

文章编号: 1000-5692(2004)04-0393-05

新造毛竹林林分结构年际演替规律及影响因子

陈双林¹, 吴柏林², 吴明¹, 张德明², 曹永慧¹, 杨清平¹

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江省龙游县林业局, 浙江 龙游 324400)

摘要: 结合竹类植物在浙西红壤丘陵的规模化应用, 采用固定样地长期连续观测的调查方法研究新造毛竹 *Phyllostachys pubescens* 林分结构演替规律及影响因子。研究表明, 新造毛竹林立竹度和立竹胸径是林分结构年际变化的主导因子, 立竹枝下高是从属因子; 造林后第 1~5 年竹林地下鞭系主要分布于 10~20 cm 土壤区段, 随着造林年限的延长, 20~30 cm 土层区间为主要分布区; 鞭径随造林年限逐年增粗, 第 4 年趋于稳定。平均鞭节长相对稳定; 活侧芽数与总鞭长和平均鞭节长极显著相关, 随造林年限总体呈线性增加趋势; 立地类型、造林模式、抚育措施、母竹质量和初植密度是竹林林分结构状况的主要影响因子。建议在发展毛竹资源时采用混交造林模式并增加初植密度。图 2 表 6 参 11

关键词: 森林培育学; 毛竹; 林分结构; 演替

中图分类号: S795.7; S718.54 **文献标识码:** A

毛竹 *Phyllostachys pubescens* 作为集经济、生态和社会效益于一体的优良竹种, 具生态幅宽, 见效快, 效益好, 一次造林可持续利用, 择伐作业不破坏林相等经营优势^[1]。为开发浙西丰富的红壤丘陵区土地资源, 发展效益林业, 增强区域农村经济实力, 保护生态环境, 自 1996 年始结合浙西丘陵持续规模化发展毛竹资源, 实施“红壤丘陵区竹类植物应用与促成技术研究”项目, 为达到新造毛竹林较好的造林效果, 开展了新造毛竹林林分结构年际演替规律及主要影响因子研究。

1 试验区概况

试验区位于浙江省龙游县 11 个乡镇, 属红壤丘陵区, 区域经济相对欠发达, 土地资源丰富, 以水稻 *Oryza sativa* 和油菜 *Brassica napus* 等为主要作物, 竹类植物自然分布少。该区为亚热带季风性气候区, 水热资源丰富, 立地类型多样, 丘陵山地主要成土母质以沉积岩类的暗色砾岩、侏罗纪磨石山组及太古界和燕山期侵入岩为主, 土壤类型有红壤、砂质红壤、黄壤和石砂土等。

2 试验材料

试验林为 1996~2002 年新造的毛竹林, 初植密度 $300 \sim 375$ 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。试验标准地竹林成林投产前除挖除退笋、弱小笋外悉数留笋长竹, 严格保护幼林地, 实行季节性施肥和中耕除草等抚育措施。分不同立地类型、造林模式和种植年限的新造毛竹林设点, 逐年定期调查林分生长状况。

收稿日期: 2003-11-06; 修回日期: 2004-08-31

基金项目: 浙江省衢州市重点项目(1996~2000)

作者简介: 陈双林(1965-), 男, 浙江龙游人, 副研究员, 博士生, 从事竹林生态与栽培研究。E-mail: lmbuxiao@fy.hz.zj.cn

3 试验与统计方法

3.1 地上部分林分结构

根据新造毛竹林造林区域地形和面积情况,分设 20 m×20 m, 10 m×15 m, 10 m×10 m 等大小共 54 个固定样地,重复 3 次。造林后调查造林质量指标并逐年调查出笋成竹情况和样地立竹量、立竹胸径和枝下高等林分结构主要因子。

