

新疆阿勒泰地区夏旱风险评估分析

潘冬梅¹, 王建刚²

(1. 新疆吉木乃县气象局, 新疆 吉木乃 836800; 2. 新疆阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰 836500)

摘要:针对小区域历史干旱灾情资料缺乏,用传统的统计模型进行风险估计精度不高的特点,基于模糊数学和信息扩散理论,对干旱区阿勒泰地区夏旱进行分析,并结合 Surfer 软件对夏旱风险进行了区划。结果表明,阿勒泰地区夏季旱灾年年发生,出现偏旱的风险概率接近 80%,发生重旱的概率约 30%,农牧业严重受损程度较大;轻旱风险概率分布上东、西部大于北部和中部,重旱分布正好相反,干旱高风险区主要集中在中部及北部,这一地区应该成为阿勒泰防御农业干旱的重点区域。

关键词:旱灾风险;信息扩散;K 指数;区划;阿勒泰地区

中图分类号:P468

文献标识码:A

引言

干旱是自然灾害中影响范围最广、影响人口最多的灾害之一。旱灾影响面积大、影响范围广,具有明显的季节性、持续性、地域性和潜伏性以及年际变化等多个特点^[1-2],随着全球气候变化趋势的加剧,旱灾的风险居高不下,西北干旱区尤为明显。近年来许多科研工作者从不同角度对干旱进行了研究^[3-7]。选择适合本地区的干旱指标,开展旱灾风险分析是各级政府部门进行抗灾救灾以及调整农牧业生产结构的必要依据。新疆阿勒泰地区是重旱灾区域^[8],辖有 6 县 1 市,干旱一直是制约该地区农牧业发展的主要灾害,本文应用信息扩散的模糊数学方法,探讨了阿勒泰地区夏旱发生的风险概率,并进行了风险区划。

1 资料及方法

1.1 数据来源

选取 1981~2010 年夏季阿勒泰地区 6 县 1 市的降水、蒸发量资料。根据当地气候和农牧业生产特点,以 6~8 月为夏季。

1.2 干旱指数

研究指出,基于 K 指数建立的阿勒泰地区干旱强度指数和面积指数,较好地反映了该地区干旱的特征^[9]。本文采用 K 指数,研究大气和土壤干旱。

K 指数的计算公式如下:

$$K = R'/E'$$

式中, K 为某时段的干旱指数; R' 为该时段降水的相对变率, $R' = R/R_p$, 其中 R 为该时段的降水量, R_p 为该时段降水量的平均值; E' 为该时段蒸发的相对变率, $E' = E/E_p$, 其中 E 为该时段的蒸发量, E_p 为该时段蒸发量的平均值。当 K 越小, 干旱越严重, 反之, 干旱不明显。本文干旱指标根据王劲松等研究^[10]结果来划分: 重旱: $K < 0.5$; 中旱: $0.5 \leq K \leq 0.8$; 轻旱: $0.8 < K \leq 1.0$; 适宜: $1.0 < K \leq 2.0$; 湿润: $K > 2.0$ 。

1.3 基于信息扩散理论的风险分析模型

在自然灾害风险分析领域, 黄崇福等提出了基于信息扩散理论的危害风险评估方法^[11-13]。过去用观测样本进行风险评估主要有参数估计法和直方图方法, 目的都是为了获取样本的概率分布。参数估计法需要假设出合乎情理的概率分布函数, 直方图方法在样本少时效果不好。基于信息扩散的风险方法则可以弥补信息的不足, 其实质是将单值样本变成一个模糊集, 最常用模型是基于正态扩散函数的正态扩散型。本文选择夏季 K 干旱指数, 将其作为风险因素指标对旱灾风险进行分析, 是信息扩散理论的应用。

设在某区过去的 m 年内各年的干旱指数分别

收稿日期:2012-02-15; 改回日期:2012-03-14

作者简介:潘冬梅(1968-),女,广东兴宁人,工程师,长期从事气象预报及应用工作。E-mail:pdm-1968628@163.com

是 y_1, y_2, \dots, y_m , 称:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\} \quad (1)$$

为观测样本集合。其中的 $y_j (j=1, 2, 3 \dots m)$ 为干旱指数。设旱灾指数论域为:

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (2)$$

式中, u_1, u_2, \dots, u_n 为旱灾风险水平, 主要由历史干旱指数序列的取值范围和变化规律确定。一个单值观测样本 y_j 可将其所携带的信息扩散给 U 中的所有点。

$$f_j(u_i) = \frac{1}{h \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(y_j - u_i)^2}{2h^2}\right] \quad (3)$$

$i = 1, 2, 3 \dots, n; j = 1, 2, 3 \dots, m$

其中, h 称为扩散系数, 可根据样本集合中样本的最大值 b 和最小值 a 及样本个数 m 来确定, 其计算公式为:

$$h = 1.4208(b - a)/(m - 1) \quad m \geq 10 \quad (4)$$

$j = 1, 2, 3 \dots, m$

令:

$$C_j = \sum_{i=1}^n f_j(u_i) \quad (5)$$

相应的模糊子集的隶属函数是:

$$\mu_{y_j}(u_i) = \frac{f_j(u_i)}{C_j} \quad (6)$$

$i = 1, 2, 3 \dots, n; j = 1, 2, 3 \dots, m$

取 Y 集合中的 y 为论域中的某一个元素 u_i , 则超越 u_i 的概率值为:

$$p(u_i) = \frac{q(u_i)}{Q} \quad (7)$$

其中:

$$q(u_i) = \sum_{j=1}^m \mu_{y_j}(u_i) \quad (8)$$

$$Q = \sum_{i=1}^n q(u_i) \quad (9)$$

$q(u_i)$ 的物理意义是: 由 $\{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ 经信息扩散推断出, 如果干旱指数只能取 $\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 中的一个, 在将 y_j 均看作是样本代表时, 观测值为 u_j 的样本个数为 $q(u_i)$ 个, Q 事实上就是各 u_i 点上的样本数的总和, $P(u_i)$ 就是样本落在 u_i 处的频率值, 可作为概率的估计值。显然, $P(u_i)$ 就是干旱灾害水平的风险估计值。

2 结果与分析

用新疆哈巴河县 1981 ~ 2010 年夏季降水及蒸发量资料计算了 K 指数, 得到历年 K 指数序列。根据气象干旱等级标准, 哈巴河县发生中旱以上的年份为 1981 ~ 1986, 1989, 1991, 1994, 1996 ~ 1999, 2006, 2008 ~ 2009。修订后, 相应的干旱样本为: 0.3、0.48、0.3、0.8、0.69、0.4、0.45、0.5、0.53、0.41、0.71、0.48、0.72、0.3、0.32、0.71。取干旱论域定为:

$U = \{u_1, u_2, \dots, u_{11}\} = \{0, 0.1, 0.2, \dots, 1\}$, 按 (4) 式计算出扩散系数为: $h = 0.043$ 。

根据式 (3) ~ (9) 式计算, 可得到哈巴河县旱灾指数的风险估计值, 依次类推, 分别计算出阿勒泰地区其他各县 (市) 的旱灾风险概率估计值 (表 1)。

表 1 阿勒泰地区旱灾指数风险分析结果
Tab. 1 Estimated risk results of drought disasters in Altay area

风险指数/%	哈巴河	吉木乃	布尔津	福海	阿勒泰	富蕴	青河
0	0.017	0.0235	0.024	0.014	0.026	0.016	0.018
10	0.054	0.047	0.069	0.045	0.071	0.045	0.05
20	0.12	0.077	0.135	0.103	0.142	0.09	0.104
30	0.217	0.131	0.221	0.196	0.241	0.156	0.186
40	0.338	0.215	0.322	0.322	0.361	0.246	0.296
50	0.44	0.354	0.412	0.444	0.463	0.374	0.423
60	0.516	0.474	0.484	0.531	0.537	0.486	0.521
70	0.563	0.562	0.536	0.586	0.584	0.57	0.587
80	0.589	0.615	0.571	0.615	0.61	0.622	0.624
90	0.781	0.811	0.77	0.797	0.79	0.802	0.802

