第 15 卷 第 6 期
2021 年 12 月
沙 漠 与 绿 洲 气 象
Desert and Oasis Meteorology

周慧,唐林,黎祖贤,等.湖南省森林火灾时空分布特征及典型个例分析[J].沙漠与绿洲气象,2021,15(6):129-133.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2021.06.019
开放科学(资源服务)标识码(OSID):

湖南省森林火灾时空分布特征及典型个例分析

周 慧[1,3],唐 林[2],黎祖贤[2],周 莉[1],蔡瑾婕[1]
(1.湖南省气象台,湖南 长沙 410119;2.湖南省人工影响天气办公室,湖南 长沙 410119;
3.气象防灾减灾湖南省重点实验室,湖南 长沙 410119)

摘 要:利用湖南省 2008—2017 年森林火灾数据、卫星 MODIS 和 VIIRS 监测资料及常规气象资料,统计分析了湖南省森林火灾时空分布特征,并重点分析了 2018 年 2 月 14—19 日湖南致灾严重的森林火灾过程与气象条件的关系。结果表明:2008—2017 年湖南省森林火灾高发月是 2—4 月,其中 3 月最多,为 3 800 次;邵阳发生森林火灾次数最多,郴州、长沙和永州次之;森林火灾受灾累积面积最大的是永州市、怀化市、邵阳市,达 6 800~7 500 hm^2。典型个例分析发现,森林火灾期间,气温偏高、相对湿度较小、降水量少、平均风速超过 0.5 m/s,火灾严重时段最大风速增大到 4~6 m/s,风向以偏东风和偏南风为主;湖南高低空受上下一致的西南风气流控制,天气形势较稳定。

关键词:森林火灾;受灾面积;气象条件;湖南省
中图分类号:P412.11 **文献标识码**:A **文章编号**:1002-0799(2021)06-0129-05

湖南是森林火灾频发的省份之一,森林火灾是一种破坏性大、突发性强、处置救助比较困难的自然灾害。森林火灾广泛地影响到生态、社会、经济和政治等方面,过去几十年里,许多学者都对森林火灾进行了相关的研究。国外学者 Mouillot 等[1]统计出,森林火灾每年在全球燃烧面积所占比重大,为 14%左右;Dempsey[2]对安大略省森林火灾环境效应进行研究,发现森林火灾产生的烟及排放物会加重空气中 $PM_{2.5}$、O_3、碳氧化物及氮氧化物等浓度,造成风向下游区域严重的空气污染。国内一些学者针对当地的森林火灾也进行了相关研究[3-9],何折能等[3]探讨了重庆市森林火险的气象条件及气象等级;田光辉等[4]利用基于模糊综合判别方法对森林火险等级预报进行了研究;沈姣姣等[5]重点研究了陕西森林火灾重灾年与太阳活动、南方涛动异常变化的关系。森林火灾发生受很多因素的影响[10],既有自然因素,包括可燃物类型和分布、气象影响因子、地形地貌等[11-14],也有社会因素,如人类生产活动等。在某个特定区域,森林火灾的发生是由多种影响因子共同作用造成的。由于不同区域影响因子有差异,造成了各地区林火发生与发展的状况也不同。湖南地形三面环山,是向东北开口的马蹄形盆地,森林分布较广,森林火灾频发,致灾重,研究湖南森林火灾发生的时空分布规律、气象环境背景场特征及主要影响气象因子,对于提高森林火灾监测、预报预警与开展人工增雨作业降低森林火险等级均具有十分重要的意义[15-22]。

收稿日期:2020-04-22;**修回日期**:2020-09-23
基金项目:湖南省人影办项目;2019年省基金项目(2018JJ2223);环境气象团队项目
作者简介:周慧(1973—),女,正高级工程师,主要从事灾害天气预报和数值预报方面的研究。E-mail:514446798@qq.com

