

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*

彭少麟 张祝平 (中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

【摘要】 本文采用树木收获、气体交换等方法,研究了鼎湖山地带性植被季风常绿阔叶林立木第3层和第4层主要优势种云南银柴和柏拉木的生物量和第一性生产力。研究结果表明,云南银柴和柏拉木种群在群落中的生物量分别为干重12009和7874 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 、鲜重22733和15155 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;第一性生产力分别为874和480 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ 。并对研究结果作进一步讨论,以揭示两种种群在群落中的作用和地位。

关键词 生物量 第一性生产力 生长关系式 云南银柴 柏拉木 优势种群

Biomass and primary productivity of dominant species *Aporosa yunnanensis* and *Blastus cochinchinensis* of forest vegetation on Dinghu Mountain. Peng Shaolin and Zhang Zhuping (South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650). -Chin. J. Appl. Ecol., 1992, 3(3): 202—206.

By methods of field investigation, tree harvesting and gas exchanging, the biomass and primary productivity of *Aporosa yunnanensis* and *Blastus cochinchinensis* on Dinghu Mountain are estimated. The biomass of *Aporosa yunnanensis* is 22733 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (fresh weight) or 12009 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (dry weight), and that of *Blastus cochinchinensis* is 15155 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (fresh weight) or 7874 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (dry weight). The primary productivities of them are respectively 874 and 480 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$. After analysing the results, position and role of these two populations in the community are revealed.

Key words Biomass, Primary productivity, Growth relation formula, *Aporosa yunnanensis*, *Blastus cochinchinensis*, Dominant species.

1 引言

森林植被的生产力测定,对了解森林生态系统的结构和功能具有十分重要的意义。但由于亚热带森林植被结构复杂,其物种结构具高的多样性,空间结构无论地上地下均为多层次,这使植被的第一性生产力研究具有极大的难度。事实上,在整个世界的热带亚热带地

区,这方面的研究均为公认的难题。进一步对亚热带地带性森林植被进行植物群落学分析可以看出,其群落结构虽有高的物种多样性^[2],同时也具有较高的生态优势度^[3],为多优势种群群落。群落的结构和功能,主要是由这些优势种群决定的。采用合适的方法,有可能对一个具体的种群进行较准确的生物量和第一性生产力测定。整个群落各优势种群这项测定结果的累加,就可看出群落中的整体生物量和第一性生产力的概况。此外,本项研究还能直接说明优势种群在群落中的作用和地位,为林业的经营管理提供依据。为此,我们测定

* 中国科学院青年科学基金资助研究项目。黄玉佳、熊津、蔡卓超、唐赐华、黄共基等同志参加过部分野外工作,特此致谢。

本文于1991年4月22日收到,8月8日改回。

了鼎湖山十几个优势种群生物量和第一性生产力,并报道了对季风常绿阔叶林上层立木主要优势种的研究结果^[1],本文继续研究立木层第3和第4层主要优势种群云南银柴和柏拉木的生物量和第一性生产力。

2 自然背景和研究方法

2.1 种群的一般描述

鼎湖山约位于北纬 23°10', 东经 112°34'。其季风常绿阔叶林黄果厚壳桂-椎树-厚壳桂-荷木群落(*Cryptocarya concinna* + *Castanopsis chinensis* + *Cryptocarya chinensis* + *Schima superba* community)具有400多年的林龄,是接近地带性气候顶极的群落类型^[4]。群落中的云南银柴和柏拉木分别为第3和第4层的主要优势种,无论多度和重要值均为这两层之冠。云南银柴在第2层有小量的分布,在第4和第5层也有一定的多度;柏拉木在第3层有一定的分布,在第5层有较多的多度,这反映了两个种群的良好自然更新趋势,是林内较稳定的中下立木层的顶极种。两种群在群落中的分布情况参见表1。

2.2 样地调查

调查20个10×10m²样地,分别记录样地中这两个种群的数量、每木的高度和胸径。参照群落的垂直结构将群落分为5个层次,调查时将出现的个体归于相应的层次,按以下公式计算每层标准木的胸径(\bar{D})和高度(\bar{H}):

