

沈姣姣,李茜,张宏芳,等. 陕西省森林火灾时空特征及周末、节假日效应研究[J]. 陕西气象,2022(5):52-57.

文章编号:1006-4354(2022)05-0052-06

陕西省森林火灾时空特征及周末、节假日效应研究

沈姣姣^{1,2},李茜^{2,3},张宏芳^{1,2},党超琪¹,张曦¹,杨楠¹

(1. 陕西省气象服务中心,西安 710014;

2. 陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,西安 710016;

3. 陕西省气候中心,西安 710014)

摘要:利用1977—2015年陕西省森林火灾次数和受害森林面积等资料,分析森林火灾年际、地区、季节、周内分布特征以及周末效应和节假日效应。结果发现,就年际演变来看,20世纪70年代至80年代是陕西省森林火灾高发期,90年代后期开始森林火灾显著减少且趋于稳定。就地区来看,陕南森林火灾次数和受害森林面积几乎占全省的一半,延安地区火灾受害率(即火灾面积/火灾次数)在10地市中居于首位,关中地区相对较少;陕西省大部分地区森林火灾均存在周末效应,尤其是榆林和商洛较明显。就季节分布来看,森林火灾春季最频繁,其次为冬季,秋季和夏季较少,其中春季周末效应最明显,秋季和夏季次之,冬季最不明显。就周循环来看,周一至周四森林火灾次数多呈现负距平,周五有很大不确定性。就节假日效应来看,除五一和十一外,春节、清明节和植树节前后森林火灾均存在正节假日效应,节假日效应大小为植树节>清明节>春节。

关键词:周末效应;节假日效应;森林火灾;火灾预防;防灾减灾;陕西省

中图分类号:S762

文献标识码:A

森林火灾具有突发性强、破坏性大、处置困难等特点,是当今国际上较为严重的自然灾害和公共危机事件之一^[1],也是被林业系统唯一列入国家十三个重大公共安全灾害,并进入国家级应急预案的灾种之一^[2]。陕西省森林资源丰富,截至2021年,全省森林覆盖率达到45%以上(来自国家林业和草原局政府网, <http://www.forestry.gov.cn/main/5384/20220614/164158877546347.html>)。陕西南部的秦岭林区不仅是“国家中央森林公园”,也是我国“十八个生物多样性关键地区之一”。陕西属于森林火灾频发地区,省内自然保护区和森林公园众多,林区防火基础设施老旧,火险火情难以及时发现和扑救,给当地造成了恶劣的生态影响和严重的经济损失。2012年起,陕西省气象局和陕西省林业厅密

切合作,建立了一大批森林火险监测站,增强了森林火灾预警能力,在一定程度上遏制了森林火灾的发生,对保障森林资源和生态环境安全具有重大的意义。

有研究^[3]表明,人类频繁活动是造成森林火灾的主要原因之一。随着旅游经济的发展,进山旅游人员逐年增多,野外火源点多、面广,引发森林火灾的人为火源大量存在,大大增加了森林火灾隐患。据不完全统计^[4],20世纪90年代太白山共发生荒火和林火21起,全部由人为火源引起,因此在春节、清明、五一、十一等非常时期,严防火源进入林区,防止森林火灾的发生。那么这些“非常时期”的森林火灾是否有规律性特点呢?

“周末效应”最初是由Cross研究股票收益的周内异常波动规律时提出的,随着研究领域的拓

收稿日期:2021-11-15

作者简介:沈姣姣(1986—),女,山西运城人,汉族,博士,高工,从事气象服务与应用气象研究工作。

通信作者:李茜(1984—),女,陕西西安人,汉族,博士,高工,从事气候诊断及预测工作。

基金项目:陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2021G-17)