1 森林火灾时空分布特征

1.1 年变化特征

利用湖南省森林火险办提供的湖南省 2008—

2017 年森林火灾的数据统计分析，2008—2017 年湖南省森林火灾发生频次呈逐年减少趋势（图 1），其中 2008 年出现频次最多，为 4 800 次；2015 和 2016 年出现最少，分别为 192、186 次；2017 年稍有增加，为 386 次。从湖南 2008—2017 年年降水量分布来看，年平均降雨量为 1 403 mm，除 2011 年为 974 mm，其余年份均在 1 400 mm 左右，但在人为意识加强防范作用下，森林火灾逐渐减少。2017 年在湖南森林火灾频次较多的 2—4 月，降水量比常年同期偏少 2 成，温度偏高 1~2 ℃，气象条件导致该年森林火灾发生次数增多。

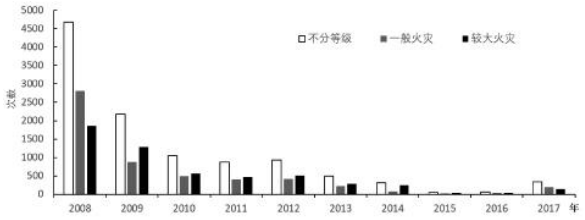

图 1　2008—2017 年森林火灾逐年累计次数

1.2　月变化特征

统计分析 2008—2017 年湖南省各月森林火灾发生次数（图 2），2—4 月是森林火灾高发月份，其中 3 月最多，总次数为 3 800 次，占全年的 37%，其次是 10 月—次年 1 月，5—9 月是全年森林火灾发生次数最少的月份。气温、降水以及相对湿度与森林火灾发生的概率有一定联系，统计分析发现，湖南 2—4 月月平均气温在 0~10 ℃，降水少，发生火灾的次数多，危害也重；另外，湖南春季雷暴天气频发，尤其 3 月最多，雷暴形成的闪电接触地面可燃物，便具备了“天雷勾地火”的条件，导致 3 月发生火灾次数最多。

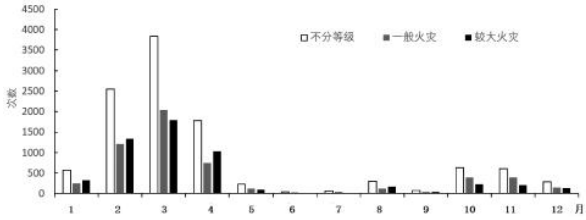

图 2　2008—2017 年森林火灾逐月累计次数

1.3　区域分布特征

图 3 为湖南省 14 个地州市 2008—2017 年森林火灾发生累计次数的空间分布。森林火灾在邵阳地区发生次数最多，约 2 063 次，其次是郴州、长沙和永州地区，超过 900 次，而张家界和岳阳地区相对较低，为 500 次左右。邵阳、永州、郴州位于湘南，而张家界和岳阳位于湘北，湖南地形是三面环山向东北开口的马蹄形盆地，湘南森林面积大，发生森林火灾的频次相对偏多；另外，从湖南气候背景场分析，湘南历年平均气温比湘中以北偏高 1~2 ℃，气温偏高，使得可燃物本身的温度升高，易被点燃，导致森林火灾频次多。湖南特殊的地形及气候背景导致森林火灾发生频次存在空间分布差异。

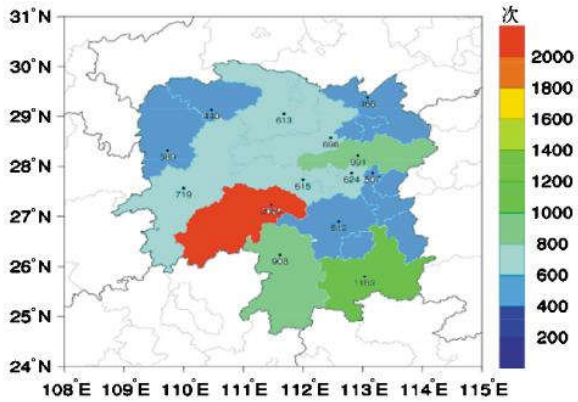

图 3　湖南省 14 个地州市 2008—2017 年森林火灾发生累计次数空间分布

1.4　受灾面积空间分布特征

图 4 为 2008—2017 年湖南省各地区森林火灾受灾面积分布图。永州市、怀化市、邵阳市森林火灾受灾累积面积较大，达 6 800~7 500 hm²，其次是郴州，湘潭受灾累计面积较小，为 600 hm² 左右。从全省森林火灾受灾面积逐年演变情况看，有显著减少的趋势，这和森林火灾发生次数是一致的。

