

内蒙古土壤水分变化对沙尘天气的影响及在区域性沙尘天气预警中的应用

陈素华¹, 吴向东¹, 曹艳芳²

(1.内蒙古气象台, 内蒙古 呼和浩特 010051; 2.内蒙古气候中心, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要: 对内蒙古地区土壤水分和沙尘天气季节和年际的变化特点进行了分析, 发现沙尘天气和土壤水分基本遵循着共同的变化规律。年际间, 土壤水分含量和沙尘天气次数的差异均较大, 但季节变化都以一年为周期进行波动。0~20cm 土壤相对湿度的大小, 对沙尘天气的形成有着重要影响, 土壤相对湿度越大, 沙尘天气越难以形成, 但当相对湿度 40% 时, 地表疏松干燥, 为沙尘天气的形成提供了最有利的下垫面条件。

关键词: 内蒙古; 土壤相对湿度; 沙尘天气

中图分类号: S152.7; S661.7 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2005) 专辑-0061-04

Effect and Application of Early Warning of Soil Moisture Change on Sand Dust Weather in Inner Mongolia

CHEN Su-hua¹, WU Xiang-dong¹, CAO Yan-fang²

(1. Inner Mongolia Meteorological Observatory, Huhhot 010051, China; 2. Inner Mongolia Climate Center, Huhhot 010051, China)

Abstract: This article has analyzed change characteristic of soil moisture and the sand dust weather season in Inner Mongolian area. The results showed that the sand dust weather and the soil moisture basically is following the common change rule. Influence of 0~20 cm soil relative humidity was the important to the sand dust weather formation. The soil relatively wet was more; the sand dust weather is more difficult to form. When relative humidity 40%, the soil surface is dry, it has provided the most advantageous for the sand dust weather formation.

Key words: Inner Mongolia; Soil relative humidity; Sand dust weather.

内蒙古自治区位于祖国北疆, 是沙尘天气多发、频发地区之一, 并随着近几年的气候变化, 沙尘天气发生频率明显增加, 范围逐步扩大、东移, 持续时间延长。由于降水的减少和温度的升高, 土壤水分含量下降, 2000 年春季, 内蒙古地区先后出现了 12 次大范围的风沙天气, 狂风卷着沙尘一路滚滚而下, 所经之处黄土蔽日, 2001 年共发生 19 次沙尘暴, 除了春季多发外, 隆冬季节也时有发生, 沙尘天气不但给内蒙古地区造成巨大的经济损失, 而且袭击了北方大部分省市, 甚至波及到长江流域的沿海地区, 尤其是京津地区的生态环境遭到严重的威胁, 土地荒漠化问题已经到了非治理不可的地步。而土壤水分状况不仅直接影响牧草的生长发育, 并

与沙尘天气的发生和发展密切相关。

1 内蒙古地区土壤水分观测站的分布

内蒙古自治区气象局在全区布设了 16 个农业气象观测站 (16 个农业气象观测站均分布在自治区农牧交错带) 和 8 个牧业气象观测站 (均匀地分布于自治区北部牧区), 本文所用土壤水分资料, 是建站 (所有农牧业气象实验站均在 1981~1984 年期间建立) 至 2004 年固定地段土壤相对湿度资料。随着近年来自治区政府对生态环境治理力度的加大, 自治区气象局在 2003 年启动了气候生态监测项目^[1], 土壤水分观测资料已由过去的 24 个增

收稿日期: 2005-12-11

项目来源: 中国气象局气象新技术推广项目 (沙尘天气预警系统的推广及应用)

作者简介: 陈素华 (1964-), 女, 赤峰人, 高级工程师, 在读硕士, 从事农业气象业务和科研工作。

加到目前的 117 个, 分布在所有旗县气象站和部分气候观测站, 除此以外, 全区还建有 14 个自动土壤水分观测站和 514 个加密雨情点, 并且在未来几年内自动站的布设数量仍将会大幅度增加, 使得大多数盟市的站点平均间距在 30~40 km, 这样密度的土壤水分资料基本能够反映出全区各地下垫面状况, 对于做好沙尘天气预报、预警提供了更加全面的地面信息。

