

文章编号: 1001-1498(2003)05-0560-08

# 多代连栽对不同发育阶段杉木人工林生产力的影响

范少辉<sup>1</sup>, 盛炜彤<sup>1</sup>, 马祥庆<sup>2</sup>, 林开敏<sup>2</sup>, 卓仕安<sup>3</sup>, 张小泉<sup>3</sup>

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091;

2. 福建农林大学森林资源和环境学院, 福建 南平 353001;

3. 福建省建瓯市林业委员会, 福建 建瓯 353100)

**摘要:** 在全国杉木中心产区的闽北林区, 选择不同栽植代数、不同立地及不同发育阶段杉木人工林, 进行多代连栽对不同发育阶段杉木人工林生长力影响的系统研究, 结果表明: 多代连栽对不同发育阶段杉木人工林生产力有较大影响。随栽植代数增加, 不同发育阶段杉木林平均木生物量、林分生物量及林分净生产力均呈逐代下降趋势, 表现为 1 代 > 2 代 > 3 代, 其中 2 代 16 地位指数不同发育阶段杉木林林分生物量比 1 代下降 1.45% ~ 11.68%; 3 代杉木比 1 代下降 17.44% ~ 60.53%, 比 2 代下降 16.23% ~ 55.31%, 多代连栽导致了杉木人工林生产力的明显衰退。

**关键词:** 杉木; 栽植代数; 生产力; 地力衰退

中图分类号: S791.27      文献标识码: A

杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 是我国南方最重要用材树种, 生长快, 材质好, 单产高, 已有一千多年的栽培历史, 在我国南方林业生产中占举足轻重的地位。随着近年来杉木造林面积的不断扩大, 阔叶林面积锐减, 杉木越来越多地在同一林地上连续栽植, 多代连栽导致林地生产力下降, 出现了人工林经营的“第二代效应”, 随栽植代数增加, 林分产量逐代递减, 土壤肥力下降, 已严重影响了杉木人工林的持续经营, 因此掌握不同栽植代数杉木人工林生产力变化规律、揭示杉木人工林林地退化机制已成为当前林业科学研究中急需解决的问题<sup>[1~11]</sup>。

虽然近年来有关杉木人工林连栽生产力下降的研究较多<sup>[1~4, 7, 12~17]</sup>, 但由于受研究方法、条件及经费的限制, 加上林业地域的复杂性, 目前尚未完全弄清杉木人工林林地退化机制, 许多问题还有待于进一步深入研究。为此, 在全国杉木中心产区花岗岩母质发育的林地上, 通过 63 块标准地的调查, 对不同栽植代数序列(1、2、3 代)、不同地位指数序列(14、16、18 地位指数)及不同林龄序列(幼龄林、中龄林、成熟林)杉木人工林的生产力进行系统研究, 以便深入地比较不同栽植代数、不同立地及不同发育阶段杉木人工林生产力的变化规律, 以及不同栽植代数对杉木人工林生产力的影响, 揭示杉木人工林连栽生产力下降机理。本文为其系统研究的部分内容。

收稿日期: 2002-07-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(39630240)

作者简介: 范少辉(1962—), 男, 福建永泰人, 研究员, 博士。

## 1 试验地自然概况

1代和2代杉木人工林样地设在全国杉木中心产区建瓯市溪东林业采育场(118°~119° E, 26°40′~27°20′ N),建瓯地处武夷山脉南侧,属中亚热带季风气候,年均气温18.7℃,年均降水量1670 mm,年均蒸发量为1499.2 mm,年均相对湿度为81%,年日照时数为1829.3 h。试验地土壤为花岗岩上发育的山地红壤,坡度为20°~35°,林下植被种类主要有苦竹(*Pleioblastus amarus*(Keng) Keng f.)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*(Thunb.) Bernh.)、狗脊(*Woodwardia japonica*(L.f.) Sm.)、黄瑞木(*Adinandra mellatti*(Hook. et Am.) Benth.)、五节芒(*Miscanthus floridulus*(Larbill.) Warb.)等。

