

宁夏春季沙尘暴与气象要素及环流指数的关系^①

彭维耿¹ 赵光平^{1,2} 陈豫英¹

(1. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002;
2. 中国气象局兰州干旱气象研究所)

提 要

利用 1961~2000 年宁夏中北部 5 站的地面观测资料分析了前期气温、降水对宁夏中北部沙尘暴发生频数的影响,并讨论了亚洲环流指数与沙尘暴发生频数的关系。结果表明:宁夏中北部春季沙尘暴发生的频数与前一年的降水量和前冬气温的关系都呈反相关;春季 3、4 月沙尘暴的发生频数与同期亚洲环流指数为正相关关系。由于地貌和下垫面的差异以及人类活动的影响,所选各站的春季沙尘暴发生频数与其上年降水量的相关程度有明显差异;而各站所处的地理位置、上风方下垫面状况的差异可能是造成亚洲环流指数与其沙尘暴发生频数的相关程度差异的原因。

关键词: 沙尘暴 气象要素 环流指数

引 言

沙尘暴天气是特殊的地理环境和气象条件所致的产物。沙尘天气的频繁发生,不仅给人类的生产、生活、交通等方面带来巨大的损害,还严重地污染了人类赖以生存的大气环境。几十年来,气象工作者应用多种资料和技术方法对我国北方沙尘暴的形成机制、空间分布、年际及年代际变化、起沙源地和大气环流特征等方面进行了深入的研究,并取得了一些成果^[1~11]。近年来,越来越多的学者注意到气候变迁及前期的气象条件与沙尘暴发生频数和强度的密切联系^[11]。宁夏地处西北地区东部,属中纬度干旱、半干旱气候带,西、北、东三面被腾格里沙漠、乌兰布和沙漠、巴丹吉林沙漠和毛乌素沙地环绕,是我国沙尘暴天气的高发区之一,尤其是作为重要经济区的宁夏中北部地区是我国沙尘暴天气

高发中心之一。天气事实表明,春季为我国北方沙尘暴发生最多的季节,我们选取宁夏中北部具有代表性的 5 站具体的地形、地貌条件分析春季的沙尘暴发生频数与其前期降水、气温及同期亚洲环流的关系,探讨气候背景及大气环流对沙尘暴频率的影响,以期更深入揭示沙尘暴形成的机制,并最终对防沙治沙、改善环境提供有益的启示。

1 资料与方法

本文利用 1961~2000 年 40 年宁夏中北部不同方位、不同地形地貌条件下的惠农(53519)、银川(53614)、中卫(53704)、盐池(53723)、陶乐(53615)等 5 站(图 1,见封三)的月平均的降水、气温资料、各站沙尘暴发生时间资料和月平均的亚洲环流指数资料。计算各站沙尘暴发生频数与前期地面气象要素及亚洲环流指数的相关系数来讨论西风环流

① 基金项目:国家自然科学基金项目(40065002)、中国气象局项目“宁夏沙尘暴监测预警服务系统研究”共同资助

的演变对宁夏中北部沙尘暴的影响。

2 沙尘暴与前期及同期降水的关系

通过计算各站春季(3~5月)各月沙尘暴发生频数与前一年、前冬(12~2月)、上月和当月等不同时期降水量的相关系数,结果表明:宁夏中北部各站沙尘暴发生频数与前期和同期降水总体上呈反相关,但以上年总降水量和当月降水量多少与沙尘暴的频数反相关系数最为显著。

2.1 宁夏中北部春季沙尘暴发生频数与前一年降水量的关系

表1为各站前一年的年降水量与其春季沙尘暴频数的相关系数。从表1中可看出,5站中中卫、盐池2站春季沙尘暴发生的频数与其上年降水量的反相关关系最为明显,其中中卫3月份、盐池4、5月份沙尘暴频数与上年总降水量呈显著相关,通过了0.05的信度检验(样本容量 $n=40$ 时,0.05的信度的临界相关系数 r_c 为0.315)。

