

# 东北典型黑土区土壤风蚀环境分析

杨 新<sup>1,2</sup>, 郭江峰<sup>3</sup>, 刘洪鹄<sup>1</sup>, 刘宝元<sup>1</sup>

(1. 北京师范大学地理学与遥感科学学院/环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;

2. 陕西省气象科技创新基地, 陕西 西安 710015; 3. 陕西省汉中市气象局, 陕西 汉中 723000)

**摘要:**根据1951~2000年的日平均风速、气温和降水数据以及1980~2000年的沙尘暴资料, 分析东北典型黑土区的风蚀环境。结果表明, 东北典型黑土区6个气象站点1~5月平均气温50年来显著升高, 1~5月总降水量没有明显变化趋势。嫩江年大风日数1980年以来比1950~1960年多, 年沙尘暴日数也有所上升, 土壤风蚀环境趋于严重; 哈尔滨等5地风蚀环境减弱。典型黑土区土壤风蚀环境在整个东北地区处于中等状态。

**关键词:**东北黑土区; 风蚀环境

中图分类号: F301 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2006)04-0443-06

东北黑土区是中国重要的商品粮基地, 但黑土资源正面临着严重的土壤侵蚀问题。黑土流失主要有水蚀和风蚀。冬春地表植被覆盖低值期与降水低值期同步, 以及较强的风力是引起风蚀的主要原因<sup>[1]</sup>。根据观测, 松嫩平原平播麦地每年被大风剥蚀的表土厚有0.5~1.0 cm<sup>[2]</sup>。风蚀除造成土壤退化外, 还能引起沙尘暴等环境危害。沙尘暴是指强风把地面大量沙尘卷入空中, 使空气特别混浊, 水平能见度低于1 km<sup>[3]</sup>。广义的沙尘暴包括气象学中浮尘、扬沙和沙尘暴; 狹义的沙尘暴则仅分为沙暴和尘暴, 东北三省西部是沙暴的发生区域<sup>[4]</sup>。史培军认为中国北方的沙尘活动不仅仅是一个气候变化的函数, 而且表现为一系列复杂的地表人地系统动力学过程, 土地利用中植被覆盖比例减少是北方风沙活动加剧的主要驱动力之一<sup>[5]</sup>。全球气候变化的背景下, 中国东北地区正在暖干化, 森林面积减少<sup>[6, 7]</sup>, 耕地增加、沼泽减少<sup>[8]</sup>。在如此土地覆盖格局和全球气候变化的大背景下, 东北黑土区环境特征及其对土壤风蚀的发生的状况, 是很值得研究的问题。

## 1 研究区概况及数据来源

研究区位于中国东北, 为典型黑土区, 范围包括122°24'~128°21'E, 43°20'N~49°40'N之间的

黑龙江、吉林、辽宁以及内蒙古自治区的呼伦贝尔盟的部分地区(图1)。

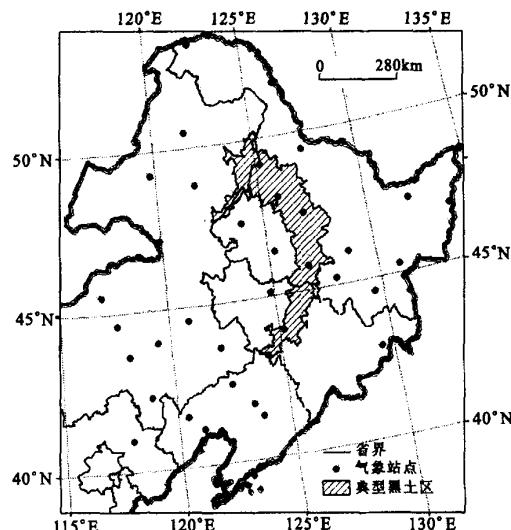


图1 研究区位置及气象站点分布

Fig. 1 Location of studied region and meteorological stations

沙尘暴、风速、气温和降水等资料来源于中国地面天气资料国际交换站定时值数据集。本文主要分析研究区内(所用资料来自嫩江、克山、海伦、哈尔滨、长春和四平6个气象站)的沙尘暴、风速、气温和降水等气象因子在时间上的变化及其在空

