

莫建飞,钟仕全,陈燕丽,等. 基于 GIS 的广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级空间分布[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):113-115.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.035

# 基于 GIS 的广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级空间分布

莫建飞, 钟仕全, 陈燕丽, 匡昭敏, 何 燕, 李 莉

(广西壮族自治区气象减灾研究所/国家卫星气象中心遥感应用试验基地,广西南宁 530022)

**摘要:**在 GIS 技术支持下,以广西 88 个气象台站 50 年的气象资料和地理信息为基础数据,利用广西甘蔗干旱灾害指数,计算广西甘蔗萌芽分蘖期的干旱等级灾害指数,根据干旱灾害等级指标,统计干旱等级灾害频率,采用多元线性回归分析法,对该生育期的甘蔗干旱等级灾害频率与地理因子进行回归分析,建立广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害空间分布模型,分析该生育期广西甘蔗干旱灾害等级空间分布特征。结果表明,广西甘蔗萌芽分蘖期干旱灾害等级在水平分布上由北向南、由东向西逐渐递增;在垂直分布上,由海拔较低的平原向海拔较高、坡度较大的山地递增。

**关键词:**甘蔗干旱灾害;空间分布;地理信息系统;广西

**中图分类号:** S127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0113-03

广西具有独特的气候资源优势,十分适宜发展甘蔗生产,是国内蔗糖的最大生产基地,占全国蔗糖产量 50% 以上。但是广西也是发生气象灾害较频繁的地区之一,其中,干旱灾害对甘蔗生产的影响最频繁、范围最广、损失也越来越大,严重影响了广西经济的发展。目前探讨甘蔗干旱监测与评估等精细化空间分布的研究方法主要包括降水距平百分率法<sup>[1]</sup>、土壤水分平衡法<sup>[2]</sup>、水分盈亏指数法<sup>[3]</sup>、遥感监测法<sup>[4]</sup>、回归统计方法<sup>[5]</sup>等,但是,针对农作物不同生育期遭受不同等级的干旱灾害监测评估精细化空间分布特征的报道较少。广西地势地貌复杂,海拔落差大,干旱灾害的分布具有明显的季节性和地域性,大部分地区的甘蔗干旱灾害主要出现在萌芽分蘖期(1—5 月)或茎伸长工艺成熟期(6—12 月)。采用单气象站点气象资料计算干旱频率,显然不能全面真实地反映气象站点以外不同地域甘蔗干旱频率分布状况。本研究参考气候学方程,以广西甘蔗萌芽分蘖期为例,把广西 88 个气象台站 50 年甘蔗萌芽分蘖期干旱等级频率及对应站点的经度、纬度、海拔、坡度、坡向等地理信息数据,应用多元线性回归分析方法,建立甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害频率与地理信息数据之间的空间分布模型,分析该生育期甘蔗的干旱等级空间分布特征,为各级政府宏观决策、农业部门制定防旱减灾对策、采取合理的抗灾救灾措施及保险部门对甘蔗农业保险的厘定提供更为快捷、客观的科学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料及处理

气象资料为广西 88 个气象台站 1961—2010 年的地面观测资料。地理信息资料采用国家基础地理信息中心提供的“1:25 万”广西基础地理背景数据,数据格式为 ARC/INFO 的 E00 格式。采用 GIS 技术,对 E00 资料进行格式转换、拼

接、重采样、分层、裁剪等一系列处理,获得了广西自治区、地市、县 3 级行政边界矢量数据;1 km × 1 km 分辨率的广西海拔高度数据(DEM);1 km × 1 km 分辨率的广西经度、纬度数据。广西甘蔗种植信息是利用多时相 HJ-1CCD 卫星数据,采用监督分类、决策树分类和逐步剔除相结合的遥感方法获取<sup>[6]</sup>。

