

鼎湖山锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落

生物量及其特征*

5718.546

温达志 魏平* 孔国辉 张倩媚 黄忠良**

(中国科学院华南植物研究所, 广州, 510650) (** 中国科学院华南植物研究所鼎湖山树木园)

A **摘要** 通过永久样地调查编目和生物量预测模型估算了鼎湖山季风常绿阔叶林锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落植物现存量。结果表明:(1)群落植被生物总量为295.640t/hm²,其中乔木层为286.061t/hm²、灌木层8.900t/hm²、草本层0.330t/hm²、层间植物0.349t/hm²,分别占植被总生物量的96.76%、3.01%、0.11%和0.12%。(2)乔木层生物总量中,树干、枝、叶和根生物量依次为149.488、78.940、5.867和51.766t/hm²。(3)垂直分配结构表明生物量随林分高度级的增加而增加。 $H \leq 5m$, $5 < H \leq 10m$, $10 < H \leq 20m$ 和 $H > 20m$ 树干生物量百分比分别为2.36%、8.45%、31.68%和57.51%;生物量密度各为2.115、3.626、6.283和7.068t/hm²。(4)生物量排在前10位的树种依次为锥栗(*Castanopsis chinensis*)、黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)、荷木(*Schima superba*)、观光木(*Tsoongiodendron odorum*)、肖蒲桃(*Acmena acuminatissima*)、厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)、云南银柴(*Aporosa yunnanensis*)、黄杞(*Engelhardtia roxburghiana*)、臀形果(*Pygeum topengii*)、白颜树(*Girroniera subaequalis*)。

森林生态学

关键词 鼎湖山生物圈保护区;季风常绿阔叶林;锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落;永久样地;生物量。

BIOMASS STUDY OF THE COMMUNITY OF *Castanopsis chinensis* + *Cryptocarya concinna* + *Schima superba* IN A SOUTHERN CHINA RESERVE

Wen Dazhi Wei Ping* Kong Guohui Zhang Qianmei Huang Zhongliang
(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangdong, 510650, China)
(* Dinghushan Arboretum, South China Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract Forest inventory and biomass estimation of the community of *Castanopsis chinensis* + *Cryptocarya concinna* + *Schima superba* were carried out in a 1 hm² permanent plot located in the Monsoon Evergreen Broadleaved Forest (MEBF) in Dinghushan Biosphere Reserve. Of the total biomass (t/hm²) 295.640, 286.061 was distributed in trees, 8.900 in shrubs, 0.330 in herbs, and 0.349 in interstratum plants. Of the total biomass of trees,

* 国家自然科学基金(9390011)和中国科学院中国生态系统研究网络(CERN)经费资助项目。
黄玉佳、张佑昌、余清发、王俊浩、韦彩妙等同志参加部分野外工作,特此致谢。
收稿日期:1995-12-18,修改稿收到日期:1996-06-15。

149.488, 78.940, 5.867, 51.766 t/hm² were for trunk, branch, leaf and root, respectively. The vertical biomass allocation showed that biomass increased with the stand height. The percentage of biomass for trees of $H \leq 5\text{m}$, $5 < H \leq 10\text{m}$, $10 < H \leq 20\text{m}$ and $H > 20\text{m}$ was 2.36%, 8.45%, 31.68% and 57.51%, and their average biomass density (t/hm²·m) was 2.115, 3.626, 6.283, 7.068 respectively. Among species, the order by biomass was *Castanopsis chinensis* > *Cryptocarya concinna* > *Schima superba* > *Tsoongiodendron odorum* > *Acmena acuminatissima* > *Cryptocarya chinensis* > *Aporosa yunnanensis* > *Engelhardtia roxburghiana* > *Pygeum topengii* > *Girronniera subaequalis*.

Key words: Dinghushan biosphere reserve, monsoon evergreen broadleaved forest, *Castanopsis chinensis* + *Cryptocarya concinna* + *Schima superba* community, permanent plot, biomass inventory.