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

$$\bar{H} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (2)$$

式中, n 为每层次中种群总株数, d_i 和 h_i 分别为该层第 i 株植物的胸径和高度。

2.3 参照各层的标准木收获样木

分别收获样木的茎(树干)枝条、根、叶,然后称重。选取一定量的茎圆盘、枝、根和叶的样品实验室分析。于烘箱中80℃恒温至恒重。据此计算植物的鲜、干重比。根据野外样木收获数据计算植物各部份的生长关系式。一般林木的生长关系式和其对数式分别为:

$$W = a(D^2 H)^b \quad (3)$$

$$\log W = \log a + b \log(D^2 H) \quad (4)$$

式中, W 为各相应部份生物量, D 、 H 分别为胸高半径

和树高。用式(4)作为回归方程。由实测数据不难求出各部分的生长关系式中的 a 、 b 系数。再由样地调查数据可求得两个种群立木层各部分的生物量以及种群总生物量。而林下草本层(第5层)采用5个2×2m²样地每木收获。

2.4 采用气体交换法测定两个种群的第一性生产力

2.4.1 测定光合、呼吸速率 用QGD-07型和FQ型红外线CO₂分析仪(分别由北京和广东佛山分析仪器厂制)。用自制的开路叶室和呼吸装置,分别在野外不离体地测出植物光合和呼吸时叶室或呼吸装置内外CO₂气体浓度进行计算。

$$Fn = \frac{\Delta C \cdot V}{A \cdot 10^3} \times \frac{44}{22.4} \times \frac{273}{273 + T} \times \frac{P}{760} \quad (5)$$

$$R = \frac{\Delta C \cdot V}{gWd \cdot 10^3} \times \frac{44}{22.4} \times \frac{273}{273 + T} \times \frac{P}{760} \quad (6)$$

式中, ΔC 为叶室或呼吸装置内外气体CO₂浓度差(ppm); V 为叶室或呼吸装置内外气体流量(L/h); A 为叶面积(dm²); gWd 为呼吸器官(指茎、枝、根,下同)的干重(g);44为克分子CO₂重(g);22.4为标准状态下克分子气体的体积(L); T 是叶室或呼吸装置内的温度(℃); P 为大气压(mm汞柱); Fn 为净光合作用速率(mg CO₂·dm⁻²·h⁻¹); R 为呼吸作用速率(mg CO₂·g⁻¹·h⁻¹)。

选用不离体的单叶进行野外光合作用测定。选样首先考虑不同立木层,用不同高度的立木代表不同的年龄级。再在同层中同时进行嫩叶和成熟叶2种测定。为进一步保证测定结果,对不同层次的叶片均匀采80—90片,用半叶法(重量法)加以比较,结果相近^[3]。

树茎的呼吸作用的测定主要在茎处取20cm长的一段进行,然后计算其体积。枝条则为粗、细枝分别测定。根亦分为粗、细根进行测定,测定前先淘空样根周围的土,用自制的装置进行测定,然后计算其体积。

由光合作用速率和呼吸作用速率以及叶总面积和呼吸器官生物量,可求得种群年光合量和呼吸量以及净第一性生产力。

$$Pg = 0.67 \cdot Fn \cdot T \cdot S \quad (7)$$

$$Rg' = 0.67 \cdot R \cdot T \cdot S \quad (8)$$

$$Rg = 0.67 \cdot R \cdot T \cdot W \quad (9)$$

$$Pn = Pg - Rg' - Rg \quad (10)$$

式中, Pg 为总光合量, Rg' 为叶子的呼吸量, Rg 为其它器官的呼吸量, T 为总光合时间, S 为总叶

面积, W 为呼吸器官干重, 0.67 为 gCO_2 和 g 干重的转换系数, P_n 为净第一性生产力。

2.4.2 野外测定时间 测定光合作用日进程为每天 6、8、10、14、16、18 时; 测定叶片夜呼吸为每天 2)、22、24 时; 呼吸器官的呼吸速率测定为每天的 6、8、10、12、14、16、18、20、24 时。一年分四季 4 次测定, 每次重复 3—5 次, 取其平均值。本文总结了 1984—1989 年的测定结果, 每个数值为至少 3 年以上测定值的平均值。

