

文章编号: 1008 - 2786 - (2012) 6 - 648 - 07

千年桐人工林乔木层的生物量特征

洪滔 吴承祯* 林勇明 陈灿 李键 林晗

(福建农林大学 福建 福州 350002)

摘 要: 研究物质能源树种千年桐人工林乔木层生物量特征及其分配规律。采用样地调查和标准木收获法测定 2 a、3 a、5 a、7 a、9 a 生千年桐人工林乔木层生物量,建立千年桐人工林乔木层生物量回归模型,其全株的相关系数为 0.980 1,其他组分相关系数均在 0.909 3 以上,具有良好的相关性。结果表明: 2 a、3 a、5 a、7 a、9 a 生林分乔木层生物量分别为 41.162 t/hm²、51.15 t/hm²、58.656 t/hm²、114.005 t/hm²、134.894 t/hm²。9 a 生林分乔木层生物量是分别 7 a、5 a、3 a、2 a 生林分的 1.183 倍、2.300 倍、2.637 倍、3.277 倍。各器官生物量分配中,9 a 生林分的树干对乔木层生物量贡献最大,达到 41.09%,贡献率最小的是 2 a 生林分,为 38.54%;7 a 生林分的树枝对乔木层生物量贡献率最大,达到 26.1%,贡献率最小的是 5 a 生林分,为 22.8%;5 a 生林分的树叶对乔木层生物量贡献率最大,为 13.72%,贡献率最小的是 7 a 生林分,为 10.38%;7 a 生林对林分的树根生物量贡献率最大,为 23.68%,贡献率最小的是 9 a 生林分,为 21.52%。乔木层的生物量主要以树干为主,杆、枝、叶、根的生物量均表现出明显随林龄增长而递增的规律。

关键词: 千年桐; 人工林; 生物量

中图分类号: S722.7

文献标识码: A

森林生物量的测算已成为生态学和全球变化研究的重要内容之一^[1],同时森林生物量测定也是深入研究许多林业和生态问题的基础工作。由于乔木层生物量在森林生物量中所占比重最高,而成为森林生态系统的物质和能量基础,深入研究具有重要意义。20 世纪 70 年代我国开始研究杉木(*Cunninghamia lanceolata*)人工林生态系统生物量,随后开展了许多不同地带的森林类型生物量和生产力研究^[2-5]。森林生物量主要研究方法有收获法和相对生长法,其中收获法虽准确但费时费力且不具有连续性,采用相对生长法建立经验回归模型估算植物生物量有效地降低对植被的破坏,更重要的是可以

得到植物生物量的连续变化^[6]。温远光等^[7]将相对生长法运用于桉树人工林群落总生物量、乔木层生物量、林下植被生物量和物种多样性的研究,验证效果优异。Chuanquan Wang^[8]针对兴安落叶松、枫木等 10 种温带树种生物量建立异速生长模型。王仲锋等^[9]利用相对生长法表示材积和蓄积模型,导出了区域蓄积量与生物量的 CVD 关系模型。因此,相对生长法是生物量研究的重要方法之一。

千年桐(*Aleurites Montana*)是我国南方重要的生物质能源树种,油桐干种仁含油率 60% ~ 70%,主要成份是桐酸,含量达 80%。加快发展林木生物质能源是我国能源贮备、改善和保护生态环境的战

收稿日期(Received date): 2011 - 08 - 02; 改回日期(Accepted): 2012 - 03 - 20。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金资助项目(30671664、31070606)、教育部博士学科点专项基金资助项目(20093515110006)、福建省科技重大专项资助项目(2006NZ0001A)。[The National Natural Science Foundation of China(30671664、31070606), the National Ministry of Education Foundation for Ph d Program(20093515110006), the Science and Technology Major Project of Fujian(2006NZ0001A) .]

