

文章编号:1008-0058(2001)02-0176-04

# 远源沙尘暴对城市生态环境影响的初步研究

胡 克<sup>1</sup> 吴东辉<sup>1</sup> 杨德明<sup>1</sup> 杨吉龙<sup>1</sup> 陈 姗<sup>2</sup>

(1. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130061 2. 东北师范大学 生命科学学院, 吉林 长春 130024)

**摘要** 2000年4月5日~7日袭击我国西北地区北部、华北、东北南部、黄淮地区的扬沙或沙尘暴波及到长春市, 带来了大量的降尘。据长春市西部4个采样点测定, 4月7日伴随降雪的降尘量最高可达 $13.0\text{ g/m}^2$ , 市区总降尘量超过3000 t。泥雪样品在室温条件下自然融化后, 经实验室48 h细菌培养, 其细菌含量为每毫升8.9~10.5万个, 每平方米泥雪的细菌侵入量达6.4亿个左右。扬沙或沙尘暴对城市造成了巨大的环境危害, 而伴随着大量微生物的侵入, 势必引起城市微生态环境的改变, 威胁到城市的生态安全。

**关键词** 长春市 远源沙尘 细菌 城市生态

中图分类号 X171.1 文献标识码 A

2000年以来连续发生的中国北方扬沙浮尘天气引起社会各界的广泛关注。据统计, 特大沙尘暴20世纪60年代在我国发生过8次, 70年代发生过13次, 80年代发生过14次, 而90年代至今已发生过20多次, 并且波及的范围愈来愈广, 造成的损失也越来越大。至4月9日止, 2000年度我国发生了7次大的扬沙和沙尘暴天气。长春市近年来沙尘天气亦呈逐年增多趋势。有关专家就沙尘暴的形成、沙尘的运移及降尘组分做了大量的工作<sup>[1~3]</sup>, 但对降尘携带细菌的定量分析研究尚未见有报道。本文通过对长春市4月7日所降“泥雪”取样处理, 分析了远源沙尘的组分特性、数量、细菌携带量和泥雪的水化学特征, 初步探讨了外来侵入体对城市生态安全可能造成的影响, 并提出了应当进一步研究与关注的课题。

## 1 研究区概况

长春市地处长白山余脉的石碑岭山麓, 地势较平坦, 为缓和波状平原, 市中心位于东经 $125^{\circ}18'$ 北纬 $43^{\circ}55'$ 。长春市气候属中温带半湿润大陆性季风气候, 主要的气候特点是: 春季升温迅速, 少雨、干燥多大风; 夏季温热多雨; 秋季多晴暖天气; 冬季漫长干燥而寒冷。全市全年盛行西南风, 年平均风速 $4\sim5\text{ m/s}$ , 就季节而言, 以春季为最大, 秋冬两季次之, 夏季为最小, 全年大风日数为23 d, 多出现在春

季, 最大风速可达 $30\text{ m/s}$ 。

## 2 研究方法

### 2.1 取样方法

本次取样沙尘为长春市一次远源降尘。取样前, 长春市受到2000年袭击我国的第6次沙尘暴波及, 4月5日至4月8日出现浮尘与雨雪相间的特殊天气过程(表1), 最终形成特殊的“泥雪”景观。地面存留的降雪分成截然不同的上下两层, 上层浅黄色而下层洁白。远源沙尘集中在上层, 为研究降尘提供了绝好的样品。

表1 长春市4月5日至8日天气状况统计表

Table 1 Weather records of Changchun city from April 5 to April 8, 2000

	天气状况	
	白天	夜间
4月5日	多云有时阴, 偏北风3~4级, 最高气温6℃	多云, 有小雨夹雪, 偏西风3~4级, 最低气温-1℃
4月6日	多云转阴, 有小雨, 西南风6~7级, 最高气温13℃	阴有小雨夹雪, 偏西风3~4级, 最低气温-2℃
4月7日	多云, 有小雨夹雪, 西北风3~4级, 最高气温6℃	阴, 小雪, 局部小雨雪, 偏西风3~4级, 最低气温-3℃
4月8日	晴, 西南风6~7级, 最高气温14℃	晴转阴, 小雨夹雪转小雪, 偏西风3~4级, 最低气温3℃

