

文章编号:1003-8701(2014)03-0083-05

吉林省西部地区干旱时空分布特征及风险评估

袭祝香¹, 刘慧涛², 孙云云², 高晓荻¹

(1. 吉林省气象台, 长春 130062; 2. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033)

摘要: 利用吉林省西部 1961~2013 年 11 站逐日气温、降水资料, 对西部地区作物生长季的干旱时空分布特征、干旱风险进行了分析。结果表明: 西部地区干旱在空间分布上呈西重东轻的特点; 在作物生长季内, 4~5 月和 9 月干旱发生频率较高, 7 月发生频率最低; 21 世纪以来为西部地区干旱的高发期, 干旱达到历史最高水平; 白城地区大部为干旱的高风险区, 松原地区西部为次高风险区, 其他地区大部为较高风险区。由于西部地区大部分地方干旱风险都较高, 应采取重点防御、大力推广抗旱农业生产技术、加大人工增雨投入力度等措施, 从而科学防旱减灾。

关键词: 吉林省西部; 干旱特征; 风险评估

中图分类号: S162

文献标识码: A

Spatial-Temporal Characteristics and Risk Evaluation of Drought in West of Jilin Province

XI Zhu-xiang¹, LIU Hui-tao², SUN Yun-yun², GAO Xiao-di¹

(1. Jilin Meteorological Observatory, Changchun 130062;

2. Institute of Agricultural Resources and Environment, Jilin Academy of Agricultural Sciences, ChangChun 130033, China)

Abstract: Spatial-temporal characteristics and risk evaluation of drought in crop growing season were analyzed by using the daily temperature and precipitation of 11 meteorological stations in west of Jilin Province from 1961 to 2013. The results showed that drought in west of Jilin Province was more serious in the west than in the east. During the growing season, drought frequency was higher on April, May and September, the lowest frequency on July. The drought in west of Jilin Province is getting into high occurrence period since the beginning of this century, the drought reached record levels. Most parts of Baicheng are the high risk areas of drought, west of Songyuan are the sub-high risk areas of drought, most parts of other area are the higher risk areas of drought. Because drought risk in most parts of western Jilin Province is higher, measures should be taken for lay stress on key points, widespread agricultural drought resistant technology vigorously, and enhancing investment in artificial precipitation in order to resistant drought scientifically.

Keywords: West of Jilin Province; Drought characteristics; Risk evaluation

旱灾是吉林省农业自然灾害中危害最广、损失最重的灾害。近年来, 由于气候变暖等影响, 吉林省干旱面积不断增加, 据最新统计数据, 20 世纪 80

年代吉林省每年平均干旱受灾面积为 74.2 万 hm^2 , 90 年代上升到每年平均 118.4 万 hm^2 , 进入 21 世纪以来的 2001~2010 年, 干旱受灾面积上升到每年平均 146.8 万 hm^2 ^[1]。吉林省是我国重要的商品粮生产基地, 持续的干旱已严重威胁粮食生产, 引发粮食损失, 例如 2007 年吉林省因旱灾损失为 87.9 亿元, 2009 年因旱损失达 147.6 亿元^[2]。

吉林省干旱区主要位于西部地区, 西部地区春旱频率高, 伏旱秋旱时有发生, 严重威胁西部粮食产

收稿日期: 2014-01-15

基金项目: 吉林省科技发展计划资助项目(20140204044NY); 公益性行业(农业)科研专项经费任务(201203012-4-3); 现代农作物种业发展专项资金项目

作者简介: 袭祝香(1963-), 女, 高级工程师, 主要从事气象灾害评估及农业气象研究等工作。

量的稳定,为了减轻和防御西部地区干旱的危害,减少干旱灾害造成的损失,魏占起、张丽等^[3-4]对西部地区的干旱成因进行了分析,王鹏文、袁帅等^[5-7]对西部地区和吉林省的干旱特征进行了研究,袭祝香、刘玉英等^[8-10]对东北地区和吉林省春旱和夏旱进行了风险评估和区划,上述研究对春旱、夏旱、秋旱等季节干旱分析较多,对作物整个生长季干旱研究较为少见,在气候变暖背景下,西部地区整个作物生长季干旱时空分布特征怎样?干旱风险如何?本文在这些方面进行分析和研究,以期在气候变暖背景下西部地区干旱科学防控提供有力的科技支撑。

