

黑龙江省水稻初霜冻灾害风险区划

于宏敏,姚俊英,朱红蕊

(黑龙江省气候中心,黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:根据黑龙江省水稻的生长发育期,以全省 77 个台站 1961~2009 年的逐日最低气温资料、霜冻历史灾情数据、社会经济资料、地理信息数据及作物生育期资料为基础,综合运用 GIS 空间分析和灾害风险评估数学方法,对水稻初霜冻致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性等多因子综合分析,构建水稻初霜冻灾害风险评价的框架、指标体系、方法与模型,绘制相应的风险区划图。结果表明:大兴安岭南部、黑河大部分地区、松嫩平原大部 and 三江平原西部个别地区为次高和高风险区,大兴安岭北部地区、牡丹江大部分地区、三江平原东部地区为次低和低风险区。

关键词:霜冻;风险区划;致灾因子

中图分类号:S511;S425

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)12-0031-04

霜冻是指日平均气温高于 0℃ 的温暖时期,地面和作物体表面的温度骤降至 0℃ 以下,使作物遭受冻害或死亡的现象。由于黑龙江省地处中高纬地区,其特定的地理位置使其无霜期较短,霜冻是农业的主要灾害之一,可使黑龙江省大田作物受害或致死,影响粮食作物的产量和质量,造成巨大的经济损失^[1-3]。因此,有必要对黑龙江省主要农作物开展霜冻灾害风险区划方法研究,掌握各地霜冻灾害的等级,进行积极防御,对作物的合理布局,提高粮食产量和质量具有积极的参考作用,对指导防灾减灾有很重要的现实意义。

近年来,许多学者对自然灾害风险评估和区划作了大量研究。任鲁川^[4]指出自然灾害风险分析可归结为风险辨识、风险估算、风险评价三个环节。史培军^[5]认为灾害是由孕灾环境、致灾因子、承灾体之间相互作用形成的,其轻重取决于孕灾环境的稳定性、致灾因子的风险性及承灾体的脆弱性。马宗晋^[6]认为,自然灾害区划的界限应以自然地理分区分州分界线为准则,同时参考人口、经济活动的分布密度。蒋卫国等^[7]对洪水灾害损失评估中考虑致灾力指标、受灾体指标、最终损失程度评估,由洪灾致灾力强度、受灾体密度以及受灾体脆弱性综合决定。黄崇福^[8]基于信息扩散原理提出了自然灾害模糊风险评价理论和方法。这

些研究极大地推动了自然灾害风险区划研究的深入与拓展。

现根据黑龙江省水稻的生长发育期,以全省 77 个台站 1961~2009 年的逐日最低气温资料、霜冻历史灾情数据、社会经济资料、地理信息数据及作物生育期资料为基础,综合运用 GIS 空间分析和灾害风险评估数学方法,对水稻初霜冻致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性等多因子综合分析,构建水稻初霜冻灾害风险评价的框架、指标体系、方法与模型,绘制相应的风险区划图。

1 资料与方法

1.1 资料介绍

研究选用逐日最低气温作为基础数据,所用资料包括:(1)1961~2009 年,8~9 月全省各台站逐日最低气温资料;(2)1984~2009 年全省以县为单元的霜冻历史灾情数据;(3)社会经济资料(人口、耕地面积、经济 GDP 等);(4)水稻生育期、种植面积和产量等农业气象资料。

1.2 研究方法

1.2.1 初霜冻发生频率 根据气象行业标准《作物霜冻害等级》,把黑龙江省水稻霜冻害温度指标初步确定为以 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 为标准,统计 8~9 月黑龙江省初霜冻发生频率。将水稻生育期内霜冻日数为 0 视为无霜冻发生的情况,其它均视为霜冻发生,霜冻灾害发生概率为:

$$P/\% = 1 - \frac{n}{N} \times 100 \quad (1)$$

式中: n 为经筛选与统计得到全年霜冻日数为 0 的年数, N 为气象观测总年数。由此得到各

收稿日期:2011-10-18

基金项目:公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY 200906019)

第一作者简介:于宏敏(1966-),女,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,高级工程师,从事气候及气候变化研究。E-mail:yuhong-min66@163.com。

站点霜冻发生概率^[9-10]。

1.2.2 水稻初霜冻灾害风险评估框架 水稻初霜冻灾害风险是致灾因子危险性、孕灾环境敏感性和承灾体易损性综合作用的结果,风险函数可以表示为:水稻初霜冻灾害风险=f(危险性,敏感性,易损性)。

函数中每个因子是由若干评价指标组成。根据自然灾害风险理论和霜冻灾害形成的机制,建立水稻初霜冻灾害风险评估框架(见图1),其中致灾因子选取水稻初霜冻发生概率作为指标,孕灾环境选用高程和土壤湿度作为指标,承灾体选用耕地比重作为指标。