作者简介(Biography): 洪滔(1978 -), 男, 福建人, 硕士, 副教授, 主要从事森林经理和森林生态学等方面研究。[Hong Tao (1978 -), male, born in Fujian, master, associate professor, research fields: forest management, forest ecology.] Tel: 0591 - 28185886, E - mail: henri-hong@163.com

* 通讯作者(Corresponding author): 吴承祯, 博士, 教授, 主要从事森林生态学等方面研究。[Wu chengzhen, Ph d, professor, research fields: forest ecology.] Tel: 0591 - 87640103, E - mail: fjwcz@126.com

略举措,掌握千年桐人工林生长动态,对其优化管理与开发利用十分重要。目前对中国南方千年桐的研究极少,仅限于木材物理材性^[10]、叶面喷施稀土^[11]等方面。近年千年桐人工林作为生物质能源林,面积逐年扩大,但有关千年桐林分的生物量研究未见报道。鉴于此,本研究以相对生长法为基本方法,研究不同年龄千年桐人工林乔木层生物量及其分配,为千年桐生物质能源林的持续经营奠定理论基础。

1 试验地概况

千年桐喜温暖、畏严寒,正常生长发育要求平均温度在 14℃~18℃,全年无霜期 240~270 d。生长发育要求有充沛而且分布适当的降雨量和较高的空气相对湿度,年降雨量要求在 1 100~1 700 mm,在主要生长季节,月平均降雨量在 100~180 mm 之间;空气相对湿度年平均要求 70%~80%,生长季节要在 80% 左右。适宜生长在中性偏酸的沙质壤土上,pH 值低于 4.5 则生长不良。

本研究的试验地位于福建省北部的建阳市,是千年桐的适生区。该区域地处武夷山南麓,27°16′~27°43′N,117°31′~118°38′E。东邻松溪、政和,西连邵武、光泽,南接建瓯、顺昌,北界武夷山、浦城,东西长 112.5 km,南北宽 69 km,总面积 3 383 km²。属中亚热带季风性气候,冬短夏长,温差大,雨季集中。年平均气温 15℃~19℃,无霜期 280 d,年平均

降雨量 1 697 mm,年平均日照 1 802 h。土壤主要以红壤为主,兼有黄壤、水稻土、紫色土、潮土、草甸土共 6 个土类,土壤有机质含量 3%~5%,土壤属轻壤~中壤,pH 值 5~6.5,土壤含砂量<10%。植被属中亚热带常绿阔叶林区,主要植被类型:针叶林、常绿阔叶林、针阔混交林、经济林、竹林、灌丛、草甸和草地。各植被类型依海拔呈带谱分布。

2 研究方法

2.1 样地设置

在对试验区全面勘察的基础上,在建阳市书坊乡选取林分状况近似、立地条件差异不大、森林经营管理措施较为一致的 5 个具有典型代表性的不同林龄千年桐人工林群落设置样地。每一林分设置 5 个样地,每一样地面积为 400 m²,调查群落海拔、坡向、坡位、坡度、土壤条件(表 1)。对样地内的样木进行每木检尺,测定胸径、树高、枝下高和冠幅,根据每木调查数据计算林分密度、平均胸径和树高。

2.2 乔木层生物量的测定方法

以样地千年桐植株径级分布为基础,每一径级选取 1 株树冠完整、树杆无分叉、无倾斜的标准木,将标准木砍倒后以 1 m 为区分段作树杆解析,共采伐标准木 19 株。将标准木按 Mensi 分层切割法,地上部分以 1 m 为区分段,用分层切割法和全根挖掘法测定标准木的树杆、树枝、树叶和树根鲜重后,取样烘干至恒重,计算各器官干物质质量,以林分平均

表 1 千年桐人工林样地概况
Table 1 The survey of *Aleurites montana* plantation

林龄 a	地理位置	海拔 /m	坡向	坡度	坡位	密度 /(株/hm ²)	平均胸径 /cm	平均树高 /m
9	117°48'8"E 27°16'32"N	213	南坡	5°	中下坡	615.12	11.42	10.19
7	117°21'5"E 27°19'3"N	221	西南坡	25°	中下坡	780.56	8.76	9.08
5	116°23'1"E 26°08'19"N	225	西南坡	19°	中下坡	945.36	6.26	5.77
3	116°39'3"E 26°10'22"N	255	东南坡	21°	下坡	1 440.13	5.2	3.78
2	117°27'6"E 26°14'36"N	254	南坡	13°	中坡	1 562.68	4.17	1.93

