

EOS/MODIS 数据在甘蔗寒害监测 评估中的应用^{* 1}

匡昭敏¹⁾ 李强²⁾ 尧永梅³⁾ 丁美花¹⁾

¹⁾(国家卫星气象中心遥感应用试验基地/广西气象减灾研究所, 南宁 530022)

²⁾(广西气候中心, 南宁 530022) ³⁾(广西玉林市玉州区南江农业服务中心, 玉林 537000)

摘 要

利用 250 m 分辨率的 EOS/MODIS 数据, 采用植被状况指数法, 以广西甘蔗种植区为例, 研究应用遥感方法进行甘蔗寒害监测评估的技术方法。在通过使用地理信息数据, 结合 GPS 测定的甘蔗训练样本区, 应用 EOS/MODIS 数据获取了广西甘蔗种植区域的基础上, 根据甘蔗遭受寒害后叶绿素减少, 从而导致归一化植被指数值发生变化的原理, 建立甘蔗寒害遥感监测评估模型和产品制作流程。对 2008 年初广西甘蔗寒害的空间分布及其灾害面积进行监测评估, 监测评估结果与灾情调查实况一致, 重寒害区主要出现在广西北部和中部的甘蔗种植区, 东南部、沿海地区及右江河谷的甘蔗区寒害相对较轻, 灾害面积测算误差小于 5%, 结果表明: 应用 EOS/MODIS 数据开展甘蔗寒害的空间分布及灾害面积的监测评估, 能较好地满足业务需求。

关键词: EOS/MODIS; 寒害; 遥感监测评估; 甘蔗

引 言

寒害(包括冻害, 下同)是华南地区重大自然灾害之一, 随着区域经济的快速发展, 寒害对冬春作物, 特别是对甘蔗、果树及淡水养殖等农业生产造成的损失日益加大, 但目前对作物受灾程度及其空间分布情况等信息的获取一直沿用传统的调查、上报、汇总等方式进行, 速度慢, 时效差, 且灾损评估往往因受灾面积和灾损程度由于人为因素影响不够客观准确, 因此, 应用遥感手段监测寒害, 迅速评估灾害的发生状况与空间分布, 可为各级政府提升亚热带农业防灾减灾的能力和水平, 最大限度减轻寒害造成的损失提供决策支持, 为广大种植户开展寒害防御、抗灾及灾后重建提供信息服务, 具有重要的经济意义。

目前国内外应用地面观测资料或卫星数据开展干旱、洪涝等气象灾害监测已有较多研究^[1-7]。国内学者也应用遥感技术和 GIS 技术监测寒害进行了一些研究, 汤志成等^[8]、王莲喜等^[9]利用植被指数法监测了江苏省和宁夏霜冻; 吉书琴等^[10]应用卫星遥感(NOAA/AVHRR)手段监测了低温的发生、强度及

路径等; 张晓煜等^[11]利用温度反演方法结合宁夏主要作物各生长发育阶段的霜冻指标, 用于监测辐射型和混合型霜冻; 杨邦杰等^[12]利用冻害发生期间气象台站的资料和同期 NOAA/AVHRR 的晴空数据, 根据植被指数突变特征, 结合作物的生育期, 提出了实用的小麦冻害监测方法; 王春林等^[13]基于地理信息系统(GIS)技术和气候学模型, 实现了对寒害发生发展及其强度、范围的实时动态监测; 张容焱等^[14]利用 GIS 推算和显示了漳州香蕉低温冷害的空间分布情况。但利用 MODIS 卫星数据进行作物寒害监测评估研究目前文献资料中还少有报道。

2008 年 1 月 12 日—2 月 18 日, 广西连续遭受低温雨雪冰冻天气过程袭击。这次灾害性天气过程影响范围广、强度大、持续时间长, 总体强度 50 年一遇。广西冬季农业生产损失严重, 其中甘蔗受灾造成的经济损失达 46.33 亿元。鉴于广西蔗糖年产量接近全国食糖产量的 60%, 甘蔗作为糖料作物和能源作物在广西乃至全国占有重要地位, 因此, 有必要利用空间分辨率较高的 EOS/MODIS 卫星数据开展广西甘蔗寒害的监测评估研究。