考虑到各风险评价因子对风险的构成起作用可能不同,运用层次分析法对每个风险评价因子分别赋予权重,计算公式为:

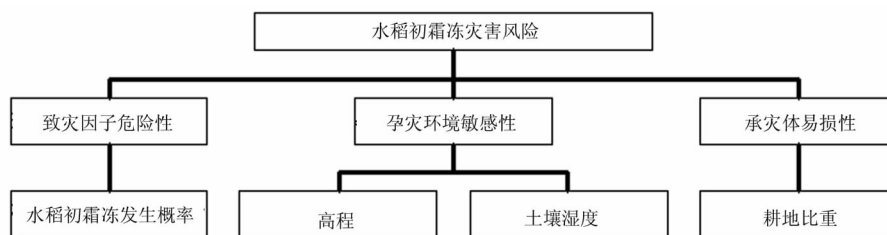


图1 黑龙江省水稻初霜冻灾害风险评估框架

2 水稻初霜冻灾害致灾因子危险性分析

由图2可以看出,水稻初霜冻灾害发生的概率随纬度的增加大致呈增大的分布,大兴安岭、黑河、伊春大部分地区、通河、木兰、尚志、林口、穆棱、绥芬河是水稻初霜冻灾害的多发区,发生概率在60%以上,尤其是大兴安岭大部分地区、嫩江、孙吴、伊春发生概率在80%以上,松嫩平原北部、哈尔滨东部地区、牡丹江大部分地区发生概率在40%~60%,牡丹江地区水稻初霜冻的发生频率高于同纬度地区,这与当地山地地形影响下的气候因素有关。松嫩平原西南部和三江平原大部分地区发生概率较小。表明,水稻初霜冻致灾因子的危险性由北至南大致呈递减分布,大兴安岭、黑河危险性较高,松嫩平原南部地区 and 三江平原危险性较低,牡丹江地区受山地地形的影响危险性较同纬度地区偏高。

3 水稻初霜冻灾害孕灾环境敏感性分析

分析霜冻形成的背景与机理,孕灾环境主要考虑地形、土壤墒情等因子对霜冻灾害形成的综合影响。

$$FDRI = (VH^{w_h})(VE^{w_e})(VS^{w_s}) \quad (2)$$

式中, $FDRI$ 为水稻初霜冻灾害风险指数, VH 、 VE 、 VS 分别表示致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性, w_h 、 w_e 、 w_s 分别表示评价因子的权重,根据层次分析法确定。

1.2.3 自然断点分级法 自然断点分级法用统计公式来确定属性值的自然聚类。公式的功能就是减少同一级中的差异、增加级间的差异。其公式为:

$$SSD_{i-j} = \sum_{k=i}^j (A[k] - mean_{i-j})^2 \quad (1 \leq i < j \leq N) \quad (3)$$

式中, A 为数组(数组长度为 N), $mean_{i-j}$ 为每个等级中的平均值。该方法可用GIS软件实现。

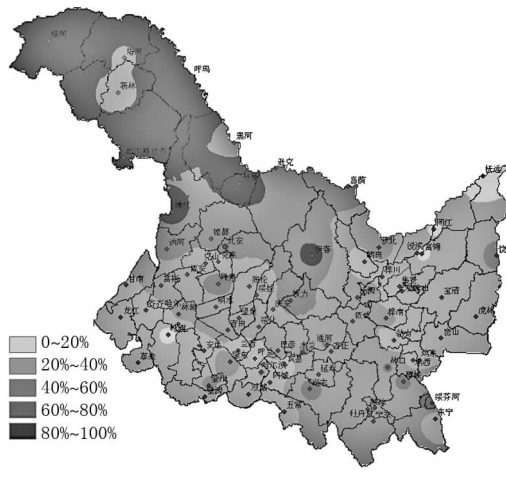


图2 黑龙江省水稻初霜冻发生概率分布图

由于不同地形植物霜冻害程度不同,由表1可知,高程越低,影响值越大,表示越有利于形成霜冻。根据专家打分给出高程的赋值(见表2)得出对黑龙江省1:5万高程赋值后的结果(见图3)。

不同土壤的热容量和热辐射特性有较大差别,土壤的含水量在较大程度上决定了土壤热容量和热辐射特性,霜冻的发生与土壤湿度等农业

表 1 不同地形植物霜冻害程度比较

地形	霜冻危害程度	霜冻害温度较平原
山顶和山坡的上部	最轻	-2℃左右
平原	中等	0
宽阔平坦的谷地,丘陵中谷地	中等以上	1~2℃
窄而弯的谷地,山间谷地	较重	2~3℃
盆地(凹地)	最重	3~4℃