3.2 地下部分鞭系结构

在相同立地类型不同造林年限的试验毛竹林中分设 1 m×1 m 的样地 3 个,分层调查鞭长、鞭径、鞭节长和侧芽数等鞭系结构状况。调查样地竹林立地类型为 I 类。

3.3 统计方法

依据历年调查材料,以地上部分林分结构和地下鞭系结构主要因子为对象分析新造毛竹林的系统结构年际变化规律。

4 结果与分析

4.1 林分结构变化

4.1.1 立竹度 立竹度是竹林地上部分生物量的重要组成因素,也是林分生长状况好坏的主要标志,决定着光合作用能力指标叶面积指数的大小^[3]。以毛竹纯林经营模式为分析对象表明:立竹度成林前呈线性上升,造林后第 1 出笋年平均成竹数 339 株·hm⁻²,第 4 出笋年开始进入出笋成竹盛期,平均年出笋成竹数 581 株·hm⁻²(表 1,图 1)。第 7 年始进入投产期,可按竹林丰产林分结构要求年留取目标新竹 450 株·hm⁻²左右,伐除 6 年生以上立竹,保持竹林立竹度稳定于 2 400~2 700 株·hm⁻²。

4.1.2 立竹胸径 立竹胸径是竹林生长质量的重要体现因子,也是竹林目标效益经营的主要调控因子,受着生鞭系的结构和年龄等因素影响外,也与立地环境条件存在着直接的关联^[3~5]。新造毛竹林新竹胸径在成林过

程中的前期受立地条件、母竹质量和幼林管护集约程度等影响,成林后受人工干扰尤其是留笋长竹和土壤肥水管理等制约。在整个成林过程中,林分立竹胸径(d)与造林后年限(y)遵循的递增程式为: $d=5.2000+0.5722y+0.0452y^2-0.0056y^3$ ($r=0.9990$)。1996 年造林毛竹林 2003 年新竹最大

表 1 新造毛竹林年际立竹度变化

Table 1 Change of stand stocking with year

造林年份	年度立竹度/(株·hm ⁻²)						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1996	315	614	890	1 455	2 175	2 535	2 550
1997		465	725	935	1 520	2 184	2 438
1998			240	525	775	1 215	1 995
1999				360	649	931	1 465
2000					375	705	995
2001						336	481
2002							285

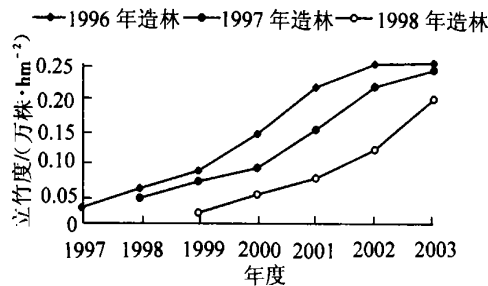


图 1 新造毛竹林立竹度年际变化

Figure 1 Change of stocking with year in young *Phyllostachys pubescens* stand

表 2 新造毛竹林立竹胸径年际变化

Table 2 Change of bamboo stand diameter in breast height with year

造林年份	年际立竹胸径/cm						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1996	5.8	6.5	7.2	7.8	8.5	9.1	9.5
1997		4.5	5.1	5.7	6.4	7.0	8.2
1998			3.0	3.5	4.2	5.0	6.3

立竹胸径达 12.8 cm，林分平均立竹胸径 8.1 cm（表 2）。

4.1.3 立竹枝下高 立竹枝下高与胸径呈极显著相关，伴随着立竹胸径的年际增粗而增大，但年际间增长的幅度较立竹胸径不明显，且不同年份出笋成竹的同一径级立竹枝下高差异不显著（表 3），说明立竹度和立竹胸径是林分结构年际变化的主导因子，而枝下高是林分结构年际变化的从属因子。

4.2 鞭系结构变化

4.2.1 鞭长 随新造毛竹林随造林年限的增加，总鞭长逐年递增，以前期增幅显著。造林后 1~5 a 竹鞭 70% 以上分布于 10~20 cm 土层中。造林 5 a 后竹鞭向土壤深层发展，主要分布于 20~30 cm 土层，占总鞭长的

表 3 新造毛竹林立竹枝下高年际变化

Table 3 Change of bamboo stand clear length with year

造林年份	年际立竹枝下高/ m						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1996	2.0	2.4	3.0	3.3	3.7	4.0	4.2
1997		2.2	2.8	3.2	3.5	4.0	4.5
1998			1.8	2.1	2.4	2.6	3.1
1999				1.5	1.8	2.5	3.2

