

文章编号:1000-694X(2003)06-0652-04

长春市“2000-04-07”远源沙尘 湿沉降携带细菌研究

吴东辉^{1,2}, 胡克^{2*}, 王云³, 杨德明²

(1. 中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012; 2. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130061; 3. 吉林大学 基础医学院, 吉林 长春 130061)

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, 带来了大量降尘的同时, 还有大量细菌侵入。据长春市中西部解放立交桥和南湖公园取样测定, 4月7日市区“泥雪”湿沉降, 经实验室48 h细菌培养, 需氧细菌含量解放立交桥每毫升样品8.9万个、南湖公园10.5万个, 市区每平方米“泥雪”携带细菌量平均达6.4亿个左右; 细菌生化反应鉴定, 未发现致病菌存在, 杂菌数量及种类很多, 解放立交桥与南湖公园样品细菌种属组成有一定差异。

关键词: 远源沙尘; 细菌; 长春市

中图分类号: X830.2 **文献标识码:** A

2000年春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。有关专家就沙尘暴的成因、运移以及降尘矿物组分做了大量的工作^[1-8], 但对降尘携带细菌的定量分析研究尚未见报道^[9]。本文通过对长春市2000年4月7日所降“泥雪”湿沉降取样处理, 分析了远源沙尘携带细菌量, 进一步鉴定了细菌的种属构成, 探讨了影响细菌组成特征因子及细菌的生态危害, 这对全面了解沙尘暴的危害及未来沙尘暴的防治有重要意义。

1 取样环境

长春市地处长白山余脉的石碑岭山麓, 地势较平坦, 为缓和波状丘陵平原。气候属中温带半湿润大陆性季风气候, 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4~5 m·s⁻¹, 以春季为最大, 秋冬两季次之, 夏季为最小, 全年大风日数约为23 d, 多出现在春季, 最大风速可达30 m·s⁻¹。

卫星遥感影像2000年4月6日我国北方沙尘暴运移形势图显示, 长春市位于沙尘暴的边缘, 受沙尘暴前锋影响(图1)。长春市2000年4月7日“泥雪”湿沉降为远源降尘, 是4月5日~8日波及我国北方大部分地区的沙尘暴的组成部分之一^[10,11]。

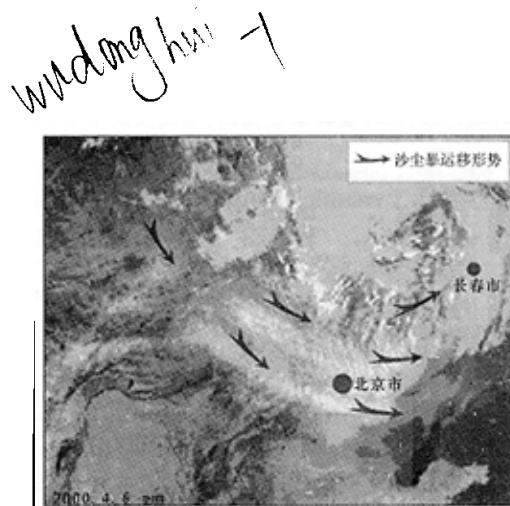


图1 中国北方2000年4月6日沙尘暴运移形势
(据中国科学院遥感应用研究所NOAA卫星资料)

Fig. 1 Moving trend of sandstorm in northern China in April 6, 2000

2 研究方法

2.1 样品收集

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, 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

收稿日期:2002-05-17; 改回日期:2002-07-19

作者简介:吴东辉(1971—), 男(汉族), 黑龙江省望奎人, 博士, 讲师, 主要从事城市生态环境研究。

* 通讯作者 E-mail: kehu-jlu@yahoo.com.cn

下层洁白。远源沙尘集中在上层,为研究湿沉降携带细菌提供了绝好的样品。

取样时间为4月8日早晨,地点选取长春市区中西部解放立交桥、南湖公园,高压灭菌袋采取上层含降尘雪样各2份,每份样品的采集面积为50 cm² × 50 cm,样品采集后密封回实验室鉴定。

