

文章编号:1001-1498(2005)01-0066-04

强沙尘暴降尘对北京土壤的影响

张万儒, 杨光滢

(中国林业科学研究院林业研究所,北京 100091)

摘要:对2002年3月袭击北京的强沙尘暴降尘的物理、化学性质进行了研究,结果表明:强沙尘暴降尘给北京土壤带来了改善土壤物理性质的大量粉砂粒,也带来了可作为天然有效化学肥料的大量有效养分和交换性离子,丰富了北京土壤的有机质、全N、大量元素养分和微量元素养分,提高了北京土壤的潜在肥力;强沙尘暴还给北京土壤带来了大量可溶性盐分和重金属微量元素污染物,影响了北京土壤环境的质量。

关键词:北京土壤;沙尘暴;降尘;物理性质;化学性质

中图分类号:P425.5⁺5

文献标识码:A

The Effects of Falling Dust of Strong Dust Storms on Beijing Soils

ZHANG Wan ru, YANG Guangying

(Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: The effects of physical properties and chemical properties of falling dust of dust storms on Beijing soils were studied and discussed. The results indicated that: The positive effects on Beijing soils are they could increase the mass amounts of silts, available nutrient, exchangeable cation, organic matter, total nitrogen, macroelement nutrients, and microelement nutrients. And they could promote the soil fertility of Beijing. The negative effects on Beijing soils are they could increase the mass amounts of soluble salt and microelements heavy metal pollution. So it could influence the soil environment quality in Beijing.

Key words: Beijing soils; dust storms; falling dust; physical properties; chemical properties

20世纪60年代,我国发生过8次特大沙尘暴,70年代发生过13次,80年代发生过14次,而90年代至今发生过30多次,并且波及的范围越来越广,造成的损失越来越重;2002年3月19日1:00到20日11:00,我国遭受十年来最强烈的沙尘天气,强沙尘暴席卷我国北方140万km²,影响的地区包括甘肃、内蒙古自治区、宁夏回族自治区、山西、陕西、河北、北京和天津,影响的人口达1.3亿^[1~4]。对于沙尘暴的成因、沙尘来源及路径和沙尘量都有研究,沙尘暴的沙源有境外境内两大源区,境外源区主要有蒙古国东南部戈壁荒漠区和哈萨克斯坦东部沙漠区,境内源区主要有内蒙古东部的苏尼特盆地或浑善达克沙地中西部、阿拉善盟中蒙边境地区(巴丹吉

林沙漠)、新疆南疆的塔克拉玛干沙漠和北疆的库尔班通古特沙漠;在沙尘量上,2002年3月20日至22日席卷北京的特大沙尘暴给北京市区带来了3万t的降尘,相当于北京人均分摊3kg尘土^[5,6],但对沙尘暴降尘的物理、化学性质还未见报道,本研究拟对北京土壤侵入体——沙尘暴降尘的物理、化学性质作详细研究,以阐明沙尘暴降尘对北京土壤的影响。

1 研究地点和方法

1.1 样品采集地点

2002年3月23日(强沙尘暴后第2天),在中国林业科学研究院内林研所东边操场采集了沙尘暴降尘样品,该采集地点位于北京西山的大召山山麓地

收稿日期:2003-08-02

基金项目:中国林业科学研究院基金资助

作者简介:张万儒(1926—),男,浙江嵊州市人,研究员。

带高位平原区(39°48' N, 116°28' E), 海拔 60 m, 属褐土地带, 其上分布有山地棕壤(中山以上), 其下分布有潮褐土(低位平原)。北京属暖温带半湿润大陆性季风气候, 年平均气温 11.6℃, 年温差 30.7℃ (山区随海拔高度升高 100 m, 气温下降 0.6~0.7℃), 最冷月平均气温 -4.7℃, 年极端最低气温 -27.3℃, 10℃ 积温 4 139.4℃, 平均无霜期 198.3 d, 年平均降水量 609.2 mm, 年平均相对湿度 59%, 降水分配极不均匀, 主要集中在 6—9 月, 其中又以 7—8 月降水最多, 占全年降水量的 65%~70%, 年蒸发量大于降水量, 约在 1 500 mm 以上。冬春降水最少, 春旱严重, 沙尘暴往往发生在春季, 从 20 世纪 60 年代至今已发生过 60 多次, 最近 1 次强沙尘暴发生在 2002 年 3 月 20—22 日。

1.2 测定方法

采用国家林业局发布的中华人民共和国林业行业标准^[7], 测定沙尘暴降尘样品的物理化学性质。测定单位为中国林业科学研究院森林土壤研究室和中国林业科学研究院分析中心。