3代杉木人工林样地设在全国杉木中心产区南平市王台镇溪后村(117°57′ E, 26°28′ N),溪后属武夷山系南伸支脉,为中亚热带季风气候,年均气温19.5℃,年均降水量为1669 mm,年均蒸发量为1413 mm,年均相对湿度为83%。试验地土壤是由细粒花岗岩发育的山地暗红壤,质地中壤至重壤。林下植被主要有狗脊、五节芒、芒萁等。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

在全国杉木中心产区花岗岩母质的林地上,按栽植代数序列(1、2、3代)、不同地位条件序列(I、II、III类地分别相当于18、16、14地位指数)和林龄序列(幼龄林(4~6 a)、中龄林(10~15 a)、成熟林(25~30 a))设置样地(表1),每个样地3个重复,共设63个样地。

表1 试验样地设置

栽植代数	14 地位指数			16 地位指数			18 地位指数		
	4~6 a	10~15 a	25~30 a	4~6 a	10~15 a	25~30 a	4~6 a	10~15 a	25~30 a
1	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2	△	△	△	△	△	△			
3	△	△	△	△	△	△			

由于样地的选择同时受栽植代数、地位指数和林龄3个因子的限制,在现实林分中难以找到严格一致的样地,根据实际情况,选出的实际样地概况见表2。

### 2.2 调查方法

2.2.1 林木生物量调查 在每个类型样地的林分内,设400 m<sup>2</sup>的标准地,进行每木检尺及树高测定,根据林分年龄及优势木高度确定地位指数,每个样地重复3次,共调查63块标准地,在每个标准地内选择2株平均木,按平均标准木法选择平均木,伐倒后将树干分成冠层和冠下层,从下至上按1 m或2 m区分段称取树干和树皮质量,分别求算冠层和冠下层质量,每区分段取底部5 cm圆盘1个,穿过圆心将圆盘分若干等分,并按等比例原则分别取冠层和冠下层树干和树皮混合样品,枝和叶按叶龄1 a及1 a以上分别称质量,树根以平均营养面分层挖掘,分别按根兜、根直径>1 cm、根直径<1 cm等级分层称质量。

2.2.2 林下植被生物量调查 在每个样地内,设5块2 m×1 m样方,调查林下植被生物量,林下植被地上部分分草本和灌木称质量,地下部分不分草本和灌木称质量。

2.2.3 枯落物量调查 在每个样地内设10个50 cm×50 cm的小样方,分别收集杉木凋落物

和林下植被枯落物,进行杉木凋落物和  
林下植被枯落物测定。

### 3 结果与分析

#### 3.1 多代连栽对杉木人工林生物量及其分配的影响

##### 3.1.1 单株生物量及其分配 栽植代数对不同发育阶段杉木林平均木生物量

有较大影响。随栽植代数增加,不同发育阶段杉木林平均木生物量呈逐代下降趋势(表3),在14地位指数条件下,与1代杉木相比,2代幼龄林、中龄林及成熟林杉木平均木生物量分别下降13.13%、12.36%和34.41%,3代杉木分别下降51.60%、67.20%和52.96%,3代杉木则分别比2代杉木下降44.28%、62.58%和28.29%,2、3代各发育阶段杉木林平均木生物量降幅分别为12.36%~34.41%和51.60%~67.20%;在16地位指数条件下,与1代杉木相比,2代

幼龄林、中龄林及成熟林杉木平均木生物量分别下降4.06%、17.10%和28.32%,3代杉木分别下降49.33%、58.52%和38.85%,3代杉木林则分别比2代杉木下降47.19%、49.96%和14.68%,2、3代各发育阶段杉木林平均木生物量降幅分别为4.06%~28.32%和38.85%~58.52%,可见,杉木连栽后其平均木生物量积累速度明显变缓,在立地差的林地上其生物量下降更为明显。

