

文章编号: 1000-5471(2007)06-0114-05

火灾对毛竹林地土壤抗蚀性与渗透性的影响^①

刘效雨, 刘益军

西南大学 资源环境学院, 重庆 400716

摘要: 通过对北碚区茅庵林场内火烧毛竹林地和未烧毛竹林地的土壤抗蚀性和渗透性进行试验并进行相关分析, 结果表明: (1)与未烧林地相比, 火烧林地的土壤 >0.5 mm和 >0.25 mm水稳性团聚体相比分别降低了23.80%和17.33%, 水稳性指数降低了47.73%, 渗透速率降低了65.60%。(2)火烧林地 >0.5 mm和 >0.25 mm水稳性团聚体含量与初渗速率及平均入渗速率为正相关, 即其水稳性团聚体含量愈高, 入渗速率愈慢, 而未烧林地则相反。森林火灾较大程度改变了土壤的抗蚀性和入渗特征, 通过对其研究可更合理地恢复灾后森林结构和功能。

关键词: 抗蚀性; 渗透性; 相关性

中图分类号: S157

文献标识码: A

森林火灾不仅烧毁植被, 而且改变森林结构、森林生物、气候和土壤性能, 近而使森林保水、防止土壤流失和调节气候的功能减弱。同时, 陆地表面变得赤裸, 土壤温度增加, 破坏土壤生物体, 林地成为荒地^[1]。土壤的抗蚀性和渗透性都是反映土壤水土保持性能的重要指标, 土壤抗蚀性是土壤抵抗雨滴击溅和径流对它们的分散和悬浮的能力^[2]。

土壤渗透性是反映土壤涵养水源能力的重要指标, 即雨水入渗的快慢及入渗量, 它涉及到单位体积土壤容纳雨水的功能, 就减缓地表径流, 减轻土壤侵蚀而言, 土壤的渗透能力起到较大的影响作用, 土壤渗透速率是土壤渗透性的重要指标^[3]。这两项指标越高则表示土壤自身的水土保持能力越强^[5,6]。森林火灾破坏了原有的土壤结构和理化性质, 使得土壤在抗蚀性和渗透性方面的都发生变化, 使得火灾迹地内土壤侵蚀状况有所改变。

目前, 土壤的抗蚀性和渗透性作为抵抗土壤侵蚀的重要指标, 两者之间存在一定的相互关系, 但对于两者的研究还主要是单独研究的层面。张金池^[9]等指出 >0.25 mm水稳性团聚体、 >0.5 mm水稳性团聚体和土壤水稳性指数是衡量森林土壤抗蚀性的3个最佳指标; 余树全^[7]则指出渗透速率、稳渗时间和渗透系数是渗透性的3个重要指标。为此我们研究茅庵林场火灾迹地内毛竹林地不同立地土壤抗蚀性和渗透性的相关性, 来探讨火灾对土壤结构的破坏, 为治理水土流失提供依据。

1 研究区概况

1.1 研究区的自然条件

研究区位于重庆市北碚区三圣镇的茅庵林场, 该区气候属亚热带季风性湿润气候, 受复杂多样的地貌类型的影响, 气候的垂直地带性特征明显, 多年平均气温 18.2 °C, 多年平均降雨量 1100 mm, 其中5~10月降雨量占全年降雨量的75.63%。土质为棕壤和黄壤。林场植被类型较多, 有6个主要植被类型: 常绿阔叶林、暖性针叶林、竹林、常绿阔叶灌丛、亚热带灌草丛。主要优势树种为马尾松、香樟、慈竹、大头茶和毛竹。

林区内有部分林地已开垦为农耕地, 比例很小, 林分破坏不严重。火烧过后的林地基本无树木存活,

① 收稿日期: 2007-04-15

作者简介: 刘效雨(1981-), 男, 山东济宁人, 硕士研究生, 主要从事流域水文研究。

土壤有板结现象.

1.2 火灾迹地现状

2006年夏天,茅庵林场发生森林火灾,火烧时间持续超过80 h,大片的马尾松林、毛竹林、慈竹林等林木被烧死,只有少部分低洼地区,尚有林木存活.

2 研究方法

2.1 野外实验

在研究区内分别选取有代表性的未烧毛竹林地和火烧后的毛竹林地,在样地内布设20 m×20 m样方,在样方内按照对角线原则选取5个样点,分别在每个样点0~20 cm土壤层用塑料袋采集土样.同时在样方内均匀布设双环,进行土壤渗透试验.

2.2 室内实验

土壤水稳性团聚体实验采用H N 萨维诺夫法(人工筛分法),包括干筛和湿筛法.