2.2 样品分析

选牛肉膏蛋白胨培养基,做48 h需氧性细菌培养,平板菌落计数法分析细菌总数。根据不同细菌营养、气体、温度、pH值要求不同,配置相应培养基(营养琼脂、半固体培养基、血平板培养基、巧克力培养基、S-S培养基、Potassium tellurite培养基、Löwenstein培养基、厌氧培养基),并置不同环境中培养,染色观察细菌形态及生化反应,依据非发酵菌GYZ-15n编码、葡萄球菌属TH-16S编码、弧菌科细菌生化GYZ-9V编码、肠杆菌科GYZ-15e编码进行病原性细菌种属鉴定,编码购于浙江省军区后勤部卫生防疫站检验所。其中肠道致病菌(志贺氏杆菌

属Shigella、沙门氏杆菌属Salmonella、埃希菌属Escherichia、变形杆菌属Proteus)鉴定到种和型;葡萄球菌属Staphylococcus、链球菌属Streptococcus、弧菌属Vibrio鉴定到种;炭疽杆菌B. anthracis、布鲁氏杆菌属Brucella、结核杆菌M. tuberculosis、白喉杆菌C. diphtheriae、破伤风杆菌C. tetani、淋球菌N. gonorrhoeae和绿脓杆菌P. aeruginosa等鉴定到种,其他细菌鉴定到属。

3 结果分析

3.1 远源沙尘细菌携带量

细菌总数培养结果:“泥雪”样品中需氧性细菌以球菌(图2右)和杆菌(图2左)为主。需氧性细菌的含量解放立交桥为 89×10^3 个·mL⁻¹、南湖公园为 105×10^3 个·mL⁻¹。按0.25 m²采样面积泥雪样品计算,本次“泥雪”湿沉降携带的需氧性细菌约为 64×10^8 个·m⁻²。细菌总数测定结果同时表明,只有1种细菌具有芽孢。

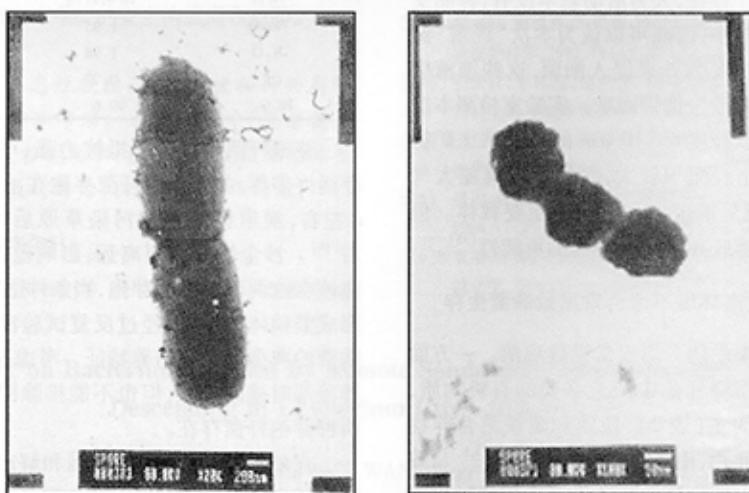


图2 长春市“泥雪”样品中需氧性细菌形态

Fig. 2 Feature of Bacterium moved by mud-snow in Changchun City

3.2 细菌的组成特征

南湖和解放立交桥样品第一次生化鉴定未培养出致病菌(表1),杂菌数量及种类很多,包括需氧和兼性厌氧性球菌、杆菌、弧菌、棒状杆菌和芽孢杆菌,以及专性厌氧菌。第二次生化鉴定结果与第一次比较,细菌种类明显减少,其中南湖样品在S-S培养基上没有细菌生长,重复3次生化试验结果相同,说明

随时间延长,细菌不断死亡。南湖样品和解放立交桥样品相比较,生化鉴定细菌种类不完全相同,其中南湖公园样品中未有肠道杆菌发现(表1)。

4 结论与讨论

4.1 远源沙尘暴可以携带大量细菌

由于本次“泥雪”景观的特殊性,前期降雨和降

表1 长春市2000年4月7日一次远源沙尘暴湿沉降携带细菌

Tab. 1 Investigation of Aerobes brought by one remote sandstorm in April 7, 2000 within Changchun City