2 区域性沙尘天气预警系统设计

区域性沙尘天气预警系统是在充分利用现有的各种沙尘暴监测预测研究成果及方法和手段, 综合分析各种沙尘监测和气象实况的基础上, 建立的功能较全面的区域性实时业务系统^[2]。此系统以各种常规地面、高空观测资料、卫星遥感产品、沙尘暴监测服务系统前期工程所获取的各种新的特种观测资料为基础, 结合短期、短时及临近预报产品, 建立沙尘天气预警业务流程。本系统的建设可以提高各级政府及有关部门防御和减轻沙尘天气危害的能力, 改善内蒙古等沙尘天气多发地区的生态环境, 减轻沙尘天气对工农业生产、通讯、交通、运输及人民生命财产和环境质量所带来的损失和危害, 切实为沙尘天气趋利避害、防灾减灾提供可靠的科学依据。

主要包括: 内蒙古地区沙尘天气预报预警显示系统; 内蒙古中西部沙尘暴天气概念模型; 内蒙古土壤水分监测在沙尘暴预警系统中的利用。功能有: 灾前、灾中预警功能, 数据接收功能, 当日天气查录功能, 前期天气查询存储功能和历史库动态曲线显示功能。

3 内蒙古地区土壤水分与沙尘天气变化特点

3.1 土壤水分季节和年际变化

土壤水分的变化是多种因素综合影响的结果, 可以概括为两个主要方面: 即水分蓄存和水分消耗。内蒙古大部分地区的地下水位较低、地势平坦、地下水补给和地表径流很少。土壤水分影响因子完全来自于自然降水, 其季节和年际变化主要决定于气象因子的时间变化。从季节变化看, 0~20 cm 土层土壤水分在春季土壤解冻(自 3 月上旬开始从西到东陆续解冻)到封冻(自 11 月上旬开始从东到西陆续封冻)期间存在明显的季节变化。正常年份, 在 3

月下旬开始随着土壤陆续解冻, 土壤水分因冻融的作用而略有增加, 4 月上旬开始, 由于温度升高, 大风天气增多以及太阳辐射增强, 而自然降水量又较少, 地面干土层开始增厚, 一般在 4 月下旬至 5 月上旬很多地区, 尤其是牧区干土层达到 10 cm 左右, 牧草虽已返青, 但覆盖度偏低。进入 6 月份, 随着夏季的到来, 大气降水开始增多, 土壤水分含量也开始增加, 直到 7 月下旬至 8 月上旬达到峰值; 进入 8 月中下旬后, 随着秋季的到来, 降水逐渐减少, 土壤水分呈缓慢下降趋势, 到封冻前土壤干土层稍有回升, 降水偏少的年份可达到 5 cm 以上。

土壤水分的多寡在很大程度上受气候、环境变化的制约, 而气候、环境条件随年份不同发生变化。据统计, 全区土壤水分的年际变化特点不同, 但趋势相似。20 世纪 80 年代初和 90 年代中期土壤水分距平百分率多为正值, 20 世纪 80 年代中后期和 21 世纪初距平百分率为负值, 表明土壤水分从 20 世纪 80 年代初开始不断减少, 察右后旗和锡林浩特市分别在 1988 年和 1990 年降到低谷; 之后水分逐步增加, 察右后旗增加幅度明显大于锡林浩特市峰值出现时间相差 3 年; 20 世纪 90 年代末、21 世纪初土壤水分迅速减少, 并达到最低值, 土壤干旱十分严重。