45% 以上，30 cm 以上土层的竹鞭数和竹鞭长显著增多（表 4）。而据对正常经营的丰产笋用毛竹林地下鞭系的调查，地下鞭系主要分布于 20~30 cm 土层，竹鞭长达 $16.18 \text{ m} \cdot \text{m}^{-2}$ [6~8]，可见新造毛竹林造林后 7 a 地上部分立竹度和立竹胸径虽达到丰产水平要求，而地下鞭系仍处于发育阶段，需进一步改善。

表 4 不同造林年限鞭系长度变化

Table 4 Change of bamboo rhizome length with year in different afforestation year

造林年份	土层区间鞭系长/ ($\text{cm} \cdot \text{m}^{-2}$)					合计/ ($\text{cm} \cdot \text{m}^{-2}$)
	0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm	30~40 cm	40 cm 以上	
1996	196.7	180.3	212.0	167.7	81.1	837.8
1997	132.0	194.3	149.0	126.7	79.0	681.0
1998	35.3	82.7	121.7	172.0	60.3	472.0
1999	181.3	239.7	160.3	61.3		642.6
2000	139.3	147.3	133.3			420.0
2001	40.3	75.6	144.0			260.0
2002	41.7	89.0				130.7

4.2.2 鞭径 新造毛竹林造林前 3 a 竹林活力逐渐增强，鞭径逐年增粗，造林后 4 a 鞭径趋于稳定。鞭径均匀度造林后初期较后期高，平均鞭节长相对稳定（表 5）。因此，毛竹幼林期应重视竹林良好的地下鞭系结构建立，通过改善林地土壤物理结构和营养状况的土壤管理措施，促进鞭系分布层次的合理和鞭径均匀度的提高。

表 5 不同造林年份鞭径和鞭节长变化

Table 5 Change of bamboo rhizome diameter and node length in different afforestation year

造林年份	平均鞭径/ cm	最大鞭径/ cm	最小鞭径/ cm	平均鞭节长/ cm
1996	2.18	3.56	1.31	4.00
1997	2.35	3.21	1.42	4.38
1998	2.01	2.45	1.35	7.18
1999	2.16	2.84	1.11	4.07
2000	1.62	1.98	1.07	3.80
2001	1.32	1.76	0.89	4.00
2002	1.18	1.47	0.85	3.85

4.2.3 鞭芽 鞭芽是竹笋的分化器官，活侧芽数量决定竹林来年出笋量^[9]。新造毛竹林随着造林年限的增加，单位面积活侧芽数总体呈线性变化趋势（图 2），其数量与鞭长和平均鞭节长极显著相关。1998 年造林毛竹林出现下降拐点，分析认为与竹林总鞭长小，平均鞭节长大有关，而出现总鞭长小、平均鞭节长这种特殊现象，可能受 6~7 月份天气干旱及立地条件和人工抚育措施等的影响，需进一步通过不同立地类型毛竹林地下鞭系的对比试验来研究其中的主要影响因素。

4.3 林分结构状况主要影响因子与人工促进措施

4.3.1 立地类型 竹林生长与海拔、坡向、坡位和土壤性状等要素构成的立地条件关系密切^[10,11]。在规划新造竹林时，首先应根据竹林的主要功能目标选择立地类型。经对 1996~1998 年 3 类立地类型新造毛竹纯林的造林质量及 2003 年竹林林分结构因子的观测，立地类型对造林成活率、出笋率和

立竹度无显著影响,对立竹胸径有显著影响, I 类立地类型较 II 类立地类型提高 2 个径级之多,立竹枝下高 3 类立地类型间差异显著(表 6)。可见,在浙西红壤丘陵地发展毛竹资源时控制好母竹质量,选择适宜造林季节,按技术规程造林和幼林管护等,3 类立地类型均能达到较好的造林效果。

4.3.2 母竹质量与初植密度 母竹选择标准为 1~2 年生 3~5 cm 径级带土球 30 cm 以上(来鞭 10 cm,去鞭 20 cm)的健康立竹,基本上能做到母竹挖取后 2 d 内完成种植,大规模造林质量良好,总体造林成活率、出笋率分别达到 88% 和 85% 以上。造林后第 2 出笋年新竹平均径级即达到母竹径级。由于造林规划面积大,标准母竹来源紧张,300~375 株 \cdot hm⁻²的初植密度相对较低。按试验点新造毛竹林年际林分结构演替规律研究结果可分析,如果增加初植密度 1 倍,成林速度可缩短 1~2 a,可见提高初植密度是今后应重视的问题。

