

The Analysis on Drought's Formation Characteristics in Datong and Its Influence on Agricultural Production

Qinglan Gao¹, Yajun Li², Guoyong Zhang³, Haiwei Bai⁴, Hongping Chen⁵, Jinqiu Liang¹,
Guiju Bai¹

¹Datong Meteorological Bureau, Datong

²Shanxi Meteorological Information Center, Taiyuan

³Shanxi Meteorological Bureau, Taiyuan

⁴School of Software, North University of China, Taiyuan

⁵Jinzhong Meteorological Bureau, Jinzhong

Email: gaoqinlan@sohu.com

Received: May 20th, 2013; revised: Jun. 17th, 2013; accepted: Jun. 23rd, 2013

Copyright © 2013 Qinglan Gao et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: To study the cause of drought and its climate characteristics in Datong city, the precipitation data of Datong from 1970 to 2012 is used. By using the precipitation anomaly percentage index, the drought level is divided and the frequency of drought occurrence and the change of time series are analyzed. The result showed that the spring and autumn droughts are the main factors caused adverse effect to agriculture of Datong affected by the special terrain and weather system, the summer drought is the second, and the longest period of severe drought has 9 years' changing characteristics.

Keywords: Datong City; Causes of the Drought; Characteristics Analysis; Agricultural Production; Influence

大同市干旱成因特征分析及其对农业生产的影响

高清兰¹, 李亚军², 张国勇³, 白海威⁴, 陈红萍⁵, 梁进秋¹, 白桂巨¹

¹大同市气象局, 大同

²山西省气象信息中心, 太原

³山西省气象局, 太原

⁴中北大学软件学院, 太原

⁵晋中市气象局, 晋中

Email: gaoqinlan@sohu.com

收稿日期: 2013年5月20日; 修回日期: 2013年6月17日; 录用日期: 2013年6月23日

摘要: 为分析大同市干旱发生的成因及其气候特征, 用大同市 1970~2012 年的降水资料, 采用降水量距平百分率指数, 划分干旱等级, 对干旱发生的频率及时间序列变化等进行分析研究, 结果是: 受特殊地形和天气系统的影响, 给我市农业生产造成不利后果的主要是春旱和秋旱, 夏旱次之, 严重干旱最长周期具有 9 年的变化特征。

关键词: 大同市; 干旱成因; 特征分析; 农业生产; 影响

1. 引言

干旱是世界上损失金钱最多的自然灾害, 全球平

均每年的旱灾损失为 60~80 亿美元^[1]。受其影响的人数比其他任何自然灾害都多。干旱除了对农业生产影

响很大外,还严重影响到生态环境和城乡人民群众的正常生活,旱灾造成粮食减产,已经直接影响到社会经济的发展,影响到社会的安定和谐。鉴于干旱的严重后果和影响,对干旱的严重程度的评估是重要的^[2]。大量的文献记载表明,大同自古以来就是一个多气象灾害的地区。干旱在大同市是一种发生频率最高、波及范围最大、影响程度最深的主要农业自然灾害^[3]。对大同干旱的研究,主要是大同观测站建站后,随着各种观测资料的积累,大同气象工作者开始对大同干旱进行思考和研究,特别是上世纪 90 年代后期到 21 世纪初期,对大同干旱的研究已逐步上升为理论的高度,如李腊平^[3]等对我市干旱成因进行了研究,认为我市是严重缺水的城市,旱灾出现机遇最多、影响范围最广,是各种自然灾害的首位,对农业生产和生态环境危害较大,而且干旱呈现出加剧的趋势,特别是特旱。这与我市的地理位置和大气的环流形势有着密切的关系。我市地处北方黄土高原,为大陆性季风气候区。因距海洋较远,加之境内山地的屏障作用,暖湿气流难以大量深入,年均降水量为 372.6 mm,属于中国降水量较少的地区,降水量季节分布不均,年季变化大,群众中有“十年九旱”之说;同时,地表植被覆盖率较小,日照时数较多,蒸发量旺盛,容易发生干旱。本文根据《气象干旱等级》国家标准,通过对大同市 43 年降水量距平百分率计算,反映了本地某一时段降水量与本地同期平均状态的偏离状态,较客观、准确地对我市各季干旱的分布特征和基本规律做了总结分析,为大同市政府和相关部门有关针对性的防旱抗旱和指导农业生产具有现实和长远的意义。

