

文章编号:1005-8656(2011)05-0024-05

锡林郭勒盟春季沙尘暴时空分布特征及影响因子分析

戴宏丽,董春燕,游晓勇,鲁双宁,王平,郝艳霞

(锡林郭勒盟气象局,内蒙古 锡林浩特 026000)

摘要:以锡林郭勒地区沙尘暴高发季节 15 个气象站 1961—2008 年春季(3—5 月)的气象资料为数据源,分析沙尘暴发生的时空分布规律及气象因子对锡盟春季沙尘暴发生的影响,结果表明:春季沙尘暴发生频次与大风、前期降水量等气象因子有关;另外,沙尘暴的发生与蒙古气旋这一特定的天气系统间存在一致的变化趋势。掌握沙尘暴分布规律及其与气象因素的关系,在预报和监测沙尘暴工作中具有重要的实际意义。

关键词:沙尘暴;时空分布;气象因子;相关性

中图分类号:P445.4 文献标识码:A

引言

锡林郭勒盟位于内蒙古中北部地区,属于中温带半干旱、干旱大陆性季风气候。与蒙古国西南部大片荒漠地区接壤,是中亚沙尘暴多发区域之一^[1]。春季(3—5 月)是本地沙尘暴高发季,在此期间沙尘暴发生频率占全年的 50%左右。全盟地域面积约 $20.3 \times 10^4 \text{ km}^2$,平均海拔高度 1km 左右。从东到西依次为荒漠草原、典型草原、草甸草原,占全盟总面积 10%左右的浑善达克沙地横亘锡林郭勒盟腹地,是除蒙古国上游沙尘源之外的沙尘暴发生的又一主要沙尘源地。锡林郭勒盟地区年平均降水量从西北向东南为递增,平均为 150~400mm 的分布趋势,全年平均大风日数 80~50d。

沙尘暴作为一种灾害性的天气现象多发生在干旱及半干旱地区,其最重要的危害是导致荒漠化加剧,因此是一种严重的自然灾害^[2]。沙尘暴期间,水平能见度不足 1km,空气变得混浊,给人类的生产、生活造成严重的不便。

1 数据及方法

本文所用气象数据来源于锡林郭勒盟 15 个气象站的实测数据,包括沙尘暴日数、大风日数、降水等多项指标,数据时段为 1961—2008 年。

统计锡盟 15 个基本气象观测站 1961—2008 年沙尘暴年平均日数,以各站定时观测记录中天气现象记录为沙尘暴的次数为数据来源,在基本空间数据的支持下,将离散的点状数据通过空间插值的方法实现空间平面化,结合地理信息数据进行等值线分析,得到沙尘暴发生的空间分布特征。

采用线性趋势估计将沙尘暴日数与时间序列进行线性回归,经统计检验,得到沙尘暴发生次数的

时间分布特征。

根据以上锡盟地区沙尘暴空间分布特征,选取分别代表不同草原类型的 5 个代表站,统计这 5 个气象台站的沙尘暴发生日数及气候影响因子的多年变化,由于大部分样本数据分布不满足正态分布的条件,因此采用非参相关分析计算得到沙尘暴发生次数与各气候因子的关系。

分析统计春季蒙古气旋日数,给出春季蒙古气旋日数与春季沙尘暴日数年际变化关系。

2 时空分布特征

2.1 空间特征

主要考虑沙尘暴年平均日数的空间分布,以锡盟 15 个气象站 1961—2008 年沙尘暴年平均日数(nd)作为研究沙尘暴的地理分布特征的数据来源。统计沙尘暴年平均日数,经过插值分析结合地理信息数据获得其空间分布(见图 1),总的分布趋势是西部多于东部,沙尘暴高值区集中在中西部:朱日和(6.4d/a)、苏尼特右旗(7.1d/a)、二连浩特(5.5d/a)、苏尼特左旗(6d/a)、正蓝旗(5.5d/a),以上 5 个站点位于沙尘暴易发区;其余 10 个站点位于沙尘暴影响区($\text{nd} < 4.5 \text{ d/a}$)。

