

# 不同林龄马尾松生长及生物量分配研究

黄云奉<sup>1</sup>, 刘屹<sup>2</sup>, 黄世友<sup>3</sup>, 何邦亮<sup>3</sup>, 陈丽洁<sup>3</sup>, 黎燕琼<sup>2\*</sup>

(1. 重庆市石柱县国有林场, 重庆 石柱 409100; 2. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081;

3. 重庆市林业科学研究院, 重庆 沙坪坝区 400000)

**摘要:**对渝东重庆石柱林场不同林龄(8 a、20 a、30 a)马尾松生长及生物量分配状况研究,结果表明:①马尾松的胸径和树高在幼龄林(8a)和中龄林(20a)生长速度最快,材积量则在成熟期(30a)达到最大。②马尾松各器官生物量和总量随着林龄的增加而增加,树干的生物量增长速度最快,在成熟期最高,达到72.68%。③各林龄马尾松林内,各层次生物量的高低排序都为乔木层、枯落物层、草本层、灌木层;乔木层生物量和林地地上总生物量均随着林龄的增加而增加,并占有绝对的优势;灌木层、草本层和枯落物层占地上部分总生物量比重则逐渐降低。④马尾松林的地上部分各林层的净生产力在中龄林的高低排序都为乔木层、枯落物层、草本层、灌木层,幼龄林和成熟林则表现为乔木层、草本层、枯落物层、灌木层;乔木层生产力在地上总生产力中占绝对比重。

**关键词:**马尾松;生长量;生物量;生产力

中图分类号:S718.55

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2015)04-0072-04

## A Study of Effect of Different Forest Ages on Growth and Biomass Allocation of Masson's pines

HUANG Yun-feng<sup>1</sup> LIU Yi<sup>1</sup> HUANG Shi-you<sup>1</sup> HE Bang-liang<sup>1</sup>  
CHEN Li-jie<sup>1</sup> LI Yan-qiong<sup>1\*</sup>

(1. State Forest Farm of Shizhu County in Chongqing City, Shizhu 409100, Chongqing;

2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, Sichuan; 3. Chongqing Academy of Forestry, Chongqing 400000)

**Abstract:** Research was conducted on the status of Masson pine's growth and biomass allocation at different forest ages (8 years, 20 years, 30 years) in Shizhu State Forest Farm of East Chongqing. The results showed that ① the DBH and tree height of Masson's pines grew the fastest at young age (8 years) and the middle age (20 years), the timber volume reached the maximum at maturity (30 years). ② Masson's pine's various organs and total biomass would increase along with the increasing of the stand age, the trunk biomass had the fastest increase velocity and was the highest at the maturity, reaching 72.68%. ③ Within each Masson's pine age, the sorting of all levels of biomass was as follows: tree layer, litter layer, herb layer, shrub layer; tree biomass and forest floor layers' total biomass would increase with increasing age and had an absolute advantage; shrub, herbaceous layer and litter layer occupying the proportion of the total biomass decreased. ④ The sorting of aboveground net primary productive forces of each Masson's pine layer level at the middle-aged forest was as follows: tree layer, litter layer, herb layer, shrub layer. And yet in young forest and mature forest, the sorting was tree layer > herb layer > litter layer > shrub layer; tree layer productivity accounted for the absolute proportion of the total above ground productive forces.

**Key words:** Masson's pine Plantation, Growth, Biomass, Productive forces

收稿日期:2015-04-27

基金项目:川中丘陵区人工柏木林健康经营技术(20100400208)。

作者简介:黄云奉(1968-),男,土家族,重庆石柱县人,营林工程师;主要从事森林经营与管理等方面工作。

\* 通讯作者:黎燕琼(1979-),女,土家族,重庆石柱县人,副研究员。主要从事森林生态、城市森林等方面研究。

马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb) 是中国重要的用材树种,也是荒山造林和飞播造林的主要树种。在国内马尾松分布极广,北自河南省及山东省南部一线,南至广东省、广西壮族自治区、台湾省南部一线,东自沿海多个省(市),西至四川省中部及贵州省大部,遍布于华中、华南各地<sup>[1]</sup>。本文在长江上游渝东方斗山马尾松主要分布区,针对不同林龄马尾松人工林的生长状况、生物量及净生产力方面进行了研究,分析马尾松生长指标、其生物量积累和生产力与年龄的关系,对马尾松人工林的有效经营和管理提供理论研究提供依据。