3.2 沙尘天气季节和年际变化特点及其成因

沙尘天气是指强风从地面卷起大量尘沙, 使空气浑浊, 水平能见度明显下降的一种天气现象。沙尘天气分为浮尘、扬沙、沙尘暴三类。沙尘暴是指大风扬起地面的尘沙, 使空气浑浊, 水平能见度小于 1 km 的风沙现象, 当水平能见度小于 0.5 km 时, 定义为强沙尘暴; 扬沙是指由于大风将地面沙尘吹起, 使空气相当浑浊, 水平能见度在 1~10 km 之内的一种天气现象, 俗称“落黄沙”; 浮尘指尘土、细纱均匀地浮游在空中, 使水平能见度小于 10 km 的一种天气现象, 多为远处沙尘经上层气流传播而来, 或为沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的细粒浮游空中而成。浮尘常使远处景物呈现黄褐色或灰黄色, 天气呈苍白色或微黄色。一般来讲, 沙尘暴和扬沙都是指大风将地面沙尘吹起, 使空气浑浊, 两者的区别只是能见度的差别, 一般发生在荒漠化的土地和大面积开垦土地和裸露地。浮尘则是由远处的沙尘暴和扬沙输送而来。

内蒙古地处北疆, 是各路冷空气入侵我国的必经之地, 大风多为沙尘天气的发生提供了动力条

件; 大部分时段地表裸露并存在干土层, 松散干燥的地表为沙尘天气的发生提供了充足的沙源。使得内蒙古地区尤其是中西部地区一年四季都可能发生沙尘天气, 并存在着明显的季节和年际特征。

3.2.1 沙尘天气季节变化特点及其成因 春季(3-5月)是沙尘天气的多发季节, 锡林浩特市春季仅沙尘暴日数平均为 2.6d, 占全年沙尘暴总日数的 50%; 苏尼特右旗春季沙尘暴日数平均为 7.2d, 占全年沙尘暴总日数的 66%。另外, 春季的沙尘暴天气又以 4 月份居多, 这和大风日数较多有很大关系, 但是更和土壤干燥, 干土层开始增厚有重要关系。冬季也较容易产生沙尘天气, 尤其是 1999 年以来, 正值隆冬季节, 沙尘暴就肆虐起来。据对锡林郭勒盟 9 个观测站冬季沙尘暴资料分析发现, 在 1961-1965 年的 5 年时间里仅苏尼特右旗出现过 3 次沙尘暴, 其他站均未出现。1966 年是有气象纪录以来冬季沙尘暴出现次数最多的一年, 其中苏尼特右旗和朱日和分别高达 18 次和 17 次, 而在此之前从未有过冬季沙尘暴记录的正镶蓝旗和正镶白旗也分别出现 3 次和 6 次。此后冬季沙尘暴的发生逐渐缓和, 1967-1980 年 14 年时间里苏尼特右旗和朱日和冬季沙尘暴日数基本在 1-5 次之间, 正镶蓝旗大部分年份为 1-2 次, 而白旗仅偶尔出现 1 次; 1981-1990 年这 18 年是锡林郭勒盟乃至全自治区冬季沙尘暴出现最少的时段, 对于主要沙源地的苏尼特右旗和朱日和也仅仅在个别年份出现 1-2 次, 而正镶白旗和正镶蓝旗基本没有出现。但到了 1999 年冬季沙尘暴再次肆虐, 其发生次数骤增, 波及的范围越来越广, 连生态环境良好的东乌珠穆沁旗也难逃此劫。

分析其原因发现, 草原大面积退化、沙化, 土壤保墒能力下降, 为冬季沙尘暴的发展推波助澜, 致使风速为 6-7m/s 即可发生明显的起沙; 另外, 秋季增暖, 所引起的其他气候问题为冬季沙尘天气的形成起到了激发促进作用, 在全球气候变暖的影响下, 内蒙古的增温幅度属于全国高值区, 虽然秋季(9-11 月份)平均增温幅度不如冬季, 但增温趋势仍很明显, 尤其是最低气温的增温趋势非常显著。最低气温的大幅度攀升, 导致土壤封冻期明显推迟, 据统计, 大部地区土壤封冻期普遍推迟 5-10d。蒸发量相应增加, 这势必导致土壤含水量的下降, 尤其是 0-20cm 土壤墒情变差, 干土层增厚, 即使冬季来临土壤封冻, 上层土壤也因水分含量太低而

