

文章编号: 1001-1498(2003)03-0323-05

# 会同第二代杉木人工林林下 植被生物量分布及动态

闫文德, 田大伦, 焦秀梅

(中南林学院生态研究室, 湖南 株洲 412006)

**摘要:** 对会同第 2 代杉木人工林速生阶段林下地被物生物量进行了 2 a 的定位研究, 探讨了杉木林林下灌木层、草本层的生物量动态变化。结合幼林期林下地被物生物量的特征, 分析了第 2 代杉木林林下活地被物生物量的动态变化特征。结果表明: 13 年生林分中灌木层生物量为  $521.89 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 草本层为  $1429.71 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 14 年生林分中灌木层生物量为  $372.69 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 草本层为  $897.10 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 2 a 中, 灌木层各组分生物量大小顺序都为根 > 茎 > 叶; 草本层生物量的大小顺序为地下部分 > 地上部分。在杉木 14 a 的生长过程中, 林分 5 年生时, 活地被物生物量最大, 为  $3089.62 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 14 年生时最小, 为  $1269.79 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

**关键词:** 第二代杉木林; 林下植被; 生物量

**中图分类号:** S791.27      **文献标识码:** A

森林地被物在促进生态系统养分循环和维护林地地力中起着积极作用, 尤其是林下灌木层和草本层, 它们都是森林生态系统有机物质的生产者, 在维护生态系统正常的结构和功能方面是不可忽视的。国外有关林下植物的研究可以追溯到上个世纪末, 主要是研究林下植物对立地的指示作用<sup>[1]</sup>。而我国对这方面的研究起步较慢, 研究内容相对较少。目前, 对杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 人工林林下植物的研究多集中在间伐后物种多样性的变化<sup>[2,3]</sup>, 间伐后灌草层养分含量<sup>[4]</sup>, 林下植被与地力衰退<sup>[5,6]</sup>, 林下植被与微生物、酶活性及养分的变化<sup>[7,8]</sup>, 立地条件对林下植被生物量的影响<sup>[9,10]</sup>, 不同代数林下植被生物量的变化<sup>[11~14]</sup>等方面。本文在分析 13 年生和 14 年生杉木人工林林下植被生物量分布的基础上, 结合国家重点野外科学观测试验站——会同生态站多年的观测数据, 阐明第 2 代杉木人工林林下植被生物量的动态变化规律, 为长期维持杉木人工林生物生产力和制定合理的森林经营措施提供理论依据。

## 1 试验地区概况

试验地区设在国家重点野外科学观测试验站——会同生态站, 属于南岭山地杉木中带东

收稿日期: 2002-12-05

基金项目: 国家重点野外台站资助项目([2000]076号)、国家林业局科研项目(2001-07、2001-29)和湖南省科委重大项目(99JZY1004)资助和中南林学院青年基金项目

作者简介: 闫文德(1967—), 男, 甘肃省武威人, 讲师, 博士生。主要人事森林生态系统定位研究和生态学的教学工作。

区,该区杉木于3月下旬抽新梢,到11月下旬封顶。试验地地处26°50'N,109°45'E,海拔高度300~500 m。年平均气温16.8℃,年相对湿度80%以上,属典型的亚热带湿润气候区。试验区地层古老,系震旦纪板溪系灰绿色板岩,此类变质岩发育的土壤非常适合杉木的生长。土壤为温暖湿润条件下形成的红黄壤,土层深厚,质地细,介于中壤与中粘之间。表土褐色到淡黄色,心土为橙黄色。A1层腐殖质含量2%~4%,C/N值12~14,pH值4.8~5.7,心土略低。属低山丘陵地貌,地带性植被为常绿阔叶林,以壳斗科(Fagaceae)的常绿种类如栲属(*Castanopsis*)、青冈属(*Cyclobalanopsis*)、石栎属(*Lithocarpus*)为建群种,其次为樟科(Lauraceae)的樟属(*Cinnamomum*)、楠属(*Phoebe*);山茶科(Theaceae)的木荷属(*Schima*)、山茶属(*Camellia*)以及木兰科(Magnoliaceae)、金缕梅科(Hamamelidaceae)、杜英科(Elaeocarpaceae)的一些树种组成的混交林。