不同栽植代数杉木林平均木生物量组成差异不明显。随栽植代数增加,不同发育阶段杉木林平均木根系生物量所占比例略呈增加趋势,说明连栽有利于杉木根系生物量积累,这可能与连栽林地肥力下降刺激杉木根系发育有关。在不同代数、不同立地及不同发育阶段杉木林中,杉木平均木生物量均以树干所占比例最大,根系其次,叶所占比例在幼龄林和中龄林时大于枝,在成熟林时小于枝。在杉木各器官中,随发育阶段的提高,根系生物量所占比例下降,而干、皮生物量所占比例增加。

##### 3.1.2 不同栽植代数杉木人工林林分生物量及其分配

不同栽植代数杉木人工林林分生物量亦存在明显差异(表4)。随杉木栽植代数增加,不同立地、不同发育阶段杉木人工林林分生物量呈逐代递减趋势,均表现为1代>2代>3代。在14地位指数条件下,与1代杉木相比,2代幼龄林、中龄林及成熟林林分生物量分别下降13.77%、9.28%和7.16%,3代杉木分别下降54.22%、70.90%和30.41%;3代杉木分别比2代杉木下降46.91%、67.92%和25.05%,其中2代不同发育阶段杉木林分生物量降幅为7.16%~13.77%,3代不同发育阶段杉木林林分生物量降幅为30.41%~70.90%。在16地位指数条件下,与1代杉木相比,2代幼龄林、中龄林及

表2 试验样地概况

样地号	林龄/ a	地点	地位 指数	坡度/ (°)	坡向	母岩	土层厚度/ cm
1幼-14	6	溪东铁呈	14	28	西南	花岗岩	> 100
1幼-16	6	溪东铁呈	16	30	西	花岗岩	> 100
1幼-18	6	溪东铁呈	18	28	西南	花岗岩	> 100
1中-14	11	溪东江营	14	28	西北	花岗岩	> 100
1中-16	11	溪东江营	16	27	西北	花岗岩	> 100
1中-18	11	溪东江营	18	28	西北	花岗岩	> 100
1成-14	31	溪东铁呈	14	30	东南	花岗岩	> 100
1成-16	31	溪东铁呈	16	30	东南	花岗岩	> 100
1成-18	31	溪东铁呈	18	30	东南	花岗岩	> 100
2幼-14	7	溪东吴丹	14	28	东	花岗岩	> 100
2幼-16	7	溪东吴丹	16	28	东	花岗岩	> 100
2中-14	12	溪东江营	14	27	西北	花岗岩	> 100
2中-16	12	溪东江营	16	27	西北	花岗岩	> 100
2成-14	31	溪东吴丹	14	20	西	花岗岩	> 100
2成-16	31	溪东吴丹	16	20	西	花岗岩	> 100
3幼-14	6	溪后伐木场	14	35	西南	花岗岩	> 100
3幼-16	6	溪后伐木场	16	30	南	花岗岩	> 100
3中-14	12	溪后蒙种坑	14	28	东南	花岗岩	> 100
3中-16	12	溪后蒙种坑	16	27	西北	花岗岩	> 100
3成-14	31	溪后楼坑岭	14	27	北	花岗岩	> 100
3成-16	31	溪后楼坑岭	16	28	北	花岗岩	> 100