### 1.2 甘蔗干旱灾害指数法

根据广西历年干旱灾情与降水量的关系及早作型和水作型作物的不同需水要求,综合考虑降水量、日降水量小于 5 mm 日数的作用,构建广西甘蔗干旱灾害指数<sup>[7]</sup>:

$$DI = \frac{\bar{R} - R}{\bar{R}} + \frac{R_d}{D} \quad (1)$$

式中:DI 为干旱灾害指数;R 为旬降水量, $\bar{R}$  为 1971—2000 年旬平均降水量,单位均为 mm; $R_d$  为日降水量小于 5 mm 旬降水日数,D 为甸天数,单位均为 d。

利用广西 88 个气象台站 1961—2010 年的逐日降雨资料,采用广西甘蔗干旱灾害指数,计算广西甘蔗萌芽分蘖期 50 年的干旱指数;根据广西甘蔗干旱灾害等级指标<sup>[7]</sup>,计算广西各气象站甘蔗萌芽分蘖期干旱等级的发生频率。

### 1.3 气候学方程

采用多元线性回归分析法,对广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害频率与地理因子进行回归分析,建立甘蔗干旱等级频率随地理因子变化的气候学空间分析模型,表达式为<sup>[8]</sup>:

$$p = f(\varphi, \lambda, h, \theta, \beta) + \varepsilon; \quad (2)$$

$$\varepsilon = f(\text{干旱频率}) - f(\varphi, \lambda, h, \theta, \beta)。 \quad (3)$$

式 2、式 3 中:p 为甘蔗干旱等级频率, $\varphi$ 、 $\lambda$ 、 $h$ 、 $\theta$ 、 $\beta$  分别代表纬度、经度、海拔高度、坡度、坡向等地理因子, $\varepsilon$  为地理残差。

## 2 结果与分析

### 2.1 甘蔗萌芽分蘖期等级灾害空间分布模型

由广西 88 个气象台站的经度、纬度、海拔、坡度、坡向与甘蔗干旱等级灾害频率相关性分析可知,经度与轻旱、中旱、重旱呈极显著正相关( $P < 0.01$ ),与特旱呈极显著负相关( $P < 0.01$ );纬度与轻旱、中旱呈极显著正相关( $P < 0.01$ ),与特旱呈极显著负相关( $P < 0.01$ ),与重旱相关性不显著;海

收稿日期:2014-04-18

基金项目:广西科学研究与技术开发计划(编号:桂科攻 0816006-8)。

作者简介:莫建飞(1978—),男,广西象州人,硕士,工程师,从事 GIS 的开发与应用研究。E-mail:mojfei@163.com。

拔高度与中旱、重旱呈极显著负相关( $P<0.01$ ),与特旱呈极显著正相关( $P<0.01$ ),而与轻旱相关不显著;坡度与中旱呈显著负相关( $P<0.05$ ),与特旱呈显著正相关( $P<0.05$ ),而与轻旱、重旱相关不显著;坡向与轻旱、中旱、重旱、特旱相关都不显著(表 1)。

表 1 甘蔗干旱等级灾害频率与地理因子相关系数

地理因子	相关系数			
	轻旱	中旱	重旱	特旱
经度	0.792 **	0.759 **	0.345 **	-0.873 **
纬度	0.573 **	0.422 **	-0.097	-0.512 **
海拔	-0.164	-0.394 **	-0.366 **	0.342 **
坡度	0.116	-0.296 *	-0.700	0.203 *
坡向	0.007	-0.027	-0.005	0.005

注:“\*”、“\*\*”分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。

根据相关性分析结果,可以将广西 88 个气象站的经度、纬度、海拔高度、坡度等地理因子作为自变量,把广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级频率作为因变量,应用数理统计学中的回归分析方法,建立甘蔗萌芽分蘖期等级灾害频率空间分布模型(表 2)。表 2 中各模型的复相关系数均在 0.8 以上, $F$  检验结果为 133.732~208.807,模型通过了置信度为 0.01 的显著性检验,说明模型均具有良好的统计学意义。