试验区第1代杉木人工林是1966年砍伐天然次生林后陆续营造的纯林。1982年和1987年先后采用小集水区径流场试验技术建立了8个面积分别为2 hm<sup>2</sup>左右的集水区。本文所涉3号集水区面积为1.9484 hm<sup>2</sup>,主流长度230 m,宽度85 m,海拔280~335 m,平均坡度25°,形状系数0.37,细长率0.68。在1987年冬对该区实行皆伐后,1988年春季营造了第2代杉木人工林,初植密度为2490株/hm<sup>2</sup>。各试验样地的综合特征见表1。

表1 试验样地综合特征

样地 编号	地形 地势	林分密度/ (株/hm <sup>2</sup> )	平均胸径/		各生长级林木的株数百分比/%				
			cm	m					
1	山坡	1594	11.59	9.72	12.03	23.31	36.09	18.05	10.52
2	山洼	2524	11.84	10.10	13.90	21.21	27.88	27.88	9.09
3	山洼	2284	12.43	9.99	13.25	21.19	49.67	9.27	6.62
4	山麓	1834	11.80	10.01	15.25	25.42	40.68	7.63	11.02
5	山坡	2164	10.71	9.55	12.00	16.00	40.00	21.33	10.67

## 2 研究方法

### 2.1 林下植被生物量外业测量

每年10月份在3号集水区建立的5块固定样地附近,各按梅花形排列方式设置5个面积为1 m×1 m的小样方,共计25个,并在取样区域做记号,以免同一年在同一位置重复取样,记载每个样方内的植物种类,将灌木分为叶、茎、根,草本分为地上部分和地下部分,采用全挖法实测鲜质量,取同类的相同器官混合样本。

### 2.2 样品干质量的换算

将样品置于烘箱内在80℃温度下烘干至恒质量,求出各样品含水率,依此可将外业所测鲜质量换算为干质量。

## 3 结果分析

### 3.1 13、14年生杉木人工林灌木层物种组成及生物量

从表2可以看出,第2代13、14年生杉木人工林地被物灌木层总生物量为521.89 kg/hm<sup>2</sup>和372.69 kg/hm<sup>2</sup>,各组分生物量中,根的生物量最大,分别占44.7%和43.65%;13年生杉木生态系统林下灌木茎的生物量所占比重略小,为32.39%;叶生物量所占比重则明显小于

根、茎的生物量,仅为 22.91%。14 年生杉木林生态系统林下灌木的叶生物最小,仅占 24.21%。灌木层生物量在种间的分布都以杜荃山为最大,占灌木层总生物量的 50%以上,各物种按其生物量占灌木层总生物量比重大小排序为:13 年生:杜荃山 > 大青 > 梵天花 > 路边菊 > 广东蛇葡萄 > 蛇莓。14 年生:杜荃山 > 梵天花 > 路边菊 > 广东蛇葡萄 > 大青。

表 2 第 2 代杉木人工林 13、14 年生林分中灌木物种的组成及各组分生物量

种类及拉丁名	13 年生样地生物量/(kg hm <sup>-2</sup> )					14 年生样地生物量/(kg hm <sup>-2</sup> )				
	叶	茎	根	合计	比率/%	叶	茎	根	合计	比率/%
杜荃山( <i>Maesa japonica</i> (Thunb.) Noritze ex Zoll.)	79.12	79.92	108.90	267.94	51.34	68.09	68.77	93.72	230.58	61.87
大青( <i>Clerodendron cyrtophyllum</i> Turcz)	18.18	37.04	44.33	99.55	19.08	2.91	5.93	7.09	15.93	4.27
广东蛇葡萄( <i>Ampelopsis cantoniensis</i> (Hook. et Arn.) Planch.)	6.14	14.53	11.22	31.89	6.11	5.53	13.08	10.10	28.71	7.70
梵天花( <i>Urena procumbens</i> L.)	14.60	24.16	23.30	62.06	11.89	12.41	20.54	19.81	52.76	14.16
路边菊( <i>Dendranthema indicum</i> (L.) Des Moul)	1.47	13.22	36.89	51.58	9.88	1.28	11.46	31.97	44.71	12.00
蛇莓( <i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke)	0.04	0.17	8.66	8.87	1.70					
(合计)	119.55	169.04	233.30	521.89	100	90.22	119.78	162.69	372.69	100
(比率/%)	22.91	32.39	44.70	100		24.21	32.14	43.65	100	

