

# 皆伐对杉木林土壤养分的短期影响

薛立<sup>1</sup>, 薛晔<sup>2</sup>, 李燕<sup>1,3</sup>, 傅静丹<sup>1</sup>, 郑卫国<sup>1</sup>

(1. 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642; 2. 浙江工业大学,  
浙江 杭州 310023; 3. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091)

**摘要:** 对杉木林刚皆伐和皆伐半年后的土壤剖面的 pH 值、有机质、水解性氮、速效磷和速效钾含量进行了分析, 目的在于为杉木人工林的更新和维护地力的机制提供依据。与刚皆伐各土层的土壤相比, 皆伐半年后相应土层的土壤 pH 值均有所下降, 土壤有机质及除土层 0) 5 cm 外的速效磷和速效钾含量均有所增加, 而水解性氮含量在一些土层增加, 在其它土层中下降。

**关键词:** 杉木林; 皆伐; 土壤养分

文献标识码: A

文章编号: 1002288X(2009)0520073203

中图分类号: S714

## Short-term Effects of Clear Cutting on Soil Nutrients in a Chinese Fir Stand

XUE Li<sup>1</sup>, XUE Ye<sup>2</sup>, LI Yan<sup>1,3</sup>, FU Jingdan<sup>1</sup>, ZHENG Weigu<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China; 2. Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang 310023, China; 3. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** The paper dealt with soil nutrients of a Chinese fir stand after clear cutting in Yunyong Forest Farm based on the determination of soil pH value, soil organic matter, hydrolyzable nitrogen, available phosphorus, and available potassium in 0) 100 cm layer in October, 2004 and April, 2005. The study may provide a scientific basis for Chinese fir stand reforestation and site productivity maintenance. Compared with all the soil layers in 2004, the pH values of all the soil layers in 2005 decreased; the contents of soil organic matter and available potassium and the contents of soil available phosphorus except for 0) 5 cm increased; and the contents of hydrolyzable nitrogen increased in some soil layers and decreased in other soil layers.

**Keywords:** Chinese fir; clear cutting; soil nutrient

杉木(*Cunninghamia lanceolata* Lamb.) 分布于我国南方 17 个省区, 是我国主要的造林和用材树种之一。森林土壤是森林生态系统的重要组成部分, 土壤养分对林木生长有重要影响。长期以来, 有关杉木林土壤养分的研究受到广泛重视<sup>[123]</sup>。皆伐是南方常见的一种采伐作业方式, 通常是在当年秋季进行, 第 2 年春季造林。国内外关于林分皆伐对土壤肥力影响的报道为皆伐后一年或更长时间内土壤肥力的变化。这些研究结果表明, 皆伐后由于雨季引起的水土流失, 土壤肥力多呈下降趋势<sup>[427]</sup>。关于皆伐后至雨季来临前的林地土壤养分的变化鲜有报道。林分皆伐后到造林前的时期, 皆伐迹地地表裸露, 光照增强, 微生物活跃, 同时由于大量采伐剩余物的覆盖, 降水较少, 因而水土流失量小。因此, 对这一阶段的土壤肥力变化进行研究, 可以为皆伐后人工更新和维护地力提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验地位于广东省高明的云勇林场(112b40cE, 22b43cN), 属于亚热带气候。气候温和, 年平均气温、最高气温和最低气温分别为 22 e, 34.5 e 和 3.5 e, 偶有霜冻。雨量充沛, 年降雨量平均达 2 000 mm, 集中在 4) 8 月, 年平均相对湿度 80%。地势属丘陵地带, 土壤为花岗岩发育的酸性赤红壤, 土层深厚。

试验地的原有林分为连栽第 2 代的 10 年生杉木林, 林下植被以乌毛蕨(*Blechnum orientale* L.) 为主。皆伐后将林木的枝叶留置采伐迹地。皆伐半年后, 林下植物以芒草(*Miscanthus sinensis* Anderss.) 和蔓生莠竹[*Microstegium vagans* (Hack) A. Camus.] 为主。试验地设在 27b 坡地上, 坡向约为南偏西 7b。试验地采样前未进行炼山和整地。

