

广东黑石顶常绿阔叶林生物量及其分配的研究*

陈章和** 张宏达
王伯荪 张志权

(中山大学生物系, 广州 510275)

摘 要

本文采用标准木和回归分析法(乔木层)及样方收获法(灌木层、草本层)研究了黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林的生物量及其分配规律。

1. 四种回归模型: (a) $Y=a+bX$, (b) $Y=aX^b$, (c) $Y=ac^{bx}$, (d) $Y=a+b\ln X$ 都能成功地应用于该森林的生物量研究, 但一般以(b)及(c)的相关系数较高。对较大胸径的样木组($D \geq 10\text{cm}$)直线方程是唯一显著的模型。

2. 森林总生物量为 $357.976\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, 其中树干 $223.017(62.30\%)$, 枝 $45.834(12.80\%)$, 叶 $15.609(4.36\%)$, 根($D \leq 3\text{mm}$ 的细根除外[†]) $73.517(20.54\%)$ 。生物量绝大部分集中于乔木层($353.520\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, 98.76%)。

总生物量及树干生物量随高度分布呈金字塔形, 而枝的生物量相反。叶生物量以 15m 以上的林冠层比例较大, 但林下层仍有相当比例, 反映了森林结构的复杂性。叶面积指数为 17.1 。生物量径级分布显示出正态分布特点。

3. 地上部分生物量和总生物量分别是树干生物量的 1.27 倍和 1.60 倍。对其他热带亚热带森林分析也得到相似的结果。

关键词 黑石顶; 常绿阔叶林; 生物量

一、前 言

我国自 70 年代末开展对森林生物量研究以来, 对人工林工作较多, 对复杂的自然林特别是热带亚热带森林的工作很少, 且由于条件限制, 现有的工作在林龄、样木代表性及数量, 尤其是根系生物量方面有待于完善。本文通过较多的样木和对根系生物量的较深入研究, 力图对南亚热带常绿阔叶林的生物量研究提供较可靠及较全面的资料。

二、样地及群落概况

研究地点位于保护区独田, 海拔 $360-400\text{m}$, 气候为湿润季风气候(图 1)。土壤为红壤, 土层较厚(图 2), 少见岩石裸露。土壤营养元素含量如表 1。

本文于 1991 年 12 月收到, 1992 年 4 月收到修改稿。

* 国家自然科学基金资助项目。先后参加部份野外工作的有: 叶伟男、杨林、全桂光、温明、聂连涛等同志, 特此致谢。

** 广州华南师范大学生物系, 510631。

† 直径 $\leq 3\text{mm}$ 的细根生物量将另文报道。

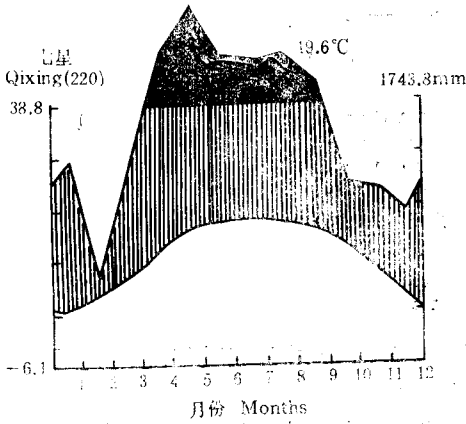


图1 黑石顶自然保护区的气候图解
Fig.1 Climate diagram of Heishiding Nature Reserve

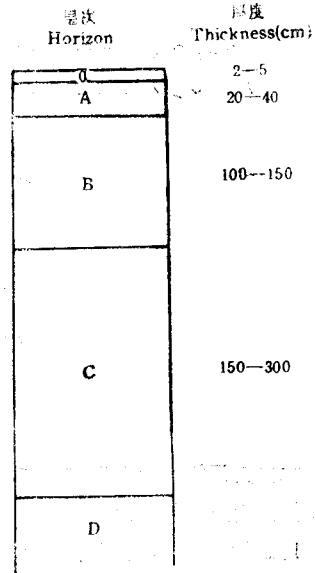


图2 研究地区的土壤剖面示意图
Fig.2 Profile of the soil in the study area

表1 土壤样品的营养元素含量¹⁾
Table 1 Element contents of the soil sampled

深度 depth (cm)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	有机碳 ²⁾ Organic carbon (%)	pH ²⁾	密度 ²⁾ Density (g(d.m.) ·cm ⁻³)
0—20	0.025	0.018	3.15	1.79	trace	0.174	2.66	4.77	0.655
40—60	0.020	0.009	3.05	0.235	0.008	0.187			
80—100	0.017	0.008	2.88	0.156	trace	0.186			

