

基于GIS的承德市倒春寒危险性区划

童俊¹,王多²,孟旭芹¹,陈思雨¹,盖宇函¹

(1. 承德市气象局,河北省承德市,067000;2. 河北石油职业技术大学,河北省承德市,067000)

摘要 本文基于承德市9个国家气象站1961-2020年3~5月逐日日气温资料,运用GIS空间技术、层次分析等方法,开展承德市倒春寒灾害危险性区划。结果表明:1991-2020年承德市共发生302次倒春寒,轻度最多,中度次之,重度最少。发生频次市区最多,兴隆最少;总持续天数为2721天,平泉最多,丰宁最少,发生频次、持续天数和累计K值均呈自西向东递增。各县区日最低气温均呈逐月升高,空间上为由北向南递增。承德市倒春寒危险性中高风险区主要分布在围场大部、平泉大部和市区小部,低风险区位于宽城西部,呈自西向东递增的空间格局。

关键词 倒春寒;发生频次;持续天数;日最低气温;危险性

中图分类号:S426 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)12-0003-03

随着全球气候不断变暖,春季气温异常波动的频率和幅度均在不断变大^[1],倒春寒就是春季农业生产的主要气象灾害之一。倒春寒是指初春气温回升快,而在春季后期气温比正常年份偏低的一种天气现象^[2]。准确掌握倒春寒发生规律,对倒春寒天气预报预警和春季农业生产生活有着重要的意义^[3]。马德栗等^[4]根据历史倒春寒灾害资料,分析了湖北省倒春寒过程日平均气温、持续天数等变化规律,并构建倒春寒影响评估模型。赵怡卿等^[5]对包头市4个代表站进行倒春寒气象指标的研究,分析包头市倒春寒出现时间和发生程度分布以及致灾影响等。张晶晶等^[6]利用NCEP再分析资料、Micaps资料等,对九江地区2015年4月6~9日“倒春寒”天气发生时的环流形势、水汽和垂直结构等进行了分析。

以上研究成果对各地倒春寒灾害防御和倒春寒天气预报起到了一定的作用,而承德地区的倒春寒天气过程鲜有学者研究探讨。本文根据GB/T 34816-2017《倒春寒气象指标》中对倒春寒的定

义^[7],对承德地区倒春寒过程进行筛选,运用GIS空间技术、层次分析等^[8]方法,初步开展承德市倒春寒灾害危险性区划,以期能为承德地区农业结构的合理布局和倒春寒天气预报预测提供科学参考依据。

1 资料来源与研究方法

1.1 资料来源

所用资料为承德市9个县区国家气象站1961-2020年3~5月逐日日平均气温和日最低气温资料,所有资料均通过质量控制,数据来源于中国气象局天擎大数据云平台。

1.2 研究方法

1.2.1 倒春寒气象指标

倒春寒气象指标由前期偏暖程度 δT_1 、后期偏冷程度 δT_2 和持续天数L三个因子组成,计算公式见式(1):

$$K = \delta T_1 / 4 - \delta T_2 / 2 + L / 10 \quad (1)$$

K值表示倒春寒气象过程的强度, $K \leq 3$ 为轻度, $3 < K < 5$ 为中度, $K \geq 5$ 为重度。前期偏暖程度 δT_1 为当春季某时段气温较常年偏低时,此前连续10日平均气温距平;后期偏冷程度 δT_2 为春季平均气温较常年同期偏冷期间偏冷程度最大的连续10日平均气温距平;持续时间L为倒春寒起始日期到终止日期之间的天数;倒春寒起始日期和终止日期的确定方法参考文献^[7]。

