

海南木莲人工林生物量及养分分配*

周光益 曾庆波 林明献 陈步峰 李意德 吴仲民

摘要 本文测定并分析了海南尖峰岭地区 30 年生的热带乡土树种海南木莲人工林生物量及其估算模型, 论述了生物量及其养分分配规律。指出: 海南木莲各器官及整株生物量模型以幂函数模型 $W = a(D^2H)^b$ 比较理想; 全林分的总生物量为 144.066 t/hm², 其中地上部分生物量 89.935 t/hm²。乔木层生物量占 78.81%, 林下植物层占 21.19%; 在乔木层中, 树干、树叶、树枝、树皮和树根所占的比例分别是 54.127%、2.354%、7.762%、9.370% 和 26.388%; 乔木层中, 各器官的养分含量, 除 Ca 外, 都是叶比其它器官(枝、皮、干、根)的养分含量高许多, N、P、K、Ca、Mg 5 个常量养分元素在海南木莲人工林生物体中的总贮量分别为 557.754, 24.330, 599.908, 275.557, 64.103 kg/hm², 各养分贮量在各器官中分布, 除 P 外, 从小到大为树叶、树枝、树皮、树干、树根

关键词 海南木莲人工林 生物量 养分分配

海南木莲(*Manglietia hainanensis* Dandy), 又称绿楠, 是海南岛的乡土树种之一, 属三级保护植物种, 它的木材结构细致均匀, 材质轻软, 易加工, 不变形, 少开裂, 耐腐朽, 为海南岛发展前途较大的热带乡土珍贵用材树种^[1]。中国林科院热带林业研究所自 60 年代初在尖峰岭开展海南木莲人工更新试验, 现已初步取得成效。生物量和养分分配是森林生态系统最基本的数量特征, 是进行系统生物生产力、物质循环、能量转换等研究的基础, 有关海南木莲林生物量及养分分配规律, 过去未见报道。本文对海南木莲人工林生物量进行了测定并建立了相应的生物量估算模型, 同时也分析了主要养分(氮、磷、钾、钙、镁等)在系统各组分中的分配规律, 为大面积营造及合理经营海南木莲人工林提供一些科学依据。

1 试验地概况

试验地位于海南岛尖峰岭天池, 18°44' N, 108°55' E, 中山山地, 海拔约 880 m; 气候属热带季风气候, 年平均气温 19.5℃, 1 月平均气温 14.3℃, 7 月平均气温 22.8℃, 年降水量为 2 680 mm, 其中 80% 集中在 5~10 月, 年平均相对湿度为 88%; 土壤为砖红壤性黄壤, 其母质基岩属伟晶花岗岩, 主要成分是钾长石。林地土壤表层(0~30 cm, 3 个样点) pH 值平均为 4.81, 土壤 C 含量为 14.239%, 全 N 0.965%, N、P、K 速效养分含量分别为 13.783, 1.016, 72.531 mg/kg。

林分是 1965 年人工营造的海南木莲纯林, 林下植被覆盖度较大, 主要是蕨类植物, 如乌毛蕨(*Blechnum orientale* L.)、大芒萁(*Dicranopteris ampla* Ching et Chiu)、铺地蜈蚣(*Lycopodi-*

1996—04—11 收稿。

周光益助理研究员, 曾庆波, 林明献, 陈步峰, 李意德, 吴仲民(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520)。

* 为林业部重点项目“海南岛尖峰岭热带林生态系统定位研究”中的部分研究内容。感谢热带林业研究所重点开放实验室的杨乐苏实验师对土壤和植物进行养分测定。

um cernuum L.) 等, 木本灌木少, 呈零散分布, 如柏拉木(*Blastus cochinchinensis* Lour.)、九节木(*Psychotria rubra* (Lour.) Poir.)、华南毛柃(*Eurya ciliata* Merr.)、野牡丹(*Melastoma candidum* D. Don)、斜基算盘子(*Glochidion coccineum* Muell.-Arg.) 等, 林下植物分布不均匀, 平均高约 1.6 m。

