

计划烧除对土壤微生物数量的影响研究

张立存¹, 郑育桃^{1,2}, 熊建平³, 甘继权¹, 贾博¹, 肖金香^{1*}

(1. 江西农业大学 园林与艺术学院, 江西 南昌 330045; 2. 江西林业科学研究院, 江西 南昌 330032; 3. 江西省航空护林站, 江西 南昌 330046)

摘要:在梅岭国家森林公园外围选取3块标准样地, 样地为针阔混交林, 按时间间隔2个月进行1次计划烧除, 每次燃烧时间设为10 min、30 min、60 min和CK 4个处理, 最后一次烧除完毕后进行统一土壤取样和室内试验分析, 发现不同时间间隔和不同火烧持续时间的迹地上微生物数量变化差异很大: 火烧对土壤微生物有致死作用, 火烧持续时间60 min迹地上微生物数量下降最多, 恢复最慢; 火烧持续时间10 min迹地上微生物数量下降最少, 恢复最快, 且超过烧前水平; 火烧持续时间30 min居中。

关键词:计划烧除; 细菌; 真菌; 放线菌

中图分类号: S762.3⁺4; S718.8 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)05-0988-05

A Study on the Effect of Prescribed Burning on Microorganism in Soil

ZHANG Li-cun¹, ZHENG Yu-tao^{1,2}, XIONG Jian-ping³,
GAN Ji-quan¹, JIA Bo¹, XIAO Jin-xiang^{1*}

(1. College of Landscape Architecture and Art, JAU, Nanchang 330045, China; 2. Jiangxi Forestry Research Institute, Nanchang 330032, China; 3. Aviation Forest Protection Station in Jiangxi Province, Nanchang 330046, China)

Abstract: Three standard plots which are mixed coniferous and broad-leaved forest in Meiling National Forest Park were selected, prescribed burning was conducted every two months. Three burning times were set, which were 10 min, 30 min, 60 min and the CK. According to the sampling and analysis, the number of microorganism varied with duration of burning and times. Fire was lethal to the microorganism. It was found that the number of microorganism decreased most and recovered slowest when burned for an hour; the number of microorganism decreased least and recovered fastest when burned for 10 min; followed by the 30 min.

Key words: prescribed burning; bacteria; fungi; actinomycete

土壤微生物旺盛与否是衡量土壤肥力的一个重要指标, 它不仅能反映土壤的肥力状况^[1], 同时能反映土壤的物质和能量代谢的旺盛程度。因此土壤微生物数量的多少会对森林生产力产生直接的影响。火对土壤微生物存在直接和间接两个方面的影响: 直接影响是由于火作为高温体直接作用于土壤微生物, 对其产生致死作用; 间接影响是由于火烧改变了土壤环境, 从而影响微生物的活性^[2]。张敏^[3]对大兴安岭不同火烧年限的火烧迹地进行研究表明, 高强度火烧迹地当年细菌、真菌、放线菌数量

收稿日期: 2012-02-24 修回日期: 2012-06-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(40765005)

作者简介: 张立存(1984—), 男, 硕士生, 主要从事林化与环境研究, E-mail: zhanglicun2008@163.com; * 通讯作者: 肖金香, 教授, 主要从事林火管理教学和研究, E-mail: xiaojinxiangjx@126.com。

均有所下降,低强度火烧迹地当年真菌、放线菌数量增加,细菌数量减少。洪伟,俞新玲^[4]通过研究发现,火烧对不同土层微生物数量组成比例的扰动作用比较大。目前,有关火对土壤微生物影响的研究大多数基于森林火灾后的跟踪调查,采用计划烧除中的堆烧方法来研究土壤微生物数量变化还鲜有报道。

本研究选择针阔混交林地,进行不同间隔期不同燃烧持续时间的试验,探讨不同火烧持续时间及火烧后不同时间间隔对土壤中细菌、真菌、放线菌的数量变化的影响。研究不同火烧持续时间及火烧后不同时间间隔下土壤微生物数量的变化规律,可以直接或间接地反映计划烧除对土壤的改良状况,为计划烧除合理持续时间的选择提供科学依据。