## 1.2 研究方法

2004 年 10 月选择面积为 400 m<sup>2</sup> 的样地,在样地中部按 0) 5, 5) 10, 10) 15, 15) 20, 20) 25, 25) 30, 30) 35, 35) 40, 40) 45, 45) 50, 65) 70 和 90) 95 cm 12 个土层用 5 点混合取样, 3 个重复。2005 年 4 月采样的土壤剖面位于刚皆伐时采样的土壤剖面旁边。将土样带回实验室, 风干过筛保存, 并进行土壤化学性质分析。

土壤 pH 值用 pH 计测定; 用重铬酸钾(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)容量法测定土壤有机质的含量; 水解性氮用碱解扩散法测定; 用 0.03 mol/L 的氟化氢(NH<sub>4</sub>F) 0.025 mol/L 盐酸(HCl)浸提土壤样品, 浸出液用钼锑抗比色法测速效磷; 用 1 mol/L 的中性醋酸氨(NH<sub>4</sub>OAc)提取土壤样品后, 用火焰光度计测速效钾<sup>[29]</sup>。

## 1.3 数据统计方法

采用 Microsoft Excel 进行数据分析和作图, 用 SAS6.12 软件系统进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤 pH 值的变化

刚皆伐和皆伐半年后的土壤 pH 值随着土壤深度增加均呈现一定幅度的波动, 并且皆伐半年后的各土层的土壤 pH 多低于刚皆伐后相应土层(表 1)。杉木林刚皆伐和杉木林皆伐半年后, 各土层的土壤 pH 值多存在显著差异(P < 0.05)。由于伐后光照增强和水、热、气等条件的变化, 粗腐殖质加速分解, 产生大量酸性物质, 胶体上盐基离子容易被氢离子代换而被淋溶掉, 使得土壤 pH 值降低<sup>[10]</sup>。

表 1 不同土层的土壤 pH 值、有机质和水解性氮含量(平均值? 标准差)

土层/cm	pH 值		有机质/(g# kg <sup>-1</sup> )		水解性氮/(mg# kg <sup>-1</sup> )	
	2004 年	2005 年	2004 年	2005 年	2004 年	2005 年
0) 5	4.46? 0.01F	4.41? 0.00B	32.15? 0.70A	39.67? 1.59A	149.51? 1.38A	152.86? 4.14B
5) 10	4.48? 0.01E	4.32? 0.01E	29.11? 0.97B	36.19? 0.87B	141.16? 1.40B	143.63? 9.21B
10) 15	4.40? 0.01H	4.28? 0.01G	26.69? 1.17C	39.33? 1.63A	132.99? 2.18C	127.78? 7.98C
15) 20	4.47? 0.01F	4.34? 0.00D	20.16? 0.57D	33.28? 0.21C	106.35? 1.42E	161.37? 2.28A
20) 25	4.59? 0.01B	4.37? 0.01C	15.39? 0.82F	36.94? 0.17B	119.67? 2.87D	117.85? 6.73CD
25) 30	4.43? 0.01G	4.24? 0.00H	13.83? 0.24G	36.68? 0.75B	91.67? 5.39F	115.06? 2.07D
30) 35	4.37? 0.01J	4.27? 0.01G	17.79? 0.82E	29.34? 0.28D	71.23? 1.43H	148.15? 11.91B
35) 40	4.50? 0.01D	4.30? 0.01F	14.10? 0.60G	19.25? 0.73F	70.35? 0.80H	87.32? 2.06E
40) 45	4.40? 0.01HI	4.40? 0.01B	14.00? 0.41G	25.76? 0.34E	74.12? 3.73GH	88.04? 1.39E
45) 50	4.39? 0.00I	4.40? 0.01B	10.58? 0.32H	16.89? 0.24G	75.95? 2.17G	68.18? 2.84F
65) 70	4.65? 0.01A	4.51? 0.01A	9.00? 0.15I	14.61? 0.43H	71.01? 0.84H	67.83? 5.19F
90) 95	4.52? 0.01C	4.50? 0.01A	11.59? 0.35H	11.97? 0.39I	53.14? 0.84I	60.73? 1.36F

