

北京地区沙尘天气及其影响

高庆先¹, 苏福庆¹, 任阵海^{1*}, 张志刚², 王耀庭² (1.国家环境保护总局气候变化影响研究中心, 北京 100012; 2.南京气象学院, 南京 210044)

摘要: 通过对北京地区 1954~2001 年气象台站的天气现象的观测资料以及最近几年 20 多个台站资料的分析. 结果表明, 北京一年中的沙尘暴主要集中在每年的春季(3~6 月份), 其中 4 月份的沙尘暴发生次数为全年最高, 约占所有沙尘暴的 50%; 北京沙尘暴、扬沙和浮尘天气现象发生的频次有减少的趋势; 北京地区沙尘天气的发生有一定的周期性变化规律; 北京地区主要是以扬沙天气为主, 占总沙尘天气的 74.15%, 其次是浮尘天气(18.09%)和沙尘暴(7.76%); 北京地区的沙尘天气在空间分布上不均匀; 北京地区沙尘天气现象与天气气候背景、周边和本地地表生态系统、本地建筑工地以及裸露地等有密切的关系; 沙尘天气对北京重污染的贡献较大.

关键词: 沙尘暴; 大气环境质量; 外来沙尘源; 北京

中图分类号: X513 文献标识码: A 文章编号: 1000-6923(2002)05-0468-04

The dust weather of Beijing and its impact. GAO Qing-xian¹, SU Fu-qing¹, REN Zhen-hai¹, ZHANG Zhi-gang², WANG Yao-ting² (1.Center for Climate Impact Research, State Environmental Protection Administration, Beijing 100012, China; 2.Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044). *China Environmental Science*. 2002,22(5): 468~471

Abstract: The meteorological observation data of Beijing from 1954 to 2001 and the data of more than 20 climatic stations located in Beijing in late few years were analyzed. The result shows that the high frequency of dust storm is in the spring (March to June) with the highest in April accounting about 50% of all the storm. There is a decreasing trend of frequency of dust storm, blowing sand and floating ash. The frequency of dust weather has the rule of peicodical change. The blowing sand is the dominating phenomena (74.15%), the next is the floating ash(18.09%) and the dust storm(7.76%). The spacial distribution of dust weather is not even and the dust weather phenomena has consanguineous relationship with the background of weather climate, the ecosystem of Beijing and its surroundings as well as the structural place and bare-soil in Beijing. The dust weather has significant impact on the heavy pollution of Beijing.

Key words: dust storm; atmospheric environment quality; outside dust source; Beijing

北京地区遭受沙尘暴天气的袭击,得到了科学家和政府管理部门的关注,也唤醒了公众的环境保护意识^[1-3].作者通过对北京及其周边地区 1954~2001 年气象台站天气现象观测记录资料的详细分析,同时结合所收集的大气环境监测点的资料,对北京地区的沙尘天气的历史演变、外来源对北京的贡献率及其对大气环境质量的影响作了分析探讨.

1 北京地区沙尘天气的历史演变

沙尘天气包括气象观测规范中定义的沙尘暴、扬沙和浮尘 3 种^[4].

沙尘暴是指大风扬起地面的尘沙,使空气浑浊,水平能见度小于 1km 的天气现象;扬沙是指

由于大风将地面沙尘吹起,使空气相当浑浊,水平能见度在 1~10km 之内的一种天气现象;浮尘指尘土、细沙均匀地浮游在空中,使水平能见度小于 10km 的一种天气现象.

浮尘多为远处沙尘经上层气流传播而来或为沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的细粒浮游空中而成.浮尘常使远处景物呈现黄褐色或灰黄色,天气呈苍白色或微黄色.