表 2 地形因子赋值

地形高程/m	赋值
一级(≤100)	0.9
二级(100~300)	0.8
三级(300~700)	0.7
四级(700~1000)	0.6
五级(大于等于 1000)	0.5

气象条件有一定关系。因此把各地多年平均土壤墒情资料作为孕灾环境敏感性分析的另一个因子,得出黑龙江省土壤墒情因子的敏感性分布(见图 4)。

将地形因子与土壤墒情因子相综合,即得到孕灾环境敏感性区划结果(见图 5)。可以看出,在大兴安岭东部地区、黑河大部分地区、松嫩平原、三江平原大部分地区为次高、高敏感区,大兴安岭西部地区、伊春大部分地区、牡丹江大部分地区及三江平原部分地区为次低、低敏感区。

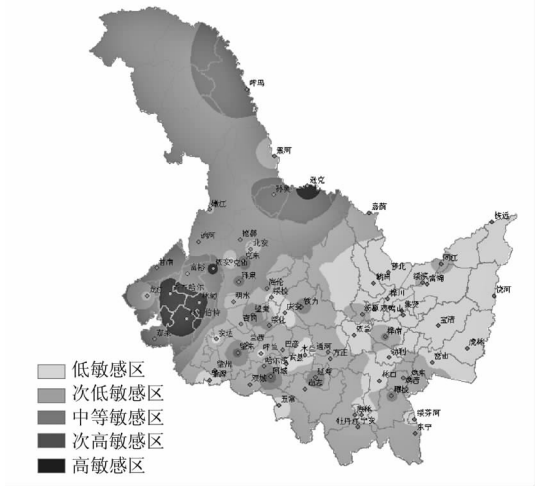


图 3 黑龙江省 1:5 万高程赋值

4 水稻初霜冻灾害承灾体易损性分析

霜冻造成的危害程度与承受霜冻灾害的载体有关,它造成的损失大小取决于发生地的耕地比重(耕地面积/国土面积),可种植面积越大则危险性越大。这里分析水稻初霜冻灾害,则考虑发生地所有可种面积仅种植水稻一种农作物,分析霜冻对其危害程度。由 2008 年黑龙江省耕地比重

