河南农业科学,2014,43(11):117-121
Journal of Henan Agricultural Sciences

贵州雷公山甜槠栲群落生物量研究

刘济明[1],高　攀[1],李　鹏[1],颜　强[1],闫国华[2],池　馨[1]
(1.贵州大学 林学院,贵州 贵阳 550025;2.贵州省林业调查规划院,贵州 贵阳 550003)

摘要:为了了解贵州雷公山甜槠栲群落生物量水平和结构,为贵州省常态地貌森林碳汇能力的估测提供依据。采用野外调查的方法进行群落调查,在此基础上测定群落各生物量,同时以生物量和测树因子的实测数据建立估测回归方程。结果表明,群落内共有植物69种,其物种多样性丰富,群落建群种为甜槠栲。生物量在垂直结构上的分配情况是:乔木层(83.38%)>灌木层(15.25%)>草本层(1.37%),乔木层的平均生物量为46.31 t/hm^2,灌木层为8.47 t/hm^2,草本层为0.76 t/hm^2。乔木层各组分生物量的大小顺序为干材(62.10%)>树枝(21.36%)>树叶(11.79%)>树皮(4.75%)。乔木层各组分生物量和总生物量与测树因子胸径-树高(D^2H)间建立的回归方程为:$W_{干材}=0.037\ 4(D^2H)^{0.928\ 1}$,$R^2=0.931\ 6$;$W_{树枝}=0.010\ 4(D^2H)^{0.942\ 3}$,$R^2=0.738\ 7$;$W_{树叶}=0.025\ 1(D^2H)^{0.750\ 1}$,$R^2=0.673\ 8$;$W_{树皮}=0.026\ 2(D^2H)^{0.565\ 0}$,$R^2=0.675\ 5$;$W_{乔木层}=0.087\ 7(D^2H)^{0.878\ 4}$,$R^2=0.929\ 5$。表明随着群落演替的不断进行,甜槠栲仍然为最大的优势树种。群落平均生物量水平不高,但具有较大的上升空间,生物量增长的潜力较大。

关键词:甜槠栲;生物量;回归方程
中图分类号:S792.17　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1004-3268(2014)11-0117-05

Study on Biomass of *Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch. Community in Leigong Mountain of Guizhou

LIU Ji-ming[1],GAO Pan[1],LI Peng[1],YAN Qiang[1],YAN Guo-hua[2],CHI Xin[1]
(1.College of Forestry,Guizhou University,Guiyang 550025,China;
2.Guizhou Forest Investigation and Planning Institute,Guiyang 550003,China)

Abstract: In order to understand the community biomass level and structure of *Castanopsis eyrei* (Champ.)Tutch. in Leigong mountain,and establish the regression equation between a variety of biomass and tree measuring factors,provide a basis for estimating forest carbon sink of normal landforms of Guizhou province,this study adopted field investigations to conduct community surveys,determined the community biomass on the basis,and established estimated regression equation at the same time with the measured data. The results showed that *Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch. community in Leigong mountain consisted of a total of 69 species,having higher species diversity. *Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch. was the constructive species in the community. Biomass allocation status in the vertical structure was tree layer(83.38%)>shrub layer(15.25%)>herbaceous layer(1.37%),and the average biomass of tree layer,shrub layer,herbaceous layer were 46.31,8.47,0.76 t/ha in unit area. The order of each component biomass of tree layer was dry wood(62.10%)>branches(21.36%)>leaves(11.79%)>bark(4.75%). The regression equation between biomass of each component,total biomass in tree layer and measurement factors(diameter at breast height,height) was as

收稿日期:2014-06-11
基金项目:贵州省科技计划课题[黔科合SY字(2011)3108,黔科合SY字(2012)3008];贵阳市科技计划课题[筑科合同(2012103)77号]
作者简介:刘济明(1963-),男,重庆人,教授,博士,主要从事植物生态学研究。E-mail:karst0623@163.com

