

新疆沙尘暴活动与气候条件的关系

徐茜¹, 赵景波^{1,2}

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062; 2. 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075)

提 要: 本文根据新疆不同地区气象观测资料, 研究了该区沙尘暴活动特点及其与气候变化的关系。资料表明, 近30年来新疆沙尘暴发生的频数呈减小趋势, 这主要是气候变化影响的结果。新疆沙尘暴的高发月份为4、5月份, 南疆沙尘暴明显多于北疆, 这主要是南疆与北疆气候差异造成的。气候要素中的降水量变化与沙尘暴的发生有着极其密切的关系, 二者呈明显的负相关; 气温的高低也与沙尘暴的发生呈负相关。新疆地区气候的暖湿变化对沙尘暴的发生起着明显的抑制作用。华北和黄土高原沙尘暴主要发生在3-4月, 这表明新疆5月份的沙尘暴没有到达这两个地区。研究新疆地区沙尘暴发生的条件对源区沙尘暴防治有重要的意义。

关键词: 新疆; 沙尘暴; 降水量; 气温

中图分类号: P445⁺.4

文献标识码: A

沙尘暴也称沙暴或尘暴, 指的是强风将地面尘沙吹起使空气很浑浊, 即风与沙相互作用, 水平能见度小于1km的灾害性天气现象。中国学者通常以风速和能见度两个指标将沙尘暴划分为4个等级: 弱沙尘暴、中等强度沙尘暴、强沙尘暴和特强沙尘暴^[1]。新疆气候干燥、植被稀疏、荒漠化严重, 因而十分有利于沙尘暴的发生和发展。国内从20世纪70年代就有学者从事于沙尘暴方面的研究, 并取得了许多重要成果。白云岗等^[2]对近40a来塔里木盆地沙尘暴气候时空变化进行了分析研究, 揭示出塔里木盆地沙尘暴天气对新疆地区气候的变化响应显著。唐红玉等^[3]对中国北方春季沙尘暴频数与北半球500hpa高度场的SVD进行了研究, 结果表明我国北方春季沙尘暴可能与大尺度气候背景的变化有联系。毛炜峰等^[4]对新疆春季沙尘天气与前期月环流特征量的关系进行了研究, 得出新疆春季的沙尘天气不仅与中纬度地区的西风带上的经向环流、东亚槽等有关, 还更多地与中低纬地区的副热带高压以及高纬地区的极涡等系统的月环流特征量有关。魏文寿等^[5]对新疆地区气候与环境变化对沙尘暴的影响进行了研究, 揭示出20世纪80年代后期以来, 气候变暖是造成干旱区生态环境恶化、自然灾害尤其是风沙灾害和沙尘暴增多的主要原因之一。许东蓓等^[6]对新疆沙尘暴的个例作了比较详尽的分析, 结果表明西西伯利亚强冷空气迅速东移, 在新疆西部上空形成强锋区, 对应地面冷锋东移, 形成了大风、强沙尘暴和浮尘天气。

新疆是全国沙漠面积最大的省区, 其沙漠总面积占全自治区的四分之一左右。其沙漠面积不仅大, 并且分布广, 为沙尘暴提供了极其丰富的物质来源。并且, 新疆南部的塔里木盆地中有广袤无垠的塔克拉玛干沙漠, 为沙尘暴的产生提供了充足的物质条件^[7], 是我国沙尘暴发生频率最高的区域, 也是重要的物源区, 同时被认为是北太平洋粉尘沉积物来源最遥远的地区^[8-11]。

沙尘暴带来了严重的生态和环境问题^[8,13-14], 造成了侵蚀与搬运区的土地退化, 也造成了沉积区的大气污染等环境问题。另外也引发了一系列的经济问题, 如人畜死亡, 建筑物倒塌等。但也有学者认为, 沙尘暴的发生对全球的生态平衡也做出了一定的贡献, 如通过粉尘沉积形成了黄土高原, 还给遥远的太平洋带去了富含铁、铝、钙等营养物质^[15]。虽然过去对新疆沙尘暴进行了许多研究, 但对新疆沙尘暴活动与气候变化的关系以及与华北、黄土高原沙尘暴的关系等问题研究不够, 需要开展进一步研究。