1.2.2 研究过程和评价指标

将承德市9个国家站1961~1990年共计30年的气温平均值设定为第一个气候值,筛选各站1991-

基金项目:承德市基础研究项目(项目编号:202303A163)。

作者简介:童俊(1989~),男,汉族,江苏姜堰人,工程师,研究方向:气象服务与气象灾害防御。

2020年3~5月发生的倒春寒,并根据公式(1)计算每次过程的倒春寒气象指标K。分析倒春寒危险性影响因素,并借鉴国内外学者的研究成果,本文选取倒春寒发生频次、持续天数、累计K值和过程日最低气温作为倒春寒危险性评价指标。考虑到各个评价指标量纲不同,为消除各评价指标的量纲差异,便于开展综合评估,本文利用公式(2)对各评价指标进行归一化处理。

$$y = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (2)$$

通过层次分析法和专家打分法,得到各指标的权重。利用MAC模块加权线性合并法构建承德市倒春寒灾害危险性评价模型^[9],为:

$$\Sigma = W_i \cdot X_i \quad (3)$$

式中,y表示各县区倒春寒灾害危险性,其值越大,则危险性越大, W_i ($i=1,2,3,4$)表示评价指标权重, X_i 表示评价指标归一化数值。

2 结果与分析

2.1 倒春寒发生频次

1991-2020年承德市9个县区共发生302次倒春寒,轻度最多,共232次,贡献率约占76.8%,中度次之61次,贡献率为20.2%,重度最少9次,贡献率仅为3.0%。市区发生频次最多,为40次,平泉、围场、滦平、承德县和隆化次之,在30~40次之间,宽城、丰宁和兴隆最少,均低于30次,分别为28次、28次和27次。通过GIS-IDW计算得到承德市倒春寒发生频次指数图,可以发现倒春寒发生频次呈自西向东递增的分布趋势,市区为大值中心。

2.2 倒春寒持续天数

1991-2020年承德市9个县区倒春寒总持续天数为2721天,其中轻度最多,共1530天,贡献率约占56.2%,中度次之832天,贡献率为30.6%,重度最少359天,贡献率仅为13.2%。平泉、围场、市区和承德县均超过300天,平泉最多384天,兴隆、宽城、隆化和滦平次之,在250~270天之间,丰宁最少,仅为240天。通过GIS-IDW计算得到承德市倒春寒总持续天数指数图,可以发现持续天数与发生频次分布趋势基本一致,也呈自西向东递增,平泉为大值中心。

2.3 倒春寒累计K值

累计K值是倒春寒数量和强度的综合反映^[10],K值越大,代表倒春寒强度越强,故本文用累计K值表

示各站点倒春寒强度。承德市9个县区的累计K值区间为64.2~97.5,围场、平泉和市区为三个大值中心,均高于95,分别为97.5、96.5和95.3,承德县、滦平和隆化次之,为85.9、74.2和70.3,兴隆、宽城和丰宁为三个小值中心,均低于70,分别为67.0、66.2和64.2。通过GIS-IDW计算得到承德市倒春寒累计K值指数图,累计K值也呈由西向东递增的趋势,围场、平泉和市区相对较高。

2.4 倒春寒过程日最低气温

统计1991-2020年承德市9个县区各月倒春寒期间日最低气温平均值,发现9个县区3~5月日最低气温均呈逐月升高的趋势。3月日最低气温平均值仅宽城、承德县和市区高于 -10°C ,分别为 -7.4°C 、 -7.8°C 和 -9.4°C ,其他6个县区均低于 -10°C ,围场最低 -13.9°C 。4月日最低气温平均值比3月有较明显的升高,均高于 -4°C ,其中宽城和承德县较高,分别为 -0.1°C 和 -0.4°C ,市区和滦平次之,为 -1.0°C 和 -1.2°C ,平泉和围场较低,仅为 -3.6°C 和 -3.9°C 。5月日最低气温平均值均在 0°C 以上,宽城、承德县和市区均高于 5°C ,宽城最高 5.8°C ,丰宁和滦平次之,为 4.0°C 和 3.7°C ,围场最低,仅为 1.7°C 。根据专家打分法,得到各月日最低气温的权重值。因为日最低气温越小,倒春寒灾害危险性越大,因此先将日最低气温取倒数,再做归一化处理,加权计算得到各县区3~5月日最低气温指数图,从图中可知,日最低气温呈由北向南递增的格局,围场日最低气温相对较低。

