

文章编号:1004-4574(2013)01-0024-05

2008年初海南橡胶寒害遥感监测初探

陈小敏¹,陈汇林¹,陶忠良²

(1. 海南省气象科学研究所,海南 海口 570203;2 中国热带农业科学院橡胶研究所,海南 儋州 571737)

摘要:基于海南省橡胶种植的空间分布,对2008年初强低温阴雨发生前(1月1日)、发生后(3月5日)橡胶产区的MODIS/ I_{NDVI} 值进行了比较,结果表明,全省橡胶植被指 I_{NDVI} 值降低区域占到97.2%,其中指数值下降 >0.2 的占到26.7%;与上一年未遭受寒害的同期(2007年3月21日)相比,橡胶植被指数 I_{NDVI} 值降低的区域占79.1%,其中指数值下降 >0.2 的占14.6%,因此初步认定2008年橡胶遭受了寒害影响。分析2008年初气象资料、橡胶林间调查结果,与 ΔI_{NDVI} 值对比结果,显示橡胶寒害验证结果与遥感监测结果大致相符,说明遥感应用于监测橡胶寒害轻、重和受害面积是可行的,遥感还可以动态监测橡胶生长情况。

关键词:橡胶;遥感;寒害;监测

中图分类号:S16

文献标志码:A

A preliminary study on remote sensing monitoring of rubber tree cold injury in Hainan Province during early 2008

CHEN Xiaomin¹, CHEN Huilin¹, TAO Zhongliang²

(1. Hainan Institute of Meteorological Science, Haikou 570203, China, ; 2. China Rubber Research Institute, CATAS, Danzhou 571737, China)

Abstract: Based on the spatial distribution of planting of rubber trees in Hainan Province, the MODIS-INDVI values of rubber-producing area before (i. e. Jan 1) and after (i. e. Mar 5) the period of extreme low temperature and rainy days in 2008 were compared and analyzed. Results show that the ratio of areas with I_{NDVI} value drop account for 97.2% of the total panting areas, and in which the ratio of areas with I_{NDVI} value drop larger than 0.2 account for 26.7% in total areas. In the case of the year 2007, the ratio of areas with I_{NDVI} value drop is 79.1% and the ratio of area with I_{NDVI} value drop larger than 0.2 is 14.6%. Therefore, it can be considered that there was a rubber tree cold injury in 2008, and conclusions drawn from contrast of I_{NDVI} values agree with meteorological data and field investigation. For this reason, it is possible to apply the remote sensing data to monitoring the rubber tree cold injury. Remote sensing could also dynamically monitor the growth situation of the rubber trees.

Key words: rubber; remote sensing; cold injury; monitoring

寒害是海南省重大自然灾害之一,尤其是对海南省橡胶、椰子等热带作物造成的损失不可忽视。长期以来,对橡胶寒害受灾程度、空间分布情况等信息的获取一直沿用传统的实地调查、逐级上报、汇总等方式进行^[1-3]。而传统的灾害调查方法浪费大量人力、财力和时间,寒害调查结果往往难以满足各级政府及时做出抗灾救灾决策的需要。对此,有学者用遥感和GIS技术监测寒害冻害^[4-9]等,如对2008年初广西甘蔗寒冻

收稿日期:2012-02-17; 修回日期:2012-05-16

基金项目:海南省自然科学基金项目(40737);农业部公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-003-6)

作者简介:陈小敏(1984-),女,硕士,主要从事遥感、农业气象灾害研究。E-mail:xiaominc2002@163.com

害遥感监测,监测结果与灾情调查实况一致,灾害面积测算误差小于 5%;对小麦冻害的遥感监测研究,为客观、定量、快速地评估冻害对冬小麦生长发育的影响起了积极地作用。但是,利用遥感资料进行热带作物寒害监测评估研究相关报道还比较少。为此,本文以 2008 年初海南橡胶遭遇强低温阴雨导致橡胶寒害为例,探索应用遥感开展橡胶寒害监测的可行性。