2. 资料与方法

2.1. 资料

选取 1970~2012 年大同市气象局的观测资料,对逐年及相对应的春、夏、秋三季的降水量进行降水量距平百分率计算,统计分析了大同市各个季节发生轻旱、中旱、重旱、特旱的频率,运用相关分析方法,详细分析我市干旱发生的主要原因及其基本特征。

2.2. 气象干旱的定义

干旱是指长期无雨或少雨,使土壤水分不足、作物水分平衡遭到破坏而减产的农业气象灾害^[1]。我市

的粮食生产春种秋收,因此干旱对农业生产造成的主要影响以季节划分为春旱、夏旱和秋旱。

2.3. 干旱的统计标准

《气象干旱等级》国家标准中规定了五种监测干旱的单项指标和气象干旱综合指数 CI。五种单项指标为:降水量和降水量距平百分率、标准化降水指数、相对湿度指数、土壤湿度干旱指数和帕默尔干旱指数^[1,4]。

降水量距平百分率反映了本地某一时段降水量与本地同期平均状态的偏离状态,本文选取 1970~2012 年 43 年降水量资料,计算年降水量距平百分率, $P_a = \frac{P - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100\%$ ^[5], 式中 P 为本站年(季)降水量(mm); \bar{P} 为该站为本站 30 年平均降水量(mm)(选取 1970~1999 年 30 年的平均值),它反映了当地同时段的降水气候特点。

根据《气象干旱等级》国家标准(表 1),将我市的降水量距平百分率划分等级,建立干旱等级序列。其干旱等级划分标准具有气候意义,同时段同地区都适宜。

由于生产生活和温度的关系,同等降水量在不同的季节形成的干旱程度不同,我们主要根据农业生产的用水需求,统计得到了各季降水量与干旱等级的关系,见表 2。

Table 1. The drought grades classified by precipitation anomaly percentage
表 1. 降水量距平百分率的干旱等级

等级	类型	降水量距平百分率(%)
1	无旱	-15 < P
2	轻旱	-30 < P ≤ -15
3	中旱	-40 < P ≤ -30
4	重旱	-45 < P ≤ -40
5	特旱	P ≤ -45

Table 2. The relationship between precipitation of each season and drought degree
表 2. 各个季节降水量与干旱程度的关系

降水量距平百分率(%)	降水量(单位: mm)			干旱程度
	春季	夏季	秋季	
-15	47.9	198.6	64.5	轻旱
-30	39.5	163.5	53.1	中旱
-40	33.8	140.2	45.5	重旱
-45	31.0	128.5	41.7	特旱

3. 大同市降水量分布特征、干旱频率规律

大同市地处黄土高坡,属于温带大陆性季风气候,降水的时空分布变化大,四季分明,各季长短和气候差异较大。

3.1. 年降水量

大同市的干旱和自然降水量有着密切的关系,农业生产对自然降水的利用率在 30%~70%^[2]。从 1970~2012 年 43 年的降水量统计图 1 可以看出:降水的年季变化率大,远远高于平均值的只有三年,而远远低于平均值的年份有 11 年,其余年份接近于平均值。最多降水年是 1995 年,降水量为 554.1 mm,最少年是 1993 年,降水量为 244.1 mm。最多年和最少年的降水量相差 310.0 mm,而 43 年来平均自然降水量为 369.4 mm,大约是年平均降水量的 84%。

3.2. 降水的月变化

从大同市降水量月变化曲线图 2 可见,降水量主要集中在 6~9 月,占全年降水的 75%左右。

冬季(12 月~次年 2 月)的降水量最少,平均为 6.8 mm,约占全年降水量的 2%,夏季(6~8 月)是大同的主要降水季节,降水量最大,平均为 233.6 mm,占全年降水量 63%,而秋季(9~11 月)和春季(3~5 月)分别是 75.9 mm 和 56.4 mm,各占全年降水量的 20%和 15%。因此降水量的多少直接影响着干旱的等级程度。