收稿日期: 2005-04-11; 修订日期: 2005-08-16

基金项目: 国家自然科学基金重点项目“东北黑土区土壤侵蚀机理与土地退化预警(40235056)”资助。

作者简介: 杨 新(1976-), 女, 河北辛集市人, 博士研究生, 主要从事自然地理方面的研究。E-mail: yangxinxin\_3@sohu.com

间上(所用资料包括东北区其它气象站点如齐齐哈尔等34个)的相对关系,试图探讨研究区土壤风蚀环境状况。

## 2 研究方法

风速是土壤风力侵蚀的重要驱动因素之一<sup>[9]</sup>。地面风速超过一定临界值,就会产生风蚀。这个临界值与地面粗糙度、地面物质粒径大小等有关。沙暴的起沙风速是5 m/s,尘暴则更小<sup>[4]</sup>。据测定,裸地起沙风速4.0 m/s,小麦地5.2 m/s,生草沙地4.8 m/s,二年生果园为6.8 m/s<sup>[10]</sup>。起沙风速指平均风速>5 m/s<sup>[11]</sup>,刘明义认为吉林省西部风蚀耕地临界起沙风速6.3~7.9 m/s<sup>[12]</sup>,农田土壤的风蚀量与风速之间呈指数函数的变化规律,沙的风蚀量与风速之间呈幂函数的变化规律<sup>[13]</sup>。根据刘连友等资料,砂质壤土、壤质砂土和固定风砂土的起动风速分别为6.0、6.6和5.1 m/s<sup>[14]</sup>。焉耆盆地3种土壤的起风速度从4.7~7.3 m/s<sup>[15]</sup>。

本研究区为东北黑土区,多为农耕地,综合考虑,本文取临界起沙风速的最大值8 m/s,来统计风速大于8 m/s的日数。

对于同一测站,大风日数与沙尘天气的季节变化有着很好的相关关系,湿度条件以及地表温度对沙尘天气的季节变化也有一定作用<sup>[16]</sup>。由沙尘暴的定义所产生的判断标准过于宽泛,使得沙尘暴的强度等级划分难以实际操作,沙尘暴研究所应用的指标并不统一。徐启运曾用瞬间极大风速和最小

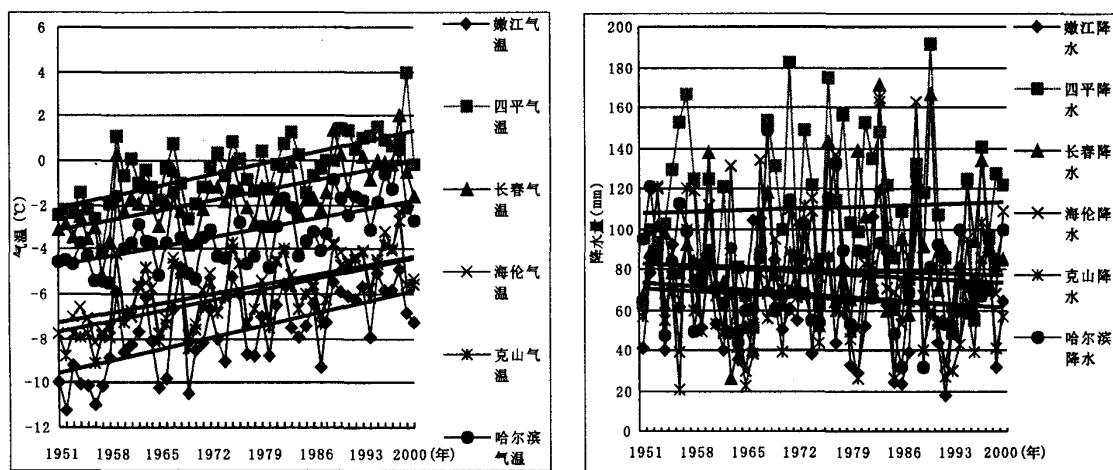
能见度为指标划分西北地区的沙尘暴强度<sup>[17]</sup>,更多的文献采用沙尘暴日数来研究沙尘暴特征<sup>[18~21]</sup>。因此本文以沙尘暴出现日数作为指标来研究东北典型黑土区的沙尘暴发生特征。

土壤含水量是影响风蚀的重要因素。气温与浅层土壤含水量关系密切,在东北北部和东北西部,春季气温和浅层土壤水分含量有着显著的相关关系,而降水对浅层土壤水分含量的影响又比气温更加显著<sup>[22]</sup>。本文考察春季气温、降水的变化情况,以反映东北典型黑土区的土壤风蚀环境。

