

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

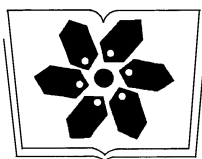
(Shengtai Xuebao)

第 30 卷 第 23 期
Vol.30 No.23
2010



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 30 卷 第 23 期 2010 年 12 月 (半月刊)

目 次

1940—2002 年长江中下游平原乡村景观区域中耕地类型及其土壤氮磷储量的变化	武俊喜,程 序,焦加国,等 (6309)
海洋生态资本概念与属性界定	陈 尚,任大川,李京梅,等 (6323)
海洋生态资本价值结构要素与评估指标体系	陈 尚,任大川,夏 涛,等 (6331)
黔中喀斯特山区退化生态系统生物量结构与 N、P 分布格局及其循环特征	杜有新,潘根兴,李恋卿,等 (6338)
长白山阔叶红松林样地槭属树木木生真菌的群落组成和分布	魏玉莲,戴玉成,袁海生,等 (6348)
内蒙古退化荒漠草原土壤细菌群落结构特征	吴永胜,马万里,李 浩,等 (6355)
盐度对尖瓣海莲幼苗生长及其生理生态特性的影响	廖宝文,邱凤英,张留恩,等 (6363)
基于树轮火疤塔河蒙克山樟子松林火灾的频度分析	胡海清,赵致奎,王晓春,等 (6372)
不同农业景观结构对麦蚜种群动态的影响	赵紫华,石 云,贺达汉,等 (6380)
黑河中游荒漠灌丛斑块地面甲虫群落分布与微生境的关系	刘继亮,李锋瑞,刘七军,等 (6389)
刺槐树冠光合作用的空间异质性	郑 元,赵 忠,周 慧,等 (6399)
南海北部夏季基础生物生产力分布特征及影响因素	宋星宇,刘华雪,黄良民,等 (6409)
怒江三种裂腹鱼属鱼类种群遗传结构	岳兴建,汪登强,刘绍平,等 (6418)
大型水生植物对重金属的富集与转移	潘义宏,王宏镔,谷兆萍,等 (6430)
依据大规模捕捞统计资料分析东黄渤海白姑鱼种群划分和洄游路线	徐兆礼,陈佳杰 (6442)
正交试验法分析环境因子对苦草生长的影响	朱丹婷,李铭红,乔宁宁 (6451)
基于中分辨率 TM 数据的湿地水生植被提取	林 川,官兆宁,赵文吉 (6460)
基于 CVM 的三江平原湿地非使用价值评价	敖长林,李一军,冯 磊,等 (6470)
耕地易地补充经济补偿的生态价值——以江阴市和兴化市为例	方 斌,杨 叶,郑前进,等 (6478)
自然旅游地居民自然保护态度的影响因素——中国九寨沟和英国新森林国家公园的比较	程绍文,张 捷,徐菲菲 (6487)
基于 PSR 方法的区域生态安全评价	李中才,刘林德,孙玉峰,等 (6495)
灌浆期高温对水稻光合特性、内源激素和稻米品质的影响	滕中华,智 丽,吕 俊,等 (6504)
秦岭北坡不同生境栓皮栎实生苗生长及其影响因素	马莉薇,张文辉,薛瑶芹,等 (6512)
子午岭三种生境下辽东栎幼苗定居限制	郭 华,王孝安,朱志红 (6521)
温度、盐度对龟足胚胎发育和幼虫生长的联合影响	饶小珍,林 岗,张殿彩,等 (6530)
锡林郭勒盟气候干燥度的时空变化规律	王海梅,李政海,韩国栋,等 (6538)
北京市水足迹及农业用水结构变化特征	黄 晶,宋振伟,陈 阜 (6546)
延安北部丘陵沟壑区退耕还林(草)成效的遥感监测	孙智辉,雷延鹏,卓 静,等 (6555)
冰川前缘土壤微生物原生演替的生态特征——以乌鲁木齐河源 1 号冰川为例	王晓霞,张 涛,孙 建,等 (6563)
储藏方式和时间对三峡水库消落区一年生植物种子萌发的影响	申建红,曾 波,施美芬,等 (6571)
云南普洱季风常绿阔叶林演替系列植物和土壤 C、N、P 化学计量特征	刘万德,苏建荣,李帅锋,等 (6581)
青藏高原高寒矮嵩草草甸碳增汇潜力估测方法	曹广民,龙瑞军,张法伟,等 (6591)
基于 CEVSA2 模型的亚热带人工针叶林长期碳通量及碳储量模拟	顾峰雪,陶 波,温学发,等 (6598)
太原盆地土壤呼吸的空间异质性	张义辉,李洪建,荣燕美,等 (6606)
专论与综述	
热带森林碳汇或碳源之争	祁承经,曹福祥,曹受金 (6613)
景观对河流生态系统的影响	欧 洋,王晓燕 (6624)
自由空气中臭氧浓度升高对大豆的影响	杨连新,王云霞,赵秩鹏,等 (6635)
研究简报	
基于生态系统服务价值的区域生态补偿——以山东省为例	王女杰,刘 建,吴大千,等 (6646)
鹤伴山国家森林公园土壤甲螨群落结构	许士国,付荣恕 (6654)
栓皮栎人工林树干液流对不同时间尺度气象因子及水面蒸发的响应	桑玉强,张劲松,孟 平,党宏忠,等 (6661)
赤眼蜂发育速率对梯度恒温的响应	陈洪凡,岑冠军,黄寿山 (6669)
学术信息与动态	
GIS 和遥感技术在生态安全评价与生物多样性保护中的应用	李文杰,张时煌 (6674)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 374 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 42 * 2010-12	