橡胶树原产赤道低压无风带,喜高温,怕寒冷^[1,10]:温度小于 12 °C 时,对代谢作用有不利影响;温度小于 10°C 时,易发生爆胶、稍枝干枯、烂脚等症状;低温持续时间越长,积累寒害影响越重。此外,寒害具有滞后性,随着温度逐渐回升,症状才陆续出现,如爆皮流胶、割面树皮坏死、枝梢干枯,甚至整个植株死亡^[11-12]。遥感监测寒害原理是利用寒害对植物叶片的伤害导致近红外反射率下降,造成植被指数(I_{NDVI})降低的方法。本研究通过计算橡胶寒害发生前、后及无明显寒害年份同期 I_{NDVI} 值进行比较,分析海南橡胶受害的空间分布以及受害程度,为开展海南橡胶寒害监测预警、灾情评估和灾后重建提供科学依据。

1 资料与方法

本文采用 NASA USGS 提供的 MODIS MOD13Q1 数据,空间分辨率为 250 m,时间分辨率为 16 d。选取强低温阴雨前(2008-01-01)、后(2008-03-05),以及常年第一蓬叶抽发期(3月21日)2008 年与无明显低温年份的 2007 年共 4 个时相值进行对比分析。

气象数据资料为海南省气象局提供。

2 结果与分析

2.1 基于 MODIS/ I_{NDVI} 橡胶遥感分析

2008 年持续强低温阴雨天气前、后 I_{NDVI} 值的比较(表 1)。从表 1 可以看出,2008 年持续低温阴雨天气发生前(2008-01-01),海南橡胶种植区^[13]植被指数 I_{NDVI} 值较高(经研究发现 I_{NDVI} 值 0.6 以上,橡胶长势为良好),大部分 I_{NDVI} 值都在大于 0.6 占 87%, I_{NDVI} 值小于 0.6 仅占 13%;持续低温阴雨结束后(2008-03-05), I_{NDVI} 值急剧下降,0.6 以上仅占 24.7%,大部分地区 I_{NDVI} 值小于 0.6,占 75.3%。对比强低温阴雨灾害前后 I_{NDVI} 值,发现各地橡胶种植区 I_{NDVI} 值均有不同程度的下降现象。其中, I_{NDVI} 值下降幅度 0.3 以上,占 2.5%;下降幅度在 0.2~0.3,占 24.2%;下降幅度在 0.1~0.2,占 45.9%;下降在 0.1 以下,占 24.6%,仅有很小的一部分橡胶种植区处于上升情况。就全岛橡胶种植区而言, I_{NDVI} 值下降幅度比低温阴雨天气前平均减少 0.15。

表 1 2008 年持续低温阴雨天气前后橡胶 I_{NDVI} 值比较

Table 1 Comparison of I_{NDVI} value of rubber tree before and after the extreme low temperature and rainy overcast in 2008

I_{NDVI}	受灾前(2008-01-01)所占比例/%	受灾后(2008-03-05)所占比例/%	ΔI_{NDVI}	所占比例/%
< 0.5	2.43	34.33	< -0.3	2.5
0.5~0.6	10.58	40.96	-0.3~-0.2	24.2
0.6~0.7	36.24	17.91	-0.2~-0.1	45.9
0.7~0.8	42.30	5.78	-0.1~0	24.6
> 0.8	8.45	1.01	> 0	2.8%

2008 年强低温阴雨发生前后,全岛橡胶种植区 ΔI_{NDVI} 值变化遥感空间分布图(图 1),由图 1 可见:严重受灾地区为儋州、白沙大部分地区、澄迈南部、临高南部和琼中北部,以上地区 ΔI_{NDVI} 值均在 0.3 以上;中等受灾地区在以上地区外,范围扩展到海口南部、屯昌西部和琼海西部, ΔI_{NDVI} 值在 0.2~0.3;轻度受灾地区在所有橡胶种植区均有出现。

查阅历年橡胶物候期观测结果,发现橡胶树第一蓬叶抽发时间,通常集中在 3 月下旬。因此,选取橡胶种植区 2008 年受灾后(2008-03-21)与无明显寒害年份(2007-03-21)进行比较(表 2),结果如下:2007 年第一蓬叶抽发后,海南橡胶种植区 I_{NDVI} 值绝大部分在 0.6 以上,占 92%,其中大于 0.7,占 70%,仅有极小