## 3 研究区风蚀特征分析

### 3.1 干湿状况

气温采用风蚀多发期1~5月平均气温,降水量为1~5月的总降水量(图2)。近50年来6个气象站点的1~5月均温都是显著升高趋势,这显示了东北地区冬春季的强烈增温趋势<sup>[23]</sup>。6个气象站点1~5月总降水量50年来变化趋势不明显,处于波动变化中,与文献[24]分析结果相似。分析6个气象站点的降水记录,显示研究区降水年内分配极不均匀,1~5月的降水量只占全年降水量的约15%。气温升高,地表的蒸发能力也随之增强,表层的土壤含水量降低,而又没有较多的降水补充地表,这就使研究区的土壤在春季有变干燥的趋势,更加易于被风吹蚀。6个站点50年的气温和降水资料均显示,该研究区在1~5月这一时段内环境有变干的趋势,土壤风蚀环境也随之有加重的趋势。



气温为1~5月均温;降水为1~5月总降水

图2 1951~2000年气温降水变化

Fig. 2 Changes of mean temperature and total precipitation from January to May during 1951–2000

### 3.2 大风日数

统计 1951~2000 年的各月 50 年平均大风日数(图 3),显示了研究区 50 年来春季 3~5 月份平均风速最大,大风日数也最多,嫩江 1980~2000 年 3~5 月 3 个月平均风速大于 8 m/s 的天数占总天数 69.6%,克山 74.6%,海伦 81.6%,哈尔滨占 70.2%,长春 61.6%,四平 75%。研究区内 3~5 月正式春耕春播季节,植被稀少,植被覆盖度极低,地表土壤疏松。由上面干湿状况分析得知,该时段是年内降水最少的时期,3~5 月是 1 年中最容易发生风蚀的时段。大风日数年内分布的另一特点 7~9 月 3 个月是 1 年中大风日数最少的 3 个月,这一时段正当夏季,研究区植被茂密,覆盖度较高,降水较多,大风、干湿状况的配合使 7~9 月成为最不易发生风蚀的时期。

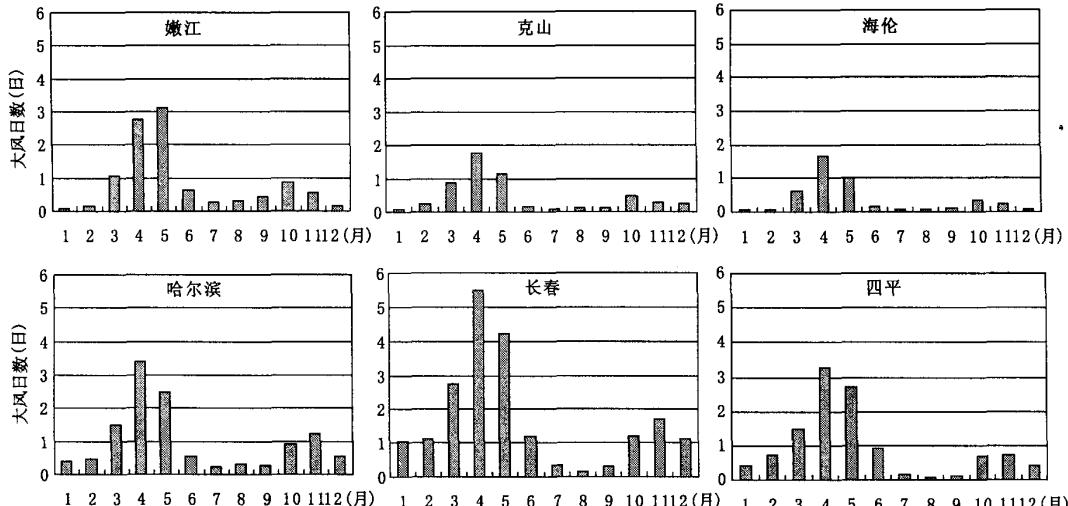


图 3 研究区 6 站点大风日数年内分布频率(1951~2000 平均)

Fig. 3 Mean monthly gale days of 6 stations (average of 1951~2000)

风蚀可能性最近 20 年比 1950~1970 期间大,海伦、哈尔滨 1980 年以后比之前风蚀可能性减小。克山、长春、四平的风蚀可能性 50 年来持续减小。从总体来看,克山、海伦的风蚀可能性比其它 4 个站点小。

### 3.3 沙尘暴日数

图 4 显示 6 个站点 50 年来的沙尘暴情况。除嫩江的其余 5 个气象站沙尘暴年发生日数都明显减少。1980 年和 1990 年年大风日数相比,嫩江站持平,而其他各站都是 1990 年代的发生天数远远低于 1980 年代(表 1)。在年内分布上,3~5 月份