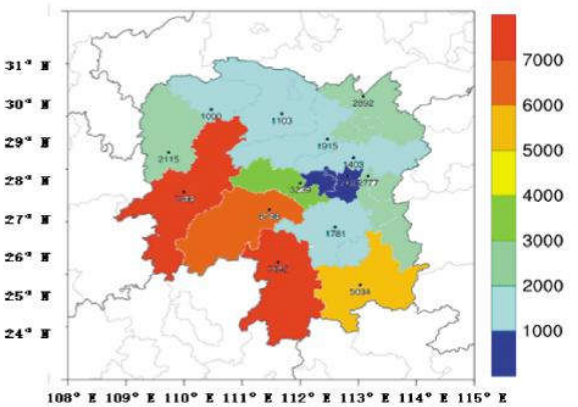

图 4　2008—2017 年各地州市累积受灾面积（单位：hm²）

2　森林火灾过程气象成因分析

2.1　环流形势特征

2018 年 2 月 14—19 日湖南出现了一次严重的森林火灾,持续时间长,受灾面积广,致灾重。本文结合卫星 MODIS 和 VIIRS 监测的高分辨率数据,分析造成该次火灾过程的高低空环流特征及主要气象影响因子,提炼出预报技术指标,为森林火灾监测预报预警提供技术支撑。

该次森林火灾过程持续时间长,6 d 左右,在湖南比较罕见,18—19 日是森林火灾最严重的时期,分析 500 hPa 高空环流形势图可知,2018 年 2 月 14—19 日,虽然有短波槽东移对湖南省造成影响,但短波槽移速很快,在 2 月 18—19 日森林火灾最严重时,湖南主要受平直的西南气流影响,形势场较稳定,低层850 hPa 受强盛的西南急流控制(图 5a),湘北地区受低涡快速移出影响,以微量降水为主,24 h 雨量<1 mm,湘中以南连续 6 d 几乎无雨,降水量少,这段时间少雨乃至无雨天气使得森林中空气湿度明显降低,导致森林内可燃物含水量下降,造成湖南大部分地区发生森林火灾。

空气中相对湿度的变化与森林中可燃物的含水量息息相关,空气相对湿度越低,可燃物含水量也越低,使得森林火灾越容易发生及蔓延。分析该过程发现,在森林火灾期间日最低相对湿度均低于 50%,容易发生森林火灾。

环境温度也是影响森林火灾的因子之一,气温越高,可燃物水分蒸发越快,干燥的速度也快;可燃物自身温度也随之升高,有助于接近燃点。森林火灾期间,湖南高低空受上下一致的西南气流控制,低层 850 hPa 西南急流达 14 m/s 左右,配合地面暖低压倒槽发展(图 5b),使得地面气温升高。从 2018 年 2 月 17 日地面最高温度分布(图 6)可知,湖南省日最高温度除湘西北部分地区以外,其他地区均>15 ℃。因此,气温条件有利于增大森林火灾发生频次。

森林火灾发生后,若风速加大,能加快燃烧速度及火灾蔓延速度,影响火灾的传播方向。这次森林火灾期间平均风速一般超过 0.5 m/s,火灾严重时段风速加大到 4~6 m/s(图 5b),风向以偏东风和偏南风为主。风速较大有利于森林火灾向西、向北方向传播。

