

北京市永定河河滩流动沙地风沙活动分析

岳德鹏¹, 黄月艳², 刘永兵³, 徐伟¹, 李海龙¹, 段建平⁴

(1 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083; 2 北京林业大学研究生院, 北京 100083;
3 北京师范大学资源学院, 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 4 内蒙古锡盟林业工作站, 内蒙古 026000)

摘要: 风蚀是塑造地貌景观格局的基本过程之一, 也是土地荒漠化的一个过程。在永定河河滩流动沙地风沙活动季节进行试验观测, 选择河滩流动沙地以及周边稀疏草地为研究材料, 通过对试验样地的风沙流活动、粗糙度、沙丘运移等进行了定位与半定位试验观测, 并对流动沙地以及周边稀疏荒草地的风沙流活动特点和影响因子进行了分析。

关键词: 河滩流动沙地; 风沙活动; 分析

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)02-0102-03

Analysis of the Sand-drift Activity in Drifting Sand Land in Yongding River Beach Land in Beijing

YU E De-peng¹, HUANG Yue-yan², LIU Yong-bing³, XU Wei¹, LI Hai-long¹, DUAN Jian-ping⁴

(1 The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2 School of Graduate, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3 College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University,

Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing 100875, China;

4 Forestry Station of Xileague, Inner Mongolia 026000, China)

Abstract Wind-erosion is one of basic processes to mold the physiognomy landscape pattern and it is a process of desertification. This research experimentation was carried out in drifting sand land in beach of Yongding river in Beijing in the sand-drift activity season, selecting drifting sand land and its surrounding sparse wild grass land as experimentation materials. Basing on the fixed-position and the half-fixed position observation on the migration of wind-sand fluid, roughness, migration of dune etc. the characteristic of wind-sand fluid and its effect factors in drifting sand-land and its surrounding sparse wild grass land are analyzed.

Key words: drifting sand land in beach; sand-drift activity; analysis

风蚀是塑造地球景观的基本地貌过程之一^[1], 就是在风力作用下地表物质发生运动, 从而导致岩石圈与土圈的破坏与损失过程, 也是风沙活动的关键环节^[2]。国内外研究认为风沙流活动与风沙地貌是一项重要的指标, 其中风力、沙量和下垫面是影响风沙运动的三个重要因素。风力是促进或制约风沙流运动的动力, 沙量的多少直接影响着风沙的运动; 而下垫面对风沙流的影响就十分复杂^[3], 这些因素作用塑造了沙地风蚀景观。沙丘形态主要是与沙丘表面风速有关^[4]。植被作为地理环境的重要组成部分, 植物在风蚀防治的作用已经被认可, 而对植被或由之构成的植被对风蚀的作用形式与机理涉及较少^[5]。

永定河沙地历史上河道洪水泛滥, 河道多次变迁, 尤其是下游长期形成了以沙土为基质的沙垄、沙地相间的冲积-沉积平原地貌类型。现在作为北京境内五大风沙源之一, 上世纪 50 年代在永定河上游修建了官厅水库, 水库蓄水导致下游河流季节性断流, 河道周边农业灌溉抽水, 河道地下水位连年下降, 河滩植被覆盖度很低, 加上每年人为破坏, 永定河河滩地现在逐渐形成如今的稀疏草地、流动沙丘景观。在上世纪中国科学院兰州沙漠所北京风沙课题组在北京南部地区进行了大量的实验

观测研究, 这次对于北京风沙活动在大尺度上做了大量的深入的研究工作, 得出北京风沙活动与地表植被和土壤结构等因人类活动所造成的变化有着密切关系, 北京风沙区只要分布在平原, 认为本地风沙防治要立足于本地, 特别是风沙土的治理工作上^[6]。有关永定河沙地不同下垫面风沙活动的基本规律近來也作了一些研究工作^[7]。因此, 研究永定河河滩沙地风沙活动特点和影响因子对于北京风沙灾害防治实行分类治理有着重要的理论与实践意义。该研究在对北京市永定河滩流动沙地景观类型调查的基础上, 选择该沙地两种典型景观(流动沙地及其周边稀疏荒草地), 就不同景观类型风沙的风蚀规律以及风蚀的影响因子进行了研究, 期望为永定河河滩沙地进行综合治理、开发提供科学的决策依据。