表1 5站前一年的年降水量与春季沙尘暴频数的相关系数

	惠农	银川	陶乐	中卫	盐池
3月	-0.14	-0.06	-0.07	-0.37	-0.30
4月	-0.15	-0.03	-0.25	-0.25	-0.37
5月	-0.10	-0.29	-0.22	-0.02	-0.32

将盐池站逐年4月的沙尘暴发生频数的时间序列和年降水量序列进行标准化处理后,分别作为沙尘暴发生频数指数和年降水量指数的序列并进行比较(图2)。从图2中看出,1961、1964、1967、1994、1995、1996年降水偏多,对应次年1962、1965、1968、1995、1996、1997年4月沙尘暴频数偏少;1974、1975、1982、1983年降水偏少,次年1975、1976、1983、1984年4月的沙尘暴频数偏多。这说明降水偏多的年份,由于当年地表植被长势较好,次年春季,地表的裸露程度相对较低,提高了起沙尘的临界风速;另一方面,当头年降水偏多时,土壤墒情较好,次年春季地

表植被长势也会好于往年,这也会对地表浮松的沙土起固定、阻挡作用,使其不易被大风卷起而形成沙尘暴。

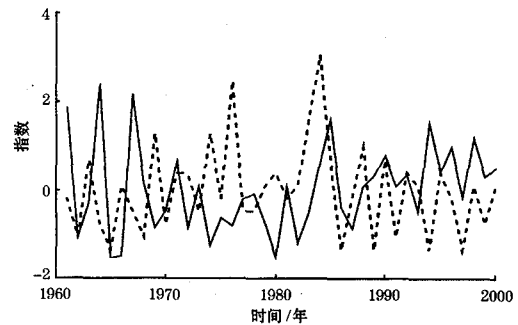


图2 1961~2000年4月盐池站的年降水量指数与沙尘暴发生频数指数变化曲线

实线为年降水量指数曲线,点划线为沙尘暴发生频数的指数曲线

值得一提的是中卫、盐池两站前一年的降水量与次年沙尘暴发生频数的相关程度明显高于银川、陶乐、惠农,这是因为中卫位于沙漠边缘,盐池处在浮尘型沙化地带(图1),其上风方地表植被对上年降水量依赖很强;而后三站位于灌区或灌区边缘,地面大部分为耕地,由于对耕地的灌溉、耕种,地表植被条件主要受人类农业生产活动的影响,年降水量对沙尘暴发生频数的影响没有自然条件下显著。这在一定程度也反映了人类活动对沙尘暴发生频数的影响。

2.2 宁夏中北部春季沙尘暴的发生频数与同期降水的关系

宁夏中北部各站春季各月沙尘暴发生频数与同期降水量的关系也为反相关,从其相关程度来看,春季各月中,以3月份的沙尘暴发生频数受其同期降水的影响最大(表2)。从表2中看出,所选5站中,银川、盐池2站3月份的沙尘暴发生频数与其同期月降水量呈显著相关,其相关系数通过了0.05的信度检验($r_c=0.315$)。这是由于降水能使地表湿润,沙尘粘性及颗粒增大,提高了吹起沙尘的临界风速,尤其是初春(3月)的降雪还会

覆盖地表,从而降低沙尘暴的发生频数。

表2 各站当月沙尘暴发生频数与同期降水量的相关系数

	惠农	银川	陶乐	中卫	盐池
3月	-0.25	-0.39	-0.19	-0.02	-0.39
4月	-0.03	-0.28	-0.23	0.09	-0.32
5月	-0.12	-0.17	-0.17	-0.23	-0.12