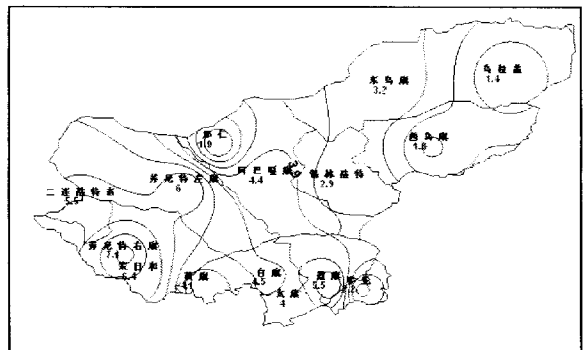


图 1 锡盟春季沙尘暴(3—5 月)年平均日数分布图

根据锡盟春季沙尘暴发生次数的空间分布特点,并结合锡盟沙尘暴成灾规律、不同区域的灾害主要表现形式和锡盟草原类型的分布特点,对沙尘暴灾害进行区划,共分为三个区:一区是指包括正蓝旗的西北部地区,该区为锡盟春季沙尘暴天气的两大高值中心,从草原类型看,该地区属于旱荒漠草原,浑善达克沙地横亘其中。二区位于锡盟中部及南部部分地区,为流动性沙灾、风蚀灾害及低能见度下的复合性灾害的重灾区。该区主要以农牧业为主,气候干旱,土壤沙化严重,属于典型草原与荒漠草原交错区。三区为沙尘暴轻灾区,位于锡盟东北部地区。此区为典型草原和草甸草原区,是锡盟最湿润地带,大风天气少,植被覆盖度大,土壤多为草甸土及栗钙土层,因此地表土质粘性较大,沙尘暴发生次数少,强度弱,造成的灾害较小。

2.2 时间特征

选取不同草原类型的5个站点:苏尼特右旗、二连浩特、锡林浩特、正蓝旗、西乌旗,由5个代表站1961—2008年3—5月各月平均沙尘暴日数的年变化图来看(见图3),锡盟春季沙尘暴的时间分布基本上是3月下旬至4月上旬较为集中,5个站沙尘暴出现频次最多的时段都出现在4月,这与锡盟季节性气候变化有密切的关系。3—5月沙尘暴日数分别占各站沙尘暴发生日数的比例(见图4)。可见,沙尘暴天气出现次数具有十分明显的季节变化特征。

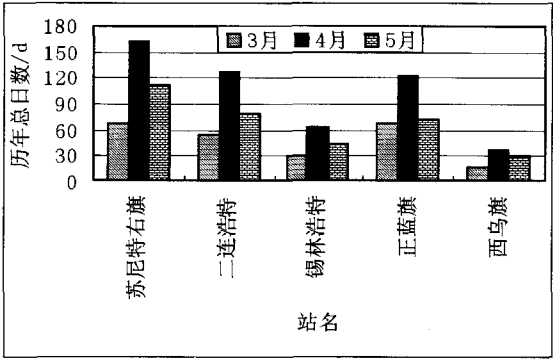


图3 1961—2008年锡盟5个台站3—5月平均沙尘暴日数的年变化图

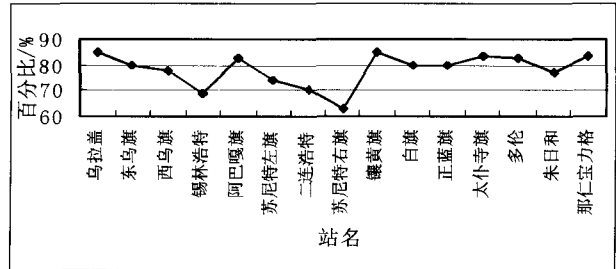


图4 1961—2008年锡盟15个站春季(3—5月)沙尘暴日数占历年总日数比例(%)

将锡盟15个气象台站的沙尘暴发生次数求平均,来研究其1961—2008年48a的春季(3—5月)沙尘暴发生次数的时间演变特征。为了便于比较,将资料进行了标准化处理。图5是锡盟5个气象台站1961—2008年沙尘暴频次的年际变化,其中从20世纪80—90年代的相对变化率较大:苏尼特右旗为-67.7%,锡林浩特为-80.0%,二连浩特为-56.9%,西乌旗为-75.0%,正蓝旗为-72.5%。90年代到2000年后的相对变化率最大:苏尼特右旗为66.7%,锡林浩特为93.5%,二连浩特为49%,西乌旗为86.4%,正蓝旗为66.1%。可以看出年际间相对变化率最高的是锡林浩特和西乌旗,这也体现了沙尘暴发生的区域性特点,与两地自90年代开始不同程度的持续干旱和人为破坏使草原植被严重退化有关。

