

北京市房山区林火强度与环境因子间的关系

胡 林¹,冯仲科¹,聂玉藻¹,孙玉清²

(1 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室,北京 100083;

2 北京农业职业学院,北京 102442)

[摘 要] 以北京市房山区 1986~2004 年的林火历史数据为基础,结合房山区的地形和林业二类调查数据,以地理信息系统 ArcView GIS 为工具,研究了房山林火发生强度与环境因子之间的关系。结果表明,林火发生强度与环境因子间的关系密切,林火发生强度与风速成正比,与坡度成线性递增关系,与绝对海拔高度成二次抛物线关系;林火强度受坡向的影响,发生在东坡和东南坡的林火强度较大;林火发生强度还受树种的影响,针叶树的林火强度大于阔叶树。

[关键词] 房山区;林火强度;环境因子;地理信息系统

[中图分类号] S762.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)05-0131-04

林火发生、蔓延与环境因子的关系研究,是林火风险区划和预测预报工作的基础,也是林火点火模型及蔓延模型研建的前提。因此,这一研究历来倍受林火研究者的重视^[1-2]。自 20 世纪初美国的 Gifford Pinchot 开始对林火进行研究以来^[3],林火环境因子研究一直是林火研究的主题之一。但由于各地气象、地形等自然条件的差异,得到的结论也不尽相同。现有研究成果中,一些研究涉及的区域太大,其结论对于具体的林火管理部门参考价值不大;而一些以林场或林业生产单位为研究区域的研究,又因其研究手段落后,得到的结论一般为定性描述,缺少理论价值。为此,本文基于 3S 技术^[4-6],以北京房山区林火历史数据为研究对象,系统地分析了林火的发生及其蔓延与环境因子的关系,以期北京房山区的森林防火工作提供科学依据,并为林火的相关研究提供借鉴。

1 研究区域

房山区(东经 115°25'~116°15',北纬 39°30'~39°55')位于北京市西南部,地处华北平原与太行山脉的交界地带,北邻门头沟区,南与河北省涿州市接壤,东部和东北部与大兴区、丰台区毗连,西邻河北省涞水县。全区总面积 2 019 km²,西北部为山区,东南部为平原,以 100 m 等高线为界,山区面积 1 327.2 km²,占全区总面积的 65.7%,平原面积

691.8 km²,占全区总面积的 34.3%。其三维地形如图 1 所示。

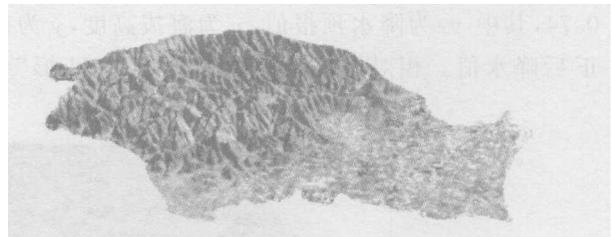


图 1 北京市房山区地形图

Fig. 1 Relief map of Fangshan district in Beijing

该区气候属北温带大陆性季风气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,春季干旱多风,秋季秋高气爽而短促。年平均气温 10~12℃,其中西北部山区年平均气温 10.8℃,无霜期 150 d 左右;东南部平原区年均气温 11.6℃,无霜期 190~200 d;大石河以西的山区、丘陵地带,属北京市山前暖区,平均气温在 12℃以上,无霜期 185 d 左右。房山区多年平均降水量为 655 mm 左右,降水多集中于 6~8 月,占全年降水量的 85%;降雨强度大,多冰雹、大风。受其气候及其他自然条件的影响,房山区林火主要发生在每年的 3~4 月份,每日林火发生没有明显的高峰,一般在 13:00 时发生的概率较其他时段略高。林火主要发生在丘陵地带,呈明显的地带性,其火源类型主要为人为火,占林火总数的 99% 以上。

