

2000~2018年中国森林火灾时空特征分析

蒋春颖

国家林业和草原局林草调查规划院, 北京

收稿日期: 2022年3月8日; 录用日期: 2022年4月7日; 发布日期: 2022年4月14日

摘要

基于我国2000~2018年森林火灾统计数据,运用统计分析方法,分析我国森林火灾时空特征及变化规律。结果表明:2000~2018年,我国森林火灾次数和受害森林面积总体呈波动式下降,重特大森林火灾次数和因灾造成人员伤亡的数量下降趋势更为显著。我国森林火灾的季节性差异和地域性差异均较大。其中,春季和冬季是森林火灾高发季节,南方森林火灾次数多,每起火灾受害森林面积小,北方森林火灾次数相对较少,每起火灾受害森林面积大。但近年来,随着森林防火力度逐年加大,上述差异也随之缩小。同时,研究还表明不同地区森林火灾次数和受害森林面积与地区森林总面积和非城镇人口数量呈显著正相关。

关键词

森林火灾, 时间特征, 空间特征, 变化规律, 关系分析

Temporal and Spatial Characteristics Analysis of Forest Fires in China from 2000 to 2018

Chunying Jiang

Academy of Inventory and Planning, National Forestry and Grassland Administration, Beijing

Received: Mar. 8th, 2022; accepted: Apr. 7th, 2022; published: Apr. 14th, 2022

Abstract

The temporal and spatial characteristics of forest fires in China were analyzed by using statistical analysis method, based on the statistical data of forest fires in China from 2000 to 2018. The results show that, in China, the number of forest fires and the area of damaged forests decreased in a

fluctuating manner, the number of major and especially serious forest fires and the number of casualties caused by the disaster decreased more significantly. The seasonal and regional differences of forest fires in China are large. Spring and winter are the high incidence seasons of forest fires. There are many forest fires in South China, but the forest area affected by each fire is small. The number of forest fires in northern China is relatively small, but the forest area affected by each fire is large. However, in recent years, with the increase of forest fire prevention, the above differences are reduced. At the same time, the study also showed that the number of forest fires and damaged forest area in different areas were significantly positively correlated with the total area of forest and the number of non-urban population.

Keywords

Forest Fire, Time Characteristics, Spatial Characteristics, Change Rule, Relationship Analysis

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

森林是人类的绿色宝库,是野生动植物的生存繁衍之地,具有极高的经济、生态和社会效益,而森林却经常遭受火灾的威胁[1]。全世界每年发生森林火灾几十万次,烧毁森林面积几百万公顷。中国是森林火灾高发的国家,据国家林业和草原局森林草原防火司统计,1950~2018年,全国累计发生森林火灾80余万次,受害森林面积3815万 hm^2 以上,因火灾造成的伤亡人员数量超过3万人。进入二十一世纪以来,我国经济飞速增长,国家高度重视森林防火工作。2009~2016年,国务院相继批准实施了两期全国森林防火中长期发展规划,全面加强森林火灾预防、扑救、保障三大体系建设,我国森林火灾综合防控能力明显提升。

从历史发生数据,分析系列防火政策的实施对我国森林火灾时空特征的影响,以及区域森林资源、人口和经济水平与森林火灾发生的显著关系,是一种简单易行又具有可信度的方法[2] [3] [4] [5] [6]。本研究以2000~2018年全国森林火灾历史数据为研究对象,从年份、季度多个时间尺度探讨全国森林火灾发生次数和受害森林面积的变化规律,并以2008年为分界线,分析森林防火规划实施的前九年与后十年森林火灾发生情况变化。同时,从地域分布角度分析全国森林火灾的空间特征,并分析森林火灾与区域森林资源、人口和经济之间的相关程度,以期找到近年来我国森林火灾的时空特征及变化规律,为防火政策制定提供依据。