早在70年代 H. Young 就已经指出生物量研究文献成倍增长^[1]。不过早期的研究工作侧重于树干收获和木材产量。自60年代末,森林生态系统水平上生物量和生产量的研究开始受到生态学家的重视。他们通过生物量和生产量的研究来比较不同植被带和不同地理区域植物群落生产力水平,研究影响生产力、物质循环、能量流动相关的各种物理过程和生物过程^[2]。叶生物量是评价森林冠层截获雨水和太阳辐射必不可少的资料^[3]。现有的工作在测定单位、样木选择和数量、树木组分的划分、生物量预测模型及独立变量的选择都得到了很大的完善。近20年来森林生物量的研究在我国也有了较快的发展,并逐步形成不同地理区域间的合作和联网研究。

锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落是鼎湖山季风常绿阔叶林的重要组成部分之一,也是我国不同地带森林联网研究和生物多样性研究的一重要森林类型。关于该森林类型某些群落优势种生物量的研究已经有过报道^[4-6]。本研究是在面积为10000m²的永久样地内进行,在对永久样地内维管束植物进行较为全面调查编目和样地内植物组成和结构分析的基础上,通过样木收获建立回归预测模型,计算了活立木生物量及其径级结构、垂直分配和种间差异,为该森林群落生物量现状及动态的长期监测提供基础资料,也为自然保护区森林的保护与管理提供依据。

1 自然概况

研究地点位于广东省中部鼎湖山自然保护区,东经112°30′39″~112°33′41″,北纬23°09′21″~23°11′30″,属亚热带季风气候。样地位于保护区核心区内三宝峰的东北坡,面积1hm²,坡度26°~30°,局部达40°,海拔270~300m,土壤为发育在砂页岩母质的赤红壤,土层厚度达60~90cm,表层有机质含量为2.94%~4.27%^[7]。

植物种类以茜草科(Pubiaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、樟科(Lauraceae)和桃金娘科(Myrtaceae)的种类最多。乔木以樟科、壳斗科、茶科、桃金娘科树种为优势。热带植物丰富,群落结构复杂,成层现象明显。群落垂直结构大致可分为乔木层、小树灌木层和草本苗木层。此外,藤本植物和附生植物也极为丰富^[8]。

2 研究方法

2.1 样地调查与样木收获

参照《热带森林地区生物多样性长期监测——永久样地的建立与调查方法》^[9],将1982年建立的面积2000m²的样地扩展为10000m²的永久样地,并分成25个20m×20m的样方,每个样方又分成16个5m×5m的小样方。1992-11对样地内胸高直径≥1cm的所有个体编号、挂牌作永久标记后进行测树指标调查,内容包括:植物种名、胸高直径(D)、树高(H)、枝下高、冠幅、树木定位坐标。

在永久样地的外围设8个5m×5m的小样方,调查下层植物种类、数量。然后全刈法收割,小乔木幼树和灌木分根、茎、枝、叶,草本和藤本植物分地上部分和地下部分称重。根据1hm²样地内树种组成和径级分布

选定样木,在永久样地附近山坡“全收获法”收获,分树干、枝、叶、根(含根桩)4个基本组分,野外测鲜重,然后从每一组分中选取足够数量具代表性的小样品带回实验室供密度、干皮比例和含水率的测定。

2.2 生物量计算

森林生物量常常通过伐取少量样木的直径、树高、冠幅等线性度量或它们的组合与树木各组分重量之间的线性或非线性关系估算得到^[10-12]。本文中虽然 D^2H 代替 D 作为预测变量能稍稍提高回归方程的相关系数和减少估测值的标准差(表1),然而在群落结构复杂的自然林中,很难准确测定树木的高度。为便于永久样地生物量动态的长期监测,本文只选用胸高直径 D 作为预测变量,预测模型为 $W = a \times D^b$ 。借助离差平方和最小值循环估计法^[14]检验方程是否为线性,修正复相关系数(Adjusted r^2 ,缩写为 Adj. r^2)和估计值标准差(Standard error of the mean,缩写为 SEM)评价方程的优劣。根据样木径级差异将样木分成4组分别建立回归方程:(a) $D \leq 5\text{cm}$ ($N = 10$), (b) $5 < D \leq 10\text{cm}$ ($N = 12$), (c) $10 \leq D \leq 20\text{cm}$ ($N = 13$) 和 (d) $D >$

表1 树木不同组分重量(kg)与 $D(\text{cm})$ 和 $D^2H(\text{cm}^3)$ 回归方程的修正复相关系数(Adj. r^2) 估计值和标准差(SEM)

Table 1 Adj. r^2 -values and standard error of the mean (SEM) for nonlinear regression ($W = aX^b$) of the tree components on tree dimensions (D, D^2H)

树木组分*	D		D^2H	
	Adj. r^2	SEM	Adj. r^2	SEM
干 WT	0.98889	15.06055	0.99463	10.34070
枝 WB	0.91200	21.43035	0.92410	19.58239
叶 WL	0.88200	2.06984	0.88580	2.00525
根 WR	0.96200	10.15261	0.96743	9.25435

* WT=weight of trunk, WB=weight of branch.

