

森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论^{*}研究

Theoretic Research on Law of Cause of Formation of Forest Fire Activities on a Large Time Scale and Its Mid—and—Long—Range Forecast

王述洋

(东北林业大学森林火灾中长期预测预报研究中心, 副教授 哈尔滨 150040)

人类有计划有目的地研究森林火灾预测预报已有 80 多年的历史, 在火行为、火险天气等有关森林火灾短期预测预报方面已取得了很大进步, 但在预防和控制森林火灾灾害方面, 至今并未摆脱盲目被动的局面, 人们对一定区域范围内森林火灾大时间尺度活动和变化的基本规律及成因仍不清楚, 对一定区域范围内的森林火灾活动为什么会每过若干年就重复出现持续一两年森林火灾活动异常突出、过火林地损失极为严重的重灾时段的奇怪现象, 一直百思不得其解。森林火灾重灾时段(Heavy Forest Fire Period, 简称:HFFP)是指在自然地理环境特征相似的较大区域范围内以不甚确定的周期间歇出现的森林火灾活动异常突出、灾情及损失特别严重时期的现象。HFFP 有时也被称为“森林火灾重灾年景或重灾年份(Heavy Forest Fire Years, 简称:HFFY)”。一般 HFFP 多持续 1~2 年, 并且在所有被考察的年份中, 大约仅占 1/4~1/3 的年数, 但其损失却是巨大的, 可占历史年代森林火灾损失的 80~90% 以上。也就是说, 如果能够攻克森林火灾重灾时段的中长期(年、季、月尺度)预测预报的理论和科技, 即可提前数月甚至数年辨识、预测出森林火灾重灾危险时段的到来, 就能够事先争取足够的时间, 研究最佳对策, 有效地预防和控制森林火灾重灾时段现象, 80~90% 以上的森林火灾损失将会得到有效控制, 同时对未来相对安全的年份里, 也可以减少防灾投入, 避免不必要的资金浪费。因此, 森林火灾大时间尺度活动成因规律及重灾时段中长期预测预报理论和技术的研究具有重大经济意义和减灾实践指导意义, 是当今世界森林火灾预防与控制科学技术研究领域的重大前沿课题之一。

一、国外研究进展和现状

国外森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究始于 1985 年。1982~1983 年, 赤道东太平洋海域发生了强厄尔尼诺事件(EINino, 简称 EN), 南方涛动(Southern Oscillation, 简称 SO)指数(SOI)从 1982 年 4 月至 1983 年 4 月连续出现负值, 持续近两年的厄尔尼诺/南方涛动(简称: ENSO)不但引起了全世界范围内的气候气象反常, 而且也导致了印度尼西亚一带森林火灾处于高度活跃期和美国大陆森林火灾处于低活动期现象的发生。这种情况引起了美国中北部林业实验站西玛德(A. J. Simard)博士的注意。他搜集了全美国 50 多年历年森林火灾数据, 将全美历年森林火灾次数和过火面积指标年际变化与 ENSO 进行了对比研究, 结果表明, 美国许多地区的森林火灾年际变化与厄尔尼诺现象存在着遥联关系, 特别是在 EN 期间, 美国西南部地区年际森林火灾活动显著减弱, 东部和中北部地区也明显减弱, 但不如南部地区明显。然而, 西玛德并没有意识到这项研究的重要意义, 不久便终止了。

在西玛德之后五年, 也就是在 1990 年, 美国的斯韦特纳姆(W. Swetnam)和贝坦考特(Julio L. Betancourt), 以美国西南部地区近 300 年的森林火灾信息, 从南方涛动指数角度, 进一步研究了森林火灾年际活动与 ENSO 的关系。研究中, 1905~1985 年的森林火灾资料是历史森林火灾记载统计结果, 1700~1904 年的森林火灾数据是根据从亚里桑那州、新墨西哥州、德克萨斯州西部地区选出的 315 棵松树火烧年轮和疤痕, 并通过被称为火烧疤痕指数的方法求出历年林火发生率和年过火面积