2 结果与讨论

2.1 强沙尘暴降尘的物理性质及其对北京土壤的影响

强沙尘暴降尘的物理颗粒组成主要是 0.05~0.002 mm 粉砂粒, 占 81.26%, <0.002 mm 黏粒占 18.34%, 其它物理颗粒组成: 石砾(>2.0 mm)、极粗砂(2.0~1.0 mm)、粗砂(1.0~0.5 mm)、中砂(0.5~

0.25 mm)、细砂(0.25~0.1 mm)、极细砂(0.1~0.05 mm)在这次强沙尘暴中均未出现, 这次强沙尘暴所以形成这样的物理颗粒组成, 显然与沙尘源头远近及强沙尘天气过程有关。从表 1 可知, 2002 年 3 月 20—22 日席卷北京的特大沙尘暴给北京土壤带来了粉砂粒 2.44 万 t 和黏粒 0.55 万 t。

表 1 显示, 2002 年 3 月特大沙尘暴给北京土壤带来的主要是粉砂粒与黏粒。从含量上看, 强沙尘暴粉砂粒含量比北京土壤平均高 73.86%, 是北京土壤粉砂粒平均含量的 10.98 倍; 强沙尘暴黏粒含量比北京土壤高 2.54%, 是北京土壤黏粒平均含量的 1.16 倍。粉砂粒由于物理性能良好, 能较好地满足植物对养分、空气、水分的需要, 适宜植物生长, 在农林业利用中具有重要意义, 因此, 粉砂粒是植物生长最适宜的物理颗粒, 而粉砂粒又是北京土壤中所缺少的物理颗粒, 这样大量的粉砂粒侵入到北京土壤中, 为北京土壤(特别是沙地)物理性质的改善起到良好作用, 也给北京土壤提供了丰富的天然物理肥料。

2.2 强沙尘暴降尘的化学性质及其对北京土壤的影响

2.2.1 强沙尘暴降尘的有机质、全 N、全盐含量 强沙尘暴降尘的有机质含量为 15.50 g·kg⁻¹, 是北京土壤本底值的 0.4 倍; 全 N 含量为 1.03 g·kg⁻¹, 是北京土壤本底值的 0.57 倍; 相当于给北京市区土壤输入有机质 465 t, 全 N 30.9 t, 其碳氮比值(C/N)为 8.73 (表 2)。强沙尘暴降尘的全盐含量为 5.20 g·kg⁻¹, 相当于给北京市区土壤输入可溶性盐分 156 t (表 2)。

表 1 强沙尘暴降尘和北京土壤^[8]的物理性质

土壤类型	地点	海拔/ m	吸湿水/ (g·kg ⁻¹)	颗粒 ¹⁾ 大小组成/(g·kg ⁻¹)							土壤质地	
				石砾 >2.0	极粗砂 2.0~ 1.0	粗砂 1.0~ 0.5	中砂 0.5~ 0.25	细砂 0.25~ 0.1	极细砂 0.1~ 0.05	粉砂粒 0.05~ 0.002		黏粒 <0.002
沙尘暴降尘	西郊大召山麓	60	10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	812.6	183.4	粉[砂]土壤
潮褐土	通州梨园	30	0.0	4.8	8.8	13.3	366.0	332.2	49.1	51.9	135.4	轻壤土
淋溶褐土	怀柔黄花城	350	0.0	8.7	26.1	72.1	188.7	440.7	62.7	75.4	125.3	轻壤土
碳酸盐褐土	延庆大柏老南山麓	500	0.0	0.0	0.0	0.7	362.5	381.9	29.7	65.4	159.5	轻壤土
山地棕壤	怀柔黑坨山东南	1 320	0.0	0.0	0.0	6.6	133.8	394.5	107.1	103.3	211.7	中壤土

注: 1) 颗粒大小的单位为 mm。

表 2 强沙尘暴降尘和北京土壤有机质、全 N、全盐含量

土壤类型	地点	海拔/m	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全 C/ (g·kg ⁻¹)	全 N/ (g·kg ⁻¹)	C/N	全盐含量/ (g·kg ⁻¹)
强沙尘暴降尘	西郊大召山麓	60	15.5	8.99	1.03	8.73	5.2
潮褐土	通州梨园	30	12.9	7.49	0.82	9.13	-
淋溶褐土	怀柔黄花城	350	44.4	25.75	1.94	13.28	-
碳酸盐褐土	延庆大柏老南山麓	500	6.4	3.71	0.37	10.03	-
山地棕壤	怀柔黑坨山东南	1 320	90.3	52.38	4.28	12.24	-