1 资料与方法

1.1 资料

本文所指吉林省西部地区含白城市、松原市所辖的10县市和双辽。气象资料采用日平均气温、日降水量资料,资料年代为1961~2013年。

1.2 方法

1.2.1 干旱指数

袭祝香等^[8]利用K指数对东北地区夏季干旱进行了分析,取得了较好的效果,K指数计算方法如下:

$$K=(E-R)/E \quad (1)$$

式中,E为需水量, $E=0.16 \sum t$, $\sum t$ 为高于0℃逐日平均气温累加,0.16为系数,R为降水量,K为干旱指数。本文参考其方法对干旱级别进行了划分(表1),在分析西部地区干旱的空间分布及年代际变化时采用的时间尺度是4~9月,即西部地区作物整个生长季节。在分析干旱的发生时段采用的时间尺度是月,即4~9月各月。

1.2.2 降水变异系数

变异系数表示某变量序列值的幅度偏离其平

表1 干旱等级

K 值	干旱等级
$K < 0.30$	无干旱
$0.30 \leq K < 0.60$	偏旱
$K \geq 0.60$	重旱

均值的程度,是考虑变量风险程度的一种指标,变异系数大,则变量不稳定,风险大^[11],本文考虑4~9月降水变异系数,公式如下:

$$V_R = \left(\sqrt{\sum (R_{4-9} - \bar{R}_{4-9})^2 / (n-1)} \right) / \bar{R}_{4-9} \quad (2)$$

式中, V_R 为降水变异系数, R_{4-9} 为某年4~9月降水量, $\bar{R}_{4-9}$ 为4~9月降水量多年平均值,n为

4~9月降水序列样本数。 V_R 大,则4~9月降水波动大,则作物生长的水分条件不稳定,出现干旱的风险性增大。

1.2.3 干旱风险指数

干旱风险指数是又一种考虑干旱风险程度大小的指标^[12],它把干旱强度和干旱发生频率有机地结合在一起,因而能较客观地反映干旱的风险性大小。本文中将西部地区每一站出现干旱的年份按重旱、偏旱分为两组,求每组出现的频数,组中值,按公式:

$$k = \sum_{i=1}^2 D_i / n \times H_i \quad (3)$$

式中,k为风险指数, D_i 为i组出现的频数,n为样本总数, H_i 为组中值。

1.2.4 干旱综合风险指数

为了综合地反映西部地区各地干旱的风险情况,同时对西部地区进行干旱风险区划,选择偏旱界限下干旱发生频率、4~9月降水变异系数、干旱风险指数作为风险指标,然后按照公式(4)对3个风险指标进行极差标准化^[13],定义干旱综合风险指数:

$$X = \frac{X_1 - X_{1min}}{X_{1max} - X_{1min}} + \frac{X_2 - X_{2min}}{X_{2max} - X_{2min}} + \frac{X_3 - X_{3min}}{X_{3max} - X_{3min}} \quad (4)$$

式中X为干旱综合风险指数, X_i 为风险指标($i=1, 2, 3$,即偏旱界限下干旱发生频率、降水变异系数、干旱风险指数), X_{imin} 为风险指标序列的最小值, X_{imax} 为风险指标序列的最大值,进行上述标准化后,3个风险指标值都处于0~1之间,消除了量纲的影响,然后将3个风险指标的标准化值相加,得到干旱综合风险指数。

2 结果与分析

2.1 吉林省西部地区干旱时空分布特征

2.1.1 干旱空间频率分布

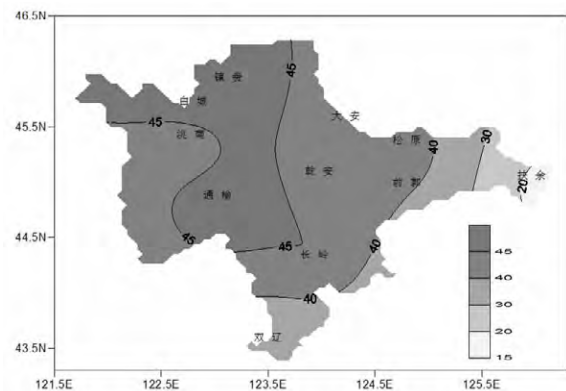


图1 偏旱年份出现频率(%)

