

我国北方春季沙尘暴与气候因子之关系

王金艳¹, 王式功¹, 马 艳¹, 刘洪芝², 张 良¹

(1. 兰州大学大气科学学院/甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 2. 文安县刘么中学, 河北 文安县 065800)

摘 要: 利用我国北方 1954—2005 年 470 个站点的春季沙尘暴资料和相应的气候资料, 在合理区划沙尘暴易发地区的基础上, 采用气象统计分析中的相关分析方法, 对沙尘暴与气温、降水量、相对湿度、地温、风速、风蚀指数等气候因子间的相关性进行了统计分析, 研究各个区域沙尘暴发生的气候特征, 并提出了春季沙尘暴多发的简单气候概念模型。结果表明: ① 气候要素与我国北方春季沙尘暴的发生有一定的耦合关系, 南疆的沙尘暴与气候要素的相关性最好, 而北疆的最差。与沙尘暴相关性最好的气候因子是风速, 其次是风蚀指数。② 我国北方春季沙尘暴多发的简单的气候概念模型: 前期(前冬), 北、南疆地区较常年多干冷的西北气流; 青藏东南地区和柴达木地区多暖湿的西南气流; 河西地区、河套地区和东北地区为冷湿的偏西气流偏多。同期(春季), 北、南疆地区较往年干燥且多大风; 青藏东南地区和柴达木地区暖干; 河西地区、河套地区和东北地区冷且多大风。

关键词: 沙尘暴; 相关系数; 气候特征

中图分类号: P466+P445.4

文献标识码: A

沙尘暴, 尤其是特强沙尘暴天气已成为众所关注的问题, 它对发生源地的植被生态环境造成了严重的破坏, 大大加快了该地区土地荒漠化的进程, 所携带的沙尘微粒引发的气候学效应, 不但对当地大气能见度、大气光学特征、地-气辐射平衡等产生影响, 导致自然生态环境的破坏^[1-5], 并且这些微粒被送入高空随风东移, 又会造成大范围降尘和大气中气溶胶浓度的增加, 进而对区域气候产生一定的影响^[6-8]。因此, 深入研究沙尘暴的发生机理已经成为一个迫切需要解决的科学问题。

气候变化与环境、环境变化及沙尘暴出现的频率之间存在着一定的耦合关系。近些年来, 国际上尝试利用风速、降水等气候因子建立综合气候影响指数模型, 分析气候因素对沙尘暴频率格局的影响, 取得了较大进展^[9-11]。我国学者张杰等^[12]选用西北地区冬季降水量和沙尘暴日数资料, 研究了西北地区东部冬季降水与次年沙尘暴发生的关系; 张小玲^[13]指出近年来北京沙尘天气发生频次的变化主要由冷空气、降水量和气温变化所致; 李锡福^[14]、刘立超^[15]分别对青海、宁夏盐地沙尘暴天气气候特征及其成因进行了分析; 郭锐等^[16]应用西北地区沙尘暴多发区中心站和毗邻站沙尘暴日数、大风日数和降水资料, 参考相应地区的地形和地表覆盖资料, 结合卫星资料监测事实, 分析了沙尘暴中心站沙尘暴频发以及毗邻站沙尘暴发生较少的原因, 探讨了地

形与沙尘暴发生的关系; 赵建华等^[17]分析了沙尘暴与冻土深度特征, 得出沙尘暴多发中心总与当月的冻深极小值或相对低值区对应, 气温是冻深与沙尘暴反相关关系的纽带; 黄富祥^[18]建立了适合毛乌素沙地气候特征的定量模型, 并比较深入地考察了毛乌素沙地的气候因素对沙尘暴频率的影响, 利用气候影响指数对沙尘暴频率进行了拟合, 取得了一定进展; 李岩瑛等^[19]分析了河西东部沙尘暴频繁发生的气象因素, 得出长期预报取决于冬春季气温、降水量和大风日数; 中期依靠使用国内外数值预报产品; 短期与大气环流条件、分型指标有关; 短时临近预报与高空大风形势、地面上游有无大风沙尘暴天气有关。许炯心^[20]以黄土高原地区的资料为基础, 研究了沙尘暴的发生频率与自然地理因子之间的关系。发现沙尘暴的发生频率与自然地理因子密切相关, 年降水量越大, 地表物质可蚀性越小, 大风日数越少, 年均风速越小, 年均沙尘暴日数越少; 赵光平和陈楠^[21]研究了生态退化状况下的宁夏沙尘暴发生发展规律特征; 矫梅燕等^[22]对比分析了 2002 年和 2003 年春季沙尘天气发生的大气环流及地表条件特征, 并探讨了 2002 年和 2003 年典型沙尘天气过程和冷空气过程中大气动力条件的作用。