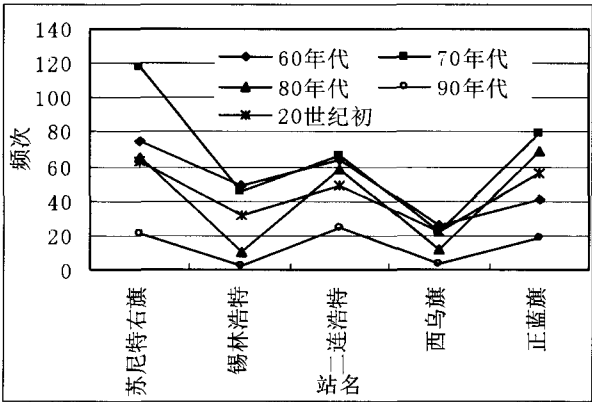


图5 1961—2008年锡盟气象台站春季(3—5月)沙尘暴频次的年际变化

采用最小二乘法对沙尘暴日数随年序列变化的线性趋势进行统计并对得到的回归系数做显著性检验表明,具有显著下降趋势的是锡林浩特和二连浩特,从方程系数的t检验中得到系数显著;由图6可以看出,锡盟春季3—5月各月沙尘暴发生次数的年际、年代际变化各有不同,蓝旗的沙尘暴日数随时间没有显著的上升或下降趋势。大部分线性趋势线都呈负趋势,但是趋势变化的强度差异较大。

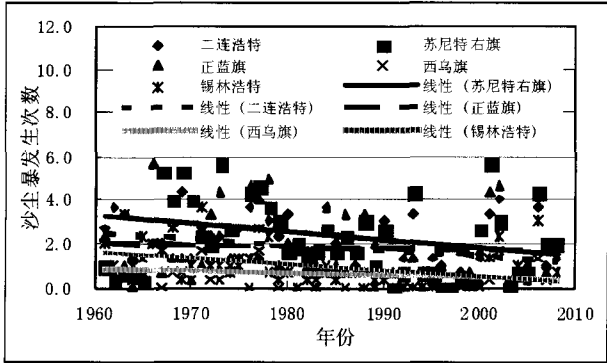


图6 锡盟春季3—5月沙尘暴发生次数的年际、年代际变化趋势

3—5月沙尘暴发生次数在20世纪60、70年代和2000年后属于多发阶段,在此期间的大部分年份沙尘暴发生次数大于平均值。70年代后期的1977—1978年发生了一次较大的突然减少,标准化变量值由1977年的1.92突然降到1978年的-1.13,之后维持了3a的低值水平,在80年代初的1983—1984年又发生了一次较大的突然增大,之后沙尘暴发生次数在波动中逐渐减少,年际波动不大。2000—2001年发生了历史上最大的突然增加,标准化变量值由2000年的1.80突然增加到2001年的3.64。

由图7春季5个代表站逐年沙尘暴发生总次数看,二连浩特、苏尼特右旗、正蓝旗,1984年之前大部分年份和2000年后全部年份沙尘暴发生次数大于48a的平均值6.1次,而在1964、1965、1982、1983、1985、1987、1989、1991、1992、1994、1996、1997、1999年,全部小于平均值6.1次。锡林浩特、西乌旗大部分年份沙尘暴发生次数均小于平均值。由此可以看出,锡林郭勒盟春季草原沙尘暴日数分布与草原类型、地形地貌特点有关。

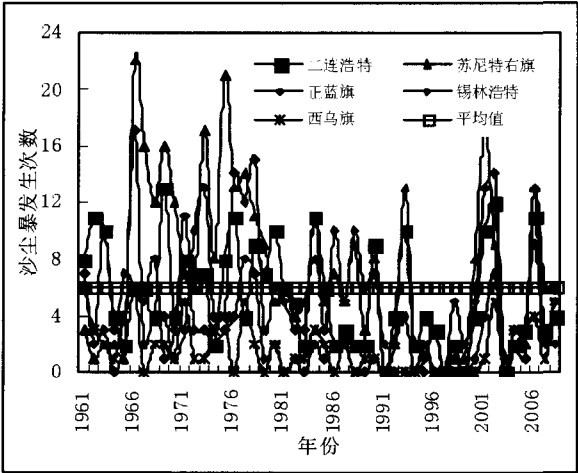


图7 5个代表站逐年沙尘暴发生总次数

3 影响锡盟春季沙尘暴的因子分析

3.1 大风

大风是发生沙尘暴的直接动力条件。选取全盟15个台站1961—2008年3—5月各月平均风速、月平均大风日数资料数据(见图8),对沙尘暴时间分布的影响程度进行分析。沙尘暴形成的基本条件有三个:一是大风,这是形成沙尘暴的动力条件;二是地面上裸露沙尘物质,丰富的沙尘源是形成沙尘暴的物质基础;三是不稳定的空气状态,而不稳定的空气使沙尘卷扬的更高,是重要的热力条件^[9]。因此,沙尘暴的发生除与大风有直接关系外,降水量、气