1 研究地区概况

梅岭国家森林公园位于江西省南昌市西北郊的湾里区境内。地理坐标为东经 115°37′~115°49′,北纬 28°40′~28°50′,海拔 50 m~841.4 m,总面积 150 km²^[5]。处于京九线与浙赣线的交叉点上,庐山、景德镇、南昌的金三角旅游区内,地理位置优越。梅岭是赣西北九岭山脉东端的一支余脉,是南昌境内惟一的山脉,由于隆起、沉降、褶皱、断层、侵蚀等地壳构造运动的作用,形成中高周低孤峰独岭的独特地貌特征,景色优美。园内有大小山峰近百座,各种湖泊 50 余处。西南部山峦起伏,沟壑纵横,有较大的水流落差,形成多处壮丽的瀑布景观,东南部和北部为丘陵地带,岗宽坡缓,呈现出丘田相间美丽景象。

该区气候类型属北亚热带季风气候。公园内年平均温 14.2~17.2℃,1 月份均温 4.1~5.1℃,7 月份均温 27.2~29.1℃^[6],日照少、降水多,空气湿度大,负离子含量高,风速小,气候垂直变化大,四季分明,冬暖夏凉,春秋气候宜人,是全国著名避暑胜地之一。

梅岭地区森林植被复杂,种属繁多,植物资源丰富。拥有植物 600 多属 2 000 余种,古树名木 30 余株。森林植被以次生林为主,主要植被类型为:①亚热带毛竹林:主要分布北部地区,不少毛竹林混生杉木、马尾松和油茶;②亚热带针叶林:以马尾松、杉木为主要代表树种;③亚热带常绿和落叶阔叶林:较零散分布,以壳斗科、樟科、山茶科和金缕梅科树种为主要优势树种;④亚热带经济林:以人工栽培的油茶林为主;⑤山地杂灌林:主要有白栎、瑞香、乌饭、化香、小山竹、茅栗、杜鹃、山楂、胡枝子等 20 余属 50 余种。

2 试验设计与方法

2.1 样地选择与计划烧除

试验样地选择在南昌市梅岭国家森林公园外围处,设置 25 m×25 m 的标准样地 3 个,于 2011 年 3 月、5 月、7 月、9 月、11 月选择阴凉天气在每个样地内按 S 型布点进行堆烧试验,燃烧时间设为 10 min、30 min 和 60 min 和 CK(对照,未烧林地)4 个处理,每个处理 3 次重复。每次烧完之后及时在堆烧的位置做好标记。

2.2 外业取样

于 2011 年 11 月 12 日最后一次堆烧试验完成之后进行统一取样。取样深度设置:0~10 cm、10~20 cm 两层。

取样方法:按照火烧持续时间长短顺序和火烧日期顺序进行取样,用消毒的铁锹挖开堆烧过的土壤剖面,每个点每层各取大约 10 g 土样,3 次重复,混合均匀后用四分法取其中 20 g 放入无菌密封袋中密封,带回实验室及时处理,在相邻未烧地用同样的方法获取对照土样。

2.3 室内实验

土壤细菌、放线菌、真菌数量的测定均采用稀释平板法^[7]。细菌采用牛肉蛋白胨培养基,以稀释度为 10⁻⁴的土壤稀释液接种;真菌采用孟加拉红马丁氏琼脂培养基,以稀释度为 10⁻²的土壤稀释液接种;放线菌采用淀粉铵盐琼脂培养基,以稀释度为 10⁻³的土壤稀释液接种。接种方法均采用刮刀法,每个处理做 3 个重复,接种后置 28℃ 恒温箱内培养,细菌、真菌、放线菌分别培养 2~3 d、5~7 d、7~10 d,在该期间内检查记录其数量。计算公式为:

$$\text{每克干土含菌数(个/g)} = \text{菌落平均数} \times \text{稀释倍数} \times 20 / \text{干土百分比} \quad (1)$$