基于树轮火疤塔河蒙克山樟子松林火灾的频度分析

胡海清¹, 赵致奎¹, 王晓春^{1,*}, 张远东²

(1. 东北林业大学林学院, 哈尔滨 150040; 2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所,
国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091)

摘要:大兴安岭地区是我国重要林区, 又是林火的多发区, 林火是森林生态系统中的重要干扰因子, 对整个森林生态系统结构、功能和动态都有重要影响。樟子松为欧洲赤松的一个变种, 在我国主要分布于大兴安岭地区。近年来, 频繁的森林火灾造成樟子松林大面积减少。因此, 重建大兴安岭樟子松林火历史, 掌握樟子松林火灾规律已显得十分迫切。在大兴安岭北部塔河县蒙克山林场采集了 11 棵樟子松火疤圆盘, 利用树木年轮年代学方法重建了大兴安岭北部塔河县蒙克山樟子松林的火灾历史, 获得 1 个以树轮年代学为基础的樟子松火疤年表。利用火历史分析软件得到蒙克山樟子松林火灾间隔期和轮回期分别为 24.8a 和 33a。由火疤年表得到的蒙克山樟子松林火灾历史大致可分为 3 个历史时期: 明清中期 (1723—1859 年)、清末民国时期 (1860—1949 年) 和建国后 (1950 年至今)。41 个火疤记录中早早材火 (E) 所占比例最大, 占全部火疤数目的 61%, 晚材火 (A)、未确定火 (U) 和休眠季节火 (D) 则相对较少。大区域性火灾事件平均间隔期为 32.5a, 最大火灾间隔期为 61a。本研究为进一步探究大兴安岭地区寒温带针叶林火灾历史的时间和空间格局及其之间的联系提供了基础数据。

关键词: 大兴安岭; 火疤; 樟子松; 树木年轮; 火历史

Fire history of Mongolian pine (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) forests in Mengkeshan of Tahe, China

HU Haiqing¹, ZHAO Zhikui¹, WANG Xiaochun^{1,*}, ZHANG Yuandong²

¹ College of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

² Key Laboratory on Forest Ecology and Environment of State Forestry Administration, Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

Abstract: Daxing'anling region is not only one of the major forest zones but also one of the fire-prone forest areas in China. Forest fire, a major disturbance factor in this ecosystem, can influence the progress of an entire forest ecosystem. *Pinus sylvestris* var. *mongolica* Livt is a variety of Mongolian pine, and is found mainly in the Daxing'an Mountains. Frequent forest fires have recently caused a sharp decrease of Mongolian pine forest area. Therefore, we are now using tree-ring scars to reconstruct forest fire history and place current wildfires in a historical perspective. Eleven fire-scar discs were collected and used to create a fire chronology for the past 258 years. Sample preparation and crossdating took place at Mengkeshan of Tahe, located north of the Daxing'an Mountains. In the samples taken, the lowest number of fire scars was three and the maximum was seven. There were a total of forty-one scars recorded from the samples. Most of the scars came from the earlywood (61%), and the rest came from the latewood or could not be accurately determined. The earliest and latest forest fires in this chronology occurred in 1862 and 1987 respectively. Fires in 1883, 1925 and 1944 showed higher coherence among samples, which indicated that those fires were widespread, and could have been triggered by climate or by human factors. The biggest forest fire in the instrumental record was in 1987. This occurred right after the foundation of the P. R. China and was only found in one tree-ring sample. This gave evidence that not all violent forest fires were included in

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (30970481); 国家自然科学基金重大项目 (30590383); 黑龙江省博士后科研启动项目“基于树木年轮分析阔叶红树林退化的气候驱动机制”

