

闽北杉木人工林生物量及其分配的动态变化

丁洪峰 (福建省顺昌埔上国有林场, 福建南平 353205)

摘要 [目的]研究杉木生物量及其分配的动态变化。[方法]以闽北杉木林为研究对象,在典型区域设置46块样地,采用收获法测定46株标准木的生物量,林龄为5~33年。[结果]建立了闽北杉木器官及整株生物量与测树指标(胸径和树高)的回归模型;除树枝和树叶外,其他器官(树干、地上和树根)及整株的回归效果良好;随着林龄的增加,器官及整株生物量逐渐增加,在林龄为40年左右时达到稳定,同时构建了林木生物量与林龄的回归模型;随着林龄的增加,树干生物量的比例逐渐增加,其他器官生物量的比例逐渐减小,并在林龄为25年左右达到稳定。[结论]随着林龄的增加,杉木生物量及其分配呈现可预测的动态变化。

关键词 杉木;生物量;生物量分配;林龄;闽北

中图分类号 S791.27 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)30-0136-03

Dynamic Changes of Biomass and its Allocation of *Cunninghamia lanceolata* Plantation in Northern Fujian Province

DING Hong-feng (Pushang State Forestry Farm of Fujian Province, Nanping, Fujian 353205)

Abstract [Objective] To research the dynamic changes of biomass and its allocation of *Cunninghamia lanceolata* Plantation in Northern Fujian Province. [Method] With *C. lanceolata* plantation as the research object, 46 sample plots were designed in typical region. Biomass of 46 sample trees was detected by harvesting method. Stand age was within the range of 5-33. [Result] Regression mode between *C. lanceolata* organ and biomass and the detection indexes (diameter at breast height and plant height) was established. Except leaf and branch, other organs and the whole plant had relatively good regression. With the increase of stand age, biomass of organ and whole plant increased gradually, and reached stable at about 40 stand age. Regression model of wood biomass and stand age was established. With the increase of stand age, percentage of trunk biomass increased gradually; while those of other organs decreased gradually. The stand age was stable at about 25 years. [Conclusion] With the increase of stand age, *C. lanceolata* biomass and its allocation show predictable dynamic changes.

Key words *Cunninghamia lanceolata*; Biomass; Biomass allocation; Stand age; Northern Fujian Province

植物生物量分配策略是研究植物生活史、植物演化、群落动态、生态系统元素循环等领域的基础^[1]。植物生物量分配的变化不仅会影响植物的生长^[2],而且影响凋落物分解、碳氮固定以及植物和大气间的气体交换,进而影响陆地生物地球化学循环过程^[3-4]。然而,目前对植物生物量及其分配规律的研究仍然不够全面,以致难以准确度量 and 预测环境变化对生态系统的影响程度^[5]。

杉木林是我国特有的森林,其与马尾松林、柏木林并称我国东部亚热带的三大常绿阔叶林,发挥着重要的木材供给、水源涵养、水土保持等作用^[6]。此外,杉木也是东部亚热带地区常见的造林树种。目前对杉木林的研究主要集中在林木生长、生物量、生产力、碳贮量等方面^[7],很少涉及生物量及其分配的动态变化方面的工作。笔者在闽北杉木林的典型林分中设置46块样地,采用收获法测定46株标准木的生物量,林龄为5~33年,利用这些样地的实地调查数据,研究杉木生物量及其分配的动态变化,为森林可持续经营、森林生态系统碳循环、林业碳汇活动等研究提供数据支撑。

1 研究区概况

顺昌埔上林场位于福建省南平市顺昌县,地处武夷山脉低山丘陵地带,海拔为200~400 m,坡度20°~30°;为亚热带海洋性季风气候,年均气温18.5℃,极端高温40.5℃,年均降雨量1880 mm,年均日照时数1699 h,无霜期为260 d以上;土壤以红壤为主,土层深厚,理化性能良好,腐殖质多为中层。植被为天然杉木和毛竹,人工杉木、马尾松林和针阔混交林,极适宜马尾松、杉木、常绿阔叶树的生长,属闽北杉