注: 采用邓肯氏新复极差检验法(DMRT 法)进行多重比较, 表中字母的意思与 DMRT 结果中字母所代表的意思相同, 不同字母表示差异显著, 相同字母表示差异不显著; 检验的显著性水平为 P = 0.05; n = 3(下同)。

### 2.2 土壤有机质含量的变化

刚皆伐后和皆伐半年后的土壤有机质含量随着土壤深度增加均呈下降趋势, 皆伐半年后的各土层的土壤有机质含量均高于刚皆伐的相应土层。杉木林刚皆伐和杉木林皆伐后半年, 各土层的土壤有机质含量多存在显著差异(P < 0.05)。采伐后光照增强, 温度升高, 微生物活动旺盛, 有利于凋落物层和遗留下来的大量采伐剩余物的分解及有机质的矿化作用<sup>[11]</sup>, 有利于死亡的残根的矿化<sup>[12]</sup>。同时有机质分解较快, 使得采伐之后的初期有机质含量表现为显著增加<sup>[13]</sup>。

### 2.3 土壤水解性氮含量的变化

刚皆伐和皆伐半年后的土壤水解性氮含量随着土壤深度增加均呈下降趋势, 土层 10) 15 cm, 20) 25 cm, 45) 50 cm 和 65) 70 cm 皆伐半年后的土壤

水解性氮含量均低于刚皆伐的相应土层, 其余土层则相反。杉木林刚皆伐和杉木林皆伐后半年各土层的土壤水解性氮含量多存在显著差异(P < 0.05)。皆伐后如无人工干扰, 土壤矿质氧化作用增强, 高温下微生物活动旺盛, 脲酶活性增强, 枯枝落叶和采伐剩余物分解加快, 加速土壤有机态氮的转化, 将土壤迟效态的氮转为速效态的氮, 使土壤表层的水解性氮含量增加<sup>[4]</sup>。

### 2.4 土壤速效磷含量的变化

刚皆伐后和皆伐半年后的土壤速效磷含量随着土壤深度增加均呈下降趋势, 除土层 0) 5 cm 以外, 皆伐半年后的各土层的土壤速效磷含量均高于刚皆伐的相应土层, 从土层 45) 50 cm 到 90) 95 cm 的 3 个土层皆伐半年后的土壤速效磷含量与刚皆伐后相比差异变小(表 2)。杉木林刚皆伐和杉木林皆伐半

年后, 各土层的土壤速效磷含量多存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。由于土壤温度增高, 有机质分解较快, 故可溶性养分元素, 如  $P_2O_5$  含量相对增加。另一方面,

调查地赤红壤本身所具有的富铝化、铁质化等特征, 红壤中活性铝和铁对磷有固定作用, 可以使表层速效磷含量减少<sup>[6]</sup>。

表 2 不同土层的土壤速效磷和速效钾含量(平均值±标准差)

