

文章编号 1003-7578(2007)01-078-04

内蒙古土默特平原降尘特征研究^{*}

李占宏^{1,2}, 海春兴¹, 刘广通¹

(1. 内蒙古师范大学地科院, 呼和浩特 010022; 2. 包头师范学院, 包头 014030)

提要 内蒙古中西部是中国主要的沙尘暴源区, 该区每年春季会发生多次沙尘天气, 其中有些是强沙尘暴天气。本文对2005年5月10日发生的沙尘暴天气进行观测, 并在内蒙古土默特平原和林格尔县盛乐开发区内蒙古师范大学教学楼区进行采样, 通过对降尘样品进行分析, 其结果表明此次沙尘暴其降尘的粒径分布范围广, 从1mm到<0.001mm均有分布, 降尘物集中在0.25~0.05mm之间, 其占整个采集样品的63.39%, 其它各粒径分布段的总和为36.61%。降尘采样物质地属细砂土, 这与采样地紧靠沙尘源地有关。电镜扫描观测表明, 颗粒物搬运距离近, 磨圆程度低。这种沙尘暴天气对土默特平原的工农业生产及人们的日常生活均会产生很大影响, 所以对其进行预报, 并进行预防, 将会减少工农业生产中的损失, 降低对人们日常生活的不良影响。

关键词 内蒙古, 土默特平原, 降尘特征

中图分类号 P425.5⁺⁵

文献标识码 A

内蒙古中西部是中国主要的沙尘暴多发区^[1~4], 1957—1996年40年间, 内蒙古中西部共发生各种范围的强和特强沙尘暴184次, 平均每年4.6次^[1]。受蒙古高压、干旱少雨和人类活动的影响, 内蒙古中西部每年春季都会发生沙尘天气。沙尘暴直接影响着人类的生存环境, 危害极大。扬沙和沙尘暴不但对土壤有极强的破坏作用^[5~6], 而且沙尘暴对下风向地区的空气污染影响很大^[7~8]。强沙尘暴影响无线电波的传播^[9], 由于沙尘暴携带大量的颗粒物, 使发生沙尘暴地区的大气气溶胶中可吸入颗粒物浓度急剧增加, 其带来的健康危害不容忽视^[10]。沙尘暴发生的条件是: 一是大风; 二是疏松裸露的沙土质表层; 三是不稳定的大气层结^[11]。在中国, 由于人类活动强度加大后对生态环境的破坏^[12]和气候变化导致的荒漠化过程^[13]加剧了一部分地区发生扬沙和沙尘暴天气的可能性^[14]。沙尘天气的出现与温带气旋强烈发展, 对流层低层显著增温, 大风到来前干燥而无降水, 地表沙尘的厚度以及冷空气入侵路径等有关。恶劣的生态环境、气象条件和干旱气候背景构成了内蒙古中西部强和特强沙尘暴多发的三大因素^[1]。尘暴降尘具有快速降尘现象, 由于搬运介质强度、搬运距离和沙尘暴源区及途经区特征的差异, 在不同地点其降物具有不同的特征^[15]。目前相关研究多致力于尘暴过程的探讨^[16], 对其发生的源区、迁移路径以及粉尘气溶胶成分特征等都有进一步认识^[17~18], 许多工作者对内蒙古沙尘暴的下垫面条件演变^[19~20]、预测预报方法^[21~22]、天气气候特征^[1]等也做了不少工作, 但对尘暴降尘的沉积学特征研究较少。因此, 本文通过在土默特平原和林格尔县对近地面的降尘进行取样分析, 弄清沙尘迁移时在近地面的物质组成, 从而探讨土默特平原发生扬沙及沙尘暴天气时大气降尘的特征, 为预防工作提供基本信息和资料。从地球系统角度出发, 地表起尘和大气降尘是地壳表层与大气圈之间物质交换的过程之一, 进一步探讨地-气系统之间物质交换的机制、数量、性质和来源等, 对于区域生态保护和环境质量的提高, 也具有十分重要的作用。

1 研究区与采样点天气的概况

采样点位于内蒙古自治区呼和浩特市和林格尔县盛乐经济园。和林格尔县位于阴山山脉南侧, 土默

* 收稿日期: 2005-11-25。

基金项目: 内蒙古科技厅自然科学基金项目(200408020602)资助。

作者简介: 李占宏(1974—)男, 内蒙古呼和浩特人, 硕士, 讲师, 主要研究方向为水土资源保持与管理。Email: lizh360@126.com.