展,这一概念逐渐被引用到多个领域。现有研究指出,某些城市气象站的气象要素,如气温^[5]和降水频率^[6]等出现显著的周循环特征,也有研究表明,城市污染物,如 PM_{2.5}^[7]、臭氧^[8]、黑炭气溶胶^[9]、雾霾^[10]等也表现出明显的周末效应;因此有不少学者推断人们规律性的生活方式可能是导致产生这种周期变化的原因^[5]。本文以“周末效应”和“节假日效应”表征森林火灾的人为干扰程度,对陕西森林火灾发展规律进行分析。该研究结果不仅对陕西省森林火灾的预防有重大的现实意义,也可为地方政府开展森林火灾灾害防治和应急管理工作、保障社会经济可持续发展提供科学决策依据。

1 研究区概况

陕西省地处我国西北内陆的中纬度地区,从北到南可以分为陕北高原、关中平原、秦巴山地三个地貌区,作为中国南北气候分界线的秦岭山脉横贯全省东西。陕北黄土高原海拔 800~1 300 m,约占全省总面积 45%,大部属暖温带气候,年平均气温 7~11 °C,降水量为 300~600 mm,包括榆林和延安。关中平原平均海拔 520 m,约占全省总面积 19%,属暖温带气候,年平均气温 11~14 °C,降水量 500~700 mm,包括宝鸡、咸阳、铜川、西安和渭南。秦巴山地包括秦岭、巴山和汉江谷地,约占全省总面积 36%,属北亚热带气候,年平均气温 13~16 °C,降水量 700~1 200 mm,包括汉中、安康和商洛。由于自然、社会、火源管理等方面的问题,陕西森林火灾发生比较频繁,火灾造成的损失严重,森林防火工作十分艰巨。

2 数据与方法

2.1 数据来源

陕西省森林火灾数据包括火灾次数和受害森林面积,火灾数据为陕西省森林防火指挥部办公室提供的 1977—2015 年陕西省逐年森林火灾数据和 2010—2015 年逐日森林火灾数据。

2.2 周末效应和节假日效应

在忙碌工作之余,人们多选择在周末或小长假进山踏青、纳凉、赏景等,产生明显与平时不一样的人类活动,户外活动呈阶段性密集增多,尤其清明节因祭祀等原因,一直以来都是森林火灾发

生的高风险时段,增加了林区人为用火的管理难度。参考文献[11],界定周末效应和节假日效应 $W=C_1-C_2$,周末效应指数和节假日效应指数 $P=(C_1-C_2)/C_2 \times 100\%$,其中 C_1 指周末/节假日森林火灾次数, C_2 指工作日/非节假日森林火灾次数。将周末/节假日火灾次数大于工作日/非节假日火灾次数称为正周末效应/正节假日效应,周末/节假日火灾次数小于工作日/非节假日火灾次数称为负周末效应/负节假日效应。剔除法定节假日后,将 2010—2015 年森林火灾资料分为工作日和周末两种类型进行统计,工作日为周一到周五,周末为周六和周日,以此来考察陕西省和 10 地市森林火灾是否存在“周末效应”。同时将春节(当天及前后各 10 d)、植树节(当天及前后各 5 d)、清明节(当天及前后各 5 d)、五一和十一作为考察森林火灾“节假日效应”存在与否的重点时段。需要指出的是,下文中提到的 10 地市是指所在地城市和其下辖的县市。

3 结果与分析

3.1 森林火灾时空分布特征

3.1.1 空间分布特征 从图 1 可以看出,1990—2015 年陕西省共发生森林火灾 1 784 次,受害森林面积 22 619.0 hm²。陕南地区火灾次数达 813 次,占全省总次数的 45.6%;受害森林面积 9 863.3 hm²,占全省受害森林面积的 43.6%。陕南地区尤其是中东部的安康和商洛,是陕西省内森林火灾较严重的地区。该地森林火灾频发的原因可能有以下两方面:一是与陕南特殊的地理位置有关。陕南地处秦岭腹地,树林种类丰富,随着近年旅游人数增多,人为活动对森林原始植被造成了干扰,野炊、吸烟等活动大大增加了森林火灾发生的风险。另一方面原因可能在于陕西省现有的原始森林多集中在秦岭、巴山等高寒偏远山区,人少、交通不便,加上大量农村劳动力向城市转移,留守人员中老、弱、病、残人员比例提高,对火灾防控能力下降,一旦发生森林火灾,扑救不及时容易酿成森林大火。

