

# 川西南干热河谷赤桉人工林生物量 和 营 养 元 素 含 量\*

林伟宏<sup>1)</sup> 陈克明 刘照光

(中国科学院成都生物研究所 成都 610041)

**提 要** 用林木生物量回归方程,求得川西南干热河谷五年生赤桉纯林中乔木层生物量 13 133.9kg/ha(年平均生长量 3 079.7kg/ha),草本层生物量 552.0kg/ha(枯落物现存量 591.6kg/ha);赤桉与山毛豆混交林林分生物量 27 186.9kg/ha,其中赤桉生物量 16 494.3kg/ha(年平均生长量 6 620.2kg/ha),灌木层生物量 10 363.6kg/ha,草本层生物量 329.0kg/ha(枯落物现存量 1 264.3kg/ha)。混交林中赤桉生长好于纯林中赤桉的生长。林分营养元素含量不同植物差别很大,同种植物各器官也有所差别。各器官中营养元素含量顺序一般为:Ca>N>Mg>K>P。P是林地土壤缺乏的元素。

**关键词** 川西南 干热河谷 赤桉 生物量 营养元素含量

赤桉 *Eucalyptus camaldulensis* 是速生树种,普遍适用于低山造林。它原产于澳大利亚;1910年我国四川西昌、遂宁等县已引种,多零星栽植于庭院及四旁,大范围引种是在1950年以后。赤桉原分布于海拔<600m,能耐干旱,在我国引种到海拔1 480m。现对川西南干热河谷赤桉人工林生物量、生产力及营养元素含量与分布作一些探讨。以往国内有关这方面的研究还未见报道过。

## 1 实验地概况

实验地设在四川省凉山彝族自治州宁南县(102°42'E,27°04'N)。当地年均温19.3℃,≥10℃积温6 483℃,日照时数2 263h,年降水量970mm[有90%以上集中在湿季(5—10月)],年蒸发量1 938mm,年相对湿度64%,干湿季极为分明。实验区是“七五”国家科技攻关项目《横断山区宁南县农村可再生能源综合试点》的薪炭林示范区,海拔1 150—1 300m;土壤为红黄壤,偏酸性,土层厚度100cm左右。

实验地内造林树种有:赤桉、山毛豆 *Tephrosia candida*、新金合欢 *Leucaena leucocephala* 与木豆 *Cajanus cajan* 等。

赤桉纯林分布海拔1 100—1 250m,山坡坡度30°,大穴整地,营养袋育苗。林木生长五年,平均树高5.01m,平均胸径4.28m,密度3 200株/ha,郁闭度60%,有少量枯落物。

\*“七五”国家攻关科技项目《横断山区宁南县农村可再生能源综合试点》(项目号:75-21-06-02)成果之一。

1)现为中国科学院植物研究所的博士研究生。

本文收稿日期:1993-08-11。

林下草本主要有:荩草 *Arthraxoa hispidus*、鬼针草 *Bidens bipinnate* 与黄茅 *Heteropogen contortus*.

赤桉与山毛豆混交林生长的山坡坡度 35°. 混交林中赤桉与纯林中赤桉同期育苗, 平均树高 7.24m, 平均胸径 5.52m, 山毛豆为点播, 取行间混交方式, 郁闭度 90%, 林下枯落物厚 1—3cm. 混交林林下草本种类与赤桉纯林林下草本种类基本相同.

## 2 研究方法

在纯林及混交林中各选择面积为 0.04ha 的固定标准样地. 1990-10—1992-04 对样地进行了调查测定.

### 1 乔木层生物量的测定

植物体各器官的生物量  $W$  与树高  $H$  及胸径  $D$  之间的关系为  $W = a(D^2H)^{[1]}$ . 林木生物量可由  $D^2H$  来表示, 由此得:  $\ln W = \ln a + b \ln (D^2H)$ , 用其推算出样地内林木总生物量 ( $a, b$  为由供试木得出的常数). 这要首先进行每木调查, 逐株测定树高、胸径, 然后在每个样地按径级选取标准木 5 株, 直接测定每株标准木的茎、枝、叶各器官鲜重, 将根系直接挖出, 清除泥土, 称取鲜重; 再分别在温度 105℃ 下烘干, 测含水率, 以便将各器官鲜重换算为干重.

### 2 灌木及草本生物量的测定

灌木生物量测定采用收割法. 选择标准株 10 丛, 收割称重, 根系也挖出, 称重, 同时测含水率, 以平均值推算样地内灌木总生物量.

草本总生物量采用样方收获法测定<sup>[2]</sup>, 将 2m×2m 样方内的全部草本收割, 称重.

### 3 枯落物的调查

在样地内设 1m×1m 尼龙网枯落物收集器, 每隔一个月收集一次, 称重测凋落物量, 并在样地内收集 1m×1m 样方中枯落物, 测现存量.

### 4 营养元素含量的测定

N 采用经典的凯氏定氮法测定; P 采用钒钼黄比色法测定; K 用火焰光度法测定; Ca, Mg 用原子吸收光谱法测定; 灰分测定采用干灰化法.