2.4 数据处理

实验数据利用 Excel、SPSS 等软件进行处理,采用方差分析统计方法进行分析。

3 结果与分析

分析发现在短期内火烧对 10~20 cm 土层土壤微生物数量变化的影响不明显,对 0~10 cm 土层土壤微生物数量变化较明显。

3.1 计划烧除对土壤细菌的影响

表 1 火烧后土壤细菌数量的方差分析

Tab.1 Variance analysis for the changes of soil bacteria matter after using fire

差异源 The source of deviation	离均平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F F 值	P 值 P - value	F crit
烧后时间间隔 Different time after burning	2.99×10^{12}	5	5.98×10^{11}	9.0122	0.001 8	3.325 8
火烧持续时间 Different burning time	1.86×10^{12}	2	9.30×10^{11}	14.013 4	0.001 2	4.102 8
误差 Error	6.64×10^{11}	10	6.64×10^{10}			
总计 Total	5.51×10^{12}	17				

细菌是土壤中数量最大的一个微生物类群。细菌能够促进土壤有机质和无机质的转化,作为最主要参与者,细菌在将土壤中植物不能直接利用的复杂的氮化合物转化为可给态的含氮无机物的过程中发挥着极其重要的作用。不同持续时间的火烧和火烧后不同时间对土壤细菌数量的影响不同,对其变量作方差分析得出: P_A 、 P_B 均小于 0.01,所以烧后时间间隔和火烧持续时间对土壤细菌的影响均是极显著(表 1)。

与 CK(未烧林地)相比,火烧过后 1 d,各个火烧持续时间下土壤细菌均有大幅度下降,这是由于火烧对细菌有致死作用,以火烧持续时间为 60 min 下降最多,减少 144 万个/g。下降之后又开始直线上升,火烧持续时间为 10 min 的迹地,细菌数量恢复迅速,火烧 8 个月之后细菌数量比未烧林地还要多 19 万个/g,这是由于火烧过后产生的矿化物质为细菌的生长提供了充足的营养物质,有利于细菌的大量繁殖。而火烧持续时间为 60 min 的迹地上,经过 8 个月的恢复细菌数量仍比未烧林地少 88 万个/g,这是因为较长时间的火烧使土壤板结,不利于细菌生长(图 1)。

3.2 计划烧除对土壤放线菌的影响

放线菌不仅拥有分解氨基酸等蛋白质物质的能力,一些放线菌还有形成抗生物质的能力,从而被人们普遍用于抗菌素生产中,是人类进行抗生素生产的主要菌群。不同持续时间的火烧和火烧后不同时间

