

基于 Region Manager 的北京土壤可风蚀性研究^{*}

赵峰, 韩煜

(北京林业大学 水土保持学院, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083)

摘 要:在对北京市各种类型土壤进行调查的基础上, 采用美国土壤学家 D. W. Fryrear 等人的计算土壤可蚀部分含量方程, 计算北京主要土壤类型(亚类)表层的可蚀含量, 建立了北京市可风蚀性数据库。用 Region Manager 地理信息系统制作北京土壤可风蚀性风分级图, 并对北京地区主要土壤类型的可风蚀性进行分析与讨论, 为正确评价北京土壤风蚀危害提供科学依据。

关键词: 北京; 风蚀; 土壤类型; 分级图

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0024-04

Study on Soil Erodibilities by Wind in Beijing Based on Region Manager

ZHAO Feng, HAN Yu

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of Ministry of Education, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the investigation of the soil types in Beijing, we adopt the method published by D. W. Fryrear et al to calculate erodible fractions of the soils, and the database is attained. The Region Manager is adopted to create the regionalism map of the erodibilities of soil types in Beijing. Based on the database and the regionalism map, the erodibilities of main soil types are analyzed and discussed. The paper provides scientific basis for correctly evaluating the risk of wind erosion.

Key words: Beijing; wind erosion; soil types; regionalism map

土壤风蚀是发生在干旱、半干旱及部分亚湿润地区土地沙漠化、土地退化过程的首要环节, 也是一个全球性的环境问题^[1-2]。土壤风蚀是我国北方干旱、半干旱及部分半湿润地区土地退化的主要过程之一, 其分布范围占国土面积的 1/2 以上, 严重影响这些地区资源开发和社会经济的持续稳定发展^[3]。由于风蚀能够吹蚀农田表土, 使土壤粗化、贫瘠, 耕层变浅, 而且吹失籽种、伤害禾苗, 所以必然会对所作用到的土壤以及与土壤有关的农业生产活动乃至社会经济的发展产生深刻、深远的影响^[4]。

北京位于华北地区半湿润气候与半干旱气候的过渡区域, 也是我国具备大风、干旱和裸露同期条件的地区, 是可能发生风蚀或与风蚀有关的灾害地区。风沙危害是北京地区四大环境问题之一, 它不仅威胁着首都农业生产和农村经济的发展, 也给首都的生态环境带来严重影响。历史上曾有过“冬春一片荒, 夏季一片江, 白天屋点灯, 车过辙就平”的民谣和“无风一片沙, 有风地搬家”的凄凉景象。

由于北京受风沙危害的情况相当严重, 所以研究北京地区的土壤风蚀问题具有相当的必要性和意义。根据对北京市各种类型土壤分布进行的调查生成土壤分布图, 利用经验公式计算北京主要土壤类型的可风蚀部分含量, 进而建立北京市可风蚀性数据库。用 Region Manager 地理信息系统制作北京土壤可风蚀性风分级图。根据土壤分级图对北京地

区主要土壤类型的可风蚀性进行分析与讨论, 为正确评价北京土壤风蚀危害提供科学依据。同时, 也为研究整个华北地区土壤风蚀问题提供借鉴。

1 研究区概况

北京地处华北大平原的北端, 市界的地理坐标为: 北纬 $39^{\circ}26' - 41^{\circ}03'$, 东经 $115^{\circ}25' - 117^{\circ}30'$, 涵盖面积 $16\ 808\text{ km}^2$ 。西、北和东北部三面环山, 南部是向渤海倾斜的冲积平原, 主要分布着永定河、潮白河、大沙河、温榆河及北运河等 5 条河流。由于河道多次改道及河水泛滥, 不仅给沿岸人民带来严重灾难, 也将大部分良田变为沙地或沙化土地。

北京在全国气候区划中属暖温带半湿润季风大陆性气候区。风向有明显的季节性变化。冬季盛行偏北风, 夏季盛行偏南风, 据北京市气象局统计, 北京大风日数年际变化比较大, 多的年份一年中有将近 2 个月, 少的年份仅几天, 年平均 8 级大风日数 $10 \sim 34\text{ d}$, 年平均风速在 $1.8 \sim 3\text{ m/s}$ 。全市多年平均降水量为 626 mm 。北京东北部为黑土, 北部为内蒙古草原和沙地, 西北是黄土高原和荒漠。土壤干旱脊薄, 地下水位逐年下降, 造成风、沙、薄、旱、碱等灾害连年不断。加之山区林木覆盖率偏低、林木质量不高, 平原防护林体系脆弱和重造轻护、造林不见林, 边治理边破坏的现象仍然存在, 而且林业基础设施建设薄弱, 缺乏强有力的科技支