2.2 气象要素特征

从 MODIS 和 VIIRS 监测的高分辨率数据分析(图 7),过程森林火灾次数为 436 次,受灾面积广,湖南省 72 个县市致灾,其中最严重时段发生在 2 月 18—19 日,主要分布在湘中及湘东北地区,娄底、邵阳和衡阳受灾尤其严重。从娄底站各气象要素随时间的演变图(图 8)可看出,森林火灾事件过程中无降水发生,日最高气温在 18 日前均超过 10 ℃,最高在 17 日达到 20 ℃,日最小相对湿度在 18 日前均<50%,风速在 0~6 m/s,17 日火灾旺盛时期最大风速增大到接近 6 m/s,整个过程主要为偏东风,有利于火灾的蔓延加强,进而导致最强的时段出现在 18—19 日,20 日气温明显下降,并且出现了降雨,导致火势减弱、火灾过程结束。

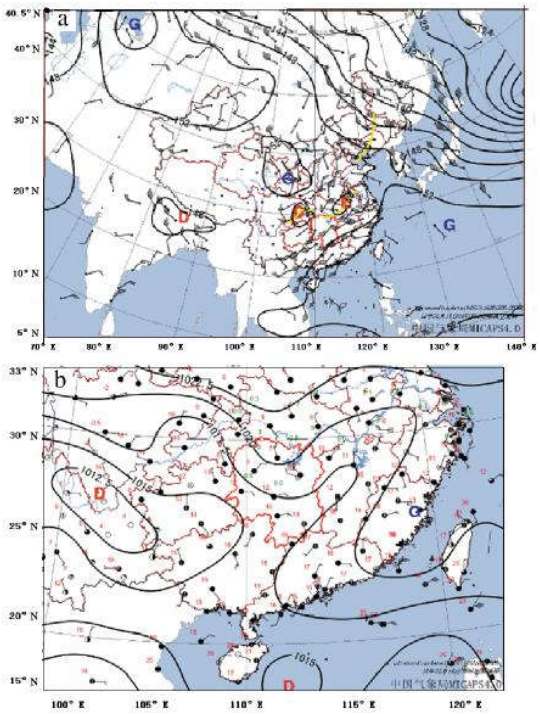

图 5 2018 年 2 月 18 日 08 时 850 hPa 高度场(a)(单位:gpm)以及地面环流场(b)(单位:gpm)