3.3. 降水量的季节变化特征

历年降水的季节变化,见图 3。

从图 3 中可以看出:年降水量的变化趋势和夏季的变化趋势基本一致,这也体现了夏季降水相对集中的特点。从上世纪 80 年代以来,降水量偏少的年份明显增多,尤其是 1995 年以后,年自然降水持续偏少,春、夏、秋季降水量偏少的年份也呈现增加的趋势,这也加剧了春旱的程度,同时也是春季沙尘暴、扬沙、浮尘等天气频繁的一个重要诱因。

年代的季节降水变化如表 3。

表 3 是大同市各年代的平均降水量及降水量距百分率变化情况。70 年代(1970~1979 年)平均降水量

1970-2012年年降水量 单位 (mm)

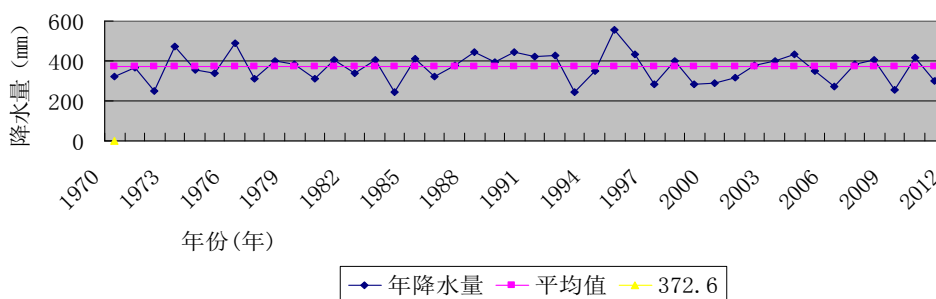


Figure 1. The precipitation changing curve over the years in Datong city (unit: mm)
图 1. 大同市降水量历年变化曲线(单位: mm)

大同市降水量月变化图

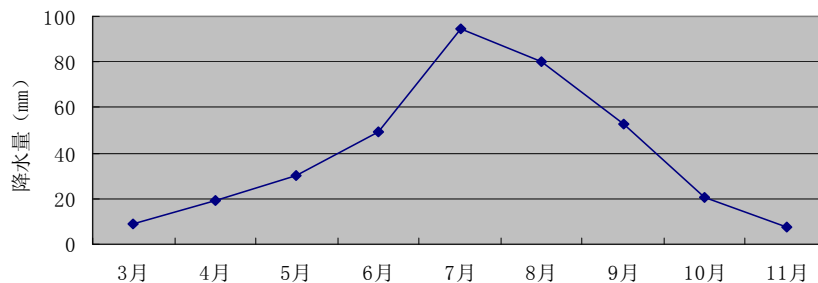


Figure 2. The precipitation changing curve of each month in Datong city (unit: mm)
图 2. 大同市降水量月变化曲线图(单位: mm)