^{*} 收稿日期: 2008-10-16

作者简介: 赵峰(1986-), 女, 河南安阳人, 硕士研究生, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: peakzhao424@163.com

撑和资金投入不足等因素, 制约了林业发展, 致使北京地区风沙危害时有发生。

2 研究方法

2.1 数学模型的选择

土壤表层的组成物质由可风蚀和不可风蚀两部分组成。建立土壤风蚀方程(WEQ) 的 Chepil 等认为, 通过干燥筛分表层土壤样品就能确定任何土壤的风蚀度, 此风蚀方程中所采用的数据基本取自于总部大平原, 而其他地区应用此方程时仅是根据土壤质地来确定风蚀度。因此, 为了检验大平原以外地区土壤风蚀度, D. W. Fryrear 等人采集 3 000 多个土样进行了筛分, 并确定土壤风蚀度与土壤理化特性之间的关系。综合方程如下:

EF= 29.09+ 0.31(SAND)+ 0.17(SILT)+ 0.33
(SAND/CLAY) - 4.6(OC)- 0.95(CaCO₃) R= 0.82^[6]

(1)

式中: EF——可风蚀部分含量(erodible fraction, %); SAND——沙粒含量(%); SILT——粉粒含量(%); SAND/CLAY——沙黏比; OC——有机碳(%); CaCO₃——碳酸钙含量(%)

这个公式的限制方面, CaCO₃ 是个重要的变量, 它的含量变化应在 0~ 25.2% 之间, 并给予相应的系数, 当 CaCO₃ 的值超过分析的数值时, 其产生的影响可能会有所不同。美国水土保持局的专家认为, 若 CaCO₃ 含量接近 40%, 其分散作用起主导作用, 会增加土壤的可风蚀性^[6]。所以公式可能不适用于表层石灰含量很高的土壤类型。本文所处理的数据基本上都处于限制范围之内, 个别超出限制范围的数据对整体结果没有明显的影响。

一个土壤表面是否遭受风蚀, 风蚀的程度多么严重取决于风力大小、持续时间和土壤表面的状况^[5]。土壤风蚀强度由土壤表面的覆盖情况、水分情况、粗糙情况、地块的大小和走向以

及土壤物质中可蚀颗粒和不可蚀颗粒的数量决定。覆盖和水分可以起决定性的作用, 完全覆盖的土壤如砂田、湿润的土壤如水田, 不论可蚀颗粒含量多少, 土壤都不会受到风蚀。

然而, 覆盖、水分和表面粗糙度都不属于土壤的内在属性, 土壤类型划分不考虑这些因素。从区域的角度, 我们希望了解区域内不同的土壤类型遭受风蚀的可能性, 把不同土壤进行比较。但是, 由于植被、土壤水分、表面粗糙度等随时间变化很快, 植物在生长, 水分不断蒸发, 农田也经常耕作, 实际操作中不可能把所有的这些因子进行比较^[6]。因此首先假设所有类型的土壤表面大小、形状相同, 完全裸露, 平坦而光滑, 表面干燥, 对它们的可风蚀性进行比较。评价一个区域的所有土壤类型的可风蚀性, 就是计算各种土壤的表层中可风蚀颗粒的含量, 就可以得出各类土壤潜在的风蚀危害程度。只要选择可风蚀颗粒含量就可以说明不同土壤类型之间在抵抗风蚀方面的区别。

鉴于上述假设, 在对北京市各种类型土壤的分布进行调查的基础上用此经验方程计算北京主要土壤类型的可风蚀部分含量, 进而比较它们的可风蚀性。计算结果表示出北京各种土壤的潜在可风蚀情况, 反映出北京受到风蚀的严重程度。

2.2 数据提取与处理

北京市土壤分类和命名, 是根据全国第二次土壤普查《暂拟土壤工作分类系统(第一稿) 》的规定并结合本市情况拟定的。土壤分类系统采用三级分类, 即土类、亚类和土属。

全市土壤普查面积 1.69 万 km², 共划分 7 个土类, 18 个亚类, 62 个土属。其中 7 种土壤类型为: 山地草甸土、棕壤、褐土、潮土、沼泽土、水稻土、风砂土。其中棕壤可分为 3 个亚类: 山地棕壤、粗骨棕壤、生草棕壤。褐土分为 5 个亚类: 潮褐土、淋溶褐土、普通褐土、碳酸盐褐土、褐土性土。潮土可分为 5 个亚类: 潮土、褐潮土、砂姜潮土、湿潮土、盐潮土。本文以亚类为标准, 对各种类型土壤进行研究。北京市各类型土壤分布情况如表 1。