• 收稿日期: 2006-10-23。

基金项目: 国际地质对比计划项目(IGCP448)、教育部研究基地重大招标项目(01JAZJD770014)资助。

作者简介: 徐茜(1984-), 江苏沐阳人, 学士学位, 研究方向为自然地理研究。xuqian19840613@163.com

1 近30年来沙尘暴活动的年变化和月变化

1.1 近30年来沙尘暴活动的年变化

根据新疆气象中心观测资料,近30年以来,新疆沙尘暴的发生频数呈明显的下降趋势(图1)。1975年~1985年,沙尘暴活动十分频繁,和田、且末、精河这11年的年均沙尘暴日数分别为30日、22日、10日。1986年~1995年,这十年间沙尘暴的发生日数比前十年减少了40%左右,和田、且末、精河的年均沙尘暴日数分别为20日、14日、1日。1999年至今这十年的资料表明,北疆城市很少有沙尘暴的发生,南疆除部分城市外,沙尘暴的发生频数也很低,和田、且末的年均沙尘暴日数分别为7日和6日,而精河的年均沙尘暴日数还不到1日,且2002年~2005年间均无沙尘暴发生。

1.2 近30年来沙尘暴活动的月变化

根据新疆气象中心观测资料,沙尘暴在一年内的发生频数随着月份的变化而变化。北疆以精河为例(图2),一年中4、5月份为沙尘暴的高发期,且一般为强沙尘暴。其主要原因是一方面与一年中春季风速较大有关,另一方面还与此时地面开冻融化、气温回升、降水较少、裸露的地表逐渐变得松散、表土湿度很小有关。这时一旦有较强的冷空气活动,就很容易产生沙尘暴。夏季降水较多,植被覆盖地面较好,动力也减弱,沙尘暴发生的机率也随之减少。罗传秀等^[16]认为干旱区出现沙尘暴次数的多少,主要取决于降水、大气湿度和下垫面状况,而强沙尘暴的发生主要取决于下垫面的物质状况和天气系统条件。我们所分析的新疆春季沙尘暴频度高、强度大也表明了这一点。

南疆以和田为例,沙尘暴的高发期仍为4月和5月(图3),沙尘暴的频数高,强度大;但6、7月有一个小高峰,沙尘暴频数较高,但强度不很大。夏季冷空气的活动很微弱,但因为南疆温差较大,所以会形成局部气流,为沙尘暴活动提供动力的源泉,但局部气流的强度不大,所以夏季不会发生强沙尘暴。沙尘暴经过华北和黄土高原地区主要在3~4月份,5月份较少^[17],这表明新疆5月份发生的沙尘暴很少到达黄土高原和华北地区。

2 降水量对沙尘暴的影响

天山山区西部年降水量为450~830mm,向东逐渐减少。盆地四周降水次之,年降水量一般在100~200mm之间。盆地腹部极端干旱少雨,年降水量仅几十毫米,而盆地蒸发量却高达1500~3400mm^[5]。据陈洪武等^[13]对新疆沙尘暴天气现象资料的统计结果分析得知,新疆沙尘暴的地理分布特点是降水量相对丰富的山区要比降水量少的盆地周边地区发生频率低,而降水量最少的盆地腹部则为沙尘暴最多地区。另外,在南北两大沙漠中,沙漠南缘、山脉北麓出现的沙尘暴多于其他周边地区。

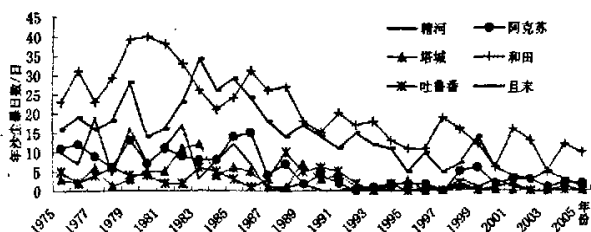


图1 1975年—2005年新疆部分城市年沙尘暴发生日数
Fig. 1 Days with sandstorm occurred in annually some cities in Xinjiang, from 1975 to 2005