但我国地域辽阔, 不同区域的环境、环境变化以及沙尘暴的变化存在较大差异, 所以有必要在对沙尘暴多发地区进行合理区划^[23]的基础上, 分别研究

收稿日期: 2005-11-22; 改回日期: 2006-02-15

基金项目: 干旱气象科学研究基金项目(IAM200516); 国家自然科学基金项目(40375015)共同资助

作者简介: 王金艳(1977—), 女(汉族), 新疆沙湾人, 博士, 讲师, 主要从事干旱气候与灾害气象的研究工作。

E-mail: wangjy_415@163.com 或 wangjy03@st.lzu.edu.cn

各个区域沙尘暴发生的前期和同期的气候特征。本文利用我国北方 470 个站点,1954—2005 年的沙尘暴资料以及相应的地面气候资料,对我国北方不同区域影响沙尘暴变化的多种地面气候因素进行了详细的探讨研究,总结提出我国北方地区春季沙尘暴多发的简单的气候概念模型,为准确预报沙尘暴的发生以及沙尘暴科学研究提供依据,达到更有效地防灾、减灾的目的。

1 资料与方法

1.1 资料

沙尘暴数据使用的是我国北方 470 个气象站 1954—2005 年逐月沙尘暴发生日数资料,主要以沙尘暴的逐月出现日数作为定量表征指标。使用的气温、降水量、湿度、地温、风资料是中国北方 470 地面台站 1951—2005 年月平均气温、月降水量、月平均湿度、月平均地表温度和月平均风速资料。

1.2 计算方法

主要对沙尘暴与气候因子间的相关性进行分析,采用气象统计分析与预报方法^[24]中的相关系数计算方法。

关于气候因子的选择,不仅选取了前人研究常涉及的降水和风速,还选取了代表大气状态的气温、相对湿度,对近地面的气温和植物的生长发育有很大影响的地温以及表示地表风蚀程度的风蚀指数。对于沙尘暴研究而言,风蚀指数是一个新的综合指标。

风蚀气候侵蚀力是气候条件影响风蚀的可能程度的量度,是过去 20 多年来国内外广泛应用的风蚀方程中 5 个自变量之一,是土地沙化和农田风蚀评判的重要指标,国际上通常采用风蚀气候因子表示。鉴于气候风蚀力综合了降水、气温和风速等多种气象要素,能基本代表自然地理条件的变化,是本区沙漠化和沙尘暴形成的直接动力,因此将风蚀指数作为影响沙尘暴发生的因素之一。

Chepil^[25]提出气候因子的概念认为气候条件决定年均土壤损失量,气候因子受表土颗粒含水量和平均风速的影响,其中风速项是基于土的飘移速率和平均风速的立方成正比,土壤含水量项是基于土壤的可蚀性,并随 Thornthwaite 指数变化的土壤近表层当量含水量的平方成反比。随后联合国粮农组织^[26]将 Chepil 公式做了修改:

$$C = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{12} u_{2i}^3 \left(\frac{ETP_i - P_i}{ETP_i} \right) d_i \quad (1)$$

万方数据

$$ETP = \begin{cases} 0.19(20 + T)^2(1 - RH) & T > -20 \\ 0 & T \leq -20 \end{cases} \quad (2)$$

公式(1)、(2)中, u_2 为 2 m 高处的月均风速; ETP 为月潜在蒸发蒸腾; P 为月降雨量; d 为每月的总天数; T 为月平均温度; RH 为相对湿度。当潜在蒸发(EPT)小于降水(P)时,由于地面不会产生实际的沙尘暴,虽然风蚀的潜在能力仍然存在,但可认为风蚀指数为 0。