1) 中国科学院华南植物研究所彭少麟同志帮助测定，特此致谢。

2) 引自杨家诚，1990：华南热带和亚热带森林生态系统中的土壤微生物与环境因子的关系，中山大学博士生毕业论文。

d.m. = dry matter

群落属低山常绿阔叶林。据优势种，该群落可称为粘木(*Ixonanthes chinensis*) + 小叶胭脂(*Artocarpus styracifolius*) + 光叶红豆(*Ormosia glaberrima*) + 生虫树(*Cryptocarya concinna*) - 华南省藤(*Calamus rhabdocladus*) + 金毛狗(*Cibotium barometz*)群落，在低山地带很常见。林龄约100年。群落的密度、平均株距及胸面积等结构特征如表2。群落的种类组成及其他结构特征已另文描述^[5]。

三、研究方法

(一) 样木的确定

为了尽可能少花费劳力，又能使样木有较好的代表性，样木的确定依据以下原则：

(1) 据每径级及每高度级个体百分比确定样木百分比(Draul法^[13])(表3)；

表2 群落的密度、平均株距及胸面积

Table 2 Density, mean distance of individuals, and basal area of the forest

密度(个体数·ha ⁻¹) Density(inds·ha ⁻¹)			平均株距 Mean distance(m)		胸面积 Basal area(m ² ·ha ⁻¹)	
高度≥1.5m Height ≥1.5m	胸径≥10cm DBH ≥10cm	V级立木 ¹⁾ Size class V	高度≥1.5m Height ≥1.5m	V级立木 Size class V	高度≥10cm Height ≥1.5m	胸径≥10cm DBH≥10cm
4360	1608	310	1.440	5.359	39.2	35

1) DBH>22.5cm inds.= individuals

表3 群落全部个体(乔木层)及样木的径级分布和高度分布¹⁾

Table 3 Percentage distribution in diameter classes and in height classes of the individuals in the forest and of the standard trees

径级 Diameter class(cm)	占群落全部个体的% % of all the individuals	占样木总数的% % of total standard trees	高度级 Height class(m)	占群落全部个体的% % of all the individuals	占样木总数的% % of total standard trees
<5	55.6	52.2	5	45.1	30.4
<10	18.0	13.0	10	25.6	30.4
<15	9.1	10.9	15	13.6	13.0
<20	7.5	6.5	20	9.1	15.2
<25	5.0	10.9	20	6.6	8.7
>25	9.9	6.8			

1) 样木总数 Total number of standard trees: 45

群落总个体数 Total individuals in the forest: 1234

(2) 强调优势种,同时包括尽可能多的种。

(二) 样木的收获

乔木层共收获样木 45 株, 26 种。全部样木均在永久样地对面山坡砍伐。坡度、土壤条件、群落类型及特征和永久样地相似。样木的砍伐及分层称重按[2]的方法进行。对粗大的木段不能直接称重, 则量出体积, 并取样品测比重, 据体积及比重求重量(求积法)。另外对 3 株样木, 同时用称重法及求积法测定, 从而对求积法的结果进行校正(求积法低 5.2—12.1%, \bar{x} : 8.3%)。无叶枝条直接称重, 带叶枝条中枝、叶重量的测定据文献[13]的方法进行。

每株样木的根系全部挖出称重(因时间关系未分大、中、小根)。

灌木层(1—2.5m)及草本层(<1m)采用全割法。共收获 4 个样地, 73 m² (3 个 4 × 4m², 1 个 5 × 5m²)。称出地上部分各器官的鲜重。另取各层部分代表植株, 挖出根系称重, 据地上部分/地下部分比值推算样地的根系重量。

各层各器官均取样品烘干称干重¹⁾。

叶绿素含量的测定用混合液法^[4]。样品取自各层次(0.6—23m)代表植株共 40 株, 18 种。每株 3 个重复, 每重复 2 片叶。用刀片在每片叶中脉侧切下 2.5cm², 各取其中一半作分析用。把用于分析的叶样再切成 10 小块, 放于装有 10ml 混合液的试管中, 塞紧胶塞, 用黑布包好。待叶子材料完全变白(1—2 周)后, 用 751 型分光光度计测定浸提液的叶