2 研究方法

2.1 生物量测定

从试验林的山脚沿山坡选取一个面积为 900 m^2 的标准样地, 样地坡向 NEN, 坡度为 30° ; 1995 年 4 月对样地内 173 株海南木莲树进行胸径(D)和树高(H)的测量。根据测量结果, 各径级林木株数近似于正态分布(后述), 按胸径径级大小在标准地外选伐代表各径级(7、9、11、13、15、17、19 cm)的标准木, 共计 7 株。伐倒标准木后, 先准确测定树干基部直径、全株树高、枝下高, 然后取下所有树枝, 摘除所有的树叶, 对样木各器官(去皮树干、树皮、树叶、树枝)分别用全部称重法测定, 并采集各器官样品(500~800 g)带回实验室, 在 $75 \sim 85^\circ\text{C}$ 恒温下烘至恒重, 求出植物体含水量(干湿比), 将各器官鲜重换算成干重。林下植物主要是蕨类多, 所以采用 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的样方共 3 个, 收获样方内的植物称重, 并换算成干重。乔木层地下植物根系生物量测定采用平均木法, 即选择一株胸径和树高与全林分平均胸径(13.2 cm)和树高(11.1 m)一致或相近的样木, 将其所有的根全部挖出测量; 林下植物层根系是将 3 个 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的样方内除海南木莲根外的所有植物根挖出测量。

2.2 数学模型

在森林生物产量研究中, 普遍采用幂函数对林木总体或各组分(器官)生物量 W 与胸径 D 及 D^2H (H 为树高)建立数学模型^[2~5]。本文同样用幂函数对海南木莲生物量(枝、叶、去皮干、树皮及全株总量)与 D 及 D^2H 进行相关分析, 通过比较确定最佳的生物量模型。

2.3 植物体养分测定

全氮测定用蒸馏法, 磷的测定用磷钼蓝比色法, K、Ca、Mg 用原子吸收光谱分析法测定。

3 结果分析

3.1 生物量模型

表 1 列出了海南木莲各器官及整株生物量估算模型的数学表达式。

表 1 海南木莲生物量估算模型

组分	模 型	相关指数 R^2	剩余标准差 S	方差比 F	显著性
地上部	$W_{\text{总}} = 0.091577 D^{2.344584}$	0.96	6.58	115.35	极显著
分总量	$W_{\text{总}} = 0.06927(D^2H)^{0.833697}$	0.98	4.45	258.14	极显著
叶	$W_{\text{叶}} = 0.005268 D^{2.122426}$	0.86	0.29	31.14	极显著
	$W_{\text{叶}} = 0.003479 (D^2H)^{0.776681}$	0.91	0.23	52.26	极显著
枝	$W_{\text{枝}} = 0.016007 D^{2.155114}$	0.89	1.10	42.48	极显著
	$W_{\text{枝}} = 0.011465 (D^2H)^{0.776777}$	0.95	0.77	90.56	极显著
去皮干	$W_{\text{干}} = 0.048951 D^{2.461897}$	0.96	4.96	121.31	极显著
	$W_{\text{干}} = 0.037312 (D^2H)^{0.872478}$	0.98	3.74	217.39	极显著
皮	$W_{\text{皮}} = 0.033347 D^{1.954711}$	0.96	0.62	134.42	极显著
	$W_{\text{皮}} = 0.026201(D^2H)^{0.696202}$	0.98	0.44	270.89	极显著

表1结果表明,海南木莲各器官及整株生物量与 D 及 D^2H 存在极显著的相关关系,通过 S 、 R^2 和 F 值的比较,生物量 W 与 D^2H 的数学模型优于 W 与 D 的模型。

3.2 生物量分配

从表2看出,试验林分乔木层地上部分生物量在各径级及各器官中的分配规律,各径级林木株数和生物量近似于正态分布,株数出现的峰值在12.0~13.9 cm这个径级范围,而生物量峰值落后于株数峰值,出现在14.0~15.9 cm径级范围;另外,在株数峰值以前的各个径级中,其生物量百分比远小于相应的株数百分比,而株数峰值以后的各个径级,生物量百分比大于相应的株数百分比,说明了单株生物量随径级增加而明显增加的规律。

