

# 简阳“蜀台红香椿”人工林生长特性

王晓丽<sup>1</sup> 辜云杰<sup>2</sup> 贾晨<sup>2</sup> 高洁<sup>2</sup> 张时林<sup>3</sup> 罗建勋<sup>2\*</sup>

(1. 简阳市林业局 四川 简阳 641400; 2. 四川省林业科学研究院 四川 成都 610081;  
3. 资阳市林业局 四川 资阳 641300)

**摘要:** 采用树干解析法对简阳市“蜀台红香椿”人工林生长规律进行研究。结果表明: 27 a 生香椿的胸径 (DBH)、树高与材积总生长量分别为 26.03 cm、17.9 m 与 0.4530 m<sup>3</sup>; 其年平均生长量分别为 0.96 cm、0.66 m 与 0.01678 m<sup>3</sup>; 材积连年生长量在 24 a 时达到最大值, 两者在 27 a 时尚未相交, 香椿材积数量成熟龄在 27 a 后; logistic 曲线对香椿胸径、树高和材积生长动态有较好的拟合效果, 其回归方程分别是  $y = 27.7189 / (1 + 6.4415 * e^{-0.1635x})$ ,  $y = 16.7421 / (1 + 4.2965 * e^{-0.2387x})$ ,  $y = 0.5797 / (1 + 42.9833 * e^{-0.1866x})$ , 其拟合精度分别为 0.9993、0.9978、0.9994。

**关键词:** 香椿; 生长特性; 人工林; 简阳

中图分类号: S725.7 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2015)04-0090-05

## Research on the Growth Characters of *Toona sinensis* Plantations in Jianyang City

WANG Xiao-li<sup>1</sup> GU Yun-jie<sup>2</sup> JIA Chen<sup>2</sup> GAO Jie<sup>2</sup> ZHANG Shi-lin<sup>3</sup> LUO Jian-xun<sup>2</sup>

(1. Forestry Bureau of Jianyang, Jianyang 641400, Sichuan, China; 2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, Sichuan, China; 3. Forestry Bureau of Ziyang, Ziyang 641300, Sichuan, China)

**Abstract:** The research on forest growth characteristics was conducted on the *Toona sinensis* planted in Jianyang town in Sichuan province by using stem analysis method. The results showed the DBH, tree height and tree volume growth of the 27-year-old *Toona sinensis* were 26.03 cm, 17.9 m and 0.4530 m<sup>3</sup>, respectively. Their mean annual increment were 0.96 cm, 0.66 m and 0.01678 m<sup>3</sup>, respectively. The current annual increment reached the maximum at the age of 24, and they did not intersect at the age of 27, which meant that the *Toona sinensis* growth process did not reach its quantitative at the age of 27. The growth dynamic models of DBH, height and volume of *Toona sinensis* were established with the Logistic Equation. Three regression equations were:  $y = 27.7189 / (1 + 6.4415 * e^{-0.1635x})$ ,  $y = 16.7421 / (1 + 4.2965 * e^{-0.2387x})$  and  $y = 0.5797 / (1 + 42.9833 * e^{-0.1866x})$ , and the correlation coefficient of fitting curve (R<sup>2</sup>) were 0.9993, 0.9978 and 0.9994.

**Key words:** *Toona sinensis* (A. juss) Roem., Growth characteristic, Planted forest, Jianyang town

香椿 (*Toona sinensis* Roem.) 是楝科香椿属乔木, 树干通直, 生长迅速, 特别在前期生长较快, 一般 10 a ~ 15 a 可成材, 木材具有美丽花纹和广泛用途, 在国际市场上享有“中国桃花心木”之美称<sup>[1]</sup>。具有较高的食用价值、营养价值与材用价值, 主要分布

在黄河流域和长江流域之间<sup>[2~3]</sup>。不同种源香椿的地理变异是与纬度相平行的南北倾斜的连续变异模式<sup>[4]</sup>。香椿遭受干旱胁迫时, 随着胁迫的增强, 其水分饱和和强度增大, 水势降低, 质膜相对透性增大。但是在复水后, 各指标均能恢复至对照水平<sup>[5]</sup>。林