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

follows: $W_{dry\ wood}=0.037\ 4(D^2H)^{0.928\ 1}$, $R^2=0.931\ 6$; $W_{branches}=0.010\ 4(D^2H)^{0.942\ 3}$, $R^2=0.738\ 7$; $W_{leaves}=0.025\ 1(D^2H)^{0.750\ 1}$, $R^2=0.673\ 8$; $W_{bark}=0.026\ 2(D^2H)^{0.565\ 0}$, $R^2=0.675\ 5$; $W_{tree\ layer}=0.087\ 7(D^2H)^{0.878\ 4}$, $R^2=0.929\ 5$. The above results indicated *Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch. was still the biggest advantage species with the ongoing community succession, the average biomass level of community was not high, but had a larger increase in space, the potential of biomass growth was larger.

Key words: *Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch.; biomass; regression equations

目前,由于人类科技的进步和对资源的不合理开发,温室气体大量排放,使大气中 CO_2 和其他温室气体的浓度持续增加,导致全球地表温度逐渐升高,对人类生活环境产生了重大威胁[1]。目前全球平均温度比 1 000 a 前上升了 0.3～0.6 ℃,联合国机构还预测,由于能源需求不断增加,到 2050 年,全球平均气温将上升 1.5～4.5 ℃,到那时海水将淹没农田,盐水入侵将污染淡水资源,海平面上升将使洪泛和风暴潮灾害增多,直接威胁沿海地区以及广大岛屿国家人民的生存环境及社会经济发展[2]。因此,对全球气候变化的研究已迫在眉睫,其研究核心是全球碳平衡,而全球森林生物量约占陆地生态系统生物量的 85%～90%[3-5],对其进行测定和描述是全球碳平衡估算的关键[6-7]。国际林联(IU FRO)在《国际森林资源监测大纲》中已将森林生物量列为最主要的监测项目之一[8]。近年来,常绿阔叶林群落生物量的研究逐渐受到重视,主要集中于南亚热带地区[9-13],中亚热带地区相对较少。雷公山位于贵州省东南地区,地处中亚热带,常绿阔叶林是其主要森林植被类型,而甜槠栲群落是雷公山常绿阔叶林的典型代表,因此对雷公山甜槠栲群落生物量进行研究,为评估贵州森林碳汇能力提供重要依据。

1 材料和方法

1.1 研究地概况

雷公山是贵州苗岭山脉东段主峰,最高峰海拔 2 178.8 m,地理位置:东经 108°5′～108°24′,北纬 26°15′～26°32′,总面积 47 300 hm^2。雷公山处于珠江水系与长江水系的分水岭地带,地质地貌特殊,自然生态环境复杂,保护区内生物资源丰富,有很多珍稀植物被列为国家重点保护对象,尤其是秃杉,是中国特有的一类保护树种,而雷公山是全国秃杉面积最大、数量最多、保存最完整、原生性最强的地方之一。本次研究地点选择在雷公山内的方四洞,山地海拔为 1 000～2 000 m;属于亚热带季风湿润气候,气候湿润,云雾等水汽凝结物多,相对湿度大,年雨量在 1 400～1 600 mm。基岩主要由石炭系、二叠系石灰岩及白云岩构成,成土母岩以中下石炭纪白云岩及石灰岩为主。土壤为黑色石灰土,大部分是壤质土,土层厚均在 60 mm 以上,土质疏松,质地良好。由于岩层节理发展,裂隙水储量丰富,所以土体较湿润,蓄水能力较好。植被类型以常绿阔叶林为主。

1.2 研究方法

在调查地点选择 9 个样地,样地的面积大小设为 30 m×30 m,将每个标准样地划分为 6 个同等面积的样方。采用网格式的标准地调查法[14]对乔灌木及草本进行调查(按胸径来划分,胸径大于 2 cm 为乔木,小于或等于 2 cm 为灌木),在此基础上计算样地内所有植物种类的重要值。