表 1 北京市土壤类型分布

土壤类型	面积/ km ²	所占比例/ %	分布地域
山地草甸土	305.84	1.80	海拔较高的中山顶部平台缓坡
山地棕壤	502.52	2.96	海拔 700~ 800 m 以上的中山区
粗骨棕壤	427.06	2.52	山地棕壤下部沟谷两侧遭受侵蚀的地方
生草棕壤	128.13	0.76	有草灌植被的棕壤山地
潮褐土	2247.73	13.26	海拔 40 m 以上的山麓平原及 700~ 1 000 m 以下的低山丘陵
普通褐土	176.91	1.04	海拔 700~ 800 m 以下, 300 m 以上的低山丘陵区
淋溶褐土	3721.45	21.95	海拔 40~ 500 m 低山丘陵和山麓阶地及洪冲积扇中上部
碳酸盐褐土	245.35	1.45	石灰岩类及黄土性母质低山丘陵、河谷台地和洪冲积扇的中部
褐土性土	319.05	1.88	洪积扇顶部和洪冲积扇的中下部、河流冲积平原出山口地区或山丘间谷地的干河床两岸
潮土	146.47	0.86	冲积低平原、山区河谷一级阶地或冲积扇扇缘地区
褐潮土	5421.4	31.98	冲积扇微倾斜平原及冲积平原潮土区缓坡岗部位
砂姜潮土	186.41	1.10	海拔 50 m 以下的山麓平原洼地及扇缘洼地地区
湿潮土	2267.2	13.37	封闭洼地里
盐潮土	120.68	0.72	大兴、通县冲积平原和房山县小清河两岸的洼地边缘, 延庆盆地洼地边缘也有分布
草甸沼泽土	163.72	0.97	零星分布于各类积水洼地
水稻土	122.59	0.72	各类洼地里
风砂土	55.28	0.33	永定河、潮白河和一些古河道的两侧
北京城区	199.76	1.18	
密云水库	193.77	1.14	
合计	16951.31	100	

把北京市土壤类型的物理化学性质数据代入式(1)中,得到各土壤类型表层土壤的可风蚀部分含量(表 2)。

2.3 数据库建立

由计算机直接生成基本数据库,数据库的内容包括图斑

顺序号、图斑面积、图斑周长、土壤类型和土壤可风蚀部分含量。数据库与图斑可相互查询,数据库是开放的,随时可以更新,可以增加属性,如某块土地由旱田变为水浇地,系统管理员可方便地改变其属性。

表 2 北京土壤可风蚀部分含量

土壤类型	有机质/ %	CaCO ₃ / %	沙粒含量/ %	粉粒含量/ %	沙黏比	可风蚀部分/ %	分级
山地草甸土	7.73	3.85	20.7	47.5	0.44	4.51	A
山地棕壤	9.02	2.14	24.2	48.6	0.70	4.66	A
粗骨棕壤	2.54	2.68	33.0	43.5	0.76	32.74	C
生草棕壤	4.45	2.05	28.0	46.5	0.82	26.63	B
潮褐土	2.06	2.96	28.0	41.5	1.16	39.12	D
普通褐土	2.56	1.04	15.2	55.5	0.55	32.06	C
淋溶褐土	2.26	1.86	35.0	32.4	1.06	38.44	D
碳酸盐褐土	2.82	3.62	20.6	45.4	0.45	26.93	B
褐土性土	1.82	2.62	22.6	48.0	0.47	33.55	C
潮土	2.09	1.06	28.0	43.0	0.65	34.67	C
褐潮土	2.02	2.6	29.2	42.3	0.69	33.80	C
砂姜潮土	2.05	1.55	11.5	54.6	0.26	29.42	B
湿潮土	2.19	2.2	11.0	50.5	0.27	27.31	B
盐潮土	2.14	2.02	14.0	41.4	0.34	28.82	B
草甸沼泽土	2.02	—	13.0	65.0	0.21	34.94	C
水稻土	4.10	1.54	12.5	45.5	0.27	20.46	A
风沙土	0.47	7.82	68.6	24.3	2.82	45.83	F