收稿日期: 2015-04-24

基金项目: 椿类种质资源收集与利用 (ZL2012-06)。

作者简介: 王晓丽 (1973-) 学士, 工程师, 主要从事林业科技推广及种苗管理;

\* 通讯作者: 罗建勋 (1964-) 博士, 研究员, 主要从事森林遗传与树木改良研究。

窗面积对香椿的树高、地径和树冠面积影响显著;随着林窗面积增大,香椿的日均净光合速率增加,但光合能力下降<sup>[6]</sup>。香椿的光合速率日变化和季节性变化均呈双峰曲线,其日变化中有明显的“午休”现象,该现象是非气孔因素导致的<sup>[7]</sup>。香椿林对土壤有改良作用,林龄越大,土壤肥力越高<sup>[8]</sup>。在肥沃冲积土上,3a 生香椿树高达 4.5 m,胸径达 4 cm;14 a 生的树高为 13 m,胸径达 21 cm<sup>[9]</sup>。香椿接收蓝光或者红光的照射,可促进幼苗的生长<sup>[10]</sup>。目前学者对香椿的研究方向很多,但是对香椿生长特性的研究尚未见报道,本文对简阳引进树种“蜀台红香椿”进行树干解析,研究其生长特性,以期为该树种在本地栽培推广提供理论基础和依据。

## 1 研究材料与研究方法

### 1.1 研究地概况

简阳位于四川盆地中部偏西边缘,东经 104°11′34″至 104°53′36″,北纬 30°04′28″至 30°39′0″;属于亚热带季风气候,气候温和,雨量充沛;冬季几乎无降雪,夏季高温多雨;年平均气温 17℃,年平均降水量 874 mm,年无霜期约 311 d;平均海拔 400 m~580 m,地势西北高、东南低,地貌以丘陵地形为主;土壤以紫色土和冲积土为主。

### 1.2 材料

2014 年 12 月在简阳市新星乡平江村、青龙镇石桅村和简城镇顺河村的香椿人工林中分别设置 3 个标准地,对标准地内的香椿调查并各选择 1 株平均木作为解析木,共选择 3 株解析木。

### 1.3 方法

对采集的 3 株平均木,按 2 m 区分段进行树干解析(即在基径、胸径、以后每隔 2 m 锯取树干解析圆盘,梢头不足 1 m 时弃取,梢头大于 1 m 时在 1 m 处取样)。用直尺按南—北、东—西方向量取树干解析圆盘的带皮直径、去皮直径、各年轮直径等指标。3 株解析木(I、II、III)的生长环境基本情况见表 2。根据获得的解析木的树高(H)和胸径(D)数据,采用中央断面区分求积式计算出相应材积(V),计算公式如下:

$$V = l \sum_{i=1}^n g_i + \frac{1}{3} g' l'$$

式中  $g_i$  为第  $i$  个区分段中央断面积;  $l$  为各区分段长度;  $n$  为区分段个数;  $g'$  为梢头断面积;  $l'$  为梢头长度。

材积生长率计算采用普雷斯勒生长率公式求算,公式如下:

$$Pv = (Va - Va - n) / (Va + Va - n) \times 200 / n$$

式中:  $Pv$  为材积生长率;  $Va$  为调查末期材积量;  $Va - n$  为调查初期材积量;  $n$  为龄级数。

## 2 结果与分析

通过对标准地中的 3 株蜀台红香椿解析木的胸径、树高、材积生长量进行分析研究,测定 3 株解析木树龄分别为 27 a、27 a、30 a。香椿生长速度快,以 3 a 为 1 个龄级进行统计分析,取 3 株树的胸径、树高、材积的总生长量、平均生长量、连年生长量,最后取其平均值(见表 1)。