2.4.3 总叶面积 (S) 的测定 对两种群分别取叶样品, 测定叶重与叶面积的关系。叶面积测定用美国哥拉公司制的 LI-3000 面积仪。然后根据上述测定的叶总重量计算叶总面积。

2.4.4 种群生物量和生产力测定的技术路线 整个过程可参见文献 [1]。

3 研究结果

根据表 1 的数据选样木。收获不同层的云南银柴的样木 12 株和柏拉木的样木 10 株。将收获木各部分分开称重, 然后依公式 (3) 和 (4), 计算两种群各自的生长关系式, 即植物树高、胸径与各部分生物量的相关回归方程式, 记于表 2。

由表 1、2 可以估算两种群各部分的生物量和总生物量 (鲜重)。根据取样的实验室分析, 测得云南银柴和柏拉木的各部分重量的鲜重与干重比分别为: 茎, 0.538, 0.526; 枝, 0.529, 0.519; 根, 0.533, 0.531; 叶, 0.301, 0.298。基于此, 可计算两种群各部分的生物量和总生物量 (表 3)。

为计算两种群的总面积, 先测定叶的重量面积比 (表 4), 再由表 3 中的叶生物量, 计算两种群在 2000m^2 样地中的总叶面积 (表 4)。

利用红外线 CO_2 分析仪在野外对两种群的光合作用的日进程和叶与其它呼吸器官的呼吸作用进行测定, 统计后取其 3 年的平均值记于表 5。结果表明, 鼎湖山 1 年中白天的晴阴时数约为 $2700\text{h}^{[1]}$; 由表 3、4 和公式 (7)—(9), 可计算两种群的光合量及各器官的呼吸量 (表 5)。由表 5 及公式 (10) 可测得两种群的

表 1 季风常绿阔叶林中云南银柴和柏拉木样地调查 (2000m^2)
Tab.1 Sample-plot survey for *Aporosa yunnanensis* and *Blastus cochinchinensis* in monsoon evergreen broad-leaf forest

层 次 Layer (m)	云 南 银 柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>			柏 拉 木 <i>Blastus cochinchinensis</i>		
	株 数 Indivi- duals	平均 高度 Mean height (m)	平均 胸径 Mean DBH (cm)	株 数 Indivi- duals	平均 高度 Mean height (m)	平均 胸径 Mean DBH (cm)
I 20—30	无分布*			无分布		
II 10—20	2	10	6	无分布		
III 1.5—10	179	3	2	13	3.00	2
IV 0.15—1.5	72	1.00	1	1188	1.00	0.6
V <0.5	84	0.25		588	0.20	

* No distributed.

表 2 云南银柴、柏拉木各部分的生长关系式
Tab.2 Growth relation formulas of two species

植物各部分 Parts of plant	云 南 银 柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>	柏 拉 木 <i>Blastus cochinchinensis</i>
叶 Leaf	$W_l = 0.02168(D^2H)^{0.8139}$	$W_l = 0.04001(D^2H)^{0.7906}$
茎 Stem	$W_s = 0.3679(D^2H)^{0.8297}$	$W_s = 0.3583(D^2H)^{0.83144}$
枝 Branch	$W_b = 0.2999(D^2H)^{0.6636}$	$W_b = 0.16903(D^2H)^{0.831}$
根 Root	$W_r = 0.1014(D^2H)^{0.9259}$	$W_r = 0.1098(D^2H)^{0.9436}$
总生物量 Total biomass	$W = 0.5137(D^2H)^{0.8827}$	$W = 0.5096(D^2H)^{0.9001}$

第一性生产力 (表 6)。

4 结果讨论

云南银柴和柏拉木属林下耐阴树种, 为第 3、4 层的主要优势种, 有较高的生物量和第一性生产力。生物量分别为: 干重, 12009 和 $7874\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; 鲜重, 22733 和 $15155\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。第一性生产力为 874 和 $480\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ 。