研究区 6 个站点大风日数的年际变化见图 4。嫩江年大风日数 1951~2000 年的变化趋势是先升后降,1970 年代末达到高峰,1980 年代以后的大风日数整体多于 1950、1960 年。海伦、哈尔滨年大风日数 50 年来变化趋势与嫩江相似,不同之处就是海伦和哈尔滨 1980 年代以来的大风日数比前一阶段少。克山、长春、四平的大风日数 50 年来变化趋势为下降趋势。从年大风日数的整体水平看,长春、哈尔滨、嫩江年大风日数较多,克山、海伦年大风日数较少。

风速是土壤风力侵蚀的重要驱动因素之一,年大风日数可以反映土壤风力侵蚀可能性的大小。从 6 个站点年大风日数的变化趋势来看,嫩江、海伦、哈尔滨土壤风蚀可能性不断增大,1970 年代末达到最大,此后到 2000 年又不断减小。其中嫩江

占绝大多数,占总数的 81.6%,这与王式功<sup>[12]</sup>指出的沙尘暴发生频率 4 月最高,3、5 月次之相吻合。

### 3.4 空间关系

统计研究区和周围地区一共 40 个气象站点的年平均沙尘暴的天数(1980~2000 年)以及年平均大风的天数(1951~2000 年),使用 ARVIEW3.2 对其做空间插值(反距离权重法)得到它们的空间分布形势(图 5)。在大风发生天数较多的地区,一般沙尘暴发生的天数也比较多。哈尔滨、长春和四平的大风日数都在多发区,这三个站点的沙尘暴

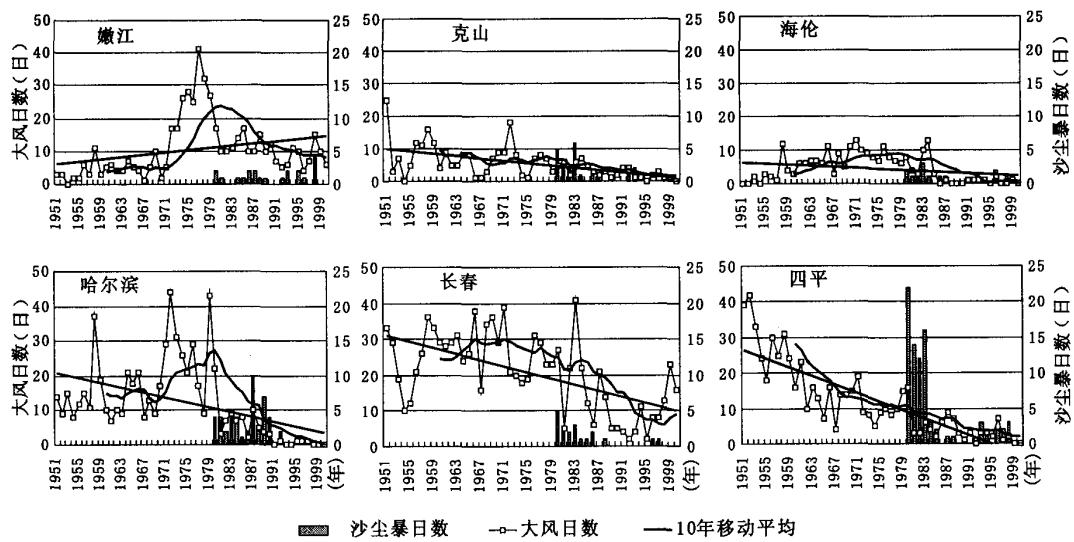


图 4 6 站点大风、沙尘暴日数年际变化

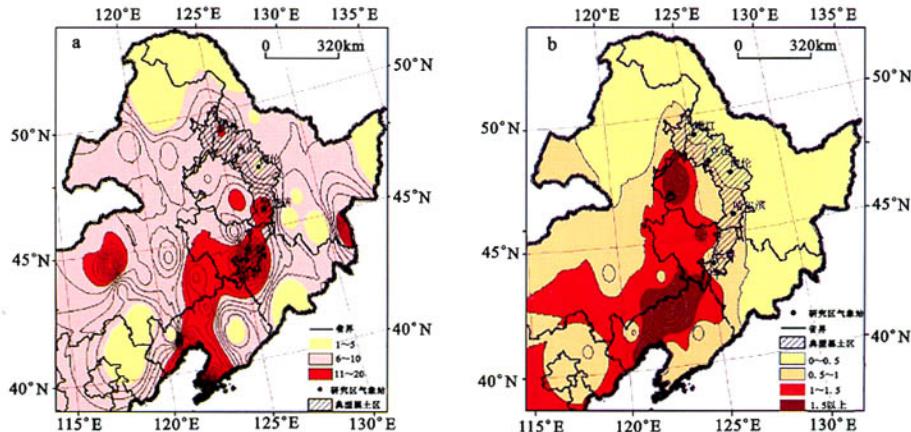
Fig. 4 Annual changes of gale days and dust days of 6 stations