与陕南相比,关中的铜川、西安、咸阳、渭南等地森林火灾发生次数和受害森林面积相对较少。1990—2015 年陕北延安地区共发生森林火灾 127

次,低于全省平均森林火灾次数(179次),但是火灾面积(4 296.95 hm²)远高于全省平均火灾面积(2 261.90 hm²),平均火灾受害率(即火灾面积/火灾次数)在10地市中居于首位,达到33.8 hm²/次,远高于其余地市的平均火灾受害率(10.7 hm²/次)。这可能是因为陕北地区雨水稀少、气候干燥,加上近些年退耕还林,林草覆盖面积迅速增加,稍有火源极易引发火势大规模蔓延。

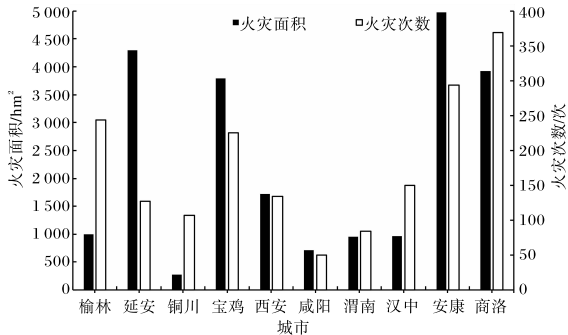


图1 1990—2015年陕西省10地市森林火灾次数和受害森林面积分布

3.1.2 时间分布特征 从图2可以看出,1977—2015年陕西省森林火灾次数和受害森林面积出现明显减少趋势,尤其是1989年之后森林火灾次数显著减少并趋于稳定,1989—2015年平均为72.3次/a,受害森林面积达到335.0 hm²/a;而1977—1988年平均为246次/a,受害森林面积为2 338.4 hm²/a。整体看来,20世纪70年代至80年代是陕西省森林火灾频发期,火灾次数多,受灾面积广,给当地森林资源造成了严重损失;90年代后森林火灾次数显著减少且基本趋于稳定,受灾面积也相应减少,这与全国森林火灾受害面积

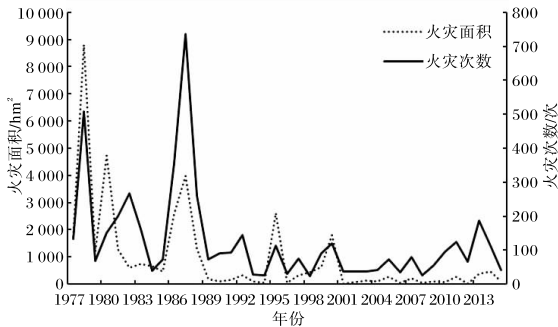


图2 1977—2015年陕西省森林火灾面积和火灾次数变化

变化趋势基本一致^[12]。进一步研究发现,陕西省森林火灾严重的年份集中在1978年和1987年,这与全国森林火灾次数和受害森林面积出现高值的时段吻合^[13]。

陕西省森林火灾具有明显的季节性特征,春季森林火灾最频繁,2010—2015年达到69.3次/a;冬季次之,为21.3次/a;秋季和夏季森林火灾相对较少,分别为3.2次/a和0.5次/a。这种季节分布特征可能与季节性的气温、风速、降雨变化和规律的人类活动等因素有关。陕西属大陆性季风气候,冬季受蒙古冷高压控制,盛行干燥强盛的偏北风,树木和地表物含水量较低,极易引燃;春季为过渡季节,积雪融化,万物吐新,踏青休闲活动逐渐增多,星星之火往往会造成严重的森林火灾。因此冬春季成为一年中森林火灾高发时段。陕西夏季盛行暖湿的西南气流,雨水充沛,植株含水量增加,地表物湿度增加,森林火灾发生概率减少。即使发生火灾,如果扑救及时,火势也容易控制。