1) 80℃烘箱烘 48 小时。枝条先用刀切成细条再烘。

绿素含量。

每株样木取叶样品,用描画法测叶面积。

(三) 回归模型的选择及生物量的计算

据样木资料,以胸径(D)和胸径平方乘以树高(D²H)为自变量、各器官生物量为因变量,对四个回归模型:(a)Y = a + bX, (b)Y = aX^b, (c)Y = ae^{bX}, (d)Y = a + blnX 的适用性进行了评价,从中筛选出相关系数最高的模型计算生物量。

由于样木径级差异较大,故把样木分成以下三组,分别建立回归方程:

(a) D ≥ 10cm (n = 15), (b) 10 < D < 3.2cm (n = 14), (c) D < 3.2cm (n = 16)。

据 3 300m² 样地每木调查结果,群落中全部个体的生物量均由相应的回归方程算得,群落的生物量即为全部个体的生物量之和。

四、结果及分析

(一) 回归方程和变量评价

据对四个回归模型分析结果,以(b)的相关系数较高,(c)次之。但四个模型一般都达到极显著或显著水平¹⁾,表明四个模型均可应用于该森林生物量研究。直线方程相关系数一般较低,但对于(a)组样木叶生物量,直线方程是唯一显著的模型。

以 D²H 作自变量代替 D,除模型(a)的相关系数有提高外,其他几个模型并无提高,甚至降低。其他研究者也报道了相同的结论^[3,16,19,20]。所以,除样木组(a)、(c)的叶生物量用模型(a)计算外,其他均用模型(b)。所用的回归方程如表 4。

(二) 生物量及其分配

(1) 总生物量及其器官分配

表 4 生物量计算所用的回归方程
Table 4 Regression equations used in the biomass estimation

样木组 Group of the standard trees	模型 Model	x	Y	a	b	r
(a)	Y = ax ^b	D(cm)	T.B.	0.0532	2.694	0.924
			B.B.	0.0194	2.515	0.716
			R.B.	0.0218	2.625	0.910
(b)	Y = a + bx	D(cm)	L.B.	-13.107	1.312	0.547
			T.B.	0.0799	2.604	0.981
			B.B.	0.0122	2.734	0.932
(c)	Y = ax ^b	D(cm)	R.B.	0.0408	2.336	0.944
			L.B.	0.0175	2.297	0.869
			T.B.	0.0896	2.492	0.935
(d)	Y = a + bx	D(cm)	B.B.	0.0252	2.072	0.769
			R.B.	0.0234	2.765	0.746
			L.B.	-0.266	0.177	0.713

T.B.=干生物量 trunk biomass B.B.=枝生物量 branch biomass R.B.=根生物量 root biomass L.B.=叶生物量 leaf biomass 生物量单位: kg all the biomasses are in Kg.
(a)组样木叶生物量的回归方程达显著水平(0.05),其他方程均达极显著水平(0.01) Regression on D and L.B.of group (a) is significant at 0.05 level, and the others, at 0.01 level.

1) 陈章和, 1991, 鼎石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林生物量与生产量研究. 中山大学博士生毕业论文.

群落总生物量为 $357.976 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ，低于鼎湖山厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*) 林 (425.468)^[6]，接近或略低于温带成熟林 (573 ^[21]， 432.8 ^[18]， 328.8 ^[8]) 树干、枝、叶、根分别是 $223.017 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (62.30%)， 45.834 (12.80%)， 15.609 (4.36%) 和 73.517 (20.54%) (表 5)。叶生物量占总生物量的比例比林龄较大的鼎湖山厚壳桂林高^[6] (4.36% vs. 2.39%)，比林龄较小的亚热带青冈栎林 (6.22%) 低¹⁾。叶生物量也比其他亚热带及温带森林高 (15.6 VS. $3-13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$)^[15]。根系生物量占总生物量的 20.54% ，高于热带雨林及山地雨林的测值^[10,20]。

(2) 生物量的垂直分配

生物量的垂直分配如表 5 及图 3。

表 5 群落的生物量 ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Table 5 Biomass of the forest ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