表 1 香椿树干生长过程

年龄(a)	树高(m)			胸径(cm)			材积(m <sup>3</sup> )				胸高形数
	总生长量	年平均生长量	连年生长量	总生长量	年平均生长量	连年生长量	总生长量	年平均生长量	连年生长量	生长率(%)	
3	4.04	1.35	1.35	4.20	1.40	1.40	0.00637	0.00212	0.00212	66.67	0.87
6	9.38	1.56	1.78	8.80	1.47	1.53	0.03182	0.00530	0.00848	44.43	0.56
9	11.96	1.33	0.86	11.78	1.31	0.99	0.06602	0.00734	0.01140	23.30	0.51
12	13.24	1.10	0.43	15.05	1.25	1.09	0.11400	0.00950	0.01600	17.77	0.48
15	14.11	0.94	0.29	17.48	1.17	0.81	0.16643	0.01110	0.01747	12.46	0.49
18	14.89	0.83	0.26	20.38	1.13	0.97	0.23022	0.01279	0.02126	10.72	0.47
21	15.78	0.75	0.30	22.15	1.05	0.59	0.30136	0.01435	0.02371	8.92	0.50
24	16.88	0.70	0.37	25.03	1.04	0.96	0.39609	0.01650	0.03158	9.06	0.48
27	17.90	0.66	0.34	26.03	0.96	0.33	0.45300	0.01678	0.01897	4.47	0.48

### 2.1 香椿树高生长过程

对 27 a 生香椿树高生长过程进行分析(表 1 与图 1) 结果表明,27 a 生的香椿树高可达 17.90 m,香椿树高生长具有明显的前期速生的特点,随着年

龄的增加树高也增大,总生长量在前 12 a 生长迅速,第 12 年时树高即达 13.24 m。树高的连年生长量与年平均生长量曲线在生长期表现出先上升再下降的趋势,两者相交之前,连年生长量的值大于平

均生长量的值 相交之后则相反。树高的连年生长量的变异范围为 0.26 m~1.78 m,在第 6 年达到最大值为 1.78 m,此后在第 9 年时迅速下降到 0.86 m,在第 18 年达到最小值为 0.26 m,然后又出现小幅上升再下降的趋势;树高的平均生长量的变异范围为 0.66 m~1.56 m,同样也是在第 6a 达到最大值为 1.56 m,此后平均生长量逐渐下降。树高的连年生长量与平均生长量曲线在第 7 年左右相交,表明树高生长的数量成熟龄约在 7 a 生时,在此时对林分进行适当的间伐、疏伐等经营手段能够维持林木的继续快速生长。

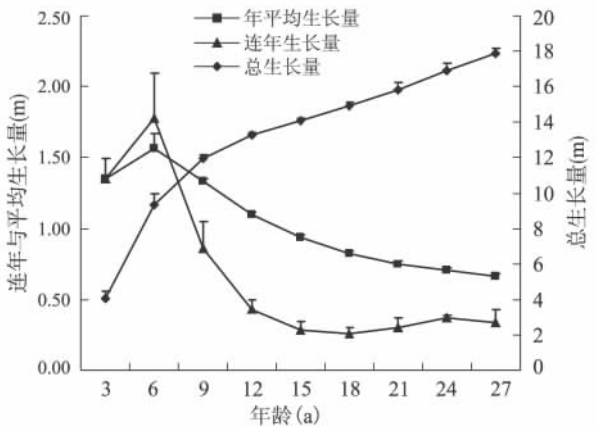


图1 香椿树高生长规律

### 2.2 香椿胸径生长过程

对 27 a 生香椿的胸径生长过程进行分析(见表 1 与图 2),结果表明:27 a 生香椿的胸径为 26.03 cm,胸径在前期(1 a~9 a)具有生长速度快的特点。胸径连年生长量与平均生长量同时第 6 年时达到最大值分别为 1.53 cm 与 1.47 cm,此后平均生长量随着年龄的生长而逐渐平缓的下降,而连年生长量在下降过程中出现较明显的上下浮动的现象,这与其生长的环境以及气候有一定的关系。胸径的连年生长量曲线与平均生长量曲线约在第 7 年相交,此时对林分进行一次抚育间伐,可保证林木充足的营养空间,促进林木在后期的更好的生长。胸径的平均生长量达到峰值后开始减小,但其降低的量很小,结合表 1 和图 2 可知,年平均生长量最小时也有 0.96 cm,说明香椿在生长过程中胸径具有持久快速生长的特性。