三方数据

特平原南缘 距呼和浩特市约 50km。由于深居内陆 ,气候属中温带半干旱大陆性季风气候 ,年均温 5.6℃ ,年降水量在内蒙古中部地区尚属丰富 ,达 417.5mm ,自然条件较为复杂。全县兼有山地、丘陵、平原三大土地系列的特色。地形总的趋势是东南高 ,西北低。植被分布呈现由东南部中低山地森林 – 灌丛草原植被 ,向西北逐步过渡到丘陵地区半干旱草原植被类型 ,平原及河谷地带以草甸和盐生植被相间分布。该县是一个生态环境十分脆弱的地区 ,水土流失和风蚀沙化面积占全县土地的 73% 以上^[23]。采样点位于该县西北部平原区盛乐经济园内蒙古师大分校区教学楼三层平台。降尘取样于 2005 年 5 月 10 日。据内蒙古自治区气象台消息 5 月 9 日—10 日 ,内蒙古巴彦淖尔盟的西北部、包头市大部、鄂尔多斯市、呼和浩特市、锡林浩特市的偏西部出现瞬间风速为 17 – 23m/s 的扬沙、沙尘暴天气。其中 ,巴彦淖尔盟的乌拉特后旗和大余太、包头市的东北部出现沙尘暴天气 ,能见度为 300 – 800m。

2 实验材料与方法

2.1 实验材料与仪器

降尘样品采集采用玻璃球法收集装置 ,装置的容器为直径 150mm ,高度 300mm 的圆柱形平底玻璃容器 ,在降尘容器中平铺一层玻璃球 ,玻璃球直径为 12mm。试验用的仪器和材料有 1mm 的土壤筛和 0.25mm 的土壤洗筛、电子天平(精确度 0.1g 的 TD 型)、电子分析天平(精确度 0.0001g 的 FA2004N 型)、烘箱、铝盒、滤纸、漏斗、1000 mL 量筒、烧杯、电热板、0–60℃ 温度计、移液吸管、0.02 mol HCl 标准溶液、0.5mol 六偏磷酸钠。S – 530 型扫描电子显微镜。

2.2 实验方法

在距地面 16m 高的盛乐经济园内蒙古师大分校区教学楼三层平台上安放玻璃球法收集装置。为了多项实验分析需求 ,在相同地点安放多组收集装置 ,在沙尘期间采样带回实验室 ,用蒸馏水冲洗容器内收集的粉尘物质 ,浊液转入蒸发皿放入通风橱留待采样物自然风干。待土样自然风干后 ,过 1mm 筛滤除杂质 取部分样品采用吸管法分三组测定尘降物机械组成 ,最后取平均值求得各粒径段重量百分比。

取部分样品进行电镜扫描观测 ,将 5 克风干分析样品粘贴到专用样品台上 ,然后对其表面进行喷铂处理 采用 S – 530 型扫描电子显微镜分别用 150 倍、400 倍、600 倍进行观察。

3 讨论与分析

根据以上步骤对采样物进行测定 ,其测定结果(表 1)。

表 1 2005 年 5 月 10 日土默特平原降尘采样各粒度段分布情况

Tab. 1 Percentage of granularity dust – fall samples in Tumote plain on 10 May , 2005

粒级(mm)	1 – 0.25	0.25 – 0.05	0.05 – 0.01	0.01 – 0.005	0.005 – 0.002	0.002 – 0.001	< 0.001
百分含量 (%)	3.47(主要 为有机成分)	63.39	13.22	2.40	3.09	2.05	12.38