2.2 甘蔗萌芽分蘖期等级灾害空间分布推算与制图

将 1 km×1 km 的经度、纬度、海拔高度、坡度、坡向等地理信息数据代入甘蔗萌芽分蘖期等级灾害频率推算方程,推

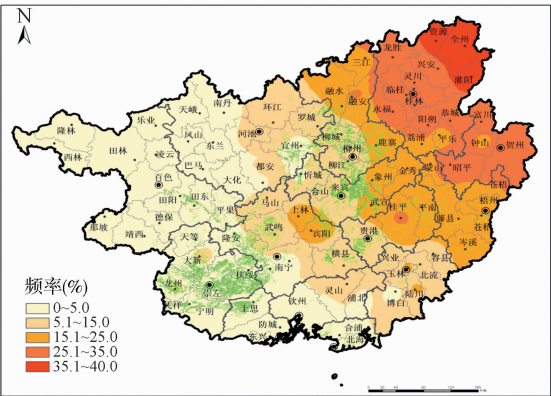
表 2 广西甘蔗萌芽分蘖期等级灾害频率与地理参数的关系模型

干旱等级	频率模型表达式	复相关系数	$F$ 值
轻旱	$p = -659.715 + 5.261\lambda + 4.171\varphi$	0.890	167.315
中旱	$p = -503.292 + 4.062\lambda + 3.455\varphi - 0.01h - 0.19\theta$	0.833	148.776
重旱	$p = 16.596 - 0.009h$	0.802	133.732
特旱	$p = 1487.104 - 11.504 - 7.767\lambda + 0.009h + 0.271\theta$	0.937	208.807

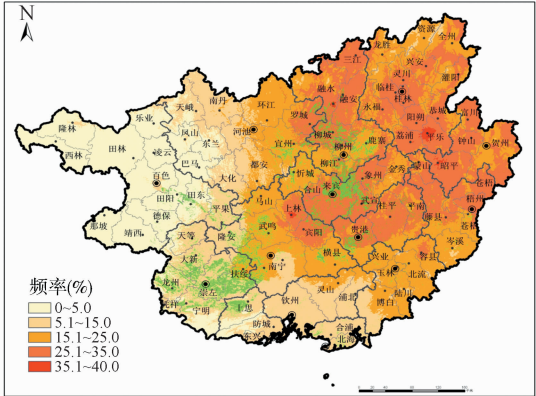
算出该阶段生育期广西甘蔗干旱等级灾害频率在 1 km×1 km 网格上的分布;再利用反距离权重插值法以 88 个气象台站的残差值为样本内插出 1 km×1 km 网格的残差分布;最后将甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害频率推算值图与残差值图相叠加,得到广西 1 km×1 km 网格的甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害频率空间分布值。叠加广西的省级、地级市、县级行政边界、气象站点、地级市行政点、甘蔗种植区等,制作广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害频率空间分布专题图(图 1)。

2.3 甘蔗萌芽分蘖期干旱等级频率空间分布特征

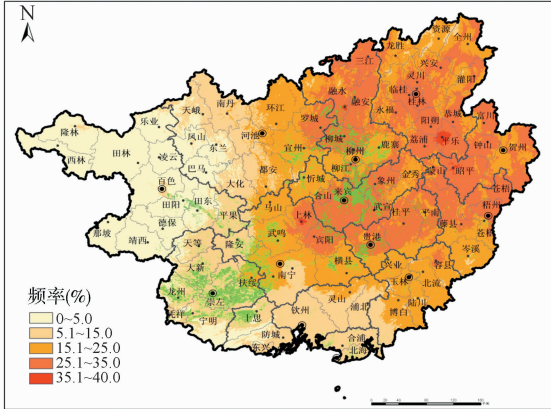
广西甘蔗萌芽分蘖期轻旱灾害发生频率空间分布由西南向东北逐渐递增。该阶段生育期,甘蔗轻旱频率在 0~40.0%之间,高值区主要分布在桂东北的桂林市和贺州市,频率为 25.1%~40.0%;低值区主要分布在桂西北的百色市、桂西的崇左市、桂南的防城港市、钦州市和北海市,频率为 0~5%。