### 2.3 香椿材积生长过程

对 27 a 生香椿的材积生长过程进行分析(见表 1 与图 3),结果表明:香椿的材积总生长量随着年龄的生长而增加,27 a 时材积累计生长量到

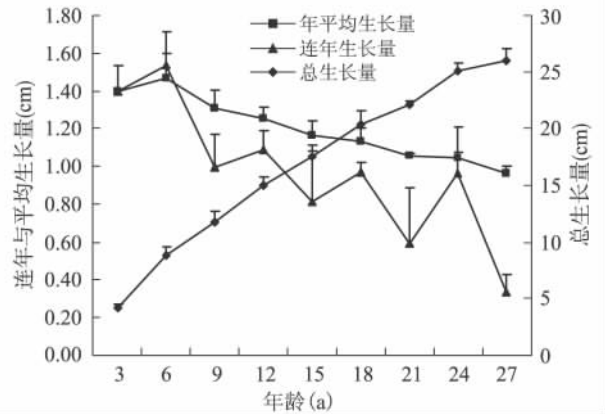


图2 香椿胸径生长规律

0.45300 m<sup>3</sup>;材积的连年生长量出现先上升后下降的变化特点,在第 24 年时达到最大值为 0.03158 m<sup>3</sup>;而平均生长量一直处于上升趋势,在第 27 年时其值为 0.01678 m<sup>3</sup>,也许尚未达到最大值。材积的连年生长量曲线与平均生长量曲线在第 27 年生时尚未相交,表明香椿的材积数量成熟年龄要晚于 27 a,根据曲线的趋势预计两者应在第 28 年左右相交。数量成熟是确定林分进行采伐或主伐的重要依据之一。因此香椿的采伐时间应在 27 a 后。

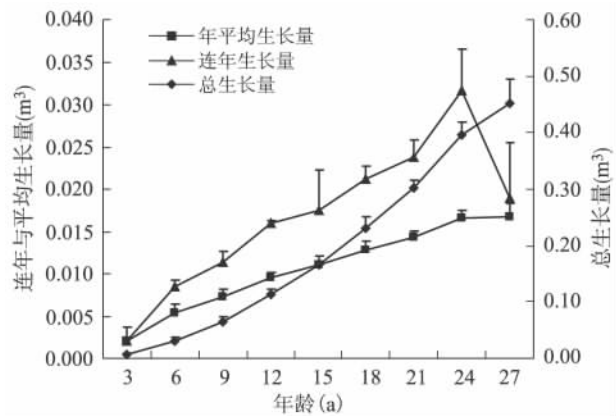


图3 香椿材积生长规律

### 2.4 香椿材积生长率与胸高形数

材积生长率是反映植株材积生长速度的一个指标;胸高形数是反映树干饱满程度的指标,其值越大树干的饱满度越好。对 27 a 生香椿的材积生长率与胸高形数进行分析(见表 1 与图 4),结果表明:香椿的材积生长率与胸高形数均随着年龄的生长而逐渐降低,材积生长率在前 9 a 的下降速度很快,之后下降速度开始减缓;而胸高形数在前 6a 的下降快,后期的下降速度减缓并最终稳定在 0.48 左右,香椿树干的饱满度较好。

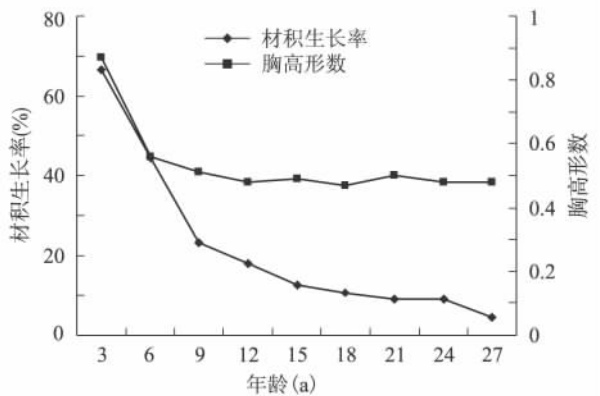


图 4 香椿的材积生长率与胸高形数

2.5 香椿生长模型拟合

分别将解析木的胸径、树高与材积同林分年龄建立回归方程,采用具有典型代表的逻辑斯蒂(logistic)模型进行拟合,其表达式如下:

$$y = k / (1 + a * e^{-bx})$$

式中  $y$  为生长量; $x$  为生长时间, $k$ 、 $a$ 、 $b$  为待定参数,可用倒数求和法来选取待定参数的初始值,再用 spss 软件中 Marguardt 迭代法求解。

