

刀耕火种对土壤微生物和土壤肥力的影响*

张 萍

(中国科学院昆明生态研究所, 650223)

Effects of Slash-and-Burn Cultivation on the Soil Microorganisms and Soil Fertility. Zhang Ping (*Kunming Institute of Ecology, Academia Sinica, 650223*). *Chinese Journal of Ecology*, 1996,15(3):64~67.

In southern areas of Yunnan, slash-and-burn cultivation have damaged tropical rain forest and environment. We investigated soil microorganisms and soil fertility of recently burned areas and plots in different regeneration years at Bubon vantage, Mengla county in Xishuangbanna. The aim was to explore degradation and recovery process of soils after forest being burned and to show the impact of burning on forest. the results were as follows: 1. The amount of microorganisms and soil fertility in 0~60cm depth of recently burned soils were higher than that in unburned soils. Except for fungi, the amount of microorganisms in surface soils(0~10cm)recently burned was higher than that of tropical rain forest, but in soils of 10~60cm depth, it was lower than that of tropical rain forest. 2. The amount of microorganisms and soil fertility were decreased remarkably from recently burned soils to the area regenerated for a year. The amount of bacteria was decreased the largest in microorganisms. 3. The amount of soil microorganisms and soil fertility in the plot regenerated for five years were the lowest among the soils investigated, but it was close to that of tropical rain forest after 15 years of regeneration. 4. After burning, the amount of microorganisms was decreased with the increase of soil depth(0~60cm).

Key words: tropical rain forest, slash-and-burn, soil microorganism, regeneration.

西双版纳地处热带北缘,光热条件丰富,雨量充沛,植物生长旺盛。这里有多层结构的热带雨林,树木高大,茂密,是不可多得的生物资源宝库。然而,由于盲目砍伐以及刀耕火种的耕作方式,热带雨林受到了严重破坏,其面积正在迅速减少。据统计,从50年代到80年代,西双版纳森林覆盖率从60%减少到27%,带来整个热带生态系统的生产力下降,环境质量恶化,可利用土地减少和荒芜土地迅速扩大,发展农业生产所需要的水源也越来越少。为探索森林烧毁后,土壤的退化和恢复过程,使人们认识到毁林的危害,同时也为如何在大面积荒芜土地上恢复植被提供科学依据,我们在西双版纳勐腊县补蚌村,对刚刚烧荒及丢荒后不同年限土壤中的微生物和土

壤肥力状况进行了初步调查。

1 材料和方法

1.1 自然概况

样地选在西双版纳勐腊县补蚌村,海拔631.9m,平均气温21℃,年降雨量1531.9mm,年平均相对湿度86%,土壤类型为砖红壤。

1.2 土样采集

选择环境条件(海拔、坡度、坡向)基本一致,相邻的5块样地:刚刚烧荒、丢荒

* 由 United Nations University "Population, Land Management and Environmental Change (PLEC)"项目资助。

作者简介:张萍,女,32岁,硕士,助研。1987年毕业于云南大学生物系微生物专业,现从事微生物生态学方面的研究工作,发表论文4篇。

1a、丢荒 5a、丢荒 15a 及热带雨林(刚刚烧荒的样地是烧荒后刚种下旱稻,丢荒的 3 块样地均是烧荒后种旱稻 1a,随后丢荒),于 1989 年 6 月 2 日取样。试样分三层采集: A 层(0~10 cm)、B 层(10~30cm)、C 层(30~60cm);每块样地挖 5 穴,分层混匀后再取 500g 为土样。

1.3 微生物的分离计数

好气纤维素分解菌的数量测定按《土壤微生物实验法》^[1]进行,选用最或然数法计活菌数,其余各类群微生物的分析按《土壤微生物分析方法手册》^[2]进行,选用稀释平板涂抹法分离计数。分离计数培养基:

