我国北方沙尘暴天气气候特征及成因分析

范兰艳¹ 冯淑霞² 李书君² 耿文杰¹ 于凤山¹

(¹辽宁省朝阳市气象局,辽宁朝阳 122000; ²朝阳市气象局)

摘要 近几年由于气候的异常变化,沙尘暴天气的频繁出现,导致生态环境的恶化,引起了社会的广泛关注。概述了我国北方沙尘暴天气的成因、源地和移动路径、分布特征及演变规律,并对沙尘暴发生发展、危害机理以及大气环流特征进行分析,为今后更好地预报、预测沙尘暴天气提供一点依据和思路。

关键词 沙尘暴天气;成因分析;气候特征;中国北方

中图分类号 P445*.4 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2016)03-0276-02

Climatic Characteristics and Cause Analysis of Sandstorm in Northern China

FAN Lan-yan¹ FENG Shu-xia² LI Shu-jun² GENG Wen-jie¹ YU Feng-shan¹

(¹Chaoyang County Meteorological Bureau of Liaoning Province, Chaoyang Liaoning 122000; ²Chaoyang City Meteorological Bureau)

Abstract In recent years, due to the abnormal climate change, the frequent appearance of sand dust storm weather, which leads to the deterioration of the ecological environment, has aroused widespread concern in the society. An overview of the causes of sandstorm weather in Northern China, source areas and moving path, distribution characteristics and evolution were introduced, and the occurrence and development, damage mechanism and atmospheric circulation characteristics of sandstorm were analyzed, so as to provide the basis for future better forecasting, forecasting of sandstorm weather and way of thinking.

Key words sandstorm weather; cause analysis; climatic characteristics; Northern China

沙尘暴在大沙漠及其边缘的干旱地区经常发生,是干旱气候的产物。20世纪30年代在美国西南部大平原地区发生了严重的沙尘暴,干旱和沙尘暴的现象持续了近10年,大范围的干旱毁坏了大面积农田和生态系统,严重影响人们的正常生活。我国沙尘暴主要发生在北方地区,20世纪50年代以来,我国北方地区沙尘暴的发生越来越频繁,2000年以后每年平均发生10次以上,除了发生频率上升,其范围也更加广泛。由于频繁发生的沙尘暴天气给社会经济造成了较大损失,应当加强对我国北方沙尘暴天气气候特征及成因的研究。相关研究起步较晚,1993年发生了特强沙尘暴后引起了政府和科研人员的重视。针对我国的气候情况,开展了沙尘暴天气过程的监测,对干旱气候和沙尘暴的发生等进行观测与研究。

1 我国沙尘暴天气的形成

1.1 沙尘暴天气成因及其所具备的条件

沙尘暴天气是干旱、半干旱地区特有的一种灾害性天气,可分为一般沙尘暴、强沙尘暴、特殊沙尘暴3个等级。沙尘暴是大风和下垫面共同作用的产物,形成机制十分复杂。分析近几年沙尘暴天气的成因,有研究表明可能是北方大范围冷空气的影响所致,或者是因为“暖冬”干旱少雨导致土地水分散失,大风过境引起沙尘移动。而对强冷空气南下这个外因,目前是人类无法改变的,而对地表状况这个内因却可以由人类来决定,也应由人类来负责。总之,沙尘暴是由多种因素引起的,有利的大气环流背景、特殊的地理地貌特征和环境因素是产生沙尘暴的主要要素。除上述因素之外,人类生产活动也是沙尘暴形成的重要原因。许多人类活动如大规模施工、工矿交通建设、植被砍伐等,对地表环境造成了破坏,细沙和尘土不稳固,加剧沙尘暴的发生。

2001年3月5日的一场沙尘暴席卷了中国的东北地

作者简介 范兰艳(1974-),女,辽宁朝阳人,工程师,从事短期天气预报工作。

收稿日期 2016-01-11

区。肉眼可见浮尘浓度最高的地区在奇伊利海湾与蒙古边界之间。由于过度放牧和过度种植造成的沙漠化已为沙尘暴在中国大部分农村地区的形成创造了条件。针对这种情况,刘毅等^[1]研究结果表明,沙尘暴的形成包括3个层次:一是地面至1.0 m左右高度的沙粒跃移层是空气与地表面能量、质量交换最强烈的层次,是风沙流活动的主要层次;二是对流层中下部沙尘暴的发生发展以及大粒径沙尘的卷起与运移主要由这一层的大气环流形势和天气系统(如锋面)决定;三是对流层上部至平流层沙尘气溶胶的运移及其对全球气候变化的影响主要在这一层。此外,沙尘暴形成还包括4个界面:一是土壤-植被(如草原等);二是植被-沙粒跃移层;三是沙粒跃移层与对流层下部交界面;四是对流层中部与对流层上部交界面。