2. 材料与方法

2.1. 数据采集

本研究所用数据为全国2000~2018年分年份、月份、省区森林火灾统计数据,以及全国各省2014~2018年森林资源、人口和经济数据。其中,森林火灾数据包括不同森林火灾等级发生次数、受害森林面积、损失成林蓄积、损失幼林株数、伤亡人员数量等,来自国家林业和草原局森林草原防火司;森林资源数据来自第九次全国森林资源清查分地区森林面积;人口数据和经济数据包括年末人口数、年末城镇人口比重、地区生产总值(Gross Regional Product),来自中华人民共和国国家统计局。

2.2. 研究方法

利用 Excel2013 软件对收集的数据进行分类整理和统计。分别计算 2000~2018 年、2000~2008 年、2009~2018 年年均森林火灾次数、重特大森林火灾次数、受害森林面积、人员伤亡数量；按季度(春季为 3~5 月,夏季为 6、7、8 月,秋季为 9、10、11 月,冬季为 12、1、2 月)计算 2000~2018 年森林火灾总数、受害森林总面积；按地区、省份计算 2000~2018 年森林火灾总数、受害森林总面积以及平均每次火灾受害森林面积；按省份计算 2014~2018 年年均森林火灾次数、受害森林面积、森林面积、非城镇人口数量、地区生产总值,数据内容见表 1。根据上述统计结果,利用 Pearson 相关系数(Pearson Correlation Coefficient)分析森林火灾时间特征及变化规律、空间分布特征及变化规律,森林火灾次数和受害森林面积与区域森林面积、非城镇人口数量、地区生产总值的相关性程度。

为便于分析森林火灾空间分布规律,根据全国行政区划,将全国划分为东北地区(黑龙江、吉林、辽宁)、华北地区(北京、天津、河北、山西、内蒙古)、西北地区(陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆)、中南地区(河南、湖北、湖南、广东、广西、海南)、华东地区(上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东)、西南地区(四川、贵州、云南、西藏、重庆)6 大地区(暂不包括港、澳、台地区)。

Table 1. Forest fire, forest resources, population and economic data of all provinces in China from 2014 to 2018

表 1. 全国各省 2014~2018 年森林火灾、森林资源、人口、经济数据表

省份	省份简称	年均森林火灾次数	年均受害森林面积(公顷)	森林面积(万公顷)	非城镇人口数量(万人)	地区生产总值(亿元)
北京市	京	2	14.28	71.82	293	25,669.89
天津市	津	1	2.35	13.64	267	17,501.87
河北省	冀	54	154.12	502.69	3504	32,264.86
山西省	晋	10	129.18	321.09	1614	14,184.98
内蒙古自治区	蒙	129	6211.61	2614.85	979	17,423.05
辽宁省	辽	88	536.91	571.83	1423	25,653.42
吉林省	吉	87	118.81	784.87	1201	14,532.44
黑龙江省	黑	59	597.56	1990.46	1555	15,554.69
上海市	沪	0	0.00	8.90	286	28,036.53
江苏省	苏	16	2.34	155.99	2595	78,211.63
浙江省	浙	84	343.15	604.99	1854	47,655.26
安徽省	皖	75	82.13	395.85	2977	24,857.36
福建省	闽	83	735.58	811.58	1405	29,366.46
江西省	赣	73	658.05	1021.02	2153	18,585.70
山东省	鲁	17	88.20	266.51	4112	67,911.45
河南省	豫	125	84.98	403.18	4904	41,004.18
湖北省	鄂	227	148.49	736.27	2464	32,887.89
湖南省	湘	200	829.24	1052.58	3224	31,563.93
广东省	粤	207	843.76	945.98	3381	81,692.06

Continued

广西壮族自治区	桂	594	1336.53	1429.65	2510	17,933.88
海南省	琼	66	202.70	194.49	399	4110.25
重庆市	渝	11	13.02	354.97	1140	17,501.68
四川省	川	265	768.18	1839.77	4185	33,836.53
贵州省	黔	88	249.75	771.03	1992	11,978.59
云南省	滇	135	1278.73	2106.16	2627	15,095.93
西藏自治区	藏	1	5.92	1490.99	235	1177.44
陕西省	陕	104	178.04	886.84	1703	20,289.70
甘肃省	甘	11	35.92	509.73	1444	7306.70
青海省	青	12	91.76	419.75	285	2556.58
宁夏回族自治区	宁	19	24.96	65.60	294	3196.24
新疆维吾尔自治区	新	32	50.90	802.23	1236	10,265.80