* “十一五”国家科技支撑计划重点项目(2006BAD04B03)、国家科技支撑计划项目(2008BADB8B01)、广西科学基金项目(桂科自 0832205 和桂科基 0778006-11)及中国气象局新技术推广项目(CMATG2007M21)共同资助。

2008-06-02 收到, 2009-02-17 收到再改稿。

1 资料与方法

研究采用 2001 年 11 月—2008 年 3 月的 EOS/MODIS 卫星数据。其中,2001—2005 年 EOS/MODIS 卫星数据由国家卫星气象中心和广州卫星地面站提供,2006 年以后的 EOS/MODIS 数据全部来自 DVB 卫星接收站接收的实时数据,其中 2008 年初的广西甘蔗寒害监测评估选用了 TERRA_2008_03_01_03_21_GZ, Terra_2005_03_05_03_45_GZ, TERRA_2006_03_03_03_23_BJ 等 3 轨覆盖了上述研究区域、角度较正、较晴空的卫星数据。

通过计算广西区域多时相 MODIS 归一化植被指数值,结合 GPS 选定甘蔗样本训练区多时相归一化植被指数值变化曲线,以及甘蔗生长周期长达 8 个月至 1 年以上,蔗糖生产期间甘蔗面积逐渐递减的特性,采用最大似然法提取非样本训练区甘蔗种植信息。具体方法参见文献[15]。

EOS/MODIS 数据预处理应用国家卫星气象中心下发的“极轨气象卫星接收处理系统”完成,主要包括卫星数据定标、太阳高度角订正、临边变暗订正、等角投影等步骤,最终生成包含多个通道的局地数据文件。遥感影像的其他处理使用 ENVI 4.3 软件完成。

2 甘蔗寒害监测评估模型

甘蔗植株在遭受寒、冻害后,叶片内的叶绿素遭

到破坏,含糖量会下降^[16]。植株易出现叶尖干枯,甚至整片枯萎,受害严重者整株叶片全部枯白,蔗茎、蔗芽全部死亡。据调查,2008 年初的寒害广西甘蔗受害程度重、覆盖面广,受害程度达 3 级以上的甘蔗叶片普遍干枯。据此尝试应用 Kogan 等^[17]提出的植被状态指数(vegetation condition index, I_{VC})进行甘蔗寒害的监测评估研究。

根据 Kogan 等提出的植被状态指数 I_{VC} ,以某日为评价对象,计算研究区域内某年第 i 日的 I_{VCi} 值:

$$I_{VCi} = 100 \times (I_{NDVi} - I_{NDVmin}) / (I_{NDVmax} - I_{NDVmin}) \quad (1)$$

式(1)中, I_{NDVi} 为某年第 i 日的归一化植被指数值, I_{NDVmax} 和 I_{NDVmin} 分别代表年资料序列中相应日归一化植被指数的最大值和最小值。 $I_{NDVmax} - I_{NDVmin}$ 代表了分析期内归一化植被指数的最大变化范围,反映了当地植被的生长境况; $I_{NDVi} - I_{NDVmin}$ 表示评价日与分析期内同期植被长势最差年的归一化植被指数差值,反映了当地的植被信息。 I_{VCi} 越小,说明该时期作物长势越差。

根据式(1)以及甘蔗寒害遥感监测评估产品制作流程(见图 1),并结合 2001—2007 年的广西甘蔗寒害灾情实况,综合分析广西农业部门提供的甘蔗寒害灾情数据、局部寒害灾情实地调查数据和寒害遥感监测评估数据,经统计分析得到广西甘蔗寒害遥感监测评估分级指标(表 1)。