应用平均木法[15]测定解析木生物量,在标准样地内的每个树种选择 1～3 株标准木测定生物量并进行方程拟合,优势树种按 2 cm 为单位划分径级,每个径级选取 1～3 株标准木,其测定方法为伐木,分层切割,称质量并取样带回实验室。伐下的解析木要再次测定胸径、树高、冠幅,并分干材、树枝、树叶和树皮等部位测定生物量。

在样地内每个样方的 4 个角和中央各设 1 个 2 m×2 m 的小样方,进行灌木层调查,所选取的灌木层小样方采取皆伐法[16],称质量并取样,测定其单位面积上的生物量,从而推算出整个样地灌木层生物量。同时在调查灌木层的小样方中间各设 1 个 1 m×1 m 的小样方进行草本层调查,其调查的方法和灌木层一样,小样方内采取皆伐法。

样品的处理方法:在 80 ℃恒温的条件下,将样品烘干至恒定质量,计算含水量和干物质质量。

2 结果与分析

通过对样地的调查,群落共包含了 69 个物种,其物种多样性较丰富,生态稳定性较高。乔木层物种 36 种,主要有甜槠栲[*Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch.]、十齿花(*Dipentodon sinicus* Dunn)、长蕊杜鹃(*Rhododendron stamineum* Franch.)、桂南木莲(*Manglietia conifera* Dandy)、杨桐[*Adinandra millettii* (Hook. et Arn.) Benth. et Hook. f. ex Hance]等,其中

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

甜槠栲为优势种;灌木层 43 种,主要树种有甜槠栲、杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.]、西南绣球(*Hydrangea davidii* Franch.)、桂南木莲等,甜槠栲也为优势种;草本层植物 12 种,主要包括贯众(*Cyrtomium fortunei* J. Sm.)、冷水花(*Pilea notata* C. H. Wright)、里白[*Hicriopteris glauca* (Thunb.) Ching]等,贯众为优势种;灌木层和乔木层共有的树种有 22 种。

2.1　群落各层生物量及乔木层器官分配

由于条件限制,仅对群落地上部分进行研究。结果表明,群落各层生物量的大小顺序为:乔木层>灌木层>草本层,群落总生物量为 55.54 t/hm^2。其中乔木层生物量为 46.31 t/hm^2,占群落总生物量的 83.38%,乔木层生物量主要集中在甜槠栲、十齿花和长蕊杜鹃中,其中甜槠栲占总生物量的 28.6%;灌木层生物量为 8.47 t/hm^2,占总生物量的 15.25%,其中甜槠栲占的比例最大;草本层生物量为 0.76 t/hm^2,占总生物量的 1.37%,贯众的生物量最大。说明各层物种间的生物量分配并不均匀,优势种占据着最大的比例。从整个群落而言,乔木层占有绝对的优势,灌木层和草本层占的比例较小,尤其是草本层最少,这种结构性的差异表现了群落各层利用光能的不同,乔木层树种高大,利用了最大的光能资源。同时对乔木层干材、树枝、树叶和树皮等各器官组分生物量进行分析(图 1),结果表明,生物量在各组分间的分配是不均匀的,其中干材的生物量较大,为 28.76 t/hm^2,占乔木层总生物量的 62.10%;其次是树枝生物量,为 9.98 t/hm^2,占乔木层总生物量的 21.36%;树叶的生物量较小,为 5.46 t/hm^2,占层总生物量的 11.79%;而树皮的生物量最小,为 2.20 t/hm^2,占层总生物量的 4.75%。亚热带天然常绿阔叶林树干生物量占乔木层生物量的比例多在 50%~60%,并且随林龄的增加有增加的趋势,但在成熟林阶段则趋于平稳或略有下降[17],而此群落树干所占比例为 66.85%(干材+树皮),显然偏高,说明此群落还未达到成熟阶段。