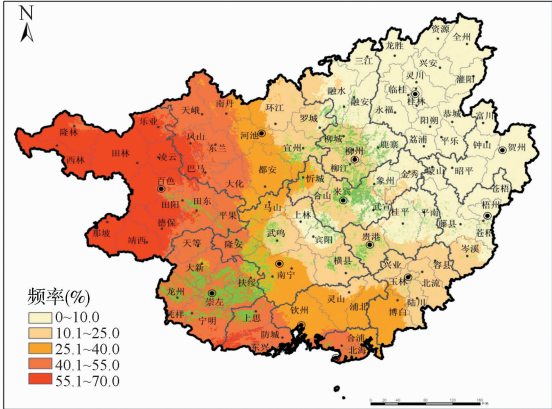
a. 轻旱



b. 中旱



c. 重旱



d. 特旱

图1 广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害频率空间分布

广西甘蔗萌芽分蘖期中旱灾害发生频率空间分布由西向东逐渐递增,同一经度,由海拔较高、坡度较大的山区向海拔较低、坡度较小的丘陵、平原、河谷地区递增。该阶段生育期,甘蔗中旱频率在 0~40.0% 之间,高值区主要分布在桂东北的桂林市、柳州市、贺州市,桂中的来宾市等地市海拔较低、坡度较小的平原地区,频率为 25.1%~40.0%;低值区主要分布在桂西北的百色市,频率为 0~5.0%。

广西甘蔗萌芽分蘖期重旱灾害发生频率空间分布由高海拔的山区向低海拔的丘陵、平原递增。该阶段生育期,甘蔗重旱频率在 0~30.0% 之间,高值区主要分布在桂南的南宁市、钦州市、桂东的玉林市、梧州市、桂北的河池市东部等海拔较低的平原地区;低值区主要分布在桂西北、桂东北海拔较高的山区,频率为 0~5.0%。

广西甘蔗萌芽分蘖期特旱灾害发生频率空间分布由东北向西、西南递增,同一经度,由高海拔、较小坡度的平原向高海拔、较大坡度的山区递增。该阶段生育期,甘蔗特旱频率主要在 0~70% 之间,高值区主要分布在桂西北的百色市、桂西的崇左市、桂南的防城港市和北海市,频率为 40%~70%;低值区主要分布在桂东北的柳州市、桂林市、贺州市,桂东的贵港市和梧州市,频率为 0~10.0%。

#### 2.4 甘蔗种植区萌芽分蘖期干旱等级频率空间分布统计

采用 GIS 空间叠加分析,将广西甘蔗种植区与甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害频率叠加,统计分析该生育期广西各地级市甘蔗种植区的干旱等级灾害平均频率和占甘蔗总面积比重(表 3)。结果显示,广西甘蔗主产区(崇左、来宾、南宁、柳州、贵港、河池等地市),甘蔗萌芽分蘖期干旱等级灾害主要以中旱和特旱为主,其中,该阶段生育期来宾市、柳州市、贵港市、河池市的甘蔗中旱频率较高,平均频率分别为 29%、27%、26%、25%;崇左市、南宁市甘蔗特旱频率较高,平均频率分别为 43%、25%。桂林市的甘蔗轻旱频率较高,百色市、防城港市、北海市、钦州市等 4 个地级市的甘蔗特旱频率较高,但这些地区甘蔗种植面积较少,总体上影响较小。

表 3 广西甘蔗种植区萌芽分蘖期干旱等级灾害频率统计

地级市	不同干旱等级灾害频率(%)				干旱面积 比重(%)
	轻旱	中旱	重旱	特旱	
崇左市	3	11	12	43	30.1
来宾市	13	29	15	11	15.9
南宁市	8	20	17	25	15.5
柳州市	13	27	17	12	15.0
贵港市	15	26	15	11	5.7
河池市	6	25	19	19	5.4
百色市	2	6	13	49	4.3
防城港市	0	8	15	47	3.5
梧州市	19	24	17	7	1.5
玉林市	12	21	18	17	1.5
北海市	3	9	13	44	1.1
钦州市	4	12	20	32	0.4
桂林市	24	27	14	1	0.3

### 3 结论与讨论

广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级频率与经度、纬度、海拔、坡度等地理因子相关性显著,其中,轻旱与经度、纬度呈极显著正相关;中旱与经度、纬度也呈极显著正相关,但与海拔、坡