总之,宁夏中北部沙尘暴的发生频数与其前期、同期降水呈反相关关系。上年的降水量偏多(少)的年份,地表植被长势及春季枯草覆盖率高(低),植被对地表沙尘的固定作用强(弱);春季降水能使地表湿润,沙尘粘性及颗粒增大,提高了吹起沙尘的临界风速,尤其是初春(3月)的降雪还会覆盖地表,从而降低沙尘暴的发生频数。另外,降水对沙尘暴发生频数的影响程度在不同地貌条件下有明显差异,而灌区的农业生产活动,使得该地区沙尘暴发生频数与其前一年降水量的反相关程度降低。

3 宁夏中北部春季沙尘暴的发生频数与前冬气温的关系

表3为宁夏中北部各站沙尘暴发生频数与其前冬(12~2月)平均气温的相关系数。春季3、4月宁夏中北部的沙尘天气发生频数与其前冬的气温总体呈反相关(仅银川站4月份例外),而5月份则无明显的相关。其中,3月份沙尘暴发生频数与前冬气温的相关程度较高,除银川站以外,其余4站的相关系数都通过了0.05的信度检验,为显著相关。全林生等^[11]用1950~1998年中国160站月降水和气温资料分析了中国沙尘天气与降水、气温及扰动涡旋的相关关系发现,沙尘

表3 宁夏中北部各站沙尘暴发生频数与其前冬(12~2月)平均气温的相关系数

	惠农	银川	陶乐	中卫	盐池
3月	-0.36	-0.15	-0.36	-0.58	-0.31
4月	-0.43	0.09	-0.24	-0.20	-0.15
5月	0.06	0.23	-0.05	-0.07	-0.20

天气频次与前冬季气温存在显著的负相关,这与我们的结果基本一致。

形成春季沙尘暴发生频数与前一年冬季气温的这种反相关关系的原因可能是当冬季温度偏低时,冻土层厚,初春解冻后形成的松土层也较厚,易形成沙尘暴天气。徐建军等^[12]认为东亚冬季风不仅存在QBO和IDO现象,也存在LFO(30~60天的周期振荡)现象,并认为这可能也是环流隔季相关的重要纽带。由于冬季风的强度与冬季的气温和初春寒潮大风的爆发频数密切相关,我们认为春季沙尘暴发生频数与前一年冬季气温的这种反相关关系可能也由于冬季风的中期变化引起的,这是值得进一步研究的问题。

将宁夏中北部各站40年冬季气温序列经标准化处理后作为各站前一年冬季气温指数,并与3月份沙尘暴发生频数指数进行比较来讨论不同年代前冬季气温对春季沙尘频数的影响。

以惠农站为例(图3),可以看出60、70年代前冬气温指数曲线与3月份沙尘发生频数指数曲线走势相反,但80年代二者走势趋于同步,90年以后又呈弱的相反走势。形成这种不同年代间前冬气温与沙尘频数相关程度差异的原因可能与全球大气环流自20世纪70年代末之后的转变有关,这种转变很清楚地在大气温度的升高变化上得到反映^[13]。

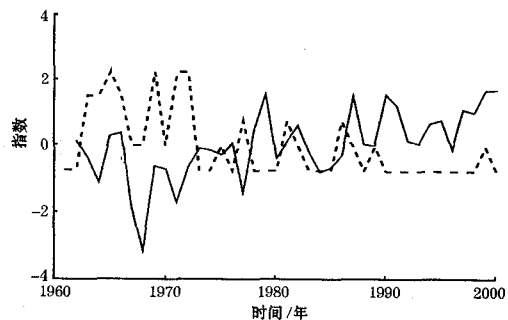


图3 1961~2000年惠农站的前冬气温指数(实线)与3月份沙尘暴发生频数指数(点划线)变化曲线

4 宁夏中北部春季沙尘暴的发生频数与西风环流的关系

为了讨论宁夏中北部春季沙尘暴天气发生频数与亚洲纬向环流指数的关系,我们计算了二者之间的相关系数,具体见表4。

表4 宁夏中北部各站春季沙尘暴天气发生频数与亚洲纬向环流指数的相关系数

	惠农	银川	陶乐	中卫	盐池
3月	0.43	-0.16	-0.05	0.26	0.16
4月	0.36	0.04	0.20	0.31	0.06
5月	0.20	-0.13	-0.19	0.14	-0.05