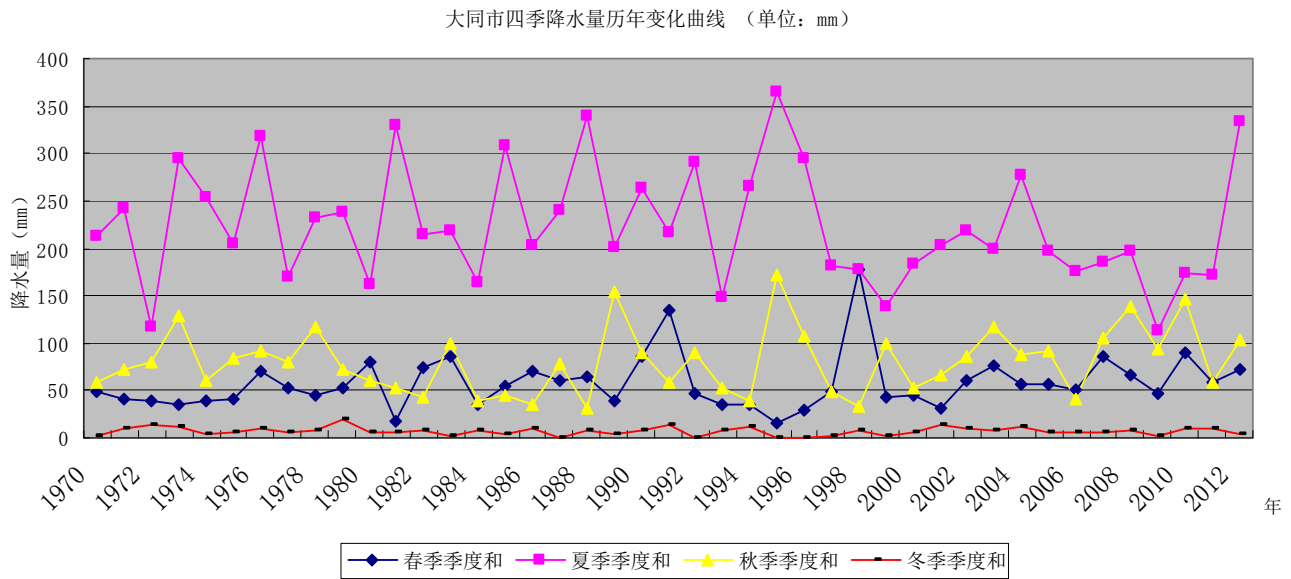


Figure 3. The changes of precipitation over the years and seasonal rainfall in Datong city
图 3. 大同市历年降水量和各季降水量的变化情况

Table 3. The precipitation and precipitation anomaly percentage distribution of each year and season in Datong city
表 3. 大同市各年代各季降水量及降水量距平百分率分布

项目	时段	年代				平均
		70	80	90	2000	
平均降水量(mm)	春季	46.1	58.2	64.9	57.4	56.7
	夏季	228.2	238.3	234.2	194.8	223.9
	秋季	84.5	63.7	79.3	87.8	78.8
	冬季	9.3	5.8	5.3	7.7	7.0
	全年	368.2	366.0	383.6	347.6	366.4
降水量距平百分率(%)	春季	-19	3	14	1	
	夏季	2	6	5	-13	
	秋季	7	-19	1	11	
	冬季	33	-17	-24	10	
	全年	0	0	5	-5	

春季偏少,夏季基本正常,秋冬季偏多;80年代(1980~1989年),秋冬季明显偏少;90年代(1990~1999年),冬季明显偏少;21世纪初期(2000~2009年),夏季明显偏少。

从同一季节来看,春季70年代降水最少,夏季21世纪初期最少,秋季80年代最少,冬季80年代和90年代连续偏少。

3.4. 大同市历年干旱发生的周期频率

通过对43年来降水量距平百分率的计算统计结果得出,大同市共出现了13个大旱年,平均3.3年有一

次旱年,其中11个大旱年(1972、1980、1984、1993、1997、1998、1999、2000、2006、2009、2011),平均3.9年有一次大旱年。其中三季连旱年为1984年、1993年和2000年。最长9年出现一个大旱年,最短连续3年都是大旱年。从季节上看,大同市出现的春旱和夏旱较多,秋旱次之,出现的干旱次数和等级分别如图4所示。

从图4中可以看出,三季共出现52次旱情,其中特旱12次,重旱3次,中旱14次、轻旱23次,它们出现的频率分别为:轻旱44%,中旱27%,重旱6%,特旱23%。中旱以上最长的周期为十年,最短的

降水量距平百分率(P)季尺度干旱图

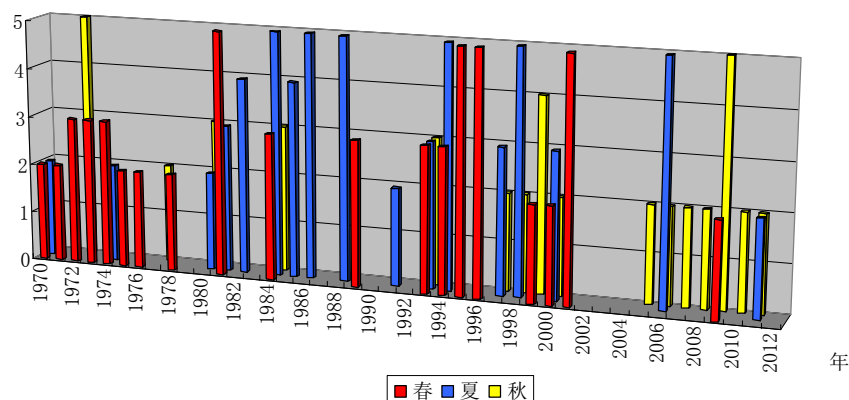


Figure 4. The quarter's drought figure of precipitation anomaly percentage (P)
图 4. 降水量距平百分率(P)季尺度干旱图