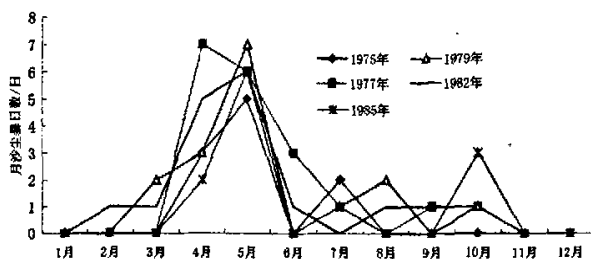


图2 精河月沙尘暴日数
Fig. 2 Sandstorm days in Jinghe in one year

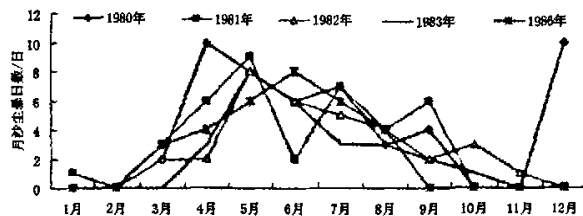


图3 和田沙尘暴日数
Fig. 3 Sandstorm days in Hetian in one year

从整个新疆来看,气候由暖干向暖湿发展,十年平均降水量增加了15mm^[5],各城市的年降水量也呈上升趋势(图4)。这使得地表湿度增加,地表颗粒凝聚,对沙尘暴的发生起着一定的抑制作用,因而1985年以前新疆沙尘暴活动十分频繁。但自1985年以来,沙尘暴发生的次数明显减少,除部分风口地区外,全疆各地年沙尘暴日数减少30%~50%^[18],北疆的精河、南疆的吐鲁番近四年来甚至一次沙尘暴也没发生过(图1),这说明降水量的高低与沙尘暴的发生日数呈负相关。

从月沙尘暴发生日数来看,沙尘暴活动也与降水量呈负相关关系。以精河为例,3月份冰雪刚刚融化,且3、4月份降水量为全年最低(图5),而沙尘暴的发生日数则呈明显的上升趋势。5月份降水有所回升,6月份为全年最高,因而5月沙尘暴日数比4月略低,从5月到6月呈明显的下降趋势。

就精河来看,虽然春季为沙尘暴多发季节,但由于每年相应月份的降水量有所不同,因而年沙尘暴日数的多少也就有所不同。4月是精河沙尘暴的多发月份,1977年4月沙尘暴日数为7日,1979年4月沙尘暴日数为3日,而1977年4月降水量为0.6mm,1979年4月为14.4mm。由于降水量有较大差异,也就导致了年沙尘暴日数有了较明显的差异。1977年5月降水量明显增加(图5),因而该年5月沙尘暴减少,到6月份就更少了(图2)。

以南疆的和田为例可以看出(图6),1980年十分干旱,全年总降水量仅为5.4mm,而年沙尘暴发生日数高达39日。12月本应是沙尘暴低发期,在1981年~1983年的12月份和1986年12月份的沙尘暴日数均为0,但1980年12月的沙尘暴日数竟达10日之多,这也是由于该年度的降水量极低造成的,当然这也与该年份12月的气温较高(仅为-0.9℃),地表还没有被冻结有关。7月本是南疆沙尘暴发生的小高峰期,但由于1983年的降水几乎都集中在7月,因而沙尘暴日数仅为3日,而1980年、1981年均均为7日,1982年为5日,1986年为6日。由此也得出了同样的结论,降水量与沙尘暴发生日数呈负相关。

将塔城市(图1)与其他各城市相比较可以看出,塔城沙尘暴活动曲线处于图1的底部,也就是沙尘暴日数较其他城市要少。而图4中塔城全年降水量则处于各降水曲线的最上部,说明其全年降水量较其他城市充沛。