## 3 结 果

### 1 林木生物量 $D^2H$ 的回归方程

林木生物量是生态系统的—个基本特征, 研究人工林生物量是为生态系统的营养物质消耗、分配、积累、转换的研究提供基础资料, 测定生物量及其有关过程的模型是为合理利用人工林生态系统提供理论依据. 营养元素含量的研究是定量研究土壤条件与林木生长关系, 正确评价立地条件和土壤生产力的必要手段.

采用相对生长测定林木生物量相对误差较小(表 1).

由表 1 可见, 回归方程  $\ln W = \ln a + b \ln (D^2H)$  能够很好地表达林木生物量与胸径、树高的关系, 相关系数在 0.900 以上, 达到了极显著. 由此用这种方法推测赤桉的生物量是可靠的.

2 林地生物量

利用每木调查结果进行树高分布检验, 皆符合正态分布。但五年生赤桉的生长情况在两类样地却不尽相同。在赤桉与山毛豆混交林中, 赤桉生物量 16 494. 3kg/ha(干重, 下同), 灌木层生物量 10 363. 6kg/ha, 草本层生物量 329. 0kg/ha; 赤桉纯林中乔木层生物量 13 133. 9kg/ha, 草本层生物量 552. 0kg/ha。

表 1 赤桉生物量  $D^2H$  回归方程

Table 1 Biomass regression equations of *Eucalyptus camaldulensis*

器 官	样 地	回 归 方 程	相关系数
地上部总量	混交林	$\ln W = 1.0217 \ln (D^2H) - 3.5210$	0.995
	纯 林	$\ln W = 0.6384 \ln (D^2H) - 1.5736$	0.974
根	混交林	$\ln W = 0.8619 \ln (D^2H) - 3.4727$	0.967
	纯 林	$\ln W = 0.4665 \ln (D^2H) - 1.4816$	0.900
茎	混交林	$\ln W = 0.9772 \ln (D^2H) - 3.4793$	0.996
	纯 林	$\ln W = 0.6815 \ln (D^2H) - 1.7937$	0.972
叶	混交林	$\ln W = 1.0471 \ln (D^2H) - 6.2270$	0.947
	纯 林	$\ln W = 0.4899 \ln (D^2H) - 3.2139$	0.957
枝	混交林	$\ln W = 1.6568 \ln (D^2H) - 9.3523$	0.982
	纯 林	$\ln W = 0.8146 \ln (D^2H) - 4.2653$	0.956

3 生物量在林分各器官中的分配

无论是纯林还是混交林, 林木器官生物量中都以茎的生物量为最多, 分别为 7 604. 9, 9 110. 2(kg/ha), 其次是根的生物量分别为 3 390. 0, 4 107. 3(kg/ha), 赤桉的地上部分与地下部分生物量之比为 2. 9, 3. 0, 而山毛豆的地上部分与地下部分生物量之比为 10. 0。

4 人工林生产力

对人工林分的生物量调查间隔时间为一年。期间林木生长量可用林木生物量变化与凋落物量来近似计算。

赤桉纯林年平均生长量 3 079. 7kg/ha, 年生长率 31%。混交林中赤桉年平均生长量 6 620. 2kg/ha, 年生长率 67%; 山毛豆地上部分年平均生长量 3 575. 9kg/ha, 年生长率 61%, 而地下部分年平均生长量 130. 9kg/ha, 年生长率 16%。

由上可见, 混交林的年生产量远大于纯林的年生产量。这是由于薪炭林的营造都是在坡陡、土壤养分贫瘠的土地上, 单一的乔木树种不能有效地利用土地, 改善环境的能力也有限; 而混交林中的山毛豆是豆科固氮树种, 作为土壤条件较差的培肥树种, 能充分利用固氮能力, 改善土壤氮素供应状况, 促进了林木生长, 因而在这种立地条件下生长的赤桉显然要优于纯林的树木。

5 林木营养元素含量的测定及分布

林木营养元素含量的测定是判断林木营养状况, 进而评价立地质量, 探讨林木与土壤之间关系的基础。现测定了不同样地上赤桉及山毛豆的各器官营养元素含量(表 2)。

由表 2 可见, 不同样地上相同树种的各器官营养元素含量并无明显差别, 即同种植物对营养元素的主动吸收利用能力是相同的。但不同树种对某种元素的积累有很大差别,

如山毛豆植株中含 N 量最高,其叶子含 N 量为赤桉叶子含 N 量的 2.5 倍,根的含 N 量为赤桉根的含 N 量的 4.0 倍,而山毛豆灰分含量则低于赤桉灰分含量,这是由于山毛豆能通过共生固氮菌补充自身氮源。无论是赤桉还是山毛豆,各器官含 N 量差别都很大,这是各器官的生理功能所决定的,赤桉含 N 量排列顺序为:叶>枝>根>茎,山毛豆则为:叶>根>茎枝。灰分含量也以叶子为多。

表 2 林分各器官营养元素含量(占干重的百分比)  
Table 2 Nutrient element content of trees (% of dry matter)