注:分级标准为 A 级可风蚀部分< 25%, B 级可风蚀部分 25%~ 30%, C 级可风蚀部分 30%~ 35%, D 级可风蚀部分 35%~ 40%, E 级可风蚀部分 40%~ 45%, F 级可风蚀部分 45%~ 50%。

表 3 数据库基本结构

字段名	数据类型
特征名称	N
面积	N
周长	N
土壤类型	C
土壤风蚀性分级	C

3 结果与分析

3.1 北京市土壤类型统计特征分析

由表 1 可看出,所有土壤类型中褐潮土面积最大,为 5 421.4 km²,占全区土壤面积的 31.98%。淋溶褐土 3 721.45 km²,占 21.95%。湿潮土 2 267.2 km²,占 13.37%。其他土壤面积由大到小的顺序为潮褐土、山地棕壤、粗骨棕壤、褐土性土、山地草甸土、碳酸盐褐土、砂姜潮土、普通褐土、草甸沼泽土、潮土、生草棕壤、水稻土、盐潮土、风沙土。其中,风沙土所占比例仅为 0.33%。

分析表 2 可以得出,北京市土壤可风蚀部分含量为 20%~ 40%。其中,可风蚀部分含量超过 35% 的土壤类型有普通褐土、风沙土、潮褐土。它们的共同特点是沙粒含量高,沙粒与黏粒的比值大;可风蚀部分为 30%~ 35% 的土壤有淋溶褐土、粗骨棕壤、褐土性土、潮土、褐潮土、草甸沼泽土。其中草甸沼泽土沙粒含量只有 13%,沙黏比也不大,它的可风蚀含量计算值高的原因是碳酸钙含量为零;可风蚀部分为 25%~ 30% 之间的土壤有生草棕壤、碳酸盐褐土、砂姜

潮土、湿潮土、盐潮土;可风蚀部分小于 25% 的土壤包括山地棕壤、山地草甸土、水稻土。总体讲,北京各类型土壤有机质含量和粉粒含量较高,但 CaCO₃ 含量和沙粒含量较低,不利于土壤团聚体的形成,较易受到风蚀。

3.2 北京市土壤可风蚀性分级图的生成

Region Manager 是面向水土保持、环境工程、工程技术,大农业,采用面向对象的软件、管理、规划决策、系统工程通过 3S 与专业模块相结合,实现了办公建设的同步自动化的专业软件。Region Manager 利用遥感影像数据、GPS 定位数据、地形图、专题图等数据源,直接获取植被、土壤、土地利用、地貌、坡度、坡向、高程等数据,结合气候及社会经济指标,建立数据库。系统具有评价土壤侵蚀强度、进行土地资源评价和土地专家规划模块,也可以进行典型工程设计。模块运算结果自动生成专题图。Region Manager 有以下模块构成:图形输入与编辑、遥感分类、数字地形、GPS 定位、矢量-栅格一体化查询、土壤侵蚀计算、专家规划、图形的制作输出、经济效益分析等模块组成。

北京市可风蚀性图数据库建立后,以 1:60 万北京市土壤类型图为底图(图 1),Region Manager 系统自动生成数字图,再加上比例尺、图例等制作,生成北京市土壤可风蚀性分级图,如图 2。

结合表 2 和图 3 可以看出,北京市土壤可风蚀等级主要集中在 C 级和 D 级,所占百分比均达到 35% 以上。北京平原土壤可风蚀含量相对较低,北京北部山区和平原与山区的过渡地带可风蚀的含量相对较高。密云、怀柔的北部山区多为 C 级,土壤可风蚀含量为 30%~ 35%;而延庆大部分为 D