3.1 降尘物相对百分含量在各粒径段上的分布

如将被测降尘物粒径从 1mm 到 0.001mm 粗分为 1 – 0.25mm、0.25 – 0.05mm、0.05 – 0.01mm、0.01 – 0.005mm、0.005 – 0.002mm、0.002 – 0.001mm、< 0.001mm 七个粒径段(表 1)。本次尘暴降尘物的粒级组成的峰值出现在 0.25 – 0.05mm 之间 ,相对含量占 63.39%。在 <0.001mm 处出现了一个次级峰值 ,相对含量占 12.38%。本次降尘粒径中 80.08% 集中在 1 – 0.01mm ,其中 1 – 0.25mm 粒径段占 3.47% 0.25 – 0.05mm 粒径段占 63.39% 0.05 – 0.01mm 粒径段占 13.22%。粒径 <0.001mm 的物质占 12.38% ,两者相加占到总量的 92.46%。粒径在 0.01 – 0.001mm 之间的物质仅占 7.54% 其中 0.01 – 0.005mm 粒径段占 2.40% 0.005 – 0.002mm 粒径段占 3.09% 0.002 – 0.001mm 粒径段占 2.05%。因此 ,本次降尘物粒径集中于 0.25 – 0.05mm 粒径段 ,其占整个采集样品的 63.39% 其它各粒径段的总和为 36.61%。

3.2 本次降尘物的粒径范围很广

据研究 ,产生沙尘的地表物质以粉尘为主 ,其颗粒直径多在 0.063 – 0.002mm 之间^[16]。本次采样降尘物的粒径从 1mm 到 <0.001mm 之间都有分布。并且粒径处于 1 – 0.05mm 的降尘物占整个采集样品的 66.86% ,另外粒径 <0.002mm 的降尘物占 14.43% ,使得该区的尘暴降尘物粒径范围变广。

粒径介于 $0.05 - 0.005\text{mm}$ 的物质通常被认为是沙尘暴主要的降尘物,但是此次降尘物介于这一粒径的物质其相对含量仅占 15.62%。此次尘暴降尘物的峰值粒径介于 $0.25 - 0.05\text{mm}$ 粒径段,其相对含量占 63.39%。因此,此次主要降尘物的粒径与通常相比有所偏离。

3.3 本次降尘结构序列偏沙 细粒径物质含量偏低

多数降尘物的结构序列是从细粘土到具有中级粒度的粘壤土^[21],本次降尘粒度介于 $1 - 0.05\text{mm}$ 的细砂占 66.86%, $<0.001\text{mm}$ 的粘粒占 12.38%, $0.05 - 0.01\text{mm}$ 的粉粒占 13.22%,据中国土壤质地分类标准,本次沉降物的质地属细砂土,结构序列偏沙。这与采样区靠近沙尘源区,大风吹蚀易蚀的粗大颗粒并就地降落有关。

一般认为,沙尘暴包含有大量的细粒子,尘降物多为粉粒和粘粒^[16]。本次降尘粒径 $<0.005\text{mm}$ 的粘粒占 17.51%,粒径介于 $0.05 - 0.01\text{mm}$ 的粉粒占 13.22%,粒径介于 $0.01 - 0.005\text{mm}$ 的占 2.40%,粒径 $<0.05\text{mm}$ 的细粒物质的相对含量占 33.13%,而粒径 $>0.05\text{mm}$ 的粗粒物质的相对含量占 66.87%。显然,细粒径物质含量偏低。

3.4 电镜扫描结果表明 颗粒物搬运距离近 磨圆程度低

分别对颗粒物放大 150 倍、400 倍、600 倍进行电镜观察(图 1)。由电镜观察图 1—A 可见 颗粒物形状以棱角分明的椭球体和长扁球体为主,圆度以尖棱角和次尖棱角为主,说明此次降尘的颗粒物搬运距离近,磨圆程度低。

由图 1—B、图 1—C 的电镜观察可见,在粗颗粒物表面粘附着许多细小粘粒。这与经过分散处理后测定的峰值和次级峰值出现在砂粒段和粘粒段的结论相吻合。这也进一步印证了细小的粘粒会粘贴在沙粒表面并同时降落。