度呈极显著和显著负相关;重旱与经度呈极显著正相关,与海拔呈极显著负相关;特旱与中旱相反,与经度、纬度呈极显著负相关,但与海拔、坡度呈极显著和显著正相关。相关性分析结果表明,该阶段生育期,广西甘蔗轻旱分布在经纬度较高的地区,中旱也分布在经纬度较高、且海拔、坡度较小的地区,特旱则反之,重旱只分布在低海拔地区。

根据甘蔗干旱灾害指数构建的广西甘蔗干旱等级频率空间分布模型,在 GIS 技术的支持下,制作的甘蔗干旱等级空间分布图,能较客观、精细、直观地反映广西甘蔗在不同生育期遭受不同等级干旱的空间分布特征。广西甘蔗萌芽分蘖期干旱等级,在水平分布上,由北向南、由东向西逐渐递增;在垂直分布上,由海拔较低的平原向高海拔、坡度较大的山地递增。该阶段生育期,广西甘蔗轻旱、中旱主要分布在桂东北的桂林市、柳州市、贺州市、桂中的来宾市、贵港市等地市,重旱主要分布在桂南的南宁市、钦州市、桂东的玉林市、梧州市等地市,特旱主要分布在桂西北的百色市、桂西的崇左市、桂南的防城港市和北海市等地市;在甘蔗主产区中,对甘蔗影响较大的主要是中旱和特旱,其中,来宾市、柳州市、贵港市、河池市的甘蔗中旱频率较高,崇左市、南宁市甘蔗特旱频率较高。

采用广西甘蔗干旱等级频率空间分布模型获得更准确、更精细化的空间分布,一是确定恰当的广西甘蔗干旱灾害等级指标;二是确保气象台站气象资料的准确性、完整性;三是选择恰当的回归分析方法,四是具有准确的气象站点分布信息(经度、纬度)及较高精度的 DEM 数据。本研究根据莫建飞等确定的广西甘蔗干旱灾害等级指标<sup>[7]</sup>,已在业务试验与应用中取得了良好的效果,说明指标具有一定的精确性;收集整理了 50 年的气象资料,说明样本具有较好的连续性、完整性。可探讨研究采用偏最小二乘法改进模型,且采用更高精度的“1:5 万”的 DEM 数据,推算更加精细化的干旱等级空间分布。根据该技术方法进一步推算甘蔗茎伸长工艺成熟期或其他农作物不同生育期的干旱等级空间分布,可以满足相关部门的实际应用需求,对提高农业气象服务的精细化水平具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 苏志,李艳兰,黄雪松. 广西旱涝指标的初步研究[J]. 广西气象,1998,19(2):27-29,33.
- [2] 李艳兰,罗莹,黄雪松. 广西农业干旱动态评估模型[J]. 广西气象,2006,27(2):11-14.
- [3] 苏永秀,李政,吕厚荃. 水分盈亏指数及其在农业干旱监测中的应用[J]. 气象科技,2008,36(5):592-595.
- [4] 匡昭敏,朱伟军,杨鑫,等. 基于 MODIS 数据的广西旱区干旱指数模型研究[J]. 南京气象学院学报,2007,30(3):352-358.
- [5] 高阳华,田永中,陈志军,等. 基于 GIS 的重庆市复杂地形干旱精细化空间分布[J]. 中国农业气象,2009,30(3):421-425.
- [6] 李莉,匡昭敏,钟仕全,等. 基于 HJ-1-A/B 数据提取广西甘蔗信息技术初步研究[C]//Proceedings of 2010 International Conference on Remote Sensing(ICRS 2010):Volume 3,2010:463-468.
- [7] 莫建飞,钟仕全,陈燕丽,等. 广西主要农业气象灾害监测预警系统的开发与应用[J]. 自然灾害学报,2013,22(2):150-157.
- [8] 苏永秀,李政,孙涵. 基于 GIS 的广西甘蔗种植气候区划[J]. 中国农业气象,2006,27(3):252-255,259.