3. 我国森林火灾时间特征及变化规律

3.1. 森林火灾基本情况

2000~2018 年间, 全国共发生森林火灾 130,472 次, 其中, 一般森林火灾 75,988 次, 较大森林火灾 54161 次, 重大森林火灾 276 次, 特别重大森林火灾 47 次, 年均发生森林火灾 6867 次。受害森林面积共 156.7 万 hm^2 , 年均受害森林面积 8.2 万 hm^2 。损失成林蓄积 2329.7 万 m^3 , 损失幼林株数 310,180.4 万株。人员伤亡共 1902 人。

3.2. 不同年份森林火灾特征及变化规律

2000~2018 年, 全国森林火灾发生次数和受害森林面积年际波动性较大, 但总体呈下降趋势(见图 1)。以 2008 年为分界线, 后十年相比前九年下降趋势极为显著, 2000~2008 年平均每年发生森林火灾 9563 次、

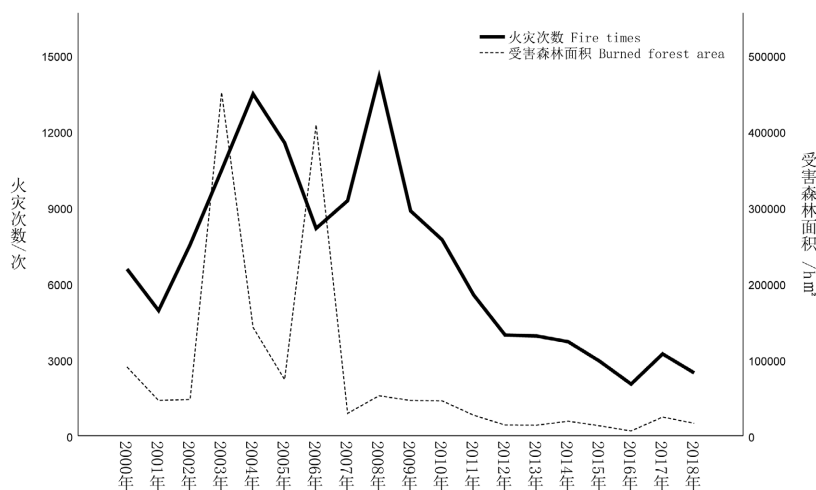


Figure 1. The annual scale changes of the forest fire times and burned forest area from 2000 to 2018

图 1. 2000~2018 年全国森林火灾次数和受害森林面积年际变化

受害森林面积 14.9 万 hm^2 , 2009~2018 年平均每年发生森林火灾 4440 次、受害森林面积 2.3 万 hm^2 。2003 年、2004 年、2005 年、2008 年是火灾发生次数最高的四个年份, 均超过了万次。2003 年和 2006 年是受害森林面积最大的两个年份, 均超过了 40 万 hm^2 , 数倍于其他年份。

2000~2018 年间, 全国重特大森林火灾发生次数和因森林火灾造成人员伤亡的数量总体呈下降趋势(见图 2)。重特大森林火灾发生次数从 2000~2008 年平均每年 25 次, 下降到 2009~2018 年平均每年 9 次。人员伤亡数从 2000~2008 年平均每年 140 人, 下降到 2009~2018 年平均每年 64 人。