级,土壤可风蚀含量为 35%~40%;大兴、通县大部分为 B 级,土壤可风蚀含量为 25%~30%;中部各县各种等级的土

壤交错分布,没有成大片集中分布。整个趋势是北部等级较高,南部相对较低。

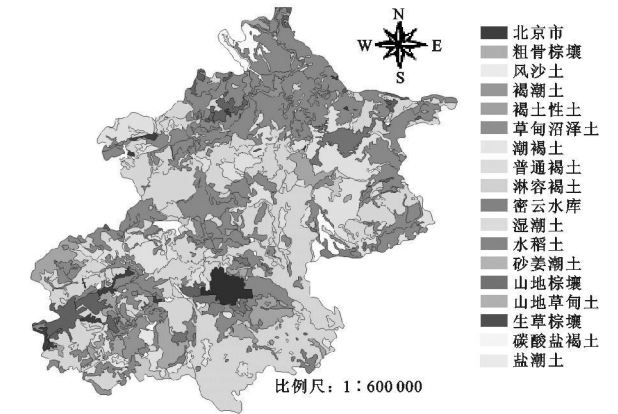


图 1 北京市土壤类型图

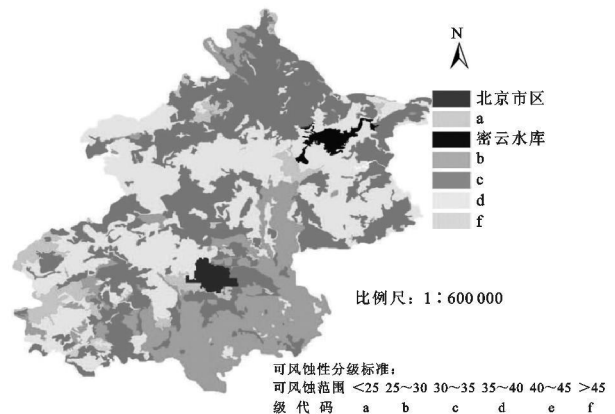


图 2 北京市土壤可风蚀性分级图

4 结 论

由上述分析和结论得出北京各种土壤潜在的可风蚀情况,反映出北京土壤受到风蚀的严重程度。虽然这些数据并不代表现实的情况,只是假设所有类型的土壤表面大小、形状相同,完全裸露,平坦而光滑,表面干燥,但为了比较各土壤类型的可风蚀性,只要选择可风蚀颗粒含量就可以完全说明不同土壤类型之间在抵抗风蚀方面的区别。对以后研究北京市风蚀有指导和借鉴的作用。

通过对北京市各类型土壤可风蚀性含量的评价计算,运用 Region Manager 地理信息系统的先进技术与方法,对北京市土壤可风蚀性等级的划分,反映土壤可风蚀性的时空分布,可为北京地区水土保持规划、小流域综合治理等提供科学依据,具有广泛的应用前景,研究成果意义重大。

参考文献:

[1] 吴钦孝,赵鸿雁,刘向东,等.森林枯枝落叶层涵养水源保持水土的作用评价[J].水土保持学报,1998,12(2):23-28.
[2] 高志义.水土保持林学[M].北京:中国林业出版社,1996.
[3] 陈渭南,董光荣,董治宝.中国北方风蚀问题研究的进展与趋势[J].地球科学进展,1994,9(5):6-11.
[4] 杨秀春,严平,刘连友.土壤风蚀研究进展与评述[J].干旱地区农业研究,2003,21(4):147-152.
[5] 李玉宝.宁夏土壤风蚀研究[D].北京:北京林业大学,2001.
[6] Fryrear D W, Krammes C A. 土壤风蚀度的综合计算[J].水土保持科技情报,1995(2):38-40.
[7] 李玉宝.干旱半干旱区土壤风蚀评价方法[J].干旱区资源与环境,2000,14(2):48-52.

(上接第 23 页)

[5] Qin Z, Dalí Olmo G, Karnieli A, et al.. Derivation of split window algorithm and its sensitivity analysis for retrieving land surface temperature from NOAA - AVHRR data[J]. Journal of Geophysical Research, 2001, 106 (D19): 22655-22670.
[6] 覃志豪,高懋芳,秦晓敏,等.农业旱灾监测中的地表温度遥感反演方法:以 MODIS 数据为例[J].自然灾害学报,2005,14(3):64-71.
[7] 刘闯,葛成辉.美国对地观测系统(EOS)中分辨率成像光谱仪(MODIS)遥感数据的特点与应用[J].遥感信息,2001(3):45-48.
[8] 刘玉洁,杨忠东.MODIS 遥感信息处理原理与算法[M].北京:科学出版社,2001.
[9] Kaufman Y J, Gao B C. Remote Sensing of Water Var-

por in the Near IR from EOS/MODIS[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1992, 30 (5): 871-884.
[10] 毛克彪,覃志豪.MODIS 影像反演环渤海地区的大气水汽含量[J].遥感信息,2004,76(4):47-49.
[11] Mao K. A Study of Methods for Land Surface Temperature Retrieval from MODIS Data[M]. Nanjing: Nanjing University, 2004: 26-31.
[12] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版社,2003.
[13] 覃志豪,李文娟,徐斌,等.陆地卫星 TM6 波段范围内地表比辐射率估计[J].国土资源遥感,2004(3):28-32.
[14] Sobrino J A, Jimenez Muíoz J C, Aolini L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM5[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 90: 434-440.