WL=weight of leaf, WR=weight of root.

$\times D$ 的 Adj. r^2 虽然得到提高,为0.83717,而估计值标准差 SEM 也有所增加,为5.01892,未能表明该线性方程一定好于非线性方程。因此,本研究中生物量预测模型均为非线性指数方程(表2)。相对误差即估计值与实测值之差除以实测值常常用来检验回归方程的估计精度。从表2可知小径级的(a)组与(b)组比胸高直径相对较大的(c)组和(d)组具有更高的估计精度。

3.2 生物量

3.2.1 $D \geq 1\text{cm}$ 的木本植物生物量径级结构 生物量的径级分配如表3。如果以径级和生物量所占的比例作图,不难发现生物量径级结构呈“两头大中间小”的分布规律,即生物量比较集中分布在 $D \leq 35\text{cm}$ 和 $D > 65\text{cm}$ 的个体,而 $35 < D \leq 65\text{cm}$ 的中等个体生物量分配比率相对较小,与年龄较小的广东黑石顶亚热带常绿阔叶林出现的正态分布恰恰相反^[15]。由于径级生物量由径级中个体数和个体生物量所决定,而个体生物量取决于胸高直径,从表3可知,胸高直径在35cm以下的树之所以具有较大的生物量比率是因为有较多的个体数,而 $D > 65\text{cm}$ 的树虽然个体数很少,但具有较大的胸高直径和树高,因此也具有较高的生物量分配比率。这种分布格局的形成可能与某些树种的自然更新、大树自然老死、虫食和台风侵袭等生物或非生物因子单独或综合作用的影响有关。比如锥栗生物量约为所有树种总生物量的45%,是影响生物量径级分配的重要因素。在15株锥栗中, $D > 65\text{cm}$ 有11株,胸径最大的达126.4cm,而中、小径级的锥栗个体则相对少得多,表明在高度郁闭的林冠低层阳性树种锥栗的更新存在困难。在样地中樟楠、黄果厚壳桂和厚壳桂等带有芳香味的樟科树种常常受昆虫食叶、蛀干的危害,有些个体在竞争过程中受上层树冠的压制成为被压木,得不到充足的阳光维持其正常的光合作用。关于林木死亡原因和死亡站杆、倒木的树种组成和贮量的研究结果将另文报道。

3 结果与分析

3.1 回归方程的确定

如表2所示,4个径级的干、枝、叶和根干物质重与胸高直径 D 组成的非线性回归方程 $W = a \times D^b$ 的修正复相关系数 Adj. r^2 均达到显著水平,而且几乎所有方程的指数值 b 与1均存在显著差异,表明用非线性指数方程来预测树木不同组分的生物量是合理的。虽然(d)组中叶回归方程的指数值 b 与1未表现显著差异,暗示该样木组叶生物量与 D 的相关关系可能为线性。然而以线性代替非线性得到的回归方程 $WL = -6.57320 + 0.74634$

有所增加,为5.01892,未能表明该线性

表2 生物量估算的回归方程

Table 2 Regression equations for biomass estimation

样本组 D-class	回归方程 [*] Equations	修正复相关系数 Δ Adj. r ²	标准差 SEM	相对误差 R. error (%)
(a)	$WT=0.05549 \cdot D^{2.87775^-}$	0.91164	0.60826	-0.23
	$WB=0.01124 \cdot D^{3.16237^+}$	0.81933	0.30284	0.00
	$WL=0.01551 \cdot D^{2.32633^+}$	0.86555	0.08602	0.42
	$WR=0.02838 \cdot D^{2.65344^-}$	0.90495	0.22077	-0.27
(b)	$WT=0.11701 \cdot D^{2.46930^+}$	0.88428	2.05700	0.04
	$WB=0.01621 \cdot D^{2.91355^+}$	0.76490	1.79321	0.63
	$WL=0.04169 \cdot D^{1.95062^-}$	0.68922	0.44047	0.39
	$WR=0.04977 \cdot D^{2.19511^+}$	0.95730	0.32819	-0.16
(c)	$WT=0.10769 \cdot D^{2.34891^+}$	0.77761	4.15734	4.55
	$WB=0.00385 \cdot D^{3.15090^+}$	0.88184	3.81171	3.69
	$WL=0.00372 \cdot D^{2.45111^+}$	0.82848	0.96151	0.57
	$WR=0.03538 \cdot D^{2.23557^-}$	0.81687	3.46518	0.45
(d)	$WT=0.03541 \cdot D^{2.62146^+}$	0.97844	36.71034	-2.34
	$WB=0.00583 \cdot D^{2.94393^-}$	0.84965	52.85291	-1.61
	$WL=0.07709 \cdot D^{1.55059}$	0.71000	4.94167	-0.30
	$WR=0.01128 \cdot D^{2.67850^+}$	0.92962	24.5010	-1.11