表2 30年生海南木莲人工林各径级及各器官生物量分配

径级 (cm)	平均胸 径(cm)	平均 高(m)	株数 (株/hm ²)	株数百 分比(%)	叶 (kg/hm ²)	枝 (kg/hm ²)	去皮干 (kg/hm ²)	皮 (kg/hm ²)	全株 (kg/hm ²)	生物量百 分比(%)
< 6.0	4.8	4.3	56	2.91	7.18	23.68	121.73	36.89	189.48	0.23
6~7.9	6.7	6.4	89	4.63	25.33	83.52	469.53	120.53	698.91	0.84
8~9.9	8.8	8.6	256	13.31	138.76	457.57	2783.00	617.95	3997.28	4.78
10~11.9	11.1	10.5	322	16.75	293.55	968.05	6265.67	1240.38	8767.65	10.49
12~13.9	12.9	11.2	400	20.80	482.00	1589.57	10652.05	1978.09	14701.71	17.59
14~15.9	15.1	13.0	367	19.08	634.69	2093.23	14654.21	2510.34	19892.47	23.80
16~17.9	16.5	12.7	200	10.40	388.55	1281.46	9103.66	1518.07	12291.74	14.71
18~19.9	18.5	13.9	144	7.49	360.71	1189.70	8711.91	1373.70	11636.02	13.92
> 20	23.1	15.4	89	4.63	341.06	1124.94	8689.08	1241.99	11397.07	13.64

林分总生物量分布(表3)表明,全林分的总生物量为144.066 t/hm²,其中海南木莲地上部分生物量89.935 t/hm²。乔木层生物量占78.81%,林下植物层占21.19%;在乔木层中,树干、树叶、树枝、树皮和树根所占的比例分别是54.127%、2.354%、7.762%、9.370%和26.388%,根占的比例很大,树枝生物量没有树皮生物量高,树叶生物量更小,说明海南木莲人工林由于是单层林,林木密度又大(自造林至今未进行过抚育间伐等管理),对光、热、水肥竞争很强,这种竞争限制了枝叶的生长,因此为提高林分生物生产力,特别是增加单株生物产量以提高其商品价值,必需进行抚育管理和多层经营;在林下植物层中,因蕨类植物多,根生物量远大于茎叶生物量。

表3 30年生海南木莲人工林系统生物量分配

组 分	乔 木 层					林 下 植 物 层			全林分 合计	
	树叶	树枝	树干	树皮	根 ^①	小计	地上部	地下部		小计
生物量(t/hm ²)	2.672	8.812	61.451	10.638	29.959	113.532	6.362	24.172	30.534	144.066
(%)	2.354	7.762	54.127	9.370	26.388	100.000	20.836	79.164	100.000	100.000
占全林分%	1.850	6.120	42.660	7.380	20.80	78.810	4.42	16.77	21.19	100.000

①包括树头。

3.3 养分分配

表4表明,海南木莲乔木层各器官的养分含量,除Ca外,叶的各养分含量远高于其它器官的养分含量,这与尾叶桉树种的测定结果一致^[4]。各养分在器官中含量从高到低排序如下:N是树叶、树皮、树根、树枝、树干,P是树叶、树枝、树皮、树根、树干,K是树叶、树根、树皮、树枝、树干,Ca是树皮、树叶、树枝、树根、树干,Mg是树叶、树枝、树皮、树根、树干。从养分贮量看,

整个林分 N、P、K、Ca、Mg 贮量为 557.754, 24.330, 599.908, 275.557, 64.103 kg/hm², 其中乔木层中 N、P、K、Ca、Mg 贮量分别为 363.832、16.352、374.236、163.683、29.649 kg/hm², 除 P 的贮量在根中略小于在树干中, 在皮中略小于在枝中外, 各养分贮量在各器官中分布从小到大为树叶、树枝、树皮、树干、树根。

表 4 30 年生海南木莲人工林系统养分分配

系统组分	养 分 含 量 (g/kg)					养 分 贮 量 (kg/hm ²)							
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	合计	%	
乔 木 层	树叶	10.883	0.72	14.48	3.569	1.315	29.079	1.924	38.691	9.536	3.514	82.744	8.73
	树枝	4.331	0.27	4.46	2.261	0.403	38.165	2.379	39.302	19.924	3.551	103.321	10.90
	树皮	5.675	0.22	4.75	4.129	0.347	60.371	2.340	50.531	43.924	3.691	160.857	16.97
	树干	1.498	0.08	1.40	0.725	0.149	92.054	4.916	86.031	44.552	9.156	236.709	24.98
	树根	4.812	0.16	5.33	1.527	0.325	144.163	4.793	159.681	45.747	9.737	364.121	38.42
养分总量						363.832	16.352	374.236	163.683	29.649	947.752	100	
林下	地上部	8.247	0.38	7.85	7.425	2.095	52.467	2.418	49.942	47.238	13.328	165.393	28.82
植物	地下部	5.852	0.23	7.27	2.674	0.874	141.455	5.560	175.730	64.636	21.126	408.507	71.18
层	养分总量						193.922	7.978	225.672	111.874	34.454	573.900	100
全 林 分							557.754	24.330	599.908	275.557	64.103	1521.652	