统计分析了北京 1954~2000 年各月沙尘暴记录.结果表明,北京一年中的沙尘暴主要集中在

收稿日期: 2002-01-28

基金项目: 国家基础研究资助项目(G1999043505); 公益研究项目“环北京周边沙漠化数据库建设”课题资助项目

* 通讯联系人

每年的春季(3~6 月份),其中 4 月份的沙尘暴发生次数为全年最大,约占所有沙尘暴的 50%。5 月以后沙尘暴发生次数逐渐下降,8~12 月不再有沙尘暴现象发生。北京地区的扬沙和浮尘天气的季节分布特征与沙尘暴天气基本一致,每年春季为高发季节,但冬季因受大风或上游沙尘暴天气的影响,扬沙和浮尘天气时有发生。

为了从历史的角度对北京地区的沙尘天气有一个全面的了解,收集了 1954~2000 年北京观象台的天气现象记录,分别对沙尘暴、扬沙和浮尘作了详细的分析。北京沙尘暴、扬沙和浮尘天气现象发生的频次从长期变化趋势看有减少的趋势。从历史角度看,北京也曾出现过沙尘暴现象,最近的沙尘暴发生在 1995 年 3 月,4 月各 1 次。1965 年冬季(11~12 月)和 1966 年上半年(1~5 月)为沙尘暴的活跃期,总共发生 22 次沙尘暴,其中 1966 年 1 月就发生过 5 次沙尘暴。其次是 20 世纪 50 年代中期。进入 20 世纪 70 年代,北京地区发生沙尘暴的次数明显减少,没有沙尘暴记录,为沙尘暴的平静期;扬沙发生频次是在起伏波动中逐渐减少,变化周期不固定,活跃期在 20 世纪 50 年代中期和 70 年代中期,最近几年也处于低峰期;浮尘的长年变化比较复杂,主要是由于北京出现浮尘天气受上游沙尘暴天气的影响非常明显。总的趋势是在起伏波动中逐渐减少,进入 20 世纪 90 年代以来,北京地区的浮尘天气呈现增加的趋势。

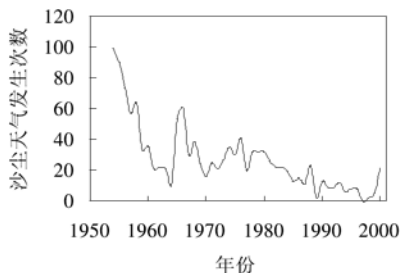


图1 北京沙尘天气长期演变趋势

Fig.1 The long trend of dust storm phenomena of Beijing

分析(图 1),结果发现,北京地区沙尘天气的发生有一定的周期性变化规律,最高的峰值出现在 1954 年,其次是 1966,1976,1998 年。自 1997 年开始出现由波谷转向波峰的趋势,46 年 3 种沙尘天气的统计分析结果表明,北京地区主要是以扬沙天气为主,占总沙尘天气的 74.15%,其次是浮尘天气(18.09%)和沙尘暴(7.76%)。

2 外来沙尘源对北京沙尘天气的贡献率

北京地处我国沙尘暴多发区的下风向,受上游地区沙尘暴天气的影响较大。外来尘对北京沙尘天气的贡献率是人们关注的问题。从 1999~2000 年北京观象台逐日的观测记录,对北京的沙尘天气进行了详细的跟踪分析。

将北京观象台有沙尘天气记录及北京周边地区无沙尘天气记录定义为北京本地沙尘天气。

1999~2000 年北京观象台站没有沙尘暴的记录,自 1996 年以来,北京没有发生过沙尘暴。扬沙在两年中总共发生了 18 次(d),其中北京本地起沙 5 次,占总数的 27.8%,远距离沙尘暴天气和周边地区扬沙的影响总共有 13 次,占总数的 72.2%。其中 2000 年 4 月 6~9 日是一个典型的远距离沙尘暴影响,持续时间达 4d,初始沙尘源地在蒙古国与我国内蒙古接壤处,影响系统为蒙古气旋和冷空气。浮尘两年内共发生 9 次,其中 1999 年 1 次,2000 年 8 次,为近 10 年来最多的一年。

综合考虑,北京 1999~2000 年共发生沙尘天气 27 次(22d),其中 2000 年有 17d,是进入 20 世纪 90 年代以来最高的一年,但其平均发生频次远小于 1954~1989 年的平均发生频次。