细菌用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基;放线菌用高氏 1 号重铬酸钾琼脂培养基;真菌用马丁孟加拉红链霉素琼脂培养基;好气纤维素分解菌用 Dubos 纤维素培养基。

1.4 养分含量分析

按《土壤理化分析》^[3]进行,有机质采用重铬酸钾法,全氮采用高氯酸-硫酸消化法。

2 结果与分析

全部土样经各大类微生物的分离计数及有机质含量和全氮含量的测定,结果见表 1 和图 1。

表 1 刀耕火种对土壤微生物和土壤肥力的影响[$\times 10^4$ 个/(g 干土)⁻¹]
Tab. 1 Effects of slash-and-burn cultivation on the soil microorganisms and soil fertility

土壤深度 (cm)	样地 类型	细 菌		真 菌		放线菌		纤维素分解菌		微生物 总数	有机质 (%)	全氮 (%)	微生物总 数随土壤 深度变化 的标准差
		数量	占微生物 总数 (%)	数量	占微生物 总数 (%)	数量	占微生物 总数 (%)	数量	占微生物 总数 (%)				
0~10	刚刚烧荒	1000.0	84.4	37.7	3.2	140.0	11.8	6.5	0.5	1184.2	4.01	0.174	
	丢荒 1a	537.7	78.5	32.1	4.7	113.7	16.6	1.4	0.2	684.9	2.34	0.126	
	丢荒 5a	486.8	84.5	29.6	5.1	57.1	9.9	2.3	0.4	575.8	2.71	0.086	
	丢荒 15a	689.2	80.1	40.3	4.7	127.4	14.8	3.6	0.4	860.5	3.19	0.148	
	热带雨林	733.5	80.0	46.4	5.1	130.8	14.3	5.8	0.6	916.5	4.37	0.175	
	标准差	201.54		6.67		33.07		2.21					
10~30	刚刚烧荒	380.4	90.9	23.1	5.5	14.6	3.5	0.03	0.007	418.1	1.86	0.075	
	丢荒 1a	228.3	89.4	16.7	6.5	9.4	3.6	0.8	0.3	255.2	1.37	0.067	
	丢荒 5a	235.6	89.5	15.3	5.8	10.9	4.1	1.3	0.5	263.1	1.07	0.075	
	丢荒 15a	377.1	89.6	19.5	4.6	21.2	5.0	2.7	0.6	420.5	1.38	0.071	
	热带雨林	487.5	90.3	23.8	4.4	24.5	4.5	3.6	0.7	539.5	1.36	0.078	
	标准差	218.4	93.9	8.3	3.5	5.8	2.5	0.004	0.002	232.5	1.19	0.045	504.5
30~60	丢荒 1a	167.8	95.9	3.6	2.0	3.5	2.0	0.02	0.01	174.9	0.89	0.056	274.2
	丢荒 5a	57.4	89.8	2.7	4.2	3.7	5.8	0.12	0.2	63.9	1.00	0.045	258.0
	丢荒 15a	297.4	94.4	6.8	2.2	10.3	3.2	0.36	0.1	314.9	1.05	0.058	289.4
	热带雨林	375.4	94.6	8.5	2.1	12.2	3.1	0.53	0.1	396.6	1.74	0.069	268.6
	标准差												

放火烧荒改变了原来的生态系统状况,打破了原来的生态平衡。一方面,人为地促使有机质矿化,使 Ca、Mg、P、K 等灰分元素迅速转变为植物和微生物易吸收形态,植物的地上部分变成灰分落到土中,暂时使土壤变得肥沃,各类微生物迅速繁殖,表现为刚刚烧荒的土壤,各土层各类微生物

数量和土壤肥力都较高,这在表层(0~10cm)更为突出,除真菌外,表层各类微生物的数量均高于热带雨林,而 10~60 cm 则低于热带雨林,这种土壤种农作物确实会有一定肥力。但另一方面,土壤完全裸露,水土流失严重,灰分元素很快流失,仅能种 1a 就因土壤贫瘠而废弃,表现为从刚