4 结语及建议

(1) 用幂函数模型 $W = aD^b$ 或 $W = a(D^2H)^b$ 都能比较准确地估算海南木莲各器官及整株生物量, 以后者更好。

(2) 30 年生的海南木莲人工林林分的总生物量为 144.066 t/hm², 其中地上部分生物量 89.935 t/hm²; 林分乔木层生物量占 78.81%, 林下植物层占 21.19%; 在乔木层中, 树干、树叶、树枝、树皮和树根的生物量所占的比例分别是 54.127%、2.354%、7.762%、9.370% 和 26.388%。

(3) 除 Ca 外, 海南木莲叶的养分含量都比其枝、皮、干、根的养分含量高许多, N、P、K、Ca、Mg 在该林分生物体中的总贮量分别为 557.754, 24.330, 599.908, 275.557, 64.103 kg/hm², 各养分贮量(除 P 外)在各器官中从小到大排序: 树叶、树枝、树皮、树干、树根。

(4) 由于海南木莲人工林为单一纯林, 对光热水肥等竞争激烈, 又不象天然复层林那样对光热能等多层截留利用, 加上试验林分从造林后一直未进行过很好的抚育管理, 致使生物产量低, 所以, 为提高海南木莲人工林的生物生产力, 提高木材的商品价值和增加单位土地面积的经济收益, 必需加强合理的抚育管理和多层经营, 并建议营造热带混交人工林。

参 考 文 献

- 1 郑万钧主编. 中国树木志(第一卷). 北京: 中国林业出版社, 1995, 435~436.
- 2 李意德, 曾庆波, 吴仲民, 等. 尖峰岭热带山地雨林生物量的初步研究. 植物生态学与地植物学报, 1992, 16(4): 293~300.
- 3 黄全, 李意德, 赖巨章, 等. 黎母山热带山地雨林生物量研究. 植物生态学与地植物学报, 1991, 15(3): 197~205.
- 4 徐大平, 曾育田, 李伟雄. 尾叶桉幼林地上部分生物量及养分循环的研究. 林业科学研究, 1994, 7(6): 600~605.
- 5 廖宝文, 郑德璋, 郑松发. 海桑林生物量的研究. 林业科学研究, 1990, 3(1): 47~54.

Biomass and Nutrient Allocation in *Manglietia hainanensis* Plantation Ecosystem at Jianfengling

Zhou Guangyi Zeng Qingbo Lin Mingxian

Chen Bufeng Li yide Wu Zhongmin

Abstract *Manglietia hainanensis* Dandy is a fine native timber species used for reforestation in Hainan Island. In this paper, the biomass and its prediction models, biomass distribution among different diameter classes and components, and main nutrient allocation of 30 years old *M. hainanensis* plantation were studied. The result indicated that the biomass regression equations of leaf, branch, trunk, bark, total above ground against D^2H were better than that of against D ; the total biomass was 144.066 t/hm², among which aboveground biomass was 89.935 t/hm²; the tree layer and undergrowth biomass accounting for 78.81% and 21.19% of total biomass respectively; among the tree layer, biomass of bole, leaf, branch, bark and root were 54.127%, 2.354%, 7.762%, 9.370% and 26.388% of the total respectively; excepting Ca, nutrient concentrations of N, P, K, Mg in leaf were higher than that in the other tree components (branch, bark, bole and root); the total nutrient of N, P, K, Ca, Mg stored in plant bodies of 30 years old *M. hainanensis* plantation ecosystem were 557.754, 24.330, 599.908, 275.557, 64.103 kg/hm², quantity arranged from small to large of nutrient storage in different tree components was leaf < branch < bark < trunk < root.

Key words *Manglietia hainanensis* plantation biomass nutrient allocation

Zhou Guangyi, Assistant Professor, Zeng Qingbo, Lin Mingxian, Chen Bufeng, Li Yide, Wu Zhongmin (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520).