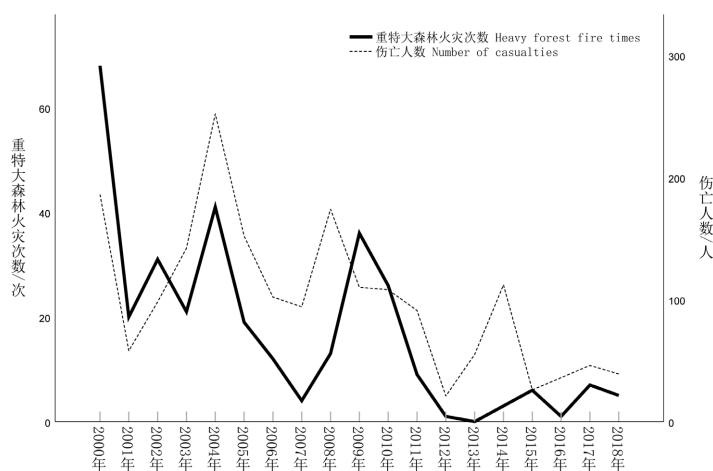


Figure 2. The annual scale changes of the heavy forest fire times and the number of casualties from 2000 to 2018
图 2. 2000~2018 年全国重特大森林火灾次数和伤亡人数年际变化

3.3. 不同季度森林火灾特征及变化规律

从 2000~2018 年全国四个季度森林火灾发生总数来看(见图 3), 春季和冬季是我国森林火灾高发季节。2000~2018 年间, 春季共发生森林火灾 70256 次, 冬季 39432 次, 秋季 10515 次、夏季 6133 次, 春冬两季发生森林火灾次数占全年的 86.8%。从年度变化趋势来看(见图 4), 四个季节的差距逐年缩小, 春夏森林火灾次数之差, 从 2000~2008 年平均每年 4722 次, 缩减至 2009~2018 年平均每年 2162 次, 森林火灾季节性的界线趋于模糊。

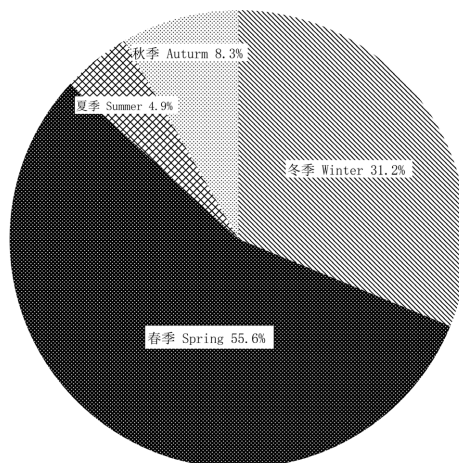


Figure 3. Proportion of forest fire times in four seasons from 2000 to 2018
图 3. 2000~2018 年四季度森林火灾次数占比

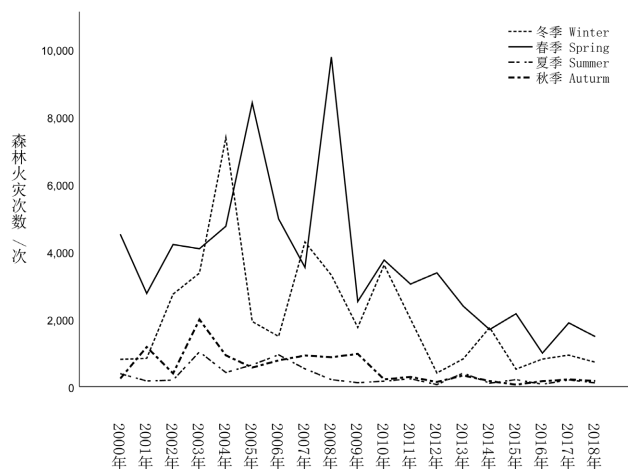


Figure 4. The seasonal scale changes of the forest fire times from 2000 to 2018 in China
图 4. 2000~2018 年全国森林火灾次数季度变化

从 2000~2018 年全国四个季度受害森林面积总量来看(见图 5), 春季森林受害最为严重, 受害森林面积占全年的 67.9%, 夏、秋、冬三季差异不大。2003 年和 2006 年春季受害森林面积最大, 分别是 42 万 hm^2 和 36 万 hm^2 。从年度变化趋势来看(见图 6), 四个季节的差距逐年缩小, 春夏受害森林面积之差, 从 2000~2008 年平均每年 92517 hm^2 , 下降至 2009~2018 年平均每年 7631 hm^2 。