注:1幼-14分别代表1代幼龄林14地位指数,下同。

表 3 不同栽植代数、不同立地、不同发育阶段杉木林单株生物量及其分配

代数	地位指数	器官名称	幼龄林		中龄林		成熟林		平均值	
			生物量/ (kg·株 <sup>-1</sup> )	分配/ %						
1 代	14	叶	2.83	20.54	3.76	9.56	7.35	4.39	4.65	6.32
		枝	1.88	13.64	2.84	7.22	13.61	8.12	6.11	8.31
		干	4.64	33.67	20.51	52.15	102.41	61.13	42.52	57.81
		皮	0.73	5.30	3.43	8.72	15.87	9.47	6.68	9.08
		根	3.70	26.85	8.79	22.35	28.28	16.88	13.59	18.48
		(总量)	13.78	100.00	39.33	100.00	167.52	100.00	73.54	100.00
2 代	14	叶	2.35	19.63	3.18	9.22	3.80	3.46	3.11	5.97
		枝	1.79	14.95	1.87	5.43	4.93	4.49	2.86	5.49
		干	3.99	33.36	17.84	51.75	71.54	65.11	31.12	59.73
		皮	0.73	6.09	3.36	9.75	7.86	7.15	3.98	7.64
		根	3.11	25.98	8.22	23.85	21.75	19.79	11.03	21.17
		(总量)	11.97	100.00	34.47	100.00	109.88	100.00	52.10	100.00
3 代	14	叶	1.46	21.89	1.33	10.31	3.43	4.35	2.07	6.31
		枝	0.76	11.39	0.80	6.20	4.14	5.25	1.90	5.79
		干	2.27	34.03	6.63	51.40	47.83	60.71	18.91	57.67
		皮	0.42	6.30	0.99	7.67	6.99	8.87	2.80	8.54
		根	1.76	26.38	3.15	24.42	16.41	20.82	7.11	21.68
		(总量)	6.67	100.00	12.90	100.00	78.80	100.00	32.79	100.00
1 代	16	叶	3.55	22.54	3.22	7.22	6.50	3.60	4.42	5.51
		枝	2.10	13.33	2.36	5.29	14.04	7.78	6.17	7.69
		干	5.35	33.97	24.69	55.33	116.50	64.57	48.85	60.86
		皮	0.82	5.21	4.03	9.03	15.79	8.75	6.88	8.57
		根	3.93	24.95	10.32	23.13	27.59	15.30	13.95	17.38
		(总量)	15.75	100.00	44.62	100.00	180.42	100.00	80.27	100.00
2 代	16	叶	3.08	20.38	3.92	10.60	5.48	4.24	4.16	6.88
		枝	1.66	10.99	2.39	6.46	6.13	4.74	3.39	5.61
		干	5.52	36.53	18.56	50.18	84.23	65.13	36.10	59.71
		皮	0.95	6.29	3.56	9.62	12.24	9.47	5.58	9.23
		根	3.90	25.81	8.56	23.14	21.24	16.42	11.23	18.57
		(总量)	15.11	100.00	36.99	100.00	129.32	100.00	60.46	100.00
3 代	16	叶	1.79	22.43	1.89	10.21	4.06	3.68	2.58	5.66
		枝	0.79	9.90	1.64	8.86	4.66	4.22	2.36	5.17
		干	2.89	36.22	9.13	49.32	73.96	67.03	28.66	62.84
		皮	0.40	5.01	1.23	6.65	8.17	7.41	3.27	7.17
		根	2.11	26.44	4.62	24.96	19.48	17.66	8.74	19.16
		(总量)	7.98	100.00	18.51	100.00	110.33	100.00	45.61	100.00
1 代	18	叶	3.60	20.18	3.12	6.59	5.50	2.61	4.07	4.43
		枝	2.33	13.06	3.01	6.36	9.72	4.62	5.02	5.46
		干	6.50	36.43	26.84	56.73	149.39	70.98	60.91	66.29
		皮	1.24	6.95	3.80	8.03	15.41	7.32	6.82	7.42
		根	4.17	23.37	10.54	22.28	30.46	14.47	15.06	16.39
		(总量)	17.84	100.00	47.31	100.00	210.48	100.00	91.88	100.00

注: 为便于比较, 根据杉木平均木年年均生物量, 用内插法把 14、16 地位指数 1 代 11 年生、2 年 7 年生杉木平均生物量分别换算成 12 年生和 6 年生。