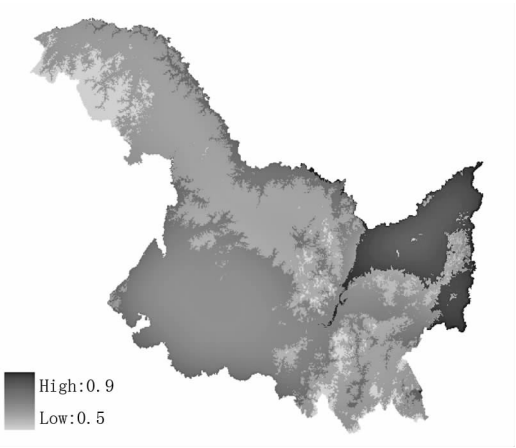


图 4 黑龙江省土壤墒情因子的敏感性分布

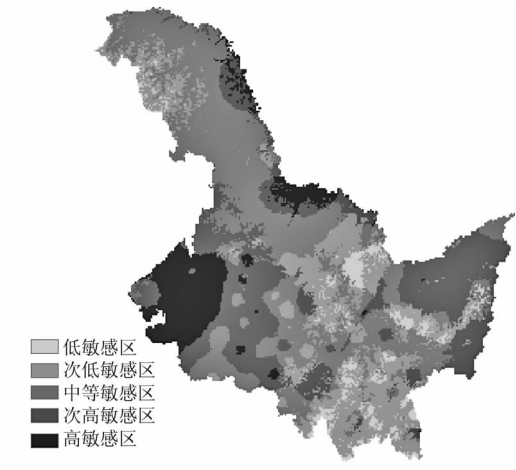


图 5 孕灾环境敏感性区划

分布可见(见图 6),松嫩平原和三江平原是黑龙江省主要耕种区,表明其受霜冻灾害的危害程度较大。

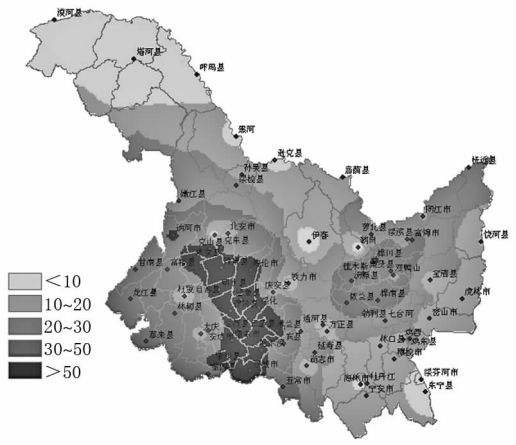


图 6 黑龙江省耕地比重

5 水稻初霜冻灾害风险评估及区划

对致灾因子指数、孕灾环境指数和承灾体指

数分别进行归一化处理,并利用层次分析法对 3 个因子赋予权重,分别为 0.4、0.3 和 0.3,根据公式 2,计算得到水稻初霜冻灾害风险指数,运用 GIS 中的自然断点分级法将风险指数按 5 个等级分区划分(高风险区、次高风险区、中等风险区、次低风险区、低风险区),并基于 GIS 绘制水稻初霜冻灾害风险区划图(见图 7)。可见,大兴安岭南、黑河大部、松嫩平原大部和三江平原西部个别地区为次高和高风险区,大兴安岭北部地区、牡丹江大部分地区、三江平原东部地区为次低和低风险区。

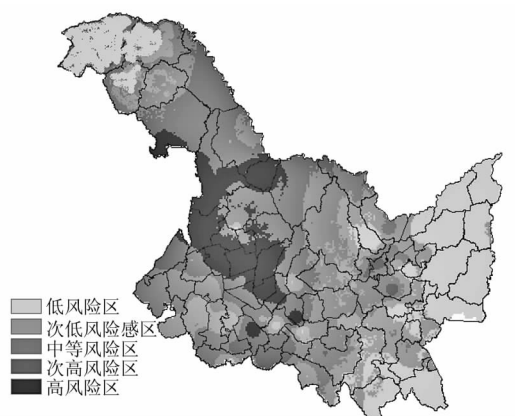


图 7 水稻初霜冻灾害风险区划

6 结论与讨论

致灾因子危险性分析结果表明:水稻初霜冻致灾因子的危险性由北至南大致呈递减分布,大兴安岭、黑河危险性较高,松嫩平原南部地区 and 三江平原危险性较低,牡丹江地区受山地地形的影响危险性较同纬度地区偏高。

孕灾环境敏感性分析结果表明:大兴安岭东

部、黑河大部分地区、松嫩平原、三江平原大部分地区为次高、高敏感区,大兴安岭西部、伊春大部、牡丹江大部及三江平原部分地区为次低和低敏感区。

承灾体易损性分析结果表明:松嫩平原和三江平原是黑龙江省主要耕种区,其受霜冻灾害的危害程度较大。

水稻初霜冻灾害风险区划结果表明:大兴安岭南、黑河大部、松嫩平原大部和三江平原西部个别地区为次高和高风险区,大兴安岭北部、牡丹江大部、三江平原东部为次低和低风险区。

参考文献:

- [1] 张健,刘玉莲,宋丽华. 黑龙江省秋季初霜冻的气候分析[J]. 黑龙江气象,2005(3):18-21.
- [2] 陈丽,吕非. 霜冻对农业的影响及其预报方法[J]. 黑龙江气象,1998(1):42-44.
- [3] 高永刚,王育光,温秀卿,等. 黑龙江省 43 a 初霜冻时空特征分析及对主要作物安全成熟的影响[J]. 黑龙江气象,2005(4):4-6.
- [4] 任鲁川. 自然灾害综合区划的基本类别及定量方法[J]. 自然灾害学报,1999,8(4):41-48.
- [5] 史培军. 再论灾害研究理论与实践[J]. 自然灾害学报,1996,5(4):8-13.
- [6] 国家科委全国重大自然灾害综合研究组. 中国重大自然灾害及减灾对策(总论)[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [7] 蒋卫国,李京,陈云浩,等. 区域洪水灾害风险评估体系(I)-原理与方法[J]. 自然灾害学报,2008,17(6):53-59.
- [8] Huang C F, Yong S. Towards efficient fuzzy information processing-using the principle of information diffusion[M]. Heidelberg, Germany:Physica-Verlag(Springer),2002.
- [9] 林晓梅,岳耀杰,苏筠. 我国冬小麦霜冻灾害致灾因子危险度评价[J]. 灾害学,2009,24(4):45-50.
- [10] 章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京:气象出版社,2010.

Frost Hazard Risk Zoning of Rice in Heilongjiang Province

YU Hong-min, YAO Jun-ying, ZHU Hong-rui

(Climate Center of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: According to theory of crop growing stages, the rice first frost hazard risk, disaster environmental sensitivity, vulnerability of hazard-affected bodies were analyzed, the framework for disaster risk assessment was built as well as index system, method, mode and risk zoning map based on the daily minimum temperature data, frost historical disaster data, socio-economic data, GIS data and information on crop growth period of 77 meteorological stations nationwide in the period of 1961 to 2009. The result showed that south Daxinganling, Heihe, Songnen Plain and the western of Sanjiang Plain for the highest danger zone, north Daxinganling, Mudanjiang and the eastern of Sanjiang plain were the low risk zone.

Key words: frost disaster; risk zoning; hazard factors