### 3.2 13、14 年生杉木人工林林分中草本层的物种组成及生物量

从表 3 看出,13、14 年生第 2 代杉木人工林草本层总生物量为 1 429.71 kg hm<sup>-2</sup>和 897.10 kg hm<sup>-2</sup>,地上部分与地下部分所占比重相差较大,前者约为 30%,后者约为 70%;各组成物种中,五节芒的生物量最大,分别占 31.17%和 42.57%,按其生物量所占草本层总生物量的顺序为 13 年生:五节芒 > 铁芒萁 > 乌蕨 > 竹叶草 > 荩草 > 阔叶苔草 > 萃云草、金毛耳草 > 珍珠菜 > 鱼腥草、仙鹤草 > 狗脊蕨 > 过路黄。14 年生:五节芒 > 乌蕨 > 竹叶草 > 萃云草 > 荩草 > 金毛耳草 > 阔叶苔草 > 仙鹤草 > 鱼腥草 > 过路黄。

表 3 第 2 代杉木人工林 13、14 年生林分中林下植被草本层物种及生物量组成

物种及拉丁名	13 年生样地生物量/(kg hm <sup>-2</sup> )				14 年生样地生物量/(kg hm <sup>-2</sup> )			
	地上	地下	合计	比率/%	地上	地下	合计	比率/%
萃云草( <i>Selaginella uncinata</i> (Desv.) Spring)	16.78	37.53	54.31	3.80	16.78	37.53	54.31	6.05
竹叶草( <i>Oplismenus compositus</i> (L.) Beauv.)	47.55	106.33	153.88	10.76	30.76	68.80	99.56	11.10
阔叶苔草( <i>Carex siderosticta</i> Hance)	41.43	14.79	56.22	3.93	33.14	11.84	44.98	5.01
狗脊蕨( <i>Woodwardia japonica</i> (L.f.) Sm.)	8.39	18.77	27.16	1.90				
荩草( <i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino)	19.58	43.78	63.36	4.43	16.22	36.28	52.50	5.85
五节芒( <i>Miscanthus floridulus</i> . (Labill.) Warb.)	68.99	376.59	445.58	31.17	59.13	322.79	381.91	42.57
乌蕨( <i>Stenoloma chusanum</i> (L.) Ching)	74.15	105.79	180.44	12.62	59.72	84.63	144.35	16.09
铁芒萁( <i>Dicranopteris dichotoma</i> (Thunb.) Bernh.)	98.07	160.61	258.68	18.10				
过路黄( <i>Lysimachia christinae</i> Hance)	5.59	12.51	18.10	1.27	5.59	12.51	18.10	2.02
金毛耳草( <i>Hedyotis chrysotricha</i> (Palib.) Merr.)	16.78	37.53	54.31	3.80	13.98	31.27	45.26	5.05
鱼腥草( <i>Houttuynia cordata</i> Thunb.)	11.19	25.02	36.21	2.53	8.39	18.77	27.16	3.03
珍珠菜( <i>Lysimachia clethroides</i> Duby)	13.98	31.27	45.25	3.16				
仙鹤草( <i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb)	11.19	25.02	36.21	2.53	8.95	20.02	28.97	3.23
(合计)	434.17	995.54	1 429.71	100	252.66	644.44	897.10	100
(比率/%)	30.37	69.63	100		28.16	71.84	100	