表 4 不同栽植代数、不同立地、不同发育阶段杉木林分生物量及其分配

栽植 代数	地位 指数	器官 名称	幼龄林		中龄林		成熟林		平均值	
			生物量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	分配/ %						
1代	14	叶	9.13	20.55	10.72	9.56	8.05	4.39	9.30	8.21
		枝	6.06	13.64	8.09	7.22	14.90	8.12	9.68	8.54
		干	14.96	33.67	58.45	52.15	112.14	61.13	61.85	54.58
		皮	2.35	5.29	9.78	8.72	17.38	9.48	9.84	8.68
		根	11.93	26.85	25.05	22.35	30.97	16.88	22.65	19.99
		(总量)	44.43	100.00	112.09	100.00	183.44	100.00	113.32	100.00
2代	14	叶	7.52	19.63	9.38	9.22	5.89	3.46	7.60	7.35
		枝	5.73	14.96	5.52	5.43	7.64	4.49	6.30	6.09
		干	12.77	33.33	52.63	51.76	110.89	65.11	58.76	56.81
		皮	2.34	6.11	9.91	9.74	12.18	7.15	8.14	7.87
		根	9.95	25.97	24.25	23.85	33.71	19.79	22.64	21.89
		(总量)	38.31	100.00	101.69	100.00	170.31	100.00	103.44	100.00
3代	14	叶	4.45	21.88	3.36	10.30	5.56	4.36	4.56	7.56
		枝	2.32	11.41	2.02	6.19	6.71	5.26	3.68	6.10
		干	6.92	34.02	16.77	51.42	77.48	60.70	33.72	55.92
		皮	1.28	6.29	2.50	7.66	11.32	8.87	5.03	8.34
		根	5.37	26.40	7.97	24.43	26.58	20.81	13.31	22.07
		(总量)	20.34	100.00	32.62	100.00	127.65	100.00	60.30	100.00
1代	16	叶	11.18	22.53	8.89	7.22	7.80	3.60	9.29	7.16
		枝	6.62	13.34	6.51	5.29	16.85	7.78	9.99	7.70
		干	16.85	33.98	68.14	55.34	139.80	64.57	74.93	57.75
		皮	2.58	5.20	11.12	9.03	18.95	8.76	10.88	8.39
		根	12.38	24.95	28.48	23.12	33.11	15.29	24.66	19.01
		(总量)	49.61	100.00	123.14	100.00	216.51	100.00	129.75	100.00
2代	16	叶	9.52	20.39	11.52	10.59	9.04	4.24	10.03	8.16
		枝	5.13	10.99	7.03	6.46	10.11	4.74	7.42	6.04
		干	17.06	36.53	54.57	50.17	138.98	65.13	70.20	57.10
		皮	2.94	6.29	10.47	9.64	20.20	9.47	11.20	9.11
		根	12.05	25.80	25.17	23.14	35.05	16.42	24.09	19.59
		(总量)	46.70	100.00	108.76	100.00	213.38	100.00	122.94	100.00
3代	16	叶	4.38	22.43	4.96	10.21	6.58	3.68	5.73	6.81
		枝	2.49	9.90	4.31	8.87	7.55	4.22	4.78	5.68
		干	9.10	36.20	23.97	49.32	119.82	67.03	50.96	60.55
		皮	1.26	5.02	3.23	6.65	13.24	7.41	5.91	7.02
		根	6.65	26.45	12.13	24.95	31.56	17.66	16.78	19.94
		(总量)	25.14	100.00	48.60	100.00	178.75	100.00	84.16	100.00
1代	18	叶	11.12	20.17	8.70	6.59	5.78	2.62	8.53	6.27
		枝	7.20	13.06	8.40	6.36	10.21	4.62	8.60	6.32
		干	20.09	36.44	74.88	56.73	156.86	70.97	83.94	61.71
		皮	3.83	6.95	10.60	8.03	16.18	7.32	10.20	7.50
		根	12.89	23.38	29.41	22.29	31.98	14.47	24.76	18.20
		(总量)	55.13	100.00	131.99	100.00	221.01	100.00	136.03	100.00