胸径和平均树高作为自变量建立生物量回归方程来推算人工林林分各组成部分的生物量。最后根据林分密度推算单位面积乔木层各器官生物量和乔木层总生物量。

2.3 生物量模型的选择

Huxly 根据林木生长过程中各生长系之间有协调增长的规律,提出相对生长关系法则^[12]。相对生长关系用公式可表示为

$$Y = aX^b \text{ 或 } \ln Y = \ln a + b \ln X \quad (1)$$

式中 X 和 Y 是林木的各维量, a 、 b 为供试木回归所得的常数。实践中,一组被伐倒并经仔细测定的样本,其生物量、生产力和其它度量值(作为因变量 Y) 和林木胸径(作为自变量 X 用 D 表示) 有对数回归关系,但一些研究表明用胸径作为自变量 X 建立的模型仅适应于立地条件相同的生态系统,树高(H) 在一定程度上能反映立地条件的差异,因此用胸径的平方乘以树高(D^2H) 作为自变量 X 被认为更合适

$$W = a(D^2H)^b \text{ 或 } \lg W = \lg a + b \lg D^2H \quad (2)$$

据此,可以建立林木各器官的生物量与测树因子的关系,从而用林分测树因子的调查值估计森林生态系统乔木层各器官的生物量。这种方法在 Kit-tredge 成功地拟合了白松等树种的叶量和胸径的对数回归方程后,被大量地采用。Whitaker^[13] 曾对这种方法进行了深入的探讨,并认为对不同林分的生物量研究也是合适的。因此,本文采用此方法建立千年桐生物量模型。

3 结果与分析

3.1 千年桐人工林生物量模型

利用选择标准木的胸径、树高和各器官生物量的数据,选择相对生长式 $W = a(D^2H)^b$,其中 W 为器官生物量、 D 为林木胸径、 H 为林木树高、 a 和 b 为回归参数。采用改进单纯形法^[14],求解生物量模型参数 a 、 b 的值,建立千年桐各器官的生物量与胸径和树高的回归方程,进而得到千年桐乔木层各器官生物量的回归模型(表 2)。各器官生物量回归模型相关系数均很高,除最低的树叶相关系数为(0.909 3) 外,其他均在 0.92 以上,全株的相关系数为 0.980 1,相关系数均达到显著水平($p = 0.01$)。表明该模型具有良好的相关性,可用于计算千年桐乔木层的生物量。

表 2 千年桐人工林生物量回归模型

Table 2 Regression model of biomass of *Aleurites montana* plantation

器 官	回 归 方 程	相关系数
树干	$W = 0.0750(D^2H)^{0.8393}$	0.995 5
树枝	$W = 0.1223(D^2H)^{0.6354}$	0.929 5
树叶	$W = 0.0001(D^2H)^{1.5344}$	0.909 3
树根	$W = 0.0366(D^2H)^{0.7264}$	0.949 7
全株	$W = 0.2479(D^2H)^{0.7454}$	0.980 1

研究速生的 10 a 生尾叶按人工林生物量和生产力时,用与本研究相同的数学模型,计算了树干、树枝、树叶、树根的生物量模型,其相关系数分别为 0.997 2、0.897 3、0.933 4、0.994 4^[15],得到与本文一样较为理想的效果。这表明该模型具有良好的相关性,可用于计算千年桐乔木层的生物量。

3.2 千年桐人工林不同林龄乔木层生物量的径阶分配

各径阶中株数和生物量的分布研究可以反映林分径阶结构是否合理,在群落发育过程中是否受到其他干扰,也是反映森林生态系统是否处于动态平衡之中的重要依据之一。以不同年龄千年桐人工林调查数据为样本,统计各径阶株数以及按千年桐生物量回归模型计算的各径阶生物量及径阶内各器官生物量所占总生物量的百分比,并根据各径阶器官生物量分配情况建立生物量分配表(表 3)。2 a 生千年桐人工林,乔木层生物量主要集中于径级为 8~10 cm 的个体,占总生物量的 57.96%;3 a 生千年桐人工林乔木层生物量主要集中于径级为 10~12 cm 的个体,其个体数占 47%,但生物量占总生物量的 56.45%;5 a 生千年桐人工林乔木层生物量主要集中于径级为 12~14 cm 个体,其个体数占 33.7%,但生物量占总生物量的 60.80%;7 a 生千年桐人工林乔木层生物量主要集中于径级为 14~16 cm 个体,其个体数占 43.0%,但生物量占总生物量的 69.44%;9 a 生千年桐人工林乔木层生物量主要集中于径级为 16~18 cm 个体,其个体数占 43.1%,但生物量占总生物量的 50.1%。千年桐人工林在生长过程中,个体分化不严重,径级分布较集中,林分乔木层生物量径级分布也十分集中,主要集中于某一特定径级,反映千年桐人工林在林龄增长过程中,随着个体在不断增大,体现自然稀疏进程,个体生物量也在不断增大,其增长效应明显(见表 3)。