强沙尘暴降尘给北京土壤带来了适量有机质与全N,补充了北京土壤的有机肥料(表2),也直接影响着北京土壤的耐肥性、保墒性、缓冲性、耕性、通气状况和土壤温度等,提高了北京土壤的肥力;北京土壤的碳氮比值为9.0~13.0,而强沙尘暴降尘的碳氮比值(C/N)为8.73,比北京土壤低,这样的比值说明强沙尘暴释放出的有效N是比较多的。

强沙尘暴给北京土壤带来大量可溶性盐分(表2),这对北京土壤是不利因素,北京土壤(潮褐土、淋溶褐土、碳酸盐褐土、山地棕壤等)中盐分含量很少,只有少数盐潮土其含盐量也不过只是 $1.42 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,大大低于强沙尘暴降尘的全盐含量 $5.20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$;全盐量通常是指盐分中阴、阳离子的总和,当Na离子进入土壤胶体表面,很大程度上改变了土壤理化性质,如pH值的增高,水分、空气状况的改变,不利于植物的生长。

2.2.2 强沙尘暴降尘的有效养分与交换性离子含量 强沙尘暴降尘的水解N含量为 $238.97 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,铵态N含量为 $113.83 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效P含量为 $14.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效K含量为 $925.80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效B含量为 $2.39 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH值为7.89,交换性 Ca^{2+} 和交换性 Mg^{2+} 的含量分别为 $53.98, 8.54 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$;相当于给北京市区土壤输入水解N 7169.1

kg,铵态N 3414.9 kg ,有效P 432.9 kg ,速效K 27774 kg ,有效B 71.7 kg ,交换性 Ca^{2+} 1619.4 kg ,交换性 Mg^{2+} 256.2 kg (表3)。

强沙尘暴降尘给北京土壤带来了大量有效养分与交换性离子,丰富了北京土壤中对植物生长必需的元素(N、P、K、Ca、Mg、B等元素)(表3);强沙尘暴降尘的水解N、有效P、速效K、交换性 Ca^{2+} 、交换性 Mg^{2+} 分别是北京土壤本底值的5.25、3.21、5.62、2.0、1.71倍,这说明强沙尘暴给北京土壤带来了大量的天然有效的化学肥料,直接有利于北京植物的生长。

2.2.3 强沙尘暴降尘大量元素养分含量 强沙尘暴降尘给北京土壤带来了适量的对植物生长必需的Si、Fe、Al、Ti、Mn、Ca、Mg、P、K等大量元素,这些元素在降尘中的含量分别为 $372.52, 90.14, 90.41, 5.80, 1.02, 84.02, 23.53, 1.01, 19.82 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$;分别是北京土壤本底值的0.56、2.15、0.71、0.56、0.49、3.30、0.35、0.89、0.99倍(表4);相当于给北京土壤输入了植物必需的大量元素Si 1175.6 t 、Fe 2704.2 t 、Al 2712.3 t 、Ti 174.0 t 、Mn 30.6 t 、Ca 2520.6 t 、Mg 705.9 t 、P 30.3 t 、K 594.6 t ,这样适量的大量元素给北京土壤带来了丰富的天然潜在肥料,有利于植物生长。

表3 强沙尘暴降尘和北京土壤^[8]的有效养分和交换性离子含量

土壤类型	地点	海拔/m	水解N	铵态N	有效P	速效K	有效B	pH值	交换性离子	
									交换性 Ca^{2+}	交换性 Mg^{2+}
			mg \cdot kg ⁻¹					/(cmol(+) \cdot kg ⁻¹)		
强沙尘暴降尘	西郊大召山麓	60	238.97	113.83	14.43	925.80	2.39	7.89	53.98	8.54
潮褐土	通州梨园	30	—	—	7.60	122.40	—	8.36	17.60	4.00
淋溶褐土	怀柔黄花城	350	29.10	—	6.94	216.00	—	6.67	19.20	4.62
碳酸盐褐土	延庆大柏老南山鹿	500	—	—	1.17	128.40	—	8.45	—	—
山地棕壤	怀柔黑坨山东南	1320	61.80	—	2.30	192.00	—	6.08	44.40	6.56

表4 强沙尘暴降尘和北京土壤^[8]的大量元素含量

土壤类型	地点	海拔/m	大量元素含量/(g \cdot kg ⁻¹)								
			Si	Fe	Al	Ti	Mn	Ca	Mg	P	K
强沙尘暴降尘	西郊大召山麓	60	372.52	90.14	90.41	5.80	1.02	84.02	23.53	1.01	19.82
潮褐土	通州梨园	30	698.50	37.70	123.60	22.00	6.20	14.50	20.30	1.17	13.20
淋溶褐土	怀柔黄花城	350	688.40	40.40	129.90	6.60	0.70	12.00	11.90	0.76	21.40
碳酸盐褐土	延庆大柏老南山鹿	500	667.20	44.10	131.00	5.90	0.74	57.80	18.10	1.29	27.40
山地棕壤	怀柔黑坨山东南	1320	624.60	45.70	126.40	7.30	0.70	17.70	17.30	1.28	17.80