^{*} 国家自然科学基金(青年基金)资助项目

近似值进行研究的。研究结果表明,美国西南部地区近 300 年来的森林火灾年际变化与 DJF 及 SOI 变化的关系很大,并且在 SOI 极值期间反应最强烈。

截止到 1991 年底,国外对森林火灾年际变化与 ENSO 关系的研究比较深入的是美国的布伦纳(Jim Brenner)。布伦纳与西玛德、斯韦特纳姆和贝坦考特的研究最大的不同之处是,布伦纳在森林火灾指标选取上提出了新的学术观点:森林火灾发生率由于多受人为和社会因素的影响,不可能有大的应用价值,也就是说,在森林火灾年际活动规律及中长期预测预报研究中,应重点运用年过火面积指标,而不是火灾发生率。布伦纳的观点同笔者在 1989 年提出的学术观点非常一致。1989 年初,笔者对中国东北一带历年森林火灾进行了大量计算分析,发现长期以来一直被人们视为是森林火灾活动规律研究重要参数的“年森林火灾次数”指标具有很大的随机性,几乎没有规律性和应用价值;相反,年过火林地面积指标却具有很强的年际变化规律性。因此,笔者提出,森林火灾大时间尺度活动成因规律的研究应以“年(或季、月)过火林地面积”作为反映森林火灾大时间尺度活动规律的主参数。其主要理论依据是,在人类历史科学技术能力尚不足以有效地控制森林火灾灾害的条件下,与天、地、生有关的多种环境因素控制着森林火灾的蔓延和强度,因而也控制着森林火灾的最终规模。目前,这种观点已被研究和实践证实是正确的,并正在被越来越多的人所认识。在森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报研究方面,中、美两国学者几乎同时走出强调火灾次数的误区,并非巧合,而是人类对森林火灾规律长期研究和认识不断深化的必然结果。

另外,布伦纳还是国外第一位提出用中太平洋海表温度 SST 和 SLP 指数建立森林火灾季节预报模型设想的(1991 年),并给出了美国佛罗里达州森林火灾年过火面积与中太平洋海温(SST)关系的回归方程。

到目前为止,对森林火灾预防和控制科学技术研究最先进的国家仍是美国,其次是加拿大和澳大利亚等。在森林火灾大时间尺度活动规律成因及中长期预测预报研究方面,其注意力主要集中在森林火灾与 SOI 和中太平洋海温的关系上,且基本尚处于单因素相关分析和简单联系阶段。

二、国内研究进展和现状

国内森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究始于 1988 年,比美国约晚 3 年左右。在我国,尽管人们早就意识到森林火灾具

有每过若干年就可能重复出现连续一两年灾情特别突出的现象,但是直到 1989 年才正式提出森林火灾重灾时段概念及预测可行性论证。1989 年,笔者根据对中国大兴安岭地区森林火灾年际变化的研究,首次提出森林火灾年际变化过程中可能存在着重灾年份(或重灾时段)过程,并在当年正式申请建立了我国森林火灾研究史上第一个关于森林火灾重灾时段预测预报研究的省级课题——“黑龙江省森林火灾重烧年份中长期预测的研究”。该项研究中,运用了灰色系统理论及可靠性和聚类分析原理,提出了被称为“森林火灾重烧年份气象因子超前异常特征规则群系统辨识跨年度预测方法”,比较成功地解决了利用常规气象指标辨识和估计黑龙江省林区未来一年森林火灾灾情的难题。但是,该项研究并没有从森林火灾重灾时段的成因规律和形成机制角度进行研究和探索,只限于数值分析。

为了揭示森林火灾大时间尺度活动规律和重灾时段的成因及其形成机制,建立森林火灾重灾时段长期预测预报理论基础,1990 年,东北林业大学研究人员打破传统的森林火灾研究思维定式,首次将天、地、生相互作用原理引入森林火灾大时间尺度活动规律基础理论研究,初步阐述了森林火灾年际变化规律与太阳黑子活动和 ENSO 的关系,并于 1991 年在《森林防火》杂志上发表了《大兴安岭森林火灾周期性演变与厄尔尼诺现象和太阳黑子活动关系的研究》一文,揭开了中国关于森林火灾与天、地、生关系研究及森林火灾重灾时段成因规律和形成机制研究的第一页。同年,笔者提出的“区域高火险时段的演变规律及多灾耦合形成机理的研究”获国家自然科学基金资助,标志着我国森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报研究进入深入的系统理论研究阶段。