取样时间为4月8日早晨, 地点选取长春市区

收稿日期 2000-06-30

万方数据

作者简介: 胡克(1957-), 男, 山东省蓬莱市人, 教授, 博士, 主要从事地球表层系统研究与教学工作。

中西部解放立交桥、民航机场、文化广场、南湖公园4处,每取样地点采取上层含降尘雪样各2份,每份样品的采集面积为50cm×50cm(表2)。

表2 取样地点和样品概况

Table 2 Description of the samples

样品 编号	采样地 点	积雪厚 度	采样点概 况	采样面 积	采样 厚度
00-04-01	解放立交桥	3.5cm	裸地、楼房阴面	50cm×50cm	2.5cm
00-04-02	民航机场	5cm	公路边、树荫下	50cm×50cm	3.5cm
00-04-03	文化广场	4cm	空地	50cm×50cm	1cm
00-04-04	南湖公园	1.5cm	松林中	50cm×50cm	0.5cm

## 2.2 样品分析

将样品置于干净的烧瓶中室温下自然融化。取每样点样品经过滤,用滤纸收集水中的降尘物质,烘干称重,计算降尘数量;并将降尘样品在显微镜、实体镜和电子显微镜下观察和测定矿物成分;取南湖公园、民航机场和文化广场3个样品的滤过液,采用水质检测标准方法分析Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、Cl<sup>-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>含量;采用未经过滤的解放立交桥和南湖公园两个泥水样品,选牛肉膏蛋白胨培养基,做48h好氧性细菌培养,平板菌落计数法分析细菌的种类和数量。

## 3 结果分析

降尘量估算4个“泥雪”样品经称重计算,长春市每平方米的降尘量最高为13.0000g(表3),每平方千米降尘量平均11.8775t。按市区253km<sup>2</sup>面积计算,长春市总降尘量竟达3005t。降尘的主体由灰黄色片状粘土矿物组成,粒度极为细小,5~10μm。另外见有少量黑色、深灰色的燃煤粉尘,粒度稍大。

表3 长春市4月7日“泥雪”样品的降尘、细菌含量(平均数)

Table 3 Measured amounts of the falling smallsand and bacteria from the samples

取样地 点	降尘量 (g·m <sup>-2</sup> )	细菌量 (万个·mL <sup>-1</sup> )
解放立交桥	11.8100	8.9
民航机场	13.0000	
文化广场	10.4824	
南湖公园	12.2276	10.5

细菌培养结果:“泥雪”样品中含有两大类好氧

性细菌(球菌和杆菌),至少9种。好氧性细菌的含量为(89~105)×10<sup>3</sup>个/mL(表3)。按0.25m<sup>2</sup>泥雪“样品计算,本次湿沉降携带的好氧性细菌约为6.4亿个/m<sup>2</sup>。根据初步测定的结果,9种细菌中只有一种具有芽孢。

本次泥雪湿沉降的水化学特征规律性明显(表4和图1),每个样品中Na<sub>2</sub>O与Cl<sup>-</sup>的含量变化一致,K<sub>2</sub>O与HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>的含量变化一致。各项水化学特征与取样地点无关,说明本次泥雪湿沉降受城市影响较小。

表4 泥雪样品的水化学分析结果

Table 4 Chemical analysis of the “mud-snow” sample waters

取样地 点	ρ <sub>B</sub> (mg·L <sup>-1</sup> )			
	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
南湖公园	1.95	1.98	0.77	99.6
民航机场	1.66	1.19	0.55	63.9
文化广场	1.80	3.30	0.75	122.3

## 4 讨 论

(1)远源沙尘一般是沙尘暴的后续和持续现象,影响范围较沙尘暴更大。与沙尘暴相比较,远源沙尘具有如下特点:1)颗粒细小且均匀;2)空中上升高度大;3)空中停留时间长;4)空中传输距离远;5)降尘以湿沉降形式为主等特点<sup>[2]</sup>。2000年4月7日长春市“泥雪”湿沉降具有上述所有特点,可以断定本次降尘为远源沙尘,是2000年4月5日~4月8日波及我国大部分地区的沙尘暴的组成部分之一。