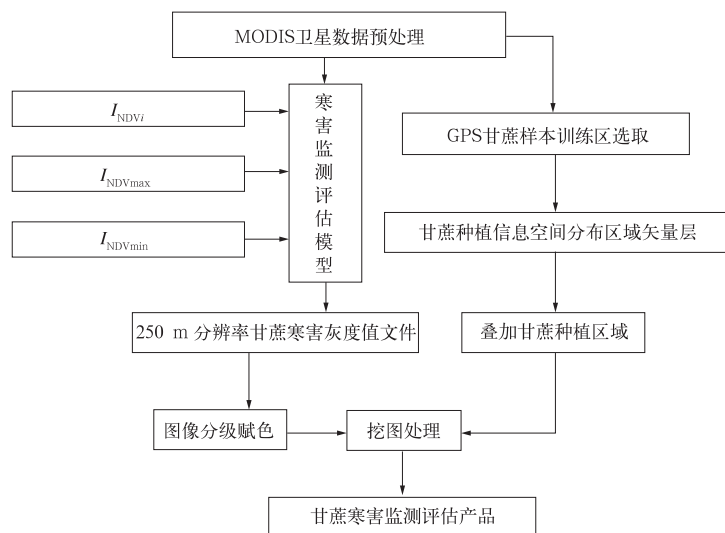


图 1 甘蔗寒害遥感监测产品制作流程
Fig. 1 Flow chart for the cold damage remote sensing monitoring of sugarcane

表 1 甘蔗寒害遥感监测评估分级指标

Table 1 Indices of the remotely sensed cold damage grads for Guangxi sugarcane

寒害等级	极重	重度	中度	轻度	正常
I_{vc} 变化范围	$0 < I_{vc} \leq 90$	$90 < I_{vc} \leq 94$	$94 < I_{vc} \leq 97$	$97 < I_{vc} \leq 99$	$I_{vc} > 99$

3 2008 年初广西甘蔗寒害监测评估

2008 年广西寒害始于 1 月中旬,大部分地区于 2 月下旬初基本结束,考虑到作物的受害症状表现有一定的滞后性,所以选择 2008 年 3 月 1 日较晴空 EOS/MODIS 数据,根据上述甘蔗寒害遥感监测评估产品制作流程得到 2008 年 3 月初广西甘蔗种

植区域和广西甘蔗主产区来宾市兴宾区蔗区的寒害灾情监测图像(图 2)和灾害面积(表 2)。由图 2 可见,广西蔗区寒害较重区域主要分布在桂北(环江、鹿寨、柳城、宜州)、桂中(兴宾区、象州、武宣),桂东南、沿海地区及右江河谷甘蔗寒害灾情稍轻,其中广西蔗区寒害达重度以上、轻至中度的灾害面积分别为 62132,364716 hm^2 (部分被云覆盖的蔗区面积未计算在内),兴宾区蔗区则分别为 4989,44679 hm^2 。

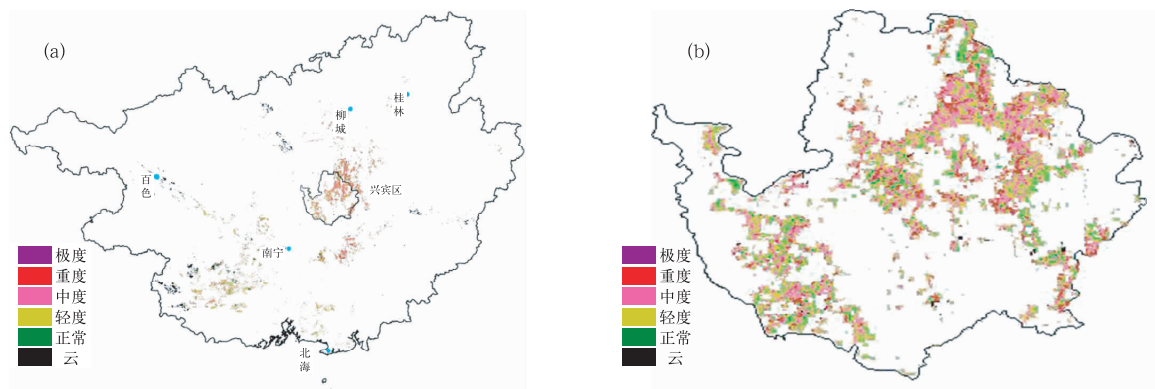


图 2 2008 年初广西蔗区(a)和来宾市兴宾区蔗区(b)寒害分布

Fig. 2 Distribution of sugarcane cold damage in Guangxi (a) and Guangxi Xingbin district (b) in the early of 2008

