

下垫面因子对内蒙古中西部沙尘暴时空分布的影响

达布希拉图^{1,2} 赵春生³

(1 内蒙古农业大学水利土木建筑工程学院; 2 内蒙古气象科学研究所, 呼和浩特 010051;

3 北京大学物理学院大气科学系, 北京 100871)

摘要 选取内蒙古中西部 37 个站 1961~2000 年 3~5 月气温、相对湿度等地面气象因子, 分析它们对内蒙古中西部沙尘暴频率的影响以及内蒙古中西部单站沙尘暴频率的变化趋势。结果表明: 1961~2000 年 3~5 月平均气温高于 4 ℃ 和 3~5 月平均相对湿度低于 40% 地区对应沙尘暴多发区。从单站的沙尘暴频率变化来看, 非沙化区(包括沙区)有明显的减少趋势; 沙漠化发展区没有减少趋势, 下垫面状况的恶化, 使沙漠化地区和沙漠化发展区正在成为新的沙尘暴源地。

关键词 地面气象因子 内蒙古 沙尘暴频率

引言

内蒙古中西部地处中亚中高纬度的干旱、半干旱地区, 该地区与蒙古国西南部大片荒漠地区是中亚沙尘暴多发区域。内蒙古中西部自西向东分布着 6 个沙漠和沙地, 它们是巴丹吉林、腾格里、乌兰布和、库布齐、毛乌素沙漠和浑善达克沙地。大部分区域地表干旱, 植被稀少, 当大风过境时, 很容易引起沙尘暴。因此, 内蒙古中西部是中国西北沙尘暴高发区之一, 亦是主要沙尘暴源地之一。春季(3~5 月)是该地区沙尘暴高发季节, 沙尘暴发生频率约占全年的 80% 左右^[1]。

过去 40 年中, 内蒙古中西部各大沙漠、沙地面积逐渐扩大, 根据卫星遥感监测资料和图像的分析、计算, 内蒙古西部的乌兰布和、腾格里和巴丹吉林沙漠 20 世纪 90 年代比 60 年代面积扩大了约 74.2 万 hm^2 ; 整个中西部沙漠、沙地面积 90 年代比 70 年代增加了约 556.4 万 hm^2 ^[2]。下垫面条件的逐渐恶化, 更有利于沙尘暴的形成。然而, 下垫面条件的恶化与沙尘暴发生频率的变化趋势相反, 这一方面说明了下垫面条件仅仅是沙尘暴发生不可缺少的物质条件, 不是主导因素; 另一方面说明了沙尘暴发生的决

定因素是天气气候条件。在一定的下垫面条件下, 天气气候的变化决定了沙尘暴频率的变化^[3,4]。

1 资料

采用内蒙古中西部 37 个站 3~5 月的沙尘暴观测资料。另外从沙尘暴范围来看, 单站沙尘暴局地性较强, 20 个以上台站同时发生沙尘暴的个例少, 容易遗漏沙尘天气过程, 所以我们统计分析了同时有 10 个以上台站发生沙尘暴的过程。沙尘暴发生频率的统计采用 37 个站 40 年(1961~2000 年)水平能见度的实测数据。对出现能见度小于 1000 m 的测站记为该站的 1 个沙尘暴发生日。

2 下垫面条件对沙尘暴频率的影响

2.1 气温对沙尘暴频率时空变化的影响

图 1 是内蒙古中西部 3~5 月平均地面气温(1961~2000 年)和内蒙古中西部沙尘暴频率空间分布。3~5 月平均气温高于 4 ℃ 的地区对应着沙尘暴(10 个站以上)多发区, 而且温度越高, 沙尘暴频率越高, 说明春季温度高、土壤解冻早、加快水分蒸发使表层疏松、干燥, 容易引起沙尘暴天气。同时由于沙地地面气温升高快, 当冷空气入侵时, 对流相