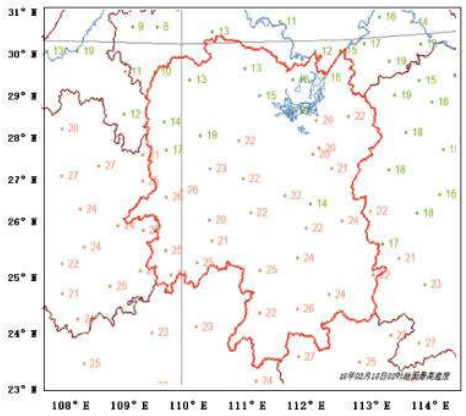

图 6 2018 年 2 月 17 日地面最高温度

有利的气象条件是影响森林火险的主要因素之一,森林火险与气温、相对湿度、风速风向及降水等气象因子有着密切的关系。

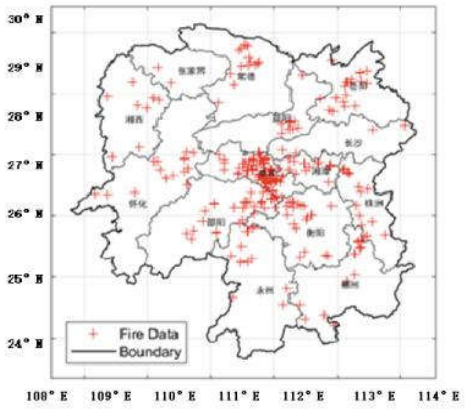

图 7　18 日 VIIRS 监测森林火点

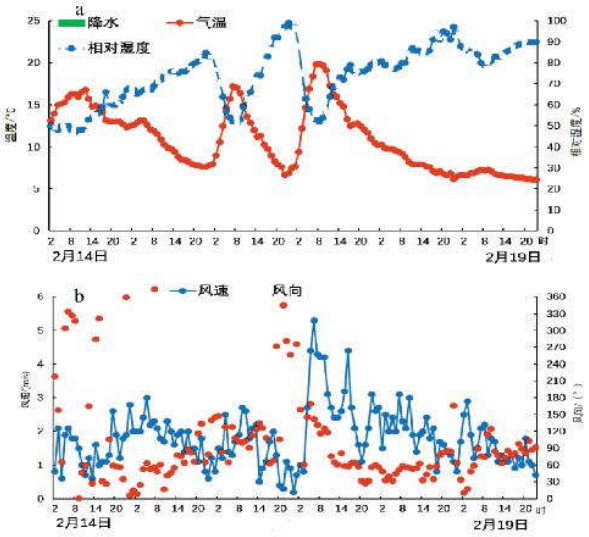

图 8　2 月 14—19 日森林火灾期间娄底站气温、降水、相对湿度(a)和风速、风向(b)逐时演变

3　结论

利用高低空气象观测资料和 2008—2017 年湖南森林火灾数据，结合卫星 MODIS 和 VIIRS 监测的高分辨率产品，研究了湖南森林火灾时空分布特征及气象条件成因。结论如下：

(1)湖南森林火灾高发月份是 2—4 月，其中 3 月最多，总次数为 3 800 次，其次是 10 月—次年 1 月，5—9 月是森林火灾发生最少月份。森林火灾在邵阳发生次数最多，郴州、长沙和永州次之，张家界和岳阳较低，且 2008—2017 年湖南森林火灾发生频次逐年减少。

(2)2008—2017 年湖南森林火灾受灾面积最大的是永州、怀化和邵阳，达 6 800~7 500 hm^2，湘潭受灾面积最小，为 600 hm^2 左右。

(3)通过卫星 MODIS 和 VIIRS 监测的高分辨率数据分析，2018 年 2 月 14—19 日湖南出现了一次严重的持续性森林火灾过程，森林火灾次数为 436 次，最严重时段为 18—19 日，主要分布在湘中及湘东北地区，娄底、邵阳和衡阳受灾尤其严重。

(4)融合高低空环流形势场及气象因子分析典型个例，发现森林火灾期间，气温较高、相对湿度较小、降水量少、平均风速一般超过 0.5 m/s，火灾严重时段最大风速增大到接近 6 m/s，有利于火灾的蔓延加强，风向以偏东风和偏南风为主，湖南高低空受上下一致的西南风气流控制，天气形势较稳定。

参考文献：

[1] MOUILLOT F,FIELD C B.Fire history and the global carbon budge:a 1°×1° fire history reconstruction for the 20th century [J].Glob Chang Biol,2005,11:398-420.

[2] DEMPSEY F.Forest fire effects on air quality in Ontario: Evaluation of several recent examples [J].Bull Amer Meteor soc,2013,94(2):1059-1064.

[3] 何泽能，唐晓萍，谭炳全.森林火险气象条件及等级预报初探——以重庆市沙坪坝区为例 [J]. 灾害学，2013,28(2):46-50.

[4] 田光辉，陈汇林，许向春.基于模糊综合判别的森林火险等级预报研究[J].灾害学，2013,28(3):117-122.

[5] 沈姣姣，李建科，张宏芳，等.陕西森林火灾重灾年与太阳活动、南方涛动异常变化的关系研究[J].沙漠与绿洲气象，2016,10(6):45-53.

[6] 黄宝华，孙治军，张华，等.潜在森林火险评估方法研究——以山东省为例[J].灾害学，2014,29(4):116-121.

[7] 刘吉敏，黄泓，王学忠.春季东北地区森林火险气象指数及其极值重现期特征[J].灾害学，2018,33(2):76-80.