水稳性指数 K 的测定方法:将待测土样风干后筛分,选取粒径0.7~1.0 mm的土粒50颗以上,均匀放在孔径为0.5 mm的金属网上,然后置于静水中进行观测.以1 min时间间隔分别记下分散的土粒数量,连续观测10 min,其分散土粒的总和即为10 min内完全分散的土粒数.

2.3 分析方法

$$1) \text{各级水稳性团聚体含量} = \frac{\text{各级水稳性团聚体的烘干重(g)}}{\text{烘干样品重(g)}} \times 100\%$$

$$2) \text{团聚体破坏率} = \frac{>0.25 \text{ mm 风干土团聚体含量} - >0.25 \text{ mm 水稳性团聚体含量}}{>0.25 \text{ mm 风干土团聚体含量}} \times 100\%$$

$$3) \text{水稳性指数 } k = \frac{\sum P_i K_i'}{A}$$

式中: k —水稳性指数; i —1, 2, 3, …, 10; P_i —第*i*分钟内分散的土粒数; K_i' —第*i*分钟的校正系数; A —供试的土粒总数(50粒).

$$4) \text{土壤入渗速率 } R_t = \frac{Q}{S \Delta t}$$

式中: Q 为时段 Δt 的渗入量, mL; S 为入渗面积(即内环面积), cm^2 ; Δt 为时段, min.

3 结果分析

3.1 土壤含水量

通过烘干法测量土壤的含水量,测得未烧毛竹林地内土壤含水量为22.40%,而火烧后毛竹林地土壤的含水量仅为16.91%,比未烧林地含水量降低了5.49%,主要是由于火烧过后林地土壤有机物含量降低,孔隙度降低,影响土壤含水量.

3.2 团聚体含量

根据许多学者研究结果,通过干筛和湿筛实验得出火烧毛竹林地和未烧毛竹林地团聚体水稳性团聚体含量,如表1.

由表1可以看出,火烧毛竹林地土壤风干经干筛后, >0.5 mm团聚体平均含量78.66%, >0.25 mm团聚体平均含量为88.88%,而未烧毛竹林地土壤风干经干筛后, >0.5 mm团聚体平均含量63.92%, >0.25 mm团聚体平均含量为74.25%.无论是 >0.5 mm还是 >0.25 mm团聚体含量,总是 >0.25 mm团聚体含量总是大于 >0.5 mm含量,火烧毛竹林地总是大于未烧毛竹林地.

由表2可以看出,火烧毛竹林地 >0.5 mm水稳性团聚体平均含量为32.91%, >0.25 mm水稳性团聚体平均含量为48.40%,而未烧毛竹林地 >0.5 mm水稳性团聚体平均含量为43.19%, >0.25 mm水稳性团聚体平均含量为58.55%.无论是 >0.5 mm还是 >0.25 mm水稳性团聚体含量,总是 >0.25 mm水稳性团聚体含量总是大于 >0.5 mm含量,未烧毛竹林地总是大于火烧毛竹林地.

表 1 两样地的风干团聚体的组成

林地	样地	各级风干团聚体含量%							
		>10 mm	5~10 mm	2~5 mm	1~2 mm	0.5~1 mm	0.25~0.5 mm	>0.5 mm	>0.25 mm
未烧毛竹林	1	2.38	18.13	26.89	8.1	17.9	15.9	73.4	89.3
	2	1.95	17.44	23.83	7.67	16.17	15.34	67.06	82.4
	3	3.78	19.96	33.45	10.52	17.46	8.36	85.17	93.53
	4	4.79	27.9	33.66	7.87	13.06	7.14	87.28	94.42
	5	0	17.61	28.41	8.58	16.02	15.22	70.62	85.84
	平均	2.15	16.84	24.37	7.12	13.44	10.33	63.92	74.25
火烧毛竹林	1	1.04	10.75	29.97	12.77	21.63	12.44	76.16	88.60
	2	1.76	26.10	34.60	10.31	15.29	6.60	88.06	94.66
	3	2.92	15.30	30.93	11.26	21.94	10.12	82.35	92.47
	4	5.20	22.72	31.12	10.80	15.76	7.04	85.60	92.64
	5	0.19	17.49	23.40	8.55	19.14	12.25	68.77	81.02
	平均	1.85	17.22	30.32	10.50	18.77	10.22	78.66	88.88

