

# 木荚红豆群落的能量现存量<sup>\*</sup>

林瑞余<sup>1</sup>, 谢锦升<sup>1</sup>, 蔡丽平<sup>1</sup>, 陈银秀<sup>1</sup>, 杨玉盛<sup>1,2</sup>

(1. 福建农林大学, 福建 南平 353001; 2. 厦门大学生物学博士后流动站, 福建 厦门 361005)

**摘要:**在生物量调查和热值测定的基础上,研究了三明莘口教学林场 34 年生的木荚红豆群落的能量现存量。结果表明:木荚红豆群落地上部分各组分的灰分含量、干重热值(GCV)、去灰分热值(AFCV)均以叶最高;地下部分的灰分含量、GCV、AFCV 基本随根径的减小而增加。木荚红豆群落的灰分含量平均值乔木层 < 灌木层 < 草本层,而 GCV、AFCV 平均值乔木层 > 灌木层 > 草本层,其群落的能量现存量为  $4\ 839.20 \times 10^9 \text{ J/hm}^2$ ,其中地上部分为  $4\ 170.92 \times 10^9 \text{ J/hm}^2$  (占 86.19%),地下部分为  $489.10 \times 10^9 \text{ J/hm}^2$  (占 10.11%),群落的能量现存量 96.30% 分布在乔木层,其分布与生物量的分布基本一致。

**关键词:**木荚红豆;灰分;热值;能量

中图分类号:S718

文献标识码:A

文章编号:1000 - 2006(2002)01 - 0037 - 04

## Standing Crop of Energy in *Ormosia xylocarpa* Community

LIN Rui-yu<sup>1</sup>, XIE Jin-sheng<sup>1</sup>, CAI Li-ping<sup>1</sup>, CHEN Yin-xiu<sup>1</sup>, YANG Yu-sheng<sup>1,2</sup>

(1. Fujian Agricultural and Forestry University, Nanping 353001, China;

2. Post-doctoral Station of Biology Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Based on the measurement of biomass and the caloric values of plant samples, the standing crop of energy of a 34-year-old *Ormosia xylocarpa* community, which is located in Sanming Xinkuo Tree Farm for teaching and research, was determined. Among the aboveground fractions ash contents and GCV and AFCV were the highest in the leaves of *Ormosia xylocarpa*. For the subterranean fractions, ash contents increased and GCV and AFCV decreased with the decrease of root diameter size. From tree layer, shrubs layer to herbs layer, the mean of ash content increased, while those of GCV and AFCV decreased. The standing crop of energy in *Ormosia xylocarpa* forest ecosystem was  $4\ 839.20 \times 10^9 \text{ J/hm}^2$ , and that of the aboveground and subterranean fractions was  $4\ 170.92 \times 10^9 \text{ J/hm}^2$  (86.19%) and  $489.10 \times 10^9 \text{ J/hm}^2$  (10.11%) respectively. 96.30% of the standing crop of energy owed to tree layer. It accorded with the distribution of biomass of *Ormosia xylocarpa* community.

**Key words:** *Ormosia xylocarpa*; Ash content; Caloric value; Energy

木荚红豆 (*Ormosia xylocarpa*) 是我国南方珍贵的特殊用材树种之一。木荚红豆木材耐磨,收缩性小,硬度适中,纹理直且美观,是贵重的家具和雕刻工艺用材,具有较高的经济价值,主要产于福建、江西、湖南、广东、广西、海南等地。福建林学院从 20 世纪 60 年代起,就开展了木荚红豆、杉木、福建柏、格氏栲、观光木等树种的人工造林试验研究,本课题组自 1999 年起对 34 年生的木荚红豆、杉木、福建柏等群落的生产力、养分循环及土壤肥力演变等进行系统研究,现从群落能量现存量的角度初步揭示木荚红豆人工林群落的特性,为人工林经营提供科学依据。