收稿日期: 2009-11-06; **修订日期:** 2010-09-16

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangxc-cf@nefu.edu.cn

sampled tree-ring fire scars. The grand mean of individual tree-ring fire scars was 32.5 years, while the longest fire-free interval recorded for all trees that were sampled was 61 years in this area. Using the FHX2 software, mean fire interval (MFI) and fire return interval in the Mongolian pine forest of Mengkeshan were 24.8 and 33 years, respectively. Composite fire chronologies were tabulated on four levels. The 32.5 years composite MFI of this study is similar to the 37 and 37.2 years MFI from A'longshan in Daxing'an Mountains by Xu et al. and from northern Daxing'an Mountains by Hu et al. and the 21.7 years composite MFI in this report is a little longer than the 19.8 years MFI reported by Wang et al. The Mongolian pine forest fire history of Mengkeshan can be roughly divided into three historical periods depending on fire frequency distribution. During the mid-Qing Dynasty (1723 — 1859), there were few fire occurrences because of a "Closure Policy" and few human activities. During the period of late-Qing Dynasty and the Republic of China (1860 — 1949), forest fire numbers increased rapidly due to the "Open Policy", huge crowds flocking into this area, and frequent wars. After the foundation of the P. R. China (1950 — present), forest fire numbers decreased sharply because the new Chinese government implemented a strict forest prevention policy in Daxing'an Mountains region. This research provides basic data for studying forest fire spatio-temporal regime and its causal mechanisms in Daxing'an Mountains.

Key Words: Daxing'an Mountains; fire scars; Mongolian pine; tree ring; fire history

大兴安岭地区是我国重点国有林区、原始林区和高火险区。该林区重特大森林火灾发生频繁、损失大、危害重、扑救难,不但给森林资源带来严重损失,同时还对林区人生命财产构成严重威胁^[1]。大兴安岭森林在水源涵养、水土保持、维护生态平衡、生物多样性保护等方面有着不可替代的地位和作用。随着天保工程顺利进行,大兴安岭林区正以良好的势头向着原始林方向恢复,对这一地区的林火预防与管理工作现已成重中之重。这就需要详细了解过去火灾发生的规律与机制,因此,开展北方针叶林生态系统火历史研究显得十分迫切和必要。

火历史的研究始于 20 世纪初,到 80 年代,在美国首次召开“国际火历史”会议^[2],之后树木年轮火历史研究得到蓬勃发展。王晓春、及莹简要回顾了近年来国内外树木年轮火历史研究概况,并对未来火历史研究进行了展望^[3]。Swetnam 和 Anderson 指出最近树轮火历史研究主要集中在增加树轮火疤年表数据库和探讨区域到全球尺度气候变异与火灾格局响应的关系^[4]。关于树轮火灾频度研究,主要是利用火疤年表分析火灾的轮回期、间隔期,并且探讨火灾频度与环境因子及人为活动之间的关系。例如,针叶树种的火灾轮回期较短而阔叶树种较长,南、西向火灾轮回期比北、东向要短^[5];欧洲人迁徙到北美后的生产活动对火灾轮回期产生较大影响,20 世纪中后期各国的火灾抑制政策加大了火灾间隔,但同时也使火灾强度和风险进一步加大^[6]。从国外树轮火历史频度分析来看,由于缺乏足够多的时空样本,树轮火历史频度时空尺度效应还缺乏深入分析。

目前我国有关火历史的研究较少,20 世纪 90 年代胡海清曾利用火疤木对大兴安岭北部原始林的火灾历史进行过研究,但研究结果报道较少^[1]。徐化成等利用火疤木重建了大兴安岭北部原始林 1825 到 1993 年间的火灾历史,并且分析了火灾干扰与林分结构特征之间的关系^[7]。王琛瑞等利用大兴安岭樟子松火疤木重建了森林火灾历史,并就火烧对林分结构的影响进行了分析^[8]。除用上述树轮火疤研究外,多数学者利用已有火灾档案资料开展一些森林火灾及其驱动因素方面的研究^[9-11]。从我国森林火灾历史研究现状来看,研究方法相对单一,多数局限于利用档案资料进行火灾历史研究,仅有少数学者开展了树木年轮火疤记录的长期火历史研究^[6-8]。因此,亟待加强树轮火疤采样的空间和时间幅度,以探究大兴安岭火灾的时空格局及与尺度的关系。

本文主要利用大兴安岭北部塔河县蒙克山林场樟子松树轮火疤资料,重建樟子松林的火灾历史。根据树轮火疤年表,揭示本区域樟子松林的火灾频率、火灾间隔期、轮回期及火灾季节性变化等方面的重要数据。同时分析火灾在不同历史时期的变化,并对火灾频率发生变化的机制进行简单分析,从而为预测未来气候变化