土层/cm	速效磷/(mg# kg <sup>-1</sup> )		速效钾/(mg# kg <sup>-1</sup> )	
	2004 年	2005 年	2004 年	2005 年
0) 5	4.47? 0.07A	3.86? 0.47A	52.08? 2.06A	56.43? 1.19A
5) 10	2.83? 0.03B	3.71? 0.21A	40.15? 0.39B	49.27? 0.32B
10) 15	2.31? 0.22C	3.53? 0.10AB	35.25? 2.16C	50.67? 1.29B
15) 20	1.58? 0.10D	2.66? 0.08C	28.78? 1.75D	44.22? 0.51C
20) 25	1.06? 0.10E	3.24? 0.19B	29.05? 0.64D	40.63? 0.79D
25) 30	0.77? 0.07F	3.75? 0.31A	23.52? 0.67E	38.08? 0.92E
30) 35	0.70? 0.10F	2.54? 0.38C	20.61? 1.03F	40.88? 1.31D
35) 40	0.48? 0.03G	1.31? 0.08D	21.04? 0.74F	39.71? 1.49DE
40) 45	0.37? 0.00GH	1.62? 0.13D	21.09? 0.31F	40.58? 1.17D
45) 50	0.41? 0.00GH	0.60? 0.05E	18.65? 0.85F	38.17? 0.49E
65) 70	0.32? 0.00GH	0.61? 0.05E	24.46? 1.56E	34.15? 0.71F
90) 95	0.29? 0.05H	0.53? 0.03E	19.65? 1.96F	28.95? 1.20G

## 2.5 土壤速效钾含量的变化

刚皆伐后和皆伐半年后的土壤速效钾含量随着土壤深度增加均呈下降趋势, 皆伐半年后各土层的土壤速效钾含量均高于刚皆伐的相应土层。杉木林刚皆伐和杉木林皆伐后半年, 各土层的土壤速效钾含量多存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。试验林地母岩是花岗岩, 富含钾长石, 林地温度的升高有利于岩石和矿物质的风化, 增加了钾的数量<sup>[14]</sup>。另外, 土壤微生物数量的增加和酶活性提高, 促进了采伐剩余物的分解和养分释放, 导致土壤的速效钾含量增加<sup>[6]</sup>。

土壤的速效养分来源于土壤表层有机物的分解和母质的风化。土壤表层的凋落物和采伐剩余物分解过程中释放出较多的速效养分, 在土壤水的作用下向下层土壤迁移过程中, 不断被各层土壤吸附, 由上到下的吸附量逐渐减少。另外, 表层土壤温差大, 母质风化强度大, 释放的速效养分多。所以, 随着土壤深度增加, 速效养分含量呈下降趋势。

## 3 结论

刚皆伐和皆伐半年后的土壤 pH 值随着土壤深度增加均呈现一定幅度的波动, 皆伐半年后各土层的土壤 pH 值多低于刚皆伐后相应土层。

刚皆伐后和皆伐半年后的土壤有机质、水解性氮、速效磷和速效钾含量随着土壤深度增加均呈下降趋势, 皆伐半年后的各土层的土壤有机质、速效磷和速效钾含量均高于刚皆伐的相应土层, 而土壤水解性

氮含量的变化规律不明显。

皆伐改变了林地的光照、地表温度、土壤水分和降水分配方式等特征, 从而加快了林地凋落物及采伐剩余物分解速度, 释放出较多的速效养分。随着雨季的到来, 地表径流会造成可溶性养分的下降。所以在森林皆伐后的短期内, 应该及时地人工造林, 进行植被恢复, 将养分固定并减少和防止土壤养分流失。

### [参 考 文 献]

- [1] 陈绍柱, 陈淑容. 杉木木荷混交林涵养水源功能和土壤肥力[J]. 土壤学报, 2002, 39(4): 599-603.
- [2] 方乐金, 张运斌. 杉木幼林地土壤肥力变化研究[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 316-319.
- [3] 薛立, 吴敏, 徐燕, 等. 几个典型华南人工林土壤的养分状况和微生物特性研究[J]. 土壤学报, 2005, 42(6): 1017-1023.
- [4] 张鼎华, 范少辉. 亚热带常绿阔叶林和杉木林皆伐后林地土壤肥力的变化[J]. 应用与环境生物学报, 2002, 8(2): 115-119.
- [5] Lemenih M, Karlton E, Olsson M. Assessing soil chemical and physical property responses to deforestation and subsequent cultivation in smallholders farming system in Ethiopia[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2005, 105(1/2): 373-386.
- [6] 薛立, 向文静, 何跃君, 等. 不同林地清理方式对杉木林土壤肥力的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(8): 141-142.