表 3 千年桐人工林乔木层生物量径级分配表
Table 3 The organ biomass of the *Aleurites montana* different DBH of tree layer plantation

林龄 /a	生物量 /(t/hm ²)	径级/cm								合计
		4≤D<6	6≤D<8	8≤D<10	10≤D<12	12≤D<14	14≤D<16	16≤D<18	18≤D<20	
2	株数(株/hm ²)	273.537	529.121	760.025						1 562.683
	树杆	2.127	4.86	8.878						15.865
	树枝	1.227	3.179	6.093						10.499
	树叶	0.621	1.335	3.513						5.469
	树根	1.021	2.935	5.373						9.329
	合计	4.996	12.309	23.857						41.162
3	株数(株/hm ²)		235.22	527.919	676.993					1 440.132
	树杆		2.273	6.602	11.031					19.906
	树枝		1.178	3.913	7.848					12.939
	树叶		0.71	2.93	2.986					6.626
	树根		1.068	3.6	7.011					11.679
	合计		5.229	17.045	28.876					51.15
5	株数(株/hm ²)		115.35	162.646	348.971	318.393				945.36
	树杆		1.121	1.981	6.188	14.433				23.723
	树枝		0.761	1.192	3.581	7.839				13.373
	树叶		0.249	0.523	2.132	5.144				8.048
	树根		0.664	1.15	3.454	8.244				13.512
	合计		2.795	4.847	15.355	35.66				58.656
7	株数(株/hm ²)			40.094	165.732	239.291	335.442			780.56
	树杆			0.546	2.795	10.177	31.907			45.426
	树枝			0.318	1.637	7.439	20.357			29.751
	树叶			0.101	1.164	2.821	7.753			11.839
	树根			0.186	1.532	6.124	19.147			26.989
	合计			1.151	7.128	26.561	79.164			114.004
9	株数(株/hm ²)				51.4	153.19	103.52	265.19	41.82	615.12
	树杆				0.934	7.204	8.136	29.457	9.691	55.422
	树枝				0.658	4.599	4.322	16.593	6.287	32.459
	树叶				0.262	2.331	2.971	6.952	5.467	17.983
	树根				0.457	3.177	3.93	14.535	6.931	29.03
	合计				2.311	17.311	19.359	67.537	28.376	134.894

3.3 千年桐人工林不同林龄乔木层的生物量及其器官分配

根据乔木层器官生物量回归模型结合林分调查数据直接推算出各林分所有立木的生物量和各器官生物量,将其生物量之和折算为单位面积重量(t/hm²),即乔木层总生物量和各器官生物量(表 4)。

9 a 生千年桐人工林乔木层的生物量为 134.894 t/hm²。乔木层生物量在各器官的分配中

树杆的比重最高,为 55.422 t/hm²,占乔木层比重的 41.09%;树枝的生物量为 32.459 t/hm²,占乔木层比重的 24.06%,居第二位;其次依次是树根、树叶,树叶的生物量最小,为 17.983 t/hm²,仅占乔木层比重的 13.33%。

7 a 生千年桐人工林乔木层的生物量为 114.004 t/hm²。树杆依然是乔木层生物量主体,为 45.426 t/hm²,占乔木层比重的 39.85%;其次树枝

表 4 千年桐人工林各林龄乔木层的生物量及其器官分配

Table 4 The allocation of the *Aleurites montana* different parts of tree layer in multi-age plantation

年 龄	树 杆		树 枝		树 叶		树 根		合 计
	生物量 /(t/hm ²)	所占百 分比/%	生物量 /(t/hm ²)	所占百 分比/%	生物量 /(t/hm ²)	所占百 分比/%	生物量 /(t/hm ²)	所占百 分比/%	生物量 /(t/hm ²)
9 a 生	55.422	41.09	32.459	24.06	17.983	13.33	29.03	21.52	134.894
7 a 生	45.426	39.85	29.751	26.10	11.839	10.38	26.989	23.67	114.005
5 a 生	23.723	40.44	13.373	22.80	8.048	13.72	13.512	23.04	58.656
3 a 生	19.906	38.92	12.939	25.30	6.626	12.95	11.679	22.83	51.15
2 a 生	15.865	38.54	10.499	25.51	5.469	13.29	9.329	22.66	41.162