(2)本次仅培养了有氧细菌,从培养基上观察,还存在数量众多的厌氧菌。活跃细菌中只有一种具有芽孢,说明侵入的细菌生命力十分顽强。由于本次“泥雪”景观的特殊性,前期降雨和降雪对当地大气中的细菌粒子产生了较强的滤过作用<sup>[4]</sup>,因此可以认为本次“泥雪”湿沉降携带的细菌主要为外来侵入细菌。而这次湿沉降主要发生在夜间,而且取样地点周围无排污工厂存在,人为活动基本没有,样品受人为因素干扰非常小,因而可以认为,这些细菌应主要是外来的远源沙尘携带而来<sup>[5,6]</sup>。其中沙尘组分以粒度5~10μm的片状粘土矿物为主,比表面积非常大,容易长距离随空气流动搬运,可能是携带侵入细菌的主要载体。但也不排除高空气溶胶和水

蒸汽输送的可能性<sup>[2,5]</sup>。

(3)关于沙尘暴对城市环境的破坏和污染,前人多从飘尘成分与数量等方面给予重点研究和调查,而由于采样和测试过程的限定因素太多,城市环境中的微生物生态和细菌群落对城市生态环境影响则没有得到应有的注意。实际上,微生物作为生态系统的一个重要组成部分,其变化必然影响生态系统的安全与稳定<sup>[7,8]</sup>。沙尘暴这种快速、大量和远距离的大范围物流在造成非生物大气污染的同时,可能导致生物体(包括细菌)的迁移和侵入,本次“泥雪”样品测试结果就是一个例证。

沙尘暴侵入携带的微生物对本地微生物种群可能会产生一定的压力和影响,这种压力和影响在某种程度上具有不确定性,其强度主要取决于以下三种因素:1)沙尘暴侵入城市的方式;2)微生物本身适应环境生存的能力,以及侵入城市生态系统的时间顺序及数量;3)城市生态系统的安全状态,其中沙尘暴侵入城市的方式最重要。细菌等微生物由于沙尘暴侵入城市的干沉降、湿沉降方式差异,其对城市生态安全与稳定的压力和影响明显表现不同。干沉降为主时,沙尘暴的影响主要表现为大气污染;湿沉降为主时,则主要表现为地表水体污染及风干后后续大气污染。长春市2000年4月7日所降“泥雪”为典型的湿沉降。“泥雪”消融后,地表产流汇水,部分雪水及其携带物质包括细菌等微生物及飘尘,进入河流和水库。

虽然细菌总数不能直接说明其是否有病原菌存在,但水体细菌总数与水的污染情况有一定关系。高宏测得受工业污染严重的苏州某湖细菌总数数量级为 $10^4$ 个/mL<sup>[9]</sup>,袁星等测得有机物污染较重的松花江细菌总数数量级为 $10^4$ 个/mL<sup>[10]</sup>。我们选取水体细菌总数作为指标,判断“泥雪”水体污染程度,进而判断其是否影响生态环境。4月7日所降“泥雪”携带的细菌总数数量级近于 $10^5$ 个/mL(表3)。水质近于极不清洁水(表5),指示水污染较严重,其对城市生态环境将会产生一定的压力和影响。由于长春市城市水体细菌等微生物本底资料的缺乏,以及微生物与大气飘尘如何相互作用影响人类健康研究的不足,目前还无法准确了解沙尘暴所携带细菌微生物对长春市城市生态环境影响程度。尽管如此,本次研究表明远源沙尘携带的细菌值得关注。前人研究工作表明,生物种群的改变对脆弱的城市生态系统的安全构成了潜在的威胁<sup>[11,12]</sup>。大

量外来侵入微生物的到来将在一定程度上改变当地微生物种群的构成,进而影响城市生态系统的安全。

表5 水细菌总数与水污染状况关系表

Table 5 Relations of water bacteria and sewage

细菌总数 /个	$10^1 \sim 10^2$	$10^2 \sim 10^3$	$10^3 \sim 10^4$	$10^4 \sim 10^5$	$> 10^5$
	极清洁水	清洁水	不太清洁水	不清洁水	极不清洁水

资料来源《环境卫生学》,人民卫生出版社,1980

(4)近年来,中国北方地区沙尘暴天气出现越来越频繁,长春市风沙天亦有增无减,而且强度逐年加大。虽然有限的几次沙尘暴对城市的生态安全影响较小,但长期的、频繁的影响累加起来,其所造成的现实和潜在危害不容忽视。近期的研究表明,外来侵入微生物是研究沙尘暴对城市生态安全影响的关键环节之一,许多问题值得进一步研究:1)定量鉴定和检测沙尘暴(干沉降和湿沉降)带来的侵入微生物种类和总数;2)对比研究沙尘暴前后城市微生物种群的动态变化及生态环境病变程度;3)针对沙尘暴的发源地及其运移规律,研究城市生态安全预警和防范生态灾难的对策,其中主要是加强沙尘暴的发源地及其运移规律系统和沙尘暴城市生态安全数字化预警系统建立的研究。