4 结论

由以上分析可知,土默特平原的尘暴降尘具有特殊的特征,尘暴降尘物的粒径范围大,从 1mm 到 $<0.001\text{mm}$ 都有分布。主要降尘物的粒径峰值出现在 $0.25 - 0.05\text{mm}$ 之间,与多数研究表明的降尘物峰值相偏离。本次降尘物粒径集中于 $0.25 - 0.05\text{mm}$,其占整个采集样品的 63.39%,其它各粒径段的总和为 36.61%。沉降物结构序列偏沙,质地属细砂土。电镜扫描结果表明,颗粒物搬运距离近,降尘物磨圆程度低。这说明在沙尘暴源区或近源区,尘暴降尘物的特征与本地丰富易蚀的沙质环境有很大的关系,长期频繁的扬沙、沙尘天气势必会改变本地区下垫面的性状,表土沙化会伴随细粒物不断被吹蚀并长距离携带离开本区,粗大的沙粒降落并重新分布而不断发展。所以对土默特平原沙尘暴降尘物进行预报,并进行预防,将会减少工农业生产中的损失,降低对人们日常生活的不良影响。

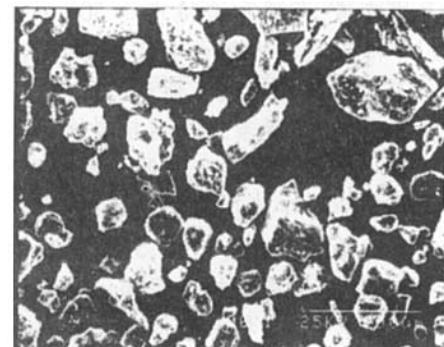


图 A 放大 150 倍

Fig. A Image enlarged 150 times

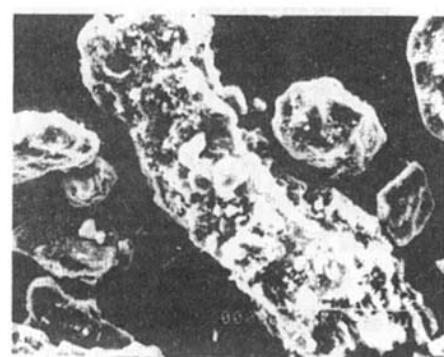


图 B 放大 400 倍

Fig. B Image enlarged 400 times

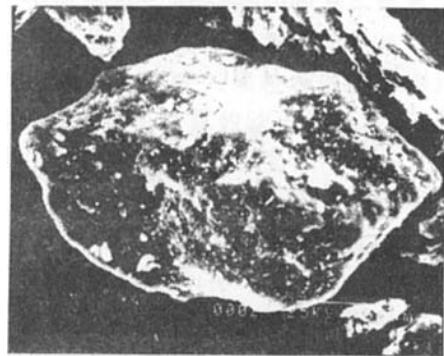


图 C 放大 600 倍

Fig. C Image enlarged 600 times

图 1 降尘电镜扫描图

Fig. 1 The electronic microscope scans to dust-fall

参考文献

- [1] 刘景涛,郑明倩. 内蒙古中西部强和特强沙尘暴的气候学特征[J]. 高原气象, 2003, 22(1): 51-64.
- [2] 胡金明,崔海亭,唐志尧. 中国沙尘暴时空特征及人类活动对其发展趋势的影响[J]. 自然灾害学报, 1999, 8(4): 49-56.
- [3] 范一大,史培军,潘耀忠,等. 基于 NOAA/AVHRR 数据的区域沙尘暴强度监测[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(4): 46-51.