层 次 Layer	干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf	根 Tool	合计 Total	占总量百分数 Percentage (%)
乔木层 Tree layer	221,099	45,200	14,878	72,344	353,520	98.76
灌木层 Shrub layer	1,718	0,480	0,586	1,028	3,812	1.06
草本层 Herbaceous layer		0,145	0,145	0,145	0,644	0.20
合计 ¹⁾ Total	223,017	45,834	15,609	73,517	357,976	
占总量百分数 Percentage (%)	62.30	12.80	4.36	20.54		

1) 森林层间植物不显著，多以草质藤本为主，故忽略 Biomass of interstratum plants is not included because of its negligible quantity.

乔木层的生物量为 $353.520 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ，占总生物量的 98.76% 。灌木层及草本层的生物量很不显著，这与其他热带、亚热带森林相似。

总生物量及树干生物量的垂直分配呈金字塔形。枝生物量分配则略呈倒金字塔形。叶生物量以 15m 以上较显著，但低于这一高度，仍有相当大的比例，这可能反映了森林结构的复杂性及其较年轻的特点。

表 6 显示了叶子的垂直特征。叶面积指数是 17.089 ，与鼎湖山厚壳桂林 (17.8)^[6] 接近，高于其他热带、亚热带森林 ($8-12$)^[15] 和温带落叶林 ($c. 7$)^[14]。

叶绿素 a 和 a + b 含量随高度而下降 (a 值不明显)。叶绿素 a、b 及 a + b 平均分别为 2.281 、 1.523 和 $3.804 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2}$ 。森林单位面积的叶绿素总量为 $65.007 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。

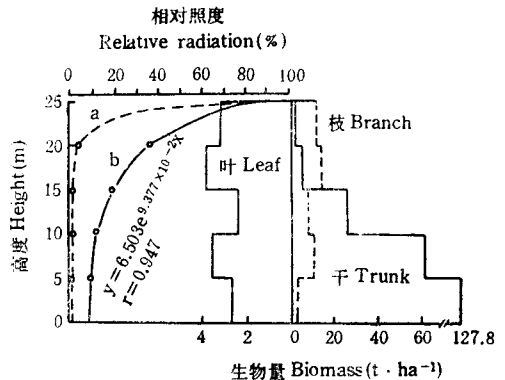


图 3 群落的生产结构图

Fig. 3 Production structure of the forest
a: 阴影下 in shade b: 光斑下 in sunflecks

1) 陈启瑞, 1988; 亚热带青冈栎常绿阔叶林生态系统生物生产力研究, 东北林业大学博士研究生学位论文(摘要)。

表6 群落叶子的垂直特征(1990年8—9月)

Table 6 Vertical characteristics of leaves in the forest(Aug.—Sept.,1990)

高度 Height (m)	生物量 Biomass (t·ha ⁻¹)	叶面积指数 Leaf area index	叶绿素含量 Chlorophyll content(mg·dm ⁻²)		
			a	b	a+b
≤5	2.798	3.684	2.565	1.752	4.317
≤10	3.717	3.889	2.249	1.683	3.932
≤15	2.418	2.530	2.129	1.572	3.701
≤20	3.788	3.963	2.268	1.351	3.619
≤25	2.889	3.023	2.195	1.257	3.452
合计 Total	15.610	17.089			
均值x			2.281	1.523	3.804

表7 乔木层生物量的径级分配(t·ha⁻¹)Table 7 Allocation of the biomass among different diameter classes
(for tree layer(≥2.5m))(t·ha⁻¹)