表 2 2008 年 3 月 1 日广西蔗区和来宾市兴宾区寒害面积统计(单位: hm^2)Table 2 Areas of sugarcane cold damage in Guangxi and Xingbin district on March 1, 2008 (unit: hm^2)

受灾面积	遥感监测重度寒害以上面积	农业部门绝收面积	遥感监测轻至中度寒害面积	农业部门成灾面积
兴宾蔗区	4989	4813	44679	46667
广西蔗区	62132	71353	364716	490640

从实际灾情调查数据看,广西的桂北、桂中、桂西地区遭受灾害的影响最为严重,其次是桂南、桂东南、右江河谷地区。其中桂北的资源、灌阳、兴安、全州、龙胜;桂东北的富川、昭平、八步、钟山、蒙山;桂西的隆林、西林、田林、凌云、乐业;桂西北的天峨、南丹、凤山、环江、宜州、三江等地受灾最为严重。从海拔高度看,高海拔地区受灾最重,低海拔地区受灾较轻。由此可见,从甘蔗寒害的空间分布情况看遥感监测结果与实况相符。

通过遥感监测评估方法得到的广西甘蔗主产区来宾市兴宾区蔗区重度以上和轻度到中度的寒害面积分别为 4989 hm^2 和 44679 hm^2 ,而广西农业部门统

计的绝收面积为 4813 hm^2 ,成灾面积为 46667 hm^2 (表 2),经对比分析可以得出,由 EOS/MODIS 卫星数据监测反演测算重度以上的广西来宾市兴宾区甘蔗寒害面积接近于广西农业部门统计上报的该地绝收面积,误差为 3.7%,卫星反演测算的轻度到中度寒害的广西来宾市兴宾区甘蔗寒害面积接近于广西农业部门统计的该地的成灾面积,误差为 4.3%。由此可见,遥感监测评估的灾害面积与农业部门的统计数据比较一致;由于使用的卫星数据中广西蔗区的部分地区被云覆盖,故广西蔗区灾害面积在此不作对比分析。

综合以上分析,广西甘蔗寒害遥感监测评估结

果在灾害的空间分布上与调查结果吻合,在评估灾害面积时误差小于 5%,评估效果较好,表明应用 EOS/MODIS 卫星数据开展甘蔗寒害的监测评估可行,能满足甘蔗种植区甘蔗寒害监测评估的业务需求。

4 结 论

1) 利用 250 m 分辨率的 EOS/MODIS 数据可对较大范围甘蔗种植区寒害的空间分布及其灾害面积进行监测评估,具有客观、快速的优点,评估精度较高,能满足甘蔗种植区的甘蔗寒害监测评估的业务需求。

2) 由于甘蔗寒害的特殊性,部分受害较轻的甘蔗外表并不表现出明显的受害症状,但其果肉却已受害,并影响产糖率,而采用归一化植被指数进行的遥感监测评估较难反映这一特性;同时农作物寒害的受害症状是逐渐表现出来的,有一定的滞后性,使得归一化植被指数并不能完全反映作物的受害情况,这两点都可能影响监测评估精度。