## 1 研究区概况

研究区位于重庆市石柱县国有林场,地理坐标为东经 108°02′~108°32′,北纬 29°03′~30°09′;地处重庆市中部,位于川东褶皱地带,境内地势东高西低,呈起伏式下降,方斗山、七跃山两条山脉顺东

北—西南近似平行排列,纵贯全境,形成“两山夹一槽”的主要地貌特征;海拔 300 m~1 934.1 m。气候类型属于中亚热带季风气候地区,年平均气温 16℃,日照总数 1 400 h,年平均降雨量 1 000 mm,无霜期 80 d。土壤以山地黄壤为主,另有少量的紫色土和山地暗黄壤。植被类型主要有以马尾松、杉木和白夹竹等为主的亚热带偏湿性常绿阔叶林、亚热带竹林,以小叶丝栗、猴栗、黑壳楠、栲、桂、润楠、樟木、青冈等高大乔木组成的亚热带常绿阔叶混交林,以壳斗科、胡桃科、桦木科、金缕梅科、榛科、山毛榉科等常绿、落叶阔叶树种,伴生有枫香、四川白栎、漆树等的亚热带常绿与落叶阔叶混交林。林下主要有菝葜、蔷薇、悬钩子和杜鹃等灌木,以及蕨类、委陵菜等草本植物。研究区内还有水杉、银杏、黄杉、水青树、荷叶铁线蕨等珍稀植物。2012 年、2013 年在林场内不同林龄(8 a 生幼林龄、20 a 生中林龄、30 a 生成熟林)的马尾松人工林内,各设置样地 4 块(表 1),面积都为 20 m×20 m,进行了样地基本情况调查。

表 1 样地基本概况

林龄	密度 (株·hm <sup>-2</sup> )	坡向	坡度 (°)	海拔 (m)	土壤 类型	主要伴生灌木	主要伴生草本
幼龄林(8)	2 150	NE	20	850	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	2 200	NW	22	850	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	2 100	NE	20	950	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	2 100	NE	20	850	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
中龄林(20)	1 750	NW	25	900	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	1 800	NW	30	900	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	1 700	NW	25	1 000	黄壤	冷竹、盐肤木、杜鹃等	蕨类、苔草等
	1 800	NW	30	1 000	黄壤	冷竹、盐肤木、杜鹃等	蕨类、苔草等
成熟林(30)	1 100	NW	30	800	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	1 050	NW	30	800	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	1 200	NE	25	900	黄壤	石栎、杜鹃、马桑等	白茅、黄茅、蕨类
	1 200	NE	25	1 000	黄壤	冷竹、盐肤木、杜鹃	蕨类、苔草等

## 2 研究方法

### 2.1 样地调查与生物量测定

在马尾松人工林样地内,进行每木检尺,测定胸径(D)、树高(H)。用算术平均法求出平均树高和胸径,以径阶中值为标准,每个树种选样木 3~5 株,采用分层切割法,测定单株干、枝和叶各官生物量并取样称鲜重,样品带回室内置于 80℃烘箱中烘至恒重,推算地上部分生物量和材积。根系生物量测定采用挖掘法。所选样木地下部分挖出全部根系,小心除去根系周围的土壤,分别按照根桩、粗根(10 mm~20 mm)、中根(5 mm~10 mm)、小根(2 mm~5 mm)和细根(<2 mm)分层分级称其鲜重并取

样,将取样用纸袋装好,带回室后置于 80℃烘箱中烘至恒重,计算根系生物量。灌草层生物量在样地中心和四角处,分别按照 2 m×2 m 的灌木样方和 5 个 1 m×1 m 的草本、凋落样方大小,以刈割法,采用分层取样,测定其生物量。以面积比推算每公顷林地的林下植被及凋落物的地上生物量。