由此可以得出,城市沙尘暴日数的多少与降水量的高低呈负相关,即降水量越高,该城市的沙尘暴日数就越少;降水量越低,该城市的沙尘暴日数也就越多。

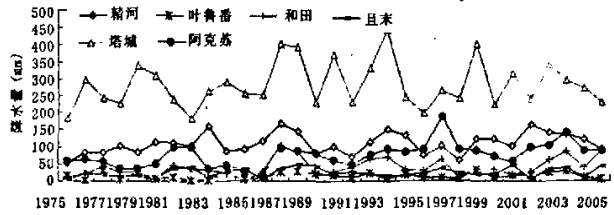


图4 1975年—2005年新疆部分城市全年降水量

Fig. 4 The annual precipitation in some cities in Xinjiang, from 1975 to 2005

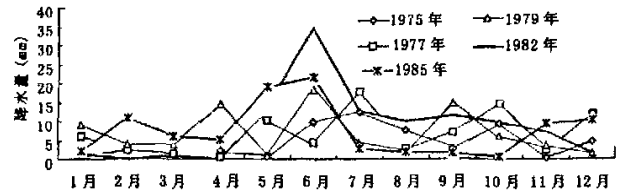


图5 精河月平均降水量

Fig. 5 Monthly precipitations in Jinghe

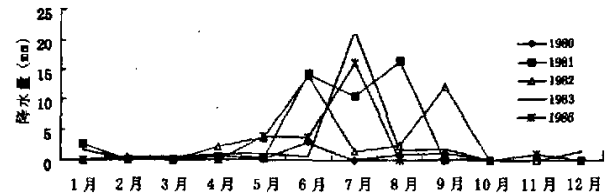


图6 和田月平均降水量

Fig. 6 Monthly precipitations in Hetian

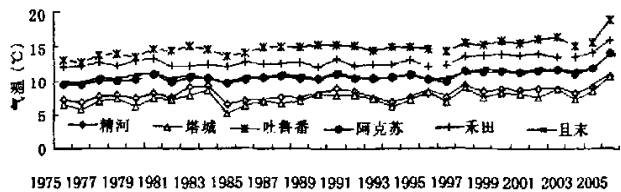


图7 1975年—2005年新疆部分城市年平均气温

Fig. 7 The average mean temperatures in some cities in Xinjiang, from 1975 to 2005

3 温度对沙尘暴发生的影响

不仅降水量是影响沙尘暴发生的重要因素,气温也对它的发生起着一定程度的影响作用,只是没有前者的影响那么大。我们对于新疆部分城市近30年以来的年平均气温也进行了统计,绘制出了变化图(图7),从图中可以看出每年的年平均气温变化并不大,但这比较小的变化也会对沙尘暴的发生产生一定的影响。

我们选择降水量变化不大的年份比较其沙尘暴日数的变化。现以沙尘暴较为严重的和田为例,1983年、1994年、1998年、1999年年均降水量都为32mm左右,其气温依次为12.3℃、13℃、13.6℃、13.8℃,这些年份的沙尘暴日数依次为33日、13日、16日、12日。1983年气温最低,而沙尘暴日数为最高;1999年气温最高,而沙尘暴日数为最低。由于1994年之前,1993年和1992年降水较充沛,分别为69mm和61.7mm,因而1994年气温虽比1998年低,但年沙尘暴日数也较1998年低。再以且末为例,其1958年、1967年、1970年、1971年、1973年、1977年、1991年、1995年的全年降水量均在22mm左右,其气温依次为10.6℃、8.8℃、9.7℃、10.4℃、10.7℃、10.5℃、10.4℃、10.1℃,与图1对比可得出同样的认识:平均气温越高,沙尘暴日数就越少;而气温越低,沙尘暴日数就越高。但因为且末五十年代比六、七十年代整体要干燥,地表相对湿度要低一些,在相同气温条件下五十年代就要比六、七十年代的沙尘暴日数高,所以1958年气温虽较高,但沙尘暴日数也较高。