此后,笔者及其他研究者又陆续公开发表了《太阳黑子活动与森林火灾活动异常》、《厄尔尼诺/南方涛动异常对森林火灾年际活动的影响》、《森林火灾年际变化对太阳活动、ENSO 异常的响应》、《未来十年黑龙江省森林火灾灾情宏观预测》、《我国高纬度地区森林火灾年际变化与南方涛动异常的遥联关系》和《区域高火险时段现象与太阳活动异常的关系研究》等学术论文,逐步深入地揭示了我国东北地区森林火灾重灾时段现象与太阳黑子活动、ENSO、北太平洋海温异常(SSTA)及中国强地震活动的相关关系以及其时差关系,特别是在《黑龙江省未来十年森林火灾灾情宏观预测》一文中明确提出了天、地、生森林火灾学思想,在火源一定的前提下,区域重灾时段的产生是可燃物及其负荷量与天、地、生重大灾异耦合共创所形成的特殊背景条件(即高火险时段)这两大轨迹在同一时空交叉

所致。因此,基于全球运动变化和多种灾害(异)群发性、相关性、链锁性和伴随性思想的天、地、生森林火灾学理论和方法是森林火灾灾情宏观长期预测预报的基本理论基础。

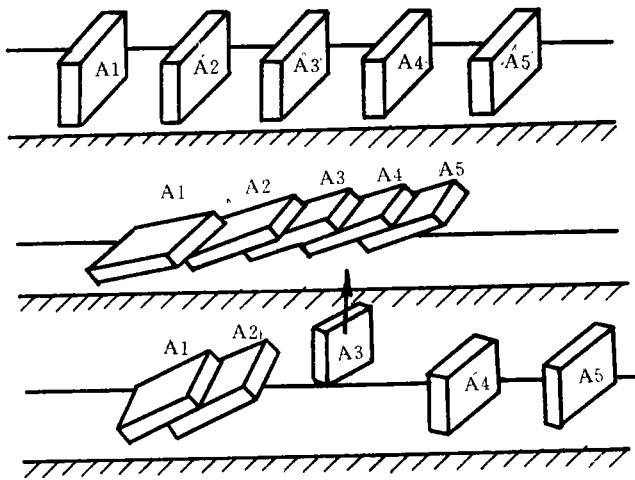


图 1. 森林火灾重灾时段灾变骨髓论模型
A1—高火险时段(年、季),是除森林可燃物和火源因素以外的、形成 HFFP 必要的大自然背景条件,现发现主要与天文(太阳活动)异常、地球自转、海温异常、ENSO 及地球岩石圈异常活动有关;A2—森林可燃物;A3—火源(包括人为火和自然火);A4—控制失效(包括自然和技术);A5—重灾时段(年、季)。当去掉 A1~A4 中任何一项,即可避免 HFFP 现象。

在进行国家自然科学基金项目《区域高火险时段的演变规律及多灾耦合形成机理的研究》中,研究者摆脱了传统的思维模式束缚,综合运用天、地、生相互作用原理及天、地、生森林火灾学思想,深入、系统地研究和探索 HFFP 的发生背景条件、周期性演变规律及成因机制。该项研究发现了 HFFP 的双准周期性规律和主要致因,提出了关于我国中高纬度地区森林火灾高火险时段的致因和耦合形成机制,初步建立了高火险时段的数学描述及判别特征函数,系统地研究和分析了由高火险时段到形成 HFFP 的宏观过程和逻辑过程,首次提出 HFFP 灾变骨髓论模型(见图 1)和逻辑树分析计算理论(简称 HFFPTA,见图 2),使森林可燃物、火源、天地生大环境背景(即高火险时段)和控制因素统一于一体,突破了 HFFP 的过程、条件分析以及定量计算、逻辑分析预测技术。另外,该项研究还发现了北太平洋海域影响我国黑龙江省一带 HFFP 形成的最佳相关海域(当年 3 月份最佳相关海域位置见图 3)及前后三年逐月变化规律,同时还发现了下列事实:

1. 中国高纬度地区森林火灾重灾时段的产生不是偶然的,是天地生相互作用、耦合共创的结果。现已探明的主要原因有:ENSO、地球自转变化、中国强震活动、北太平洋海温异常变化、大气环流、森林可燃物载量及分布、火源等。

2. 中国高纬度地区森林火灾重灾时段具有明显的准周期性。较大周期平均在 11 年左右,多发生在太阳黑子活动极小值年及次年,且多与 ENSO 现象、地球自转速度减慢和中国强地震活跃时期相伴随;较小周期主要与 ENSO 有关,但灾情多为中等水平。

3. 当北太平洋海温持续正距平时,中国东北一带森林火灾灾情具有明显加重趋势。

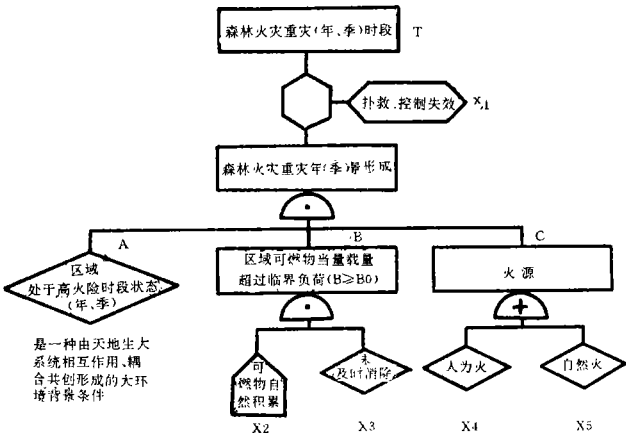


图 2. 森林火灾重灾时段逻辑树分析原理(HFFPTA)
注:根据此图和布尔代数理论,即可推出 HFFP 概率 Pt 的计算公式(略)。将事件 A,X1,X2,X3,X4,X5 的概率代入公式即可计算出某地区某时段发生 HFFP 的概率值。此概率与该地区 HFFP 损失严重度之积即为该地区 HFFP 的危险度(或风险率)。

另外,“区域高火险时段的演变规律及多灾耦合形成机理的研究”的研究者在研究过程中采取边研究边实践检验的策略,曾提前数月分别预测黑龙江省 1991~1992 年及 1993 年分别亚重灾时段(也曾称为小周期时段)和相对安全的年份,经验证符合实际。

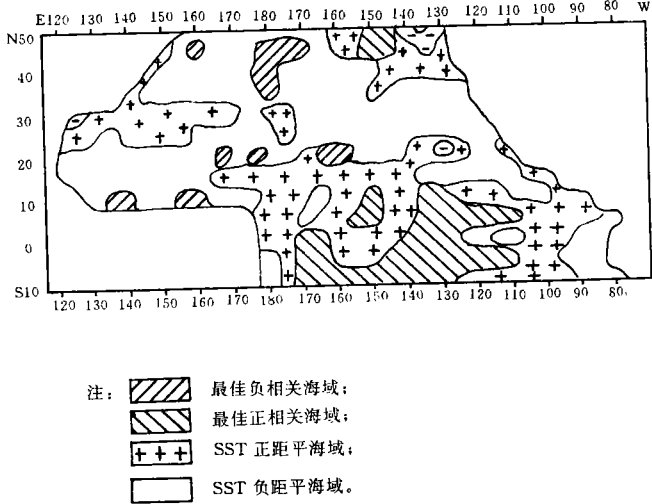


图 3. 黑龙江省 HFFP 对应北太平洋最佳相关海域(当年 3 月份位置)