的生物量超过树根,为 29.751 t/hm²,占乔木层比重的 26.1%,居第二位;树根和树叶生物量分居第三和第四,分别为 26.989 t/hm²和 11.839 t/hm²,占比分别为 23.67%和 10.38%。

5 a 生的千年桐人工林乔木层的生物量为 58.656 t/hm²,乔木层中树杆生物量为 23.723 t/hm²,占总的 40.44%,生物量大小依次为树枝>树根>树叶;3 a 生的千年桐人工林乔木层的生物量为 51.15 t/hm²,乔木层中树杆生物量为 19.906 t/hm²,占总的 38.92%,生物量大小依次为树枝>树根>树叶;2 a 生千年桐人工林乔木层的生物量为 41.162 t/hm²,乔木层中生物量最大的是树杆,为 15.865 t/hm²,占总的 38.54%,生物量大小依次为:树枝>树根>树叶。

不同年龄林分中 9 a 生千年桐人工林乔木层的生物量达到了 134.894 t/hm²,是 2 a 生千年桐人工林乔木层的 3.28 倍,是 3 a 生林分的 2.64 倍。各器官在生物量的分配中,树杆中以 9 a 生人工林对林分生物量贡献最大,达到 41.09%,贡献率最小的是 2 a 生林,为 38.54%,树杆对林分生物量的平均贡献率为 39.77%;树枝中以 7 a 生林对林分生物量贡献率最大,达到 26.1%,贡献率最小的是 5 a 生林分,为 22.8%,树枝对林分生物量的平均贡献率为 24.75%;树叶中以 9 a 生林对林分生物量贡献率最

大,为 13.33%,贡献率最小的是 7 a 生林分,仅为 10.38%,树叶对林分生物量的平均贡献率为 12.74%;树根中以 7 a 生林对林分生物量贡献率最大,为 23.67%,贡献率最小的是 9 a 生林分,仅为 21.52%,树根对林分生物量的平均贡献率为 22.75%。

比较可知,随林龄的增长,群落中大的径级和高度级的乔木数量呈下降趋势,而乔木层生物量随林龄的增长而增加。乔木层的生物量主要以树杆和树枝为主,群落的总生物量随林龄的增长而增加。树杆和树枝的生物量随林龄增长的变化表现出一定幅度稳定增加,树叶也基本体现出小幅递增的规律,树根的生物量随着林龄增加而递增。

对不同年龄和不同器官的千年桐生物量进行双因素方差分析,结果表明杆、枝、叶、根之间、不同林龄之间的生物量差异显著(表 5),结论与上述分析结果相符。

4 结论与讨论

1. 建立了千年桐各个器官及总生物量的回归模型 $W = a(D^2H)^b$,全株生物量模型的相关系数达 0.980 1,具有良好的相关性,可在实际中应用。千年桐人工林不同林龄林分乔木层生物量增长规律表

表 5 不同年龄与不同器官生物量双因素方差分析

Table 5 Dual factor variance analysis of biomass of different ages and organs

差异源	离差平方和	自由度	均方	均方比	显著性水平	F 临界值
不同器官	1 741.492	4	435.372 9	15.497 03	* * 0.000 11	3.259 167
不同年龄	1 247.025	3	415.674 8	14.795 88	* * 0.000 246	3.490 295
误差	337.127 5	12	28.093 96			
总计	3 325.644	19				

现为随着年龄增大而增大 2 a、3 a、5 a、7 a、9 a 生林分乔木层生物量分别为 41.162 t/hm²、51.15 t/hm²、58.656 t/hm²、114.005 t/hm²、134.894 t/hm² 9 a 生林分乔木层生物量是分别 7 a、5 a、3 a、2 a 生林分的 1.183 倍、2.300 倍、2.637 倍、3.277 倍。各器官生物量分配中 9 年生林分的树杆对乔木层生物量贡献最大,达到 41.09%,贡献率最小的是 2 a 生林分为 38.54%;7 a 生林分的树枝对乔木层生物量贡献率最大,达到 26.1%,贡献率最小的是 5 a 生林分为 22.8%;5 a 生林分的树叶对乔木层生物量贡献率最大,为 13.72%,贡献率最小的是 7 年生林分为 10.38%;7 a 生林对林分的树根生物量贡献率最大,为 23.68%,贡献率最小的是 9 a 生林分为 21.52%。