北京地区分布有 20 多个气象台站,对外公布的是位于南郊的北京观象台的资料。中国气象局公布了 2001 年 3 月 2 日~5 月 16 日期间我国北方地区发生的 18 次沙尘天气过程,可以看出主要的影响系统是蒙古气旋和冷空气。在这 18 次沙尘天气过程中有强沙尘暴 3 次,沙尘暴 11 次,扬沙 4 次。沙尘天气总日数达 41d。第一次沙尘暴于 2000 年 12 月 31 日在内蒙古西部与中蒙边境接壤处发

对沙尘暴、扬沙和浮尘这 3 种天气现象综合

生,并随系统南移影响我国北方大部分地区,2001年1月1日北京出现了扬沙和浮尘天气,当日沙尘过境时在北京监测的可吸入颗粒物(PM10)的浓度达 $1084.4\mu\text{g}/\text{m}^3$,总悬浮颗粒物(TSP)浓度达到 $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$.分别是国家 II 级空气质量标准的 7.2 倍和 3.3 倍.

2001 年 1~5 月北京观象台共有沙尘天气记录 19 次(13d),其中扬沙 6 次(4d),浮尘 13 次.北京地区 2001 年的沙尘强度比 2000 年稍弱.从北京 20 多个气象台站的记录分析,北京延庆地区发生 24 次(6 次扬沙)、北京市观象台 19 次、密云 16 次.平谷、大兴、顺义等地沙尘记录少于 5 次.表 1 给出北京 18 个有沙尘记录的台站沙尘天气的发生频次.

表 1 北京 2001 年 1~5 月 18 个气象台站的沙尘记录
Table 1 The dust storm records of 18 observatory in Beijing from Jan to May of 2001

气象台	沙尘次数	气象台	沙尘次数
延庆	24	八达岭	6
海淀	5	观象台	19
顺义	4	朝阳	4
大兴	2	丰台	7
佛爷顶	4	古北口	4
密云	16	平谷	1
石景山	3	上甸子	1
汤河口	4	西斋堂	10
通县	3	昌平	7

从表 1 可以看出,北京地区的沙尘天气在空间分布上不均匀,总的分布是由西北向东南方向递减,影响北京地区沙尘天气的主要路径之一来自北京西北方向.有几个沙尘天气发生频次的高值中心(延庆、密云、西斋堂和北京观象台),这些高值中心的出现除了受到远距离沙尘天气(沙尘暴和扬沙)的影响外,局地扬沙的贡献不容忽视.如 2001 年 1 月 1 日~5 月 20 日间北京市观象台有 19 次沙尘记录,而同期其近周边县区的沙尘记录远远小于该记录(昌平 6 次,海淀 4 次,丰台 7 次,通县 3 次,顺义 4 次,石景山 3 次).说明北京市的沙尘天气除了受境外沙尘天气的影响外,本地沙

源的作用也很大.当境外沙尘天气过境时,由于大风的影响,并且有局地沙源的补充,从而形成北京市中心出现的沙尘天气比周边地区多的现象.同样,密云地区的局地沙源对当地沙尘天气的贡献率也不小.

通过上述分析,可以将影响北京地区的沙尘过程分为周边及远距离输送的影响和局地扬沙的影响两类.远距离影响主要是指起源于蒙古国和内蒙古中西部以及河套西部的沙尘暴,随天气系统东移影响北京,主要是北京北部和西北部地区.如 2001 年 4 月 5~10 日由西北方向传输过来影响北京西北地区的两次强沙尘暴.2001 年 4 月 17~19 日发生的影响北京北部地区的扬沙.

3 北京沙尘天气对大气环境质量的影响

北京地区沙尘天气与天气气候背景、周边和本地地表生态系统、本地建筑工地以及裸露地等有密切的关系.天气气候背景的变化对沙尘暴的发生起着至关重要的作用,生态系统的退化将扩大沙尘源地,本地建筑工地与裸露地的增多,将造成更多的局地扬沙.