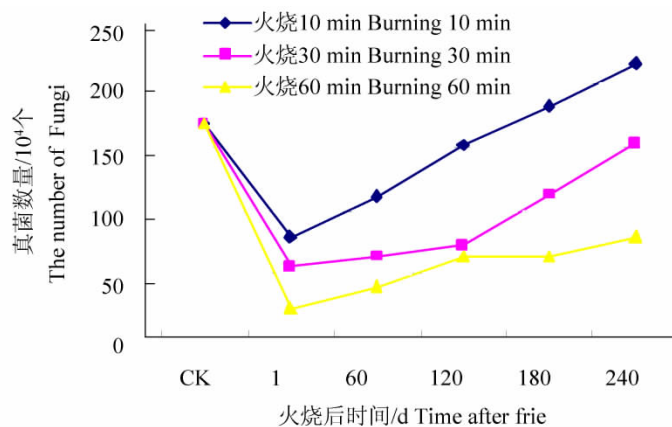


图 1 火烧对土壤细菌数量的影响

Fig.1 Fire impact on the number of soil bacteria

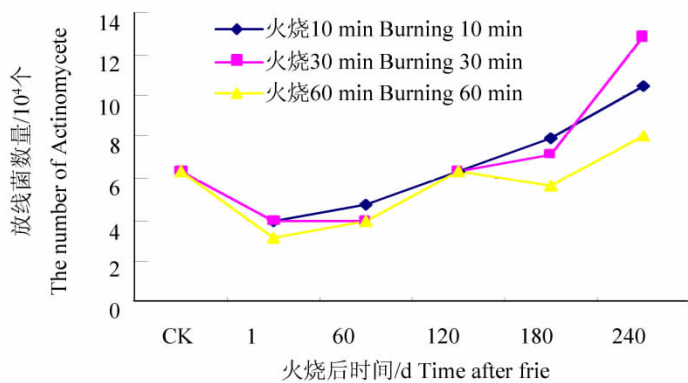


图 2 火烧对土壤放线菌数量的影响

Fig.2 Fire impact on the number of soil fungi

限对土壤放线菌数量的影响不同(图 2), 对其变量作方差分析, 由表 2 得出: $P_A = 0.0001 < 0.01$, 所以烧后时间间隔对土壤放线菌的影响极显著; $P_B = 0.1273 > 0.05$, 可见火烧持续时间对土壤放线菌数量的影响无显著差异。

表 2 火烧后土壤放线菌数量的方差分析

Tab. 2 Variance analysis for the changes of soil fungi matter after using fire

差异源 The source of deviation	离均平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F 值 F 值	P 值 P - value	F crit
烧后时间间隔 Different time after burning	8.481×10^9	5	1.7×10^9	16.719 6	0.000 1	3.325 8
火烧持续时间 Different burning time	517525242	2	2.59×10^8	2.550 7	0.127 3	4.102 8
误差 Error	1.014×10^9	10	1.01×10^8			
总计 Total	1.001×10^{10}	17				

不同持续时间火烧之后, 土壤放线菌数量均有所下降, 平均下降 2.7 万个/g。这是火烧使土壤温度升高, 使放线菌致死的缘故。放线菌数量在经历了开始阶段的下降之后呈稳步增长趋势, 在 4 至 6 个月时基本恢复到烧前水平, 在此之后呈现迅速增长趋势, 在火烧过后 8 个月与未烧林地相比, 火烧持续时间为 10 min、30 min、60 min 迹地上的数量分别增减了 4.0 万个/g、6.4 万个/g、1.5 万个/g, 这是由于火烧迹地的土壤 pH 值增加, 加上土壤温度升高有利于放线菌的生长(图 2)。

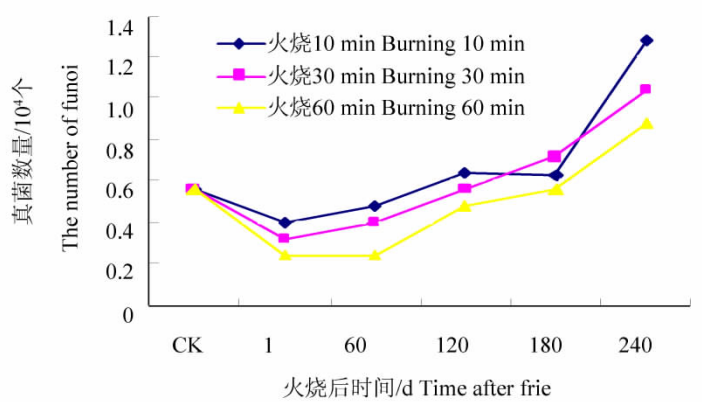


图 3 火烧对土壤真菌数量的影响

Fig. 3 Fire impact on the number of soil actinomycete

3.3 计划烧除对土壤真菌的影响

真菌主要参与土壤中植物残体的纤维素、木质素、果胶、蛋白质等成分的分解, 是土壤有机质的主要分解者。真菌分解复杂有机物的能力很强, 这是因为它具有强大的酶系统。由于真菌具有耐酸、耐寒的特性, 在某些细菌难以生存的恶劣环境中, 它们就成为有机质分解的主要参与者。真菌参与土壤有机质分解和腐殖质合成, 从而对土壤肥力产生直接影响。不同时限和不同持续时间的火烧对土壤真菌数量的影响不同, 对其变量作方差分析, 由表 3 可见: P_A 、 P_B 均小于 0.01, 因此烧后时间间隔间和火烧持续时间对土壤真菌的数量均有极显著差异(图 3)。

表 3 火烧后土壤真菌数量的方差分析

Tab. 3 Variance analysis for the changes of soil actinomycete matter after using fire

