

29 年生杉木林采伐剩余物长期分解速率

陈清山¹, 何宗明¹, 范少辉², 林思祖¹, 杨旭静³

(1. 福建农林大学林学院, 福建福州 350002; 2. 国际竹藤网络中心, 北京 100102;

3. 南平市峡阳国有林场, 福建南平 353005)

摘要: 对福建省南平市峡阳国有林场 29 年生的 1 代杉木人工林的采伐剩余物长期分解速率进行研究。结果表明: 采伐后 16 个月总剩余物的分解率为 50.03%, 而枝的分解率仅为 28.79%; 采伐后 32、36、44、56、72、84 个月时总残留率分别是 33.89%、30.08%、23.72%、13.65%、10.35% 和 8.74%, 而枝的残留率分别是 50.41%、44.74%、35.28%、20.30%、15.40% 和 12.99%。随着时间的推移, 总采伐剩余物的分解速率与枝的分解速率有渐趋减小的趋势。

关键词: 杉木; 人工林; 采伐剩余物; 分解速率

中图分类号: S718.55*4.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-389X(2006)03-0202-04

Long-term decomposition rate of logging slash of a 29-year-old Chinese fir plantation

CHEN Qing-shan¹, HE Zong-ming¹, FAN Shao-hui², LIN Si-zu¹, YANG Xu-jing³

(1. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China; 3. Xiayang State Forest Farm of Nanping City, Nanping 353005, China)

Abstract: In the first rotation stands of 29-year-old Chinese fir plantation in Xiayang State Forest Farm, Nanping, Fujian, the study on the decomposition rate of logging slash over a long period of time was made. The results showed that 16 months after felling, total decomposition rate was 50.03% and branch decomposition rate was only 28.79%. Thirty-two, 36, 44, 56, 72 and 84 months after felling, total decomposition rate was 33.89%, 30.08%, 23.72%, 13.65%, 10.35% and 8.74%, respectively, and branch decomposition rate was 50.41%, 44.74%, 35.28%, 20.30%, 15.40% and 12.99%, respectively. Along with the time, total decomposition rate and branch decomposition rate decreased gradually.

Key words: Chinese fir; plantation; logging slash; decomposition rate

杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.] 是中国南方最重要的速生优良用材树种, 在南方林业生产中占有举足轻重的地位。随着杉木造林面积的扩大、杉木连栽面积和连栽代数相应增加, 出现了较为明显的杉木人工林地力衰退和连栽生产力下降现象^[1-2]。目前, 地力衰退问题已成了世界林业热点问题。本课题组于 1996 年 10 月起, 在福建省南平市峡阳国有林场 29 年生的 1 代杉木人工林采伐迹地上, 开展不同收获方式和采伐剩余物处理方式对 2 代杉木人工林生产力影响的长期定位研究。采伐剩余物在人工林生态系统营养循环中起重要作用, 其分解速率大小对土地生产力具有重要影响。本课题组成员陈建宇曾对该试验地采伐剩余物的前 32 个月的分解率进行过报道^[3], 本文则是其后续研究。

1 试验地概况

试验地位于福建省南平市峡阳国有林场, 详见文献^[4]。

采伐前的试验林分为 29 年生的第 1 代杉木纯林, 其立地概况和林分生长概况见表 1。试验林分于 1996 年 12 月底至 1997 年 1 月上旬采伐。1997 年 2 月上旬营造杉木林, 造林密度为 2 500 株·hm⁻², 造林后头 3 a 每年进行 2 次、后 4 a 每年进行 1 次除草抚育。1997 年 5 月施 N、P、K 复合肥, 每株施 100 g。

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(B0310015); CAF/IDRC/CIFOR 国际合作项目 REDFOL 专题“中国杉木人工林多代经营立地管理与生产力研究”; 国家自然科学基金重点资助项目(39630240)。