刚烧荒到丢荒 1a,土壤微生物数量和肥力状况迅速下降。丢荒 1 a 的微生物总数及有机质含量分别减少到刚刚烧荒时的 57.8% 和 58.3%, 在各类微生物中,细菌数减少的量最大,从刚刚烧荒时的 1.0×10^7 个 $\cdot$ (g 干土) $^{-1}$ 减少到 5.4×10^6 个 $\cdot$ (g 干土) $^{-1}$ 。这是由细菌的生物学特性决定的。其一,细菌喜欢利用较简单的物质,在刚刚烧荒的土壤表层,简单的营养物质丰富,细菌比较快的生长繁殖速度和生物化学的多样性,使其在数量上占绝对优势;其二,细菌数量与土壤含水量之间存在着极显著的正相关关系^[4]。从刚刚烧荒到丢荒 1a,土壤表层细菌数量大幅度降低,说明烧荒使土壤表层肥力增加,但很快又随水土流失,地表迳流量加大而土壤入渗量减少,地表直接受到阳光的照射,使土壤肥力和含水量下降,计算表层土不同样地类型各大类微生物数量的标准差也得出,在土壤的退化和恢复过程中,细菌数量的变化最大(标

准差 201.54), 其次是放线菌(标准差 33.07)。

从刚刚烧荒到丢荒 1a,与细菌相比,真菌和放线菌减少的量较小,丢荒 1a 的真菌和放线菌数量分别是刚刚烧荒时的 85.2% 和 81.2%。真菌和放线菌生长慢,只有当更多容易可利用的化合物已被代谢转化以及竞争的压力减少时才出现,参与难分解物质的分解,而且真菌和放线菌都具有耐旱的特性^[5],所以丢荒 1a 的表层土壤,虽然水土流失严重,土壤干旱贫瘠,细菌数量仅是刚刚烧荒时的 53.7%,但真菌和放线菌减少的量较小。

从图 1 看出,丢荒后土壤的退化迅速。仅丢荒 1a,土壤微生物数量和肥力状况就降到较低水平。在所做的几个丢荒年限中,丢荒 5a 的土壤,微生物数量和肥力状况最低。与土壤的退化相比,恢复相对较慢,丢荒 15a 后,土壤已向着热带森林的方向发展。所以,对已形成的次生植被采取封山育林的措施,使其尽快恢复成林,是切实有效的,若反复烧垦,群落则逆行演替,森林植被很难恢复。热带森林经刀耕火种撂荒后,首先形成次生裸地,其特征是:森林植被已不复存在,土壤完全裸露,水土流失严重。地表直接受到阳光的照射,土壤较干燥,一般的植物难以生存,只有一些树桩萌芽及根系萌蘖等的植物。由于停止了刀耕火种,使一些能忍受干旱逆境,适应性较好,繁殖力强的植物有了一个生长较稳定的环境,因此种量大、质量轻、易传播的飞机草利用风力等传播媒介,将其种子传入裸地且迅速地生长繁殖起来,占领整个裸地,其后,山黄麻在飞机草群落中发展起来,形成草优群落,这就是丢荒 0~5a 的情况。可见,丢荒 1~5a 的土壤,在有机质含量和保水能力方面都还较弱,表现为微生物数量和土壤肥力较低。一定年限后,植被逐渐向