表 6 立地类型对毛竹造林质量和林分结构变化的影响

Table 6 Effect of site types on bamboo afforestation quality and stands structure changing

立地类型	造林年份	成活率/%	出笋率/%	立竹量/(株 \cdot hm ⁻²)	新竹胸径/cm	新竹枝下高/m
I	1996	94	94	2 565	9.5	4.2
	1997	100	97	2 100	8.7	3.9
	1998	98	98	1 560	7.8	3.3
	1996	92	91	2 550	8.2	3.8
II	1997	95	95	2 160	7.1	3.1
	1998	100	96	1 455	6.5	2.6
	1996	100	93	2 535	7.3	3.2
III	1997	98	95	1 920	6.4	2.6
	1998	96	95	1 335	5.6	2.1

4.3.3 造林模式 项目造林模式分为竹纯林和竹+杉木 *Cunninghamia lanceolata*、竹+马尾松 *Pinus massoniana*、竹阔、竹茶混交和困难立地造竹等。以 1998 年造林的竹林固定标准地调查获取的造林质量和 2003 年竹林林分结构状况等资料分析,不同模式造林质量无显著差异,而成林速度和林分结构状况则以毛竹纯林和毛竹+杉木、毛竹+茶叶、毛竹+阔叶树混交为好,其中各类混交模式竹林的立竹胸径比纯林大 15% 以上,枝下高长 25% 以上,胸高处壁厚大 18% 以上。困难立地(挖大穴、移客土和微地形)新造竹林通过幼林期旱季灌溉、定期施肥等措施的实施,成活率和出笋率均达到 90% 以上,但出笋数量少,相同年度造林相同年份出笋成竹的新竹平均径级比 III 类立地类型小 30%,比 I 类立地类型小 45%,鞭根系统扩展范围窄,竹林呈小区域丛状分布。

4.3.4 抚育措施 新造毛竹林幼林期抚育措施主要为留笋长竹、间伐、施肥和中耕除草等,其中留笋长竹是建立良好的竹林林分结构的核心技术。通过去小留大,去弱留强等留笋长竹措施,可以有效地调控竹林地上和地下系统生长。及时伐除病虫竹和弱小竹,根据不同立地类型的土壤肥力状况按毛竹各生长期(长鞭期、换叶期、出笋期和幼竹秆形生长期等)及时适量施入长效肥或速效肥,结合松土进行中耕除草等,能促进新造毛竹林成林,提高林分质量。

5 结论与讨论

新造毛竹林立竹度随造林年限的增加呈线性增长,造林后 7 a 立竹度可达到产出期经营所需要的可人工调控的稳定状态,立竹胸径与造林年限呈极显著相关关系,是反映竹林林分结构变化最具代表性的因子。造林后 7 a, I 类、II 类立地类型新竹平均胸径分别为 9.5 cm 和 8.1 cm。立竹枝下高是立竹胸径的从属因子,年际间增长幅度较立竹胸径不明显。因此,新造毛竹林在促进立竹量增加的基础上,也需通过长鞭期等季节性施肥和目标留笋长竹等措施来提高立竹胸径和径级均匀度。

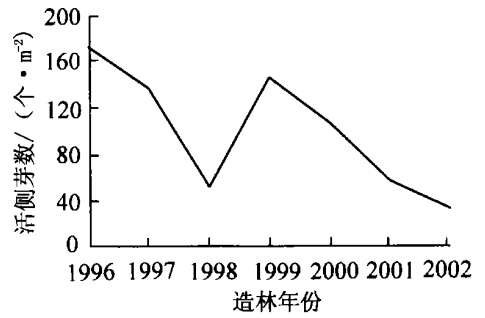


图 2 不同造林年限鞭系活侧芽数变化

Figure 2 Number changing of bamboo rhizome sprout in different afforestation year