3.2 森林火灾周末效应及其变化规律

3.2.1 森林火灾周末效应 从陕西省2010—2015年周末与工作日森林火灾发生情况的对比(表1)来看,除了2015年陕西省森林火灾次数出现负周末效应外,2010—2014年森林火灾次数均表现出正周末效应,其中2010年和2013年正周末效应达到6.0次/d和8.7次/d。

表1 2010—2015年陕西省逐年周末与工作日森林火灾次数统计

| 年份 | 火灾次数/(次/d) | | W/(次/d) | P _w /% |
|------|------------|------|---------|-------------------|
| | 工作日 | 周末 | | |
| 2010 | 3.0 | 9.0 | 6.0 | 200 |
| 2011 | 9.8 | 11.5 | 1.7 | 20 |
| 2012 | 1.8 | 2.5 | 0.7 | 40 |
| 2013 | 12.8 | 21.5 | 8.7 | 70 |
| 2014 | 7.0 | 9.5 | 2.5 | 40 |
| 2015 | 4.4 | 3.5 | -0.9 | -20 |

对陕西省10地市周末与工作日的森林火灾次数进行统计(表2),发现在陕西省10地市中,除了延安地区不存在明显周末效应,西安和汉中

地区森林火灾存在弱的负周末效应外,其余 7 个地市均存在正周末效应,尤其是榆林和商洛地区的正周末效应最明显,分别达到 1.8 次/d 和 1.4 次/d,说明榆林和商洛地区周末发生火灾的次数明显高于工作日。值得注意的是,榆林和商洛地区森林火灾次数的周末效应指数并非最大。研究发现,渭南、铜川和咸阳地区的周末效应指数最大,分别达到 280%、150%和 150%。相对于榆林和商洛,虽然渭南、铜川和咸阳地区周末发生火灾次数较少,但是这 3 个地市周末火灾次数发生概率要远远高于周内。所以在日常森林防火工作中,除了对森林火灾易发、频发地区进行重点监督预防外,对周内火灾发生概率小,但周末可能激增的地区也不可掉以轻心,应更加关注渭南、铜川和咸阳的火灾,以防麻痹大意引起重大森林火灾。

表 2 2010—2015 年陕西省 10 地市周末与工作日森林火灾次数统计

| 城市 | 工作日火灾次数/(次/d) | 周末火灾次数/(次/d) | W/(次/d) | P _w /% |
|----|---------------|--------------|---------|-------------------|
| 榆林 | 2.3 | 4.0 | 1.8 | 80 |
| 延安 | 0.6 | 0.6 | 0.0 | 0 |
| 铜川 | 0.6 | 1.5 | 0.9 | 150 |
| 宝鸡 | 0.6 | 1.0 | 0.4 | 70 |
| 咸阳 | 0.3 | 0.8 | 0.5 | 150 |
| 西安 | 1.4 | 1.3 | -0.1 | -10 |
| 渭南 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 280 |
| 汉中 | 0.3 | 0.1 | -0.2 | -60 |
| 安康 | 1.0 | 1.5 | 0.6 | 60 |
| 商洛 | 1.7 | 3.1 | 1.4 | 80 |

3.2.2 森林火灾周末效应的季节变化 对不同季节陕西省森林火灾周内和周末次数进行统计发现,不论是周内还是周末,陕西省春季森林火灾发生次数最多,其次为冬季和秋季,夏季最少。进一步从各季节森林火灾次数的周末效应分布来看,春季周末效应(8.6 次/d)最大,秋季(7.4 次/d)和夏季(3.0 次/d)次之,冬季仅存在极弱的周末效应(0.2 次/d),可见,春季不论周内还是周末,森林火灾发生概率均较大,且周末发生概率大于周内。这种现象也从侧面证明了森林火灾的发生