径级 Diam. class (cm)	株/ha Inde./ha	树干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf	根 Root	合计 Total	占乔木层总 生物量的% % of total biom. of all the classes
<5	2079	2.859 (59.92)	0.582 (11.07)	0.421 (8.83)	0.962 (20.18)	4.770	1.35
<10	673	10.987 (58.73)	2.159 (11.44)	1.250 (6.62)	4.380 (23.20)	18.776	5.31
<15	339	16.402 (60.64)	3.866 (14.22)	1.074 (3.95)	5.766 (21.20)	27.108	7.67
<20	279	33.664 (60.86)	7.449 (13.47)	2.689 (4.86)	11.512 (20.81)	55.314	15.65
<25	188	44.617 (61.88)	9.327 (12.94)	3.160 (4.38)	14.994 (20.79)	72.098	20.39
<30	103	42.687 (62.80)	8.701 (12.80)	2.450 (3.60)	14.141 (20.80)	67.979	19.23
<35	39	23.638 (63.43)	4.707 (12.63)	1.159 (3.11)	7.761 (20.83)	37.265	10.54
<40	24	22.175 (62.99)	5.449 (15.48)	1.018 (2.89)	6.565 (18.65)	35.207	9.96
<45	6	6.728 (62.19)	1.834 (16.95)	0.297 (2.74)	1.960 (18.12)	10.817	3.06
<50	3	4.361 (62.50)	1.182 (16.95)	0.186 (2.64)	1.248 (17.90)	6.977	1.97
<55	0						
<60	6	10.794 (62.73)	2.917 (16.95)	0.441 (2.57)	3.055 (17.75)	17.207	4.87
合计 Total	3739	218.912	48.119	14.145	72.344	353.520	
占乔木层总 生物量的% % of total biom.		61.92	13.61	4.00	20.46		100

括号内数字为占同一径级生物量的百分比 Values in the parentheses are percentages of the total biom. of the same class.

Diam. = Diameter, Inds. = Individuals, biom. = biomass

(3) 生物量的径级分配

生物量的径级分配如表 7。以 20—35 cm 胸径级的生物量百分比较高，接近正态分布。较大径级的树干及枝生物量百分比较高，而叶却相反。显然，随着个体长大，非同化器官(干、枝)随时间而积累，而同化器官却不能无限地增加。根的百分比随径级的增大略有下降。

(4) 各器官生物量的关系

据四个回归模型的测定，地上部分与根系生物量的回归都有相似的相关系数。表 8 提供了线性回归模型。根系和地上部分线性相关，表明两者生长的协调性。

表 8 根系与地上部分生物量的线性回归

Table 8 Linear regressions on root and shoot biomass

样木组 Group of standard trees	Y	X	a	b	r ²
(a)	根生物量 root biom.	地上部分生物量 Shoot biom.	9.116	0.220	0.872
(b)			0.293	0.214	0.851
(c)			-0.017	0.282	0.820

1) 全部方程均达极显著水平 All the equations are significant at 0.01 level.

地上部分生物量是树干生物量的 1.28 倍，这与温带森林 1.3 倍的平均值^[19]相当。对其他热带、亚热带天然林、甚至人工林的测定结果，也很接近该值(多数为 1.3—1.4，表 9)。总生物量是树干生物量的 1.60 倍，其他森林多为 1.6—2.0。据树干生物量估计地上部分生物量乃至总生物量，看来是可行的。

五、结 语

样木大小对回归方程的适用性是很重要的。木村提出，样木中应包括林分中最大的个体^[13]。但这在热带亚热带高大森林中，当涉及到根系时，是非常困难的。本文最大样木的胸径为 31.8cm，而群落中最大个体为 57.3cm。用幂函数方程计算 $D > 31.8\text{cm}$ 的个体，会使结果偏高，而用直线方程时，则结果偏低。对这些个体，本文用两者的加权平均估计，可能误差会大些，这是不足之处。不过 $D > 32\text{cm}$ 的个体不多， $D \geq 40\text{cm}$ 仅有 4 株，使总生物量的误差不会很大。如何解决这一问题是值得进一步研究的。

样木的数量是影响结果精度的重要因素。据标准误差随样木数量的变化看，每组样木数量至少要 12—13 株。本文从亚热带常绿阔叶林种类复杂、优势种不明显的特点出发，从多种植物中选择样木，使其具有较好的代表性。这种方法的效果如何，也值得深入研究。

叶生物量和胸径的相关系数在许多人的研究中都较低。本文(a)组样木叶生物量的回归方程，四个模型仅直线方程相关系数显著(0.05 水平)。目前对叶生物量的估计仍无十分有效的方法，值得今后深入探讨。

到目前为止，人们对森林生物量与环境因子的关系注意较多，而对生物量与森林结构特征的关系注意较少。森林的结构特征是森林发育阶段、种类组成及环境条件的综合反

表9 茎生物量与地上部分生物量及与总生物量的关系(与其它地区森林比较)

Table 9 Relations between stem biomass and aboveground biomass, between stem biomass and total biomass in several forests (Comparision with other forests)