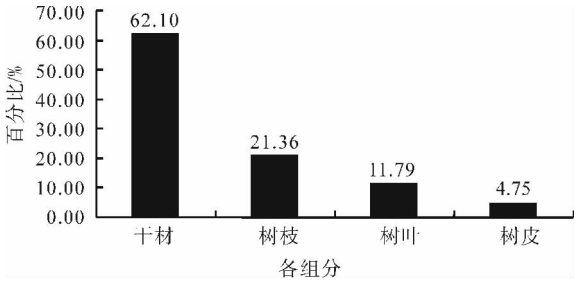


图 1　乔木层各组分生物量占总生物量的比例

2.2　生物量与测树因子之间的关系

2.2.1　回归模型的选择　生物量的回归模型一般以胸径-树高(D^2H)作为自变量,以该自变量拟合的模型较真实地反映生物量随胸径和树高的变化趋势[18],因此选 D^2H 作为自变量,建立各器官组分及整个地上部分生物量与 D^2H 之间的回归方程。对所建立的方程进行比较,在常用的 3 种模型(对数模型、多项式模型、乘幂模型)中,乘幂模型方程的相关系数综合起来最优(表 1),因此选择乘幂模型建立方程。同时采用总相对误差(RS)和平均系统误差(E)来评价模型的拟合优度[13](表 2)。

表 1　群落各组分生物量与 D^2H 间的方程模型比较

组分	模型	方程			
		a	b	c	R^2
干材	对数	7.590 9	−28.967		0.529 9
	多项式	−0.000 000 7	0.025 4	0.121 3	0.905 0
	乘幂	0.037 4	0.928 1		0.931 6
树枝	对数	3.378 2	−13.273		0.419 5
	多项式	0.000 001	0.008 9	0.067 5	0.888 8
	乘幂	0.010 4	0.942 3		0.738 7
树叶	对数	1.305 7	−4.424 4		0.522 2
	多项式	−0.000 001	0.006 6	0.355 5	0.592 4
	乘幂	0.025 1	0.750 1		0.673 8
树皮	对数	0.396 1	−1.269 4		0.464 0
	多项式	0.000 000 6	0.002 5	0.099 6	0.618 1
	乘幂	0.026 2	0.565 0		0.675 5
总乔木层	对数	12.671	−47.933		0.556 6
	多项式	−0.000 002	0.043 3	0.508 8	0.932 3
	乘幂	0.087 7	0.878 4		0.929 5

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 甜槠栲群落生物量与胸径-树高(D^2H)模型的估测参数和检验结果

生物量	模型参数		RS/%	E/%
	a	b		
干材	0.037 4	0.928 1	6.80	0.08
树枝	0.010 4	0.942 3	13.20	0.16
树叶	0.025 1	0.750 1	−15.63	−0.19
树皮	0.026 2	0.565 0	−14.40	−0.18
总乔木层	0.087 7	0.878 4	8.17	0.10

从表 2 可以看出，在 $W=a(D^2H)^b$ 模型中，各组分的总相对误差都很小，绝对值均在 1%～16%，干材生物量和乔木层总生物量方程的总相对误差最小，分别为 6.80%和 8.17%；平均系统误差为单株样本的平均误差，均在 0.20%以下。此检验说明了甜槠栲群落各组分生物量与胸径-树高之间建立的乘幂模型的拟合度较高，该模型具有实用价值。