\* 收稿日期:2001 - 05 - 31

修回日期:2001 - 12 - 05

基金项目:中国博士后科研基金、福建省科委重大基础研究项目(2000 - F - 004)及高等学校骨干教师资助计划资助项目

作者简介:林瑞余(1968 - ),男,福建仙游人,福建农林大学南平校区讲师。

## 1 试验地概况

试验地位于福建林学院莘口教学林场小湖工区(东经 117°26'00", 北纬 26°11'30"), 本区属中亚热带季风型气候, 年均气温 19.1℃, 年均降雨量 1749 mm, 蒸发量为 1585.0 mm, 年均相对湿度为 81%, 无霜期 300 d 左右。土壤是由砂页岩发育而成的山地红壤。木荚红豆树纯林标准地位于中下坡, 坡向北偏西 20°, 坡度 27°, 平均胸径 17.15 cm, 平均高 18.37 m, 林分密度为 1117 株/hm<sup>2</sup>。林相整齐, 林冠层厚, 侧枝数量多, 枝下高 7.7 m, 郁闭度为 87%, 林下植被种类少, 灌木层中有箬竹(*Indocalamus tessellatus*)、黄瑞木(*A. dinandra millettii*)、石栎(*Lithocarpus glaber*)、毛鳞省藤(*Calamus thysanolepis*)等; 草本层中有狗脊(*Woodwardia japonica*)、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)等。

## 2 研究方法

### 2.1 生物量测定

自 1999 年 1 月至 2000 年 1 月, 在木荚红豆人工林中设置 20 m × 20 m 标准地各 3 块, 对每块标准地内林木进行每木检尺, 根据  $H$  和  $D$  选取平均木, 每块标准地选择平均木 1 株。乔木层地上部分生物量按 Monsi 分层切割法测定; 根系生物量测定则采用全挖法(测定 > 0.2 cm 根系)和土柱法(测定 < 0.2 cm 细根, 每 2 个月取 1 次), 土柱直径为 6.8 cm, 高度 100 cm, 每次取土柱 30 个; 灌木层和草本层生物量采用样方收获法测定, 灌木层设 5 个 2 m × 2 m 样方, 草本层设 5 个 1 m × 1 m 样方; 凋落物层凋落物量测定设 15 个 1 m × 1 m 样方; 生物量和凋落物量均以干重表示。

### 2.2 热值的测定

群落各组分按器官分别收集样品, 经 65℃ 烘干 24 h 后, 磨碎, 过 60 目筛后贮存于密闭容器中备用。用氧弹式热量计(GR-3500 型, 长沙仪器厂生产)测定其热值<sup>[1]</sup>, 同时取小样测定其含水率, 样品热值均以干重热值(即每克干物质在完全燃烧条件下所释放的总能量)表示, 测定在 22~30℃ 时进行; 每个样品作 2~3 次重复, 重复间的相对误差控制在 ±1% 以内。灰分含量用干灰化法测定, 去灰分热值 = 干重热值 / (1 - 灰分含量)。各项指标的平均值均以加权平均值表示。

## 3 结果与分析

### 3.1 木荚红豆群落各组分的灰分和热值

木荚红豆地上部分各器官的灰分含量皮 > 叶 > 活枝 > 枯枝 > 干(表 1), 这表明灰分含量的高低与各器官的生理功能有关; 活枝的灰分含量高于枯枝, 表明枝条在衰老死亡过程中出现了部分矿物质的转移。地上部分各组分的 GCV 叶 > 枯枝 > 活枝 > 干 > 皮, AFCV 叶 > 皮 > 枯枝 > 活枝 > 干, 与 Ovington<sup>[2]</sup>研究 11 年生欧洲赤松的热值枯枝大于活枝结果一致; GCV、AFCV 都以叶为最高, 与刘世荣等<sup>[3]</sup>得出落叶松群落叶的热值最高的结论一致。