因 Chepil 公式在干旱区应用有较大局限性;而联合国粮农组织提出的公式,既简单方便,又有较高的准确性。

2 沙尘暴发生与气候要素的关系

2.1 沙尘暴与气候要素的相关性

利用我国沙尘暴天气易发区的区划^[23],即:①北疆区(包括古尔班通古特沙漠在内的天山以北和阿尔泰山以南的区域);②南疆区(包括塔克拉玛干沙漠和库姆塔格沙漠及其邻近区域);③河西区(以巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠为主体,涉及祁连山以北,东至贺兰山以西的区域);④柴达木盆地(以柴达木盆地沙漠为主体,涉及祁连山以南至巴颜喀拉山脉以北的区域);⑤河套区(贺兰山以东至太行山以西的区域,包括了乌兰布和沙漠、库布齐沙漠和毛乌素沙地);⑥东北区(太行山以东至东北的半干旱区,包括浑善达克沙地、科尔沁沙地和呼伦贝尔沙地);⑦青藏东南区(青海南部至西藏东北部,巴颜喀拉山脉以南和喜马拉雅山脉以北的区域),分别探讨 7 个区的沙尘暴发生的气候因子特征。

我国沙尘暴主要发生在春季,约占全年的 50%~60%。因此,只分析春季(3—5 月)沙尘暴与前期(前一季)和同期 6 种气候要素之间的关系(表 1)。

1) 北疆地区:总体而言,沙尘暴与本地气候要素的相关性比较差。沙尘暴与前期的降水量、同期的风蚀指数和相对湿度的相关系数分别为-0.358、0.336、-0.291,相关系数通过了 $\alpha=0.05$ 的显著性水平检验。说明影响北疆春季的沙尘暴发生的主要气候因素是前冬的降水量与同期的相对湿度、风蚀指数。

2) 南疆地区:与其他区域相比,沙尘暴与本地气候要素相关性比较好。沙尘暴与前期气候要素相关性最好的是风速(0.800),其次是风蚀指数(0.361)和气温(-0.306);沙尘暴与同期的气候要素相关性最好的是风速(0.801)、风蚀指数(0.723)和相对湿度(-0.518),相关系数都通过 $\alpha=0.01$ 的显著性水平检验。6 种气候要素中,风速与沙尘暴

表 1 我国北方春季沙尘暴与气候要素的相关系数

Tab. 1 Correlation coefficients between dust-storm and climatic factors in spring in northern China

项目		气温	降水量	相对湿度	地温	风速	风蚀指数
北疆	前期	−0.264 *	−0.358 **	−0.219	−0.212	0.182	−0.152
	同期	−0.090	−0.194	−0.291 **	−0.008	0.226	0.336 **
南疆	前期	−0.306 **	0.016	0.041	−0.295 **	0.800 ***	0.361 **
	同期	−0.069	−0.284 *	−0.518 ***	−0.052	0.801 ***	0.723 ***
河西	前期	−0.293 **	0.335 **	0.356 **	−0.214	0.396 ***	0.077
	同期	−0.263 *	0.005	−0.009	−0.177	0.482 ***	0.519 ***
柴达木	前期	0.162	0.281 *	0.464 ***	0.080	0.273 *	0.326 **
	同期	0.506 ***	−0.427 ***	−0.430 ***	0.477 ***	0.153	0.150
河套	前期	−0.264 *	0.226	0.092	−0.138	0.513 ***	−0.061
	同期	−0.308 **	−0.139	−0.196	−0.121	0.540 ***	0.580 **
东北	前期	−0.215	0.279 *	0.281 *	−0.045	0.642 ***	0.336 **
	同期	−0.499 ***	−0.067	0.149	−0.521 ***	0.661 ***	0.555 ***
青藏东南	前期	0.386 ***	0.332 **	0.199	0.597 ***	−0.005	0.077
	同期	0.503 ***	0.141	−0.362 **	0.524 ***	−0.031	0.014

注：***，**，* 分别表示相关系数通过 $\alpha=0.01,0.05,0.1$ 的显著性检验。

的相关性最好，次之是风蚀指数。说明导致南疆春季沙尘暴发生的主要因素是大风和干旱。

3) 河西地区：沙尘暴与本地前期气候要素相关性最好的是风速(0.396)，其次是相对湿度(0.356)和降水量(0.335)，相关系数均通过 $\alpha=0.05$ 的显著性检验；沙尘暴与同期气候要素相关性最好的是风蚀指数(0.519)，其次是风速(0.482)，相关系数均通过 $\alpha=0.01$ 的显著性检验。6 种气候要素中影响本区春季沙尘暴发生的主要气候因素与南疆地区的基本一致。

4) 柴达木地区：沙尘暴与本地前期相对湿度(0.464)和风蚀指数(0.326)呈正相关，相关系数分别通过 $\alpha=0.01$ 和 $\alpha=0.05$ 的显著性检验；沙尘暴与同期气温(0.506)和地温(0.477)也呈明显的正相关，但与相对湿度(−0.430)和降水量(−0.427)呈负相关，相关系数都通过 $\alpha=0.01$ 的显著性检验。该区与南疆地区、河西地区不同的是春季沙尘暴的发生主要与前冬相对湿度和同期降水量、相对湿度、气温的变化有关，而与风速和风蚀指数的相关性很弱。