部分地区(8.4%)低于0.6;而2008年 I_{NDVI} 值大于0.6,占68%,其中大于0.7,仅占30%,有将近1/3(31%)低于0.6。即2008年橡胶抽叶期 I_{NDVI} 值相对于正常年份,出现了不同幅度的下降:下降幅度大于0.2,占14.6%;下降幅度在0.1~0.2之间,占29.5%;下降在0.1左右,占35%;仅有20.9%的种植区 I_{NDVI} 上升。说明了2008年第一蓬叶抽发、老熟时间与正常年份相比有所延迟,叶量、长势相对较弱,证明了2008年初海南遭遇持续强低温阴雨,导致橡胶遭受严重寒害影响,并引发了后续次生灾害影响,影响到叶片的正常出芽、伸展和老化。

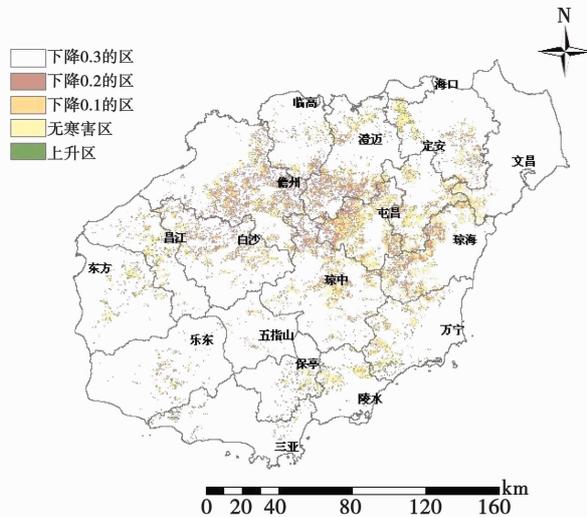


图 1 2008 年强低温阴雨前后 I_{NDVI} 值变化空间分布图

Fig. 1 Spatial distribution of variation of I_{NDVI} value before and after extreme low temperature and rainy overcast in 2008

表 2 2008 年与 2007 年橡胶 I_{NDVI} 值比较

Table 2 Comparison of rubber tree's I_{NDVI} value between the years 2008 and 2007

I_{NDVI}	正常年份(2007-03-21)/%	受灾后(2008-03-21)/%	ΔI_{NDVI}	2008 与 2007 同期对比/%
< 0.5	2.1	5.8	< -0.3	1.6
0.5~0.6	6.3	25.9	-0.3~-0.2	13.0
0.6~0.7	21.4	39.2	-0.2~-0.1	29.5
0.7~0.8	48.2	25.2	-0.1~0	35.0
> 0.8	22.0	3.9	> 0	20.9

2.2 橡胶寒害气象资料分析与寒害调查

结合前人对海南岛橡胶寒害的有关指标研究^[1,14-15],本文利用2008年1-2月份极端最低温度、日平均气温 $\leq 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积累低温、日平均气温 $\leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数和日平均气温 $\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数作为指标因子,进行权重平均分析。计算橡胶寒害等级分区结果显示如图(图2),根据以上指标,2008年强低温阴雨天气过程中,北部海口、澄迈、临高和儋州易发生严重寒害;北部定安、屯昌和中部琼中、白沙易发生中度寒害;东部沿海文昌、琼海、万宁和西部地区易发生轻度寒害;南部地区基本无寒害。

中国热带农业科学院橡胶研究所与海南天然性橡胶产业集团股份有限公司,在2008年强低温阴雨后,对垦区橡胶树进行寒害调查^[15]。结果如图3显示:3级以上橡胶树受害株数(在橡胶生产的“技术规程”中,认为遭受等级3级及以上寒害,树冠受害2/3以上,树皮及茎基受害占全树周1/2以上,容易滋生病害,不容易恢复生产):儋州受害株数最多(这与儋州种植面积有关),澄迈、白沙、琼中、临高和屯昌次之,东北部、东部和西部地区也有一定的受害株数,南部地区受害橡胶很少;受害最严重的为北部和中部地区、其次是东部和西部地区,南部受害较小。