细菌	南湖公园	解放立交桥
葡萄球菌属	模仿葡萄球菌、腐生葡萄球菌、头葡萄球菌 <i>S. capitis</i> 、人葡萄球菌 <i>S. hominis</i> 、耳葡萄球菌 <i>S. auricularis</i>	模仿葡萄球菌 <i>S. simulans</i> 、腐生葡萄球菌 <i>S. saprophyticus</i>
弧菌属	河弧菌 <i>V. fluvialis</i> 、豚鼠气单胞菌 <i>A. caviae</i> 、温和气单胞菌 <i>A. sobria</i> 、舒伯特气单胞菌 <i>A. schuberti</i> 、类志贺氏邻单胞菌、类志贺氏邻单胞菌 <i>P. shigelloides</i> 、致伤弧菌/舒伯特气单胞菌、亲水气单胞菌/豚鼠气单胞菌/温和气单胞菌/类志贺氏邻单胞菌、类志贺氏邻单胞菌/致伤弧菌/亲水气单胞菌、脆弱气单胞菌 <i>A. trota</i> 、副溶血弧菌 <i>V. parahaemolyticus</i> 、拟态弧菌 <i>V. mimicus</i> 、致伤弧菌	舒伯特气单胞菌/类志贺氏邻单胞菌、舒伯特气单胞菌/致伤弧菌/拟态弧菌 <i>V. holis</i> 、致伤弧菌 <i>V. vulnificus</i> 、舒伯特气单胞菌、致伤弧菌/拟态弧菌/亲水气单胞菌 <i>A. hydrophila</i> 、致伤弧菌、类志贺氏邻单胞菌/海单弧菌 <i>V. marinus</i> 、 <i>V. holis</i>
非发酵菌	<i>A. aromaticus</i> 、粪产碱杆菌 <i>A. faecalis</i> 、 <i>M. urethritidis</i> 、嗜麦芽假单胞菌 <i>S. maltophilia</i> 、 <i>M. urethritidis</i> 、 ^产 碱假单胞菌 <i>P. alcaligenes</i> 、洋葱假单胞菌	洋葱假单胞菌 <i>B. cepacia</i> 、放线杆菌、司徒假单胞菌 <i>P. stutzeri</i> 、放线杆菌
肠杆菌科		阴沟杆菌 <i>E. cloacae</i> 、河生杆菌 <i>E. amnigenus</i> 、 <i>E. gergophi</i> 、阴沟杆菌、阴沟杆菌、普通变形杆菌 <i>P. vulgaris</i> 、大肠埃希氏菌 <i>E. coli</i>
其他细菌	非结核分枝杆菌、梭状芽孢杆菌 <i>B. fusiformis</i> 、无芽孢厌氧菌、干燥棒状杆菌、假白喉棒状杆菌 <i>C. pseudodiphtheriticum</i>	<i>M. non-tuberculosis</i> 、梭状芽孢杆菌、 <i>N. anaerobes</i> 、干燥棒状杆菌 <i>C. xerosis</i> 、类白喉棒状杆菌

雪对当地大气中的细菌粒子产生了较强的过滤作用^[12]，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，因而可以认为本次“泥雪”湿沉降携带的细菌主要为外来侵入细菌，这些细菌应主要是外来的远源沙尘携带而来。实验室检测本次湿沉降沙尘组分以粒度 5~10 μm 的片状粘土矿物为主^[10,11]，沙尘比表面积较大，容易长距离随大气流动搬运^[6]，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^[13]。

4.2 沙尘暴微生态环境不适合常见致病菌生存

生化试验结果没能分离出常见致病菌。一方面可能是沙尘暴湿沉降样品中缺乏必要的有机物质，以无机物质组成为主（表2），使致病菌缺乏营养物质和能量来源而死亡，由于沙尘暴运移迅速^[3,6,7]，致病菌繁殖体的死亡可能是在随沙尘暴运移的过程中发生的，也可能是湿沉降后不适应环境而死亡；另一方面也不排除沙尘暴中没有常见致病菌存在的可能。生化试验过程中，随着样本保留时间延长，细菌不断死亡。第一次试验，S-S 平板培养基培养细菌，南湖样品鉴定出 4 种非发酵菌（表1），1 个半月后，重复该试验，没有细菌生长。沙尘暴极端微生态环境不适合常见致病菌生存应该是主要原因。由于所使用的生化鉴定编码主要针对来自临床样本的细菌鉴定，故对“泥雪”中的其他细菌难作出以全面鉴定，一定程度上影响了对沙尘暴微生态环境中细菌群落的认识。