表 1 沙尘暴发生日数年代分布(日)

Table 1 Distribution of dust days in different decades

沙尘暴日数	嫩江	克山	海伦	哈尔滨	长春	四平
1980 年	11	18	10	40	17	71
1990 年	10	5	3	7	2	12

资料缺 2000 年 1~6 月。



a. 年均大风日数;b. 年均沙尘暴日数

图 5 风蚀环境分析

Fig. 5 Analysis of wind erosion environment

发生的频率也比较高。从年平均大风日数、沙尘暴日数来看,研究区在整个东北地区中风蚀环境处于中等状态,既不是最轻微的地区,也不是最严重的地区。

#### 4 研究区风蚀环境分析

1980~1999 年嫩江的沙尘暴年发生日数(图 4)有显著增加趋势。嫩江 1~5 月均温自 1950 年

代以来一直是明显升高的趋势,1~5月降水为波动变化当中有微弱的减少趋势。同时,尽管嫩江风速大于8 m/s的年大风日数从1970年代末至2000年开始减少,但是比1950、1960年代还是增多了。这就说明气温升高和降水减少使土壤更疏松干燥,在较小风速下也有可能发生沙尘暴,地表土壤更易于被吹蚀。从50年来的气候变化趋势看,嫩江风蚀环境趋于严重,沙尘暴的增加趋势也证明了1980年以后地表土壤状况也更容易被风吹蚀。

哈尔滨等5站大风日数(图4)都有不同程度的减少,对应时期的沙尘暴日数也为减少趋势,而且50年来的1~5月均温显著增加,降水呈波动变化,没有明显趋势。四平、哈尔滨和长春的沙尘暴发生日数虽然有减少趋势,但发生日数在6个站点中仍然是比较多的;而且这3个站点3~5月大风日数也相对较多。这显示了大风日数的变化趋势影响了沙尘暴日数的变化趋势。从大风日数和沙尘暴发生日数看,典型黑土区哈尔滨等5站风蚀环境在减弱。

在整个东北地区,典型黑土区位于沙尘暴发生较多区域的外沿,年均大风日数也较多,土壤风蚀环境比较严重。

## 5 结 论

东北典型黑土区各气象站点1951~2000年期间,1~5月平均气温显著升高,1~5月降水量没有明显的增多或减少趋势,年大风日数自1980年代以来有明显减少趋势。1980~2000年沙尘暴日数除嫩江外都是减少趋势。

嫩江站年沙尘暴日数变化趋势自1980年有增加趋势,年大风日数自1980年以来有弱减少趋势,但是年大风日数整体来看还是比1950、1960年代多。综合沙尘暴日数、大风日数,以及气温、降水等气象因素的变化趋势,可以得到结论,嫩江风蚀环境趋于严重。

哈尔滨等5站虽然50年来1~5月均温显著升高,1~5月降水有减少趋势,但是年沙尘暴日数都有变少的趋势,年大风日数自1950年代以来有减少趋势,可以说哈尔滨等5站的风蚀环境有所减弱。

典型黑土区的土壤风蚀环境在整个东北地区属于中等水平。

但是,本文只根据气象站点的沙尘暴观测资料

及大风资料,辅以气温、降水等资料,粗略分析研究区内的风蚀环境变化情况,难免有片面之处。因为许多气象站观测到的沙尘暴可能属于异地起沙,当地的土壤风蚀也可能不会造成当地沙尘暴的发生,可能只是扬沙天气。因此可以认为只要地面风速大于起沙风速(本文使用8 m/s临界风速),就已经构成风蚀环境。然而,沙尘暴的发生日数和大风日数仅仅是评价风蚀环境的参考指标,要详尽、准确评价区域风蚀环境,还要考虑许多其它因素,如植被盖度以及农作制度(如春耕还是秋耕)等。而且本文沙尘暴数据序列很短,只有1980~2000年的数据,这无疑也影响了对沙尘暴变化趋势的判断。