地下根系各组分的灰分含量随着根径的减小而增大, 表明根系灰分含量大小与其吸收能力及木质化程度高低有关, 根的吸收能力越强, 木质化程度越低, 则灰分含量越高。地下各组分的 AFCV 随着根径的减小而增大, 细根的 GCV 随根径增大而减小, 说明灰分对根系热值的影响很大, 这与林光辉、林益明等得出的结论一致<sup>[4,5]</sup>。

木荚红豆灌木层、草本层的灰分含量均较高, 而 GCV、AFCV 较低。灌木层的灰分含量叶 > 枝 > 根, GCV 根 > 枝 > 叶, AFCV 叶 > 根 > 枝; 草本层的灰分含量和 AFCV 均为茎叶 > 根, GCV 为根 > 茎叶, 这可能与林下植被光照少, 较阴湿, 多为热值低、喜肥性的植物为主有关。从乔木层、灌木层和草本层的平均值看, 灰分含量依次增加, 而 GCV 和 AFCV 则依次降低, 这与 Adamandiadou 等的研究一致<sup>[6]</sup>。灰分含量、GCV 和 AFCV 的这种递变主要与各层次对矿物质的富集能力依次增强、群落内光照的有效性随高度降低依次降低有关, 造成群落各层次在能量固定方面存在差异, 研究结果与落叶松、甜槠、海莲、秋茄群落的相似<sup>[3~5]</sup>。从群落平均值来看, 木荚红豆群落乔木层的热值均比落叶松、甜槠、海莲、秋茄和黄山松的高<sup>[3~5,7]</sup>。

凋落物层的灰分含量和 AFCV 均比较高,这可能与凋落物在分解过程中,水溶性物质的转移以及矿物质及热值含量较高的难分解物质(粗蛋白、粗纤维等)的积累有关。

### 3.2 木荚红豆群落的能量现存量及其在群落内的分布

#### 3.2.1 木荚红豆群落的能量现存量

能量现存量是指特定时间内群落各部分所蓄有的总能量,它由群落各组分干物质生物量与对应的干重热值相乘后相加得到(表2)。

由表2见,木荚红豆群落的生物量为 241.3 t/hm<sup>2</sup>,乔木层占总生物量的 95.94%;群落能量现存量为 4 839.20 ×10<sup>9</sup> J/hm<sup>2</sup>,乔木层占 96.30%。能量现存量乔木层(96.30%) > 灌木层(3.30%) > 凋落物层(2.76%) > 草本层(0.40%)。

#### 3.2.2 群落能量在不同器官上的分布

木荚红豆各器官的能量现存量中乔木层树干所占的比例最大,占 46.71%(表2),低于甜槠的 64.69%,而高于黄山松群落的 39.32%<sup>[7]</sup>,乔木层能量现存量:干 > 枝 > 根 > 皮 > 叶,与甜槠、黄山松群落的略有不同,这与 34 年生的木荚红豆分枝较多,主干不明显有关;灌木层能量现存量:根 > 叶 > 枝,草本层能量现存量:根 > 茎叶。整个群落能量现存量:乔木层 > 灌木层 > 草本层,与黄山松、甜槠群落的相同<sup>[3,4]</sup>,也与各层次生物量的分布一致。

而凋落物层能量现存量为 133.72 ×10<sup>9</sup> J/hm<sup>2</sup>,占群落能量现存量的 2.76%,是甜槠 70.71 ×10<sup>9</sup> J/hm<sup>2</sup> 的 1.89 倍<sup>[5]</sup>,这与木荚红豆落叶量较大有关。