条件下的森林火灾状况提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

实验样品取自于大兴安岭北部塔河县蒙克山林场(50°10'—53°33'N, 121°12'—127°00'E)。蒙克山林场位于塔河县城西北 66 km 的嫩林线上,是县局海拔最高的林场。该区属寒温带季风气候,年均气温 -2—4℃,1 月份最低气温 -52.3℃,7 月份最高气温 39.0℃。年降水量 350—500 mm,降水集中于 7、8 月份。相对湿度 70%—75%。平均海拔 837 m,无霜期 70 d。积雪期达 5 个月,林内雪深 30—50 cm。森林类型为寒带针叶林,主要林型为杜香-兴安落叶松林、越桔-兴安落叶松林、草类-兴安落叶松林、樟子松林、兴安落叶松-白桦林和白桦林为主。土壤以棕色针叶林土和暗棕壤为主。全区山势比较平缓,海拔在 300—1400 m 左右,15°以内的缓坡占 80% 以上。

1.2 采样与预处理

2008 年 8 月,通过随机采样收集了塔河县蒙克山林场 11 棵樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv.) 火疤圆盘,来增加火疤记录的整体代表性。火疤圆盘取自有火疤痕迹的采伐木树墩根,在林场员工帮助下用油锯将火疤墩根(材质良好并且火烧疤痕明显处)截取 10cm 厚圆盘。同时给每个圆盘正反面记录编号(如 MKSP06),然后装入编织袋中运回塔河县,再由塔河运回东北林业大学的树木年轮实验室以备进一步处理。

在实验室,首先把采集的圆盘用钢丝环绕树皮两周固定,以防圆盘碎裂。然后在阴凉处将样品自然晾干。接着选取火疤清晰面利用砂带机刨光所有火疤圆盘,砂纸目数逐渐增大,直到圆盘能够进行交叉定年和确定火灾季节。在显微镜下对火疤圆盘进行交叉定年、年代标记和火烧年轮确认。主要是利用树木生长释放,以及火烧后炭化点式伤害来确定火疤年轮^[12-13]。同时根据碳化木细胞位置判定火疤发生的季节性,并对应记录(如 MKSP06-2-E)。将标点后的火疤圆盘在扫描仪下扫描抛光面,之后用加拿大 Windendro 年轮分析仪测量年轮宽度,用 COFECHA 程序检验交叉定年结果,并进行相应修正^[14],在交叉定年获得准确年代后读出并标记火疤年。

1.3 数据统计分析

使用处理树轮火疤专业软件 FHX2,建立火疤年表和统计分析每轮轮内火疤季节位置^[15]。首先在 FHX2 中建立数据集(mksp. fhx),输入起始年、结束年、样本量、样本代码长度,然后输入每个圆盘的信息数据,如火疤年、季节性、树轮髓芯年、树皮年。在 FHX2 统计模块中,对该数据集设定统计分类标准(表 3、表 4),如设定统计分析时间段、样品同时出现火疤个数或可用记录有火疤的样品占总样品百分率等。软件 FHX2 直接给出平均数、中位数、最小和最大火灾间隔期,以及不同复合标尺水平下的火灾间隔期和轮回期,并绘制火疤年表,统计计算描述见表 1^[16]。同时利用 FHX2 软件分析火灾季节性,根据火疤在年轮内形成位置分别定义为 D(休眠季节火灾),火疤位于前一轮的晚材或是后一轮的早材,火灾实际上可能发生在前一年生长季节

表 1 FHX2 火灾频度分析统计结果描述^[16]

Table 1 Descriptive statistics output by the FHX2 Statistics Module for analyzing fire intervals^[16]

统计量 Statistic	统计描述 Description
平均火灾间隔期 Mean Fire Interval	所有火灾间隔的和/间隔数
平均火灾轮回期 Average number of years per fire	在一个样品:(结束火灾年-起始火灾年+1)/火灾个数,所有样品平均
火灾年百分率 Percentage of years with fire	火灾年数/火疤年表长度×100%
无火灾年百分率 Percentage of years without fire	无火灾年数/火疤年表长度×100%
火灾间隔期年百分数 Percentage of years MFI	火灾间隔期年数/火疤年表长度×100%
最大危害间隔期 Maximum hazard interval	带有最大危害率的火灾间隔

的结束到下一年生长季节的开始;E(早早材火),火疤位于早材的前 1/3 处;M(中早材火),火疤位于早材的中间 1/3 处;L(晚早材火),火疤位于早材的后 1/3 处;A(晚材火),火疤位于晚材上;U(未确定火),火疤位置不能确定,对所采样品火疤位置统计分析林火发生的季节性规律^[17-18]。火疤季节性统计结果核查都符合塔河县火灾记录^[19]。