地点及森林类型 Site and forest	树干生物量 (ET) Biom. of trunk (BT) (t·ha ⁻¹)	地上部分生物 量(AB) Abovegr. biom (AB) (t·ha ⁻¹)	总生物量 (TE) Tot biom (TB) (t·ha ⁻¹)	AB/BT	TB/BT	资料来源 Reference
法属圭亚那热带雨林 Trop. rain for. in French Guiana	394.7	589.6		1.494		[16]
印度热带雨林 Trop. rain for. in India						[17]
Agumbe	290	420		1.448		
Bannadpare	344	454		1.320		
Kagneri	334	460		1.377		
South Bhadre	490	649		1.324		
海南热带山地雨林 Trop. mont. rain for. in Hainan	362	493		1.362		[10]
鼎湖山南亚热带森林 Lower subtrop. for. in Dinghushan						[6]
常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved for.	218.6	292.0	425.5	1.336	1.946	
常绿阔叶-针叶混交林 Evg. b.l. and conif. mixed for.	126.7	176.2	261.1	1.391	2.016	
马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> for.	40.2	56.4	78.2	1.402	1.944	
黑石顶南亚热带森林 Lower subtrop. for. in Heishiding	221.1	281.2	353.5	1.272	1.599	This study
流溪河南亚热带林 Lower subtrop. for. in Liuxihe						[11]
常绿阔叶林 Evg. b.l. for.	144.6	192.8		1.333		
马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> for.	142.9	185.0		1.295		
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> for.	38.2	51.3		1.343		
湖南会同亚热带林 Subtrop. for. in Huitong, Hunan Province						[2]
马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> for. (20yr.)	60.9	83.0	100.0	1.363	1.643	
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> for. (11yr)	46.3	72.8	91.8	1.572	1.983	
湖南朱亨亚热带林 Subtrop. for. in Zhuting, Hunan Province						[12]

续表 9

地点及森林类型 Site and forest	树干生物量 (BT) Biom of trunk (BT) (t·ha ⁻¹)	地上部分生物量 (AB) Abovegr. biom.(AB) (t·ha ⁻¹)	总生物量 (TB) Tot. biom. (TB) (t·ha ⁻¹)	AB/ET	TB/BT	资料来源 Reference
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> for.(11yr)	25.0	46.6	59.3	1,864	2,372	[7]
贵州亚热带山地森林 Subtrop. mont. for. in Guizhou Province						
海南五针松林 <i>Pinus fanzeliana</i> for.(17yr)	86.7	125.5	149.4	1,447	1,723	[9]
四川亚热带山地森林 Subtrop. mont. for. in Sichuan Province						
红杉林 <i>Larix mastersiana</i> for.(22yr)	73.3	95.3	113.6	1,300	1,550	

Trop. = Tropical for. = forest mont. = montane evg. b.l. = evergreen broad-leaved conif.
= coniferous biom. = biomass tot. = total abovegr. = aboveground

映。据对热带、南亚热带 20 个森林的生物量和森林结构特征的关系分析¹⁾, 森林地上生物量和森林胸面积以及和胸面积与密度之比都显著相关或极显著相关。因此, 在我国森林生物量资料不多的情况下, 为了提高不同结果的可比性, 必须注意森林的结构特征比较。从本森林的林龄及结构特征看, 它正处于发展阶段, 随着森林的发育, 生物量将会增加。

