

# 内蒙古呼和浩特市沙尘天气变化规律及防治对策

李红丽<sup>1</sup>, 谷雨<sup>2</sup>, 董智<sup>1</sup>

(1. 山东农业大学林学院, 山东 泰安 271018; 2. 内蒙古环境监测中心站, 内蒙古 呼和浩特 010011)

**摘要:** 以呼和浩特市30年(1971~2000年)气象资料为基础, 运用数理统计理论, 分析了呼和浩特市沙尘天气的时间变化特征及其与降水量、气温、风速、相对湿度、蒸发量等气象因子的关系。结果表明, 沙尘暴、扬沙、浮尘等沙尘天气在年代际、年际、季节与月变化上具有一致性。20世纪70年代沙尘天气发生日数最多, 从1970年代到1990年代沙尘天气发生日数总体上波动下降。沙尘天气的年际变化均以1972年最高, 但不同沙尘天气发生日数最小值出现的年份不同, 最小值为0天, 2000年略有上升。沙尘天气呈现春冬季节发生日数多, 夏秋发生日数少的季节变化趋势, 每年的4月份沙尘天气出现最多, 7、8或9月份沙尘天气出现最少。沙尘天气的发生与空气相对湿度、降水量呈现极显著或显著的负相关, 与风速、蒸发量呈现极显著或显著的正相关, 与气温变化关系不明显。在此基础上, 提出了完善监测体系、加强生态环境建设等沙尘天气防治对策。

**关键词:** 呼和浩特; 沙尘天气; 沙尘暴; 扬沙; 浮尘; 防治对策

**中图分类号:** X823      **文献标识码:**A      **文章编号:**1002-6002(2011)01-0084-04

**The Sand-dust Weather Change Characteristics and Prevention Strategies of Huhehaote of Inner Mongolia Autonomous Region**  
LI Hong-li<sup>1</sup>, et al. (1. Forestry College of Shandong Agriculture University, Tai'an 271018, China)

**Abstract:** Based on the climatological data of thirty years of Huhhot city (1971 ~ 2000y.), using the mathematical statistics theory, this article analyses the dust weather's temporal change characteristics and the relationship between the characteristics and some meteorological factors, such as precipitation, temperature, wind speed, relative humidity and evaporation. The result indicates that dust weather, such as storm, blowing sand and floating dust, has consistency in the decadal, inter annual, season and monthly variation. Dust weather, whose appearances decreased fluctuant from 1970's to 1990's, appeared most frequently in the 1970's. The annual variation of dust weather reached to the peak in 1972. The time, in which the different dust weather happens most rarely, was different. The minimum was 0d, but it raised a little in 2000. The dust weather appears frequently in spring and winter, and rarely in summer and autumn. It appears most frequently in April, and least in July, August and September. It has anti-correlation between dust weather and the air's relative humid and precipitation, which has positive correlation with wind velocity and evaporation, and it doesn't change obviously with temperature. Based on this, prevent strategies are raised, concerning about modifications monitor system and strengthening ecological environment instruction.

**Key words:** Huhhot; Dust weather; Sand-dust storm; Blowing sand; Flowing dust; Prevention strategies

沙尘天气是指强风从地面卷起大量沙尘, 使空气浑浊, 水平能见度明显下降的一种天气现象。依据沙尘的不同浓度把沙尘天气分为沙尘暴、扬沙和浮尘<sup>[1]</sup>。沙尘天气所携带的沙尘微粒所引发的气候学效应, 不但对当地大气能见度、大气光学特征、地气辐射平衡等产生影响, 导致自然生态环境的破坏; 这些微粒被送入高空随风移动, 又会造成大范围降尘和大气中气溶胶浓度的增加, 对区域气候产生一定的影响<sup>[2]</sup>, 危害人民群众的身体健康和日常生活<sup>[3]</sup>; 而且会造成沃土蚕食、土地退化、交通受阻、渠道埋没等灾害, 对人民群众

的生产、生活, 生态环境安全及社会经济的持续发展造成极大的威胁。沙尘天气的发生发展及其所带来的环境和气候效应已经成为一个全球性的科学问题。呼和浩特市坐落在内蒙古自治区的中部, 地处内蒙古沙尘暴发生区域及多发区, 且位于我国沙尘暴西北路传输路径之上, 起源于阿拉善盟的沙尘暴, 经银川平原、包头至呼和浩特地区而后传输至内蒙古自治区外的下游区域, 使京津地区发生沙尘天气。但关于呼和浩特地区沙尘天气的研究却少见报道。本文以呼和浩特市1971~2000年的气象资料为基础数据, 研究了呼和浩特