参 考 文 献

- [1] 李剑萍. 3S 技术在灾害监测预测中的应用及展望. 灾害学, 2004, 19(增刊): 83-87.
- [2] 邢素丽, 张广禄. 我国农业遥感应用现状与展望. 农业工程学报, 2003, 19(6): 174-178.
- [3] 郑立中, 承继成. 空间技术在资源、环境及重大自然灾害监测中的应用. 遥感信息, 1995, (4): 12-15.
- [4] 高素华. 玉米延迟型低温冷害的动态监测. 自然灾害学报, 2003, 12(2): 117-122.
- [5] 戎凯, 陆贤, 段项锁, 等. 基于 WebGIS 的上海农业气象灾害的监测系统. 华东师范大学学报(自然科学版), 2001, (3): 45-49.
- [6] 毛裕定, 杨金文, 刘志凤. 浙江省农业气象灾害监测系统. 浙江气象科技, 1999, 20(4): 15-23.
- [7] 林日暖, 崔巧娟, 朱正心. 广东经济林果寒害地面预警强信号和长期统计预报模式的研究. 应用气象学报, 2003, 14(4): 501-503.
- [8] 汤志成, 孙涵. 用 NOAA 卫星资料作冬作物冻害分析. 遥感信息, 1989, (4): 39-39.
- [9] 王莲喜, 吴敏先, 胡文东, 等. 利用气象卫星植被指数作宁夏 1991 年冻害分析//西北卫星遥感技术应用. 北京: 气象出版社, 1999: 150-153.
- [10] 吉书琴, 张玉书, 关德新, 等. 辽宁地区作物低温冷害的遥感监测和气象预报. 沈阳农业大学学报, 1998, 29(1): 16-20.
- [11] 张晓煜, 陈豫英, 苏占胜, 等. 宁夏主要作物霜冻遥感监测研究. 遥感技术与应用, 2001, 16(1): 32-36.
- [12] 杨邦杰, 王茂新, 裴志远. 冬小麦冻害遥感监测. 农业工程学报, 2002, 18(2): 136-140.
- [13] 王春林, 刘锦銮, 周国逸, 等. 基于 GIS 技术的广东荔枝寒害监测预警研究. 应用气象学报, 2003, 14(4): 487-495.
- [14] 张容焱, 陈家豪, 林娜, 等. 漳州香蕉低温害分析的 GIS 应用. 福建农林大学学报(自然科学版), 2005, 34(2): 217-221.
- [15] 谭宗琨, 吴良林, 丁美花, 等. EOS/MODIS 数据在广西甘蔗种植提取及面积估算的应用. 气象, 2007, 33(11): 76-81.
- [16] 李茂枝. 浅谈甘蔗抗寒性及防寒措施. 中国糖料, 1998, (2): 42-45.
- [17] Kogan F N. Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogenous areas. *International of Remote Sensing*, 1990, 11(8): 1045-1419.

Application of EOS/MODIS Data to Monitoring Sugarcane Cold Damage

Kuang Zhaomin¹⁾ Li Qiang²⁾ Yao Yongmei³⁾ Ding Meihua¹⁾

¹⁾ (*Remote Sensing Application and Validation Base of NSMC/Guangxi Meteorological Disaster Mitigation Institute, Nanning 530022*) ²⁾ (*Guangxi Climate Center, Nanning 530022*)

³⁾ (*Nanjiang Agriculture Service Center of Yuzhou District of Yulin City, Guangxi, Yulin 537000*)

Abstract

MODIS data with 250 meters resolution and the vegetation condition index are applied to set up a technological method of remote sensing to monitor and evaluate the sugarcane cold damage in Guangxi. Based upon MODIS data and the geo-data derived from sugarcane sample area determined by GPS, the sugarcane cold damage monitoring and evaluating model and the relevant work flow are constructed. According to the theory, value of normalized difference vegetation index is obviously lower than that of normal time after the cold damage. Through statistical analysis, the remote sensing monitoring and evaluating classification index of Guangxi sugarcane cold damage is attained by combination of the records of cold damage of Guangxi sugarcane during 2001—2007, overall analysis of the Guangxi sugarcane cold damage data from the agricultural department, the cold damage data of Guangxi sugarcane using remote sensing means and the field investigating data of some local sugarcane cold damage fields. Moreover, the spatial distribution and inflicted areas of sugarcane cold damage over Guangxi in the early of 2008 are monitored and evaluated and the result is consistent with that of field investigation. The monitoring result shows that the cold damage of sugarcane fields in northern Guangxi (Huanjiang county, Luzhai county, Liucheng county and Yizhou city) and central Guangxi (Xingbin district, Xiangzhou county and Wuxuan county) is more serious than that of sugarcane fields in southeast, littoral and Youjiang valley of Guangxi. In 62132 hm² area of Guangxi sugarcane planting area the damage is rather severe, and in 364716 hm² area the damage is light to moderate in extent (some areas are excluded due to cloud cover). In Xingbin sugarcane planting areas, the damaged areas are 4989 hm², 44679 hm², respectively. Cold damage area estimation error is no more than 5 percent. So, results indicate that this method can meet the requirements of operation to monitor and evaluate the spatial distribution and disastrous areas of sugarcane cold damage inflicted fields.

Key words: EOS/MODIS; cold damage; remote sensing monitoring and evaluating; sugarcane