## 参 考 文 献:

- [1] 张军涛,李哲,郑度.东北农牧交错区水分条件及其对植被分布的影响[J].地理科学,2001,21(4):297~300.
- [2] 孟凯,张兴义.松嫩平原黑土退化的机理及其生态复原[J].土壤通报,1998,29(3):100~102.
- [3] 中央气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,1979.
- [4] 申元村,杨勤业,景可,等.我国的沙暴、尘暴灾害及其防治[J].中国减灾,2001,11(2):27~30.
- [5] 史培军,严平,袁艺.中国北方风沙活动的驱动力分析[J].第四纪研究,2001,21(1):41~47.
- [6] 吴正方,靳英华,刘吉平,等.东北地区植被分布全球气候变化区域响应[J].地理科学,2003,23(5):564~570.
- [7] 徐新良,刘纪远,庄大方,等.基于3S技术的中国东北地区林地时空动态特征及驱动力分析[J].地理科学,2004,24(1):55~60.
- [8] 李颖,田竹君,叶宝莹,等.嫩江下游沼泽湿地变化的驱动力分析[J].地理科学,2003,23(6):686~691.
- [9] 张国平,张增祥,刘纪远.中国土壤风力侵蚀空间格局及驱动因子分析[J].地理学报,2001,56(2):145~158.
- [10] 高安,吴诗怡.黄淮海平原沙地风蚀的研究[J].土壤学报,1996,33(2):184~191.
- [11] 朱震达,刘恕,邸醒民.中国的沙漠化及其治理[M].北京:科学出版社,1989.
- [12] 王式功,董光荣,陈慧忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349~356.
- [13] 荣姣凤,张海涛,毛宁.土壤风蚀量随风速的变化规律研究[J].干旱地区农业研究,2004,22(2):149~153.
- [14] 刘连友,王建华,李小雁,等.耕作土壤可蚀性颗粒的风洞模拟研究[J].科学通报,1998,43(15):1663~1666.
- [15] 周华荣.焉耆盆地土壤风蚀作用试验初报[J].水土保持学报,2002,16(6):26~27.
- [16] 翟盘茂,李晓燕.中国北方沙尘天气的气候条件[J].地理学报,2003,58(增刊):125~131.

- [17] 徐启运,胡敬松. 我国西北地区沙尘暴天气时空分布特征[J]. 应用气象学报,1996,7(4):479~482.
- [18] 张德二,陆 风. 我国北方的冬季沙尘暴[J]. 第四纪研究,1999,(5):441~447.
- [19] 李栋梁,钟海玲,魏 丽. 中国北方年沙尘暴日数的气候特征及对春季高原地面感热的响应[J]. 高原气象,2003,22(4):337~345.
- [20] 叶笃正,丑纪范,刘纪远,等. 关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J]. 地理学报,2000,55(5):513~521.
- [21] 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.
- [22] 孙 力,安 刚,高枞亭,等. 中国东北地区地表水资源与气候变化关系的研究[J]. 地理科学,2004,24(1):42~49.
- [23] 孙凤华,任国玉,赵春雨. 中国东北地区及不同典型下垫面的气温异常变化分析[J]. 地理科学,2005,25(2):167~171.
- [24] 唐 蕴,王 浩,严登华,等. 近 50 年来东北地区降水的时空分异研究[J]. 地理科学,2005,25(2):172~176.

## Soil Wind Erosion Environment in Black Soil Region in Northeastern China

YANG Xin<sup>1,2</sup>, GUO Jiang-Feng<sup>3</sup>, LIU Hong-Hu<sup>1</sup>, LIU Bao-Yuan<sup>1</sup>

(1. College of Geography and Remote Sensing Science, Beijing Normal University/Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing 100875; 2. Meteorological Institute of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710015; 3. Meteorological Bureau of Hanzhong, Hanzhong, Shaanxi 723000)

**Abstract:** Based on the average daily wind speed data, average daily air temperature data, daily precipitation data of 1951~2000, and the daily dust data of 1980~2000, the wind erosion environment of black soil region in the northeastern China was analyzed. In the study area, the average air temperature from January to May has been increased markedly since 1951. And the total precipitation from January to May has no obvious change. In Nenjiang annual gale days in 1980~2000 was much more than that in 1950~1960, annual dust days have increased too, so the soil wind erosion environment in Nenjiang is serious than before. In Harbin and other stations in the study area soil wind erosion environment is weakening. In the whole northeastern China, the soil wind erosion environment is moderate.

**Key words:** black soil region; soil wind erosion environment; northeastern China