[收稿日期] 2005-11-25

[基金项目] 国家“863”高新技术研究与发展计划项目(2003AA245030)

[作者简介] 胡 林(1967—),男,内蒙古商都人,副教授,在读博士,主要从事 3S 技术应用研究。E-mail:hulingbeijing@163.com

2 数据来源

研究数据主要包括房山区林业局提供的 1986 年下半年至 2004 年上半年共 17 个防火期的全部记录、森林资源二类调查资料,房山气象局提供的 1986~2004 年共 18 年的气温、相对湿度、风速、日降水量等。经过认真筛选,得到较为完整的记录 100 条,以此作为林火强度与环境因子分析的数据。

3 研究方法

3.1 气象因子栅格图的制作

3.1.1 海拔对气象因子的影响 参考文献[7],并经过在房山区实测可知,受地形影响房山区的气象因子主要呈现如下规律:气温随海拔的上升而下降,其垂直下降率为 0.0034 C/m , $R^2=0.74$,即 $y=y_0-0.0034x$,其中 y_0 表示预报的气温, x 为海拔高, y 为校正后的气温。降水随海拔的升高而增加,其垂直上升率为 0.001 mm/m , $y=y_0+0.001x$, $R^2=0.74$,其中 y_0 为降水预报值, x 为海拔高度, y 为校正后降水值。相对湿度随海拔的升高呈“U 形”变

化, $y=0.00002014x^2-0.052x+88.6$, $R^2=0.9646$,其中 x 代表海拔高度, y 为校正的相对湿度。为计算方便,对其分 2 段拟合,在海拔低于 1500 m 时,相对湿度的垂直下降率为 $0.0109/\text{m}$, $R^2=0.7052$;当海拔大于 1500 m 时,相对湿度的垂直上升率为 $0.012/\text{m}$, $R^2=0.794$ 。风速随海拔的升高而增大,其垂直上升率为 $0.002345\text{ m}/(\text{s}\cdot\text{m})$,即 $y=y_0+0.002345x$,其中 x 为海拔高度, y 为风速, y_0 为预报值;方差为 0.786 , $R^2=0.852$,校正后 $R^2=0.833$,平均标准误差为 0.313 。

3.1.2 坡向对气象因子的影响 气象因子的差别主要表现在南北坡的差异上。与北坡相比,南坡的相对湿度降低 5% ,温度升高 10% (房山区气象局资料),降水增加 6% 。风速为迎风向风速快,逆风向风速慢,后者为前者的 10% 。

根据以上公式,可以在 ArcView GIS 中通过计算,得到房山区任一时刻的实际气象因子分布栅格图。图 2 为 2004 年某日气温为 26 C 时山区气温的校正图。