差异源 The source of deviation	离均平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F 值 F 值	P 值 P - value	F crit
烧后时间间隔 Different time after burning	106 184 932	5	21 236 986	36.346 0	4.24×10^{-6}	3.325 8
火烧持续时间 Different burning time	8 945 951.4	2	4 472 976	7.655 3	0.009 6	4.102 8
误差 Error	5 843 002.6	10	584 300.3			
总计 Total	120 973 886	17				

经火烧持续时间为 10 min、30 min、60 min 后, 土壤中真菌的数量分别下降了 0.17 万个/g、0.24 万个/g、0.32 万个/g。整个恢复过程跟放线菌相近似, 先是在 4 至 6 个月时基本恢复到烧前水平, 6 个月之后呈现大幅度增长, 火烧后 8 个月后 3 个火烧持续时间分别增长 0.72 万个/g、0.48 万个/g、0.32 万个/g。这是由于真菌主要生长在土壤腐殖质层, 火烧半年后土壤表层又积累了大量的腐殖质, 为真菌的生长又营造了良好的环境(图 3)。

4 讨 论

土壤中微生物的生存受到土壤水分、土壤湿度、土壤酸碱度、土壤透气性和食物链等因子的影响^[8],而营林用火对土壤微生物的影响又是随着火烧持续时间、火烧后时间间隔期、火烧强度及土壤含水率等的不同而不同。

通常情况下,土壤微生物生长的最高极限温度为 105 ~ 300 °C,而森林发生高强度火烧时土壤温度可达到 1 000 °C,这个温度对土壤微生物有明显的致死作用,因此,火烧之后,迹地的细菌、放线菌、真菌数量均会迅速下降。

而低强度用火,地表温度在 300 °C 以下,在经过短时间的下降之后土壤微生物数量又逐渐恢复并超过未烧之前^[9],这主要是因为火烧产生的矿化物质为微生物的生长繁殖提供丰富的养料。火对土壤微生物的影响是一个长期的过程,对同一块火烧迹地进行连续的定位研究,能获取更确切的资料,发现潜在的影响规律。

林火对土壤微生物的影响具有不可预见性^[10]。但可以肯定,低、中强度火烧由于改变了土壤环境,微生物的数量变化有明显的规律性,土壤微生物在促进土壤有机质转化和土壤养分循环方面起着重要作用^[11],而高强度火烧对土壤微生物有致死作用,利用这一特点,在高纬度或高寒山地采用计划烧除(营林用火)有利于枯枝落叶的分解,增加林地肥力,提高生产潜力。这一方法值得大力应用与推广。

参考文献:

- [1]郑伟,霍光华.马尾松低效林不同改造模式土壤微生物及土壤酶活性的研究[J].江西农业大学学报,2010,32(4):743-751.
- [2]张建烈.火对土壤的影响[J].森林防火,1985(2):38-40.
- [3]张敏.林火对土壤环境影响的研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2002.
- [4]洪伟,俞新玲.火灾对森林土壤微生物数量特征的影响[J].福建农林大学学报,2010,39(3):251-256.
- [5]黄艺.梅岭国家森林公园生物资源现状及可持续生态旅游的管理对策探讨[J].资源科学,2001,23(3):89-92.
- [6]曹诗恩.森林资源管理科学[M].北京:中国林业出版社,1992.
- [7]沈萍.微生物学实验[M].北京:高等教育出版社,1996.
- [8]许光辉,郑洪元.土壤微生物分析方法手册[M].北京:农业出版社,1986.
- [9]周道玮,岳秀泉,孙刚,等.草原火烧后土壤微生物的变化[J].东北师范大学学报:自然科学版,1999(1):118-124.
- [10]Daniel G Neary. Fire effects on belowground sustainability: A review and synthesis[J]. Forest Ecology and Management, 1999, 122: 51-57.
- [11]王淑彬,黄国勤,李年龙,等.稻田水旱轮作(第3年度)的土壤微生物效应[J].江西农业大学学报,2002,24(3):320-324.