*: WT, WB, WL 和 WR 与表1相同, WT, WB, WL and WR are the same as those in table 1.

+ : 表示在 $p < 0.05$ 水平上, 指数 b 与 1 存在显著差异。The exponent b of the nonlinear equations differs significantly from 1 at the 95% confidence level.

Δ: 表示在 $P < 0.05$ 水平上, 所有修正复相关系数存在显著差异。All the Adj. r^2 is significant at the 95% confidence level.

在生物量器官分配中, $D \leq 20\text{cm}$ 的个体树干、枝、叶和根生物量分配比例各为 56.97%、19.97%、5.92% 和 17.13%, $20 < D \leq 100\text{cm}$ 的个体的相应器官分配比例为 51.43%、28.76%、1.48%、18.33%, $D > 100\text{cm}$ 的个体各为 48.89%、32.83%、0.54% 和 17.74%。可见, 小径级个体的叶生物量比率较高。随个体的生长, 非光合器官根和枝干物质在不断累积, 而光合器官叶则一般只着生在数量极少的当年生枝条上, 从而出现老龄大树叶生物量比率比径级小的树木个体低的现象。

3.2.2 $D \geq 1\text{cm}$ 的木本植物生物量垂直结构 鼎湖山季风常绿阔叶林垂直结构明显。根据树高与株数分布规律将 $D \geq 1\text{cm}$ 的木本植物分为 4 层, 即乔木第一亚层 ($H > 20\text{m}$)、乔木第二亚层 ($10 < H \leq 20\text{m}$)、乔木第三亚层 ($5 < H \leq 10\text{m}$)、小树灌木层 ($H \leq 5\text{m}$)。表 4 列出了各层所包含的个体数、生物量。可见, 生物量随林分高度级依次递增, 而株数密度则依次递减。乔木第一亚层虽然个体数最少, 生物量则最大, 占总生物量的 57.51%, 其次是乔木第二亚层, 占总生物量的 31.68%。乔木第三亚层和小树灌木层生物量所占比率最小, 仅为总生物量的 10.81%, 而个体数则为样地植物个体总数的 91.57%。

地上部分生物量除以林分平均树高得到地上生物量密度 (ABD), 表示单位空间森林拥有的干物质量, 是群落结构和功能的重要测度之一^[16]。与纯林、人工林相比, 自然林的垂直结构要复杂得多, 因此本文根据乔木的 4 个亚层来分别计算 ABD 值 (见表 4)。可见, 乔木第一亚层和第二亚层的 ABD 值相差不大, 生物量

表3 群落中所有 $D \geq 1\text{cm}$ 的木本植物生物量及径级分配Table 3 Biomass allocation among the various DBH classes for trees with $D \geq 1\text{cm}$ of the community