木中心产区。

2 研究方法

2.1 林木生物量的测定 在全面踏查的基础上,选择具有代表性的地段,相同林龄至少3个重复,设置20 m×20 m的临时样地共46块,林龄为5~33年。在样地内每木检尺,按径级记录株数,计算平方平均胸径,并依此平均胸径选取1株标准木。将标准木伐倒,地上部分采用Monsi分层切割法,从树基部开始,依次按0.1、3.2、6.4、6.6 m等的顺序进行树木解析,树枝和树叶采用全称法。根重测定:从树干位置开始向四周小心清除表土,弄清横向根群的水平伸展范围,然后从表层开始逐渐向下挖掘,使根系全部露出,最后将根系全部挖出,深度以最深根系为准。测定各器官(树干、树枝、针叶和树根)的鲜重,同时随机抽取各器官样品200 g左右带回实验室,在85℃恒温下烘干至恒重,计算各器官的干重及含水率。

2.2 数据处理 数据储存和预处理采用Microsoft Excel 2016,回归分析采用SPSS 20.0,图形制作采用OriginPro 2016。

3 结果与分析

3.1 林木生物量模型 根据植物相对生长规律^[1]和实测数据,选用广泛使用的2种模型: $W = a \cdot D^b$ 和 $W = a \cdot (D^2H)^b$,其中 W 为生物量(kg), D 为胸径(cm), H 为树高(m),建立闽北杉木器官生物量与胸径、树高的估算模型(表1)。

所有器官生物量回归模型都达到显著性水平($P < 0.01$)。树干、地上、树根及整株生物量回归模型的决定系数(R^2)都在0.93以上,但树枝和树叶的模型相对较差,尤其是树叶(表1)。整体上,采用 D 和 D^2H 建立的器官生物量模型之间存在很小的差异。由于树高的准确测定有一定的困难,故从实用性和简便性的角度考虑,可只采用 D 估算闽北地区

的杉木生物量。

表 1 林木生物量模型

Table 1 Biomass model of tree biomass

器官 Organ	$W = a \cdot D^b$					$W = a \cdot (D^2H)^b$				
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	R^2	<i>SEE</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	R^2	<i>SEE</i>
树干 Trunk	0.021	2.777	46	0.957	0.254	0.040	0.874	46	0.969	0.217
树枝 Branch	0.094	1.509	46	0.693	0.439	0.135	0.471	46	0.691	0.440
树叶 Leaf	0.550	0.771	46	0.483	0.349	0.658	0.241	46	0.483	0.348
地上 Aboveground	0.097	2.322	46	0.936	0.265	0.163	0.730	46	0.946	0.243
树根 Root	0.090	1.777	46	0.935	0.205	0.136	0.557	46	0.941	0.195
整株 Whole plant	0.157	2.219	46	0.943	0.239	0.257	0.697	46	0.952	0.218

注:*n* 为样本量; R^2 为决定系数;*SEE* 为估计标准误差。

Note:*n* was sample number; R^2 was coefficient of determination; *SEE* was estimated standard error.

3.2 林木生物量的动态变化 采用 Logistic 生长模型 $Y = K/[1 + a \cdot \exp(b \cdot X)]$ 拟合林木生物量与林龄的函数关系, 其中 *Y* 为器官生物量(kg), *X* 为林龄(年), *a* 和 *b* 为回归系数。随着林龄的增大, 林木及器官的生物量随之增加, 林龄

为 40 年左右达到稳定。树干、树枝、树叶和树根的最大生物量分别可达 201.2、42.0、6.2 和 37.4 kg; 地上和整株的最大生物量可达 239.3、290.5 kg(表 2)。

表 2 林木生物量与林龄的回归模型

Table 2 Regression model between tree biomass and stand age

器官 Organ	<i>K</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	R^2	<i>SEE</i>
树干 Trunk	201.2	42.815	-0.152	46	0.975	10.451
树枝 Branch	42.0	20.086	-0.071	46	0.595	1.547
树叶 Leaf	6.2	4.002	-0.186	46	0.516	0.261
地上 Aboveground	239.3	30.681	-0.136	46	0.968	16.038
树根 Root	37.4	10.884	-0.104	46	0.850	2.113
整株 Whole plant	290.5	27.966	-0.129	46	0.970	20.353

注:*n* 为样本量; R^2 为决定系数;*SEE* 为估计标准误差。

Note:*n* was sample number; R^2 was coefficient of determination; *SEE* was estimated standard error.