表2 泥雪样品的水化学分析结果（单位：mg/L）

Tab. 2 Chemical analysis of the mud-snow sample

项目	南湖公园	解放立交桥
Na ₂ O	1.95	1.80
K ₂ O	1.98	3.30
Cl ⁻	0.77	0.75
HCO ₃ ⁻	99.6	122.6

芽孢杆菌因其芽孢抵抗力强，可以在自然界中存活许多年，如破伤风杆菌芽孢在土壤中可存活 10 a 左右，炭疽杆菌芽孢污染草原后可存活 20 a 左右^[14]。沙尘暴迁移距离远，影响范围广，湿沉降中应该有这两种细菌的芽孢，当条件适宜时，芽孢出芽形成繁殖体。但是，经过反复试验没有发现这两种细菌的典型形态和培养特征。考虑是否与试验中选择菌落时遗漏有关，但也不能排除湿沉降中没有这两种芽孢杆菌存在。

在培养细菌时，南湖公园和解放立交桥样品均多次长出乳白色蠆虫，尤其在营养高的培养基中数量更多，但在厌氧培养基中无蠆虫生长。初步鉴定为蠆虫，但也不能排除其他可能。沙尘暴在运移的过程中携带的生物成分值得重视。

4.3 对城市生态环境可能产生的威胁

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，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。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(包括细菌类)的迁移和侵入,本次“泥雪”样品测试结果就是一个例证。

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^{-1} ^[15],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^{-1} ^[16]。4月7日所降“泥雪”携带的细菌总数数量级近于 10^5 个· mL^{-1} ,水质近于极不清洁水,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数量与种类值得关注。对目前越来越脆弱的城市生态系统来说,大量外来侵入微生物的到来会在一定程度上改变当地微生物种群的构成,进而对城市生态系统的安全构成潜在威胁。

致谢: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、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(References):

[1] 郑新江,徐建芬,罗敬宁,等.利用风云-1C气象卫星监测南疆

- 沙尘暴研究[J].中国沙漠,2000,20(3):286-288.
- [2] 赵光平,王连喜,杨淑萍.宁夏强沙尘暴生态调控对策的初步研究[J].中国沙漠,2000,20(4):447-450.
- [3] 杨民,蔡玉琴,王式功,等.2000年春季中国北方沙尘暴天气气候成因研究[J].中国沙漠,2001,21(增刊):6-11.]
- [4] 屈建军,孙宏义,李金贵.腾格里沙漠东南缘沙尘暴变化趋势的Markov模型分析[J].中国沙漠,2001,21(增刊):6-11.
- [5] 李安春,陈丽蓉,王丕浩.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):1990-1992.
- [6] 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.
- [7] 陈国英,戴雪荣,张铭杰.兰州“930505”特大尘暴沉积物重矿物研究[J].中国沙漠,1995,15(4):374-377.
- [8] 严平,董光荣.青海共和盆地降尘观测与 ^{137}Cs 测定的初步结果[J].环境科学,2001,22(2):64-68.
- [9] 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.
- [10] 胡克,吴东辉,杨德明,等.远源沙尘暴对城市生态环境影响的初步研究[J].长春科技大学学报,2001,31(2):176-180.
- [11] Wu Donghui, Hu Ke, Wang Yun, et al. Ecological effects of smallsand descending on Urban Area: Deduced from the “Mud-Snow” in Changchun City [J]. *Journal of Geoscientific Research in Northeast Asia*, 2000, 3(2): 230-235.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 关显智,周正任,谷鸿喜.医学微生物学[M].长春:吉林科学技术出版社,1999.131.
- [15] 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.
- [16] 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.

Study on Bacterium Carried by Remote Sandstorm “00-04-07” with Wet-Descending in Changchun City, Jilin Province

WU Dong-hui^{1,2}, HU Ke², WANG Yun³, YANG De-ming²

(1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China; 2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China; 3. College of Medicine, Jilin University, Changchun 130061, China)

Abstract: The sandstorm broadly occurred in North of China from April 5 to April 7, 2000 had spread to the Changchun City area. There were large amounts of bacteria intruding along with descending dust. Analysis to samples from Nanhu Park and Jiefang cross-bridge in Changchun City showed that one-milliliter sample water contains bacteria up to 89×10^3 units and 105×10^3 units, respectively. It was deduced that there were 6.4×10^8 bacteria within one square meter in urban area. The bacteria species belong to various kinds, and just as well no pathogenic species. This study alarms that other than the visible environmental effect of sandstorm, the urban micro-ecosystem is very possibly under the pollution of bacteria intruding with the remote sand-dust.

Key words: remote sand-dust; bacteria; Changchun City