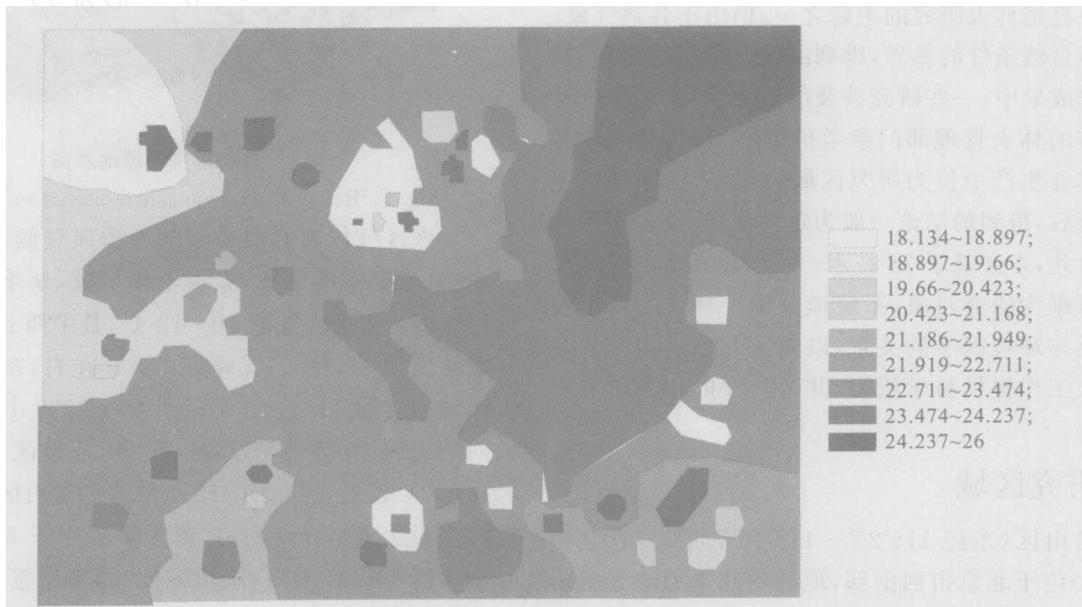


图 2 北京市房山区 2004 年某日气温校正图

Fig. 2 Graph of air temperature after emendation in Fangshan district of Beijing in 2004

3.2 林火点的定位

火点记录为火场的中心位置。根据林火记录,在 ArcView GIS 系统中读入火点的地理坐标 x 和 y 值,并转换为 shape 文件。

3.3 林火环境因子的提取

在 ArcView GIS 中,分别打开林火火点位置

图、林相图、高程图、坡度图、坡向图,以林火火点图与其他专题图层进行叠置分析,可以获取林火火点的环境因子,包括海拔、坡向、坡度、树种等。并依据 3.1.1 和 3.1.2 中的公式在 ArcView GIS 中进行运算,可以提取各林火点相应的气象因子值。

3.4 林火强度的计算与分析

按照凌超宁^[8]的公式计算林火强度:

$$Q = B \times S/T$$

式中, S 为过火面积(hm^2); T 为扑火时间(h); B 为校正系数(人)。设扑火人数为 n 人,则当 $n < 10$ 时, $B = n$,当 $n \geq 10$ 时, $B = \log(10n/(n-1))$ 。

经计算可得到 100 个火点的林火发生强度,在地理信息系统中提取 100 个火点的各种环境因子值,分析其与环境因子之间的关系,即可建立林火强度与环境因子间的数学公式。

4 结果与分析

4.1 林火强度与风速的关系

将计算得到的林火强度与气象因子进行相关分析,结果表明,林火强度与风速相关性强,而与其他因子的相关关系不明显。将风速分成 5 组,并将对应的林火强度分成 5 组,计算其平均值,并求相关性,得到结果为: $y = 322.17x + 36.898$ 。其中, x 为风速(m/s); y 为林火强度,结果如图 3 所示。

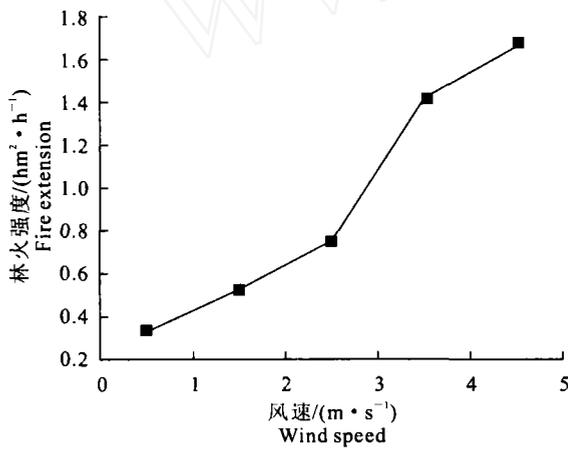


图 3 北京市房山区林火强度与风速的关系
Fig. 3 Relation between fire strength and wind speed in Fangshan district of Beijing