2. 千年桐人工林的林分生产力研究表明:9 a 生生物量 134.894 t/hm²,年平均林分生产力为 14.998 t/hm²;10 a 生尾叶按人工林生物量为 144.85 t/hm²,年平均林分生产力为 14.485 t/hm²[15]。千年桐人工林年平均林分生产力比尾叶按人工林年平均林分生产力高 3.4%,尾叶按是速生短轮伐期工业原料林树种,通过比较可说明以生产力而言,千年桐作为短轮伐期的原料林树种是可行的。

3. 研究表明:密度为 945 株/hm² 的 5 a 生千年桐人工林生物量为 58.656 t/hm²,年平均林分生产力为 11.731 t/hm²。在福建省闽北的尤溪县种植的杉木木荷混交林,混交比例为 2(杉木):1(木荷),密度为 3 925 株/hm²。5 a 生(中坡)杉木木荷混交林总生物量 12.593 t/hm²[16]。种植在气候区和土壤类型基本一致的同林龄的杉木和木荷混交林密度为千年桐人工林密度的 415%,年平均生物量比千年桐人工林多了 6.8%。杉木和木荷均是福建省闽北地区的乡土树种,杉木在该试验区较速生,但杉木和木荷生长期较长,不适宜作为短轮伐期树种栽培。但千年桐树种速生性较强的同时又是乡土树种,造林成活率高,造林成本低,因此是在福建省闽北地区营造短轮伐期原料林的较适宜树种。

参考文献(References)

- [1]Dieter M, Elsasser P. Carbon stocks and carbon stocks changes in the tree biomass of Germany's forest[J]. Forstwissenschaftliches Centralblatt 2002, 121(4): 195-210
- [2]Li Wubin, Bao Weikai, He Binghui, et al. Biomass compositions of Pinus tabulaeformis plantation and their relationships in the Dagou Valley of the upper Minjiang River[J]. Journal of Mountain Science, 2007, 25(2): 236-244 [李武斌,包维楷,何丙辉,等.岷江上游大沟流域油松人工幼林生物量组成及其影响因素[J].山地学报, 2007, 25(2): 236-244]
- [3]Suo Anning, Ju Tianzhen, Zhang Junhua, et al. Analysis of Biomass characteristics of *Quercus aliena* var. *acutesrata* community on Mt. Xi-aolongshan in Gansu[J]. Journal of Mountain Science, 2006, 24(1): 123-128 [索安宁,巨天珍,张俊华,等.甘肃小陇山锐齿栎群落生物量特征分析[J].山地学报, 2006, 24(1): 123-128]
- [4]Zheng Zheng, Feng Zhili, Liu Hongmao, et al. Influence of planting amomum villosum in Tropical wet seasonal rainforest on Biomass of the Rainforest in Xishuangbanna[J]. Journal of Mountain Science, 2001, 19(3): 237-242 [郑征,冯志立,刘宏茂,等.西双版纳热带湿性季节雨林下种植砂仁对雨林生物量的影响[J].山地学报, 2001, 19(3): 237-242]
- [5]Yang Zhong, Zhang Jianping, Wang Daojie, et al. Preliminary study on the Biomass of artificial *Eucalyptus camaldulensis* Dehnl Forests in Arid-Hot Valleys, Yuanmou[J]. Journal of Mountain Science, 2001, 19(6): 503-510 [杨忠,张建平,王道杰,等.元谋干热河谷桉树人工林生物量初步研究[J].山地学报, 2001, 19(6): 503-510]
- [6]Li Xiaona, Guo Qingxi, Wang Xingchang, et al. Allometry of under-story tree species in a natural secondary forest in Northeast China[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2010, 46(8): 22-32 [李晓娜,国庆喜,王兴昌,等.东北天然次生林下木树种生物量的相对生长[J].林业科学, 2010, 46(8): 22-32]
- [7]Wen Yuanguang, Chen Fang, Liu Shirong, et al. Relationship between species diversity and biomass of *Eucalyptus* plantation in Guangxi[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2008, 44(4): 14-19 [温远光,陈放,刘世荣,等.广西桉树人工林物种多样性与生物量关系[J].林业科学, 2008, 44(4): 14-19]
- [8]Chuankuan Wang. Biomass allometric equations for 10 co-occurring tree species in Chinese temperate forests[J]. Forest Ecology and Management, 2006, 222: 9-16
- [9]Wang Zhongfeng, Feng Zhongke. On CVD Model Transforming Forestry Volume into Biomass[J]. Journal of Beihua University, 2006, 7(3): 265-268 [王仲锋,冯仲科.森林蓄积量与生物量转换的CVD模型研究[J].北华大学学报, 2006, 7(3): 265-268]
- [10]Ling Jianqun, Zhang Xinying, Chen Yaotang. The Comparative Wood Anatomy of *Vernicia fordii*, *Vernicia montana* and *Aleurites moluccana*: Euphorbiaceae[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 1995, 31(6): 745-751 [凌建群,张新英,陈耀堂.油桐、千年桐和石栗的木材比较解剖[J].北京大学学报:自然科学版, 1995, 31(6): 745-751]
- [11]Wei Ruping, Xue Li, Chen Hongyue, et al. Effects of foliage spraying with rare earth on growth and physiological index of *Vernicia montana* seedlings[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2005, 41(2): 164-168 [韦如萍,薛立,陈红跃,等.叶面喷施稀土对千年桐幼苗生长和生理的影响[J].林业科学, 2005, 41(2): 164-168]
- [12]Lin Qingshan, Hong Wei, Wu Chengzhen, et al. Organic carbon storage and its dynamic change in citrus ecosystem in Yongchun, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(2): 309-316 [林清