是连续出现,在 90 年代连续 8 年都发生了旱情。可见我市发生干旱的频率还是相当高的。

4. 干旱的成因分析

4.1. 大气环流异常的影响

通过对 15 个干旱年的高空环流形势分析结果,大气环流状况有一些共同的特征^[6,7]:高空 500 HPa 图上处在的脊前西北气流控制之下,地面对应的也是高压带。

春季回温快,气温偏高时,容易形成春旱的环流形势一般可分为东亚呈两槽一脊型和中亚宽脊型两类^[7]。

在高空 500 HPa 上,两个大槽之间是一个庞大的暖高压脊,脊顶一直延伸到中西伯利亚北部,50°N 附近的脊区东西宽度可达 40 个经距,脊线附近有明显的暖平流相配合我市正好位于脊前暖平流区。或者 500 HPa 为一宽广的浅脊,中高纬环流较平,我市处于西西北气流控制之下,暖平流较强,地面处于东部变性高压带控制之下,无明显冷空气南下,气温持续偏高。

在夏季,副高是影响我市天气的重要系统,它的加深和减弱,西伸和东退,北进和南撤,都会引起我市的天气变化。西太平洋副高中心一般位于 130°E 以西,脊线在 30°N 附近,当巴尔喀什湖一带有低槽发展东移,由于上游效应,河套以东的高压脊相应增强东移,并叠加在副高上,导致副高明显增强和向西北移控制我市,形成气温持续偏高无雨,造成夏季干旱。

秋旱发生时,我市上空盛行脊前西北气流,地面受冷高压控制,受深厚冷空气持续影响,进入少雨或无雨时段,形成秋旱。

4.2. 地理位置的影响

大同市境内地形为四面高,中间低。四周有三大山脉,各大山脉内,有山地、丘陵、山间盆地组成。三大山脉之间为大同盆地,地形复杂。由于山脉对低空天气系统有阻挡作用造成降水量受地形的影响,分布极不均匀干旱发生频繁。

4.3. 日照、蒸发量、大风的影响

大同市光照时间较长,即日照时数较多,年平均日照时数为 2785.7 小时;年蒸发量为 2057.4 毫米,其蒸发量之大约为年降水量的 4~5 倍;大同市的大风主要集中在春季(3~5 月),风速较大,再加上气温上升快,降水较少,蒸发量明显增大,约占年蒸发量的 40%,缺乏植被,也是沙尘多发的季节,因此极易形成春旱。

5. 大同市干旱状况及对农业生产的影响

大同市绝大部分属于半干旱气候,由于该区书大陆季风性气候,干旱历来是影响大同植被和农业生产第一位的灾害^[7]。影响大小与干旱程度、发生季节和出现形式关系密切。危害性通常情况是:伏旱大于秋旱,大于春旱;春、夏、秋三季连旱大于伏、秋连旱,大于春夏连旱,大于春、秋间隙干旱。

5.1. 三季连旱

自 1970 年以来共有 3 次, 分别出现于 1984、1993 和 2000 年。从春到秋一直缺雨。影响到草木和农作物各生育期的正常生长和发育, 品质下降, 产量锐减。

5.2. 伏旱及二季连旱

1970 年以来有 6 次, 即 1972、1980、1997、1998、1999、2009 年。其中又以伏旱为主。夏旱主要以伏旱为主, 但由于气温高, 蒸发量大。各种作物生长旺盛, 正处于需水关键期, 因而一旦出现干旱, 形成水分供应不足的情况时, 农作物就会呈现出卷叶、闭墒、叶片凋萎一职业底叶黄化, 甚至于干枯死亡等症状。如果正值抽穗期久旱不雨, 则会形成所谓的“卡脖子”, 致使作物抽穗受阻; 或不能抽穗; 或花而不育; 或灌浆受阻, 籽粒成熟不饱满; 或落花; 或落果; 或使一些农作物如谷子、玉米形成: “秃头”等。粮食减产一般比正常年减少 9%~24%^[3]。因此, 有“春旱不算旱, 伏旱(秋旱)丢一半”的农谚。可见, 夏旱中的伏旱对农业生产和草木生长危害是相当严重的。在这样的干旱年份粮食减产会比较严重。