径级 <i>D</i> -class (cm)	株数 Ind. No.	平均 胸径 <i>D</i> (cm)	平均 树高 <i>H</i> (m)	树干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf (kg/hm ²)	根 Root	合计 Total	占总生物 百分数 Percentage
$D \leq 5$	2846	2.31	3.4	3022	881	427	1158	5498	1.88
$5 < D \leq 10$	665	6.76	6.4	7643	3290	1081	2304	14317	4.89
$10 < D \leq 15$	170	12.30	9.6	6798	1866	506	1951	11121	3.80
$15 < D \leq 20$	101	17.53	13.9	9173	3300	756	2586	15815	5.40
$20 < D \leq 25$	80	22.47	16.6	10952	4490	778	3796	20016	6.83
$25 < D \leq 30$	46	27.03	17.6	10246	4429	596	3569	18840	6.43
$30 < D \leq 35$	27	32.56	19.2	9842	4492	467	3445	18246	6.23
$35 < D \leq 40$	9	38.08	20.2	4961	2368	199	1744	9271	3.16
$40 < D \leq 45$	7	41.03	19.6	4697	2292	173	1654	8816	3.01
$45 < D \leq 50$	4	46.95	22.5	3836	1947	122	1356	7262	2.48
$50 < D \leq 55$	1	50.10	15.0	1138	588	34	403	2163	0.74
$55 < D \leq 60$	1	58.80	18.5	1740	943	43	619	3345	1.14
$60 < D \leq 65$	2	60.80	21.5	3803	2081	91	1354	7330	2.50
$65 < D \leq 70$	3	66.17	25.8	7139	4004	156	2547	13846	4.73
$70 < D \leq 75$	3	72.93	25.0	9246	5336	182	3308	18071	6.17
$75 < D \leq 80$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$80 < D \leq 85$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$85 < D \leq 90$	2	88.15	21.5	10183	6211	163	3662	20219	6.90
$90 < D \leq 95$	2	91.50	25.5	11241	6931	172	4046	22391	7.64
$95 < D \leq 100$	2	97.65	25.0	13360	8397	190	4817	26765	9.13
$D > 100$	2	122.2	26.0	24270	16298	270	8804	49642	16.94
总计 Total	3973			153290	80146	6406	53132	292975	100.00

分配比较均一,却比乔木第三亚层以及近地的小树、灌木层的 *ABD* 值大得多。这种垂直结构的形成虽然对幼年喜阴树种如黄果厚壳桂、云南银柴、厚壳桂,中性树种如荷木等的自然更新非常有利,而对阳性树种如锥栗的更新则造成困难。在下一节中还将发现无论是重要值还是生物量百分比,锥栗都占有极为显著的优势。因此,锥栗在群落中的这种优势地位能否继续维持,持续多久以及群落结构、树种组成、生产力水平将发生什么样的变化仍然值得今后研究。这也是森林永久样地长期监测的任务之一。

3.2.3 $D \geq 1\text{cm}$ 的木本植物生物量的树种分配 表5列出了该群落主要树种的株数密度、重要值和生物量。生物量由大到小排列。可见锥栗生物量最大,占总生物量的45.3%;黄果厚壳桂和荷木次之,各占总生物量的10.6%和9.9%;其余树种生物量百分比均在5%以下。

通常树种重要值能有效地反映种群在群落中的结构,而生物量则能较好地揭示种群在群落中的功能地位。显然,两者的综合将能更完整地反映种群在群落中结构和功能。如果把生物量排序和相应的重要值排序简单相加除以2得到的平均值作为衡量树种在群落中的重要地位,那么排在前10位的树种依次为锥栗、黄果厚壳桂、荷木、云南银柴、肖浦桃、厚壳桂、白颜树、红车、臂形果、黄杞、柏拉木-九节-翅子树。

表4 群落中所有 $D \geq 1\text{cm}$ 的木本植物生物量的垂直分配
Table 4 Vertical biomass allocation for trees with $D \geq 1\text{cm}$ of the community

高度级 <i>H-class</i> (m)	株数密度 (Indiv.) (N/hm ²)	平均树高 Mean- <i>H</i> (m)	生物量 Biomass (kg/hm ²)	占总生物量百分比 Percentage (%)	生物量 密度(ABD) (kg/hm ² ·m)
$H \leq 5$	2809	3.27	6915	2.36	2115
$5 < H \leq 10$	829	6.83	24767	8.45	3626
$10 < H \leq 20$	268	14.77	92797	31.68	6283
$H > 20$	67	23.84	168496	57.51	7068
总计 Total	3973		292975	100.00	

表5 群落主要树种的个体密度、重要值及生物量
Table 5 The individual density, importance value
(*N*) and biomass of major species in the community