#### 3.3 群落能量现存量的空间分布

木荚红豆群落能量现存量的空间分配结构与其生物量的空间结构基本一致(表3),这和 Joshi 等<sup>[8]</sup>的结论相同。从表3可以看出,34 年生木荚红豆树干能量现存量垂直分布呈金字塔形,活枝能量现存量的分布也呈金字塔形。活枝主要分布在 8~10 m 和 11~12 m 之间,其能量现存量占活枝总能量现存量的 89.00%;枯枝较少,主要分布在 7~9 m,其能量现存量占枯枝总能量现存量的 87.57%;叶能量现存量的分布比较分散,分布在 11~15 m 处叶的能量现存量占 48.87%。木荚红豆是喜光树种,8~10 m 和 11~12 m 高度是木荚红豆树对光照竞争较为强烈的层次,从而导致林冠层厚度减薄,凋落物量加大,木荚红豆凋落物层能量现存量为 133.72 ×10<sup>9</sup> J/hm<sup>2</sup>,占群落的 2.76%,对群落能量储存和循环起极大的作用。

表1 木荚红豆群落各组分的灰分含量和热值

Table 1 Caloric values and ash contents of various fractions in *Ormosia xylocarpa* community

层次	组分	灰分含量 %	GCV /kJ·g <sup>-1</sup>	AFCV /kJ·g <sup>-1</sup>
地上部分	乔木层			
	叶	2.411	22.27	22.82
	干	0.816	19.97	20.13
	活枝	1.547	20.26	20.58
	枯枝	1.187	20.38	20.62
	皮	4.850	19.84	20.86
	平均	1.352	20.15	20.43
	根桩	0.775	20.07	20.23
	粗根 > 2 cm	1.956	19.84	20.24
	大根 1~2 cm	2.237	19.88	20.33
	中根 0.4~1 cm	2.532	20.32	20.85
小根 0.2~0.4 cm	2.731	20.45	21.02	
细根 0.1~0.2 cm	6.008	20.50	21.81	
细根 0.05~0.1 cm	7.763	20.33	22.04	
细根 < 0.05 cm	13.590	19.09	22.10	
地下部分	平均	1.692	19.97	20.31
乔木层平均		1.388	19.09	21.59
灌木层	枝	5.200	18.60	19.62
	叶	12.740	17.58	20.15
	根	4.891	18.74	19.70
灌木层平均		7.814	18.29	19.84
草本层	茎叶	10.950	17.45	19.60
	根	6.833	17.56	18.85
草本层平均		7.978	17.53	19.05
群落	平均	1.650	20.05	20.39
凋落物层	凋落物	16.140	18.51	22.07

表2 木荚红豆群落的生物量和能量现存量

Table 2 Biomass and standing crop of energy in *Ormosia xylocarpa* community

群落层次	器官	生物量 /t·hm <sup>-2</sup>	能量现存量 ×10 <sup>9</sup> J·hm <sup>-2</sup>	能量分布比例 %
乔木层	叶	5.920	131.84	2.72
	活枝	70.62	1430.76	29.57
	枯枝	10.06	205.02	4.24
	干	109.0	2176.73	44.98
	皮	11.42	226.57	4.68
	地上部分小计	207.0	4170.92	86.19
	根桩	12.73	255.49	5.28
	根 > 2 cm	8.500	168.64	3.48
	根 < 2 cm	3.251	64.98	1.35
	地下部分小计	24.48	489.10	10.11
	乔木层小计	231.5	4660.03	96.30
灌木层	叶	3.188	56.05	1.16
	枝	1.677	31.19	0.64
	根	3.873	72.58	1.50
灌木层小计	8.738	159.82	3.30	
草本层	茎叶	0.307	5.36	0.11
	根	0.796	13.98	0.29
草本层小计	1.103	19.34	0.40	
群落	总计	241.3	4839.20	100.00
凋落物层	凋落物	7.224	133.72	2.76

## 4 结 论

34年生木荚红豆人工林群落的能量现存量为  $4\ 839.20 \times 10^9 \text{ J}/\text{hm}^2$ , 其中乔木层能量现存量为  $4\ 660.02 \times 10^9 \text{ J}/\text{hm}^2$ , 地上部分为  $4\ 170.92 \times 10^9 \text{ J}/\text{hm}^2$  (占 86.19%), 地下部分为  $489.10 \times 10^9 \text{ J}/\text{hm}^2$  (占 10.11%)。乔木层地上部分各器官能量现存量大小顺序为: 干(占 44.98%) > 枝(占 33.81%) > 皮(占 4.68%) > 叶(占 2.72%), 树干能量现存量的垂直分布呈金字塔形, 活枝能量现存量的 89.00% 分布在 8~10 m 和 11~12 m 之间, 叶主要分布在 8 m 以上, 群落各层次能量现存量大小为: 乔木层(96.30%) > 灌木层(3.30%) > 凋落物层(2.76%) > 草本层(0.40%)。