从表 2、3 可以看出,同 13 年生杉木人工林生态系统相比,14 a 生杉木人工林林下植被生物量有所减少,主要是由于随林冠的进一步郁闭,限制了林下植被的光照条件和营养空间。至于物种数量的变化主要是由于物种的适应性和物候变化所致,与林木的生长没有直接关系。

### 3.3 第 2 代杉木人工林林下地被物生物量动态

从表 4 可以看出,在杉木 14 a 的生长过程中,郁闭前的幼林阶段,林下地被物生物量较大,第 5 年时达到最大值,为 3 089.62 kg·hm<sup>-2</sup>,从第 5 年到第 7 年是杉木由林冠相接到林冠郁闭的关键时期,林间杂草和灌木几乎丧失了其生存条件,群体的发展已由种间的相互关系转化为种内的相互关系,正在形成单优种的群体结构,环境因子由量变转化为质变,林下植被的数量和质量变化都很剧烈。林下地被物直线下降,第 7 年出现低谷,为 1 499.00 kg·hm<sup>-2</sup>。从第 7 年开始,杉木进入速生阶段,林下地被物生物量处于波动状态,第 14 年达到最低值,为 1 269.79 kg·hm<sup>-2</sup>。由此看来,林下地被物受林分郁闭度和林龄影响较大。

表 4 第 2 代杉木林林下植被生物量动态

kg·hm<sup>-2</sup>

层次	组分	3 a	5 a	7 a	10 a	11 a	13 a	14 a
灌木层	叶	396.45	97.80	22.39	80.36	117.73	119.55	90.22
	茎	803.39	309.67	45.29	255.96	204.80	169.04	119.78
	根	1 020.87	530.41	63.32	260.55	378.53	233.30	162.69
	(合计)	2 220.71	937.88	131.00	596.87	701.06	521.89	372.69
草本层	地上部分	325.29	990.85	663.91	530.65	217.28	434.17	252.66
	地下部分	347.20	1 160.90	704.09	586.75	421.56	995.54	644.44
	(合计)	672.50	2 151.75	1 368.00	1 117.40	638.86	1 429.71	879.10
	(总计)	2 893.20	3 089.62	1 499.00	1 714.27	1 339.92	1 951.60	1 269.79

从表 4 还可看出,3 年生杉木林林下地被物生物量以灌木为主,草本层生物量较低,从第 5 年开始,草本层生物量占绝对优势,表明杉木幼小时,灌木入侵的速度比草本植物快。

## 4 结论与讨论

(1) 与第 2 代 13 年生林分相比,14 年生杉木人工林灌木层和草本层物种均有所减少,体现了试验区植物的自然演化趋势;13 年生林分中灌木层生物量为 521.89 kg·hm<sup>-2</sup>,草本层为 1 429.71 kg·hm<sup>-2</sup>,14 年生林分中灌木层生物量为 372.69 kg·hm<sup>-2</sup>,草本层为 897.10 kg·hm<sup>-2</sup>,与 13 年生相比 14 年生杉木人工林灌木层和草本层生物量均降低,说明随着林龄的增长,活地被物对各生境因子的竞争能力下降。

(2) 第 2 代杉木人工林林下植被生物量在林分郁闭前基本处于逐年上升趋势。到达第 5 年生时,生物量达到最大;之后,随林龄的增大,郁闭度增大,灌木层和草本层生物量均处于下降趋势。

(3) 由于林分物种组成的单一性,杉木人工纯林充分利用林地肥力的有效性并不高,导致第 2 代杉木人工纯林乔木层的生物量下降。针对这一实际情况,一方面可考虑改善林地自然条件及乔木层本身的结构,向互惠互利方向引导林木间的竞争关系,为林木创造良好的生长环境;另一方面可考虑在林地内套种草本经济作物,尤其是根用经济作物或绿肥作物,以提高林分的阶段性经济效益,也可改善林地肥力状况。