收稿日期: 2010-01-21

基金项目: 内蒙古科技厅项目(20070501, 20080508); 环保公益性行业科研专项(200709008)

作者简介: 李红丽(1972-), 女, 内蒙古赤峰人, 博士。

通讯作者: 谷雨

市地区沙尘天气的时间序列变化规律及其影响因子,以期为沙尘天气的预测和防治提供科学依据。

## 1 资料与统计

呼和浩特市位于东经 $110^{\circ}46' \sim 12^{\circ}10'$ ,北纬 $39^{\circ}35' \sim 40^{\circ}51'$ ,总面积 $17224\text{km}^2$ 。呼和浩特市地势东北高、西南低,平均海拔约1000米,具有春秋季节短,昼夜温差大的气候特点。本文选取呼和浩特市气象站点30年(1971~2000年)的逐日沙尘暴、浮尘、扬沙日数,然后分别统计年代际均值、年均值、月均值等,探讨其发生规律及其时间变化趋势。同时分别统计逐日气压、风速、降雨量、相对湿度、气温等气象因子,并计算其月均值。采用SPSS14.0统计软件,分析沙尘天气的变化规律与风速、降雨量、蒸发量、气温、相对湿度等气象因素的相关关系。

## 2 结果与分析

### 2.1 沙尘天气的年代际变化规律

对呼和浩特市年代际的平均沙尘天气日数进行统计,其结果如图1所示。呼和浩特市沙尘天气以20世纪70年代发生日数最多,平均 $25.2\text{d/a}$ ,发生频率为53.2%;其次为1980年代,平均发生日数为 $11.2\text{d/a}$ ,频率为23.6%;1990年代发生日数较80年代略有减少,平均为 $11.0\text{d/a}$ ,发生频率为23.2%。从总体趋势分析,呼和浩特市的沙尘天气发生日数趋于减少。

沙尘暴、扬沙和浮尘3种不同沙尘天气的年代际变化规律有所不同(图1)。沙尘暴发生日数在1970年代年均发生 $4.8\text{d}$ ,1980年代年均发生 $1.1\text{d}$ ,1990年代略有回升,年均发生日数 $1.7\text{d}$ 。据蔡雪鹏(2001年)对内蒙古中部地区沙尘暴的研究表明,呼和浩特市沙尘暴日数在1950年代年均发生日数为 $12.4\text{d}$ ,1960年代为 $7.7\text{d}$ 。由此可知,呼和浩特市沙尘暴发生日数总体上趋于减少,但1990年代略有增加。

由图1可知,呼和浩特市1971~2000年的扬沙日数呈逐渐下降趋势。各年代际间扬沙日数以1970年代发生日数最多,平均发生日数为 $12.7\text{d/a}$ ,1980年代和1990年代扬沙日数为 $7.1\text{d/a}$ 和 $6.6\text{d/a}$ 。浮尘天气的变化与扬沙变化趋势相同,1970年代发生最多为 $7.7\text{d/a}$ ,1980年代和1990年代较1970年代分别减少了 $4.7\text{d/a}$ ,1980年代到1990年代浮尘天气变化平稳。30年来浮尘总体出现次数呈下降趋势。

由图1可知,浮尘天气在1970年代发生次数最多,平均发生天数 $7.8\text{d}$ ,比1980年代平均发生日数多出 $4\text{d}$ ;1980年代到1990年代浮尘天气变化平稳。30年来浮尘总体出现次数呈下降趋势。