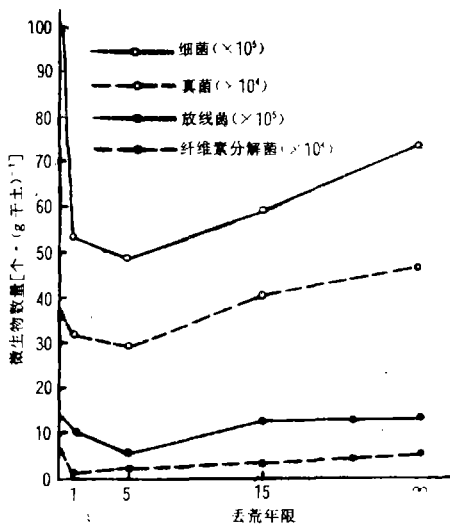


图 1 土壤退化和恢复过程中微生物的变化(表层)
Fig. 1 Microbial variations in degradation and recovery process of surface soils

顶极群落演替,土壤慢慢恢复。到丢荒 15a 后,各指标已很接近热带雨林的状况,微生物总数、有机质和全氮含量分别是热带雨林的 93.8%、72.9%及 84.6%。

烧荒并未改变各类微生物数量及土壤肥力随土壤深度增加而递减的规律,但刚刚烧荒的土壤,微生物数量的递减幅度显著加大,其它 4 种样地递减幅度差别不大,说明烧荒使植物的地上部分变成灰分落到土中,暂时使表层土变得肥沃,微生物大量繁殖。

在微生物总数中,细菌占的比率最大(80%以上),其次是放线菌,纤维素分解菌最小。烧荒也未改变这一规律。

火烧可能存在两种直接影响。一种是土壤肥力提高,有效性灰分元素增加和适宜的 pH(火烧可以使土壤的 pH 值向中性偏移)^[6]及提高土壤的温度(土温可升高 3~8℃),这些条件都有利于微生物的生存和繁殖,表现出来的是刚刚烧荒的土壤,微生物数量提高,在表层甚至高于热带雨林。另一方面,土壤裸露,水土流失严重,土壤保水能力下降,表现为微生物数量和土壤肥力迅速大幅度降低,丢荒一定年限后,才开始慢慢恢复。有限度的烧荒从眼前利益上看是有一定积极作用的,但其造成的不良后果将影响很长时间,我们得到的结果说明了这一点。

3 小 结

从微生物分析的结果可以看出:

3.1 刚刚烧荒的土壤,各土层各类群微生物数量和土壤肥力都较高,尤以表层(0~

10cm)更为突出,除真菌外,表层的各类微生物数量都高于热带雨林,而 10~60cm 深的土壤各类微生物数量都低于热带雨林。

3.2 从刚刚烧荒到丢荒 1a,土壤微生物数量和肥力状况显著降低,在各类微生物中,细菌数减少的量最大。

3.3 在所调查的几个丢荒年限中,丢荒 5a 的土壤,微生物数量和肥力状况最低。丢荒 15a 后,各指标已很接近热带雨林的状况。

3.4 火烧加大了各类微生物数量随土壤深度增加而递减的幅度。在西双版纳地区,由于光热条件丰富,雨量充沛,物质能量循环较快,经刀耕火种撂荒后形成的次生植被,如采取封山育林的措施,土壤和植被的恢复发展相对较快,将按着它的进展演替向原生植被类型的方向发展。但若反复烧垦,群落则逆行演替,转化为荒草坡,森林植被很难恢复。所以,对已形成的次生植被采取封山育林的措施,使其尽快恢复成林,是切实有效的。

参考文献

- [1] [日]土壤微生物研究会编(叶维青等译).土壤微生物实验法.科学出版社,1983.
- [2] 许光辉等.土壤微生物分析方法手册.农业出版社,1986.
- [3] 中国科学院南京土壤研究所编.土壤理化分析.上海科学技术出版社,1978.
- [4] 张 萍.西双版纳次生林土壤微生物生态分布及其生化特性的研究.生态学杂志,1995,14(1):21~26.
- [5] M. 亚历山大.土壤微生物学导论.科学出版社,1983.
- [6] 李凤珍等.大兴安岭森林火灾对土壤微生物的影响.生态学杂志,1988,7(增):60~62.

(收稿:1995年4月17日,改回:8月28日)