的渗透系数是荒地的 1.04 和 1.19 倍, 说明桫木具有增加土壤入渗量, 减少地表径流量的效果, 但是四川桫木的效果不明显。

总之, 在湖北地区第四纪红土红壤地区推广种植四川桫木和台湾桫木除了有较好的经济效益外, 还具有一定的生态效益, 能够改变土壤的理化性质, 增强土壤的蓄水能力、渗透性、保持水土、涵养水源功能, 表现出较好的水土保持效益。同时从本研究可知, 四川桫木林枯落物累积量与枯落物持水能力要好于台湾桫木林, 但是台湾桫木林要比四川桫木林更能够改善土壤水分物理性质和土壤渗透性能。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 石培礼, 钟章成, 李旭光. 四川桫柏混交林生物量的研究[J]. 植物生态学报, 1996, 20(6): 524-533.
- [ 2 ] 杨志成. 优良阔叶树种: 桫木的分布、生长和利用[J]. 林业科学研究, 1991, 4(6): 643-648.
- [ 3 ] 周小玲, 田大伦, 许忠坤, 等. 中亚热带四川桫木与台湾桫木幼林的光合生态特性[J]. 中南林业科技大学学报: 自然科学版, 2007, 27(1): 412-419.
- [ 4 ] 王军辉, 顾万春, 夏良放, 等. 桫木种源(群体)/家系材性性状的遗传变异[J]. 林业科学研究, 2001, 14(4): 362-368.
- [ 5 ] 朱万泽, 王金锡, 薛建辉. 台湾桫木引种的光合生理特性研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(11): 2012-2019.
- [ 6 ] 刘贤词, 文仕知, 冯汉华, 等. 四川桫木人工林不同年龄段生物量的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2007, 27(2): 83-86.
- [ 7 ] 程金花, 张洪江, 史玉虎, 等. 三峡库区几种林下枯落物的水文作用[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(2): 8-13.
- [ 8 ] 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986: 30-45.
- [ 9 ] 文仕知, 何炳飞. 杉木人工林生态系统不同干扰条件下径流规律的研究[M]//刘焯章. 森林生态系统定位研究. 北京: 中国林业出版社, 1993: 221-227.
- [ 10 ] 田大伦. 杉木林生态系统定位研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 103-157.
- [ 11 ] 湖南省农业厅. 湖南土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1989: 90-92.
- [ 12 ] 吴长文, 王礼先. 林地土壤的人渗及其模拟分析[J]. 水土保持研究, 1995, 2(1): 71-75.
- [ 7 ] Hazlett P W, Gordon A M, Voroney R P, et al. Impact of harvesting and logging slash on nitrogen and carbon dynamics in soils from upland spruce forests in northeastern Ontario[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2007, 39(1): 432-57.
- [ 8 ] 刘炎. 中国林业标准汇编(综合卷)[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998.
- [ 9 ] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [ 10 ] 刘菊秀, 余清发, 褚国伟, 等. 鼎湖山主要森林类型土壤 pH 动态变化[J]. 土壤与环境, 2001, 10(1): 39-41.
- [ 11 ] Fleming R L, Black T A, Adams R S, et al. Silvicultural treatments, microclimatic conditions and seedling response in Southern Interior clearcuts[J]. Canadian Journal of Soil Science, 1998, 78: 115-126.
- [ 12 ] Sirpa P, Leena F, Hannu M, et al. Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clearcut area[J]. Forest Ecology and Management, 2007, 243: 10-18.
- [ 13 ] 周莉, 代力民, 谷会岩, 等. 长白山阔叶红松林采伐迹地土壤养分含量动态研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1771-1775.
- [ 14 ] 郝广明, 许忠学, 杨帆, 等. 采伐林地土壤养分研究[J]. 北华大学学报: 自然科学版, 2002, 3(5): 441-444.

(上接第 75 页)