科技部项目“沙尘暴成因及综合防治技术开发与示范”课题(200-k01-03-02)资助

作者简介: 达布希拉图, 男, 1968 年生, 在读博士生, 高级工程师, 从事大气物理研究工作, Email: dabu@vip.sina.com

收稿日期: 2004 年 6 月 4 日; 定稿日期: 2004 年 11 月 15 日

对强烈, 极易引起沙尘暴天气。

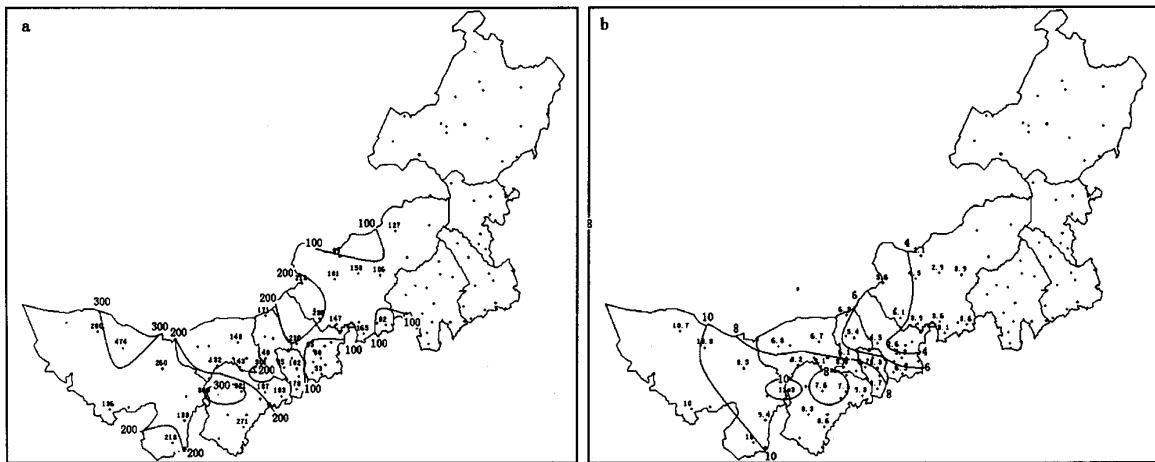


图 1 1961~2000 年内蒙古中西部 3~5 月 (a) 平均地面气温 (10^{-1}°C) 和 (b) 沙尘暴频率 (次) 空间分布

2.2 相对湿度对沙尘暴频率时空变化的影响

图 2 是内蒙古中西部 3~5 月地面空气相对湿度 (%) 分布 (1961~2000 年)。从图 2 可以看出, 3~5 月平均相对湿度低于 40% 地区和沙尘暴多发区分布非常一致。湿度越低沙尘暴越多, 说明湿度低的干旱地区植被稀疏、土壤干燥、沙化严重, 而且温度高土壤水分易蒸发, 土壤裸露风蚀严重。

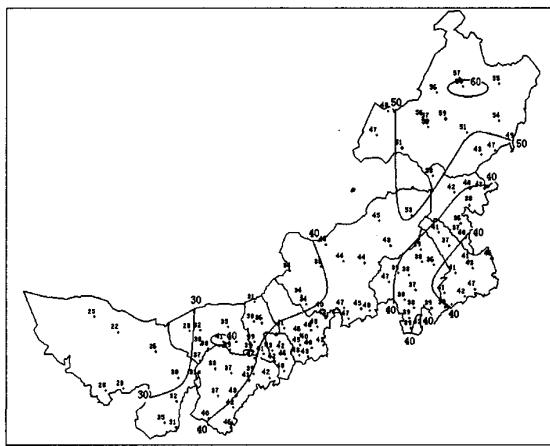


图 2 1961~2000 年内蒙古中西部 3~5 月
空气相对湿度 (%) 分布

2.3 内蒙古中西部各地单站沙尘暴频率时空分布

下垫面的恶化是沙尘暴发生的一个重要条件, 为了更进一步了解下垫面变化与沙尘暴频率之间的关系, 我们选取了具有代表性的 6 个站点, 它们是额济纳、巴彦浩特、临河、呼和浩特、朱日和和锡林浩

特, 分别代表不同的下垫面状况: 额济纳位于沙漠之中(非沙化区); 巴彦浩特和朱日和位于沙漠边缘(沙漠化发展区); 临河、呼和浩特位于荒漠半荒漠草原, 离沙漠较远(潜在沙化区); 锡林浩特位于典型的草原和草甸草原(非沙化区)。图 3 是这 6 个站点 40 年沙尘暴频率的年际变化图。从单站沙尘暴频率年际变化图上可以看出:

(1) 位于阿拉善沙漠中的额济纳沙尘暴频率最高, 但 40 年间沙尘暴频率减少的趋势最为显著。这说明下垫面已经恶化的沙漠地区是沙尘暴多发地区。在下垫面变化不大的情况下, 像这样的沙漠地区, 近 40 年来沙尘暴频率有明显下降趋势。

(2) 临河、呼和浩特和锡林浩特较远离沙漠, 且下垫面为非严重恶化的潜在沙化区, 沙尘暴频率的减少趋势显著(通过 0.01 检验)。说明下垫面非严重恶化区, 近 40 年来沙尘暴具有明显的下降趋势。

(3) 巴彦浩特、朱日和位于沙漠边缘且处于严重沙化发展区, 沙尘暴频率变化趋势不明显, 虽然近 40 年来总体上沙尘暴频率在减少, 但这些沙漠化发展区在下垫面恶化的情况下, 沙尘暴频率没有明显的减少趋势。也就是说, 沙漠化是加剧沙尘暴频率增多的重要原因。尤其从 1985 年以来, 巴彦浩特、朱日和等站处于沙漠化的荒漠草原区(沙漠化发展区), 其局地性沙尘暴频率高于额济纳等沙漠中地区的频率, 也高于临河、呼和浩特等沙漠化不严重的荒漠半荒漠草原地区(潜在沙化区)和锡林浩特等典型