**参考文献:**

- [1] 方奇. 加强土壤和地被物管理对杉木生态系统生物量能量利用与养分循环的影响[J]. 林业科学, 1990, 26(3): 201 ~ 208
- [2] 方海波, 田大伦, 康文星. 杉木人工林间伐后林下植被生物量的研究[J]. 中南林学院学报, 1998, 18(1): 5 ~ 9
- [3] 熊有强, 盛炜彤, 曾满生. 不同间伐强度杉木林下植被发育及生物量研究[J]. 林业科学研究, 1995, 8(4): 408 ~ 412
- [4] 方海波, 田大伦, 康文星. 杉木人工林间伐后林下植被养分动态的研究[J]. 中南林学院学报, 1998, 18(2): 1 ~ 5
- [5] 盛炜彤, 杨承栋. 关于杉木林下植被对改良土壤性质效用的研究[J]. 生态学报, 1997, 17(4): 377 ~ 385
- [6] 杨承栋, 焦如珍, 屠星南, 等. 发育林下植被是恢复杉木人工林地力的重要途径[J]. 林业科学, 1995, 31(3): 275 ~ 283
- [7] 杨承栋, 焦如珍, 屠星南, 等. 杉木林下植被对 5 ~ 15 cm 土壤性质的改良[J]. 林业科学研究, 1995, 8(5): 514 ~ 519
- [8] 焦如珍, 杨承栋, 屠星南, 等. 杉木人工林不同发育阶段林下植被、土壤微生物、酶活性及养分的变化[J]. 林业科学研究, 1997, 10(4): 373 ~ 379
- [9] 陈建宇. 杉木林下植被生物量与土壤容重关系的研究[J]. 福建林业科技, 2000, 27(4): 56 ~ 60
- [10] 江民锦. 杉木人工林林下植被对立地的指示意义[J]. 江西林业科技, 1998, 增刊: 19 ~ 41
- [11] 杨玉盛, 邱仁辉, 俞新妥, 等. 不同栽杉代数林下植被营养的生物循环[J]. 东北林业大学学报, 1999, 27(3): 26 ~ 30
- [12] 范少辉, 马祥庆, 傅瑞树, 等. 不同栽植代数杉木林林下植被发育的比较研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(1): 8 ~ 16
- [13] 范少辉, 廖祖辉, 应金华, 等. 立地管理对第二代杉木 4 年生人工幼林生长影响的研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(2): 169 ~ 174
- [14] 盛炜彤, 范少辉. 杉木及其人工林自身特性对长期立地生产力的影响[J]. 林业科学研究, 2002, 15(6): 629 ~ 636

## A Study on Biomass Dynamics and Distribution of Undervegetation in the Secondary Generation of Chinese Fir Plantation in Hui Tong

YAN Wen-de, TIAN Da-lun, JIAO Xiur-mei

(Research Section of Ecology, Central South Forestry University, Zhuzhou 412006, Hunan, China)

**Abstract:** The biomass of undervegetation in the secondary generation of Chinese fir plantation at fast-growing stage was studied for 2 years at Hui Tong. Biomass in undervegetation shrubs, herbs was discussed. In the light of specific conditions of biomass of undervegetation in the secondary generation of young Chinese fir plantation, the biomass dynamics of living-undervegetation in the secondary generation of Chinese fir plantation were analyzed. The results showed that the biomass of undervegetation shrubs and herbs in 13-year old Chinese fir stand were  $521.89 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  and  $1429.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ . The biomass of undervegetation shrubs and herbs in 14-year old Chinese fir stand were  $372.69 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  and  $897.10 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ . In the 2 years, the biomass orders of shrub all was root > stem > leaf, while the biomass order of herb was under ground part > above ground part. The biomass of living-undervegetation is the largest,  $3089.62 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  in 5-year old. The biomass of living-undervegetation is smallest,  $1269.79 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  in 14-year old.

**Key words:** the secondary generation of Chinese fir; undervegetation; biomass