温等气候因子与沙尘暴的发生也有较强的相关关系。所以我们采用偏相关分析对与沙尘暴发生次数有显著影响的月平均风速因子进行分析。分析发现,单站的沙尘暴发生频次与风速及大风日数有着密切的关系。其中,苏尼特右旗月平均沙尘暴发生频次与月平均大风日数的正相关系数最高,年平均沙尘暴发生频次与起风沙日数的偏相关系数为0.65,显著性水平在千分之一以下。这说明风速,尤其是大风天气对沙尘暴的发生和传播起决定性作用。在考虑地面植被覆盖。

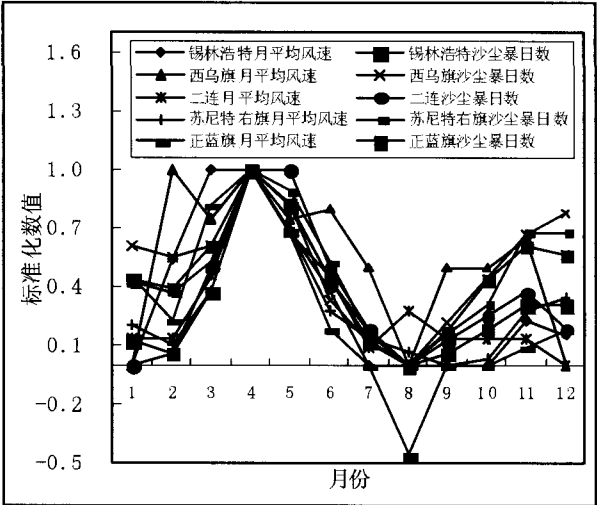


图8 1961—2008年锡盟5个站沙尘暴日数与月平均风速变化曲线

3.2 降水量

降水量对沙尘暴的发生次数有一定的影响,特别是前期降水量与次年沙尘暴的发生呈负相关。锡盟春季干旱少雨,适宜的降水能湿润地表,有抑制沙尘飞扬的作用。5个站3—5月份的平均降水量见表2,从表中数据可以看出,锡盟沙尘暴主要发生地的年平均降水量非常低。从5个代表站沙尘暴发生次数与前期降水量(9—11月)的关系曲线(见图9),可以看出,前期降水因子对次年沙尘暴的发生有显著影响,呈反相关。

表2 锡盟5个代表站1961—2008年春季3—5月平均降水量/mm			
站名	3月	4月	5月
锡林浩特	4.8	6.7	24.1
西乌旗	6.0	9.8	28.3
苏尼特右旗	3.6	5.8	14.6
二连浩特	2.5	4.9	9.5
正蓝旗	6.4	15.1	29.4