5) 河套地区：沙尘暴与本地前期气候要素相关性最好的是风速(0.513)，其次是气温(−0.264)，相关系数分别通过 $\alpha=0.01$ 和 $\alpha=0.1$ 的显著性检验；沙尘暴与同期气候要素相关性最好的是风蚀指数(0.580)和风速(0.540)，其次是气温(−0.308)，相关系数分别通过 $\alpha=0.01$ 和 $\alpha=0.05$ 的显著性检验。说明影响河套地区春季沙尘暴发生的主要地面气候要素同样是大风和干旱。

6) 东北地区：沙尘暴与本地前冬的气候要素相关性最好的是风速(0.642)，其次是风蚀指数(0.336)，相关系数分别通过 $\alpha=0.01$ 和 $\alpha=0.05$ 的显著性检验，与前期气候要素风速(0.661)和风蚀指

数(0.555)呈明显的正相关，与地温(−0.521)和气温(−0.499)呈明显的负相关，相关系数都通过 $\alpha=0.01$ 的显著性检验。与河套、河西和北疆地区不同之处在于东北地区沙尘暴与同期的地温相关性也很好。可看出，影响本区沙尘暴变化的主要是风速、风蚀和温度的变化。

7) 青藏东南地区：沙尘暴与地温(前期为 0.597、同期为 0.524)的相关性最好，其次是气温(前期为 0.386、同期为 0.503)，相关系数都通过 $\alpha=0.01$ 的显著性检验，而与风速的变化无关，这与北疆、南疆、河西、河套以及东北地区明显不同。

由于青藏东南地区和柴达木地区处于高原地带，海拔高度较高，相应的气温和地温都比同纬度地区低，青藏高原的许多地区春季地温都低于 5℃，而且由于地形的影响，锋面系统很少，主要是切变线和短波槽，所以风以阵性风为主。独特的高原气候导致了沙尘暴的发生频率受气温和地温的影响较大，而对我国北方其他海拔低于 2 000 m 的地区沙尘暴的发生起主要作用的地面气候要素，如风速，对高原地区沙尘暴的发生作用却并不那么显著。

总体上说，南疆的沙尘暴与气候要素的相关性最好，而北疆的最差。只有柴达木地区和青藏东南地区的沙尘暴与气温呈正相关，可能是这两个地区特殊的地形和海拔高度较高所造成的；其余各区(除了北疆区)与气温都呈负相关。降水量与柴达木地区同期的沙尘暴呈明显的负相关。相对湿度与同期的北疆、南疆、柴达木和青藏东南地区沙尘暴呈负相关。风速和风蚀指数与各个区沙尘暴的发生频率都呈正相关(除了青藏东南地区)，地温与青藏东南地区沙尘暴相关性最好，其次是东北地区。总之，海拔相对较低的地区沙尘暴的发生主要受风速的影响，而高原地区沙尘暴的发生主要受气温或地温的作

用。

2.2 北方春季沙尘暴多发的简单气候概念模型

我国北方春季沙尘暴多发的前冬气候特征(图 1):北疆地区是降水量偏少;南疆地区是月平均风速大、风蚀剧烈、气温和地温偏低;河西地区是月平均风速大、降水量多和相对湿度偏高、气温偏低;柴达木地区是相对湿度偏高和风蚀偏强;河套地区是风速偏大;东北地区是风速偏大、风蚀偏强;青藏东南地区是地温和气温偏高、降水量偏多。结合各个区域分布,我国北方春季沙尘暴多发的前冬气候特征可总结为:北、南疆地区较往年干冷的西北气流,青藏东南地区和柴达木地区多暖湿的西南气流,河西地区、河套地区和东北地区为冷湿的偏西气流。

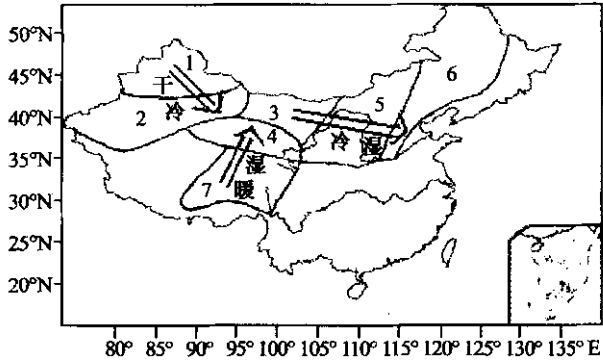


图 1 我国北方春季沙尘暴多发的前冬气候特征
图中 1~7 表示的是 7 个分区

Fig. 1 Climatic character of winter in pre-phase of spring dust-storms with high frequency in northern China