表 5 不同栽植代数、不同立地、不同发育阶段杉木林分年净生产量及其分配

栽植代数	地位指数	器官名称	幼龄林		中龄林		成熟林		平均值	
			净生长量/ ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )	分配/ %	净生长量/ ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )	分配/ %	净生长量/ ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )	分配/ %	净生长量/ ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )	分配/ %
1 代	14	叶	1.52	20.54	0.89	9.53	0.26	4.39	0.89	11.79
		枝	1.01	13.65	0.67	7.17	0.48	8.11	0.72	9.54
		干	2.49	33.65	4.87	52.14	3.62	61.15	3.66	48.48
		皮	0.39	5.27	0.82	8.78	0.56	9.46	0.59	7.81
		根	1.99	26.89	2.09	22.38	1.0	16.89	1.69	22.38
		(总量)	7.40	100.00	9.34	100.00	5.92	100.00	7.55	100.00
2 代	14	叶	1.25	19.56	0.78	9.20	0.19	3.45	0.74	10.88
		枝	0.96	15.02	0.46	5.42	0.25	4.55	0.56	8.24
		干	2.13	33.34	4.39	51.77	3.58	65.09	3.37	49.56
		皮	0.39	6.10	0.83	9.79	0.39	7.09	0.54	7.94
		根	1.66	25.98	2.02	23.82	1.09	19.82	1.59	23.38
		(总量)	6.39	100.00	8.48	100.00	5.50	100.00	6.80	100.00
3 代	14	叶	0.74	21.83	0.28	10.29	0.18	4.36	0.40	11.73
		枝	0.39	11.50	0.17	6.25	0.22	5.33	0.26	7.62
		干	1.15	33.93	1.40	51.47	2.50	60.53	1.68	49.27
		皮	0.21	6.19	0.21	7.23	0.37	8.96	0.26	7.62
		根	0.90	26.55	0.66	24.26	0.86	20.82	0.81	23.75
		(总量)	3.39	100.00	2.72	100.00	4.13	100.00	3.41	100.00
1 代	16	叶	1.86	22.52	0.74	7.21	0.25	3.58	0.95	11.18
		枝	1.10	13.31	0.54	5.27	0.54	7.74	0.73	8.59
		干	2.81	34.02	5.68	55.36	4.51	64.61	4.33	50.94
		皮	0.43	5.21	0.93	9.06	0.61	8.74	0.66	7.76
		根	2.06	24.94	2.37	23.10	1.07	15.33	1.83	21.53
		(总量)	8.26	100.00	10.26	100.00	6.98	100.00	8.50	100.00
2 代	16	叶	1.59	20.41	0.96	10.58	0.29	4.22	0.95	11.99
		枝	0.86	11.04	0.59	6.51	0.33	4.80	0.59	7.45
		干	2.84	36.46	4.55	50.16	4.48	65.12	3.96	50.00
		皮	0.49	6.29	0.87	9.59	0.65	9.45	0.67	8.46
		根	2.01	25.80	2.10	23.16	1.13	16.42	1.75	22.10
		(总量)	7.79	100.00	9.07	100.00	6.88	100.00	7.92	100.00
3 代	16	叶	0.94	22.38	0.41	10.12	0.21	3.64	0.52	11.16
		枝	0.42	10.00	0.36	8.89	0.24	4.16	0.34	7.30
		干	1.52	36.19	2.00	49.38	3.87	67.07	2.46	52.79
		皮	0.21	5.00	0.27	6.67	0.43	7.45	0.30	6.44
		根	1.11	26.43	1.01	24.94	1.02	17.68	1.04	22.32
		(总量)	4.20	100.00	4.05	100.00	5.77	100.00	4.66	100.00
1 代	18	叶	1.85	20.13	0.73	6.63	0.19	2.66	0.92	10.11
		枝	1.20	13.06	0.70	6.36	0.33	4.63	0.74	2.13
		干	3.35	36.45	6.24	56.68	5.06	70.97	4.88	53.63
		皮	0.64	6.97	0.89	8.08	0.52	7.29	0.68	7.47
		根	2.15	23.39	2.45	22.25	1.03	14.45	1.88	20.66
		(总量)	9.19	100.00	11.01	100.00	7.13	100.00	9.10	100.00