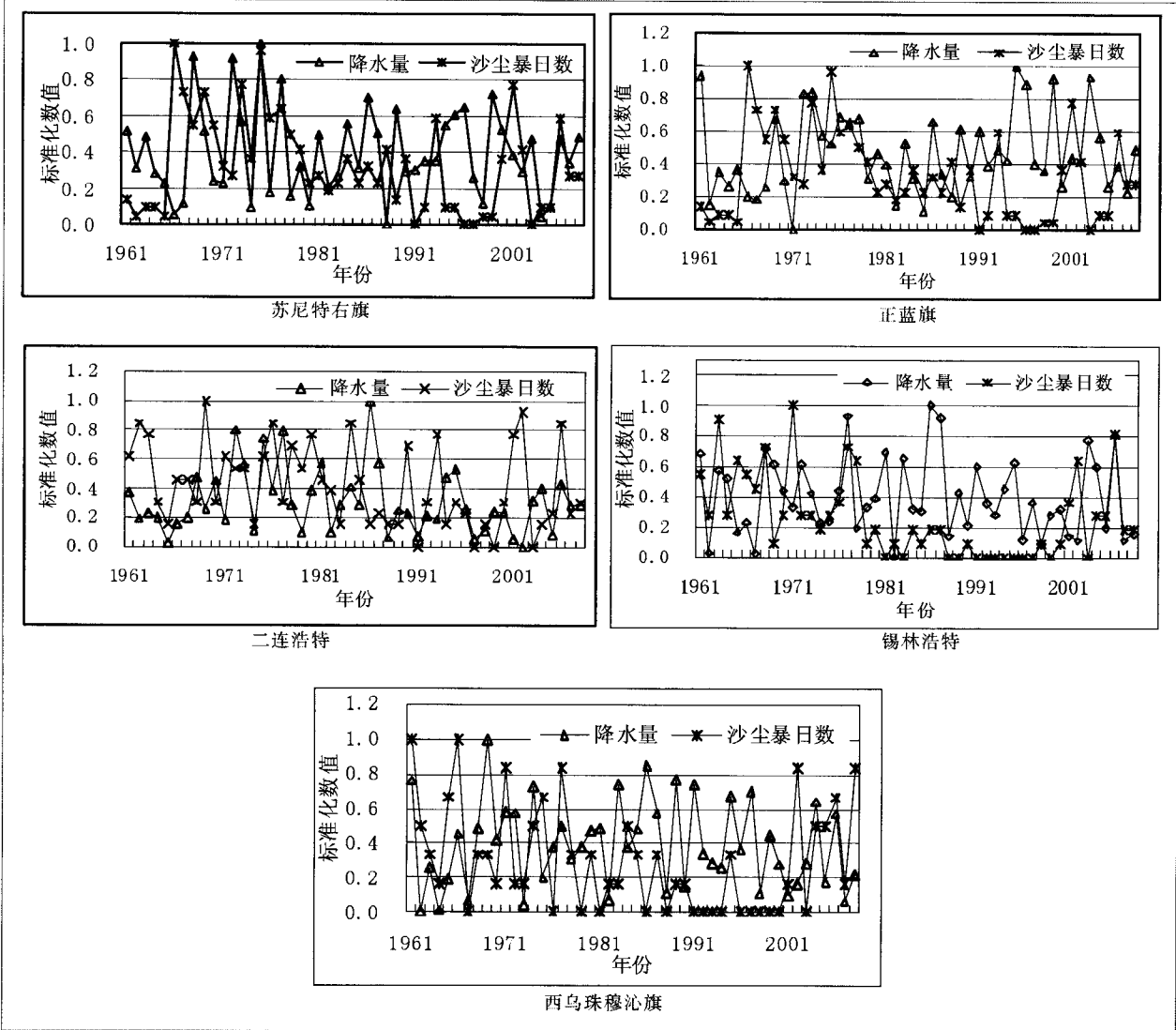


图9 1961—2008年5个代表站沙尘暴发生日数与9—11月降水量关系曲线

4 蒙古气旋对沙尘暴发生的影响

从2000年1月到2003年12月这48个月我国北方共有68次沙尘天气,其中有48次是由蒙古气旋引发,在这48次蒙古气旋引发的沙尘天气中有33次沙尘天气强度达沙尘暴以上^[4],由此可见,在引发沙尘天气、尤其是强沙尘暴天气的系统中,蒙古气旋强烈发展是形成强沙尘暴的主要原因。分析锡盟地区2000年1月至2003年12月间30次范围较大的强沙尘暴天气过程的环流形势,讨论蒙古气旋对锡盟地区沙尘暴的影响概率。蒙古气旋产生的大风影响可以持续多日,为了研究蒙古气旋的影响,本文中只统计蒙古气旋影响当日对应的沙尘暴日。

通过分析蒙古气旋日数与沙尘暴日数得出锡盟春季蒙古气旋日数与春季沙尘暴日数相关系数,3月份相关系数为0.62,4月为0.58,5月为0.49,而且

3、4、5月相关系数均大于0.45(显著水平0.05)。说明春季以及春季各月蒙古气旋与沙尘暴之间都存在着密切的关系,而且3—5月以3月相关最好,这与3月份蒙古气旋带来的冷空气活动相对较强有关。

20世纪80年代早、中期,春季蒙古气旋活动与沙尘暴发生都处在一个相对高值的阶段,但从80年代后期到90年代两者呈一致的波动下降趋势,1997年春季蒙古气旋活动与沙尘暴的发生都减弱到最低值,随后90年代末到21世纪初两者又出现明显的回升。80年代后期到90年代蒙古气旋活动的减少可能是沙尘暴减少的原因之一^[4]。1997年以后到2001年沙尘暴活动的再次增加,一方面与这几年北方地区植被覆盖面积的减少有很大关系;另一方面与蒙古气旋活动的增加有关。1982年以前的几年两者的关系不如1982年以后的时期关系紧