当发生沙尘天气时大气中的颗粒物浓度急剧增加,空气浑浊,能见度降低,给人们的生活带来不便,影响了大气环境质量.1999 年 4 月 4 日的沙尘天气影响北京时,北京定陵和市区多个污染监测站监测的 TSP 平均浓度分别达到 $1.282\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $1.573\text{mg}/\text{m}^3$,分别是国家 II 级大气环境质量标准($0.3\text{mg}/\text{m}^3$)的 4.27 倍和 5.24 倍.2000 年 4 月 8 日的沙尘天气期间定陵和市区 TSP 的浓度分别为 $1.182\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $1.345\text{mg}/\text{m}^3$.

通过对 1999 年和 2000 年的重污染日与沙尘天气的关系分析,可以了解到北京地区沙尘天气对北京重污染的贡献率.2 年内总共有重污染日(超过 4 级的污染日)43d,期间有 18d 是受沙尘天气的影响,还有 25d 属于非沙尘天气的影响,占总重污染日的 58.13%.由此可见,沙尘天气对北京重污染的贡献较大,达到 41.87%.从 2000 年 6 月 5 日~2001 年 6 月 5 日期间的首要污染物为可吸入颗粒物(PM10),其中超过 II 级标准的污染日为

183d,占总数的 59.23%,而在此期间总共发生沙尘天气 12d.北京超 II 级污染日除了受到沙尘天气的影响外,还受到本地污染物的排放、汽车尾气的排放和其他污染物二次转化等过程,特别是北京本地建筑工地、裸露地扬沙的影响.

4 结论

4.1 北京地区一年中的沙尘天气主要集中在每年的春季,其中 4 月份的沙尘暴发生次数为全年最高,约占所有沙尘暴的 50%.

4.2 北京沙尘天气现象发生的频次总体上有减少的趋势.1965 年冬季和 1966 年上半年为沙尘暴的活跃期.20 世纪 70 年代为沙尘暴的平静期;扬沙发生频次是在起伏波动中逐渐减少,变化周期不固定,活跃期在 20 世纪 50 年代中期和 70 年代中期;浮尘的长年变化比较复杂,主要是由于北京出现浮尘天气受上风向沙尘暴天气的影响非常明显.进入 20 世纪 90 年代以来,北京地区的浮尘天气呈现增加的趋势.

4.3 北京地区主要是以扬沙天气为主,占总沙尘天气的 74.15%,其次是浮尘天气(18.09%)和沙尘暴(7.76%).

4.4 1999~2000 年北京扬沙本地起沙有 5 次,占

总数的 27.8%,远距离沙尘暴和周边地区扬沙的影响总共有 13 次,占总数的 72.2%.

4.5 北京地区的沙尘天气在空间分布上不均匀,总的分布是由西北向东南方向递减,影响北京地区沙尘天气的主要路径之一是从西北方向来的.沙尘天气发生频次的高值中心的出现除了受到远距离沙尘天气(沙尘暴和扬沙)的影响外,局地扬沙的贡献不容忽视.

参考文献:

- [1] 叶笃正,丑纪范.关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策 [J]. 地理学报, 2000,55(5):513-521.
- [2] 夏训诚,杨根生.中国西北地区沙尘暴灾害及防治 [M]. 北京:中国环境科学出版社,1996.
- [3] 方宗义,朱福康,江吉喜,等.中国沙尘暴研究 [M]. 北京:气象出版社,1997.
- [4] 朱炳海,王鹏飞,束家鑫.气象学词典 [M]. 上海:上海辞书出版社, 1985.
- [5] 周自江.近 45 年中国扬沙和沙尘暴天气 [J]. 第四纪研究, 2001,21 (1):9-17.
- [6] 方宗义,张运刚,郑新江,等.用气象卫星遥感监测沙尘暴的方法和初步结果 [J]. 第四纪研究,2001,21(1):48-57.

作者简介:高庆先(1962-),男,山西太原人,中国环境科学研究院副研究员,博士,现在国家环境保护总局气候变化影响研究中心从事气候变化影响研究和大气环境方面的研究.发表论文 20 余篇.