4. 我国森林火灾空间特征及变化规律

4.1. 不同地区森林火灾特征及变化规律

2000~2018 年间, 我国不同地区森林火灾发生次数和受害森林面积差异较大(见图 7)。中南地区森林火灾发生次数最高, 为 59,556 次, 其他依次是西南(33,784 次)、华东(23,560 次)、东北(5722 次)、华北(4284 次)、西北(2934 次), 其中东北、华北、西北差异不显著。东北地区受害森林面积最大, 为 80.5 万 hm^2 , 其他依次是华北(28.1 万 hm^2)、华东(19.4 万 hm^2)、中南(18.6 万 hm^2)、西南(8.8 万 hm^2)、西北(1.1 万 hm^2)。平均每次森林火灾受害森林面积最大的是东北地区, 为 140.7 hm^2 , 其次是华北(65.5 hm^2)、华东(8.3 hm^2)、西北(3.7 hm^2)、中南(3.1 hm^2)、西南(2.6 hm^2), 且西北、中南、西南差异不显著。说明总体上, 南方森林火灾次数多, 每起火灾受害森林面积小, 北方则相反。

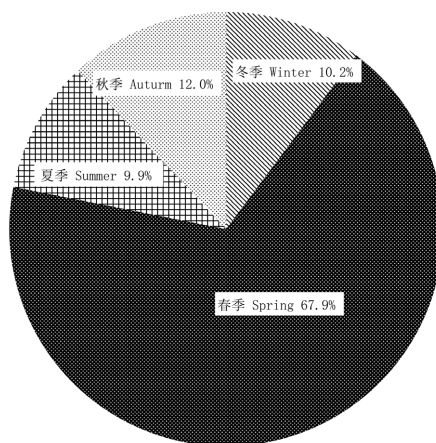


Figure 5. Proportion of burned forest area in four seasons from 2000 to 2018
图 5. 2000~2018 年四季度受害森林面积占比

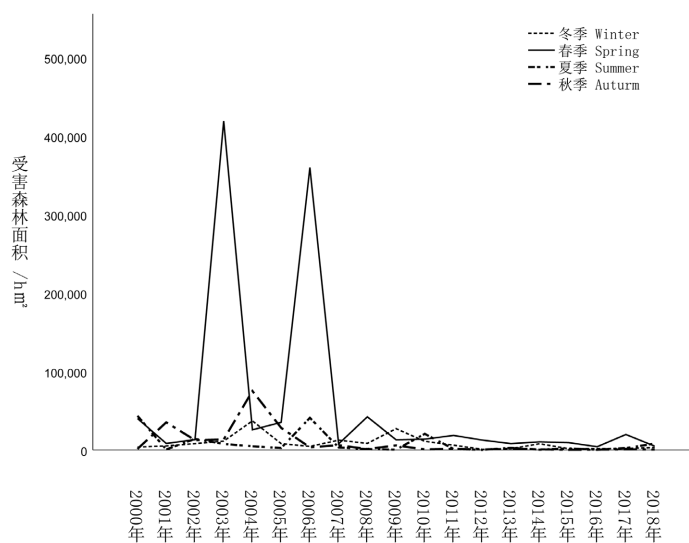


Figure 6. The seasonal scale changes of burned forest area from 2000 to 2018 in China
图 6. 2000~2018 年全国受害森林面积季度变化