笔者感谢马志红教授、金巍教授和付兴高级工程师给予的支持和帮助。成文过程中,笔者受益于东北师范大学、吉林大学有关单位、吉林省环境监测总站有关专家和工作人员的讨论,在此一并表示谢意。

#### 参考文献:

- [1] 李安春,陈丽蓉,王丕皓.青岛地区一次浮尘过程的来源及向海输沙强度[J].科学通报,1997,42(18):1 990-1 992.
- [2] 全浩.关于中国西北地区沙尘暴及其黄沙气溶胶高空传输路线的探讨[J].环境科学,1994,14(5):60-65.
- [3] 陈国英,戴雪荣,张铭杰.兰州“930505”特大沙尘暴沉积物重矿物研究[J].中国沙漠,1995,15(4):374-377.
- [4] 胡庆轩,鹿建春,车凤翔.降雪对大气细菌粒子的影响[J].环境保护科学,1992,18(4):59-62.
- [5] 胡庆轩,车凤翔,徐秀芝.大气细菌粒子与飘尘粒子的关系[J].上海环境科学,1993,12(1):20-23.
- [6] 胡庆轩,车凤翔,陈振生,等.大风对大气细菌粒子浓度和粒度分布的影响[J].中国环境监测,1991,7(6):58.
- [7] BUNYAK B T, MALIKHIN M Ya, TERDOVID-

- OW A S. Environmental protection :the most important task of ecological safety [ J ]. Neftyanaya i Gazo-vaya Promyshlennost ( Kiev , 1960 ), 1998 , 1 : 52 – 53.
- [ 8 ] OLES D , MANUEL I , MUGABE J. Environmental impact of solid waste pollution in Maputo City , Mozambique [ J ]. Conference of the Geological Society of Africa , Conference Programme , 1995 , 10 : 98 – 99.
- [ 9 ] 高宏. 苏州某水体细菌污染状况及分析 [ J ]. 上海环境科学 , 1998 , 17 ( 2 ): 18 – 21.
- [ 10 ] 袁星 , 郎佩珍. 硝基苯在江水中生物降解动力学模拟 [ J ]. 环境化学 , 1991 , 10 ( 6 ): 24 – 29.
- [ 11 ] DRUZHININ I P. Ecological safety as a basis of sustainable development [ J ]. Vestnik Dal 'nevostochnogo Otdeleniya Rossiyskoy Akademii Nauk , 1997 , 5 ( 75 ): 89 – 97.
- [ 12 ] BRENNER F J , GRAY H A , PORTER B R , et al. Potential effects of mining contaminants on ecosystem function and human health [ J ]. The Pennsylvania Academy of Science Book Publications , 1995 , 22 : 100 – 111.

## PRELIMINARY STUDY OF ECOLOGICAL EFFECTS OF REMOTE SMALLSAND DESCENDING ON URBAN AREA

HU Ke<sup>1</sup> , WU Dong-hui<sup>1</sup> , YANG De-ming<sup>1</sup> , YANG Ji-long<sup>1</sup> , CHEN Shan<sup>2</sup>

( 1. College of Earth Sciences , Jilin University , Changchun 130061 , China ;

2. College of Biological Science , Northeast Normal University , Changchun 130024 , China )

**Abstract :** A serious sandstorm in April 5 through April 7 , 2000 occurred in North China , while the remote smallsand flying took place in even larger area to the far northeast China. In Changchun city , related smallsand descended with snow provides the best samples to conduct a quantitative research on the possible impact of cityecology. In the 253 km<sup>2</sup> suburb area of Changchun city , descending smallsand accumulated up to more than 3000t in April 7 , according to the calculation of 4 " mud – snow " samples. After naturally melting in room temperature , two samples are taken to do " invasion bacteria " measurement. As a preliminary result , 1 mL sample water contains bacteria up to  $89 \times 10^3$  to  $105 \times 10^3$  , and it is deduced that there are 640 million " invasion bacteria " in one square meter. This study proves that other than the visible environmental effects of sandstorm , the urban micro – ecosystem is very possibly under the threat by the " invasion bacteria " brought by the remote smallsand.

**Key words :** Changchun city ; remote smallsand ; bacteria ; cityecology