图 1 为西部地区各地作物生长季节(4~9 月)偏旱(不含重旱)出现频率分布图,偏旱出现频率自东向西逐渐加重,镇赉、白城、通榆、长岭较重,偏旱出现频率在 45%以上,即接近一半的年份该区域都处于偏旱状态,最大出现在通榆、镇赉,均达 49%;扶余偏旱出现频率最小,为 16%;其他地方偏旱出现频率在 32%~42%之间。

重旱出现的频率大为减少,均在 10%以下,其中,白城、洮南、通榆重旱出现的频率最大,均为 8%;松原、前郭、扶余重旱出现的频率较小,在 2%以下,最小出现在扶余,为 0.9%;其他地方重旱出现的频率在 2%~6%之间。

2.1.2 西部地区干旱的时间变化特点

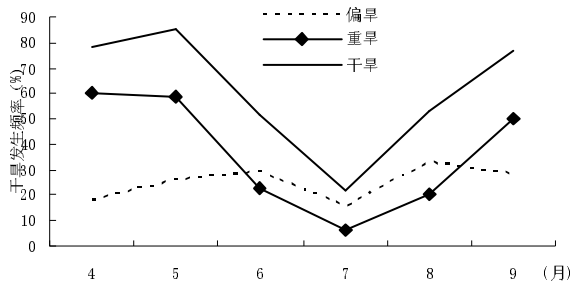


图 2 各月干旱频率分布

为了反映干旱出现的时段,利用公式(1)计算每年 4~9 月各月出现干旱的情况,然后计算每年各月干旱发生频率(图 2)。4~9 月各月偏旱的频率变化不大,基本在 20%~30%的范围摆动,但在 7 月发生偏旱的频率达到最低点,为 16%。重旱发生频率较高的月份是春季 4、5 月和秋季的 9 月,分别为 60%、59%和 50%,夏季的 6 月和 8 月发生频率相近且次之,分别为 23%和 20%,7 月发生

频率最低,为 6%。干旱(为偏旱和重旱之和)的发生频率和重旱的趋势较为一致,春季的 4、5 月以及秋季的 9 月发生频率较高,分别为 78%、85%和 77%,夏季的 6 月和 8 月发生频率相近且次之,分别为 52%、53%,7 月发生频率最低,为 22%。可以看出,春季西部地区干旱发生频率,在 5 月高达 85%,这和西部地区十年九春旱的说法较为吻合,值得注意的是秋季 9 月干旱发生频率较高,即西部地区发生秋旱的几率也较大。

图 3 为西部地区偏旱、重旱出现频率年际变化曲线,可以看出,1961~1966 年、1983~1988 年为干旱的低发期,这两个时段不但偏旱年份出现少,而且不出现重旱,1967~1982 年、1989~2013 年为干旱的高发期,偏旱年份多,而且还出现重旱。

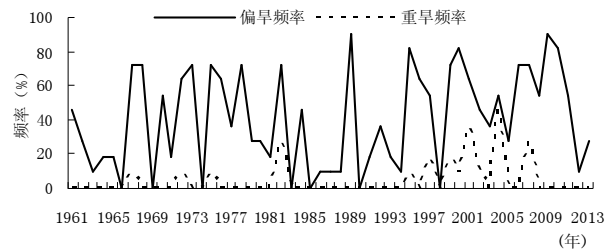


图 3 干旱出现频率年际变化曲线

从各年际干旱的演变情况来看(表 2),上世纪 60 年代、80 年代为偏旱年份的低发期,上世纪 70 年代、90 年代以及本世纪以来为偏旱年份的高发期;而重旱年份呈逐年代增加的趋势;偏旱、重旱的合计频率和偏旱规律一致。值得注意的是,上世纪 90 年代以来干旱呈持续攀升的趋势,本世纪以来无论偏旱、重旱,还是合计干旱出现年份都达到历史最高水平。