第 1 作者简介: 陈清山(1970-), 男, 福建莆田人, 讲师, 从事水土保持和森林培育研究。

收稿日期: 2006-03-20; 修回日期: 2006-05-09。

表1 采伐前试验地立地基本情况

Table 1 General condition of the trial site before felling

区组	小区	$h_{\text{海拔}}$ /m	坡向	A层厚度 /cm	\bar{H} /m	\bar{D} /cm	V /($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	$H_{\text{优势}}$ /m	地位 指数	ρ /($\text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$)	郁闭度
I	2	285	西	14.8	20.3	25.1	610.677 45	24.2	20.87	1 233	0.64
II	1	235	西	20.4	19.5	23.5	575.752 60	23.2	19.98	1 333	0.66
III	5	255	北	12.6	18.7	21.9	527.117 72	22.3	19.18	1 500	0.69
IV	1	230	东	22.4	20.7	25.6	504.212 27	24.6	21.22	1 000	0.60

2 研究方法

2.1 采伐前标准地设置

采用完全随机区组设计布置固定标准地. 设置4个区组, 每个区组5个小区, 小区面积为600 m² (20 m × 30 m), 标准地的4个角均打水泥桩, 并作标记. 采伐后分别安排5种不同处理, 其中, 采伐剩余物分解试验安排在BL2(林木砍伐后, 砍掉树冠与枝, 只取走商业上可用的干材和皮, 所有其它有机物质放在原处.)处理的I-2、II-1、III-5、IV-1小区中.

2.2 采伐剩余物生物量与组成测定

采伐后对试验小区的采伐剩余物单位面积生物量进行测定, 包括枝和叶的单位面积生物量(表2)、不同直径枝的生物量分配(表3). 采伐后, 为了防止附近群众在试验地内捡拾枝条作薪材, 将试验小区中的采伐剩余物全部用柴刀剁成小段(长度约20 cm)均匀分布在林地中.

2.3 采伐剩余物分解速率测定

采伐后2个月(1997年3月8日)分别在每个区组的BL2处理中进行网袋法分解试验. 网袋由石棉窗纱制成, 规格为25 cm × 25 cm, 孔径近2 mm. 在试验地上收集足够数量的采伐剩余物, 按直径大小进行分类, 每个网袋按比例(表2、3)装入250 g采伐剩余物. 在每个小区上、中、下坡分别放置7、8、7个样品袋于林地上让其自然分解, 同时取样测定含水率和干重. 分别于伐后4、6、11、16、23、32个月到试验地上取回放置的样品袋, 每个小区上、中、下坡各取1袋, 拿回室内小心去除附着在采伐剩余物上的土壤, 枝、叶分别烘干称重之后得分解后的采伐剩余物残留干重. 一些样品附着的土壤难以去除的, 则取样品的一部分用高温电炉灼烧, 测定灰分含量, 然后在采伐剩余物残留干重中扣除灰分的重量.

为了弥补采伐后0-2个月的分解率数据, 选取1株杉木平均木并伐倒, 取其新鲜枝叶500 g装入网袋, 各放置1袋在各小区的上、中、下坡林地上, 同时取6个样品拿回室内测含水率. 2个月后从林地上取回样品袋, 测定其中的采伐剩余物分解后的残余干重.

在第1期试验结束时(32个月后的1999年9月10日), 利用从试验地收集的正在分解的采伐剩余物(枝), 进行第2期网袋法分解试验, 除了网袋改用尼龙材料外, 试验方法与第1期基本相同, 取样时间分别于采伐后36、44、56、72、84个月, 每次取4袋样品(每个区组各取1袋).

采伐剩余物残留率/% = 残留干重/初始干重 × 100; 分解率/% = 100 - 残留率/%.

表2 试验前各区组BL2处理采伐剩余物(未包括梢头)生物量

Table 2 Biomass of logging slash (tree tip not included) in treatment BL2 before trial

区组	小区	不同组分采伐剩余物生物量/($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)		
		叶	枝	总剩余物
I	2	9.51	20.25	29.76
II	1	9.29	17.57	26.86
III	5	8.88	14.86	23.74
IV	1	7.89	20.86	28.75
平均		8.89	18.38	27.27

表3 试验前采伐剩余物中不同直径枝的生物量分配

Table 3 Diameter distribution of branch biomass in logging slash before trial

D/cm	占枝的比例 /%	占采伐剩余物 的比例/%	网袋中的鲜重 /g
<1	14.6	9.8	24.50
1-2	42.6	28.7	71.75
2-3	37.4	25.2	63.00
≥3	5.4	3.7	9.25