2 结果与讨论

2.1 树轮火疤年表

经过预处理、交叉定年、火烧点确定等一系列程序最终建立塔河蒙克山樟子松火疤年表(图 1),该火疤年表最短有效期从 1862 年到 1987 年。火疤年表共包含 41 个火疤记录,火疤年代记录在 11 个樟子松火疤圆盘样品上。火疤圆盘样品最小树龄 121a,最大为 275a。在 1862 年之前未发现火疤记录,主要是由于老龄树木樟子松偏少。显而易见,老龄树包含火疤数目较多。全部样品中单株最大平均轮回期 44a,单株最小轮回期 18.7 年;单株最小和最大无火间隔期分别为 13.5a 和 35a。MKSP08 样品的髓心年代是 1723 年,但 1723—1862 年片段上未包含任何火灾信息(图 2)。樟子松火疤年表中单株记录火疤最小数为 3,单株记录最大火疤数为 7 的样品只有 1 个(MKSP08,图 2),可见成年樟子松具有较强的抗火能力。MKSP06 还记录下了 1987 年大兴安岭“5.6”特大森林火灾,不过只有 1 个样品量(MKSP06,图 2),可见超强大火也容易烧毁全部火疤样品,而不容易留下火灾记录。因此,树木年轮火历史重建更适合于中等强度的火灾研究。

蒙克山樟子松树轮火疤年表至少表明两个趋势:小规模火灾事件烧伤大多数是单独的树木,而较大规模的火灾烧伤的树木则在两棵以上(图 1),超强火灾则不容易留下火疤记录。因此可认为,同一年内火疤数多于一棵树的火灾不是发生在临近的地区范围内,就是更加广泛的覆盖整个地区。而同一年内分散的火灾事件可以解释为广泛有间距小火,有证据表明更可能是较大的火灾事件,只是因为不同火灾的行为,在整个区域内没能留下连续的火疤^[6]。

在全样品(未经过单株火疤数或确定年火疤数百分比筛选)火疤信息(表 2)中可见,样品平均火疤数为 4 个,平均火灾间隔期为 24.8a,火灾轮回期为 33a。尽管本文重建火历史工作使用交叉定年技术,并且采用随

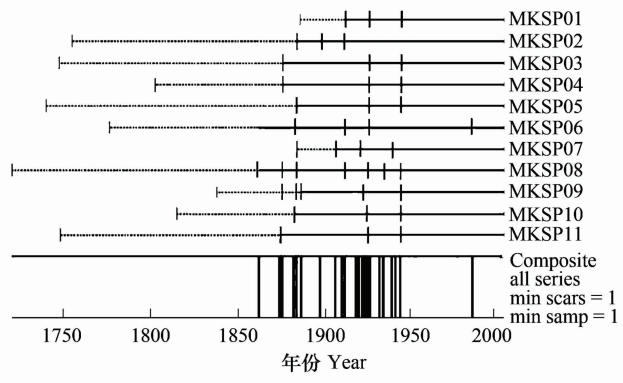


图 1 大兴安岭塔河蒙克山林场樟子松火疤年表
Fig. 1 Mongolian pine fire scar chronology of Mengkeshan, Tahe, Daxing'an Mountains

图中上面的水平直线每一条代表一个单独的火疤圆盘样品,右侧为样品代码。小竖线标记为每一个代表一个确定日期的火疤,即对应该样品的火灾年。下面的长竖线为复合火疤年代序列,复合标准为全样品、最小火疤数为 1 和最小样品深度为 1



图 2 MKSP06 和 MKSP08 火疤圆盘图片
Fig. 2 MKSP06 and MKSP08 fire scar-disc pictures

机取样构建火疤年表,计算得到的火灾轮回期很可能是保守的,也就是估算的火灾轮回期可能大于林内实际情况下的轮回期。这样的结果是由于在火灾发生时不是所有的树木都被烧伤,并且部分火疤能够被下次火灾事件、腐烂或者人为因素所毁坏^[18]。通过火灾年总数与年表长度和火灾年百分率与无火灾年百分率的比较,分别接近 10% 的比例,加之树木年轮火疤分析的保守性,这充分说明火因子是大兴安岭北部樟子松林生态干扰的重要组成部分。

表 2 塔河蒙克山樟子松火疤样品信息

Table 2 Summary information of Mongolian pine fire scar samples in Mengkeshan of Tahe

圆盘信息(全样品) Sample information	蒙克山 Mengkeshan
最小树轮起始年 Beginning year	1723
最大树轮结束年 Last year	2007
树轮年表长度 Length of fire chronology	285
样品总数 Total number of samples	11
记录总年数 Total number of recorder years	1354
火疤总数 Total number of fire scars	41
火灾轮回期 Average number of years per fire	33.0
平均火灾间隔期 Average all sample mean fire intervals	24.8
火灾年总数 Total number of years with fire	23
火灾年百分率 Percentage of years with fire	8.1
无火灾年百分率 Percentage of years without fire	91.9
火灾间隔期年百分数 Percentage of years MFI	12.3