3.3 林木生物量分配的动态变化 随着林龄的增加, 树干生物量的比例逐渐增加, 其他器官生物量的比例逐渐减小, 林龄在 25 年左右达到稳定(图 1)。

某器官生物量占林木总生物量的比例(%), *X* 为林龄(年), *a*、*b* 和 *c* 为回归系数。结果表明, 树干、树枝、树叶和树根生物量比例逐渐趋向稳定, 分别为 75.735%、5.147%、4.832% 和 13.927%(表 3)。

采用罗云建等^[8]提出的传统指数函数改进型 $Y = a + b \cdot \exp(c \cdot X)$ 拟合林木生物量分配与林龄的函数关系, 其中 *Y* 为

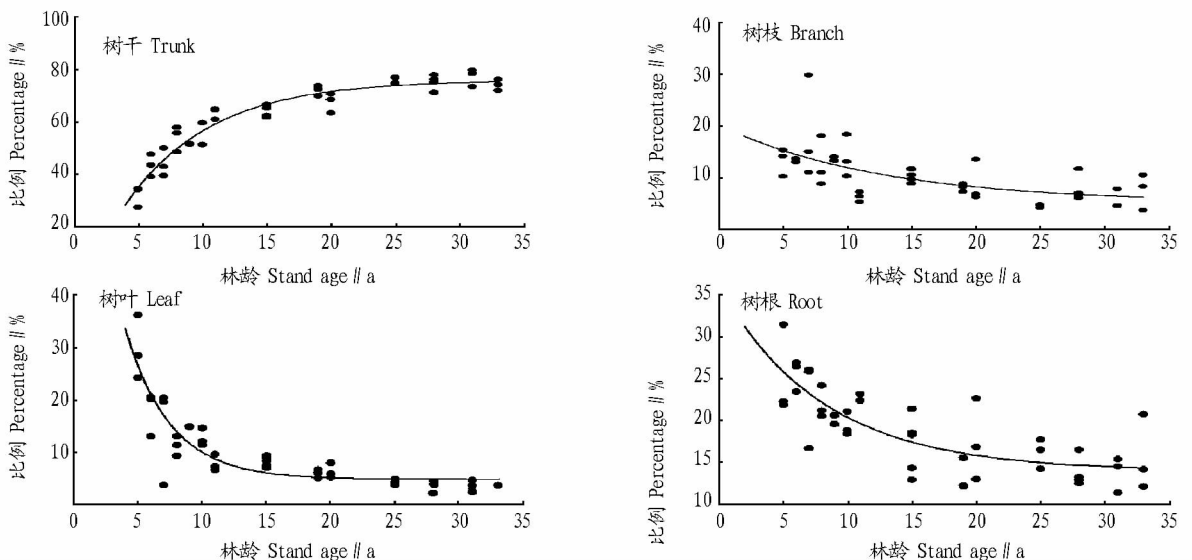


图 1 林木生物量分配随林龄的动态变化

Fig. 1 Dynamic changes in tree biomass allocation with stand age

表3 林木生物量分配与林龄的回归模型

Table 3 Regression model between tree biomass allocation and stand age

器官 Organ	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>n</i>	<i>R</i> ²	<i>SEE</i>
树干 Trunk	75.735	-86.769	-0.150	46	0.925	2.206
树枝 Branch	5.147	15.054	-0.080	46	0.405	2.208
树叶 Leaf	4.832	91.350	-0.288	46	0.788	1.825
树根 Root	13.927	22.078	-0.124	46	0.627	1.340

注:*n*为样本量;*R*²为决定系数;*SEE*为估计标准误差。

Note: *n* was sample number; *R*² was coefficient of determination; *SEE* was estimated standard error.

4 结论

(1)该研究建立闽北杉木器官及整株生物量与测树指标(胸径、树高)的回归模型,除树枝和树叶外,其他器官(树干、地上和树根)及整株的回归效果良好,可用于林分生物量的估算。

(2)随着林龄的增大,林木及器官的生物量随之增加,并在林龄为40年左右时达到稳定。树干、树枝、树叶和树根的最大生物量,分别达201.2、42.0、6.2和37.4 kg;地上和整株的最大生物量达239.3、290.5 kg。

(3)随着林龄的增加,树干生物量的比例逐渐增加,其他器官生物量的比例逐渐减小,在林龄25年左右达到稳定。构建了林木生物量分配与林龄的回归模型,并得到了树干、树枝、树叶和树根生物量比例逐渐趋向稳定,分别为75.735%、5.147%、4.832%和13.927%。

参考文献

[1] NIKLAS K J, ENQUIST B J. Canonical rules for plant organ biomass parti-

tioning and annual allocation [J]. American journal of botany, 2002, 89 (5): 812-819.

[2] CROPPER W P Jr, GHOLZ H L. Evaluating potential response mechanisms of a forest stand to fertilization and night temperatures: A case study of *Pinus elliotii* [J]. Ecological bulletins, 1994, 43: 154-160.