风险指数指干旱指数的大小,风险估计值表示小于该指数的概率。表 1 中风险指数为 40% 的一行意为各县市的旱灾指数 $\leq 40\%$ 出现的概率;同理,风险指数为 80% 意为旱灾指数 $\leq 80\%$ 出现的概率,以此类推。如哈巴河县干旱风险指数为 40% 时风险估计值为 0.338,换言之,该县平均 3 a 就遭到 1 次重旱;同理,吉木乃县旱灾指数在 0.9 的风险估计值为 0.81,也即该县平均 1.2 a 就有一次轻旱年份,表明轻旱几乎每年都有,这和吉木乃县“十年九旱”

的说法一致。而干旱指数在 10% 的重旱概率很少,只有阿勒泰市、布尔津县约 14 a 一遇,其他县均在 20 a 一遇左右。

3 灾害风险区划与分析

按 K 指数为 0.9、0.4 依次定为一般干旱、重旱标准,利用 Surfer 软件将阿勒泰地区各县(市)的风险计算结果作出阿勒泰地区旱灾风险图(图 1)。

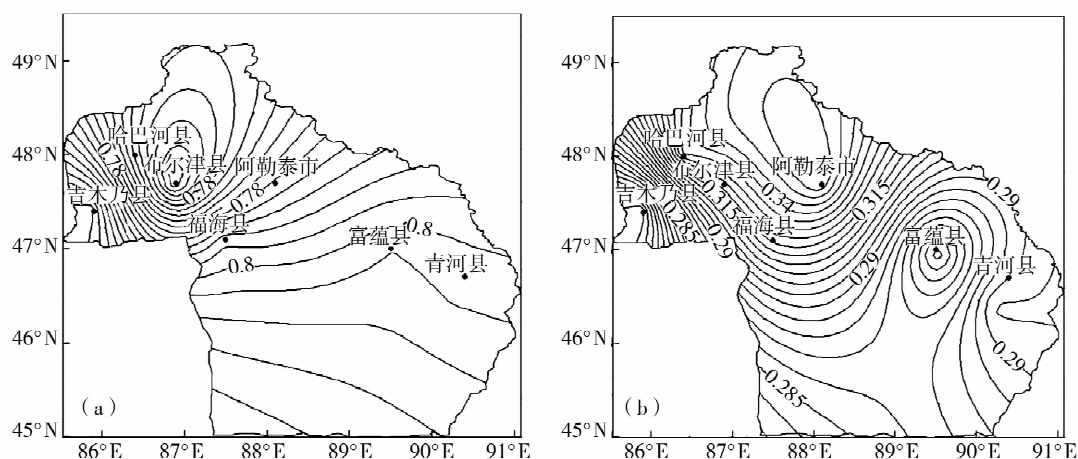


图 1 阿勒泰地区夏季一般旱灾(a)、重旱(b)风险指数分布

Fig. 1 The risk distribution of general(a), serious(b) summer drought disasters in Altay

从图 1a 中可见,对于一般旱灾而言,新疆阿勒泰地区的东、西部的风险概率较大,在 80% 以上,主要位于青河、吉木乃县,说明该地区出现偏旱的年份较多,为风险最大区;中部地区的风险概率在 0.77~0.79,布尔津县为最小区,表明该县出现偏旱的可能性最小,为低风险区。

从图 1b 中可见,重旱界限下,阿勒泰地区的中、北部风险概率较大,尤其阿勒泰市,达 36%,为重旱高风险区;东、西部出现的风险概率较小,吉木乃县最小,只有 21.5%,说明该区较少发生严重干旱。

从风险概率的分布来看,阿勒泰地区发生旱灾风险在地理上存在差异,轻旱风险概率分布上东、西部丘陵地区大于中部平原,重旱风险概率分布上正好相反。这与以往的研究成果^[14]基本一致。随着区域的不同,测站数量的增减,资料长度的变化,干旱气候分区也有一定的差异^[15]。阿勒泰属于干旱地区,降水量少,风多,蒸发量大,降雨多为 5 mm 以下的无效降雨,在农业生产中意义不大,不能形成雨

养农业,旱灾发生时,实际上农牧业受损程度也较大。

4 结论及讨论

(1)阿勒泰地区夏季降水较少且不稳定,因而遭受夏旱的风险性相对较大,农牧业受损程度也较重。轻旱的概率近 80%,约为 1 a 一遇;中旱以上的概率近 60%;重旱以上的概率为 30%,几乎 3 a 一遇;而干旱指数在 10% 的重旱概率很少,只有阿勒泰市、布尔津县约 14 a 一遇,其他县均在 20 a 一遇左右。