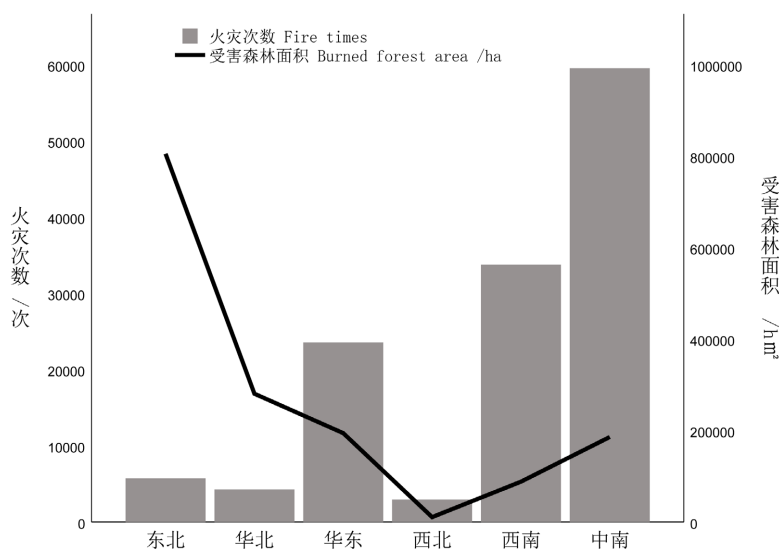


Figure 7. Comparison of forest fire times and burned forest area in different areas from 2000 to 2018
图 7. 2000~2018 年不同地区森林火灾次数和受害森林面积对比

从时间变化趋势来看(见图 8), 中南、西南、华北森林火灾发生次数年际变化差异较大, 且近年来呈明显的下降趋势。东北、华北、西北无明显年际变化。总体来看, 南北方每年发生森林火灾次数的差异正逐年缩小。

4.2. 不同省份森林火灾特征

2000~2018 年间, 森林火灾发生次数排名前六的省份是(见图 9): 湖南(25,911 次)、贵州(18,697 次)、广西(10,947 次)、湖北(9388 次)、河南(7736 次)、云南(7084 次), 六省总计占全国的 61% 以上。受害森林面积排名前六的省份是(见图 10): 黑龙江(79.8 万 hm^2)、内蒙古(26.7 万 hm^2)、湖南(10.6 万 hm^2)、福建(8.4 万 hm^2)、江西(5.3 万 hm^2)、浙江(4.8 万 hm^2), 六省总计占全国的 86% 以上。我国森林火灾集中分布在少数多发的省份。

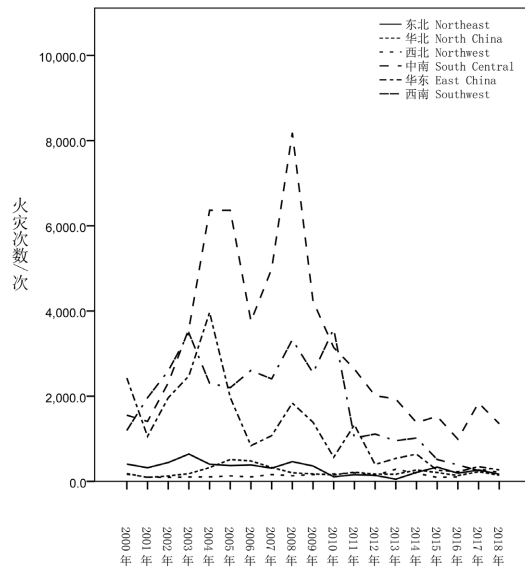


Figure 8. The annual scale changes of the forest fire times in different areas
图 8. 不同地区森林火灾次数年际变化

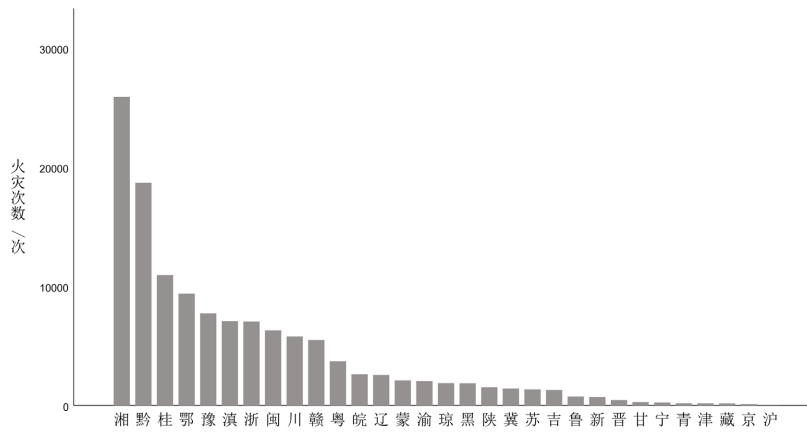


Figure 9. Comparison of forest fire times in different provinces from 2000 to 2018
图 9. 2000~2018 年不同省份森林火灾发生次数对比