表1 精河和和田市的月平均气温

Tab. 1 The monthly temperatures in Jinghe and Hetian cities

地点	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
精河	1975	-14	-10.3	3.7	12	16.5	22.8	25.9	23.7	18.4	8.4	-4.9	-16
	1977	-19	-15.5	-1.5	12.2	19.7	26.7	24.5	24.2	18.9	9.3	2.1	-9.1
	1979	-15	-8.7	-0.9	8.7	16.9	22.8	25.5	24.2	17.6	10.7	-5.1	-9
	1982	-10	-6.3	1.5	13.4	20.5	24.5	25.6	23.7	17.8	10.5	-0.4	-11.7
	1985	-17	-9.8	-3.9	12.3	17.9	23.3	26.1	23.5	17	7.8	-1.6	-10.9
和田	1980	-4.3	-0.8	8.6	17.7	22.4	24.8	26.6	24.3	19.5	13.3	7.1	-0.9
	1981	-4.1	0.6	10.8	17.4	22.6	23.7	25.6	22.4	19.1	10.6	2.8	-4.7
	1982	-2.7	1.2	9.4	15.5	20.7	22.4	25.6	24.1	18.4	13.5	2.5	-3.7
	1983	0	1.2	6.7	16	21.2	23.2	24.7	26	20.6	12.3	4.6	-3.4
	1986	-2.9	0.7	6.5	15.9	20.1	23.3	26.4	25.1	20.1	13.8	3.5	-3

由于一个城市一年中每个月、每个季节气温变化很大,因而其月沙尘暴日数也有所不同。以精河资料为例(图2、图5和表1),精河1979年4月降水量在图5中五个年份的4月中为最高,但其4月的月沙尘暴日数却不是这5年中最少的,这是由于1979年4月的气温是五年中最低的缘故。以和田为例同样可以看出,1982年与1983年6月的降水量分别为13.9mm和0.6mm,但月沙尘暴日数却都为6日,这也是由于1982年的温度比1983年低造成的。由此可见,月平均气温与月沙尘暴日数也呈负相关。

白云岗等^[2]研究得出,沙尘暴日数与年均气温呈显著负相关,且滞后效应更加明显,这也与我们的结论相一致。在具备粉尘物质的条件下,沙尘暴的发生是由动力作用所引发的,由冷空气而引起沙尘暴发生地区的气温降低,沙尘暴强度越大,气流的强度也就越大,引起的降温效应也就越明显。

虽然新疆冬季的气温相当的低,降水量也很少,但冬季月沙尘暴日数却几乎为0,这与冬季地表处于冻结状态有关。从表1可以看出精河的冬季要比二十四节气中规定的冬季(公历11、12、1月)要长,从阳历的11月至次年2月气温都基本处于0℃以下,整个地表也都处于冰冻状态,沙砾及风尘均被冻结在冰雪之中,沙尘暴失去了物质来源,因而也就没有沙尘暴的活动了。和田市的冬季气温相对精河要高一些,但12月、1月气温也都在0℃以下,11月及2月的气温也在0℃左右,因而冬季月沙尘暴日数也都基本为0。

4 沙尘暴活动的地区差异

由于天山山脉的作用,新疆的南疆和北疆在气候条件上有较大差异,南疆的气温要明显高于北疆(图7),而南疆的降水量要明显低于北疆(图4)。由于降水量的多少对沙尘暴活动起主要控制作用,因而造成了南疆地区沙尘暴明显多于北疆(图1)。北疆沙漠中沙尘暴年平均日数为15d以上,沙漠南缘、天山北坡为4-10d,伊犁河谷、阿尔泰山区、天山山区很少有沙尘暴发生,而南疆的沙漠地区及柯坪、民丰等地年沙

尘暴日数高达 25-35d, 沙漠南缘为 13-35d, 北缘为 7-11d, 东部为 8-13d, 喀什绿洲为 4-8d^[18]。

5 结论

(1) 近 30 年来, 新疆沙尘暴总体呈下降趋势, 70 年代为高发时段, 自 90 年代以来呈明显下降趋势。

(2) 新疆沙尘暴的高发月份为 4、5 月份, 另外, 南疆的 6、7 月份有一个沙尘暴发生的小高峰, 但强度不大。华北和黄土高原 5 月份很少有沙尘暴发生, 表明新疆 5 月份的沙尘暴没到达这两个地区。