从表4看出,惠农、中卫站的沙尘暴天气发生频数与亚洲纬向环流指数呈正相关,且3、4两月沙尘暴天气的发生频数与亚洲纬向环流指数的相关程度明显较5月份高,其中惠农站3月、4月、中卫站4月的相关系数通过了0.05信度检验,为显著相关。将标准化亚洲纬向环流指数与惠农站4月份沙尘暴发生频数的指数变化曲线(图4)比较可以看出二者走势具有很高的一致性。这说明高层动量下传,引起地面大风是造成沙尘暴天气的又一重要因素。

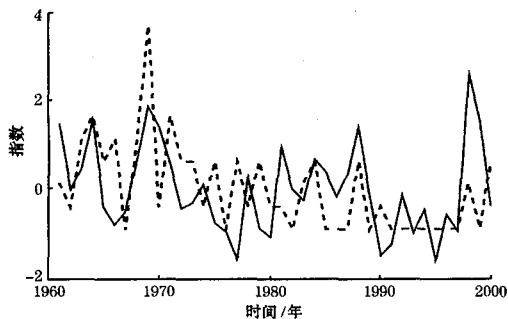


图4 1961~2000年4月份标准化的亚洲纬向环流指数(实线)与惠农站沙尘暴发生频数指数(点划线)年际变化曲线

表4中,银川、陶乐、盐池3站沙尘暴天气发生频数与亚洲纬向环流指数的关系的相关关系并不明显,这可能是由于银川、陶乐2站正好处于山脉的背风面,地面风受地形影响较大有关。另外,在统计各站发生沙尘暴

时的风向风速时发现,盐池站有30%的沙尘暴天气发生时,地面风为偏南风(表略)。这是由于盐池周围被大面积沙漠包围,有相当数量的沙尘暴天气是由热低压产生的偏南大风造成的。这说明引发沙尘暴天气的地面大风还与地形地貌造成的热力环流有关。

5 结论与讨论

(1) 宁夏中北部各站沙尘暴发生频数与前、同期降水总体上呈反相关,但以上年总降水量和当月降水量多少与沙尘暴的频数反相关系数最为显著。春季3、4月宁夏中北部的沙尘天气发生频数与其前冬的气温总体呈反相关,而5月份则无明显的相关。

(2) 降水对沙尘暴发生频数的影响程度在不同地貌条件下不尽相同,尤其是灌区的农业生产活动,使得该地区沙尘暴发生频数与其头年降水量的反相关程度降低。

(3) 所选的宁夏5站中,惠农、中卫的春季3、4月份沙尘发生频数与亚洲纬向环流指数呈正相关,而处于贺兰山背风面的银川、陶乐和周围为沙漠地貌的盐池的沙尘暴频数与亚洲纬向环流指数无明显相关,这反映了大地形对地面风的影响,而特殊地貌条件下形成的热力环流也是造成沙尘暴天气的因素之一。

参考文献

- 1 孙军,李泽椿.西北地区沙尘暴预报方法的初步研究.气象,2001,27(1):19~24.
- 2 钱正安,宋敏红,李万元.近50年来中国北方的沙尘暴的分布及变化趋势分析.中国沙漠,2002,22(2):106~111.
- 3 徐启运,胡敬松.我国西北地区沙尘天气的时空分布特征分析.中国沙漠研究,北京:气象出版社,1997:11~16.
- 4 赵光平.宁夏区域性强沙尘暴天气成因及其预报方法的研究.中国沙漠研究,北京:气象出版社,1997:52~58.
- 5 张存杰,宁惠芳.甘肃省近30年沙尘暴、扬沙、浮尘天气空间分布特征.气象,2002,28(3):28~32.
- 6 常兆丰.民勤西沙窝生态气候变化特征.气象,2000,26(5):48~51.
- 7 彭维耿,陈楠.宁夏多、少沙尘暴年4月平均环流特征的对比分析.高原气象,2002,21(6):599~603.