1993年6月,由灾害研究、安全科学、森林防火等多学科领域著名专家组成的鉴定委员会鉴定后认为,该项研究所提出的“天地生相互作用、耦合共创森林火灾重灾时段背景条件”一系列理论,为人类科学地认识和揭示森林火灾大时间尺度活动成因规律提供了科学方法,为预测未来年、季森林火灾活动及灾情状况,预防和控制HFFP现象,提供了重要理论基础和依据,是森林火灾理论的重大突破,居国际领先水平。

三、国内外研究主要特点比较

森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究中应充分考虑和研究 ENSO、SST 的影响以及将“森林火灾过火面积”作为主参量,对此国内外学者已达到共识。但由于所处国度及所研究区域的自然地理位置不同,其结果不完全相同,主要表现在时差性上。这正说明森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究中时空尺度相匹配及分区域研究的重要性和必要性。

到目前为止,国内外研究最主要的不同是,国外的研究主要集中在 EN、SOI 和 SST 的单因子相关分析,且至今未能进行预测预报实践。而我国学者认为,森林火灾重灾时段现象是发生于地球生物圈内的一种森林生物能量异常释放现象,地球其它圈层中的重大异常变化及某些重大天文异常变化必然对其产生不同程度的影响和制约。因此,我国的森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究是一种基于“天地生(含气象因素)相互作用、耦合共创”思想的、综合运用多种学科理论和知识的综合系统性研究,不但研究了森林火灾大时间尺度活动规律与 EN、SO、北太平洋海域 SSTa 的相关性和时差性,而且研究了森林火灾大时间尺度活动规律与强地震活动、地球自转角速度变化及大规模火山喷发事件间的联系。根据已有的研究结果和系统综合原理,还建立了 HFFP 数学描述与判别函数式,提出了 HFFP 的逻辑分析原理 HFFPTA,使森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究进入系统化和量化研究阶段。

四、研究中尚存的问题、未来展望与建议

就人类对客观规律的认识层次而言,森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究尚处初级阶段,许多问题尚未得到很好的解

答。笔者认为,现有研究至少还存在着以下需要注意的问题:

1. 由于受天地生领域目前研究进展水平的限制,HFFP 形成机制的研究基本尚处于假说阶段,还需进一步的深入。

2. 目前研究所联系的因素还很有限,所找到的许多相关显著因子不一定是最佳选择,尚需从更多的方面进行联系和探索,以提高预测方法的可靠性和时效。

3. 无论国内还是国外,森林火灾数据序列都较短,且难免存在人为统计误差,因此研究方法的选择要特别注意最大限度地排除人为因素的影响。

鉴于森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究的重要性和重大经济意义,世界其它有林国家也将很快进行此项研究,以保护其日益减少的森林资源及生态环境的安全。但是,由于此项研究属大时空尺度的森林火灾规律研究,为解决自然地理的局限性和资料数据的互补性和共享性问题,多学科领域合作、国际间合作共同研究是客观要求和必然趋势。

根据现有研究进展看,人类在本世纪末基本揭示森林火灾大时间尺度活动成因规律,获得比较满意的森林火灾重灾时段中长期预测预报技术和方法是可能的。未来的森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究的前景将主要有以下几种可能:

1. 高置信度的 ENSO 及太阳黑子活动长期预测技术研究,通过对 ENSO 和太阳黑子活动的长期预测实现对包括 HFFP 在内的许多自然灾害的长期预测,但近期内实现这一目标难度很大。

2. “ENSO—SSTA—大气环流—HFFP”研究,实际上是以“海—气”关系为主流的研究方式。

3. 对火源规律、森林可燃物类型及载量增长积累规律、全球运动变化及天地生重大灾异耦合共创形成 HFFP 背景条件规律进行系统综合性研究,即天地生森林火灾学研究,可能成为未来森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究的主流。

森林火灾大时间尺度活动成因规律及中长期预测预报理论研究,具有重大减灾和保护生态环境的意义,是人类能否迅速有效地减轻森林火灾危害和损失的关键研究。因此,笔者建议有关部门和方面予以大力支持,将其列入“九·五”攻关计划实行多学科联合研究,否则,90年代中后期,我国东北一带的森林资源仍有遭受 HFFP 严重危害和破坏的可能性。

(责任编辑 肖庆山)