3 研究结果

3.1 采伐后的分解速率

从采伐剩余物总成分的分解率来看(表4, 尼龙袋试验法), 至16个月时, 总残留率为49.97%, 32个月时总残留率为33.89%, 36个月时总残留率为30.08%, 44个月时总残留率为23.72%, 56个月时总残留率为13.65%, 72个月时总残留率为10.35%, 84个月时总残留率为8.74%; 枝的分解速率较慢, 至32个月时残留率为50.41%, 36个月时残留率为44.74%, 44个月时残留率为35.28%, 56个月时残留率为20.30%, 72个月时残留率为15.40%, 84个月时残留率为12.99%。

表4 采伐后不同月数采伐剩余物在林地上分解后的残留率
Table 4 Remaining rate of slash under different month decomposition after felling

剩余物成分	采伐后不同月数残留率/%							
	0	16	32	36	44	56	72	84
总的	100	49.97	33.89	30.08	23.72	13.65	10.35	8.74
枝	100	71.21	50.41	44.74	20.30	35.28	15.40	12.99

从枝的分解速率变化来看, 前32个月分解了49.59%, 从32至84个月的后52个月分解了37.42%, 分解速率变慢, 在后52个月中枝的分解速率有变慢的趋势. 从总采伐剩余物的分解速率变化来看, 前32个月分解了66.11%, 后52个月分解了25.15%, 分解速率变慢趋势更为明显. 这是因为采伐后初期(0-16个月), 采伐剩余物分解速率较快, 主要是由于叶的分解速度比枝快得多, 分解率与分解时间基本上呈线性关系, 至16个月时, 采伐剩余物中的叶大部分分解完毕, 而枝分解速度较慢, 特别是径级较大的枝, 16个月后开始, 分解速度剧减^[3].

从试验观测来看, 采伐剩余物分解者除了微生物外, 还有昆虫(白蚁). 在采伐后的前几个月, 常发现分解样品的枝中有白蚁蛀的坑道. 在16个月后, 白蚁分解采伐剩余物的活动基本停止.

3.2 采伐后的分解速率模拟

叶的残留率回归方程式见文献[3].

分别用总的采伐剩余物和枝建立4个残留率回归方程式(表5), 并用于模拟采伐剩余物分解率随时间变化情况(图1、2). 模拟结果为: 总的半分解时间, 方程1为19.1个月, 方程2为18.4个月, 两者比较接近; 总的95%分解率所需时间, 方程1为82.4个月, 方程2为86.7个月, 但方程2表现较差, 分解月数超过92个月时残留率为负值; 枝的半分解时间, 方程1为30.4个月, 方程2为30.8个月, 两者比较接近; 枝的95%分解率所需时间, 方程1模拟的结果为131.3个月, 但方程2没有结果.

表5 采伐后剩余物不同组分残留率与伐后月数回归方程

Table 5 Models of remaining rate of different slash components varying with month after felling

回归方程式	R^2	样本数	不同分解率理论月数		
			50%	95%	100%
总的1: $P = 100e^{-0.036327039t}$	0.96466	104	19.1	82.4	无
总的2: $P = -0.000298384t^3 + 0.0551237t^2 - 3.6318836t + 100$	0.96701	104	18.4	86.7	92.0
枝1: $P = 100e^{-0.022819393t}$	0.95548	104	30.4	131.3	无
枝2: $P = 0.0107896t^2 - 1.9549578t + 100$	0.96165	104	30.8	无	无

注: P 为采伐剩余物残留率(%), t 为采伐后月数.

4 小结与讨论

采伐剩余物分解速率在采伐后初期(0-16个月)较快, 16个月后开始, 分解速度剧减, 主要原因是容易分解的叶大部分分解完毕, 留下难分解的枝, 另一方面, 初期比较明显的白蚁分解作用在后期基本停止.