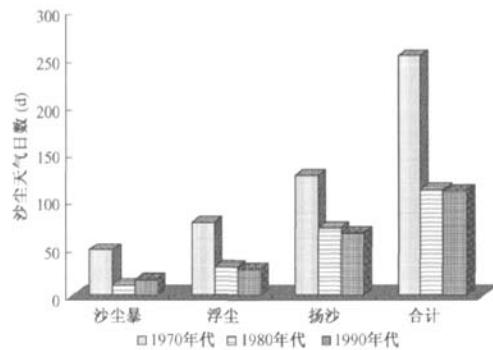


图1 呼和浩特市1971~2000年30年的沙尘天气的年代变化

### 2.2 沙尘天气的年变化规律

由图2可以看出,呼和浩特市20世纪70年代沙尘天气发生日数较多,10年沙尘天气平均发生日数为 $25.2\text{d/a}$ ,之后趋于减少。最高值出现在1972年,共出现沙尘天气43d,最低值是1991年,没有出现沙尘天气。从1980年代初期开始呼和浩特市沙尘天气发生日数呈明显的波动下降趋势,但在1991年后,尽管沙尘天气日数一直低于多年平均水平,但又呈现出略微上升之势,在2000年又高于30年平均水平 $15.8\text{d}$ ,达到 $17\text{d}$ 。

就沙尘暴日数的年际变化规律而言(图2),与总体上沙尘天气的变化趋势基本一致,但最低值发生年份有所不同。1971~2000年间,70年代发生的频度最高,波动也最为明显,最高值出现于1972年,达到 $10\text{d}$ ,1970年代末期减少趋势最为明显;1980年代沙尘暴发生日数最少且变化平稳,1981年首先出现了未发生沙尘暴的年份,且有连续6年每年只出现一次沙尘暴天气,有两年(1981、1989年)未出现沙尘暴天气;1990年代以来,1991、1995和1997年也未出现沙尘暴,但整体上又略有回升,2000年的沙尘暴日数又达到 $6\text{d}$ ,高于30年的平均值 $2.5\text{d}$ 。

扬沙日数的年际变化(图2)表明,扬沙的最大值出现于1978年,达到24次,最小值出现于1991年,为0d。30年来扬沙天气的变化幅度最大,但总体趋于下降。

从浮尘天气的年际变化规律分析(图2),其最大值出现于1972年,为 $16\text{d}$ ,最小值出现于1986年,未出现浮尘天气,且1989、1991、1994年

也未发生浮尘天气。整体上,呼和浩特市30年内

浮尘天气呈现下降趋势。

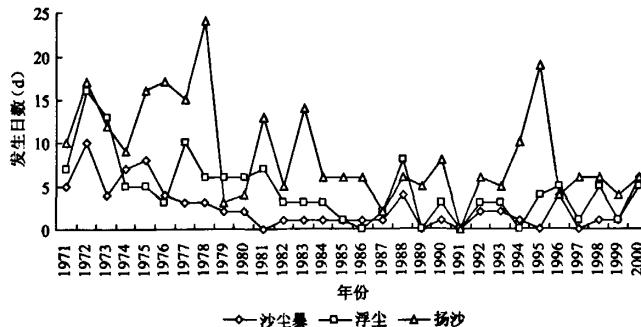


图2 呼和浩特市1971~2000年30年沙尘暴天气的年际变化

### 2.3 沙尘天气的季节变化规律

呼和浩特市沙尘天气的季节变化规律如图3所示。由图3看出,一年之内,沙尘天气发生日数春季最高,为11.8d,占全年平均水平的74.5%;其次为冬季,沙尘天气出现1.5d,占全年的9.7%;秋季沙尘天气出现最少,为1.1d,占全年的7.0%。无论是沙尘暴、还是扬沙、浮尘天气,其变化规律与沙尘天气变化规律一致。存在春冬季节高、夏秋季节少的季节性变化趋势。这一特点与中国北方其他地区沙尘天气的发生特点有相同之处,这与呼和浩特市处于沙尘暴传输的西北路径有关,受西北路径沙尘天气发生的季节变化规律影响而呈现出春冬多夏秋少的特征。

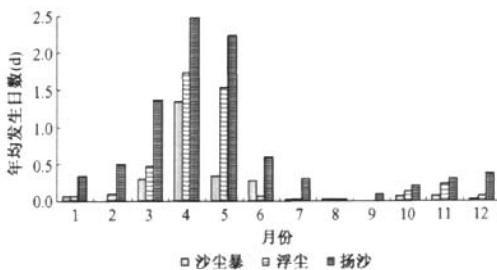


图3 呼和浩特市1971~2000年30年沙尘天气的月际变化

从沙尘天气发生的年内变化来看,以春季4月份发生次数最多,平均达5.5d/a,发生频率为34.8%;其次为5月份,沙尘天气出现日数为4.1d/a,出现频率为25.9%;8、9月份沙尘天气出现最少,平均0.1d/a,发生频率为0.6%。3种沙尘天气发生日数的年内变化规律不同,沙尘暴以4月发生次数最多,平均1.3d/a,占全年沙尘暴出现日数的52%;5月、3月和6月次之,平均为0.3d/a,发生频率为12%;2月、9月未发生沙尘暴,其他月份均为0.1d/a。扬沙在每年春季的4、