[8] 牛若芸，翟盘茂，孙明华.森林火险气象指数及其构建方法回顾[J].气象，2006,32(12):3-9.

[9] 牛若芸，翟盘茂，余万明.森林火险气象指数的应用研究[J].应用气象学报，2007,18(4):447-849.

[10] 于文颖，周广胜，赵先丽，等.黑龙江省大兴安岭林区森林气象火险指数的适用性研究 [J]. 安徽农业科学，2010,38(26):14496-14501.

[11] BEALE J,JONES W.Preventing and reducing bushfire arson in Australia:A review of what is known [J].Fire Technol,2011,47:507-518.

[12] THOMAS Z,GIANNI B P,PATRICIA M,et al.Weather and human impacts on forest fire history in two climatic regions of Switzerland [J].Forest and Management,2011,261(12):2188-2199.

[13] 于文颖，周广胜，赵先丽，等.大兴安岭林区火灾特征及影响因子[J].气象与环境学报，2009,25(4):1-5.

[14] 易浩若，纪平，覃先林.全国森林火灾预报系统的研究与

运行[J].林业科学,2004,40(3):202-207.
[15] 戴有学,代淑媚,郑峰燕,等.临汾市森林火险等级预报系统及其应用[J].气象科技,2008,36(6):826-829.
[16] 黄镇,黄慰军,王蕾,等.火灾遥感监测实例分析[J].沙漠与绿洲气象,2008,2(3):25-28.
[17] 刘星光,张健.高森林火险天气形势及其前期气候特征与预报[J].自然灾害学报,2010,19(1):192-198.
[18] 傅泽强,陈动.大兴安岭森林火灾与气象条件的相互关系[J].东北林业大学学报,2011,29(1):12-15.
[19] 张深寿,魏鸣,赖巧珍.两次火情的新一代天气雷达回波特征分析[J].气象科学,2017,37(3):359-367.
[20] 田晓瑞,赵凤君,舒立福,等.西南林区卫星监测热点及森林火险天气指数分析[J].林业科学研究,2010,23(4):523-529.
[21] 刘刈,李强,刘德,等.重庆市森林火险变化特征及气象条件分析[J].干旱气象,2014,32(5):744-750.
[22] 吴璐.河南省森林火险月季尺度定量客观化预测[J].气象与环境科学,2018,41(2):91-97.

Spatial and Temporal Distribution Characteristics of Forest Fire and Typical Case Analysis in Hunan Province

ZHOU Hui[1,3], TANG Lin[2], LI Zuxian[2], ZHOU Li[1], CAI Jinjie[1]
(1.Hunan Meteorological Observatory, Changsha 410119, China;
2.Weather Modification Office of Hunan Province, Changsha 410119, China;
3.Meteorological Service Center of Hunan Province, Changsha 410119, China)

Abstract Based on the data of forest fire during 2008-2017, along with corresponding MODIS and VIIRS satellite remote-sensing monitoring data and conventional meteorological data in Hunan Province, the spatio-temporal distribution characteristics of forest fire in Hunan Province were analyzed. Furthermore, the paper focused on the relationship between forest fires and meteorological conditions that caused serious disasters during February 14th to 19th, 2018. The results showed that the most frequent months of forest fires during 2008-2017 were in February, March and April, and the highest number of forest fires was 3 800 in March. Forest fire occurred most frequently in Shaoyang, followed by Chenzhou, Changsha and Yongzhou. The largest cumulative area of forest fire disaster was in Yongzhou, Huaihua and Shaoyang, reaching 6 800 ~ 7 500 hm^2. The case study showed that during the forest fire the meteorological conditions were: high air temperature, small relatively humidity, less precipitation and the average wind speed was generally more than 0.5 m/s. During the severe fire period, the maximum wind speed increases to 4 ~ 6 m/s, and the wind direction was mainly easterly and southerly. Under the consistent control of Southwest airflow from the upper to the lower, and the weather situation in Hunan was relatively stable.

Key words forest fire; affected area; meteorological conditions; Hunan Provinces