从表 6 可见, 尽管两个种群中, 云南银柴的每单位叶面积指数的第一性生产力为 $2270\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$, 柏拉木为 $1740\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$, 云南银柴的生产力高于柏拉木, 但由于

表3 云南银柴、柏拉木种群在2000m²中的生物量Tab.3 Biomass and total biomass of two populations in 2000m² quadrat sample(kg)

		层 次 Layer				总 计 Total (kg·2000m ⁻²)	1 ha总计 Total (kg·ha ⁻¹)
		I	II	IV	V		
云南银柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>							
叶	A	6.065	108.647	14.569	2.505	131.786	658.930
Leaf	B	1.826	32.703	4.385	0.754	39.668	198.340
茎	A	113.504	2033.200	272.656	—	2419.360	12096.800
Stem	B	61.065	1093.862	146.689	—	1301.607	6508.035
枝	A	34.865	624.533	83.751	61.283	804.432	4022.160
Branch	B	18.444	330.378	44.304	32.841	425.967	2129.835
根	A	54.692	979.697	131.379	22.590	1188.358	5941.790
Root	B	29.151	522.178	70.025	12.040	633.394	3166.970
总计	A	209.126	3746.077	502.355	86.378	4543.936	22719.680
Total	B	110.486	1979.121	265.403	45.635	2400.645	12003.225
柏拉木 <i>Blastus cochinchinensis</i>							
叶	A	—	3.728	83.113	4.092	90.933	454.665
Leaf	B	—	1.111	24.768	1.219	27.098	135.490
茎	A	—	65.866	1468.331	—	1534.197	7670.985
Stem	B	—	34.646	772.342	—	806.988	4034.940
枝	A	—	18.641	415.566	92.752	526.959	2634.795
Branch	B	—	9.675	215.679	48.645	273.999	1369.995
根	A	—	36.039	803.426	39.556	879.021	4395.105
Root	B	—	19.137	426.619	21.004	466.760	2333.800
总计	A	—	124.274	2770.436	136.400	3031.110	15155.550
Total	B	—	64.569	1439.408	70.868	1574.845	7874.225

* 表中A指鲜重, B指干重; 云南银柴在第1层、柏拉木在第1、2层没有个体分布。

In this table, A means fresh weight, B means dry weight; There is not any individual of *Aporosa yunnanensis* and *Blastus cochinchinensis* in layer I, not *B. cochinchinensis* in layer II.

表4 云南银柴、柏拉木种群的叶重与叶面积比率、总叶面积的测定

Tab.4 Measurement on the ratio of leaf weight to leaf area and total leaf area

		云 南 银 柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>		柏 拉 木 <i>Blastus cochinchinensis</i>	
		叶 重 Leaf weight (kg)	叶面积 Leaf area (m ²)	叶 重 Leaf weight (kg)	叶面积 Leaf area (m ²)
第1组	No.1	0.2	1.221	0.2	1.146
第2组	No.2	0.2	1.187	0.2	1.231
第3组	No.3	0.2	1.109	0.2	1.304
第4组	No.4	0.2	1.135	0.2	1.149
第5组	No.5	0.2	1.187	0.2	1.240
平均统计	Everage	1	5.839	1	6.07
总计	Total(2000m ²)	131.786	769.889	90.933	551.963
总计	Total(1ha)	658.930	3849.445	454.665	2759.815

光能在群落1—5层立木的垂直分布 分别 约为 73、14、6、3 和 1%，因此，实际上柏拉木对光能的有效利用率高于云南银柴。这在一定角度上反映了两种群的光合特性。

在植被调查中，种群在群落中的地位一般是用重要值反映出来的。云南银柴和柏拉木在2000m²样地中的重要值百分率分别为6.1%和4.7%，但据初步统计，其生物量分别约占整个群落的2.8%和1.9%，其生产力分别约占3.4%和1.8%。重要值一般能较好地揭示种群在群落中的结构特征和地位，而生物量的第一性生产力指标却能有效地揭示种群在群落中的功能地位。显然，同时测定种群的重要值以及生物量和第一性生产力，将能更完整地反映种群在群落中的作用和地位。