成熟林杉木林分生物量分别下降 5.87%、11.68% 和 1.45%; 3 代杉木分别下降 49.32%、60.53% 和 17.44%, 3 代杉木分别比 2 代杉木下降 46.17%、55.31% 和 16.23%, 2 代不同发育阶段杉木林分生物量降幅为 1.45% ~ 11.68%, 3 代不同发育阶段杉木林分生物量降幅为 17.44% ~ 60.53%。

同样, 不同栽植代数杉木林分生物量分配也表现出与其平均木生物量组成相同的规律。随杉木栽植代数增加, 林分根系生物量所占比例有所增加, 说明杉木多代连栽刺激了杉木根系发育。

3.1.3 不同栽植代数杉木人工林林分净生产力及其分配 不同栽植代数对杉木人工林林分净生产力有较大影响(表 5), 随杉木栽植代数增加, 不同立地、不同发育阶段杉木人工林林分净生长量呈逐代递减趋势。在 14 地位指数条件下, 与 1 代杉木相比, 2 代幼龄林、中龄林及成熟林杉木林分净生长量分别下降 13.65%、9.21% 和 7.09%, 3 代杉木分别下降 54.19%、70.88% 和 30.24%; 3 代杉木分别比 2 代杉木下降 46.95%、67.92% 和 24.91%, 其中 2 代不同发育阶段杉木林分净生长量降幅为 7.09% ~ 13.65%, 3 代不同发育阶段杉木林分净生长量降幅为 30.24% ~ 70.88%。在 16 地位指数条件下, 与 1 代杉木相比, 2 代幼龄林、中龄林及成熟林杉木林分净生长量分别下降 5.69%、11.60% 和 1.43%, 3 代杉木分别下降 49.15%、60.53% 和 17.33%; 3 代杉木分别比 2 代杉木下降 46.08%、55.35% 和 16.13%, 2 代不同发育阶段杉木林分净生长量降幅为 1.43% ~ 11.60%, 3 代杉木降幅为 17.33% ~ 60.53%。同样, 不同代数杉木林叶、枝、干、皮、根的年均净生长量也表现出随栽植代数增加而呈下降趋势, 说明杉木多代连栽导致林分净生产力的明显下降, 因此防止连栽杉木人工林生产力下降成为当前人工林经营中急需解决的问题。

## 4 结论

(1) 栽植代数对不同发育阶段杉木人工林平均木生物量有明显影响。随杉木栽植代数增加, 不同发育阶段杉木人工林平均木生物量均呈逐代下降趋势, 表现为 1 代 > 2 代 > 3 代, 说明, 连栽后杉木生物量积累速度明显变缓。

(2) 不同栽植代数杉木人工林林分生物量存在较大差异。随栽植代数增加, 不同发育阶段杉木林分生物量逐代递减, 同样表现为 1 代 > 2 代 > 3 代, 其中在 16 地位指数条件下, 2 代不同发育阶段杉木林分生物量比 1 代杉木下降 1.45% ~ 11.68%, 3 代不同发育阶段杉木林比 1 代杉木下降 17.44% ~ 60.53%; 3 代不同发育阶段杉木林比 2 代杉木下降 16.23% ~ 55.31%。同时随栽植代数增加, 不同发育阶段杉木林根系生物量所占比例略有增加, 说明连栽一定程度上刺激了杉木根系发育, 这可能是杉木对其连栽林地肥力下降的一种反应。