从火疤年表图谱和 50a 尺度火灾统计可以看出(图 1,表 3),在 1723—1860 年这一时间段有一明显的无火灾间隔期,原因与清朝制定的“保龙脉”北方禁边的封建政策有关。1689 年清政府于俄国签订《尼布楚条约》,自此清政府认为北疆高枕无忧。从这时起康熙一再下诏对关外实行封禁,阻止汉人北上,人口活动减少,从而大大降低了火灾发生率。从 19 世纪中期开始清晰可见的火频率上升,历史上此时正是沙俄开始侵入黑龙江口、大兴安岭、库页岛地区的时期,开始有大量军事活动和人流涌入。因此火灾频率加大,一直到建国前火灾频率才有所降低。从 20 世纪 50 年代开始火灾事件发生次数清晰可见是一个下降趋势(表 3),这与我我国建国后执行的森林防火政策有关,建国后森林防火主要是森林火抑制。塔河县蒙克山林场樟子松林区 1987 年以前至少近 30a 无大面积森林火发生,而以后至今的 20 年仍无大火发生。结合表 3 将蒙克山林场樟子松林火灾历史大致分为 3 个历史时期:满清中期(1723—1859)、清末民国时期(1860—1949)和建国后(1950 年至今)。

表 3 50a 尺度下塔河蒙克山樟子松林火灾变化规律

Table 3 Mongolian pine fire temporal regime in Mengkeshan of Tahe under the half century scales

火灾统计片段 Statistics segments	1723—1859 年	1860—1900 年	1901—1949 年	1950—2007 年
火灾年表长度 Length of fire chronology	137	41	49	58
火疤圆盘样品数 Total number of samples	9	11	11	11
火疤总数 Total number of fire scars	0	12	27	2
火灾年百分数 Percentage of years with fire	—	17.1	28.0	3.5
火灾轮回期 Avg number of years per fire	—	17.8	19.8	25
中值火灾间隔期 Median fire interval	—	4.3	2.0	—
最小火灾间隔期 Minimum fire interval	—	1.1	1.0	—
最大火灾间隔期 Maximum fire interval	—	10.6	7.0	—
最大危害间隔期 Maximum hazard interval	—	5.4	3.1	—

蒙克山樟子松火灾一方面与人为活动和政府政策有着很大关系,另一方面也区域气候有着极大的联系,

从火灾图谱中可以看出(图1),1883、1925、1944 年火灾具有较强的一致性,这表明区域气候干旱可能是引发这些火灾的原因,但究竟是否是气候因素,有待进一步研究。

2.2 樟子松林火灾季节性分析

樟子松火疤圆盘的全部 41 个火疤记录,全部火疤轮内位置经过鉴定、分类和统计,得到樟子松树轮火灾的季节性分布(图3)。樟子松的火疤主要是早早材火或中早材火形成的,早早材火疤占全部火疤数目的一半以上(61%),中早材火疤占全部样品的 22%。晚早材火疤和晚材火疤分别占 7.1% 和 5.5%,未确定火疤和休眠火疤分别占 2.4% 和 2%,其中部分类似休眠季节火灾被认定为早早材火。在美国西南部,类似火灾一般被认为发生在春季,在生长季节刚开始之前,而不是在前一年的生长季节之后。Baisan 和 Swetnam 对美国亚利桑那地区现代气候和火历史研究表明秋季火灾的发生率极低^[20],大兴安岭与此情况类似^[21]。蒙克山林场的火疤季节性变化相对比例非常大(图3),主要是由于该地区属于寒温带季风性气候,4、5 月份天气干燥多风,加之清朝中末期北方居民以打猎为生,野外用火频繁,所以早材火多发,部分晚早材火由雷击引发;降水主要集中在 7—8 月份,且雨热同期,此季节植物生长旺盛含水率高不宜燃烧,冬季积雪期较长,所以晚材火和休眠季节火相对较少。

2.3 复合火灾年表统计分析

复合火灾年表涵盖多个样品火灾留下的积累火疤,复合火灾年表通过整合单样品记录为大型景观水平或时间间隔,能够提供更加适合统计分析火灾时间和空间规模的历史记录^[22-23]。复合火灾年表统计分类分组情况如下:(CO1)单样品全火疤分组;(CO2)至少 2 个样品同时发生火疤;(CO10)至少 2 个样品同时发生火疤及 20% 可用记录样品;(CO33)至少 3 个样品同时发生火疤及 33% 的可用记录样品。CO1 复合火灾年表有最短火灾间隔期,因为全部小火灾事件能够被单个样品火疤记录下来。CO33 复合火灾年表有最长火灾间隔期,因为这个复合年表代表不频繁的大区域性火灾(多样品同时记录火疤)。CO10 复合火灾年表可推断年表中等规模火灾事件,由表 4 可见,除间隔期数外其它统计值随着过滤加强数值明显递增。因此得出蒙克山樟子松林中等规模火灾事件的平均间隔期为 26a。大区域性火灾事件平均间隔期为 32.5a。表 4 中 CO1、CO2 和 CO10 等 3 个分组得出同样的最小火灾间隔期 1a,而 CO2、CO10 和 CO33 等 3 个分组得出同样的最大火灾间隔期 61a。