林类	树种	器官	N	P	K	CaO	MgO	灰分
混交林	赤桉	根	0.3194	0.0862	0.2097	2.1553	0.2919	4.1271
		茎	0.2101	0.1479	0.1440	0.8428	0.3073	2.3337
		叶	1.1969	0.1524	0.5601	3.6720	0.7276	6.5121
		枝	0.3277	0.1041	0.2442	3.2210	0.2629	4.9235
	山毛豆	根	1.3084	0.0773	0.1877	0.5813	0.2438	4.010
		茎枝	0.5693	0.0367	0.2869	—	0.1733	1.670
		叶	3.0896	0.1428	0.2554	0.5981	0.4345	6.600
纯林	赤桉	根	0.2463	0.0416	0.2119	1.8636	0.2497	4.3806
		茎	0.2523	0.1320	0.1470	1.6729	0.3324	3.3031
		叶	1.2026	0.1170	0.6695	3.2531	0.7868	6.3534
		枝	0.2910	0.0423	0.2489	2.7207	0.2780	4.5197
	山毛豆	根	1.3393	0.0988	0.1867	0.4869	0.2687	4.290
		茎枝	0.6188	0.0373	0.1864	—	0.1521	1.510
		叶	3.6425	0.1665	0.2668	0.8118	0.4023	6.770

对以生物量为基础的各器官的营养元素积累量研究结果表明,林木生长所需的矿质元素绝大多数是通过根系从土壤中吸收的。而吸收的营养元素并非全部储存于器官中,除用于植物体自身的建成及再利用外,大部分以枯落物的形式归还土壤,而林木实际消耗的矿质营养元素比较少。由于林木营养元素含量与生物量有关,故各器官之营养元素积累量也有所差别。

4 结 语

1. 川西南干热河谷五年生赤桉林生物量可由回归方程  $W = a(D^2H)$  来拟和,相关系数达到极显著,有一定的参考价值。
2. 赤桉纯林与混交林生物量有很大差别:五年生赤桉纯林生物量 13 133.9kg/ha,而混交林中赤桉生物量 16 494.3kg/ha。
3. 赤桉纯林树高年生长量 0.68m,胸径年生长量 0.16cm;混交林树高年生长量 1.98m,胸径年生长量 0.56cm。
4. 相同树种同类器官中营养元素含量差别不大,即不同样地上同一树种对营养元素的吸收利用能力没有显著差别。但不同树种差别则很大,山毛豆体内含 N 量显然高于赤桉体内含 N 量,植物各器官中营养元素含量顺序大体为:Ca>N>Mg>K>P。而赤桉各器官元素含量顺序为:叶>枝>根>茎,山毛豆为:叶>根>茎枝。
5. 生物量及生产力的研究结果看,混交林效益远大于纯林效益。混交林中山毛豆不

仅可以提高生物量及改善氮肥供应状况,而且含 N 量很高的叶片还可用作饲料。因此发展赤桉与豆科灌木树种混交林,不失为一种良好的生态措施。

### 参 考 文 献

- [1] 木村允, 姜恕, 陈乃全, 焦振家译. 陆地植物群落生产量测定方法. 北京: 科学出版社, 1981. 58—96.
- [2] 冯宗炜, 陈楚莹, 王开平等. 亚热带杉木纯林生态系统中营养元素的积累、分配和循环的研究. 植物生态学和地植物学丛刊, 1985, 9(4), 245—255.

## BIOMASS AND NUTRIENT ELEMENT CONTENT OF *EUCALYPTUS* PLANTATIONS OF DRY-HOT VALLEY IN SOUTHWEST SICHUAN

Lin Weihong Chen Keming Liu Zhaoguang

(Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences Chengdu 610041)

### Abstract

Biomass, productivity and nutrient elements of several five-aged *Eucalyptus* plantations (including pure plots and mixed with white tephrosia plots) in Jinshajiang River valley have been studied. The biomass of trees is measured according to investigation on every tree and allometry method; biomass of shrub and grass are measured by harvesting, as well as the litter has been investigated.

A series of biomass regression equations of *Eucalyptus camaldulensis* and its different parts related with tree height  $H$  and diameter  $D$  have been established, which relative coefficients are above 0.90 mostly. Depending on the investigation data, they are valuable in reference. The result is that the biomass of trees in the pure plot is 13 133.9 kg/ha, annual increment is 3 079.7 kg/ha, biomass of grass is 552.0 kg/ha, and the amount of litter is 591.6 kg/ha; the total biomass of mixed plot is 27 186.9 kg/ha, in which the biomass of trees, shrubs, grass and litter are 16 494.3 kg/ha, 10 363.6 kg/ha, 329.0 kg/ha, and 1 264.3 kg/ha respectively.

It can be concluded that the mixed plots have better effect on the biomass and productivity. Meanwhile, the nutrient element content of the plant's different organs has been determined. It shows that the nutrient content is different among various species, and that of various organs in the same plant have a little difference. The sequence of the nutrient element contents in the two kinds of plots from maximum to minimum is  $\text{Ca} > \text{N} > \text{Mg} > \text{K} > \text{P}$ . P (Phosphorus) is the limited element in such sites.

**Key words** Southwest Sichuan, dry-hot valley, *Eucalyptus camaldulensis*, biomass, nutrient element content