2.5.1 胸高、树高、材积生长模型拟合

根据香椿的生长过程求出树高、胸径与材积的待定参数  $a$ 、 $b$ 、 $k$  的值,并对参数进行显著性方差分析,结果见表 2。由表 2 可知,香椿的树高、胸径和材积的待定参数的  $P$  值均小于 0.0001,说明所求参数代入生长方程中  $y$  与  $x$  的回归关系极显著。

表 4 树高、胸径与材积拟合方程的检验

年龄 (a)	树高 (m)			胸径 (m)			材积 (m <sup>3</sup> )		
	实际	拟合	残差	实际	拟合	残差	实际	拟合	残差
3	4.04	5.40	-1.36	4.2	5.61	-1.41	0.00637	0.02268	-0.01631
6	9.38	8.26	1.12	8.8	8.12	0.68	0.03182	0.03857	-0.00675
9	11.96	11.15	0.81	11.78	11.18	0.60	0.06602	0.06430	0.00172
12	13.24	13.45	-0.21	15.05	14.55	0.50	0.114	0.10390	0.01010
15	14.11	14.95	-0.84	17.48	17.83	-0.35	0.16643	0.16030	0.00613
18	14.89	15.82	-0.93	20.38	20.69	-0.31	0.23022	0.23236	-0.00214
21	15.78	16.28	-0.50	22.15	22.95	-0.80	0.30136	0.31267	-0.01131
24	16.88	16.51	0.37	25.03	24.59	0.44	0.39609	0.38960	0.00649
27	17.9	16.63	1.27	26.03	25.71	0.32	0.453	0.45333	-0.00033

由表 4 知,实际值与预测值比较接近,各测树因子不同林龄的残差值均较小,预测值能够较好的反应林分生长情况,拟合的生长预估模型较科学,可应用在实际生产中。

3 结论与讨论

香椿树高生长具有前期速生性,连年生长量和

表 2 树高、胸径与材积待定参数的方差分析

因子	来源	自由度	平方和	均方	F 值	Pr > F
树高	回归	3	1690.4	563.5	459.12	<0.0001
	残差	6	7.3637	1.2273		
	总和	9	1697.8			
胸径	回归	3	2971.7	990.6	1412.2	<0.0001
	残差	6	4.2086	0.7014		
	总和	9	2975.9			
材积	回归	3	0.5514	0.1838	1753.31	<0.0001
	残差	6	0.000629	0.000105		
	总和	9	0.552			

将待定参数代入 logistic 方程,分别得到树高、胸径、材积的生长曲线模型(见表 3)。胸径、树高、材积的生长曲线方程拟合的精度分别为 0.9978、0.9993、0.9994,说明香椿人工林的胸径、树高、材积与林龄存在密切的相关性,拟合的模型能够很好地反映林木生长情况。

表 3 树高、胸径与材积的回归方程

因子	回归方程	决定系数 R <sup>2</sup>
树高	$y = 16.7421 / (1 + 4.2965 * e^{-0.2387x})$	0.9978
胸径	$y = 27.7189 / (1 + 6.4415 * e^{-0.1635x})$	0.9993
材积	$y = 0.5797 / (1 + 42.9833 * e^{-0.1866x})$	0.9994

2.5.2 生长模型的验证

通过对香椿树高、胸径和材积与林龄的回归方程可知,其相关性较高,拟合效果较好,为了进一步验证香椿人工林的生长模型的可靠性,将林龄代入生长模型进行各测树因子的预测,结果见表 4。

平均生长量在第 6 年达到高峰,分别为 1.78 m 与 1.56 m,并在第 7 年左右相交。香椿胸径生长同样具有前期速生性,连年生长量和年平均生长量在第 6 年达到最大值,其连年生长量在下降过程出现明显的上下浮动现象,这与其生长环境和气候有一定关系。香椿的材积连年生长量在第 24 年达到最大值为 0.03158 m<sup>3</sup>,27 年生香椿人工林尚未达到数量成熟,可适当对林分进行间伐,淘汰劣质木促进优质