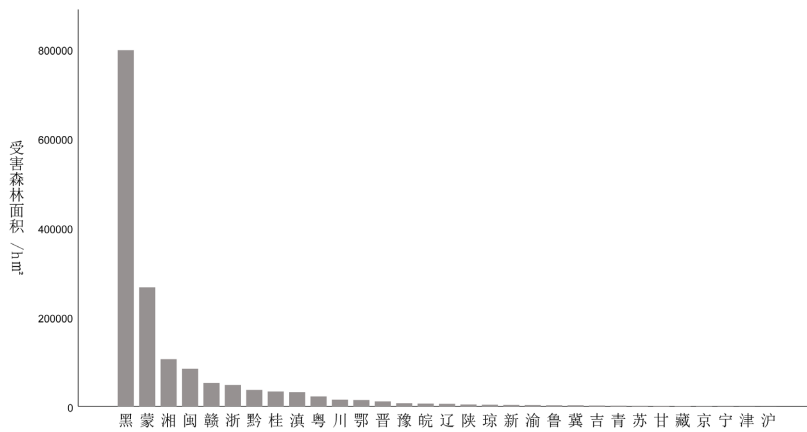


Figure 10. Comparison of burned forest area in different provinces from 2000 to 2018
图 10. 2000~2018 年不同省份受害森林面积对比

5. 森林火灾与地区森林资源、人口、经济的关系

通过分析全国各省 2014~2018 年年均森林火灾次数、受害森林面积、森林面积、非城镇人口数量、地区生产总值五类数据间的关系,发现森林火灾发生和损失的关键影响及驱动因素。分析结果显示(见表 2),森林火灾次数和受害森林面积与地区森林总面积呈显著正相关,且受害森林面积与森林总面积关系更紧密。森林火灾次数与非城镇人口数量呈显著正相关。森林火灾次数和受害森林面积与地区生产总值不相关。

Table 2. The significant analysis of forest fire and regional forest resources, population and economy

表 2. 森林火灾与地区森林资源、人口、经济显著性分析结果^①

		森林面积	非城镇人口数量	地区生产总值
年均森林火灾发生次数	Pearson 相关性	0.455*	0.428*	0.127
	显著性(双侧)	0.010	0.016	0.496
年均受害森林面积	Pearson 相关性	0.697**	-0.001	-0.033
	显著性(双侧)	0	0.994	0.858

① **: 在 0.01 水平(双侧)上显著相关; *: 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

6. 结论与讨论

6.1. 结论

通过分析 2000~2018 年森林火灾历史数据得知,我国森林火灾发生频繁,损失严重,平均每年发生森林火灾 6867 次、受害森林面积 8.2 万 hm^2 、损失成林蓄积 122.6 万 m^3 、损失幼林株数 16,325.3 万株、伤亡人员数量 100 人、扑火经费 16142.4 万元。近 20 年,森林火灾次数和受害森林面积总体呈波动式下降,重特大森林火灾发生次数和因灾造成人员伤亡的数量下降趋势更为显著。春季和冬季是森林火灾高发季节,春冬两季发生森林火灾次数占全年的 86.8%,其中,春季森林受害最为严重,受害森林面积占全年的 67.9%,但从年度变化趋势来看,四个季节的差距逐年缩小,森林火灾季节性的界线趋于模糊。森林火灾的地域差异较明显,中南、西南森林火灾发生次数多,但每起火灾受害森林面积小,东北、华北则刚好相反,西北地区的森林火灾次数和受害森林面积在六个地区中均为最小,从年际变化来看,南北方差异正逐年缩小。森林火灾集中在少数多发的省区,湖南、贵州、广西、湖北、河南、云南六省森林火灾发生次数最多,占全国的 61%以上,黑龙江、内蒙古、湖南、福建、江西、浙江六省受害森林面积最大,占全国的 86%以上。