我国北方春季沙尘暴多发的同期气候特征(图 2):北疆地区是风蚀偏强、相对湿度偏低;南疆地区是风速偏大、风蚀剧烈、相对湿度偏低;河西地区是风蚀强烈、风速偏大;柴达木地区是气温和地温偏高、相对湿度和降水量偏低;河套地区是风蚀偏强、

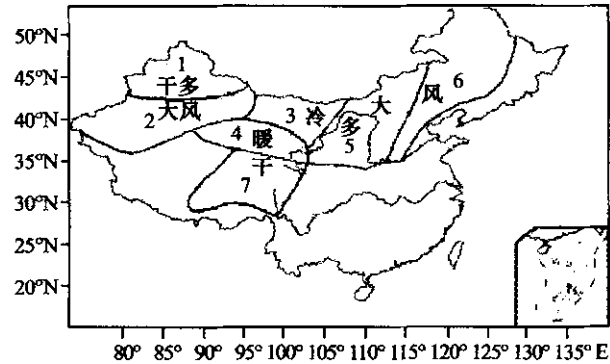


图 2 我国北方春季沙尘暴多发的同期气候状况
图中 1~7 表示的是 7 个分区

Fig. 2 Climatic character of the corresponding period with high frequency of dust storm in northern China in spring
万方数据

风速偏大、气温偏低;东北地区风速和风蚀偏强、气温和地温偏低;青藏东南地区地温和气温偏高、相对湿度偏低。结合各个区域分布,我国北方春季沙尘暴多发的同期气候特征可总结为:北、南疆地区较正常年份干燥且多大风;青藏高原和柴达木地区暖干,河西、河套和东北地区冷且多大风。

3 结论

综上所述,可得到如下结论:

1) 气候要素与我国北方春季沙尘暴的发生有一定的耦合关系,其中,南疆的沙尘暴与气候要素的相关性最好,而北疆的最差。只有柴达木地区和青藏东南地区的沙尘暴与气温呈正相关,可能是这两个地区特殊的地形和海拔高度较高所造成的;其余各区(除了北疆区)与气温都呈负相关。降水量与柴达木地区同期的沙尘暴呈明显的负相关。相对湿度与同期的北疆、南疆、柴达木和青藏东南地区沙尘暴呈负相关。风速和风蚀指数与各个区沙尘暴的发生频率都呈正相关(除了青藏东南地区),地温与青藏东南地区沙尘暴相关性最好,其次是东北地区。海拔相对较低的地区沙尘暴的发生主要受风速的影响,其次是风蚀指数,高原地区沙尘暴的发生则主要受气温或地温的间接作用。

2) 我国北方春季沙尘暴多发的简单气候概念模型:前期(前冬)表现为,北、南疆地区较常年多干冷的西北气流;青藏东南地区和柴达木地区多暖湿的西南气流;河西地区、河套地区和东北地区为冷湿的偏西气流。同期(春季)表现为,北、南疆地区较往年干燥且多大风;青藏高原和柴达木地区暖干;河西、河套和东北地区冷且多大风。

参考文献(References):

[1] Tegen L, Fung L. Modeling of mineral dust in atmosphere: Sources, transport, and optical thickness[J]. J Geophys Res, 1994, 99: 88879-22914.
[2] Tegen L, Fung L. Contribution to the atmospheric mineral aerosol load from land surface modification[J]. J Geophys Res, 1995, 100: 18707-18726.
[3] Tegen L, Lacis A A, Fung L. The influence on climate forcing of mineral aerosols from disturbed soil[J]. Nature, 1996, 380: 419-422.
[4] Li X, Maring H, Savoie D, et al. Dominance of mineral dust in aerosol lightscattering in the North Atlantic trade winds[J]. Nature, 1996, 380: 416-419.
[5] Andreae M A. Raising dust in the greenhouse[J]. Nature, 1996, 380: 389-390.
[6] Idso S. Thermal blanketing: A case for aerosol-induced climatic alteration[J]. Science, 1974, 186: 50-51.