新造毛竹林地下鞭系结构变化主要体现在单位面积鞭长逐年显著增多, 且以前期增幅较快。竹鞭向土层深层发展随着造林年限的增加而增多。造林后 1~5 a 地下鞭系主要分布于 10~20 cm 土层, 造林后 6~7 a 则主要分布于 20~30 cm 土层。鞭径在造林后前 3 a 逐年增粗, 造林后 4 a 趋于稳定, 平均鞭节长始终相对稳定。鞭系活侧芽数与竹林总鞭长和平均鞭节长极显著相关, 随着造林年限的增加, 呈线性增多趋势。造林后 7 a 地下鞭系仍处于发展阶段, 未达到丰产要求。

新造毛竹林年际林分结构状况受立地类型、母竹质量与初植密度、造林模式和抚育措施等影响。立地类型不同, 立竹胸径差异显著, 造林质量和立竹度差异不明显。母竹质量直接影响造林质量、成林速度和林分结构状况。初植密度显著影响成林速度。不同造林模式造林质量无显著差异, 成林速度和林分结构状况则以毛竹纯林、毛竹+杉木混交、毛竹+茶叶混交、毛竹+阔叶树混交模式为好。困难立地科学种竹能够达到较高的成活率和出笋率, 适于生态竹林和景观竹林的营建。

参考文献:

- [1] 萧江华. 分类经营 定向培育 提高竹林经营效益[J]. 竹子研究汇刊, 2001, 20(3): 1-7.
- [2] 周芳纯. 毛竹林叶面积指数与产量的关系[J]. 竹类研究, 1982, (2): 38-60.
- [3] 周芳纯. 竹林培育和利用[J]. 竹类研究, 1998, (1): 79-84.
- [4] 李龙游, 张培新. 干旱和高温危害毛竹竹笋幼竹生长初报[J]. 竹子研究汇刊, 1987, 6(4): 55-59.
- [5] 马乃训, 张文燕. 降水和毛竹林经济产量相关的初步研究[J]. 亚林科技, 1982, (2): 21-27.
- [6] 蓝晓光, 徐治灿. 竹笋产量地下分布规律的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1990, 9(1): 38-43.
- [7] 胡超宗, 张仁照. 毛竹笋用林地下竹鞭分布规律与竹笋个体发育的关系[J]. 浙江林学院学报, 1990, 7(4): 322-328.
- [8] 江奎宏, 张培新, 吴智勇, 等. 毛竹笋用丰产林地下鞭根系统调查分析[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(1): 38-43.
- [9] 楼一平, 吴良如, 刘耀荣. 微肥、激素对竹鞭笋芽萌发的影响[J]. 林业科学研究, 1997, 10(5): 541-545.
- [10] 宛志沪. 立地条件与毛竹生长发育关系的研究[J]. 竹类研究, 1990, (9): 40-48.
- [11] 陈存及. 毛竹林分密度效应的初步研究[J]. 福建林学院学报, 1992, 12(1): 98-104.

A study of the interannual succession rule and influential factors of young stands structures of *Phyllostachys pubescens*

CHEN Shuang-lin¹, WU Bo-lin², WU Ming¹, ZHANG De-ming², CAO Yong-hui¹, YANG Qing-ping¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. Forest Enterprise of Longyou County, Longyou 324400, Zhejiang, China)

Abstract: Long-term fixed site observation was conducted based on the large-scale planting of bamboos in the hilly areas of western Zhejiang to study the succession rule and main factors affecting the components of young stands of *Phyllostachys pubescens*. The results showed that density and DBH were the dominating factors for the interannual changes of component; LH was the subordinating factor. After one-to-five-year planting, the subterranean stems of bamboo were mainly distributed in 10-20 cm deep soil layer. With the prolonging of the planting years, the 20-30 cm deep soil layer became the main distributing layer for the subterranean stems. The diameters of the subterranean stems were becoming larger and larger until they were stabilized in the fourth year. The average length of a stem joint was relatively stable. The number of living sprouts and the total length of subterranean stem were significantly relative to the average length of a stem joint, which took on a tendency of linear increase. The land types, afforestation modes, cultivating measures, quality of mother bamboos and the original planting density were the main influential factors for the components of the bamboo forest. It is suggested that the mixed planting mode should be adopted and the original planting density should be increased. [Ch, 2 fig. 6 tab. 11 ref.]

Key words: silviculture; *Phyllostachys pubescens*; stand component; succession