5月份发生日数最多,分别为2.5d/a和2.2d/a,发生频率为28.4%和25%;夏季的8月份最少,没有扬沙天气出现;每年的9月份至次年的3月份均有扬沙天气发生。浮尘天气以每年的4、5月份发生日数最高,分别为1.7d/a和1.5d/a,出现频率分别为37.7%和33.3%,两者占全年的71%;7~9月份出现次数为0;从10月份至次年的3月份均有不同日数的发生。

### 2.4 沙尘天气与气象因素的相关关系

通过SPSS软件分析可知,沙尘天气发生日数与降水量、气温、空气相对湿度、风速和蒸发量5个变量具有不同的相关关系(相关系数r,见表1)。由表1可知,3种沙尘天气发生日数均与空气相对湿度、降水量呈显著或极显著负相关,与风速、蒸发量呈显著或极显著的正相关,与气温没有明显的相关关系。但不同沙尘天气与各气象因子的相关关系表现不同。

表1 沙尘天气与气象因素的相关关系分析

要素	相对湿度	降水量	气温	风速	蒸发量
沙尘	r -0.337 <sup>A</sup>	-0.112 <sup>*</sup>	0.064	0.374 <sup>A</sup>	0.188 <sup>A</sup>
暴 显著性	0.000	0.033	0.222	0.000	0.000
浮尘	r -0.415 <sup>A</sup>	-0.140 <sup>A</sup>	0.074	0.441 <sup>A</sup>	0.246 <sup>A</sup>
浮尘 显著性	0.000	0.008	0.161	0.000	0.000
扬沙	r -0.532 <sup>A</sup>	-0.196 <sup>A</sup>	0.044	0.575 <sup>A</sup>	0.261 <sup>A</sup>
扬沙 显著性	0.000	0.000	0.408	0.000	0.000

注:“\*”和“<sup>A</sup>”分别表示通过了0.05、0.01的显著性水平检验,样本数为360个。

沙尘暴发生日数与风速、蒸发量呈极显著相关,相关系数分别为0.374和0.188;与相对湿度呈极显著负相关,相关系数为-0.337;与降水量呈现显著的负相关关系,相关系数为-0.112;与气温没有明显的相关关系。浮尘、扬沙天气的发生日数与风速、蒸发量有极显著的正相关关系,与空气相对湿度、降雨量呈现极显著的负相关关系,与气温的

相关关系不明显。这说明,虽然呼和浩特市沙尘天气的发生是源自于西北路径的沙尘暴过境影响的结果,但气候干旱少雨多风,土壤表面松散干燥,也是促使呼和浩特市沙尘天气频繁出现的主要原因。

### 3 结论

(1) 1971~2000年30年来呼和浩特市的沙尘天气总体呈总体下降趋势,沙尘天气在1970年代发生日数最多,且沙尘暴、浮尘的发生日数在1972年均达到最大,扬沙则在1978年达到最大,但3种沙尘天气发生日数最小值出现的年份各不相同。从年际发生规律分析,沙尘天气均呈波动下降趋势,但在2000年表现较为活跃,出现日数较多,达到或超过年平均水平。不同沙尘天气发生日数均呈现出春冬季多、夏秋季少的季节变化规律,年内则以春季的4月份出现日数最高,其次为5月份,夏季的7、8月份或秋季的9月份发生日数最少。这与各月份的气象因素有明显的关系。沙尘天气发生日数与风速、蒸发量呈极显著或显著正相关,与降雨量和相对湿度呈现极显著或显著的负相关,气温对沙尘天气的影响不明显。