[7] Idso S, Brazel A. Planetary radiation balance as a function of atmospheric dust: Climatological consequences[J]. Science, 1977, 198: 731—733.

[8] Littmann T. Dust storm frequency in Asia: Climatic control and variability[J]. Int J Climatol, 1991, 11: 393—342.

[9] McTainsh G H, Lynch A W, Tews E K. Climatic controls upon dust storm occurrence in eastern Australia[J]. Journal of Arid Environment, 1998, 39: 457—466.

[10] McTainsh G H, Burgess R C, Pitblado J R. Aridity drought and dust storms in Australia (1960—1984)[J]. Journal of Arid Environments, 1989, 16: 11—22.

[11] McTainsh G H, Lynch A W, Burgess R C. Wind erosion in eastern Australia[J]. Journal of Soil Research, 1990, 28: 323—339.

[12] 张杰, 郭锐, 荻潇泓. 西北地区东部冬季降水与次年沙尘暴发生的关系[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 603—606.

[13] 张小玲, 李青春, 谢璞, 等. 近年来北京沙尘天气特征及成因分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(3): 417—521.

[14] 李锡福. 青海省沙尘暴天气气候特征及其成因分析[C]//沙尘暴监测预警服务研究. 北京: 气象出版社, 2002: 227—232.

[15] 刘立超, 安兴琴, 李新荣, 等. 宁夏盐地沙尘暴特征分析[J]. 中国沙漠, 2003, 23(1): 33—37.

[16] 郭锐, 张杰, 韩涛, 等. 西北特殊地形与沙尘暴发生的关系探讨[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 576—581.

[17] 赵建华, 俞亚勋, 孙国武. 冻土对沙尘暴的影响研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(5): 658—662.

[18] 黄富祥, 张新时, 徐永福. 毛乌素沙地气候因素对沙尘暴频率影响作用的模拟研究[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1875—1885.

[19] 李岩瑛, 李耀辉, 罗晓玲, 等. 河西走廊东部沙尘暴预报方法研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 607—610.

[20] 许炯心. 黄土高原地区沙尘暴形成的自然地理因素: I 影响因素分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(4): 547—551.

[21] 赵光平, 陈楠. 生态退化状况下的宁夏沙尘暴发生发展规律特征[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 45—49.

[22] 矫梅燕, 牛若芸, 赵琳娜, 等. 沙尘天气影响因子的对比分析[J]. 中国沙漠, 2004, 24(6): 696—700.

[23] Wang S G, Wang J Y, Zhou Z J, et al. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China[J]. Atmospheric Environment, 2005, 39(3): 509—520.

[24] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 1979: 1—268.

[25] Chepil W S. Climatic factor for estimating wind erodibility fields[J]. Journal and Water Conservation, 1962, 17(4): 162—165

[26] FAO. A provisional Methodology for Soil Degradation Assessment[M]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979.

Relation between Climatic Characters and Dust Storm
in Spring in Northern China

WANG Jin-yan¹, WANG Shi-gong¹, MA Yan¹, LIU Hong-zhi², ZHANG Liang¹

(1. The Gansu Key Laboratory of Arid Climate Change and Reducing Disaster, College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. Liume Middle School of Wen'an County, Wen'an 065800, Heibei, China)

Abstract: The relation between climatic characters and dust storm in spring in northern China is mainly studied by using the data of dust storms and corresponding climatic data during 1954—2005, based on the reasonable regional division. The correlation between frequency of dust storm and climatic factors is analyzed, including air temperature, precipitation, relative humidity, ground temperature, wind speed and index of wind erosion. The results of this study are as follow: ①The frequency of dust storm is highly associated with the change of climatic factors in China. The relation between frequency of dust storm and climatic factors is the best in South Xinjiang, the worst in North Xinjiang. In addition, the climatic factor in highest correlation with frequency of dust storm is wind speed, second is index of wind erosion. ②The conditions of high frequency of dust storm in spring in northern China were drawn. In pre-spring, the dry-cold northwestern airflows are stronger and more frequent in North Xinjiang and South Xinjiang regions than the normal, the warm-moist southwestern airflows increase in southeastern Qinghai-Xizang and Chaidamu regions, and the cold-moist airflows are frequent in Hexi region, Hetao and northeastern China regions. In spring, compared with the normal, South Xinjiang and North Xinjiang are dryer and strongly windy, southeastern Qinghai-Xizang and Chaidamu regions are dryer and warmer, and Hetao and northeastern China regions are colder and strongly windy.

Keywords: dust storm; correlation coefficient; climatic character