5.3. 春旱

春旱在大同市主要影响农作物的播种和捉苗, 通常所说的“十年九旱”就是泛指春旱而言的。一般当 5~30 厘米深处的土壤含水量急剧下降到 8%(轻壤)至 10%(壤土)以下时, 春旱即可形成^[2]。轻则影响农作物适时播种和捉全苗, 重则导致农作物根本不能播种、出苗。进而造成补种、改种。春旱发生后, 常使农业种植业的物化劳动投入增大, 生产成本提高, 经济效益下降。此时, 如因春旱改种生长期短的农作物后, 还会因农作物生育期的明显缩短, 而使产量和品质双双下降。据试验, 许多作物因干旱晚播种比定时播种减产 6%~10%。

5.4. 秋旱

秋旱如果出现在 9 月 20 日前, 对农作物的影响最大, 它常使籽粒灌浆不满, 形成大量秕子, 粒重下降, 或者“掉头”, 因而减产。本季雨水偏少, 还严重影响底墒, 给来年春播带来困难。

干旱在大同市是一种发生频率最高、波及范围最

大、影响程度最深的主要农业自然灾害。是导致农作物不能高产稳产的主要原因, 也是该市植被差的关键因素。

6. 结论与讨论

1) 大同市处于内陆地区, 年降水量少, 同时降水量的年际变差和距平变差大, 干旱发生频率高达 75%, 特别是春季和秋季尤为突出。

2) 造成干旱的直接原因主要是大气环流异常, 使得降水量明显减少, 其主要的环流背景是高空处于西北气流区, 地面受高压的控制。在夏季和副高的位置有着密切的关系。

3) 在春秋形成干旱的降水量相差不是很大, 和夏季相比却相差甚远。当降水量小于 31.0 mm 时, 在春季就会出现特旱; 而在夏季当降水量小于 128.5 mm 时才会形成特旱, 而同样的降水量在春秋则不会出现干旱。

4) 大同市的干旱每年都有不同程度的发生, 特别是 90 年代有加重的趋势。从 1993 年到 2001 年连续出现不同程度的干旱。其中 6 次特旱(3 次春旱, 2 次秋旱), 6 次中旱(2 次春旱, 3 次秋旱), 一次重旱(夏旱)。

5) 春旱直接影响到春耕春播, 严重时甚至无法下种, 或者出苗, 对全年的粮食产量造成严重损失。秋旱也会造成粮食大量减产。

通过对干旱的研究, 深入细致了解干旱成因、发生规律及其所造成的危害, 需要做好对农业生产长期抗旱的战略思想, 积极采取应对措施, 抓好秋季尽可能多的保存土壤水分, 实现“秋雨春用”, 实现抗旱保春播、夺全苗、促苗壮, 增强作物自身抗旱能力, 实现“秋(伏)旱春防”, 达到治旱兴农, 多高产的目的。

参考文献 (References)

- [1] J. Keyantash, J. A. Dracup. 干旱的量化: 干旱指数的评价[J]. 干旱气象, 2005, 23(2): 88-89.
- [2] 汪源正, 李玉爱. 雁北地区农业气候资源分析及利用[M]. 北京: 气象出版社, 1992: 51-52.
- [3] 胡建军等. 《气象条件对大同市生态环境与农业可持续发展影响的研究及其对策》技术研究报告[R]. 2006, 7: 50-52.
- [4] 白先达, 张雅昕, 王存真. 桂林干旱气候特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2013, 2: 20-24.
- [5] 杨詢, 李栋梁. 中国干旱气候分区及其降水量变化特征[J].

大同市干旱成因特征分析及其对农业生产的影响

- 干旱气象, 2008, 26(2): 17-18.
- [6] 李腊平, 杨淑华, 冉宇辉等. 大同干旱原因初探[J]. 科学之友: 中, 2009, 1: 159-160.
- [7] 周一鹤, 施友功. 山西天气预报手册[M]. 北京: 气象出版社 1989, 7: 45-47.