密,蒙古气旋活动日数明显少于同期沙尘暴发生日数。我们知道,沙尘暴的发生取决于动力条件和丰富的沙尘源。据研究,70年代末到80年代初,整个北方地区(包括东北地区、华北地区、西北地区)都处在干旱严重的时期,沙尘源条件非常有利于沙尘暴的出现,只要有适宜的动力条件就可产生沙尘暴;另外,与沙尘暴产生所需的动力条件配合的冷空气活动也可以由其他天气系统所引起。但春季沙尘暴日数与蒙古气旋日数两者表现为显著相关。

5 结论

沙尘暴发生因不同的地理区域,其频次和强度存在地区间差异。本文通过分析锡盟1961—2008年春季(3—5月)沙尘暴的分布规律及其与气候因子的关系,得出以下结论:

(1)锡盟春季(3—5月)沙尘暴日数总的分布趋势是西部大于东部,沙尘暴频发区集中在中西部地区,其中苏尼特右旗、朱日和是春季沙尘暴发生频次最多的地区。时间分布基本上是3月下旬至4月上旬较为集中。

(2)锡盟春季3—5月各月沙尘暴发生次数的年际、年代际变化各有不同,蓝旗站的沙尘暴日数随时间没有显著的上升或下降趋势。大部分线性趋势线都呈负趋势,但是趋势变化的强度差异较大。其中苏尼特左旗有阶段性的上升趋势。

(3)影响锡盟地区春季沙尘暴发生次数的气候因素中,大风、前期降水量的影响最为显著,沙尘暴发生日数减少与大风日数的逐年递减有一定关系。前期降水量与春季沙尘暴日数呈明显负相关。

(4)沙尘暴的形成和发展是受综合因素影响的,锡盟春季沙尘暴日数与蒙古气旋日数两者表现为显著相关,尤其自2000年后蒙古气旋日数的增加。

参考文献:

- [1]徐启运,胡敬运.我国北方地区沙尘暴天气时空分布特征[A]/方宗义.中国沙尘暴研究[C].北京:气象出版社,1997: 11-15.
- [2]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(9): 349-356.
- [3]周自江,王锡稳,牛若芸.近47年中国沙尘暴气候特征研究[J].应用气象学报, 2002, 13(2): 193-200.
- [4]李栋梁,王涛,钟海玲.中国北方沙尘暴气候成因及未来趋势预测[J].中国沙漠,2004, 24 (3): 376-379.
- [5]史培军,严平,高尚玉,等.我国沙尘暴灾害及其研究进展与展望[J].自然灾害学报, 2000, 9(03): 71-77.
- [6]钱正安,贺慧霞,瞿章,等.我国西北地区沙尘暴的分级标准和个例谱及其统计特征[A]/方宗义.北京.中国沙尘暴研究[C],1997: 11- 15.
- [7]杨东贞,房秀梅,李兴生.我国北方沙尘暴变化趋势的分析[J].应用气象学报, 1998, 9 (3): 352-358.
- [8]范一大,史培军,周俊华,等.近50年来中国沙尘暴变化趋势分析[J].自然灾害学报, 2005, 14(3): 22-28.
- [9]钱正安,蔡英,刘景涛,等.中国北方沙尘暴研究的若干进展[J].干旱区资源与环境, 2004, 18(1): 3-4.
- [10]中国气象局.沙尘天气年鉴2005年[M].北京:气象出版社,2007.

Analysis on Space-time Distribution Characteristics and Impact Factor of sand-dust Storm in Spring in Xilin Gol League

HongLi Dai, ChunYan Dong, XiaoYong You, ShuangNing Lu, Ping Wang, YanXia Hao

(Xilin Gol League Meteorological Bureau, Inner Mongolia Xilinhot 026000)

Abstract: Using the meteorological data of 15 weather stations in spring (March to May) which was the high occurrence season of sand-dust storm from 1961 to 2008, the space-time distribution law and the influence of weather element on sand-dust storm occurrence were analyzed. The results showed that the occurrence frequency was connected with weather factor that include gale, earlier stage precipitation and so on. In addition, the variation trend of sand-dust storm occurrence was coincident with specific weather system which is Mongolia cyclone, it has important significance that master the sand-dust storm distribution law and the relation of distribution law with weather factor.

Key Words: sand-dust storm; space-time distribution; weather factor