木生长,提升材积的产量。

运用 SPSS 软件得到的香椿胸径、树高、材积生长量与树龄间的回归方程,能较好反映胸径、树高、材积生长量与树龄之间的关系,可用于香椿生长的预测预报。胸径生长模型:  $y = 27.7189 / (1 + 6.4415 * e^{-0.1635x})$ , 树高生长模型:  $y = 16.7421 / (1 + 4.2965 * e^{-0.2387x})$ , 材积生长模型:  $y = 0.5797 / (1 + 42.9833 * e^{-0.1866x})$ 。

#### 参考文献:

- [1] 彭方仁,梁有旺.香椿的生物学特性及开发利用前景[J].林业科技开发,2005,19(3):3~6.
- [2] 吴国兴.香椿刺龙牙保护地栽培[M].北京:金盾出版社,2001.

- [3] 陈存及.阔叶树种栽培[M].北京:中国林业出版社,2000.
- [4] 孙鸿有,王鹏飞,等.香椿地理变异与种源选择[J].浙江林业学院学报,1992,9(3):237~245.
- [5] 杨玉珍,彭方仁,岑显超,等.干旱胁迫下不同种源香椿苗木的生理生化变化[J].南京林业大学学报(自然科学版),2008,32(1):24~28.
- [6] 张军,李贤伟,范川等.林窗面积对香椿生长及光合生理特性的影响[J].广西植物,2014,(3):355~361.
- [7] 张玉洁.香椿幼树光合作用及其影响因子研究[J].林业科学研究,2002,15(4):432~436.
- [8] 邓伊晗,夏玉芳,郝静,等.不同年龄人工香椿林对土壤理化性质的影响[J].贵州农业科学,2012,40(8):117~120.
- [9] 焦其宏,王月海.香椿速生丰产用材林栽培前景浅议[J].山东林业科技,2000(1):43.
- [10] 张立伟,刘世琦,张自坤,等.不同光质下香椿苗的生长动态[J].西北农业学报,2010,19(6):115~119.

(上接第145页)

层次人才给予项目经费上的扶持和生活待遇保障上的经费扶持,加大对高层次人才的吸引力,解决高层次人才的后顾之忧。青年人才的培养是高层次人才战略的重要组成部分,指导青年人才学科发展定位,提供主持承担科研课题和到领导岗位上锻炼的机会,关心工作和生活中的实际困难,认真听取他们意见和建议,使青年人才快速的成长起来。

#### 4.4 拓宽人才引进渠道,增加单位引进人才的自主权

为适应科研机构发展的需要,拓宽引才渠道,增加单位引进人才的自主权力,发挥市场机制在人才配制方面的作用,由单位根据需要引进人才特别是高层次科技人才、管理人才和适应工作需求的特殊人才十分必要。

实现四川林业的跨越式发展,归根到底要靠人才。在生态文明建设的大背景下,在林业产业机遇与挑战并存的关键时期,只有树立科学的人才观,敢于突破传统思维定式,谋求制度创新,超越体制障

碍,致力于完善人才支撑条件和创新平台,营造好的人才生态环境,才能实现林业产业以人才为前提的科学发展和可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 中共中央国务院.中共中央国务院关于加快林业发展的决定,2003,网址: [http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2003-09/11/content\\_1075042.htm](http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2003-09/11/content_1075042.htm).
- [2] 肖淑侠,姜维复.试论我国管理型人才的开发战略[J].吉林农业大学学报,1993,15(4):157~159.
- [3] 四川省林业厅.四川林业发展“十二五”规划,2011,网址: [www.sely.gov.cn](http://www.sely.gov.cn).
- [4] 李仁刚.努力探索高效高层次人才队伍建设的新路子[J].高等农业教育,2003,(1):44~46.
- [5] 杨继平.干林的学林的少,学林的干林的少[R].北京:林业人才教育与林业队伍专业化素质调查报告,2010.
- [6] 李德辉.公益类研究机构科研人员薪酬福利体系的问题及对策[J].四川林业科技,2010(6):103~105.
- [7] 杨素华.林业新定位下的林业高校就业问题研究,东北林业大学博士论文,2007.
- [8] 王魁英,杨波,谭映军,等.医院高层次人才培养的做法[J].解放军医院管理杂志,2009,16(2):135~136.