2.2.2 回归方程的建立 根据以上选出的方程模型及各参数的值，建立群落各生物量与胸径-树高(D^2H)之间的回归方程，其方程和图如图 2。

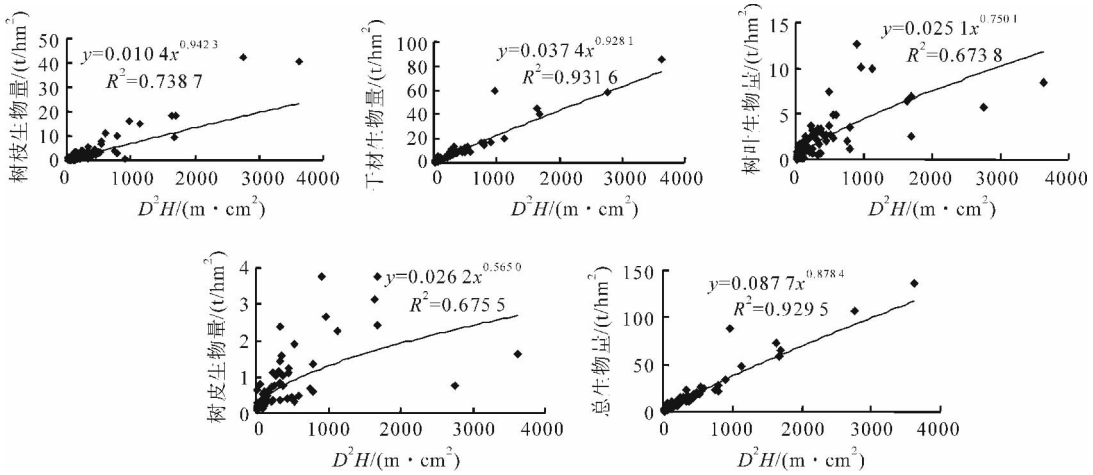


图 2 甜槠栲群落各组分生物量和乔木层总生物量与胸径-树高的关系

2.2.3 回归方程的检验 将根据标准木测定各生物量的实测值与回归方程中计算出的估测值进行比较，结果表明，除树皮和树枝的相对误差＞5.00%以外，其他都≤5.00%(表 3)，说明该方程用于雷公山甜槠栲群落乔木层生物量的估测较为准确。

表 3 调查群落内生物量实测值与估测值的比较

项目	干材	树枝	树叶	树皮	地上
实测值/t	14.93	4.25	3.82	2.01	25.01
估测值/t	15.41	4.55	3.68	1.79	26.26
相对误差/%	3.22	7.06	3.66	10.95	5.00

注：样地面积为 0.81 hm^2

3 结论与讨论

雷公山甜槠栲群落共包含了 69 个物种，其物种多样性较丰富；群落生物量主要集中在乔木层，因为乔木层处于群落上层，能争取更多的光照资源。灌木层比较稀疏，原因是乔木层郁闭度较高，不利于其下层林木的生长。而草本层生物量所占比例非常小，才达到 1.37%，因调查地海拔较高，平均海拔在 1 200 m 以上，不利于草本的生长。生物量的种间分配差异较大，优势树种甜槠栲生物量较大，占总生物量的 28.6%，其次是十齿花和长蕊杜鹃，各层生物量以优势种为主，体现了常绿阔叶林群落生物量的分配特征。现阶段乔木层中甜槠栲的生物量最大，相对于其他树种占优势地位，而从灌木层的生长状况来看，甜槠栲的后继更新个体也较多，从群落的发展来分析，未来其他树种与甜槠栲相比仍不具有较大的竞争优势，随着群落演替的不断进行，甜槠栲仍然为最大的优势树种。

而在乔木层各器官组分生物量中，干材占的比例最大，其次为树枝，然后为树叶，树皮最小，主要是由于乔木层在未达到成熟阶段之前，总以高度作为竞争优势获取资源来提高竞争能力，导致树干(干材和树皮，树皮生物量较小)生物量分配较多，树枝和树叶的分配相对较少，但同一树种各器官生物量的分配还受到林分密度、立地因子等的影响，导致分配比例有所变化。

根据 Lieth 和 whittsker 1975 年提出的世界主要气候带森林生态系统生物量的数据，常绿林的平均生物量在 60～200 t/hm^2，而本研究所测定的甜槠栲群落的平均生物量为 55.54 t/hm^2(乔木层＋灌木层＋草本层)，接近上述范围的最低端，其原因可能是群落中长蕊杜鹃为乔木层优势树种之一，其数量较多，而长蕊杜鹃林木都较小，高龄树木和低龄