沙尘暴的热力条件前期增温明显。实际上,我国沙尘暴一般在午后或午后至傍晚时刻最强,就是因为这是一天中空气最不稳定的时段。用西北典型站自建站以来的逐日沙尘暴起止时间资料(起止时间精确到分钟)^[2],以0.5 h为单位进行统计,分别得到起沙时间、结束时间、有无沙尘时间频率分布。起沙时间,即一次沙尘暴天气过程开始出现的时间。结束时间各时段频率为该站自建站以来该时段沙尘暴实际发生数(以沙尘暴的结束时间为准)与该站总沙尘暴数的比值。有无时间各时段频率为该站自建站以来该时段沙尘暴实际发生数与总数的比值。

1.2 沙尘暴天气的源地及移动路径

沙尘暴源地是指第1天发生沙尘暴的所有地区中,处于最上风方向的地区。有研究表明^[3]我国沙漠的主要来源地为巴丹吉林、腾格里沙漠等地带,沙漠边缘地区以草原为主要景观的生态隔离带的破坏相当严重,这就是我国北方地区粉尘含量极高的沙尘来源释放地,西北地区的山脉和沙漠也是沙尘暴发生的源头,即塔克拉玛干沙漠、天山、古尔班通古特沙漠、昆仑山、敦煌、祁连山、阿拉善沙漠、贺兰山、黄河等。

有研究表明^[3],沙尘暴的起源可分为2类,即内源型和

外源型,影响范围较大的沙尘暴天气过程其源地均在我国境外。内源型沙尘暴的移动路径有 1 条,起源于南疆的塔克拉玛干沙漠及其周边地区、北疆的准噶尔盆地南沿、甘肃的河西走廊和内蒙古干燥的沙漠及青海柴达木盆地等。外源型沙尘暴的移动路径主要包括 2 条:一是西路,即西北欧—西西伯利亚—中国新疆西部地区—河西走廊和柴达木盆地—河套地区和内蒙古东部;二是北路,即泰米尔半岛—西伯利亚中西部—蒙古地区—中国新疆东部及内蒙古地区—华北地区。统计表明,北路沙尘暴天气过程次数是西路的 2 倍,但是西部沙尘暴影响范围较大。

2 沙尘暴的特点、发生发展及危害机理

2.1 沙尘暴的特点

沙尘暴是草原退化、荒漠化的指示器、加速器和催化器。沙尘暴的形成背景是长期干旱的气候和广大的裸露地表。它的特点是荒漠化加剧的突变过程、环境恶化的聚焦并影响气候的变化,总的特点是西北多于东北地区,平原(或盆地)多于山区,沙漠及其边缘多于其他地区。特殊的沙尘暴具有很强的危害性即突发性和持续性。

2.2 我国沙尘暴与北大西洋涛动异常变化的关系

大自然本身变化是导致干旱的直接原因,即太阳活动、大气环境的演变,但也有外界人为的作用,就是改变了下垫面的性质,森林植被、生态环境遭到破坏,生态失去了平衡,影响和改变了下垫面的性质,从而加剧了干旱的发生,引起了沙尘暴天气的多现,导致气候异常一连年大旱的发生、连年暖冬,更甚引发厄尔尼诺和拉尼娜现象(表 1)。

表 1 沙尘暴多发期和少发期发生的 El Nino 和 La Nina 事件

事件	沙尘暴多发期 (1955—1975 年)	沙尘暴少发期 (1980—2000 年)
El Nino	1957 年、1963 年、1965 年、 1968—1969 年、1972 年	1982—1983 年、1986—1987 年、 1991—1992 年、1994 年、1997— 1998 年
La Nina	1961 年、1964 年、1967 年、 1970 年、1973 年、1975 年	1985 年、1988 年、1995 年、1999 年

3 沙尘暴的时间变化特征

3.1 沙尘暴在不同区域年际变化的差异

按照沙尘暴在我国北方的分布可分为七大区域^[4]:北疆区、南疆区、河西区、柴达木区、河套区、东北区、青藏区。自 20 世纪 50—90 年代(截止于 1999),我国北方的沙尘暴频数呈波动减少的趋势,其中 60—70 年代沙尘暴呈波动上升,80—90 年代呈波动减少,且 90 年代减少更加明显。

