉积的沙尘较厚,沉积厚度达 10~15 cm,而林带前面被吹蚀的地块地表粗糙则十分明显(图 1b),表层细粒物质被吹蚀殆尽。

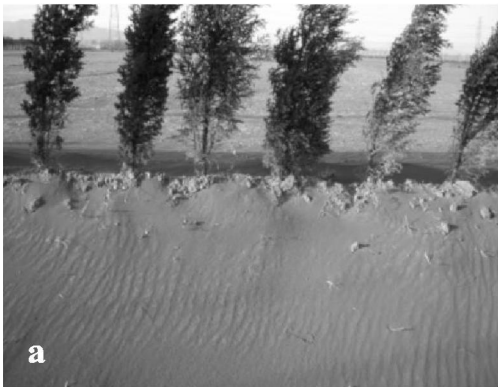


图 1 沙波纹与因风蚀引起的地表粗化(顺义区赵全营镇)

在起沙观测时,同时对风速进行不同高度的同步梯度观测。为了更好地与其他研究成果进行对比,均以 2 m 高度处

的风速值为标准,积沙仪开口都是 2 cm×2 cm。沙尘的收集是 2004 年 3 月 16 日傍晚在延庆康庄观测时收集到的,观

测地类为玉米留茬地,地形空旷,沙质地表,玉米残茬均高 8 cm,株间距 25~ 35 cm,行间距 50~ 60 cm,盖度< 5%,地表粗糙度仅有 0. 097 cm。当时遇上了一场持续时间较长的大风,2 m 高平均风速为 8. 6 m/s,共收集到 17. 9 g 沙尘量(两台积沙仪平均),输沙通量高达 0. 597 kg/(m·h)。对比贺大良等^[1]的观测结果(表 3),可清楚地看出,风速、植被覆盖度对输沙通量具有显著的影响。降低近地面风速,或提高地表植被覆盖度都是防治地表起沙起尘的有效途径。

当京郊农地发生风蚀而起沙起尘时,北京市大气环境质量都很差,常属于中、重度污染。如 2004 年 3 月 10 日和 3 月 16 日,北京市空气污染指数分别为 446 和 206,属重度污染和中度污染。这充分说明京郊土壤风蚀是造成北京市空气中、重度污染的重要原因之一。

表 3 不同土地利用类型输沙通量的观测结果

序号	观测地类	观测时间	风速/ (m·s ⁻¹)	输沙量/ (kg·m ⁻¹ ·h ⁻¹)	植被盖 度/%
1	平整沙地造林地(第一年)	1986 春	6. 2	2. 5	0~ 1
2	幼林地	1990 年 4 月 7 日	6. 2	0. 1631	3~ 5
3	幼林地	1991 年 4 月 30 日	6. 2	0. 0887	5~ 10
4	沙质瓜地	1990 年 5 月 10 日	5. 7	0. 88	0
5	沙质瓜地	1991 年 6 月 8 日	5. 7	0. 307	< 5
6	玉米留茬地	2004 年 3 月 16 日	8. 6	0. 597	< 5

注: 1, 2, 3 号观测地类为同一地点; 4, 5 号观测地类为同一地点。1~ 5 号资料来源: 参考文献[1]

4 京郊农地风蚀起沙起尘的防治措施

土壤风蚀是风和地表物质相互作用的结果,其中风是动力因素,地表组成是物质基础。风动力受制于大气环流,人类目前还无法改变,当前防治土壤风蚀的主要途径就是改变地表物质组成,通过下垫面性质的改变来消除风蚀发生的条件,从而达到防治土壤风蚀的目的。根据这一基本原理和京郊农地风蚀起沙起尘的现状,提出以下防治措施。

4. 1 调整土地利用结构

不同土地利用类型地表粗糙度存在显著差异的观测结果表明调整土地利用结构是防止京郊农用地起沙起尘的重要途径。从防沙治沙角度出发,土地利用结构调整的方向是增大地表植被覆盖率,提高地表粗糙度,即要增加林地、草地面积,逐步减少耕地面积。根据北京土地资源的特点和利用现状,西北部山区全部绿化,建设生态林,建立起第一道生态屏障;平原区加强林带、林网更新完善,增加经济林和草地面积,建立起第二道生态屏障;同时加强北京市区的绿化和环北京城区绿化带建设,建立起第三道生态屏障。这里需要强参考文献:

[1] 叶笃正,丑纪范,刘纪远,等. 关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J]. 地理学报, 2000, 55(5): 513– 521.
[2] 任阵海,高庆先,苏福庆,等. 北京大气环境的区域特征与沙尘影响[J]. 中国工程科学,2003,5(2): 49– 56.
[3] 庄国顺,郭敬华,袁蕙,等. 2000 年我国沙尘暴的组成、来源、粒径分布及其对全球环境的影响[J]. 科学通报, 2001, 46(3): 191– 196.
[4] 杨维西. 北京沙尘天气的沙尘来源及其治理[J]. 林业经济,2002, (7): 19– 22.
[6] 北京市环境保护局. 2003 年北京市环境状况公报[Z].
[5] 吴正. 风沙地貌与治沙工程学[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 106.
[7] 冯玉桥. 排污权市场交易政策在北京市大气污染防治中实施的必要性[J]. 节能与环保, 2003, (1): 18– 22.
[8] 孙业乐,庄国顺,袁蕙,等. 2002 年北京特大沙尘暴的理化特性及其组分来源分析[J]. 科学通报, 2004, 49(4): 340– 346.
[9] 曹学坤,蔡学锐. 北京市土地利用研究[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1993, 24– 28.
[10] 北京市国土资源局. 北京市 2003 年土地变更调查数据[EB/OL]. http://www. bjgtfgj. gov. cn/progasp/dtxx/ detail. asp? ar_id= 1697& to_id= 19.
[11] 贺大良. 北京地区风沙活动的监测[J]. 中国沙漠, 1992, 12(2): 27– 33.
[12] 曹新孙. 农田防护林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983. 244– 254.
[13] 关文彬,李春平,范秀珍,等. 京郊北藏乡防护林景观生态评价[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(3): 25– 30.
[14] 杨学明,张晓平,方华军,等. 北美保护性耕作及对中国的意义[J]. 应用生态学报, 2004, 15(2): 335– 340.
[15] 王玮,岳欣,刘红杰,等. 交通来源颗粒物排放因子的研究[J]. 环境科学研究, 2001, 14(4): 36– 40.

调的是,在实施土地利用调整过程中,要注重农民收入保持同步增长,否则难以取得理想效果。因此,在进行农业结构调整时,应充分利用北京人才、资金、技术和区位优势,大力发展高技术的新型农业,实现由传统农业向现代农业的转变,促进农业增产增收,保证农民收入持续增长。同时积极接纳北京市的第一、二产业的转移,并大力发展以休闲度假为主要形式的旅游业。

4. 2 完善农田防护林体系

农田防护林是最主要的防止耕地土壤风蚀的生物措施,同时兼有改善农田小气候以及为动物提供良好生境之功效^[12]。京郊现存农田防护林大多是 20 世纪 70~ 80 年代所造,目前多数已到了更新的年龄。现有林网在景观上的结构布局处于不合理状态,林网中缺株断带现象严重,甚至人为地加大网格;林带数量严重不足,林网的分布很不均匀,成型状况也较差,严重影响了防护林体系的整体防护效益与景观效益^[13],也就是说京郊现存防护林对农田的防护作用已很微弱。因此,加强防护林网的更新完善,建立起完整的防护林体系势在必行。

4. 3 全面实行保护性耕作

保护性耕作措施是十分有效的防治风蚀方法,在北美地区获得了广泛的应用并取得了良好的防护效果^[14]。北京郊区部分地块也采取了以留茬为主要形式的保护性耕作措施,但实地观测表明,京郊玉米留茬的高度应达到 30~ 50 cm,目前的留茬高度普遍较低,不足以起到明显的防止风蚀作用。另外,冬麦地的地表粗糙度较高的观测结果表明种植覆盖植物可有效防止土壤风蚀。北京地区种植越冬植物的品种既可以选择夏收作物,也可以选择绿肥,所种植的作物品种可根据来年的种植计划进行选择。在冬春多大风季节,农田有植物覆盖,可有效防止土壤风蚀起沙起尘。

4. 4 硬化乡间道路

机动车辆的二次扬尘是大气颗粒物的一个很重要的来源。北京地区经济水平较高,各种机动车辆较多且呈快速增长之势,机动车辆的二次扬尘量不可低估。王玮等^[15]估算北京市通过机动车行驶发生的交通来源颗粒物的总量超过 11× 10⁴ t/a。减少道路二次扬尘最有效的方法就是硬化路面,路面硬化后,除有效减少二次扬尘外,还根治了道路自身的风蚀。

总之,郊区农田风蚀而发生的起沙起尘是造成北京市大气中、重度污染的重要原因之一,必须采取多种有效的措施,建立起综合完善的防护体系,力争做到基本消除京郊农地的起沙起尘,还北京一片蓝天。