(2) 沙尘天气的发生与气象因素有显著相关关系,沙尘天气主要发生在每年的4~5月份,而每年该期的相对湿度、降雨量都比较低,风速较大,说明该地区气候干旱,土壤表面松散干燥是形成沙尘天气的诱导因子。事实上,该期间整个沙尘天气的策源地也处于气候干旱少雨的天气状态下,沙尘源区水资源严重不足,草场退化、沙化,地面缺乏有效覆盖,这也成为促使沙尘天气频繁发生的生态环境因子。此外,沙尘天气策源地区人为不合理的经营活动加速了生态环境的恶化,成为沙尘天气发生的催化剂。因此,呼和浩特市沙尘天气的发生与沙尘策源地的气候、地理和生态环境等条件有密切关系,是特定沙漠化生态环境和气象条件、人为活动相结合的产物。而气候条件是不以人的意志为转移的,不是人为可以控制的。所以,防治沙尘天气的积极应对措施应是严格控制人为不合理的经营活动,建立人与自然的和谐关系,逐步改善生态环境,增强地表覆盖,减缓和遏制荒漠化的进一步扩张,从而有效减缓沙尘天气的发生频度和强度。

(3) 目前,人类没有改变大气环流和天气系统的能力,但可以通过改变人为不合理的经营活动,减缓对生态环境的破坏,同时,通过加大生态环境的保护与建设力度,综合治理沙尘天气策源

地的生态环境,以减小沙尘天气发生的频率、缓减沙尘天气的强度,降低沙尘天气造成的危害。为了降低沙尘天气的发生及其造成的损失,结合呼和浩特市沙尘天气发生的特点,应从以下几方面防治沙尘天气:①加强生态环境的保护和建设,系统地恢复自然生态环境。坚决贯彻与实施退耕还林(草)工程、京津风沙源治理工程、防护林建设工程等林业生态工程,严禁毁草开荒、超载放牧和乱砍乱伐滥挖,因地制宜,逐步恢复自然生态环境,增加地表覆盖,缓减沙尘危害。②建立与完善沙尘暴的监测、预报与预警系统,及时发布监测报告,预报沙尘天气发生源地、传输路径、沙尘天气等级、强度与危害,指导人民群众合理安排生产、生活,减少损失。③合理调整产业结构,科学利用沙区资源,发展知识密集型的沙产业,建立资源—环境—人口—产业一体化的持续发展体系,减少对环境的掠夺式破坏,减缓沙尘天气的发生与损失。

#### 参考文献:

- [1] 中央气象局. 地面气象观测规范 [M]. 北京: 气象出版社, 1979. 2, 27.
- [2] 庄国顺, 郭敬华等. 2000年我国沙尘暴的组成、来源、粒径分布及其对全球环境的影响 [J]. 科学通报, 2001, 46(3): 171~177.
- [3] 钱正安, 李万元等. 近50年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析 [J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 106~111.
- [4] 夏训诚, 杨根生. 中国西北地区沙尘暴灾害及防治 [M]. 北京: 中国环境科学社, 1996.
- [5] 王可丽, 吴宏等. 2001年春季中国北方沙尘暴的环流动力结构分析 [J]. 高原气象, 2002, 21(3): 303~308.
- [6] 康杜娟, 王会军. 中国北方沙尘暴气候形势的年代际变化 [J]. 中国科学 D辑, 2005, 35(11): 1096~1102.
- [7] 张莉, 任国玉. 中国北方沙尘暴频数演化及其气候成因分析 [J]. 气象学报, 2003, 61(6): 744~750.
- [8] 钱正安, 宋敏红等. 近50年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析 [J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 106~111.
- [9] Gillette D. A., Adams. Threshold velocities for in pot of soil particles in the air by desert soils [J]. Journal of geophysical research, 1980, 85: 5621~5630.
- [10] 杨续超, 刘晓东. 东亚中纬度地区前期降水对中国北方春季强沙尘暴影响初探 [J]. 干旱区地理, 2004, 27(3): 293~299.
- [11] 顾卫, 蔡雪鹏等. 植被覆盖与沙尘暴日数分布关系的探讨——以内蒙古中西部地区为例 [J]. 地球科学进展, 2002, 17(2): 273~2770.
- [12] 韩永翔, 宋连春等. 中国沙尘暴月际时空特征及沙尘的远程传输 [J]. 中国环境科学, 2005, 25(SuPpl): 13~16.
- [13] 蔡雪鹏. 内蒙古中西部地区沙尘暴的气候特征及其与下垫因子的关系研究 [D]. 北京师范大学, 2001.