1 研究区概况

大兴区位于北京市南郊, 地理坐标为东经 116°13' ~ 116°43', 北纬 39°26' ~ 39°50', 属于永定河洪积-冲积平原的一部分, 地势平均海拔在 15~45 m, 坡降 1/250。暖温带亚湿润季风气候, 多年平均降水量为 556 mm, 夏秋季节降水量占 89%, 冬春季节降水占 11%, 多年平均气温约 11.5℃。多年平

收稿日期: 2005-04-25

基金项目: “十五”国家科技攻关项目(2002BA517A14); 国家林业局 948 引进项目(N04-4-42); 北京市自然科学基金重点项目(8011003)共同资助

作者简介: 岳德鹏(1963-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向荒漠化防治、景观生态和土地评价。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

均 8 级大风日有 23.3 d, 主要集中在 4~5 月, 多为西北风。土壤主要为潮土类风沙土, 土壤结构疏松, 有机质含量低, 在频繁的风力作用下, 出现严重的风蚀, 春旱、沙害和风害是该区的主要灾害。境内天然植被稀少, 乔灌木均为人工营造植被。

2 研究材料与方法

2.1 研究材料

流动沙地: 位于大兴区榆垓镇西南 1 000 m, 地势开阔, 沙面裸露, 沙地上有零散分布的禾本科草类、沙米, 平均覆盖度为 10% 以下。风沙流动比较强烈, 部分风沙活动频繁地段出现一系列小型沙丘与风蚀坑。在裸露沙面上随机布设面积为 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的观测小区 3 个, 多次测量取其平均值。另外选择河滩地荒漠化过程中一个典型的风蚀景观——典型新月型沙丘研究其迁移规律, 该沙丘为东南走向, 迎风坡长度为 52 m, 坡度为 $15^\circ \sim 25^\circ$, 背风坡长为 20 m, 坡度为 $25^\circ \sim 35^\circ$, 高度为 3.2 m; 上、下风向地形开阔。沙丘表面的植被只有少量枯萎沙米, 覆盖度在 1%~3%。

稀疏荒草地: 在流动沙地、沙丘周边大量分布着该类草地, 荒草地主要是枯萎的禾本科草类, 呈簇状分布, 平均覆盖度在 15% 以下, 平均高度为 5~10 cm。沙面没有完全固结, 下垫面沙粒结构疏松, 部分沙地出现风蚀破口, 受到人类活动影响严重。在荒草地上随机布设面积为 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的观测小区 3 个, 多次测量取其平均值。

2.2 研究方法

起沙风速: 风速的观测主要是采用 DEM-6 型三杯风向风速表(精度在 0.2 m/s), 分别观测垂直高度为 2 m, 多次观测取平均值。

风蚀量: 采用插杆法, 单位采用 mm。如果差值为“+”表示风积;“-”表示为风蚀。流动沙地、稀疏荒草地的样地对角线的中心点、样地边缘的四个点以及样地对角线的中心点, 分别布设铁杆, 铁杆高度距离地面 20 cm。

输沙量: 采用阶梯式积沙仪, 积沙仪的进沙孔宽 2 cm, 共分 10 层。在本研究试验中集沙时间为 5 min, 用 DEM-6 型三杯风向风速表同时刻观测 2 m 高处风速, 多次测量取平均值。

土壤粒径: 在每个研究样地内土壤取样深度为 0~10 cm。室内采用筛析法分析, 三个重复取平均值。

粗糙度: 依据公式 $\lg Z_0 = (\lg u_2 - \lg u_1 \times u_2/u_1) / (1 - u_2/u_1)$ 式中: Z_0 表示为地表粗糙度, u_1, u_2 分别为同一时刻两个不同高度上处风速。在本试验中为 0.5 m 、 2 m 处风速。

沙丘断面风速: 沿沙丘迎风坡中轴线, 从沙丘底部至沙丘顶部每隔 15 m 布设一观测点, 共 3 个; 背风面沙丘底部也布设一个风速观测点。每个观测点同时刻观测 0.5 m 、 1 m 、 2 m 等 3 个高度的 1 min 平均风速。