4.2 林火强度与坡度的关系

由林火生态学原理^[1,8]可知,林火的蔓延与坡度成正相关性,即坡度越大,蔓延越快。将房山区历史上的林火强度与坡度进行相关分析结果表明,在平地 and 坡度较低的地带,林火强度大;而在坡度大的地方,林火强度较小。这实际上是由于房山区植物分布的特殊性造成的,在平地 and 坡度较小的地带,因为生长了大量的杂草,造成了林火的迅速蔓延,因而林火强度较大;而在坡度较大的地区,杂草生长较少,可燃物主要以树木凋落物为主,因而可燃物类型与平

地及其附近坡度较低的地带不同。在分析中不考虑平地及其附近坡度较低的地带,按同一类可燃物进行林火强度与坡度的相关分析,得到坡度与火势的关系为:

$$y = 328.95x - 5\,585.5 \quad (1)$$

式中, y 为林火强度, x 为坡度。

4.3 林火强度与海拔的关系

经分析,海拔与林火强度的关系式为:

$$y = 0.034\,4x^2 - 66.585x + 34\,279 \quad (2)$$

式中, y 为林火强度; x 为海拔高度。房山区海拔为 50~2 000 m,林火主要发生在丘陵地区,其原因主要是丘陵地区以人工林为主,郁闭度较低,林间野草丛生,秋冬季节枯草遍地,并且丘陵地区人口密度较高,因而极易引发火灾。

随着海拔的升高,森林郁闭度提高,林下杂草减少,林间风速较小,加之山区人口稀少,人为活动较少,并且由于房山区造林时间短,大多为人工林,其可燃物积累也较少,因此林火强度一般较弱。

4.4 林火强度与坡向的关系

坡向影响土壤及其表面地被物接受太阳辐射和降水的量,因而不同的坡向形成了不同的小气候。同时由于人们在不同的坡向上从事的活动不同,因此影响了林火在不同坡向上的发生与蔓延。房山区由于存在土葬的习俗,在东南坡上有较多的土坟,清明节上坟烧纸,引发了较多的火灾。因此,东南坡林火发生多并且林火强度最高。经过 GIS 提取林火与坡度信息,得到了房山区不同坡向的林火强度(图 4)。

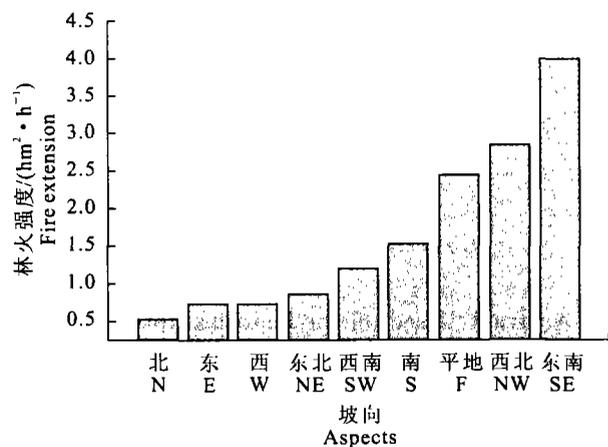


图 4 北京市房山区林火强度与坡向的关系
Fig. 4 Relationship between fire potential force and aspect in Fangshan district of Beijing

由图 4 可知,林火强度按由小到大的顺序排列,分别为南、平地、西北、东南,其形成主要与房山区

特的气候和地形有关。由于房山区在夏秋季节主要以东南风为主,而在冬季和初春以西北风为主,这就形成了东南坡和西北坡林火强度大的基本格局。而平地的火势较强,是由于其可燃物与山上可燃物不一致所致。

4.5 林火强度与树种的关系

分析各火场林火强度与树种的信息可以发现,针叶树的林火强度较高,而阔叶类树种的林火强度较低。树种依林火强度由大到小的排列次序为落叶松(*Larix gmelini*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、柞树(*Quercus*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、山杏(*Prunus armeniaca* var. *pendula*)、杨树(*Populus*)、刺槐(*Robinia pseudocacia*)、山杨(*Populus davidiana*)和桦树(*Betula platyphylla*)。