表5 强沙尘暴降尘的微量元素含量

土壤类型	地点	海拔/m	微量元素含量/(mg \cdot kg ⁻¹)										
			B	Zn	Mb	Cu	Pb	Cd	Hg	As	Ni	Co	V
强沙尘暴降尘	西郊大召山麓	60	58.1	32.4	85.0	290.0	170.0	15.0	<0.2	16.0	290.0	80.0	100.0

2.2.4 强沙尘暴降尘的微量元素含量 强沙尘暴降尘的微量元素 B、Zn、Mo、Cu 的含量分别为 58.1、32.4、85.0、290.0 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;相当于给北京市区土壤输入了植物必需的微量元素:B 1 743 kg、Zn 972 kg、Mo 2 550 kg、Cu 8 700 kg。强沙尘暴降尘中重金属微量元素 Pb、Ni、Co、V、Cd、Hg、As 的含量分别为 170.0、290.0、80.0、100.0、15.00、 < 0.2 、16.0 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (表 5),分别是北京土壤本底值的 4.56、3.81、4.0、0.74、30.0、1.18、2.17 倍^[9];强沙尘暴降尘给北京土壤输入的 Pb、Ni、Co、V、Cd、Hg、As 分别为 5 100、8 700、2 400、3 000、450、 < 6.0 、480 kg(表 5),这些大量的重金属微量元素侵入直接污染了北京的土壤环境,也给北京植物生长带来不利因素。

3 小结

(1)强沙尘暴降尘对北京土壤的有利影响 强沙尘暴降尘给北京土壤提供了丰富的天然物理肥料和大量的天然有效化学肥料;降尘给北京土壤带来了 2.44 万 t 粉砂粒,这对北京土壤的物理性质有良好的改善作用,降尘还带来了水解 N、铵态 N、有效 P、速效 K、有效 B、交换性 Ca^{2+} 、交换性 Mg^{2+} ,它们分别是 7 169.1、3 414.9、432.9、27 774、71.7、1 617.4、256.2 kg;强沙尘暴给北京土壤带来了丰富的天然潜在肥料:有机质 465 t、全 N 30.9 t、Si 11 175.6 t、Fe 2 704.2 t、Al 2 712.3 t、Ti 174 t、Mn 30.6 t、Ca 2 520.6 t、Mg 705.9 t、P 30.3 t、K 594.6 t,还给北京土壤带来了大量天然潜在微量元素养分:B 1 743 kg、

Zn 972 kg、Mo 2 550 kg、Cu 8 700 kg。

(2)强沙尘暴降尘对北京土壤的不利影响 强沙尘暴降尘给北京土壤带来了可溶性盐分 156 t,大量的可溶性盐分侵入北京土壤,对北京土壤是个不利因素;降尘还给北京土壤带来了重金属微量元素:Pb 5.1 t、Ni 8.7 t、Co 2.4 t、V 3.0 t、Cd 450 kg、Hg < 6.0 kg、As 480 kg,这些大量的重金属微量元素污染物侵入到北京土壤中,直接影响了北京土壤环境的质量。

参考文献:

- [1] 王式功,董光荣,杨德保,等.中国北方地区沙尘暴变化趋势初探[J].自然灾害学报,1996,5(2):86~94
- [2] 王式功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349~356
- [3] 王涛,陈广庭,钱正安,等.中国北方沙尘暴现状及对策[J].中国沙漠,2001,21(4):322~327
- [4] 丁瑞强,王式功,尚可政,等.近 45 年我国沙尘暴和扬尘天气变化趋势和突变分析[J].中国沙漠,2003,23(3):306~309
- [5] CCICCD. China Country Paper to Combat Desertification[M]. Beijing: China Forestry Publishing House,1996:18~31
- [6] 中国科学院地学部.关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J].地理科学进展,2000,15(4):361~364
- [7] 中华人民共和国林业行业标准:森林土壤分析方法[s].北京:中国标准出版社,2000
- [8] 北京市农业区化办公室(沈汉执笔).北京土壤(普查资料)[M].北京:北京市农业区化办公室,1988
- [9] 中国大百科全书.环境科学[s].北京·上海:中国大百科全书出版社,1983