2.3 橡胶寒害验证

2008年强低温阴雨发生前后,全岛橡胶种植区遥感反演 ΔI_{NDVI} 值变化空间分布情况与橡胶寒害气象资料等级分区、2008年橡胶3级以上寒害受害株数分区进行验证比较,结果显示:严重寒害区,遥感监测到

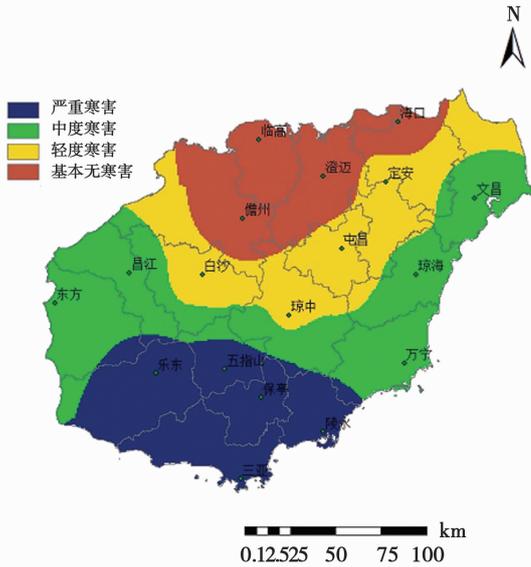


图 2 2008 年易发生橡胶寒害等级分区图

Fig. 2 Classification zoning map of area easily happening rubber trees cold injury in 2008

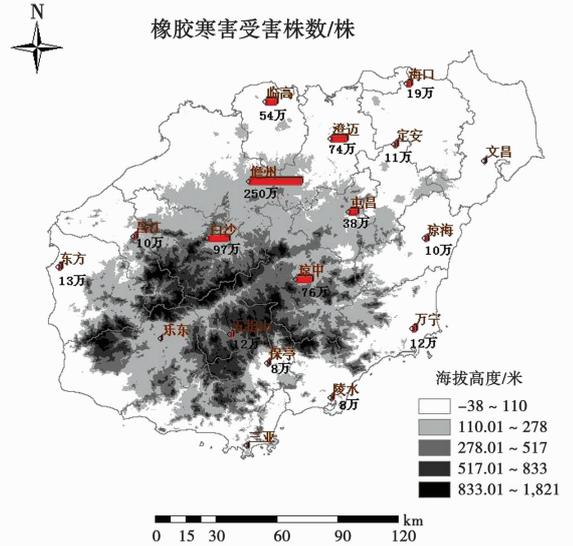


图 3 橡胶寒害受害株数分布图

Fig. 3 Distribution map of plant number of cold-injured rubber trees

主要发生在西北部儋州、临高、澄迈、白沙和琼中交界处,这些地区都是易发生严重寒害地区,同时也是橡胶受害株数最多的地方;中度寒害区,遥感监测到在严重寒害区周边均出现外,还增加了屯昌、琼海西部和海口地区,此地区也是易发生中度寒害地区,同时也是橡胶受害株数较多的地方;轻度寒害区,遥感监测到五指山及其以北地区的所有植胶区均有出现,包括定安、琼海、文昌、昌江、万宁和五指山等地,均出现 3 级以上的橡胶寒害受害影响;无寒害区,主要分布在五指山以南地区,包括乐东、报亭、三亚和陵水等地植胶区,该区最冷月平均温度通常 $> 15^{\circ}\text{C}$,实地调查,3 级以上橡胶寒害株数较少或者没有。