草原和草甸草原地区的频率。这些沙漠化发展地区是新的沙尘暴源地,而且80年代以来这些地区的沙

尘暴频率都超过了沙漠地区。

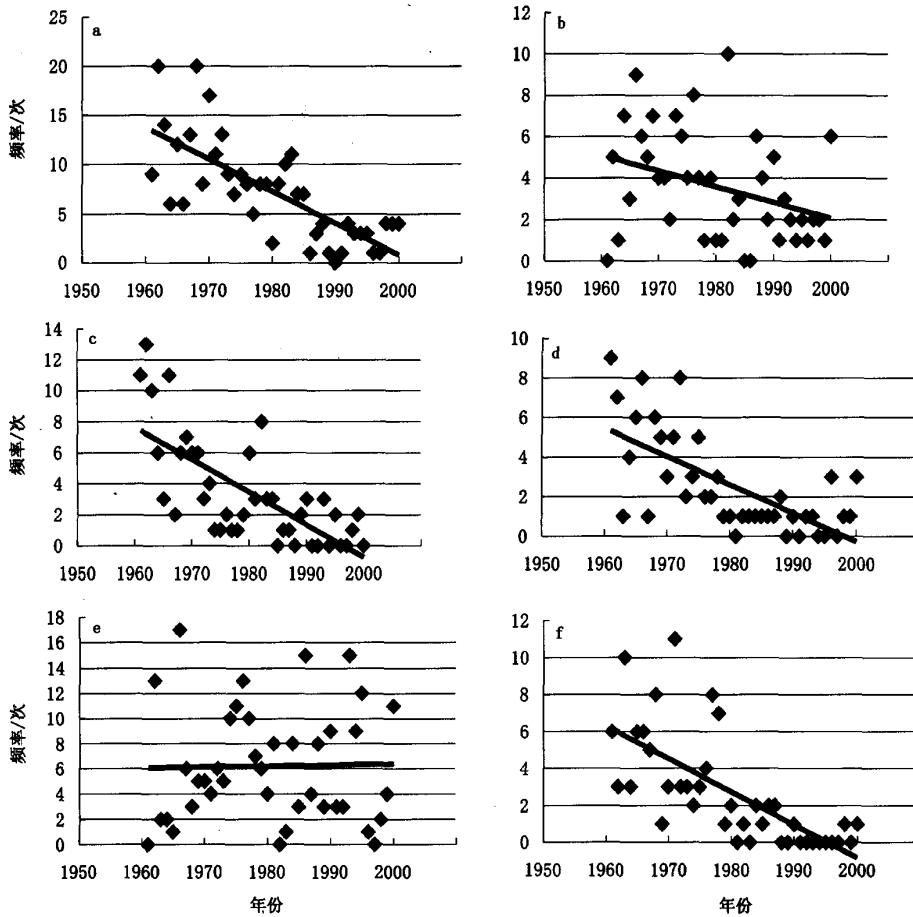


图3 额济纳(a)、巴彦浩特(b)、临河(c)、呼和浩特(d)、朱日和(e)和锡林浩特(f)沙尘暴频率年际变化趋势

3 结论

(1) 3~5月平均气温高于4℃的地区对应沙尘暴多发区。3~5月平均相对湿度低于40%的地区对应沙尘暴多发区。

(2) 从单站的沙尘暴频率变化来看,沙漠地区总的频率最高,有明显减少趋势(趋势显著,相关系数0.7468);而较远离沙漠地区的荒漠半荒漠草原地区及典型草原、草甸草原,近40年来沙尘暴频率有明显减少趋势;沙漠化地区及沙漠化加剧区(沙漠化发展区),沙尘暴频率近40年来没有明显减少趋势,而且还有增多的趋势(但不显著)。1985年以来,沙漠化地区和沙漠化发展区由于下垫面情况的

恶化,沙漠化严重,沙尘暴频率超过了原先的沙漠区,这些沙漠化地区和沙漠化发展区正在成为新的沙尘暴源地。

参考文献

- 1 Gao Tao, Xiao Yu, Qingxia Ma, et al. Climatology and trends of the temporal and spatial distribution of sandstorms in Inner Mongolia. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2003, 3: 51~66
- 2 白美兰,沈建国,裴浩,等.气候变化对沙漠化影响的评估.气候与环境研究,2002,7(4): 457~464
- 3 Zhao Chunsheng, Dabu X, Li Ying. Relationship between climatic factors and dust storm frequency in Inner Mongolia of China. *Geophys. Res. Lett.*, 2004, 31(1): L01103 10.1029/2003GL018351
- 4 周秀骥,徐祥德,颜鹏,等.2000年春季沙尘暴动力学特征.中国科学,2002,32(4): 327~334

Influence of Surface Meteorological Factors on Spatial Distribution of Dust Storms in Middle-Western Inner Mongolia

Dabu X^{1,2} Zhao Chunsheng³

(1 Department of Hydrology and Water Resources, Inner Mongolia Agriculture University, Hohhot 010051;

2 Meteorology Research Institute, Inner Mongolia Autonomous Regional Meteorological Bureau, Hohhot 010051;

3 Department of Atmospheric Science, School of Physics, Peking University, Beijing 100871)

Abstract: The air temperature, relative humidity, and soil moisture from the middle-western part of Inner Mongolia were studied in order to find their effects on the dust storm occurrence frequency. The changing trends of dust storm frequency in individual observational stations of the middle-western part of Inner Mongolia were analyzed to determine the influence of surface conditions on dust storm frequency. The results indicate: from 1961 to 2000, the areas with the average air temperature from March to May being higher than 4 °C and average relative humidity from March to May being lower than 40% were frequently attacked by dust storms. According to the dust storm frequencies of individual stations, non-desertified areas tend to decrease apparently and desertification-developing areas have no tendency to reduce. These areas are becoming new source areas of dust storm.

Key words: surface meteorological factor, Inner Mongolia, dust storm, occurrence frequency

(上接第 423 页)

Analysis of Air Temperature Variation Characteristics in Recent 42 Years in Qinghai Province

Wang Qingchun Qing Ningsheng Zhang Guosheng Li Ling Zhao Yongye

(Qinghai Provincial Meteorological Bureau, Xining 810001)

Abstract: Based on the monthly air temperature from 26 representative stations in Qinghai from 1961 to 2002, the standard weighted average air temperature sequence was given, and the characteristics of air temperature variation in recent 42 years in Qinghai was analyzed. The results show that air temperature in Qinghai has been increasing with a rate of 0.25 °C per ten years. The annual averaged air temperature is the lowest in the 1960s, began to increase in the 1970s, and has been increasing significantly since the 1990s, with the highest ten-year averaged air temperature in the decade. The air temperature in Qinghai has evident seasonal and regional variation, and the variation tendencies of maximum and minimum temperature are generally non-symmetry. The variation tendency of air temperature in Qinghai is consistent with that across China. The increasing rates of annual, autumn, and winter air temperature are much greater in Qinghai than those in other parts of China. The phase of air temperature variation is five to six years ahead in Qinghai of that in the whole China. This conclusion is in agreement with the viewpoint that the Qinghai-Tibet plateau is probably one of most sensitive areas to the climate change in China.

Key words: Qinghai Province, air temperature, variation characteristics