表 2 两样地的水稳性团聚体的组成

林地	样地	各级水稳性团聚体含量%						
		>5 mm	2~5 mm	1~2 mm	0.5~1 mm	0.25~0.5 mm	>0.5 mm	>0.25 mm
未烧毛竹林	1	7.1	12.05	7.64	16.39	15.58	43.18	58.76
	2	9.84	14	7.27	15.15	17.6	46.26	63.86
	3	4.65	9.18	8.13	15.12	15.74	37.08	52.82
	4	9.89	10.73	8.66	16.23	12.3	45.51	57.81
	5	11.19	13.11	7.26	11.87	16.81	43.43	60.24
	平均	8.77	12.28	7.67	14.46	15.37	43.19	58.55
火烧毛竹林	1	8.96	8.45	6.76	11.65	14.73	35.82	50.55
	2	4.4	8.65	7.78	14.29	15.98	35.12	51.1
	3	6.71	6.68	6.45	12.75	15.29	32.59	47.88
	4	11.23	9.59	7.37	12.65	14.22	40.84	55.06
	5	3.41	6.22	5.39	12.87	16.33	27.89	44.22
	平均	6.06	7.77	6.49	12.59	15.49	32.91	48.40

火烧毛竹林地团聚体含量总是大于未烧毛竹林地,而水稳性团聚体含量却小于未烧毛竹林地.主要是由于发生火灾后,林地土壤中的有机质含量减少,经过雨水冲刷后,土壤坚实度增大,引起土壤板结,风干时土壤颗粒不易发生破碎,当进行湿筛时土壤颗粒遇水大量崩解,而未烧林地土壤因含有大量有机质和胶体,遇水不易崩解.

3.3 团聚体破坏率和水稳性指数

根据上述公式和渗透实验分别计算出团聚体的破坏率、水稳性指数初渗速率、和前 30 min 的平均速率,如表 3.

表 3 可以看出火烧毛竹林地土壤团聚体的破坏率明显大于未烧毛竹林地,平均高出 13.31 百分点,而水稳性指数、初渗速率和前 30 min 的平均速率则小于未烧林地.

团聚体破坏率和水稳性指数是土壤抗蚀性的重要指标,破坏率越大,抗蚀性越差;而水稳性指数越大,抗蚀性越好.由此表明了火烧林地的抗蚀性较差.初渗速率和前 30 min 的平均速率是土壤渗透性的指标,速率越大,渗透性越好.火烧后林地的土壤的有机质减少,孔隙度增大,形成土壤板结,但土壤遇降雨后易发生破碎,阻塞空隙,降低入渗速率,形成地表径流,发生侵蚀.

3.4 土壤抗蚀性与渗透性之间的关系

分别对两样地 >0.5 mm 和 >0.25 mm 的水稳性团聚体与双环实验的初渗速率,前 30 min 的平均速率

进行相关性分析, 如表 4.

表 3 两样地的团聚体破坏率、水稳性指数、初渗速率和平均速率

林地	样地	破坏率	水稳性指数	初渗速率/(mm·min ⁻¹)	平均速率/(mm·min ⁻¹)
未烧毛竹林	1	34.20	0.80	10.57	3.14
	2	22.50	0.60	14.10	6.95
	3	43.53	0.80	16.86	8.43
	4	38.77	0.70	9.38	2.97
	5	29.82	0.70	16.87	5.69
	6	34.71	0.80	1.68	1.54
火烧毛竹林	1	42.95	0.30	2.64	1.47
	2	46.02	0.50	5.80	3.56
	3	48.22	0.50	5.29	1.98
	4	40.57	0.30	2.23	1.74
	5	45.42	0.40	0.51	0.44
	6	50.46	0.30	1.60	0.73

表 4 土壤水稳性团聚体与入渗的相关性

林地类型	项目	>0.5 mm 水稳性团聚体	>0.25 mm 水稳性团聚体	水稳性指数
火烧毛竹林	初渗速率	0.363 3	0.397	0.740 6
	平均速率	0.557 2	0.609 2	0.598 7
未烧毛竹林	初渗速率	-0.352 7	0.007 7	-0.346 1
	平均速率	-0.490 3	-0.093	-0.314 6
样地数	<i>n</i>	6	6	6

$$n=6 F_{0.05}(1, 4)=0.811 F_{0.01}(1, 4)=0.917.$$

由表 4 可以看出, 火烧毛竹林地初渗速率和前 30 min 的平均入渗速率与 >0.5 mm 和 >0.25 mm 水稳性团聚体含量及与水稳性指数呈正相关; 而未烧毛竹林地除初渗速率与 >0.25 mm 水稳性团聚体含量呈正相关外, 初渗速率和前 30 min 的平均入渗速率分别与 >0.5 mm 和 >0.25 mm 水稳性团聚体含量及水稳性指数呈负相关. 同时可以从表中看出未烧林地的相关系数的大小与火烧林地存在着极大的差异, 并且水稳性团聚体与初渗速率的相关性也不同.