变得疏松, 经大风一吹, 富含有机质的表层土壤被吹走, 有时还会将草根拔起, 造成土壤退化和沙化, 并形成新的沙尘源。而夏季(6-8 月)和秋季(9-11 月)很少产生沙尘天气。因为这段时间是雨水相对集中期, 土壤水分含量高。

3.2.2 沙尘天气年际变化特点及其成因 由于各地生态环境的变化存在着显著的差异, 不同地区沙尘天气年际变化差异比较大。以内蒙古浑善达克沙地 1961 年以来各年代沙尘发生日数为例, 该地区沙尘暴日数和扬沙日数在 20 世纪 70 年代最多, 进入 80 年代以来, 平均沙尘天气锐减, 在 90 年代中期达到最低值。90 年代末到 21 世纪初又开始增多。这一结论与上述土壤水分年际变化特征十分接近。

4 土壤水分资料在沙尘天气预警模型中的应用

从上述分析可以看出, 无论是季节上, 还是年际上, 沙尘天气和土壤水分基本遵循着共同的变化规律。尽管土壤水分含量和沙尘天气发生频率在年际间差异较大, 但季节变化均以一年为周期进行波动。内蒙古地区的沙尘天气大都集中在 3-6 月, 其中以 4-5 月出现的频率最高, 而土壤含水量的最低值基本也出现在 3-5 月。随着全球气候变暖, 内蒙古地区旱灾发生几率增加, 牧草覆盖率减少, 草场退化和沙化面积加大。到了冬季即使出现正常年份的降雪量也可形成严重的白灾, 而大部分冬季牧区很难形成坐冬雪, 裸地土壤面积在逐年增加。进入春季, 随着天气回暖, 土壤水分迅速蒸发, 含水量逐渐下降, 裸露土壤越来越疏松, 一遇到大风土壤表层的沙粒开始移动, 并伴随着气流卷入高空, 使空气变的十分混浊, 开始形成风沙天气。

研究表明, 当 0-20cm 土壤相对湿度 >60% 时, 土壤表层的沙粒难以移动, 非常不易形成沙尘天气; 当 0-20cm 土壤相对湿度在 50%-60% 时, 土壤表层的沙粒较难移动, 不易形成沙尘天气; 当 0-20cm 土壤相对湿度在 40%-50% 时, 土壤表层的沙粒容易移动, 可形成沙尘天气; 当 0-20cm 土壤相对湿度 40% 时, 土壤表层的沙粒非常容易移动, 即使风力不大, 也可形成沙尘天气(表 1)。按此标准, 根据全区 114 个气候生态观测站的土壤水分观测资料, 可对形成沙尘天气的下垫面条件进行分析。

表 1 土壤相对湿度与形成沙尘天气的下垫面条件

Tab.1 The under pad surface condition that the soil relative humidity with forms the sand dust weather

| 等级 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------|-------|-----------|-----------|-------|
| 0~20cm 土壤相对湿度 | R>60% | 60% R>50% | 50% R>40% | R 40% |
| 形成沙尘天气的下垫面条件 | 非常不易 | 不易 | 容易 | 非常容易 |

5 结论

内蒙古地区沙尘天气和土壤水分基本遵循着共同的变化规律。尽管土壤水分含量和沙尘天气发生频率在年际间差异较大,但季节变化均以一年为周期进行波动。

0~20 cm 土壤相对湿度的大小,对能否形成沙尘天气有着重要的影响。研究表明,土壤相对湿度越大,沙尘天气越难以形成,但当相对湿度 40% 时,最易形成沙尘天气。土壤水分的变化不仅与沙尘天气的发生和发展密切相关,而且对于土壤沙化、耕地风蚀也有密切的连带关系^[3-7]。因此,在我区农牧业生产中,特别是农牧交错带的干旱、半干旱地区采取少耕、免耕、粮带状间作、轮作等保护性耕作^[6],对于蓄积利用自然降水、涵养土壤水分,防止土地风蚀、沙化及退化,减少沙尘天气均有一定的作用。