[3] BIRD J A, TORN M S. Fine roots vs. needles: A comparison of ¹³C and ¹⁵N dynamics in a ponderosa pine forest soil [J]. Biogeochemistry, 2006, 79(3): 361-382.

[4] FRIEDLINGSTEIN P, JOEL G, FIELD C B, et al. Toward an allocation scheme for global terrestrial carbon models [J]. Global change biology, 1999, 5(7): 755-770.

[5] LANDSBERG J. Modeling forest ecosystems: State of the art, challenges, and future directions [J]. Canadian journal of forest research, 2003, 33 (3): 385-397.

[6] 中国森林编辑委员会. 中国森林: 第1卷: 总论 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.

[7] 罗云建, 王效科, 张小全, 等. 中国森林生态系统生物量及其分配研究 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2013.

[8] 罗云建, 张小全, 王效科, 等. 华北落叶松人工林生物量及其分配模式 [J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(1): 13-18.

(上接第132页)

3.2 FA对肉鸭生化指标的影响 血清中总蛋白浓度能反映动物体内蛋白质的代谢情况。总蛋白浓度高,说明沉积于体内的蛋白质水平高。该试验中肉鸭饲料添加0.25%~0.75%的FA,各组血清总蛋白浓度差异不显著,说明各组肉鸭体内蛋白质代谢水平相当。王晶等^[7]研究表明在肉鸡饲料中添加0.012%~0.240%的矿源性FA对肉鸡血浆中总蛋白浓度无显著影响,与该研究结果相一致。

尿素氮是动物蛋白质代谢的主要终末产物。血清中尿素氮含量下降,说明体内蛋白质的分解代谢受到抑制,氮的留存时间延长。该试验中试验组II的尿素氮浓度显著低于试验组I,说明适量的FA对肉鸭的合成代谢有一定的促进作用。潘倩^[8]研究表明仔猪日粮中添加腐殖酸能在一定程度上降低血清中的尿素氮,与该研究结果一致;粪中的尿素氮含量降低,说明饲料中的氮消化利用率高。该研究结果表明,与对照组相比,各试验组肉鸭粪便中的尿素氮显著降低,说明若FA能提高饲料氮的利用率。

血清尿酸含量是嘌呤代谢的主要指标,血中尿酸浓度直接反映体内蛋白质分解代谢水平,氮的利用率提高,尿酸排出量减少。该试验结果表明,添加0.25%的FA有利于降低血清中的尿酸含量,表明0.25%的FA能提高氮的利用率,

若FA添加量超过0.25%反而不利于氮的利用。王晶等^[7]研究表明,在肉鸡饲料中添加0.012%~0.240%的FA对肉仔鸡血浆UA含量无显著影响,与该研究结果不一致,这是由于试验动物不同,其生理反应不同。该研究表明随着肉鸭日粮FA含量的增加,排泄物中的尿酸含量显著降低。

4 结论

(1)饲料中添加FA对肉鸭的生产性能没有影响,但能够降低鸭舍的氨气和硫化氢浓度,改善鸭舍的空气质量。

(2)肉鸭饲料中FA的添加量以0.75%为宜。

参考文献

[1] 施荣. 黄腐酸作鸡饲料添加剂的应用初探 [J]. 腐植酸, 2000(4): 43.

[2] RATH N C, HUFF W E, HUFF G R. Effects of humic acid on broiler chickens [J]. Poultry science, 2006, 85(3): 410-414.

[3] 李素芬, 冯敏山, 阎国红. 生化黄腐酸对肉仔鸡生产性能及免疫器官的影响 [J]. 中国饲料, 2000(14): 14-15.

[4] 陈会良, 鲍广刚, 王艳. 生化黄腐酸对肉鸭增重和血清生化指标的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2005(6): 34-35.

[5] KOCABA ĞLI N, ALP M, ACAR N, et al. The effects of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield [J]. Poultry science, 2002, 81(2): 227-230.

[6] YÖRÜK M A, GÜL M, HAYIRLI A, et al. The effects of supplementation of humate and probiotic on egg production and quality parameters during the late laying period in hens [J]. Poultry science, 2004, 83(1): 84-88.

[7] 王晶, 张海军, 武书庚, 等. 饲料中添加黄腐酸对肉仔鸡生产性能和血液生化指标的影响 [J]. 动物营养学报, 2013, 25(1): 140-147.

[8] 潘倩. 樟科植物提取物、腐殖酸及其复合对仔猪粪污中氨排放的影响 [D]. 杭州: 浙江大学, 2007.