表 2 各年代干旱频率

%

频率	1961~1970 年	1971~1980 年	1981~1990 年	1991~2000 年	2001~2013 年
偏旱频率	31.8	45.5	25.5	43.6	53.1
重旱频率	0.9	1.8	2.7	5.5	9.1
合计频率	32.7	47.3	28.2	49.1	62.2

2.2 吉林省西部地区干旱风险评估

2.2.1 4~9 月降水变异系数和干旱风险指数分析

利用公式(2)计算了西部各地区整个生长季节 4~9 月降水量变异系数(图 4),西部地区 4~9 月降水量变异系数基本呈西大东小的分布趋势,白城、镇赉、洮南较高,在 0.30 以上,最高出现在白城,达 0.33,表示这一地区 4~9 月降水波动较大,降水变率大,最不稳定;松原、前郭、双辽 4~

9 月降水变异系数较小,在 0.24 以下,最小出现在前郭,为 0.22,降水略为稳定;大安、通榆、长岭、扶余、乾安 4~9 月降水变异系数在 0.25~0.28 之间。

由公式(3)计算的西部各地区干旱风险指数可以看出,西部各地区风险指数呈西高东低的分布趋势,镇赉、白城、洮南、通榆较高,在 0.26 以上,最大出现在通榆,达 0.269,表明这里的干旱风险

较大,前郭、双辽、扶余较低,在 0.18 以下,最小出现在扶余,为 0.088;大安、乾安、长岭、松原在 0.201~0.222 之间。

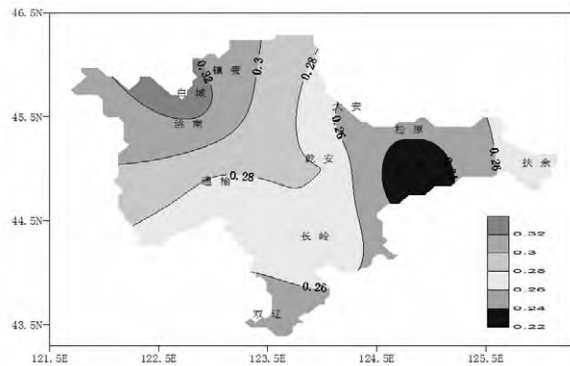


图 4 4~9 月降水量变异系数

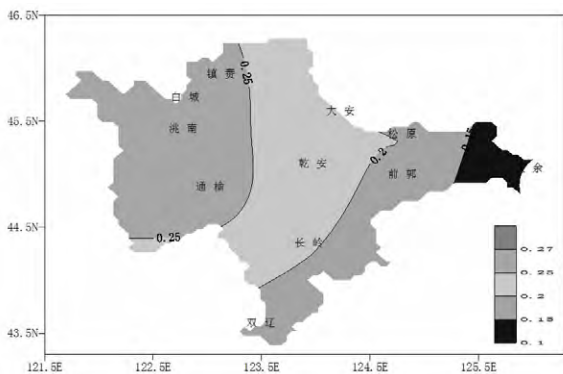


图 5 各地干旱风险指数

2.2.2 西部地区干旱综合风险区划

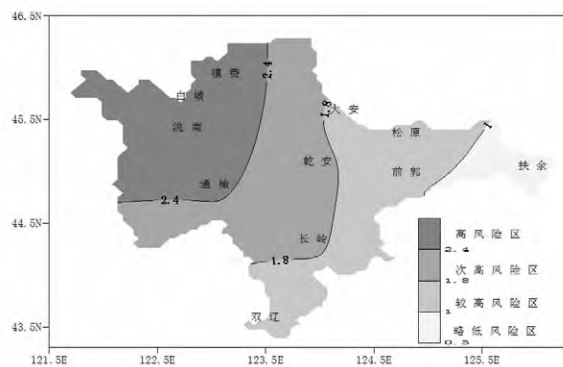


图 6 吉林省西部地区干旱风险区划

利用公式(4)计算了西部各地区干旱综合风险指数,对西部各地区干旱综合风险指数采用最优分割法^[13]进行分区,并作为区划的主要依据,同时参考干旱频率(含偏旱、重旱)、降水变异系数、干旱风险指数,对西部地区干旱风险进行区划,在上述基础上将最终划分的分区指标值进行了 F 检验, F 值为 3.81,通过 0.05 置信度检验,表明分区是合理的。综合区划见图 6。白城、镇赉、洮南、通