沙丘断面风蚀量: 从沙丘迎风面底部开始, 沿沙丘断面轴线每隔 2 m 布设一个铁杆, 一直延伸到沙丘背风面底部, 本实验共布设 37 根铁杆, 在每次大风前后观测, 如果差值为“+”表示风积;“-”表示为风蚀。

沙丘运移: 在沙丘顶部布设垂直固定一标杆, 在下次观测时确定沙丘的最高顶部并在该点布设一根标杆, 然后观测两根标杆的距离, 这个距离就是沙丘在该观测期间的运动速度。同时用罗盘仪测量沙丘运动的方向。

3 结果与分析

3.1 风沙流特征

3.1.1 起沙风速

根据在春季风沙试验观测可知, 不同下垫面的起沙风速差异显著, 该地区流动沙地的起沙风速(2 m)为 4.39 m/s ; 稀疏荒草地为 4.91 m/s , 其起沙风速略大于流动沙地。就其差

异原因主要是下垫面性质不同所致。流动沙面裸露, 流动沙地缺少保护, 沙粒结构松散, 质地较轻, 容易受到风蚀。稀疏草地相对与流动沙地, 其有一定的植被保护, 沙面比较稳定, 但是覆盖度还是比较低, 起对下垫面的保护作用有一定的限度, 在风速为 4.91 m/s 时也会发生风蚀。在永定河河滩地大量分布的这流动沙地、稀疏荒草地景观是该产生风蚀的物质基础。

表 1 流动沙地及其周边稀疏荒草地起沙风速

下垫面类型	起沙风速(2 m)/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	沙粒粒径/mm	启动情况
流动沙地	4.39	$0.10 \sim 0.25$	滚动
稀疏荒草地	4.91	$0.10 \sim 0.25$	滚动

3.1.2 机械组成

表 2 流动沙地及其周边稀疏荒草地沙粒机械组成

下垫面类型	沙粒粒径/mm 分布/%					
	< 0.05	$0.1 \sim 0.05$	$0.25 \sim 0.1$	$0.5 \sim 0.25$	$1.25 \sim 0.5$	> 1.25
流动沙地	3.45	12.97	80.2	3.66	0.03	0
稀疏荒草地	0.29	21.37	74.85	0.77	0.03	0.03

本研究区域属于永定河沙河滩地, 该沙地母质有冲积洪积物、冲积物和冲积风积物。经过长期的河流沉积的分选作用, 沙地沙粒机械组成差异显著。从表 3 2 看出流动沙地($0.25 \sim 0.1\text{ mm}$)颗粒百分含量为 80.2%, 稀疏草地为 74.85%, 两者都是以细砂($0.25 \sim 0.1\text{ mm}$)为主; 流动沙地比稀疏荒草地起沙风速较低, 容易受到风蚀, 所以流动沙地粒径 $< 0.1\text{ mm}$ 的沙粒所占的百分含量小于稀疏荒草地。

3.1.3 输沙量

表 3 流动沙地及其周边稀疏荒草地风速与 $0 \sim 20\text{ cm}$ 内输沙量

下垫面类型	风速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	输沙量/($\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$)
流动沙地	7.45	3.32
稀疏荒草地	7.5	2.51

从表 3 3 看出, 两种下垫面的风速 7.45 m/s 时, 都大于各自的起沙风速, 这就会发生风蚀, 产生风沙流。流动沙地的风速为 7.45 m/s 时其 $0 \sim 20\text{ cm}$ 高度内的输沙量为 $3.32\text{ g}/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$; 稀疏荒草地在 7.5 m/s 时其 $0 \sim 20\text{ cm}$ 高度内的输沙量为 $2.51\text{ g}/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$ 。在风速差异不大时输沙量出现显著差异, 说明稀疏植被对风沙流的影响比裸沙地的影响大。