通过对比不同林地渗透指标与抗蚀性指标的相关系数, 可以发现火烧后林地内土壤的初渗速率与 >0.25 mm 水稳性团聚体的相关系数变化最小, 依然为正相关变; 而其他指标相关性经火烧后由负相关转变为负相关. 主要是由于林地发生火灾后, 林地植被及地表枯落物层被烧掉, 土壤裸露, 经雨水后发生板结, 同时土壤有机质含量的减少, 使孔隙度增大, 初渗速率较大, 但遇水崩解阻塞空隙, 而未烧林地土壤结构相对稳定, 保持了抗蚀性与渗透性的相关性, 因此可以认为火灾对林地土壤的渗透性与抗蚀性的相关性产生了影响.

4 结 论

1) 森林火灾后林地的土壤团聚体发生了改变, 火烧林地的 >0.5 mm 和 >0.25 mm 的风干团聚体分别为未烧林地的 81.26% 和 83.54%, 而未烧林地的 >0.5 mm 和 >0.25 mm 的水稳性团聚体却分别为火烧林地的 76.20% 和 82.66%, 表明林火降低了土壤 >0.5 mm 和 >0.25 mm 风干团聚体含量却增加了水稳性团聚体的含量.

2) 森林火灾发生后林地土壤的物理性能发生改变, 进而影响土壤的抗蚀性和渗透性, 土壤破坏率为火灾前的 1.34 倍、水稳性指数仅为火灾前 52.27%, 渗透速率和前 30 min 的平均速率分别为火灾前的 26.01% 和 34.54%.

3) 森林火灾发生前毛竹林地土壤入渗的平均速率与 >0.5 mm 和 >0.25 mm 的水稳性团聚体及水稳性指数的相关系数分别为 -0.490 3, -0.0093 和 -0.314 6, 而未发生火灾林地的相关性指数为 0.557 2, 0.609 2 和 0.598 7, 由负相关到正相关, 表明火灾改变了土壤抗蚀性与渗透性的关系.

4)根据上述分析,森林火灾发生后土壤的渗透速率明显低于未发生未烧毛竹林的渗透速率,降雨时迅速形成超渗产流,形成土壤侵蚀,应当尽快栽植树木,改变土壤性质,降低汇流速率.

参考文献:

- [1] 李先敏. 陕西秦岭地区森林火灾相关性分析 [J]. 林火研究, 2005(3): 22-23.
- [2] 徐秋芳, 姜培坤, 俞益武, 等. 不同林用地土壤抗蚀性能研究 [J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(4): 362-365.
- [3] 潘剑君, Bergsma I E. 利用土壤入渗速率和土壤抗剪力确定土壤侵蚀等级 [J]. 水土保持学报, 1995, 9(2): 93-96.
- [4] 张敏, 胡海清, 马鸿伟. 林火对土壤结构的影响 [J]. 自然灾害学报, 2002, 11(2): 138-143.
- [5] 王洪斌. 森林火灾对土壤物理性质的影响 [J]. 林业科技情报, 2002, 34(3): 84-85.
- [6] 罗菊春. 大兴安岭森林火灾对森林生态系统的影响 [J]. 北京林业大学学报, 2002(5/6): 101-107
- [7] 余树全, 苏增建. 沱江上游地区不同立地土壤抗蚀性、渗透性及其影响因素 [J], 2003, 3(1): 1-5
- [8] 蔡志发, 林敬兰. 闽南土壤侵蚀与退化研究 II. 土壤侵蚀对土壤水分入渗和主要化学性质的影响 [J]. 福建农业学报, 2002, 17(2): 69-73.
- [9] 张金池, 陈三雄, 刘道平, 等. 浙江安吉主要植被类型土壤抗蚀性指标筛选及评价模型构建 [J]. 亚热带水土保持, 2006, 18(2): 1-5.
- [10] 张广军, 赵晓光. 水土流失及荒漠化监测与评价 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005: 149.

Effect of Forest Fire on Soil Anticorrosion and Permeability in *Phyllostachyr pubescens*

LIU Xiao-yu, LIU Yi-jun

School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716

Abstract: Based on the contrast analysis of soil anticorrosion and permeability test carried out between the burnt *Phyllostachyr pubescens* forest land and unburned woodland in Mao'an forestry centre of Beibei, the main conclusion is as follows: (1) Compared with unburned land, water stable aggregate of $> 0.5\text{mm}$ and $> 0.25\text{mm}$ has reduced 23.80% and 17.33%, water stable index and penetrating rate decreased 47.73% and 65.60% respectively. (2) water stable aggregate content of $> 0.5\text{mm}$ and $> 0.25\text{mm}$ in burned woodland has positive correlation with initial and average penetrating rate. Forest fire could change soil anticorrosion and permeability greatly, by researching it the forest structure and function after fire could be renewed more reasonably.

Key words: anticorrosion; permeability; relativity

责任编辑 陈绍兰