- 8 陈楠. 宁夏四十年大风、沙尘天气演变趋势分析. 宁夏气象, 2000(4):1~4.
- 9 尤莉, 程玉琴, 张少文等. 内蒙古赤峰地区沙尘暴发生特点及成因. 气象, 2004, 30(5):38~41.
- 10 申红喜, 李秀连, 石步鸠. 北京地区两次沙尘(暴)天气过程的对比分析. 气象, 2004, 30(2):12~16.
- 11 全林生, 时少英, 朱亚芬, 等. 中国沙尘天气的时空变化及其气候特征. 地理学报, 2001, 56(4):477~485.
- 12 徐建军, 朱乾根, 周铁汉. 近百年东亚冬季风的突变性和周期性. 应用气象学报, 1999, 10(1), 1~8.
- 13 陈隆勋, 朱文琴, 王文, 等. 中国近45年气候变化的研究. 气象学报, 1998, 56(3), 257~266.

Relationship between Spring Sandstorm and Meteorological Elements in Ningxia and Zonal Circulation

Peng Weigeng¹ Zhao Guangping^{1,2} Chen Yuying¹

(1. Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing and Reducing of Ningxia, 750002;

2. Institute of Arid Meteorology, CMA)

Abstract

Based on the five station data in middle and north Ningxia from 1961 to 2000, the relationship between temperature in last winter and precipitation and frequency of sandstorm are analyzed. The results shows that the frequency of sandstorm in spring is corresponded with precipitation in last year and low air-temperature in winter. In March and April, it is also corresponded with the Asia circulation index. Because of the difference of their surface and peoples activity at each station, the correlation is obviously different too. As for various stations, their different correlation between the sandstorm frequency and Asian circulation in spring maybe just due to their different locations and surface conditions.

Key Words: sandstorm meteorological elements circulation

《宁夏春季沙尘暴与气象要素及环流指数的关系》附图

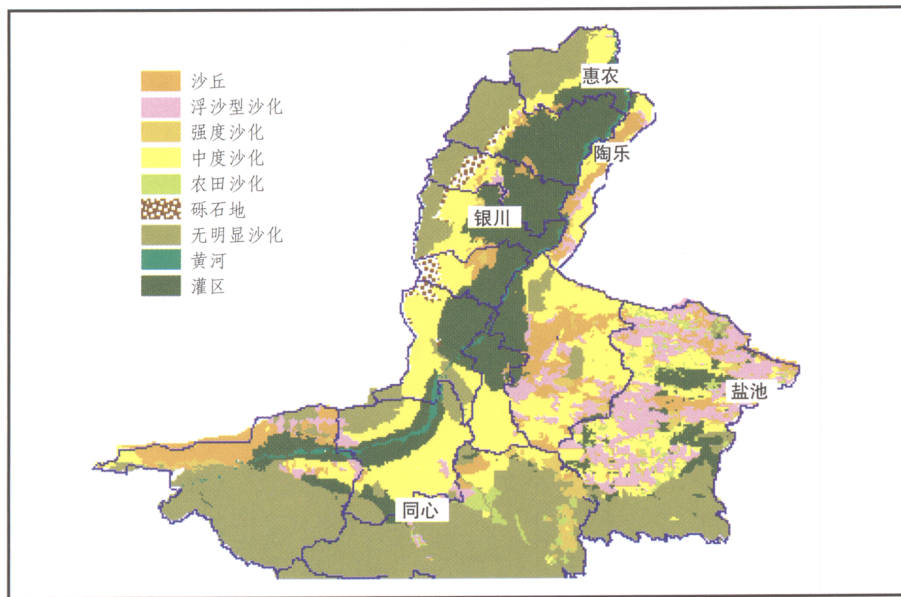


图1 宁夏地区土地沙化状况分布图