本文根据统计学原理进行样地调查和选择样木，并将树木收割法与气体交换法结合起来研究种群的生物量和第一性生产力，获得良好的效果。其中组建的两个种群的植物各部分的生长关系式，可供野外每木调查后直接测定种群的生物量，这在林业经营管理上有一定意义。

表 5 2000m²样地中云南银柴、柏拉木种群的光合量和呼吸量测定*Tab.5 Photosynthetic and respiration rates and their values of *Aporosa yunnanensis* and *Blastus cochinchinensis*(2000m²)

		层 次 Layer				总 计
		I	II	IV	V	Total
		叶 Leaf				
叶面积	A**	35.413	634.389	85.068	14.627	769.497
S(m ²)	B**	—	22.629	504.496	24.838	551.963
光合速率	A	4.20	3.85	2.86	1.89	
Fn	B	—	3.51	2.49	1.88	
光合量	A	26906089	453305830	44011971	5000986	529224876
Pg	B	—	14368487	227245680	8447205	250061372
呼吸速率	A	0.56	0.54	0.30	0.33	
R	B	—	0.50	0.28	0.30	
呼吸量	A	11639375	201061220	14978433	2833010	230512098
Rg'	B	—	6640706	76985686	4373376	87999768
		茎 Stem				
呼吸速率	A	0.009	0.010	0.011	—	
R	B	—	0.009	0.011	—	
呼吸量	A	3225624	64200949	9470418	—	76896991
Rg	B	—	1831099	49863197	—	51694296
		枝 Branch				
呼吸速率	A	0.007	0.005	0.005	0.006	
R	B	—	0.005	0.005	0.008	
呼吸量	A	757761	9695277	1300145	1156502	12909685
Rg	B	—	283923	6329313	2284058	8897294
		根 Root				
呼吸速率	A	0.009	0.009	0.010	0.012	
R	B	—	0.012	0.011	0.011	
呼吸量	A	1539837	27582904	4109907	847982	34080630
Rg	B	—	1347827	2754304	1356043	5458174
呼吸量总计	A	17162597	302540350	29858903	4837494	354399344
ΣRg	B	—	10103555	135932500	8013477	154049532
净光合量	A	9743492	150765480	14153068	163492	174825532
Pn	B	—	4264932	91313180	433728	96011840

* 测定为3年的平均值。Everage value of 3 years.

**A为云南银柴的值, B为柏拉木的值。A means *A. yunnanensis*, B means *B. cochinchinensis*.测项单位: Fn, mg CO₂·dm⁻²·h⁻¹; Rg, Rg', Pg, Pn, mgDW·2000m⁻²·yr⁻¹; R, mg CO₂·g⁻¹·h⁻¹.

表6 云南银柴、柏拉木种群的叶面积指数、生物量和生产力

Tab.6 Leaf area index, biomass and productivity of two population

		叶面积指数	生物量Biomass(kg·ha ⁻¹)		生产力Productivity(kg·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
		Leaf area index	鲜重FW	干重DW	总生产力Total	净生产力Net
云南银柴	<i>A.yunnanensis</i>	0.385	22733	12009	2646	874
柏拉木	<i>B.cochinchinensis</i>	0.276	15155	7874	1250	480

主要参考文献

- 1 彭少麟、张祝平. 1990. 鼎湖山森林植被主要优势种黄果厚壳桂、厚壳桂生物量及第一性生产力研究. 植物生态学与地植物学学报, 14(1):23—32.
- 2 彭少麟等. 1989. 广东森林群落的组成结构特征. 植物生态学与地植物学学报, 13(1):10—17.
- 3 彭少麟. 1987. 广东亚热带森林的生态优势度. 生态学报, 7(1):36—41.
- 4 Wang Bosun and Peng Shaolin. 1986. Analysis on the vegetation of the forest ecosystem on Dinghushan. Proceeding of the International Symposium on Mountain Vegetation, 143—146.