木荚红豆树利用价值高, 但分叉性较强, 造林时应增加初植密度, 通过间伐调整林分密度, 或者营造混交林, 以促进良好树干形成, 达到培育目的。在还没有大量研究报道证实之下, 纯林造林不应盲目推广, 理想的造林方式应是阔叶树混交或是针阔混交。

表3 木荚红豆群落生物量和能量现存量的垂直分布  
Table 3 Distribution of biomass and standing crop of energy of *Ormosia xylocarpa* community in height

树高 /m	生物量 /t $\text{hm}^{-2}$	能量现存量 $\times 10^9 \text{ J}/\text{hm}^{-2}$					小计
		干	皮	活枝	枯枝	叶	
0~1	15.96	298.60	20.16				318.76
1~2	14.42	265.02	22.06				287.08
2~3	13.29	243.80	21.49				265.29
3~4	11.67	214.30	18.61				232.91
4~5	11.24	202.10	22.16				224.26
5~6	9.68	176.9	16.39				193.29
6~7	9.48	166.4	22.84				189.24
7~8	13.84	169.5	15.30		93.34		278.14
8~9	46.60	116.7	12.86	679.90	86.20	52.25	947.91
9~10	24.27	81.64	12.42	379.17	9.782	7.950	490.96
10~11	3.85	63.10	13.68				76.78
11~12	15.50	56.65	6.646	214.4	5.912	32.58	316.19
12~13	4.77	46.85	3.988	36.67	1.814	7.215	96.54
13~14	4.19	30.55	5.754	39.14		9.710	85.15
14~15	5.07	24.54	3.988	58.84	1.365	14.92	103.65
15~16	1.14	11.38	5.099	2.492	2.058	1.982	23.01
16~17	1.32	6.690	2.448	12.91	4.545		26.59
17~18	0.73	2.017	0.675	7.233		5.233	15.16

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] Jordan F B. Production of a tropical Forest and its relation to a world pattern of energy storage[J]. *J Ecol*, 1971, 59: 127 - 142.
- [ 2 ] Ovington J D. The accumulation of energy in forest plantation in Berlin[J]. *J Ecol*, 1960, 48: 639 - 646.
- [ 3 ] 刘世荣, 王文章, 王明启. 落叶松人工林生态系统净初级生产力形成过程中的能量特征[J]. *植物生态学与地植物学学报*, 1992, 16(3): 209 - 219.
- [ 4 ] 林光辉, 林 鹏. 海莲、秋茄两种红树群落能量的研究[J]. *植物生态学与地植物学学报*, 1988, 12(1): 31 - 39.
- [ 5 ] 林益明, 林 鹏, 李振基, 等. 福建武夷山甜槠群落能量的研究[J]. *植物学报*, 1996, 38(12): 989 - 994.
- [ 6 ] Adamandiadou S. Caloric content of plants dominating phryganic (East Medierranean) ecosystems in Greece[J]. *Flora*, 1978, 167: 574 - 584.
- [ 7 ] 林 鹏, 林益明, 陈顺显, 等. 武夷山黄山松群落能量的研究[A]. *武夷山研究——森林生态系统* ( ) [C]. 厦门: 厦门大学, 1998.
- [ 8 ] Joshi A P. Energy distribution, net energy conversing rate and energy conversing efficiency of *Cassia obtusifolia*[J]. *Geobios*, 1981, 8: 266 - 270.

(责任编辑 郑琰焱)