2.5 倒春寒灾害危险性区划

倒春寒致灾危险性是评价指标发生频次、持续天数、累计K值和过程日最低气温的综合体现。首先通过公式(2)对倒春寒各评价指标进行归一化处理,然后利用层次分析法将发生频次、持续天数、累计K值和过程日最低气温构建四阶判断矩阵(见表1),得到倒春寒灾害各评价指标的权重,并通过一致性检验。通过公式(3)加权计算得到倒春寒灾害危险性指数D,利用GIS栅格计算得到承德市倒春寒灾害危险性指数图(见图1)。从图1中可知,承德市倒春寒灾害危险性中高风险区主要分布在围场大部、平泉大部和市区小部,低风险区位于宽城西部,呈自西向东递增的空间格局。

表1 倒春寒危险性判断矩阵及权重计算

指标名称	过程日最低气温	发生频次	累计K值	持续天数	权重
过程日最低气温	1	3	5	7	0.564
发生频次	1/3	1	3	5	0.263
累计K值	1/5	1/3	1	3	0.118
持续天数	1/7	1/5	1/3	1	0.055
$\lambda_{max}=4.118$	CR=0.044<0.1			可接受矩阵	

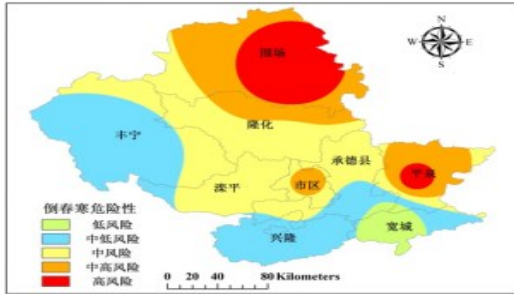


图1 承德市倒春寒危险性指数图

3 结论

本文基于承德市9个县国家气象站1961-2020年3~5月逐日日平均气温和日最低气温资料,利用GB/T 34816-2017《倒春寒气象指标》对倒春寒的定义筛选倒春寒过程,选取倒春寒发生频次、持续天数、累计K值和过程日最低气温作为倒春寒危险性评价指标,基于GIS空间分析技术计算得到承德市倒春寒灾害危险性区划,得出以下结论:

1991-2020年承德市9个县共发生302次倒春寒,轻度最多232次,中度次之61次,重度最少。市区发生频次最高,兴隆最少;总持续天数为2721天,平泉最多,丰宁最少。累计K值围场最大,丰宁最小。发生频次、持续天数和累计K值均呈自西向东递增。各县区3~5月过程日最低气温均呈逐月升高的趋势,各月均为宽城最高,围场最低,空间上为自北向南递增。承德市倒春寒灾害危险性中高风险区主要分布在围场大部、平泉大部和市区小部,低

风险区位于宽城西部,呈自西向东递增的空间格局。

参考文献

- [1] Yoo Y E, Son S W, Lee J H, et al. Abrupt decrease of winter time cold nights in Korea in the late 1980s[J]. Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 2019, 55(1):31-39.
- [2] 王国莉,李金义,张影,等.抚顺地区低温冷害及其对农业生产的影响[J].安徽农业科学,2011,39(6):3574-3576.
- [3] 童俊,孟旭芹,赵亮,等.2019-2020年河北省倒春寒时空特征及气象指标分析[J].气象与环境学报,39(4):162-168.
- [4] 马德栗,刘敏,李兰,等.湖北省倒春寒发生程度评估模型[J].中国农业气象,2011,32(1):134-138.
- [5] 赵怡卿,王东,夏雪莲.倒春寒气象指标在包头地区的应用于讨论[J].农业灾害研究,2022,12(12):63-65.
- [6] 张晶晶,辛学飞.2015年九江地区“倒春寒”天气过程分析[J].安徽农业科学,2016,44(18):164-167.
- [7] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 34816-2017倒春寒气象指标[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [8] 孟旭芹,童俊,彭九慧.基于GIS的承德市精细化山洪灾害风险区划[J].沙漠与绿洲气象,2022,16(6):118-123.
- [9] 田丰,冉有华,张军,等.河西走廊山洪灾害危险度区划[J].山地学报,2017,35(6):856-864.
- [10] 张璐云,王帅,王文晴,等.倒春寒与北方冬小麦生育期时空关联特征分析[J].中国农业资源与区划,2020,41(10):79-87.