3.1.4 风沙流结构

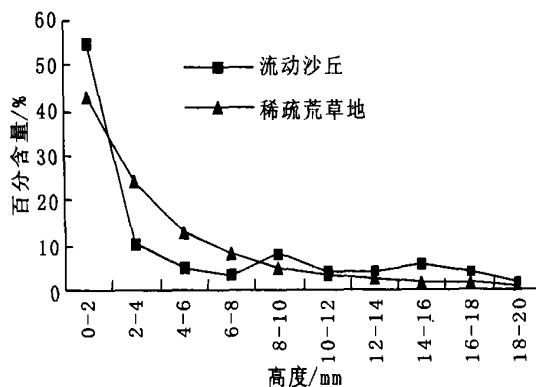


图 1 流动沙地及其周边稀疏荒草地 $0 \sim 20\text{ cm}$ 风沙流结构

从图 1 可知, 流动沙地 $0 \sim 6\text{ cm}$ 高度内流动沙地与稀疏荒草地的含量超过 70%, 都处于风蚀状态; 在 $0 \sim 2\text{ cm}$ 的高度上流动沙地所含百分含量为 55.13%、稀疏草地为 43.09%, 这主要是流动沙地的粗糙度小, 抗风蚀能力小, 因而风搬运沙的能力就达; 各层的含沙量不相等, 随高度分布遵循指数函数呈递减的关系^[5]。

3.2 粗糙度

粗糙度是反映地表对风速减弱作用以及对风沙流的影

响,它取决于地形的起伏,植被及其组成^[5]。从表 3 2 可以看出,下垫面覆盖不同,地表粗糙度也不相同。其中稀疏荒草地粗糙度为 2.282×10^{-3} cm、流动沙地为 2.692×10^{-5} cm。产生这种差异性主要是稀疏荒草对下垫面的防护作用,削弱贴近地层的风速,使粗糙度就增大。

表 4 流动沙地及其周边稀疏荒草地粗糙度

下垫面类型	$u_1/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$u_2/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	u_2/u_1	Z_0/cm
流动沙地	5.21	5.57	1.07059	2.692×10^{-5}
稀疏荒草地	5.37	6.06	2.64159	2.282×10^{-3}

3.3 沙丘运移

3.3.1 沙丘断面风速

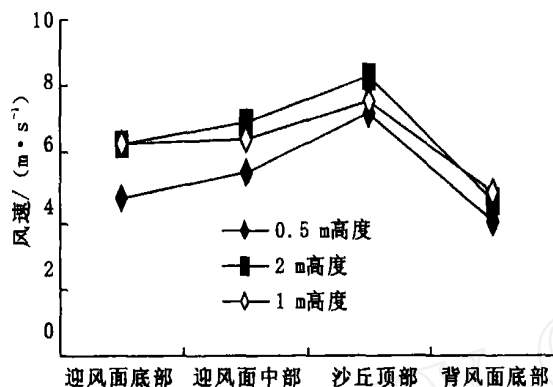


图 2 沙丘断面不同高度上风速

由图 2 可以看出:沙丘不同高度上风速变化有一定的差异。从变化趋势上看,在沙丘的迎风面至沙丘顶部沿高程方向风速值呈增加的趋势,其不同的高度加速率并不同。由折线的斜率知 2 m 高度处风速增加率最大,在沙丘顶部风速(相对沙丘底部)增大率为 1.5 倍;在沙丘的背风面出现显著下降的趋势,其不同的高度下降幅度也出现明显的不同,在 2 m 高度处风速下降的最快,在 1 m 高度上的风速次之,在 0.5 m 处的下降速率又有所增大。总的来说沙丘迎风面风速增加比率小于沙丘背风面风速降低比率。