除了与春季干燥的自然气候条件有关外,还可能与周末进山踏青游客增多会人为引发森林火灾有关。而夏季和秋季森林火灾多数情况下发生在周末,也从侧面说明夏秋季气候湿润,自然情况下森林火灾发生风险较小,更可能与人为活动引发有关。冬季气候干燥,植株干枯,地表覆盖大量枯叶,客观上极易引发大规模森林火灾,但是此时天寒地冻,进山游客明显减少,所以综合气候和人为两方面因素,冬季周内和周末火灾发生次数均较低,周末效应也极弱。

3.2.3 森林火灾周末效应的空间分布 对陕西省 10 地市森林火灾次数的周内和周末分布情况进行统计(图 3),结果发现除了汉中和西安外,陕西省其余 8 地市周末发生火灾的次数均高于周内,即均存在“正周末效应”。对不同城市不同季节森林火灾的周末效应进行比较(图 4),结果发现陕西省大部分地区的森林火灾周末效应在一年中的不同季节均有所体现。除汉中外,大部分地区在春季均表现出正周末效应,尤其是榆林、铜川、宝鸡和

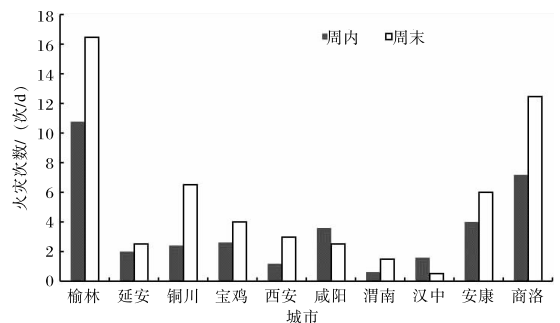


图 3 2010—2015 年陕西省 10 地市周内和周末森林火灾次数(单位:次/d)

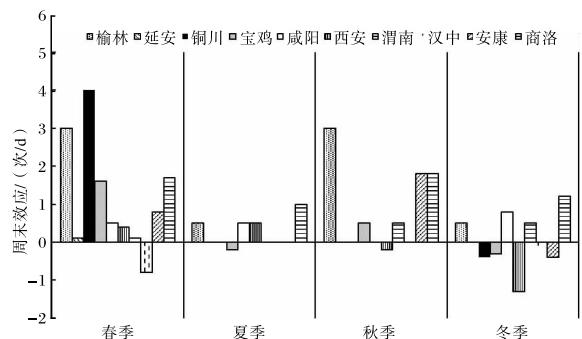


图 4 2010—2015 年陕西省 10 地市不同季节森林火灾周末效应(单位:次/d)

商洛表现出较强的正周末效应。在夏季,仅榆林、咸阳、西安和商洛表现出弱的正周末效应,延安、铜川、渭南、汉中和安康并未表现出周末效应。在秋季,榆林、安康和商洛表现出明显的正周末效应,宝鸡和渭南正周末效应略弱。在冬季,不同城市森林火灾周末效应有正有负,有较大不确定性。

3.2.4 森林火灾周内变化特征 图5表示2010—2015年逐年周一到周日陕西省森林火灾次数在周循环中的距平分布。分析发现,除2015年外,2010年、2011年、2012年、2013年和2014年陕西省森林火灾次数在周末均表现出正距平,即周末森林火灾次数比周内多。从逐日变化来

看,除了2012年和2015年外,2010年、2011年、2013年和2014年周三和周四均呈现负距平,即周三和周四发生森林火险的概率低于每周的平均水平。此外,除了2011年和2013年外,2010年、2012年、2014年和2015年周一和周二也呈现负距平,即周一和周二发生森林火险的概率也低于周平均水平。从周五来看,2010年、2014年和2015年表现出正距平,2011年、2012年和2013年表现出负距平,周五森林火灾的发生有很大的不确定性。总的来说,陕西省周内森林火灾少发可能与工作日人们基本都在上班,很少外出进山活动,因而对森林干预较少有关。