榆为干旱的高风险区,干旱综合风险指数在 2.4 以上,最高出现在白城,达 2.93,表明这里干旱的风险最大,乾安、长岭为次高风险区,干旱综合风险指数在 1.8~2.4 之间;大安、松原、前郭、双辽为较高风险区,干旱综合风险指数在 1.0~1.8 之间;扶余为略低风险区,干旱综合风险指数为 0.55,扶余为西部相对湿润区,干旱风险略低。

3 结论与讨论

通过以上分析,可以得到以下几点结论。

(1)吉林省西部地区干旱在空间分布上呈西重东轻的特点。

(2)在作物生长季内,4~5 月和 9 月干旱发生频率较高,基本是十年九旱;6 月、8 月干旱超过一半的时间会发生干旱;7 月发生频率最低。1967~1982 年、1989~2013 年为干旱的高发期。在气候变暖背景下,本世纪以来偏旱、重旱都达到历史最高水平。

(3)白城地区大部为干旱的高风险区,松原地区西部为次高风险区,其他地区大部为较高风险区。

由于西部地区大部分地方干旱风险都较高,且在气候变暖背景下,本世纪处于干旱高发期,干旱处于历史最高水平,针对西部地区实际农业生产,一是重点防御。在进行农业生产时,应充分考虑各地干旱风险程度,对于高风险区要重点加以防御;二是大力推广抗旱农业生产技术。研究节水灌溉技术,利用地下水发展灌溉农业;农田减蒸增墒,抑制土壤的盐碱化,增施有机肥料,增加土壤养分,改良土壤结构,加强选育抗旱品种等;三是加大人工增雨投入力度,积极开发人工增雨新技术,开发空中云水资源,做到科学防旱。

参考文献:

- [1] 陈晓华. 新中国农业 60 年统计资料[M]. 北京:中国农业出版社,2009.
- [2] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴 [M]. 北京:气象出版社,2010.
- [3] 魏占起,刘利民,孙晓梅. 吉林省白城市干旱成因及抗旱对策的研究[J]. 吉林水利,2010(10):25-26.
- [4] 张丽,蒋书太. 2004 年夏季吉林省西部干旱成因分析[J]. 吉林气象,2006(2):4-6.
- [5] 王鹏文,王国琴,杨双. 吉林省西部地区干旱特征分析[J]. 吉林农业科学,1991(4):90-94.
- [6] 王鹏文,王国琴. 从降水看吉林省西部地区干旱特征及减灾对策[J]. 中国农业气象,1992,13(1):43.
- [7] 袁帅,高薇,余博. 吉林省干旱时空分布规律[J]. 东北

水利水电,2010(9):55-56.

- [8] 袭祝香,王文跃,时霞丽.吉林省春旱风险评估及区划[J].中国农业气象,2008,29(1):119-122.
- [9] 袭祝香,杨雪艳,刘实,等.东北地区夏季干旱风险评估与区划[J].地理科学,2013,33(6):735-740.
- [10] 刘玉英,石大明,胡轶鑫,等.吉林省农业气象干旱灾害的风险分析及区划[J].生态学杂志,2013,32(6):1518-1524.

(上接第26页)少施氮肥对大豆产量的影响差异不显著,但全生育期氮肥用量达到 $78.2 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,就开始减产。高氮水平下,大豆茎、叶中可溶性糖和淀粉的积累量减少,茎中淀粉的积累时间缩短;茎、叶中氮素积累过多,氮代谢过于旺盛,造成了光合产物对光合器官的反馈抑制,碳、氮代谢严重失调,SPS 和 GS 活性降低,后期营养物质向籽粒运输和分配受阻,产量很低,这与 Osaki 等^[20]的研究结果一致。本试验的结论是,适量增施氮肥有利于大豆增产,而氮素过量却会引起严重减产。大豆不同施氮水平下,每公顷氮肥用量在 $0 \sim 59.8 \text{ kg}$ 范围内,大豆产量差异不显著,但都显著地高于高氮水平下大豆的产量。因此生产上,想获得套作大豆高产,在土壤肥力较高的情况下,从节约成本的角度,可不施氮肥。