参 考 文 献

- [1] 王伯荪, 刘雄恩, 1987: 黑石顶自然保护区的植被特点, 生态科学, (1,2)1—18。
- [2] 冯宗炜等, 1982: 湖南省会同县两个森林群落的生物生产力, 植物生态学与地植物学学报, 6 (4) 257—267。
- [3] 何敦煌、林鹏, 1991: 苏门答腊金合欢群落生物量和凋落物量的研究, 植物生态学与地植物学学报, 15 (1) 1—8。
- [4] 陈福明、陈顺伟, 1984: 混合液法测定叶绿素含量的研究, 林业科技通讯, 2, 4—8。
- [5] 陈章和、张宏达、王伯荪, 1990: 黑石顶自然保护区森林生物量及生产力定位研究 I. 样地群落概况, 生态科学, (2)14—22。
- [6] 张祝平、彭少麟等, 1989: 鼎湖山森林群落植物量和第一性生产力的初步研究, 热带亚热带森林生态系统研究, 5: 63—73。
- [7] 张家贤、袁永珍, 1988: 海南五针松人工林分生物量的研究, 植物生态学与地植物学学报, 12(1): 63—69。
- [8] 李文华等, 1981: 长白山主要生态系统生物量生产量的研究, 森林生态系统研究, 2: 34—50。
- [9] 周世强、黄金燕, 1991: 四川红杉人工林分生物量和生产力的研究, 植物生态学与地植物学学报, 15(1) 9—16。
- [10] 黄全、李意德, 1991: 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, 15(3) 197—206。
- [11] 管东生, 1986: 流溪河水库林区四个林分类型的生物量与生产力, 生态科学, (2)45—52。
- [12] 潘维传等, 1978: 杉木人工林生态系统中的生物产量及其生产力的研究, 中南林科技, 2: 2—14。
- [13] 木村允, 197: 陆地植物群落的生产量测定法, 姜恕等译, 科学出版社, 1981。
- [14] Satoo, T., 1970: 产量研究法综述, 李文华等译, 植物生态学译丛, 1974, 第 1 集, 26—39。
- [15] Kira, T. and T. Shidei, 1967. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the western Pacific. Jap. J. of Ecol., 17(2)70—87。
- [16] Lescure, J. P. et al., 1983: La phytomasse epigee d'une forêt dense en Guyane française. Acta Ecologica/OE col. gener. 4(3)237—251。

- [17] Rai, S. N. and J. Proctor, 1986; Ecological studies on four rainforests in Karnataka, India. I. Environment, structure, floristics and biomass. *J. of Ecol.*, 74(2) 439—454.
- [18] Rana, B. S. et al., 1990; Plant biomass and productivity estimates for central Himalayan mixed banj oak (*Quercus leucotrichophora* A. Camus) and chir pine (*Pinus roxburghii* Sarg.) forest. *Indian For.*, 116(3)220—226.
- [19] Gozz, J. R., 1980; Biomass distribution and production budget for a nonaggrading forest ecosystem. *Ecology*, 61(3)507—514.
- [20] Tanner, E. V. J., 1980; Studies on the biomass and productivity in a series of montane rain forests in Jamaica. *J. of Ecol.*, 68,573—588.
- [21] Whittaker, R. H. and G.M. Woodwell 1969; Measurement of net primary production of forest. UNESCO, 1971; Productivity of forest ecosystems. *Pro. Brussels Symp.*, 1969, (Ecology and conservation, 4).

STUDIES ON BIOMASS AND ITS ALLOCATION OF THE EVERGREEN BROADLEAVED FOREST IN HEISHIDING, GUANGDONG

Chen Zhang-he

(Department of Biology, South China Normal University)

Zhang Hong-da Wang Bo-sun Zhang Zhi-quan

(Zhongshan University)

Abstract

Biomass and its allocation of the subtropical evergreen broad-leaved forest in Heishiding Natural Reserve was studied based on the standard trees and regression analysis (for tree layer) and clear cut (for shrub and herbaceous layer).

1. Four regression models; (a) $Y = a + bX$, (b) $Y = aX^b$, (c) $Y = ae^{bX}$, and (d) $Y = a + \ln X$ could be successfully applied to the forest, among which (b) and (c) had generally high r values. But for leaf biomass of the biggest standard tree group, model (a) was the only regression which was significant at acceptable confident limit.

2. Biomass of the forest was $357.976 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, among which trunk 223.017 (62.30%), branch 45.334 (12.80%), leaf 15.609 (4.36%), and root (excluding $D \leq 3 \text{ mm}$ fine roots) 73.517 (20.54%). Most of the biomass ($353.520 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) was in the tree layer.

Vertical allocation of total biomass and trunk biomass showed a pyramid pattern, but that of branch biomass, demonstrated a reverse trend. Leaf biomass distributed dominantly above 15m, but below this height, there was still rather important leaf biomass, reflecting the structural complexity of the forest. LAI was 17.1. Allocation among different diameter classes presented a normal distribution.

3. Aboveground and total biomasses were 1.27 and 1.60 times that of trunk respectively. Analysis on other tropical and subtropical forests provided similar results.

Key words Guangdong; Evergreen broad-leaved forest; Biomass