参考文献:

- [1] 内蒙古气象局.内蒙古自治区气候生态环境监测技术规范[z].呼和浩特:内蒙古气象局 2004.
- [2] 郝璐,石少宏,等.区域性沙尘天气预警系统的开发与应用[J].干旱区资源与环境,2005,(4):151-154.
- [3] 赵举,等.阴山北麓防风蚀荒漠化土地利用结果优策略[J].内蒙古农业科技,2003,(5):1-5.
- [4] 张立新,等.阴山北麓风蚀沙化区保护性耕作试验[J].内蒙古农业科技,2004,(5):26-28.
- [5] 贾彦宙,等.土壤保护性耕作技术应用研究[J].内蒙古农业科技,1999,(4):6-7.
- [6] 武永智,等.黄土丘陵区集雨节水灌溉工程的若干思考[J].内蒙古农业科技,2001,(增刊):134-135.
- [7] 王翠莲.搞好土保生态建设促进社会可持续发展[J].内蒙古农业科技,2001,(增刊):228-229.
- [8] 赵举,等.阴山北麓农牧交错带灌草带状间作防风蚀效应的研究[J].华北农学报,2002,17(专辑):21-24.
- [9] 张伟华,等.草原土壤评价及其应用研究[J].内蒙古农业科技,2000,(增刊):115-118.
- [10] 李宏,等.通辽地区干旱灾害发生与解决途径的探讨[J].内蒙古农业科技,2000,(增刊):112-113.
- [11] 杜建材,等.世界干旱、半干旱地区及早地农业[J].内蒙古农业科技,2000,(增刊):75-77.
- [12] 李祝英,李保卫.包头市草场退化沙化原因的分析及防止措施[J].内蒙古农业科技,2003,(增刊):73-74.
- [13] 于春元,等.宁城县农业生态环境功能区划[J].内蒙古农业科技,2003,(增刊):280-282.
- [14] 于春元,等.宁城县农业生态环境存在的问题与保护对策[J].内蒙古农业科技,2003,(增刊):168-169.
- [15] 陈素华,宫春宁.气候对内蒙古草原生态系统的影响[J].华北农学报,2004,19(专辑):69-73.
- [16] 李玉红,等.我国北方土地沙漠化的成因及防治对策[J].内蒙古农业科技,2004,(增刊):95-98.
- [17] 赵沛义,等.土壤质地及其湿度对栗钙土起沙风速的影响[J].华北农学报,2003,18(专辑):148-150.
- [18] 刘启凤,等.改善生态环境促进农业生产发展[J].内蒙古农业科技,1998,(增刊):219-220.
- [19] 宋吉琴.浅议农业生产与免耕法[J].内蒙古农业科技,2003,(增刊):42,47.
- [20] 张晓华,等.巴林左旗天然草原植被的恢复与建设[J].内蒙古农业科技,2003,(增刊):61-62.
- [21] 吕哲星,等.内蒙古免耕法推广技术现状、存在问题与对策[J].内蒙古农业科技,2003,(增刊):121-122.
- [22] 邢杰.内蒙古旱作农业区应加强对免耕和少耕技术的推广应用[J].内蒙古农业科技,2002,(2):33-35.
- [23] 周建华,等.果粮间作复合生态农业气象要素调查研究[J].内蒙古农业科技,2000,(4):38-39.
- [24] 李秀明,等.张家口市坝上地区沙化危害治理探讨[J].内蒙古农业科技,2002,(增刊):74-76.