### 2.2 材积计算

马尾松选材规格及材积计算按 GB4814—84 为准执行。

(1) 检尺径自 4 cm~12 cm 的小径原木材积由公式确定:

$$V = 0.7854L(D + 0.45L + 0.2)^2 / 10000$$

(2) 检尺径自 14 cm 以上的原木材积由公式确定:

$$V = 0.7854L [D + 0.5L + 0.0051L^2 + 0.000125L \\ (14 - L)^2 \times (D - 10)]^2 / 10000$$

其中:V——材积  $M^3$ ;

L——检尺长  $\mu m$ ;

D——检尺径  $\mu cm$ 。

(3)原木的检尺长 检尺径按 GB144.2—84《原木检验尺寸检量》的规定检量。

### 2.3 生产力计算

生产力是指单位土地面积上,单位时间内有机物的净生产量。净生产量( $P_N$ )应为一时间内植物生长量( $Y_N$ )、枯损量( $L_N$ )、被动物吃掉的损失量( $GN$ )3个分量之和。本研究设 $P_N$ 仅为 $Y_N$ ,计算得到的净生产力通常小于实际值。林分生产力采用公式(4)计算:

$$P_N = W/a \quad (4)$$

式中 $P_N$ 为平均净生产量(表示生产力);W为生物

量 $a$ 为种群年龄。

### 2.4 数据分析与处理

数据处理:采用 spss14.0 和 excel2013 处理。

## 3 研究结果

### 3.1 不同林龄马尾松生长状况

从不同林龄马尾松生长状况表(表2)可以看出,马尾松的胸径、树高和材积的生长在不同的年龄阶段表现出较大差异。其中,马尾松的胸径和树高在幼龄和中龄阶段生长速度最快,材积量则在成熟期达到最大。经 SPSS 中 LSD 检验结果表明,马尾松幼龄和中龄的胸径生长年量显著性高于成熟阶段,树高和材积的年生长量在各阶段间均表现出差异性显著,但年生长量的大小排序相反。

表2 不同林龄马尾松生长指标

林龄 (a)	胸径		树高		材积	
	总生长量 (cm)	10 a 平均生 长量(cm)	总生长量 (m)	10 a 平均 生长量(m)	总生长量 ( $m^3$ )	10 a 平均 生长量( $m^3$ )
(8)幼龄林	4.08 ± 0.44	0.51 ± 0.054A	5.35 ± 0.37	0.61 ± 0.05a	0.0169 ± 0.0011	0.0029 ± 0.0004c'
(20)中龄林	9.68 ± 0.30	0.56 ± 0.041A	10.71 ± 0.26	0.54 ± 0.03b	0.0754 ± 0.0062	0.0058 ± 0.0003b'
(30)成熟林	13.35 ± 0.25	0.37 ± 0.031B	15.22 ± 0.21	0.45 ± 0.04c	0.1831 ± 0.061	0.0108 ± 0.0002a'

注:表中字母表示 LSD 检验结果,以下表示相同

### 3.2 不同林龄单株马尾松生物量分配

表3为不同林龄马尾松单株生物量及分配状况。从表3可以看出,随着林龄的增加,马尾松各器官生物和总量不断增加,但生物量的分配在不同的林龄上表现出较大差异。其中单株干的生物量占植

株总生物的比重随着林木年龄的增加而逐渐增加,在成熟期的时候达到 72.68%;枝和叶的生物量占植株总生物的比重则随着林木年龄的增加而逐渐减小,在成熟期的时候分别为 9.84% 和 3.12%;根系生物量以成熟林中所占比重最大,为 14.37%,幼龄