种名 Species	个体密度 (Density) (N/hm ²)	平均胸径 Mean- <i>D</i> (cm)	重要值 <i>N</i>	生物量 Biomass (kg/hm ²)
锥栗 <i>Castanopsis chinensis</i>	15	74.07	28.32	132560
黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	303	11.58	28.32	31174
荷木 <i>Schima superba</i>	37	30.34	14.53	29037
观光木 <i>Tsoongiodendron odorum</i>	1	98.80	2.83	13815
肖蒲桃 <i>Acmena acuminatissima</i>	133	8.73	12.97	12594
厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i>	31	20.43	7.56	11896
云南银柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>	1201	4.36	41.54	11369
黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>	11	29.91	4.89	9712
臀形果 <i>Pygeum topengii</i>	21	19.00	5.81	6988
白颜树 <i>Girronniera subaequalis</i>	92	9.16	9.02	5748
白榄 <i>Canarium album</i>	18	7.63	3.84	4861
翅子树 <i>Pterospermum lanceae-folium</i>	77	6.05	4.72	2708
红车 <i>Syzygium rehderianum</i>	138	3.96	8.48	2522
华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	12	17.60	2.99	2320
红皮紫椴 <i>Cribiodendron kwangtungense</i>	26	5.17	3.58	1982
笔罗子 <i>Meliosma rigida</i>	39	5.74	4.22	1324
鼎湖血桐 <i>Macranga sampsonii</i>	56	4.47	3.91	1221
降真香 <i>Acronchia pedunculata</i>	28	8.01	3.15	1145
鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	40	4.30	2.76	1065
黄叶树 <i>Xanthophyllum hainanensis</i>	62	3.88	4.91	1013

(续表5)

种名	个体密度	平均胸径	重要值	生物量
水石梓 <i>Sarcosperma laurinum</i>	74	4.19	5.28	722
鼎湖吊樟 <i>Lindera chunii</i>	78	3.50	4.70	546
褐叶柄果木 <i>Mischocarpus pentapetalis</i>	63	2.69	5.43	471
光叶山黄皮 <i>Randia canthioides</i>	135	2.11	6.94	400
九节 <i>Psychotria rubra</i>	234	2.17	9.36	387
罗伞 <i>Ardisia quinquegona</i>	108	2.45	6.38	339
光叶红豆 <i>Ormosia glaberrima</i>	151	2.07	6.56	296
柏拉木 <i>Blastus cochinchinensis</i>	452	1.51	14.78	195
白车 <i>Syzygium levanei</i>	27	3.27	2.42	158
鱼骨木 <i>Canthium dicoccum</i>	24	2.95	2.77	141
土沉香 <i>Aquilaria sinensis</i>	23	2.46	2.24	40
粗叶木 <i>Lasianthus chinensis</i>	24	1.53	2.54	12
其它59种 <i>Other 59 species</i>	242		32.25	4214
总和 <i>Total</i>	3973		300.00	292975

3.2.4 群落总生物量及器官分配 按植物的生活型通常将群落划分为乔木、灌木、草本3个基本结构层次。然而,鼎湖山季风常绿阔叶林具有较高的物种多样性,垂直结构复杂,层与层之间互相交错镶嵌,乔木与灌木层界面不明显。本文根据各个体的树高分布将 $H < 5m, D > 1cm$ 的个体归为下木层,包含所有的灌木和部分 D 在 $1 \sim 3cm$ 的乔木小树。这部分与小样方调查得到的 $D < 1cm$ 的乔、灌木合在一起为该层的生物量。表6列出了群落各层的生物量及其分配,生物量受复杂因素的影响,如区域性气候、环境、森林类型和成熟程度以及研究时间跨度等,给生物量的比较带来很大困难。本文结果仅和研究年代相近、纬度相似的广东黑石顶亚热带常绿阔叶林($357.98t/hm^2$)^[15]和稍南的海南黎母山山地热带雨林($507.2t/hm^2$)^[17]的结果作比较,可见,鼎湖山季风常绿阔叶林生物量与亚热带常绿阔叶林相对接近,低于热带雨林。

从表6还可以看出,群落生物量主要集中在乔木层。根占总生物量的18.2%,略低于黑石顶常绿阔叶林(20.54%)^[15]。叶占总生物量的2.30%,和以前报道过的鼎湖山厚壳桂群落类似(2.39%)^[5],低于年龄较小的黑石顶亚热带常绿阔叶林(4.36%)^[15]。此外,下木层和层间植物生物量低于海南黎母山热带雨林,高于黑石顶亚热带常绿阔叶林,体现了鼎湖山季风常绿阔叶林为热带雨林向亚热带常绿阔叶林过渡的一些特征。

表6 群落总生物量及其在各层中的分配

Table 6 Total biomass and its allocation in trees, shrubs, herbs and interstratum plants