- 山 洪伟 吴承祯 等. 永春县柑橘林生态系统的碳储量及其动态变化[J]. 生态学报, 2010, 30(2): 309–316]
- [13] Whittaker R H, Mark P L. Methods of assessing terrestrial productivity [G]//Primary productivity of the biosphere. New York: Springer-Verlag, 1975: 55–115
- [14] Wu Chengzhen, Hong Wei. A study of optimum fitting Logistic curve by modified simplex method [J]. Journal of Biomathematics, 1999, 14(1): 117–121 [吴承祯 洪伟. 运用改进单纯形法拟合 Logistic 曲线的研究[J]. 生物数学学报, 1999, 14(1): 117–121]
- [15] Wen Yuanguang, Liang Hongwen, Zhao Lijun, et al. Biomass production and productivity of *Eucalyptus Urophylla* [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2000, 8(2): 123–127 [温远光, 梁宏温 招礼军, 等. 尾叶桉人工林生物量和生产力的研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(2): 123–127]
- [16] Zhang Zhangxiu. Biomass of Five-year mixed forest of Chinese *Fir* and *Schima superba* and its distribution at different slope position [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(24): 13255–13257, 13259 [张章秀. 不同坡位 5 年生杉木木荷混交林生物量及其分配[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(24): 13255–13257, 13259]

Biomass Characteristics in the Arbor Layer of *Aleurites Montana* Plantation

HONG Tao, WU Chengzhen, LIN Yongming, CHEN Can, LI Jian, LIN Han

(Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: The biomass characteristics and distribution in the arbor layer were focused on in the study of *Aleurites Montana* as a bio-energy species. The arbor layer biomass of *Aleurites Montana* plantations of 2 a, 3 a, 5 a, 7 a and 9 a were determined by the method of field study and standard tree yield. Meanwhile, in the regression equation of arbor layer biomass as $W = a(D^2 H)^b$, the correlative coefficient of total stem was 0.980 1 and those of other organs were above 0.909 3, showing positive correlation. The results showed that the arbor layer biomass of 2 a, 3 a, 5 a, 7 a and 9 a *Aleurites Montana* were determined respectively as 41.162 t/hm², 51.15 t/hm², 58.656 t/hm², 114.005 t/hm² and 134.894 t/hm². The arbor layer biomass of 9 a *Aleurites Montana* was respectively 1.183, 2.300, 2.637 and 3.277 times more than that of 7 a, 5 a, 3 a and 2 a. In arbor layer biomass distribution, the stems of 9 a occupied the highest proportion as 41.09% while those of 2 a occupied the lowest as 38.54%; the branches of 7 a occupied the highest as 26.1% while those of 5 a occupied the lowest as 22.8%; the leaves of 5 a occupied the highest as 13.72% while those of 7 a occupied the lowest as 10.38%; the roots of 7 a occupied the highest as 23.68% while those of 9 a occupied the lowest as 21.52%. Stem biomass contributed the most in arbor layer biomass and the biomass of stems, branches, leaves and roots obviously presented the increasing tendency with the aging of the stand.

Key words: *Aleurites Montana*; plantation; biomass