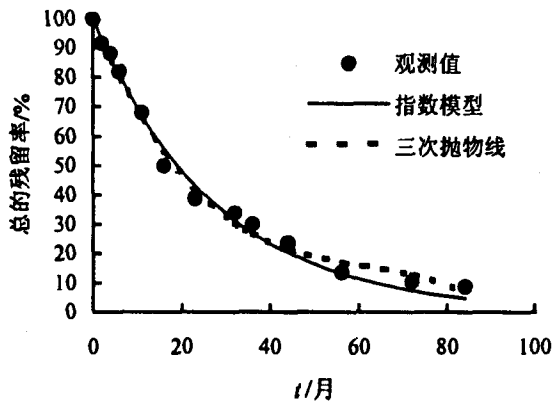


图1 总的采伐剩余物残留率

Figure 1 Total remaining rate of logging slash

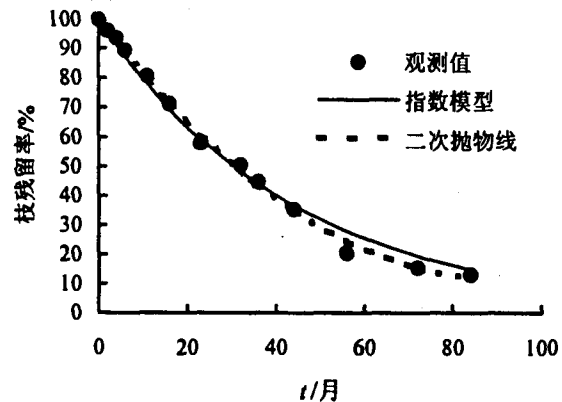


图2 枝的采伐剩余物残留率

Figure 2 Branch remaining rate of logging slash

总采伐剩余物的分解速率较快,至16个月时,总残留率平均值仅为49.94%,32、36、44、56、72、84个月时总残留率分别是33.89%、30.08%、23.72%、13.65%、10.35%和8.74%;枝的分解速率较慢,采伐后16个月时残留率为71.21%,32、36、44、56、72、84个月时残留率分别为50.41%、44.74%、35.28%、20.30%、15.40%、12.99%。

研究得出的杉木采伐剩余物分解速率,与其他研究者在对杉木凋落物的分解速率研究所得出的结论相比^[5-11],枝的分解速率较为接近,而总的分解速率较大。原因有:本实验区立地条件好,采伐剩余物(尤其是叶中)含有较多的N素等有利于微生物分解和昆虫取食的营养元素;采伐剩余物与凋落物营养元素组成有较大差异,采伐剩余物的枝叶大多数为正在生长的组织,含有较多的有利于微生物分解和昆虫取食的营养元素,而凋落物在凋落前已将大量营养元素转移到其他组织中,Ca等相对难以移动的元素相对富集,造成分解困难。随着时间的推移,采伐剩余物的分解速率(后期主要是枝)有逐渐减小的趋势,残留物是大径级的枝,分解十分缓慢。

参考文献:

- [1] 俞新妥,张其水.杉木连栽林地土壤生化特性及土壤肥力的研究[J].福建林学院学报,1989,9(3):263-271.
- [2] 杨玉盛,张任好,何宗明,等.不同杉代数29年生林分生产力变化[J].福建林学院学报,1998,18(3):202-206.
- [3] 陈建宇.一代杉木林采伐后(29年生)剩余物分解率的研究[J].福建林学院学报,2000,20(3):219-222.
- [4] 范少辉,何宗明,卢镜铭,等.立地管理措施对2代5年生杉木林生长影响[J].林业科学研究,2006,19(1):27-31.
- [5] 马祥庆,刘爱琴,何智英,等.杉木幼林生态系统凋落物及其分解作用的研究[J].植物生态学报,1997,21(6):564-570.
- [6] 俞新妥.杉木人工林地力和养分循环研究进展[J].福建林学院学报,1992,12(3):264-276.
- [7] 聂道平.不同立地条件杉木人工林生产力和养分循环[J].林业科学研究,1993,6(6):643-649.
- [8] 田大伦.杉木人工林生态系统凋落物的研究[J].中南林学院学报,1989,9(增):38-44.
- [9] 梁宏温.田林老山杉木人工林凋落物及其分解作用的研究[J].林业科学,1993,29(4):355-359.
- [10] 应金花,何宗明,范少辉,等.一代杉木人工林(29年生)林分生物量结构[J].福建林学院学报,2001,21(4):339-342.
- [11] 林成芳,李震,牛志鹏,等.福建柏人工林凋落物的养分动态特征[J].福建农林大学:自然科学版,2005,34(1):63-66.

(责任编辑:卢凤美)