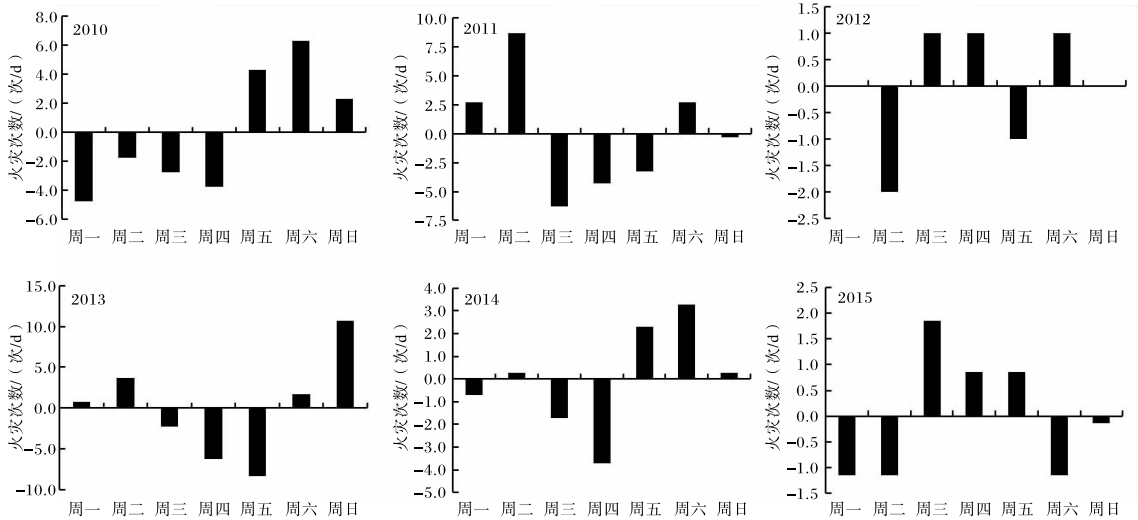


图5 2010—2015年陕西省森林火灾次数一周逐日距平

3.3 森林火灾节假日效应

研究中发现陕西省森林火灾除了表现出“周末效应”外,在节假日尤其是清明节、植树节、春节等前后森林火灾次数也会明显增加。为进一步验

证陕西省森林火灾是否存在与“周末效应”相类似的“节假日效应”,选取2010—2015年春节、清明节、植树节、五一和十一作为研究对象,对森林火灾在节假日和全年的差异进行对比分析(表3),

表3 2010—2015年节假日森林火灾次数和节假日效应

单位:次/d

| 年份 | 春节 | | 清明 | | 植树节 | | 五一 | | 十一 | |
|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 火灾次数 | 节假日效应 | 火灾次数 | 节假日效应 | 火灾次数 | 节假日效应 | 火灾次数 | 节假日效应 | 火灾次数 | 节假日效应 |
| 2010 | 0.5 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0 | -0.3 | 0 | -0.3 |
| 2011 | 1.2 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 2.4 | 2.0 | 1.2 | 0.8 | 0 | -0.4 |
| 2012 | — | -0.2 | 4.7 | 4.5 | 0.1 | -0.1 | 0 | -0.2 | 0 | -0.2 |
| 2013 | 1.5 | 1.0 | 1.6 | 1.1 | 3.8 | 3.2 | 0.4 | -0.2 | 0 | -0.6 |
| 2014 | 2.6 | 2.3 | 0.7 | 0.4 | 1.9 | 1.6 | 0 | -0.3 | 0 | -0.3 |
| 2015 | 0.8 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 1.0 | 0.9 | 0 | -0.1 | 0 | -0.1 |

注:—为未出现

结果发现五一和十一期间陕西发生森林火灾的次数几乎为0,节假日效应几乎不存在。春节、清明节和植树节前后均存在正节假日效应,且节假日效应为植树节(1.3次/d) > 清明节(1.1次/d) > 春节(0.8次/d),因此在以后的森林防火工作中,除了关注清明节和春节前后外,还应严防植树节前后发生森林火灾的风险。