(3) 降水量的多少与沙尘暴的发生呈负相关, 即降水量越多沙尘暴的发生日数越少, 降水量越少沙尘暴的发生日数越多。

(4) 气温的高低与沙尘暴的发生日数也呈负相关, 且滞后效应更加明显。

(5) 新疆的沙尘暴活动具有地区差异, 降水量很低的南疆明显多于北疆。

参考文献

- [1] 卢琦, 杨有林. 全球沙尘暴警示录[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001. 2-4.
- [2] 白云岗, 宋郁东, 张建军, 等. 近 40a 来塔里木盆地沙尘暴气候时空变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(5): 42-45.
- [3] 唐红玉, 翟盘茂, 常有奎. 中国北方春季沙尘暴频数与北半球 500hpa 高度场的 SVD 分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(4): 570-576.
- [4] 毛炜峰, 艾力·买买提明, 陈胜, 等. 新疆春季沙尘天气与前期月环流特征量的关系[J]. 干旱区地理, 2005, 28(2): 171-175.
- [5] 魏文寿, 高卫尔, 史玉光, 等. 新疆地区气候与环境变化对沙尘暴的影响研究[J]. 干旱区地理, 2004, 27(2): 137-141.
- [6] 许东蓓, 杨民, 孙兰东, 等. 西北地区 4.18 强沙尘暴、浮尘天气成因分析[J]. 甘肃气象, 1999, 17(2): 6-9.
- [7] Goudie A S. Dust storm in space and time[J]. Process in Physical Geography, 1983, 7: 502-508.
- [8] 王训明, 董治宝, 陈广庭. 塔克拉玛干沙漠中部部分地区风沙环境特征[J]. 中国沙漠, 2001, 21(1): 56-61.
- [9] Iwasaka Y, Yamato M, Imazu R et al. Transport of Asian Dust (KOSA) particles; Importance of weak KOSA events on the geochemical cycle of soil particles[J]. Tellus (Ser. B), 1977, 40: 494-503.
- [10] 张家宝, 邓子凤. 新疆降水量概论[M]. 北京: 气象出版社, 1987. 149-255.
- [11] Duce R A, Unni C K, Ray B J et al. Long-range atmospheric transport of soil dust from Asia to the tropical North Pacific: Temporal variability[J]. Science, 1980, 209: 1522-1524.
- [12] Skidmore E L. Soil erosion by wind[A]. In: El-Baz F, Hassan M H A, (Eds). Physics of Desertification[C]. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1986. 261-273.
- [13] 陈洪武, 王旭, 马禹. 塔里木盆地局地性和区域性强沙尘暴天气过程研究[J]. 中国沙漠, 2003, 23(5): 533-538.
- [14] 李振山, 陈广庭. 塔克拉玛干沙漠起沙风况[J]. 中国沙漠, 1999, 19(1): 43-45.
- [15] 庄国顺, 郭敬华, 袁惠. 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.
- [16] 罗传秀, 潘安定, 千怀遂. 气候变化下的新疆生态环境脆弱性评价[J]. 干旱环境监测, 2006, 20(1): 38-43.
- [17] 赵景波, 杜娟, 黄春长. 沙尘暴发生的条件和影响因素[J]. 干旱区研究, 2002, 19(1): 58-62.
- [18] 徐慧慧, 陆帼英. 新疆沙尘暴灾害防治对策研究[J]. 新疆气象, 2005, 28(6): 4-7.

The Relations between Sandstorm Activities and Climatic Conditions in Xinjiang

XU Qian¹, ZHAO Jing-bo^{1,2}

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062;

2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Environmental Institute of Earth, CAS, Xian 710075, China)

Abstract

The sandstorm characteristics and the relationship with climate change were studied based on meteorological data in different regions of Xinjiang. Statistics showed the frequency of sandstorms decreasing in the recent 30 years mainly because of the impact of climate changes. In Xinjiang, sandstorms occurred frequently from April to May, and more in the north rather than the south owing to the different climates, and it had an extremely close and obviously negative relationship with the occurrence of sandstorms, so was the temperature. The warm and wet climate changes obviously inhibited the sandstorms in Xinjiang area. In North China and the Loess Plateau, sandstorms mainly occurred from March to April, showing Xinjiang's sandstorms not reaching the two areas in May. Research in the conditions of sandstorm occurrence has a great significance to the prevention of sandstorms.

Key words: Xinjiang; sandstorm; precipitation; temperatures