(3) 杉木多代连栽导致了不同发育阶段杉木人工林林分净生产力的明显下降, 随杉木栽植代数的增加, 不同发育阶段杉木林分净生长量呈逐代下降趋势。在 16 地位指数条件下, 2 代幼龄林、中龄林及成熟林杉木林分净生长量分别比 1 代各发育阶段杉木林下降 5.69%、11.60% 和 1.43%, 3 代杉木比 1 代杉木分别下降 49.15%、60.53% 和 17.33%, 而且杉木叶、枝、干、皮、根的净生长量也表现出与林分净生长量相同的规律。

## 参考文献:

- [1] 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及其林木生长的影响[J]. 林业科学, 1987, 23(4): 389~ 397
- [2] 邵锦锋. 杉木连栽对土壤肥力和林木生长的影响[J]. 江西林业科技, 1989(6): 1~ 6
- [3] 陈伦祥. 融水县四荣公社杉木连栽对林木生长及土壤肥力的影响[J]. 广西林业勘察设计, 1983(1): 17~ 25
- [4] 俞新妥. 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
- [5] 陈楚莹. 改善杉木人工林林地质量和提高生产力的研究[J]. 应用生态学报, 1990, 1(2): 97~ 106
- [6] 周学金. 杉木连栽对土壤养分的影响及其反馈[J]. 南京林业大学学报, 1991, 15(3): 44~ 49
- [7] 杨承栋. 杉木连栽地土壤组成、结构、性质变化及其对杉木生长的影响[J]. 林业科学, 1996, 32(2): 175~ 181
- [8] 盛炜彤. 我国人工林地力衰退及防治对策[A]. 见: 盛炜彤, 人工林地力衰退研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 15~ 19
- [9] 马祥庆. 人工林地力衰退研究综述[J]. 南京林业大学学报, 1997, 21(2): 77~ 82
- [10] 徐化成. 关于人工林的地力衰退问题[J]. 世界林业研究, 1992, 5(1): 66~ 71
- [11] 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~ 275
- [12] 杨玉盛. 不同栽植代数 29 年生杉木生长规律的研究[J]. 林业科学, 1999, 35(1): 32~ 36
- [13] 马祥庆, 范少辉, 刘爱琴, 等. 不同栽植代数杉木人工林土壤肥力的比较研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(6): 577~ 582
- [14] 范少辉, 马祥庆, 傅瑞树, 等. 不同栽植代数杉木人工林林下植被发育的比较研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(1): 8~ 16
- [15] 林光耀, 范少辉, 何宗明. 不同立地管理措施对 2 代杉木人工林 3 年生林分生长影响的研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(4): 403~ 407
- [16] 范少辉, 廖祖辉, 应金花, 等. 不同立地管理措施对 2 代杉木 4 年生幼林生长影响的研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(2): 169~ 174
- [17] 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

## Effect of Successive Planting on Productivity of Chinese Fir of Different Age Plantations

FAN Shaohui<sup>1</sup>, SHEN Weitong<sup>1</sup>, MA Xiangqing<sup>2</sup>,  
LIN Kai-ming<sup>2</sup>, ZHUO Shiran<sup>3</sup>, ZHANG Xiaquan<sup>3</sup>  
(1. The Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China;

2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fujian Province, Nanping 353001, Fujian, China;

3. Forestry Committee of Jianou, Fujian Province, Jianou 353100, Fujian, China)

**Abstract:** The effect of successive planting on productivity of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantations with different ages was studied through the investigation of different generation, age and site plantations in north Fujian Province. The results were as follows: Productivity of Chinese fir plantations with different ages were influenced significantly by planting generation. As planting generation increases, the biomasses of average tree and stand and net stand productivity of plantations with different ages decrease. Their productivities were in the sequence of the first generation plantation > the second generation plantation > the third generation plantation. Compared to the first generation plantation under index site 16, the stand biomasses of the second generation and the third generation plantations decrease from 1.45% to 11.68% and 17.44% to 60.53% respectively. Stand biomass of the third generation plantation decrease from 16.23% to 55.31% compared to the first generation plantation. Successive planting of Chinese fir results in significant decline of site productivity.

**Key words:** Chinese fir; planting generation; productivity; soil degradation