以上证明了,遥感监测橡胶寒害的空间分布、寒害强度和受害面积,与实际情况较为一致;遥感方法监测橡胶寒害,更为客观、细致和精确。

表 3 橡胶寒害遥感监测验证

Table 3 Verification of Rubber tree cold injury remote sensing monitoring

橡胶寒害等级	2008 年强低温阴雨前后 ΔI_{NDVI} 值及对应地点值	按易发生橡胶寒害等级分区	按受害株数定位寒害(三级以上寒害)
严重寒害区	$\Delta I_{NDVI} < -0.3$ 对应地点:儋州、白沙大部分地区、澄迈南部、临高南部和琼中北部	儋州、澄迈、临高和海口	儋州
中度寒害区	ΔI_{NDVI} 在 $-0.3 \sim -0.2$ 之间对应地点:在以上范围内,增加了澄海口南部、屯昌西部和琼海西部	白沙、琼中、屯昌、定安	澄迈、临高、白沙、琼中、屯昌、海口
轻度寒害区	ΔI_{NDVI} 在 $-0.2 \sim -0.1$ 之间对应地点:五指山以北地区所有植胶区均有出现	东方、昌江、万宁、琼海和文昌	定安、琼海、文昌、万宁和昌江
无寒害区	$\Delta I_{NDVI} > -0.1$ 之间对应地点:五指山以南地区	五指山以南地区	五指山以南地区

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 对比 2008 年强低温阴雨发生前后的 MODIS I_{NDVI} 值变化,表明了 2008 年海南橡胶遭受寒害的影响;对比 2007 年与 2008 年橡胶同期 I_{NDVI} 值变化,表明了 2008 年受寒害影响,导致第一蓬叶抽发、老熟时间与正常年份相比有所延迟,叶量和长势不佳。

(2) 利用遥感数据开展橡胶寒害监测,评估大范围橡胶种植区寒害的空间分布与实际调查结果情况较为一致;

(3) 遥感监测橡胶寒害严重程度和灾害面积是可行的,而且精度较高具,并有客观、省时省力和费用低等优点;

此外,遥感还可以动态监测橡胶生长情况,不仅可以为各级党政机关、政府和橡胶主管部门进行寒害监测评估工作,及时调整橡胶储备和贸易,还将指导橡胶企业、民营胶农做好“两病”防治和预报翌年橡胶开割期等工作。以减轻寒害天气对橡胶生长、生产的影响和灾后恢复生产提供参考依据。

3.2 讨论

由于橡胶寒害的特殊性,以及低温对寒害的累加效果,部分受害的橡胶寒害症状表现不明显,并有一定的滞后性,即受灾后叶片组织对近红外波段的反射率及对红光波段的吸收率的影响变化不大,但随着时间的延长,橡胶寒害的受害症状才逐渐表现出来,使得 I_{NDVI} 并不能完全反映作物的受害情况。橡胶寒害主要发生在冬季,持续低温阴雨导致晴天遥感图获取困难,这一情况有待解决。分析中发现受害严重地区,还存在 I_{NDVI} 值上升像元(像元混合、种植抗寒品种、地形小气候等因素),需要进一步分析。

参考文献:

- [1] 华南热带作物学院. 橡胶栽培学[M]. 2版. 北京:农业出版社,1989.
South China Institute of Tropical Crops series . Rubber Cultivation[M]. 2nd Ed. Beijing: Agriculture Press,1989. (in Chinese)
- [2] 郑启恩,符学知. 橡胶树寒害的发生及预防措施[J]. 广西热带农业,2009,120(1):29-30.
ZHENG Qi'en, FU Xue zhi. The occurrence of rubber trees chilling injury and prevention[J]. Guangxi Tropical Agriculture,2009,120(1):29-30. (in Chinese)
- [3] 高新生,李维国,黄华孙,等. 橡胶树胶木兼优无性系寒害适应性调研初报[J]. 热带作物学报,2009,30(1):5-10.
GAO Xinsheng, LI Weiguo, HUAGN Huasun, et al. A Survey to the cold resistance adaptability of rubber timber/latex clones[J]. Chinese Journal of tropical Crops,2009,30(1):5-10. (in Chinese)
- [4] 张晓煜,陈豫英,苏战胜,等. 宁夏主要作物霜冻遥感监测研究[J]. 遥感技术和应用,2001,16(1):32-36.
ZHANG Xiaoyu, CHEN Yuying, SU Zhansheng, et al. A study on monitoring frost of main crop in the area of Ningxia by using remote sensing[J]. Remote Sensing Technology Appl,2001,16(1):32-36. (in Chinese)
- [5] 杨邦杰,王茂新,裴志远. 冬小麦冻害遥感监测[J]. 农业工程学报,2002,18(2):136-140.
YANG Bangjie, Wang Maoxin, PEI Zheyuan. Monitoring freeze injury to winter wheat using remote sensing[J]. Trans CSAE,2002,18(2):136-140. (in Chinese)
- [6] 谭宗琨,丁寒花,杨鑫,等. 利用 MODIS 监测 2008 年初广西甘蔗的寒害冻害[J]. 气象,2010,36(4):116-119.
TAN Zongkun, DING Meihua, YANG Xin, et al. Study on the extraction of sugar cane planting areas from eos/modis data[J]. Meteorological monthly,2010,36(4):116-119. (in Chinese)
- [7] 匡昭敏,李强,尧永梅,等. EOS/MODIS 数据在甘蔗寒害监测评估中的应用[J]. 应用气象学报,2009,20(3):360-364.
KUANG Zhaomin, LI Qiang, DING Meihua, et al. Application of EOS/MODIS data to monitoring sugarcane cold damage[J]. Journal of Applied. Meteorological Science,2009,20(3):360-364. (in Chinese)
- [8] 张雪芬,陈怀亮,郑有飞,等. 冬小麦冻害遥感监测应用研究[J]. 南京气象学院学报,2006,29(1):94-100.
ZHANG Xuefen, CHEN Huailiang, ZHENG Youfei, et al. Monitoring the freezing injury of winter wheat by remote sensing[J]. J Nanjing Inst Meteoml,2006,29(1):94-100. (in Chinese)
- [9] Wardlow B D, Egbert S L. A comparison of MODIS 250m EVI and NDVI data for crop mapping: a case study for southwest Kansas[J]. International Journal of Remote Sensing,2010, 31(3/4):1105-1110.
- [10] 温福光,陈敬泽. 对橡胶寒害指标的分析[J]. 气象,1982(8):33-34.
WEN Fuguang, CHEN Jingze. Analysis of chilling injury index of the rubber trees[J]. Meteorological Monthly,1982(8):33-34. (in Chinese)
- [11] 阚丽艳,谢贵水,崔志富,等. 海南省部分农场橡胶树寒害情况浅析[J]. 中国热带农业,2008(6):29-31.
KAN Liyan, XUE Guishui, CUI Zhifu, et al. Analysis of rubber - tree's chilling injury in Hainan state farms [J]. China Tropical Agriculture, 2008(6):29-31. (in Chinese)
- [12] 阚丽艳,谢贵水,陶忠良,等. 海南省 2007/2008 年冬橡胶树寒害情况浅析[J]. 中国农学通报,2009,25(10):251-257.
KAN Liyan, XUE Guishui, TAO Zhongliang, et al. Analysis on rubber tree cold injury in 2007/2008 winter in Hainan [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2009,25(10):251-257. (in Chinese)
- [13] 陈汇林,陈小敏,陶忠良,等. 基于 MODIS 遥感数据提取海南橡胶信息初步研究[J]. 热带作物学报,2010,31(7):1180-1185.
CHEN Huilin, CHEN Xiaomin, TAO Zhongliang, et al. A primary study on rubber area estimation from MODIS - Based information in Hainan [J]. Chinese Journal of Tropical Crop, 2010,31(7):1180-1185. (in Chinese)
- [14] 潘亚茹,高素华. 带有周期分量的多元逐步回归在橡胶寒害趋势分析中的应用[J]. 热带气象,1988,4(4):335-340.
PAN Yaru, GAO Suhua. Application of the multiple progressive regression analysis with periodical terms in the trend analysis of rubber tree chill disaster[J]. Journal of Tropical Meteorology, 1988,4(4):335-340. (in Chinese)
- [15] 覃姜薇,余伟,蒋菊生,等. 2008 年海南橡胶特大寒害类型区划及灾后重建对策研究[J]. 热带农业工程,2009,33(1):25-28.
QIN Jiangwei, YU Wei, JIANG Jusheng, et al. Regionalization of rubber plantation area suffering from specially large scale cold damages in Hainan state farms, and aftermath reconstruction[J]. Tropical Agricultural Engineering,2009,33(1):25-28. (in Chinese)