4 结论与讨论

(1)20世纪70年代至80年代是陕西省森林火灾频发期,火灾次数多,受灾面积广;90年代后期森林火灾显著减少且基本趋于稳定,尤其是重大特大森林火灾明显减少,受灾面积相应也减少。1990—2015年陕南森林火灾次数和受害森林面积几乎占全省的一半,陕北延安地区火灾受害率(即火灾面积/火灾次数)在10地市中居于首位,远高于其余地区。关中的铜川、西安、咸阳、渭南森林火灾发生概率相对较低,受害森林相对较少。

(2)陕西省森林火灾春季最频繁,其次为冬季,秋季和夏季较少。除延安不存在明显周末效应,西安和汉中地区存在弱负周末效应外,其余7地市均存在正周末效应,其中榆林和商洛地区的正周末效应最明显。春季不论周内还是周末,森林火灾发生概率均较大,且周末发生概率大于周内,夏季和秋季森林火灾多数情况下发生在周末,冬季周内和周末火灾发生次数均较低。

(3)从森林火灾次数周内分布来看,2010年、2011年、2013年和2014年周三和周四均呈现负距平,2010年、2012年、2014年和2015年周一和周二也呈现负距平,周五森林火灾的发生有很大的不确定性,2010年、2014年和2015年表现出正距平,2011年、2012年和2013年表现出负距平。除五一和十一外,春节、清明节和植树节前后森林火灾均存在正节假日效应,且节假日效应大小为植树节 > 清明节 > 春节。

(4)森林火灾的发生发展除了受到气象因素和人为因素的影响,还与植被类型、地形地势、扑救水平等因素有关。由于资料限制,本研究仅分析了人为活动对森林火险的干扰程度,建议在掌握森林火灾时空特征和周末、节假日效应的基础上,加大林火管理宣传力度和森林火险监测,同

时进一步结合植被、地形等数据信息,对森林火险预报预警模型进一步完善。

参考文献:

- [1] 金森. 黑龙江省森林火灾规律研究Ⅲ. 大尺度水平森林火灾与森林类型之间的关系研究[J]. 林业科学, 2002, 38(4): 171-175.
- [2] 魏书精, 罗斯生, 罗碧珍, 等. 气候变化背景下森林火灾发生规律研究[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(2): 133-143.
- [3] 赵鹏武, 武峻毅, 张恒, 等. 基于聚类分析法的我国森林火险等级区划研究[J]. 林业工程学报, 2021, 6(3): 142-148.
- [4] 张浩, 赵芳, 李先敏. 太白山地区森林火灾相关性分析[J]. 陕西林业科技, 2007(4): 46-48, 51.
- [5] 段春锋, 缪启龙, 马利, 等. 长江三角洲地区气温变化的周末效应[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(4): 482-488.
- [6] 龚道溢, 郭栋, 罗勇. 中国夏季日降水频次的周末效应[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(3): 131-134.
- [7] 雷瑜, 张小玲, 唐宜西, 等. 北京城区PM_{2.5}主要污染气体“周末效应”和“假日效应”研究[J]. 环境科学学报, 2015, 35(5): 1520-1528.
- [8] 唐文苑, 赵春生, 耿福海, 等. 上海地区臭氧周末效应研究[J]. 中国科学D辑, 2009, 39(1): 99-105.
- [9] 肖秀珠, 刘鹏飞, 耿福海, 等. 上海市区和郊区黑碳气溶胶的观测对比[J]. 应用气象学报, 2011, 22(2): 158-168.
- [10] 邓宏兵, 蹇雪莹. 长江经济带城市雾霾污染的周末效应及假期效应研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2020, 54(4): 536-545.
- [11] ZHAO X L, ZHOU W Q, HAN L J. Human activities and urban air pollution in Chinese mega city: an insight of ozone weekend effect in Beijing [J]. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2019, 110: 109-116.
- [12] 田晓瑞, 刘晓东, 舒立福, 等. 中国森林火灾周期振荡的小波分析[J]. 火灾科学, 2007, 16(1): 55-59.
- [13] 韩建军, 曾前. 我国气候异常对森林火灾发生的影响[J]. 森林防火, 2003(1): 15-16.