表3 不同林龄马尾松单株生物量及分配

林龄(a)	干(kg)	枝(kg)	叶(kg)	根(kg)	总生物量(kg)
(8)幼龄林	4.010 ± 0.070 (52.89) C	1.298 ± 0.114 (17.07) A'	1.215 ± 0.052 (16.09) a	1.058 ± 0.072 (13.95) b'	7.581 ± 0.067 (100)
(20)中龄林	36.533 ± 0.044 (69.06) B	6.222 ± 0.050 (11.76) B'	3.618 ± 0.054 (6.83) b	6.523 ± 0.052 (12.33) a'	52.896 ± 0.046 (100)
(30)成熟林	136.026 ± 0.028 (72.68) A	18.413 ± 0.025 (9.84) C'	5.840 ± 0.037 (3.12) c	26.885 ± 0.028 (14.37) b'	187.164 ± 0.027 (100)

注:括号内数字表示占总生物量比例,以下表示相同。

林次之,中龄林最小。

### 3.3 不同林龄马尾树林地上生物量分配

从不同林龄马尾松林地上生物量及分配(表4)可以看出,随着马尾松林分林龄的增加,林内马尾松密度降低,但乔木层生物量和林地上总生物量均随着林龄的增加而增加;占地上总生物量的比重也逐渐增加;灌木层、草本层和枯落物层占地上部分总生物量比重则逐渐降低;同时,各层生物量在不同林

龄中有显著性差异。其中,乔木层生物量从幼龄林  $15.404 \pm 0.048 t \cdot hm^{-2}$ ,到成熟林已经达到  $142.712 \pm 0.027 t \cdot hm^{-2}$ ,占地上总生物量的比重也从 55.92% 增加到 95.68%。灌木层生物量以幼龄林最高,达  $1.803 \pm 0.021 t \cdot hm^{-2}$ ;成熟林最低,为  $1.140 \pm 0.052 t \cdot hm^{-2}$ 。草本层和枯落物层的生物量则分别以幼龄林和中龄林最大,分别为  $2.728 \pm 0.024 t \cdot hm^{-2}$  和  $4.769 \pm 0.054 t \cdot hm^{-2}$ 。

表 4 不同林龄马尾松林地上生物量及分配

林龄	乔木生物量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )	灌木生物量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )	草本生物量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )	枯落物生物量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )	地上总生物量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )
(8) 幼龄林	15.404 ± 0.048 (64.88)	1.803 ± 0.021 (7.59)	2.728 ± 0.024 (11.49)	3.808 ± 0.054 (16.04)	23.724 ± 0.036 (100)
(20) 中龄林	83.469 ± 0.046 (91.46)	1.358 ± 0.037 (1.49)	1.638 ± 0.050 (1.79)	4.769 ± 0.054 (5.26)	91.260 ± 0.046 (100.00)
(30) 成熟林	142.712 ± 0.027 (95.68)	1.140 ± 0.052 (0.76)	2.048 ± 0.030 (1.37)	3.263 ± 0.041 (2.19)	149.162 ± 0.026 (100.00)

### 3.4 不同年龄马尾树林地上部分生产力

表 5 为不同林龄马尾松林地上部分净生产力。从表 5 可以看出,马尾松林各林层的净生产力和各林层生产力占林地地上总生产力的比重,在不同林龄中表现出较大差异。其中乔木生产力和地上总生产力以中龄林最高,其生产力分别从幼龄林的  $3.741 \pm 0.048 t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$  和  $8.823 \pm 0.029 t \cdot$

$hm^{-2} \cdot a^{-1}$  增加到成熟林的  $7.738 \pm 0.027 t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$  和中龄林  $11.559 \pm 0.022 t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ; 乔木生产力在地上总生产力的比重也以整林龄最大,达到 67.77%。灌木层生产力及其占地上总生产力比例均随着林龄的增加而降低。草本层和枯落物层生产力分别以幼龄林和中龄林最高,但其生产力占地上总生产力比重则随林龄的增加而降低。