5 讨论

本研究得到的林火强度与风速的关系与冯文斌等^[9]的研究结果不同,而与姚树人等^[1]的研究结果一致。本研究中,林火强度与树种的关系表现为针叶

树较阔叶树的可燃性强,各树种可燃性排序与张景群等^[10-11]的试验结果大致相同,不同之处在于张景群的研究结果中以油松的可燃性最强,而本研究中以落叶松的可燃性最强,这可能与北京市房山区的油松分布位置有关。由本研究中林火强度与坡向的关系可知,林火强度最高的是东南坡及西北坡,这与房山区夏秋季以东南风为主、冬春季以西北风为主有关;另外,平地的林火强度要比南坡高,这是由于平地上杂草较多,因而易引起林火的迅速蔓延。该结果与美国唐纳德的统计结果^[1]明显不同。

本研究表明,林火的蔓延与气象、地形、森林空间分布及植被有密切的关系,在不同的环境条件下,林火强度差异很大。林火是一种非常复杂的现象,对其机理的研究应从最基本的环境要素入手进行深入、细致的分析。作者以基层林业局的林火发生和蔓延为研究对象,用3S技术对林火行为进行了较为深入的研究,其结果经房山林业局防火实践的检验,效果显著。

[参考文献]

- [1] 姚树人,文定元. 森林消防管理学[M]. 北京:中国林业出版社,2002:30-32.
- [2] 李红,舒立福,田晓瑞,等. 林火研究综述(Ⅳ):GIS在林火管理中的应用现状及发展趋势[J]. 世界林业研究,2004,17(1):20-24.
- [3] Fire history[EB/OL]. [2005-10-20]. http://www.state.nj.us/dep/parksandforests/fire/fire_history.htm.
- [4] 冯仲科,岳金柱,张晓丽,等. 排队论在灭火兵力出动与3S技术在灭火指挥系统中的应用初探[J]. 森林防火,2004(1):34-37.
- [5] 岳金柱,冯仲科. 浅谈3S技术在林业及林火管理中的应用[J]. 森林防火,2002(4):30-32.
- [6] 张小勤,冯仲科. 森林着火点的定位及最佳交会图形的选择[J]. 森林防火,2000(1):39-40.
- [7] 傅抱璞. 山地气候[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [8] 凌超宁. 南宁地区森林火险分析与预测[J]. 广西气象,1998,19(3):30-32.
- [9] 冯文斌,蔡则鹤. 烟台地区森林火险与气象条件分析[J]. 山东林业科技,1994(6):16-20.
- [10] 张景群,王得祥. 40种乔木8种灌木燃烧性的R_{II}方程计算与分类[J]. 林业科学,1999,35(4):51-57.
- [11] 张景群,窦彬生,叶宏谋. 八种林分类型易燃可燃物分布研究[J]. 陕西林业科技,1996(1):50-51,56.

Relationship between the forest fire extension and the environment factors in Fangshan district of Beijing

HU Lin¹, FENG Zhong-ke¹, NIE Yu-zao¹, SUN Yu-qing²

(1 The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2 Beijing Agricultural Vocational College, Beijing 102442, China)

Abstract: Based on the historical forest fire datum of Fangshan district from 1986 to 2004, and the map and the forest management inventory data of the Fangshan district, with the geographic information system tool- ArcView GIS, the relationship between the forest fire extension and the environment factors were analyzed. The results show that the forest fire intensity was affected by many factors directly. There is a liner relationship between the fire risk and the slope, with elevation conic. The fire intension is greater in the eastern slope and the southeastern slope than that in other slopes. Tree species affects forest fire intensity, and the fire intensity of the conifer is greater than that of the broadleaf.

Key words: Fangshan district; forest fire extension; environment factors; geographic information system