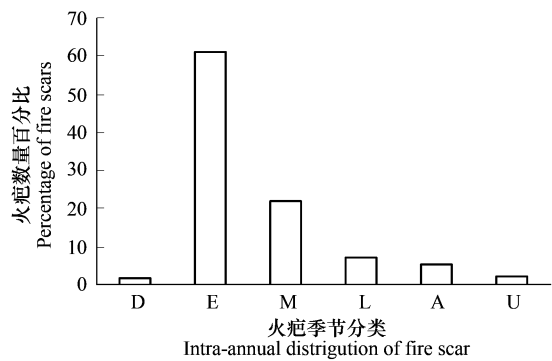


图3 蒙克山樟子松火疤数量季节分布
Fig. 3 Seasonal occurrence of Mongolian pine fire scars in Mengkeshan of Tahe

注:D; 休眠季节火灾;E; 早早材火灾;M; 中早材火灾;L; 晚早材火灾;A; 晚材火灾;U: 未确定位置火灾

表 4 复合火灾年表统计分类分组

Table 4 Composite fire chronology statistical classification grouping					
复合标准 Composite scale	间隔期数/个 Fire intervals	中值间隔期/a Median	平均间隔期/a Mean	最小间隔期/a Minimum	最大间隔期/a Maximum
CO1	23	4.3	6.2	1.0	27.0
CO2	6	16.5	21.7	1.0	61.0
CO10	5	19.0	26.0	1.0	61.0
CO33	4	30.5	32.5	8.0	61.0

徐化成等^[7]在大兴安岭阿龙山林业局的一个集水区,通过样地法调查了 96 个样地大量火疤木,得出火烧平均间隔期为 37a,火烧轮回期约 30a 与本文 CO33 分组下的 32.5a 的平均间隔期接近。胡海清^[1]通过对火疤木的调查与分析,研究了大兴安岭北部原始林区平均森林火间隔期为 37.2a,较 CO33 的 32.5a 的平均间隔

期稍大些。王琛瑞等^[8]为准确评价林火在大兴安岭樟子松林中的地位 and 作用,在大兴安岭呼伦贝尔盟莫尔道嘎林区樟子松林内,3 块样地自 1887—1976 年间共发生 10 次林火,平均林火间隔期约为 19.8a 与 CO₂ 的 21.67a 结果相似。

3 结论

利用树木年轮学方法在大兴安岭北部塔河县蒙克山林场采集了 11 个樟子松火疤圆盘,成功交叉定年,并建立 1723—2007 年的蒙克山林场樟子松树轮火疤年表。对火疤年表的统计分析表明蒙克山樟子松林的火灾间隔期和轮回期分别为 24.8a 和 33a,复合火灾年表的火灾轮回期、间隔期与已有研究结果相吻合。蒙克山樟子松林火灾受人为活动、政府政策和气候因素影响,按人为活动和政府政策因素,蒙克山火灾历史在 50a 尺度上大致分为 3 个历史时期:满清中期(1723—1859 年)、清末民国期(1860—1949 年)和建国后(1950 年至今)。火灾季节分析表明,蒙克山樟子松林火灾主要发生在春季,其他季节也有火灾发生但所占比例很小。本文仅分析了塔河蒙克山樟子松林的火灾历史,要了解整个大兴安岭地区的火灾时空格局及其与尺度关系还需进一步加大树轮火疤的取样的时空分布密度。

References:

- [1] Hu H Q. Study on fire scar of trees in Daxing'an Mountains' virgin forest region. *Journal of Natural Disasters*, 2003, 12(4): 68-72.
- [2] Ahlstrand G M. Fire history of a mixed conifer forest in Guadalupe Mountains National Park//Stokes M A, Dieterich J H, eds. *Proceedings of fire history workshop*, General Technical Report RM-81. Fort Collins: USFS Rocky Mountain Research Station, 1980, 4-7.
- [3] Wang X C, Ji Y. Review of advances in dendrochronology. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2009, 33(3): 587-597.
- [4] Swetnam T W, Anderson R S. Fire Climatology in the western United States; introduction to special issue. *International Journal of Wildland Fire*, 2008, 17:1-7.
- [5] Taylor A H, Skinner C N. Fire history and landscape dynamics in a late-successional reserve, Klamath Mountains, California, USA. *Forest Ecology and Management*, 1998, 111: 285-301.
- [6] Swetnam T W, Baisan C H. Tree-ring reconstructions of fire and climate history in the Sierra Nevada and Southwestern United States//Veblen T T, Baker W L, Montenegro C, Swetnam T W, eds. *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Ecological Studies 160. New York: Springer-Verlag, 2003:158-195.
- [7] Xu H C, Li Z D, Qiu Y. Fire disturbance history in virgin forest in northern region of Daxing'an Mountains. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, 17(4): 337-343.
- [8] Wang C R, Zhang J C, Shi Y. Studies on fire history and effects of fire on Mongolian Scots pine stand in Daxing'an Mountains, China. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2004, 28(5): 32-36.
- [9] Wang S Y. Study on relationship between serious forest fire annuity and abnormal change of sea surface temperature. *Scientia Silvae Sinicae*, 2002, 38(3): 120-123.
- [10] Tian X R, Shu L F, Ali P J. The affection of ENSO and Macula on forest fires in China. *World Forestry Research*, 2003, 16(5): 22-25.
- [11] Han J J, Zeng Q. The effect of unusual climate in our country on forest fire. *Forest Fire Prevention*, 2003, 1: 15-16.
- [12] McBride J R. Analysis of tree rings and fire scars to establish fire history. *Tree Ring Bulletin*, 1983, 43: 51-67.
- [13] Dieterich J H, Swetnam T W. Dendrochronology of a fire-scarred ponderosa pine. *Forest Science*, 1984, 30: 238-247.
- [14] Grissino-Mayer H D. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research*, 2001, 57(2): 205-221.
- [15] Grissino-Mayer H D. FHx2-Software for analyzing temporal and spatial patterns in fire regimes from tree rings. *Tree Ring Research*, 2001, 57(1): 115-124.
- [16] Grissino-Mayer H D. FHx2-Software for the analysis of fire history from tree rings. Knoxville: Department of Geography, University of Tennessee, 1993: 45-56.
- [17] Caprio A C, Swetnam T W. Historic fire regimes along an elevational gradient on the west slope of the Sierra Nevada//Brown J K, Mutch R W, Spoon C W, Wakimoto R H, eds. *Proceedings of the Symposium of Fire in the Wilderness and Park Management General Technical Report INT-GTR-320*. Ogden: USFS Intermountain Forest and Range Experimental Station, 1995: 173-179.
- [18] Lewis D B. Fire Regimes of Kipuka Forests in El Malpais National Monument, New Mexico. Knoxville: Department of Geography, University of Tennessee, 2003: 60-61

- [19] Forest Fire Prevention Office of Tahe. Forest Fire Records in Tahe. Tahe: Forest Fire Prevention Office of Tahe, 2005.
- [20] Baisan C H, Swetnam T W. Fire history on a desert mountain range: Rincon Mountain Wilderness, Arizona, U. S. A. Canadian Journal of Forest Research, 1990, 20: 1559-1569.
- [21] Yu W Y, Zhou G S, Zhao X L, Xie Y B, Jia Q Y. Characteristics of forest fire and its controls in Daxing'an Mountains, Heilongjiang province. Journal of Meteorology and Environment, 2009, 25(4): 1-5.
- [22] Dieterich J H. The composite fire interval: a tool for more accurate interpretation of fire history//Stokes M A, Dieterich J H eds. Proceedings of fire history workshop, General Technical Report RM-81. Fort Collins: USFS Rocky Mountain Research Station, 1980: 8-14.
- [23] Agee J K. Fire ecology of Pacific northwest forests. Island Press: Washington, DC, 1993:493.

参考文献:

- [1] 胡海清. 大兴安岭原始林区林木火疤的研究. 自然灾害学报, 2003, 12(4): 68-72.
- [3] 王晓春, 及莹. 树木年轮火历史研究进展. 植物生态学报, 2009, 33(3): 587-597
- [7] 徐化成, 李湛东, 邱扬. 大兴安岭北部地区原始林火干扰历史的研究. 生态学报, 1997, 17(4): 337-343.
- [8] 王琛瑞, 张金池, 史奕. 大兴安岭樟子松林火历史及火烧对林分结构的影响. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2004, 28(5): 32-36.
- [9] 王述洋. 森林火灾重灾年现象与海温异常变化关系研究. 林业科学, 2002, 38(3): 120-123.
- [10] 田晓瑞, 舒立福, 阿力甫江. 林火研究综述(Ⅲ)-ENSO 对森林火灾的影响. 世界林业研究, 2003, 16(5): 22-25.
- [11] 韩建军, 曾前. 我国气候异常对森林火灾发生的影响. 森林防火, 2003, 1: 15-16.
- [19] 塔河防火办. 塔河历史火灾档案. 塔河: 塔河防火办, 2005.
- [21] 于文颖, 周广胜, 赵先丽, 谢艳兵, 贾庆宇. 大兴安岭林区火灾特征及影响因子. 气象与环境学报, 2009, 25(4): 1-5.

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1~9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 30 卷 第 23 期 (2010 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 30 No. 23 2010

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元