(2)阿勒泰地区干旱分布地域性明显,轻旱风险概率分布为东、西部大于中、北部,而重旱概率分布上正好相反,干旱高风险区主要集中在中部、北部。

(3)本研究针对干旱灾害不同级别直接计算灾害发生风险值,物理意义明确,进而给出了夏旱风险区划,在防灾减灾指导工作中有直接参考和应用价

值。

(4)由于灾情样本数目较少,针对传统统计模型难以胜任的特点,选择了基于信息扩散理论的风险评估方法,以县为单位进行了风险分析,得出了不同的风险水平下各地发生旱灾的概率,有助于防灾减灾。可推广到乡镇级小区域各种灾害的风险评估。

参考文献:

- [1] 张强. 气象部门在减轻旱灾风险方面的主要工作[R]. 北京: 国际减轻旱灾风险研讨会, 2007.
- [2] 成福云. 旱灾及抗灾减灾对策探讨[J]. 中国农村水利水电, 2001(10): 9-10.
- [3] 张强. 华北地区干旱指数的确定及其应用[J]. 灾害学, 1998, 13(4): 34-38.
- [4] 张存杰, 王宝灵, 刘德祥, 等. 西北地区旱涝指标的研究[J]. 高原气象, 1998, 17(4): 381-398.
- [5] 任朝霞, 杨达源. 西北干旱区近50年旱涝时空变化及其防御措施研究[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(6): 118-121.
- [6] 茅海祥, 王文. 中国南方地区近50a夏季干旱时空特征[J]. 干旱气象, 2011, 29(3): 283-288.
- [7] 李树岩, 刘荣花, 师丽魁, 等. 基于CI指数的河南省近40年特征分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(2): 97-102.
- [8] 冯金社, 吴建安. 我国旱灾形势和减轻旱灾风险的主要对策[J]. 灾害学, 2008, 23(2): 34-36.
- [9] 庄小翠, 杨森, 赵正波, 等. 干旱指标及其在新疆阿勒泰地区干旱分析中的应用[J]. 灾害学, 2010, 25(3): 81-85.
- [10] 王劲松, 郭江勇, 倾继祖. 一种K指数在西北地区春旱分析中的应用[J]. 自然资源学报, 2007, 22(5): 709-715.
- [11] 刘引鸽, 缪启龙, 高庆九. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评估方法[J]. 气象科学, 2005, 25(1): 84-89.
- [12] 黄崇福. 自然灾害风险评估: 理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [13] 冯利华. 基于信息扩散理论的气象要素风险分析[J]. 气象科技, 2002(1): 27-29.
- [14] 庄小翠, 赵正波, 杨森, 等. 新疆阿勒泰地区暖季S干旱指数变化特征分析[J]. 中国农业气象, 2011, 32(3): 444-450.
- [15] 杨绚, 李栋梁. 中国干旱气候分区及其降水量变化特征[J]. 干旱气象, 2008, 26(2): 17-26.

Risk Assessment of Summer Drought in Altay Area of Xinjiang

PAN Dongmei¹, WANG Jiangong²

(1. Jimunai Meteorological Station of Xinjiang, Jimunai 836800, China;
2. Altay Meteorological Bureau of Xinjiang, Altay 836500, China)

Abstract: In general, the historical data about natural disasters in small region is not enough to be used for estimating the probability distribution in risk estimation. In this paper, the probability of drought in Altay area was calculated by using the theory of the fuzzy mathematics and information diffusion, and the risk assessment of drought disaster and its regionalization were obtained based on Suerfer. The results show that summer drought disaster frequency was higher in Altay area, the probability of drought and serious drought reached 80% and 30%, respectively. The probability of light drought risk was higher in the western and eastern region than that in the middle and northern area, but severe drought probability distribution was on the contrary, the higher risk region was in the middle and northern of Altay area, so these regions should be the key area for defending drought disaster.

Key words: drought risk; information diffusion; K drought index; Altay area