2009 年是我国森林防火规划正式实施之年,为了对比规划实施前后森林火灾的变化情况,本文将研究年限分为 2000~2008 年和 2009~2018 年两个阶段进行对比分析。结果显示,2009~2018 年相较于 2000~2008 年,年均森林火灾次数和受害森林面积均明显下降,下降率分别为 54%和 85%,重特大森林火灾次数和人员伤亡数下降率分别为 64%和 54%。由此可见,通过实施森林防火规划,加快森林防火灭火基础设施和装备建设,从预防、扑救和保障三方面综合推进森林防火治理体系健全完善,全面提升森林火灾防灾减灾能力,对减少森林火灾发生,降低灾害损失具有重要意义。

6.2. 讨论

在本研究之前,已有学者利用历史数据研究了全国森林火灾时空特征。苏立娟[2]等根据 1950~2010 年的火灾历史数据分析发现,我国森林火灾具有显著的区域性特征,火灾次数和火场面积总体均呈下降

趋势。乔泽宇[5]等利用改进后的森林火斑产品(CCI_GFC)对 2001~2017 年间全国林火特征分析发现,我国森林火灾年过火面积呈显著下降趋势,以低($0 < \text{森林过火面积比例 BFR} \leq 40\%$)火烧频率区为主,不同生态区的林火季节性特征差异明显,温带和热带-亚热带生态区的主要林火季节分别为春、秋季(5月、10月)和春、冬季(11月至翌年3月)。本文的研究结果与上述研究结果基本一致,但在研究数据和研究方法上还存在不足。森林火灾发生的概率和强度受多种因素影响,如气候、气象、野外火源、可燃物、地形地势等,因本文所获取的历史数据中缺乏相关信息,且未能利用其它先进手段提取相关数据,因此未能进一步分析出火灾时空特征产生的具体原因,并预测未来发展趋势。

除上述不足,本文也开展了一些创新性研究。一是以森林防火规划的实施之年 2009 年为分界线,将规划实施前后火灾数据进行对比分析,论证实施防火规划对我国森林火灾时空特征变化的积极影响。二是首次探索性开展森林火灾发生与区域森林资源数量、非城镇人口数量、地区生产总值的关系研究。森林具有双重身份,森林资源是森林火灾的承灾体,森林可燃物(包括树枝、树干、树叶、树根、枯落物、草本、腐殖质、苔藓、泥炭等)是森林火灾的致灾要素,非城镇人口数量从一定程度上代表了林区人口活跃度,人口密集、活跃度高也会导致火源的增多,本研究发现两者均与森林火灾发生次数呈显著正相关,更加验证了森林火灾受可燃物、火源等致灾因子的影响程度。

参考文献

- [1] 苏立娟,何友均,陈绍志. 1950-2010 年中国森林火灾时空特征及风险分析[J]. 林业科学, 2015, 51(1): 88-96.
- [2] 萨如拉,周庆,刘鑫晔,等. 1980-2015 年内蒙古森林火灾的时空动态[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(2): 137-143.
- [3] 杨广斌,唐小明,宁晋杰,等. 北京市 1986-2006 年森林火灾的时空分布规律[J]. 林业科学, 2009, 45(7): 90-95.
- [4] 田野,牛树奎,陈锋,等. 丽江地区森林火灾的时空分布规律[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(5): 142-148.
- [5] 乔泽宇,房磊,张悦楠,等. 2001-2017 年我国森林火灾时空分布特征[J]. 应用生态学报, 2020, 31(1): 55-64.
- [6] 纪志荣,何东进,巫丽芸,等. 基于时间序列的福建省森林火灾分形特征[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2013, 42(5): 508-511.