表 5 不同林龄马尾松林地上部分生产力

林龄	乔木生产力 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-2}$ )	灌木生产力 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-2}$ )	草本生产力 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-2}$ )	枯落物生产力 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-2}$ )	地上总生产力 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-2}$ )
(8) 幼龄林	3.741 ± 0.048 (42.40)	0.451 ± 0.021 (5.11)	2.728 ± 0.024 (30.91)	1.904 ± 0.054 (20.58)	8.823 ± 0.029 (100.00)
(20) 中龄林	9.835 ± 0.046 (67.77)	0.226 ± 0.037 (1.60)	1.638 ± 0.050 (11.62)	2.398 ± 0.054 (17.01)	14.097 ± 0.044 (100.00)
(30) 成熟林	7.738 ± 0.027 (66.95)	0.143 ± 0.052 (1.23)	2.048 ± 0.030 (17.71)	1.631 ± 0.041 (14.11)	11.559 ± 0.022 (100.00)

## 4 结论与分析

4.1 随着林龄的增加,马尾松各器官生物量和总量不断增加,其中干的生物量占植株总生物的比重随着林木年龄的增加而逐渐增加,在成熟期的时候达到 72.68%; 枝和叶的生物量占植株总生物的比重则随着林木年龄的增加而逐渐减小; 根系生物量以成熟林中所占比重最大,为 14.37%,幼龄林次之,中龄林最小。从各器官生物量大小排序看,马尾松在幼龄林阶段各器官生物量高低排序为树干、枝条、针叶、根系,而在中龄林、成熟林阶段的高低排序都为树干、根系、枝条、针叶。这与许丰伟<sup>[1]</sup>等对贵州省境内的独山县国有林场不同林龄马尾松的单株生物量分配研究结果一致。

4.2 各林龄马尾松林内,地上部分各层次生物量的高低排序都为乔木层、枯落物层、草本层、灌木层; 乔木层生物量和林地地上总生物量均随着林龄的增加而增加; 不同林龄马尾松林分中乔木层生物量占地上总生物量的比重也逐渐增加,并占有绝对的优势; 灌木层、草本层和枯落物层占地上部分总生物量比重则逐渐降低。这与丁贵杰<sup>[2]</sup>、刘茜<sup>[3,6]</sup>等对贵州省龙里林场、桂中丘陵区、广西中部丘陵等马尾松人工林的生物量分配研究结果一致。

4.3 马尾松林的地上部分各林层的净生产力在中

龄林的高低排序都为乔木层、枯落物层、草本层、灌木层,幼龄林和成熟林则表现为乔木层、草本层、枯落物层、灌木层。乔木生产力和地上总生产力以中龄林最大,乔木层生产力在地上总生产力中占绝对比重; 灌木层生产力及其占地上总生产力比例均随着林龄的增加而降低。这与方晰<sup>[7,8]</sup>等人的研究结论一致。

### 参考文献:

- [1] 许丰伟,高艳平,何可权,等. 马尾松不同林龄林分生物量与净生产力研究. 湖北农业科学, 2013, 52(8): 1853 ~ 1858.
- [2] 丁贵杰,王鹏程. 马尾松人工林生物量及生产力变化规律研究 II. 不同林龄生物量及生产力[J]. 林业科学研究, 2001, 15(1): 54 ~ 60.
- [3] 刘茜. 不同龄组马尾松人工林生物量及生产力的研究[J]. 中南林学院学报, 1996, 16(4): 47 ~ 51.
- [4] 陈美高. 不同年龄马尾松人工林生物量结构特征[J]. 福建林学院学报, 2004, 26(4): 332 ~ 335.
- [5] 雷静品,肖文发,黄志霖,等. 三峡库区上游马尾松生长及其与气候变化的关系. 华中农业大学学报, 2011, 30(4): 426 ~ 431.
- [6] 覃林,何友均,李智勇,等. 南亚热带红椎马尾松纯林及其混交林生物量和生产力分配格局[J]. 林业科学, 2011, 47(12): 17 ~ 21.
- [7] 方晰,田大伦,胥灿辉. 马尾松人工林生产与碳素动态[J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 12 ~ 15.
- [8] 阮宏华,姜志林,苏高铭,苏南丘陵主要森林类型的碳循环研究—含量与分布规律[J]. 生态学杂志, 1997, 48B: 17 ~ 21.