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

树木的体积相差不大,因此从整体上降低了群落总生物量。

甜槠栲群落各组分生物量与测树因子胸径-树高(D^2H)间所建立的最优方程如下:干材、树枝、树叶、树皮生物量以及乔木层总生物量与胸径-树高的方程分别为 $W_{干材}=0.037\ 4(D^2H)^{0.928\ 1}$,$R^2=0.931\ 6$;$W_{树枝}=0.010\ 4(D^2H)^{0.942\ 3}$,$R^2=0.738\ 7$;$W_{树叶}=0.025\ 1(D^2H)^{0.750\ 1}$,$R^2=0.673\ 8$;$W_{树皮}=0.026\ 2(D^2H)^{0.565\ 0}$,$R^2=0.675\ 5$;$W_{乔木层}=0.087\ 7(D^2H)^{0.878\ 4}$,$R^2=0.929\ 5$。

运用这些方程估测生物量时,可以将同群落中的几个树种当成一个树种或将相邻的几个群落当成一个群落来拟合方程[19],最终得出一个方程模型可适用于整体上的几个树种或群落的生物量估测;同时建立的回归方程可用于与本研究调查群落相似的群落。这些方法所估测的结果虽然精确度会降低,但非常适用。

本试验调查结果表明,贵州雷公山现存甜槠栲群落的平均生物量水平虽然不高,但具有较大的上升空间,生物量增长的潜力较大,对其进行保护具有重大意义。

参考文献:

[1] Houghton R A, Hackler J L, Lawrence K T. The U. S. Carbon Budget: Contributions from land-use change [J]. Science, 1999, 285: 574-578.

[2] 刘宏文,夏秀丽. 浅析温室效应及控制对策[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2008, 18(3): 50-61.

[3] 方精云,陈安平. 中国森林生物量的估算:对 Fang 等 Science 一文的若干说明[J]. 植物生态学报, 2002, 26(2): 243-249.

[4] Olson J S, Watts J A, Allison L J. Carbon in live vegetation of major world ecosystems[M]. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory, 1983.

[5] Dixon R K, Solomon A M, Brown S, *et al*. Carbon pools and flux of global forest ecosystems[J]. Science, 1994, 263: 185-190.

[6] Clark D A, Brown S, Kicklighter D W, *et al*. Measuring net primary production in forests: Concepts and field methods[J]. Ecol Appl, 2001, 11(2): 356-370.

[7] Clark D A, Brown S, Kicklighter D W, *et al*. Net primary production in tropical forests: An evaluation and synthesis of existing field data[J]. Ecol Appl, 2001, 11(2): 371-384.

[8] 舒清态,唐守正. 国际森林资源监测的现状与发展趋势[J]. 世界林业研究, 2005, 18(33): 33-37.

[9] 陈章和,张宏达,王伯荪. 广东黑石顶常绿阔叶林生物量及其分配的研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(4): 289-298.

[10] 陈章和,王伯荪,张宏达. 南亚热带常绿阔叶林的生产力[M]. 广州:广东高等教育出版社, 1996.

[11] 温达志,魏平,孔国辉,等. 鼎湖山锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落生物量及其特征[J]. 生态学报, 1997, 17(5): 497-504.

[12] 林鹏,卢昌义,王恭礼. 海莲红树林的生物量和生产力[J]. 厦门大学学报:自然科学版, 1990, 29(2): 209-213.

[13] 蚁伟民,张祝平,丁明懋,等. 鼎湖山格木群落的生物量和光能利用效率[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 397-403.

[14] 张俊. 兴安人工林群落结构、生物量与碳储量研究[D]. 北京:北京林业大学, 2008.

[15] 温远光,梁乐荣,黎洁娟,等. 广西不同生态地理区域杉木人工林的生物生产力[J]. 广西农学院学报, 1988, 7(2): 55-66.

[16] 薛立,杨鹏. 森林生物量研究综述[J]. 福建林学院学报, 2004, 24(3): 283-288.

[17] 杨同辉. 浙江天童国家森林公园常绿阔叶林生物量研究[D]. 上海:华东师范大学, 2005.

[18] 冯志立,郑征,唐建维,等. 西双版纳白背桐群落生物量研究[J]. 生态学杂志, 2005, 24(3): 238-242.

[19] 木村允. 陆地植物群落的生产量测定方法[M]. 姜恕,译. 北京:科学出版社, 1981: 58.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net