层次 Layer	干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf (kg/hm ²)	根 Root	合计 Total	占总生物量的 百分数(%)
乔木层 Trees	149488	78940	5867	51766	286061	96.76
下木层 Undergrowth	4501	1591	924	1884	8900	3.01
草本 Herb		185		145	330	0.11
层间植物 Interstratum		276		73	349	0.12
总和 Total				53868	295640	100

4 结论与建议

4.1 非线性指数方程 $W = a \cdot D^b$ 能有效地预测树木不同组分的生物量,而且小径级树木生物量预测精度

比大径级高。

4.2 在 $D > 20\text{cm}$ 的样木组中,最大一株样树 D 为 42.6cm ,而 $D > 45\text{cm}$ 的个体有 22 株,因此,用该样木组建立的回归方程来估测这部分树木生物量可能会产生偏高的估计。

4.3 本研究中的锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落是鼎湖山季风常绿阔叶林中林龄最大、保护完好的森林类型,年龄较大的阳性树种锥栗生物量比较大,但林下更新不良,而且生物量径级分配呈“两头大中间小”,表明该群落是一种演替过程中不稳定群落。就各树种目前在群落中的重要地位而言,阴性树种黄果厚壳桂、云南银柴和中性树种荷木仅次于更新不良的阳性树种锥栗,可能取而代之。因此,这种一直以锥栗为主要优势树种的群落能否继续维持、持续多久以及群落结构、物种多样性和生产力将发生什么样的变化等列问题仍然值得今后长期监测与研究。

参 考 文 献

- 1 Young Harold E. *Biomass production in terrestrial ecosystems*. Schlegel, H. G.; Barnea, J. eds. Microbial energy conversion 1976 October 4~8 Gottingen, Germany. New York, Pergamon Press. 1977, 45~48
- 2 Stanek W & State D. *Equations predicting primary productivity (biomass) of trees, shrubs, and lesser vegetation based on current literature*. Victoria B. C.; Canadian Forestry Service, Pacific Forest Research Centre. 1978, 58p. Report BC-X-183
- 3 Brown J. K. Estimating shrub biomass from basal stem diameters. *Canadian Journal of Forest Research*, 1976, 6(2): 153~158
- 4 彭少麟,张祝平. 鼎湖山地带性植被生物量、生产力和光能利用效率. 中国科学(B辑), 1994, 24(5): 497~502
- 5 彭少麟,张祝平. 鼎湖山森林植被主要优势种黄果厚壳桂、厚壳桂生物量和第一性生产力研究. 植物生态学与地植物学学报, 1990, 14(1): 23~32
- 6 彭少麟,张祝平. 鼎湖山森林植被优势种云南银柴和柏拉木的生物量及第一性生产力研究. 应用生态学报, 1992, 3(3): 202~206
- 7 何金海等. 鼎湖山自然保护区之土壤. 热带亚热带森林生态系统研究, 1982, (1): 25~37
- 8 王铸豪等. 鼎湖山自然保护区的植被. 热带亚热带森林生态系统研究, 1982, (1): 77~141
- 9 Dallmeier F. *Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas; Methods for establishment and inventory of permanent plots*. MAB digest UNESCO, Paris, 1992, 72
- 10 Whittake R H. & Marks P L. Methods of assessing terrestrial productivity. In: *Primary Productivity of the Biosphere* (Lieth H and Whittake R H. eds.) Spring-Verlag, New York 1975, 340
- 11 Whittake R H, Woodwell G M. Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven forest. New York. *Journal of Ecology*, 1986, 56: 1~25
- 12 Young Harold E. A summary and analysis of weight table studies. In: *Ostlo Biomass Studies*. College of life Sci. and Agric. Expt. Stn., University of Maine at Orono, 1976, 251~282
- 13 Smith J H G. *Bases for sampling and simulation in studies of tree and stand weight*. IUFRO. Working Group on Forest Biomass Studies. Forest bioamss Studies, Univ. of Florida, Gainesville, Florida. Orono, Maine; Univ. of Maine. Life Sci. and Agric., 1971, Exp. Stn. P. 139~149
- 14 Hartley H O. The modified Gauss-Newton method for the fitting of nonlinear regression functions by least squares. *Technometrics*, 1961, 3: 269~280
- 15 陈章和等. 广东黑石顶常绿阔叶林生物量及其分配的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(4): 289~298
- 16 方精云等. 分布区西缘油松种群的生态特征. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(4): 305~316
- 17 黄全,李意德. 黎母山热带山地雨林生物量研究. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(3): 197~205