参考文献:

- [1] 史宏志,韩锦峰.烤烟碳氮代谢几个问题的探讨[J].烟草科技,1998(2):34-36.
- [2] 勾玲,闫洁,韩春丽,等.氮肥对新疆棉花产量形成期叶片光合特性的调节效应[J].植物营养与肥料学报,2004,10(5):488-493.
- [3] 王晓伟,闫超,万涛,等.施氮水平对大豆光合作用及产量的影响[J].作物杂志,2011(2):49-52.
- [4] 刘玉库,张瑞朋,谈伟.大豆氮素营养研究进展[J].杂粮作物,2006,26(3):200-203.
- [5] S L Osborne, W E Riedell. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern great plains[J]. Agronomy Journal, 2006(98): 1569-1574.
- [6] 刘玉平,李志刚,李瑞平.不同密度与施氮水平对高油大豆产量及品质的影响[J].大豆科学,2011,30(1):79-82,88.
- [7] 姚玉波,马春梅,张磊,等.施氮水平对大豆吸收利用氮素及产量的影响[J].东北农业大学学报,2009,40(4):6-10.
- [8] 严君,韩晓增,王守宇,等.不同施氮量及供氮方式对大豆根瘤生长及固氮的影响[J].江苏农业学报,2010,26(1):75-79.
- [9] 赵秀芬,房增国.大豆、花生固氮与施氮关系的研究进展[J].安徽农学通报,2005,11(3):48-49.
- [10] 吕晓波.大豆保护性施氮技术及其应用前景[J].大豆科学,2001,20(2):138-140.
- [11] 章建新,沈融,李宏琪,等.施氮对高产大豆结荚性垂直分布的影响[J].大豆科学,2011,30(3):424-427.
- [12] 闫艳红,杨文钰,张新全,等.施氮量对套作大豆花后光合特性、干物质积累及产量的影响[J].草业科学,2011,20(3):233-238.
- [13] 甘银波,Stule.大豆不同生长阶段施用氮肥对生长、结瘤及产量的影响[J].大豆科学,1997,16(2):125-130.
- [14] Leffel R C, Bolgiano P B. Nitrogen metabolism of normal and high-seed-protein soybean[J]. Crop Sci, 1992(32): 747-750.
- [15] 杜天庆,苗果园.氮肥施用量对生土地大豆生物性状和产量的影响[J].山西农业科学,2006,34(3):53-55.
- [16] Michael A Schmitt, John A Lamb. In-season fertilizernitrogen applications for soybean in minnesota[J]. Agronomy Journal, 2001(93):983-988.
- [17] Daniel W Barker. Nitrogenapplication to soybean at early reproductive development [J]. Agronomy Journal, 2005(97): 615-619.
- [18] Jeffery D Ray, Larry G Heatherly. Influence of large amounts of nitrogen on no irrigated and irrigated soybean[J]. Crop Sci, 2006(46): 52-60.
- [19] S L Osborne, W E Riedell. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern great plains[J]. Agron. J., 2006(98): 1569-1574.
- [20] Osaki M, Tyoda M, Yamada S. Effect of mutual shading on carbon distribution in rice plant. Soil Sci&Plant Nutrition, 1995,41(2):235-244.

(上接第48页)

- [2] 鱼欢,杨改河,王之杰.不同施氮量及基追比例对玉米冠层生理性状和产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(2):266-273.
- [3] 王宜伦,李潮海,谭金芳,等.氮肥后移对超高产夏玉米产量及氮素吸收和利用的影响[J].作物学报,2011,37(2):339-347.
- [4] 周桦,姜子邵,宇万太,等.氮肥用量对玉米体内养分浓度和养分分配的影响[J].中国土壤与肥料,2008(4):18-21.
- [5] 张颖.不同产量类型春玉米养分吸收特点及其分配规律的研究[J].玉米科学,1997,5(3):70-72.
- [6] 姬景红,李玉影,刘双全,等.平衡施肥对玉米产量、效益及土壤-作物系统养分收支的影响[J].中国土壤与肥料,2010(4):37-41.
- [7] 刘景辉.春玉米需氮规律的研究[J].内蒙古农牧学院学报,1994,15(3):12-18.