3.2 沙尘暴的年变化日变化以及持续时间的区域特征

3.2.1 沙尘暴年变化日变化的区域特征。利用西北典型站自建站以来的逐日沙尘暴资料,将 1 年分为 72 个候(即每月有 6 候,每月第 1 候至第 5 候各有 5 d,第 6 候为 26 日至当月最后一天)统计候沙尘暴出现日数,分析沙尘暴的年变化特征。沙尘暴的分布基本上是春多秋少,大致可划分为 3 种类型:春季型、夏半年型和双峰型。

北疆精河候沙尘暴日数的年变化特征属于春季型,格尔木也属此类型。这种类型春季发生的沙尘暴占全年的 1/2 以上,其他季节发生较少。这种分布与当地春季大风频繁有关。

南疆民丰、柯坪沙尘暴日数的候变化属于夏半年型,候

沙尘暴次数峰值在初夏,夏半年(4—9 月)发生沙尘暴的次数远多于冬半年,沙尘暴活跃期较长。

河西双峰型以民勤、金塔、刚察为代表,沙尘暴春多秋少,冬季出现一个小高峰。冬季冷空气活动频繁,蒙古高压势力强大,多大风天气,因而沙尘暴发生次数出现一个小高峰。

3.2.2 沙尘暴持续时间的频率分布。利用起止时间资料以 0.5 h 为单位统计持续时间的频率分布。结果发现多数沙尘暴持续时间在 0.5 h 之内,大部分持续时间不超过 2 h。大多数沙尘暴持续时间较短,是造成起沙时间、结束时间、有无时间频率分布相似或起沙时间较结束时间高发时段稍有提前的原因。

气候变化对北方沙尘暴的时空分布产生一定的影响,降水特别是冬春季的降水影响较大。一般而言,第 1 年或第 1 年冬季和春季降水偏少时,沙尘暴发生频率较高,否则相反。气温同样也是影响因素之一。

4 沙尘暴天气环流分型及其形成的天气学概念模型

4.1 沙尘暴天气环流分型

利用 1970—1997 年共 28 年的 NCEP 再分析资料以及大陆北方 147 例典型强沙尘暴事件进行分类和物理量诊断分析。沙尘暴前 48 h 天气形势可分为 3 类,影响系统分别位于中亚、西西伯利亚和中西伯利亚。

沙尘暴前 48 h 天气形势可分为 3 类,而沙尘暴前 24 h 天气形势可分为 4 类,影响系统分别位于贝加尔湖、新西伯利亚、塔什干和新疆以北。

4.2 强沙尘暴形成的天气学概念模型

沙尘暴发生在特定的大环流背景下,冷空气活动是其发生的必要条件,蒙古气旋是我国强沙尘暴天气的重要影响系统。王成功^[5]利用 1970—1997 年计 28 年的 NCEP 再分析资料以及我国北方 147 例典型强沙尘暴事件,对我国强和特强沙尘暴事件进行了分型,即锋面气旋型沙尘暴、强干冷锋型沙尘暴、干飚线+冷锋的强对流性混合型沙尘暴、强冷锋+蒙古高压+柴达木低涡发展型沙尘暴。这些沙尘暴天气往往伴随着 500 hPa 环流形势的一次调整也就是发生在欧亚范围内由纬向向经向环流的调整过程,使中纬度的冷空气沿西北气流迅速南下,造成一次系统性的强冷锋后的大风引发沙尘暴^[6-9]。

5 参考文献

- [1] 刘毅,任丽新,周乐义,等.一次黄沙输送过程的数值模拟研究[J].大气科学,22(6):905-912.
- [2] 中国沙尘暴天气研究进展及主要科学问题[J].气象与环境学报,2008,22(3):52-53.
- [3] 邱新法,曾燕,缪启龙.我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径[J].地理学报,2001,56(3):317-319.
- [4] 范一夫.中国北方沙尘暴天气时空分布特征和成因[J].中国减灾,2004(5):38-40.
- [5] 王成功.中国北方沙尘暴天气气候特征及其成因研究[C]//北京:草原与沙尘暴高层论坛会议,2006.
- [6] 王存忠,牛生杰,王兰宁.中国 50a 来沙尘暴变化特征[J].中国沙漠,2010(4):933-939.
- [7] 刘洪兰,张强,张俊国,等.1960—2012 年河西走廊中部沙尘暴空间分布特征和变化规律[J].中国沙漠,2014(4):1102-1108.
- [8] 邱新法,曾燕,缪启龙.我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径[J].地理学报,2001(3):316-322.
- [9] 王炜,方宗义.沙尘暴天气及其研究进展综述[J].应用气象学报,2004(3):366-381.