- [4] 王式功 ,董光荣 ,陈惠忠 ,等. 沙尘暴研究的进展 [J]. 中国沙漠 ,2000 ,20(4) :349 - 356.
- [5] Tegen Ina ,A Lacus Andrew ,Znez Fung. The influence on climate forcing of mineral aerosols from disturbed soils [J]. Nature ,1996 ,380 :419 - 422.
- [6] 关欣 ,李巧云 ,文倩 ,等. 和田降尘与浮尘、扬沙、沙尘暴关系的研究 [J]. 环境科学研究 ,2000 ,13(6) :2 - 7.
- [7] Winchester. J. W. ,LU Weixiu ,REN Lixin ,WANG Mingxing. Fine and coarse aerosol composition from a rural area in northern China [J]. Atmospheric environment ,1981 ,15 :933 - 937.
- [8] 张仁健 ,王明星 ,浦一芬 ,等. 2000 年春季北京特大沙尘暴物理化学特征分析 [J]. 气候与环境研究 ,2000 ,5(3) :259 - 266.
- [9] 黄宁 ,郑晓静 ,陈广庭 ,等. 沙尘暴对无线电波传播影响的研究 [J]. 中国沙漠 ,1998 ,18(4) :350 - 353.
- [10] 金昱 ,郭新彪 ,黄雪莲 ,等. 沙尘暴颗粒物对人肺成纤维细胞的细胞毒性研究 [J]. 环境与健康杂志 ,2004 ,21(4) :199 - 201.
- [11] 陈志清 ,朱震达. 从沙尘暴看西部大开发中生态环境保护的重要性 [J]. 地理科学进展 ,2000 ,19(3) :259 - 265.
- [12] 胡金明 ,崔海亭 ,唐志尧. 中国沙尘暴时空特征及人类活动对其发展趋势的影响 [J]. 自然灾害学报 ,1999 ,8(4) :49 - 56.
- [13] 孙冷 ,黄朝迎. 西北地区沙尘暴引发的荒漠化问题 [J]. 灾害学 ,1997 ,12(3) :49 - 52 .
- [14] 杨东贞 ,房秀梅 ,李兴生. 我国北方沙尘暴变化趋势分析 [J]. 应用气象学报 ,1998 ,9(3) :352 - 358.
- [15] 王赞红. 现代尘暴降尘与非尘暴降尘的粒度特征 [J]. 地理学报 ,2003 ,58(4) :606 - 610.
- [16] 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 ,15(4) :361 - 364.
- [17] 李耀辉. 近年来我国沙尘暴研究的新进展 [J]. 中国沙漠 ,2004 ,24(5) :616 - 622.
- [18] 张仁健 ,王明星 ,徐永福. 北京春季特大沙尘暴的分粒径化学特征研究 [J]. 气象与环境研究 ,2000 ,5(3) :259 - 266.
- [19] 顾卫 ,蔡雪鹏 ,李彭俊 ,等. 内蒙古中西部地区沙尘暴日数分布的地貌特征 [J]. 自然灾害学报 ,2003 ,12(4) :131 - 136.
- [20] 顾卫 ,蔡雪鹏 ,谢锋 ,等. 植被覆盖与沙尘暴日数分布关系的探讨 [J]. 地球科学进展 ,2002 ,17(2) :273 - 277.
- [21] 高涛. 沙尘暴天气客观归类判别预报模式 [J]. 气象应用 ,2002 ,1 :25 - 30.
- [22] 姜学恭. 导致强沙尘暴的若干天气因素的观测模拟研究 [J]. 气象学报 ,2003 ,61(5) :606 - 619.
- [23] 张德慧 ,崔晋江. 内蒙古和林格尔县生态建设成绩瞩目 [J]. 内蒙古草业 ,2003 ,15(4) :61 - 62.

Research on Diameter Characteristics of Dust – fall in Tumote Plain Inner Mongolia

LI Zhan – hong^{1,2} , HAI Chun – xing¹ LIU Guang – tong¹

(1. College of Geographical Sciences ,Inner Mongolia Normal University ,Huhhot 010022 ;

2. Department of Resources and Environment ,Baotou Normal College ,Baotou 014030 ,China)

Abstracts

Middle and western Inner Mongolia is an area that sandstorms happen frequently. We sampled dust – fall at campus of Inner Mongolia Normal University in Shengle district ,Helingeer county ,Tumote plain. After analyzing ,we found the characteristics of dust – fall in Tumote plain. Firstly ,the range of dust – fall diameter changed from less than 0.001 millimeter to 1 millimeter. 63.39% of the larger dust – fall 's diameters were between 0.05 and 0.25 millimeter. The total of other diameters of particles were 36.61%. Textures of samples were silt and sand ,which was related to the place where the sample was near the dust – fall sources. The electronic microscope scans indicated :the grains was conveyed small distances and it had low round degree. It affected people 's every day life. It was very important to forecast the dust – fall weather. If we knew when did the dust – fall weather took place ,the damage to the industry and agriculture would be reduced ,so did to the people 's everyday life.

Key words :Inner Mongolia ;Tumote plain ;characteristics of dust – fall