3.3.2 沙丘断面积蚀强度

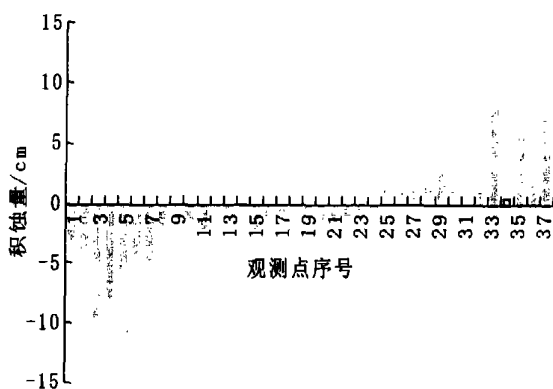


图 3 沙丘断面的积蚀分布

从图 3 中可以看出,在不同的气流作用下沙丘表面的风蚀强度与风积强度出现一定的差异。在迎风面大部分沙丘表面出现风蚀的现象,只有 3 个观测点出现很小的风积现象,整个沙丘迎风面风蚀量平均为 4.6 cm,风蚀强度随沙丘部位变化有着显著差异,在迎风面坡脚开始到沙丘中部的 22 m 的范围内风蚀量较大,平均风蚀量为 6.7 cm,在沙丘迎风面沙坡中下部 22 m 到沙丘顶部出现轻微的风蚀,平均风蚀量为 1.2 cm,沙丘顶部到沙丘背风面 12 m 处的范围内出现风积现象,平均风蚀量为 3.2 cm,该点延续到背风坡底部积沙量最大,平均积沙量为 13 cm。主要是由于在沙丘表面不同部位的风速变化,迎风面的风速增加速率小于背风面风速降低比率,引起沙丘表面不同部位气流的携沙能力出现差异,导致沙丘表面风沙搬运与沉积的规律。

3.3.3 沙丘运移速度

表 5 沙丘运移距离

观测时间	移动方向	移动距离/cm
04-06~ 04-07	东南 35°	6
04-08~ 04-09	东南 27°	8
04-09~ 06-05	东南 31°	58

从表中可以看出,在 4 月 6 日~ 4 月 7 日这两天中沙丘的运移距离为 6 cm,而在 4 月 8 日~ 4 月 9 日、4 月 9 日~ 6 月 5 日运移的距离分别是 8 cm、58 cm,结合当地同期的气象资料与实际观测记录,大风天气的强弱是造成观测期间运移距离不同的主要原因。据本研究的结果知道永定河沙地单个沙丘在 4 月 6 日到 6 月 5 日运动的距离为 72 cm。这个移动速度说明永定河沙地的风沙活动比较频繁。

4 结 论

(1)河滩地下垫面的风沙流特征存在显著的异质性,永定河河滩地流动沙地的起沙风速(2 m)为 4.39 m/s;稀疏荒草地为 4.91 m/s;看出流动沙地($0.25 \sim 0.1$ mm)颗粒百分含量为 80.2%,稀疏草地为 74.85%,粒径(0.1 mm)的沙粒流动沙地所占的百分含量小于稀疏荒草地。当风速为 7.45 ~ 7.5 m/s 时流动沙地 0~ 20 cm 高度内的输沙量为 3.32 g/(m in · cm²);稀疏荒草为 2.51 g/(m in · cm²);流动沙地 0~ 6 cm 高度内流动沙地与稀疏荒草地的含量超过 70%,都处于风蚀状态。

(2)下垫面覆盖不同,地表粗糙度也不相同。其中稀疏荒草地粗糙度为 2.282×10^{-3} cm、流动沙地为 2.692×10^{-5} cm。

(3)就沙丘断面风速而言,沙丘迎风面风速增加比率显著小于背风面,而且不同高度、不同部位的风速变化也不同;风蚀强度随沙丘部位变化有着显著差异,在迎风面坡脚开始到沙丘中部的 22 m 的范围内风蚀量较大,平均风蚀量为 6.7 cm,在沙丘迎风面中下部 22 m 到沙丘顶部出现轻微的风蚀,平均风蚀量为 1.2 cm,沙丘顶部到背风面 12 m 处的范围内出现风积现象,平均风蚀量为 3.2 cm,该点延续到背风坡底部积沙量最大,平均积沙量为 13 cm。整个观测期间该沙丘的运移距离为 72 cm。

参考文献

- [1] 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,1996,16(4):437-443
- [2] 吴正.风沙地貌与治沙工程学[M].北京:科学出版社,2003:91-99
- [3] 姚洪林,阎德仁,胡小龙,等.毛乌素沙地流动沙丘风蚀积规律研究[J].内蒙古林业科技,2001,(1):3-9
- [4] 赵景峰,李崇舜,周兴佳,等.新月形沙丘丘表场与沙丘积蚀特征[J].中国沙漠,1993,13(3):18-24
- [5] 张小由.沙河洼农田地表面风沙运动与土壤风蚀的初步研究[J].干旱区研究,1996,13(1):76-81
- [6] 中国科学院兰州沙漠所北京风沙课题研究组.北京地区风沙活动及其整治的初步研究[J].中国沙漠,1987,7(3):1-14
- [7] 刘永兵,岳德鹏,王晓东.北京南郊沙地风蚀物理特征及防护对策研究——以大兴区为例[J].水土保持学报,2005,19(1):32-35