

桉树薪炭林混交试验

Ⅱ. 林分生物量和能量分配的研究*

黄世能 郑海水 何克军

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

关键词 生物量; 能量; 热值

薪炭林经营与其他林种经营的区别在于寻求能量的最大产出, 林分总能量的输出取决于组成树木的热值及其生物量。通过生物量和能量的研究, 可以了解薪炭林分生物量和能量的积累动态, 为林分的物质循环和能量流动以及林分的开发和利用提供基础资料。

中国桉树人工林面积近40万ha, 遍布南方16个省(区)的600多个县¹⁾, 在华南地区的林业生产和人民群众的日常生活中占着非常重要的地位。但桉树纯林多代连续经营(尤其以短轮伐期连续经营)引起地力衰退, 导致林分生产力下降以及其他不良的生态后果已为长期的生产实践和科学研究所证实^[1~4]。为此, 我们自1982年始在海南岛琼海、三亚、屯昌等县(市)进行了桉树与一些速生固氮树种的混交试验。本文为该试验的一部分, 主要研究桉树纯林与混交林的生物量和能量的分配, 比较纯林与混交林的光能利用率, 从而对桉树与其他树种混交的合理性作进一步的论证。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况和试验材料

本文仅研究位于琼海县上涌乡的混交林, 试验地自然概况、参试树种、试验林设置、树种和林分代号及其含义等, 前已有介绍^[1]。

1.2 研究方法

1.2.1 生物量测定 根据各小区3年生林木生长调查材料求得林木按径级分布序列, 按径级选取标准木, 伐倒后实测干材(带皮)、枝、叶及根系的鲜重。为求得样木绝干重, 干材部分按1m区分段锯取圆盘; 枝、叶样品从整个树冠不同部位取混合样; 根系样品则按大、小根比例及层次(深度)取样, 然后将样品置于105℃烘箱中烘干至恒重。林分枯落物测定采用样方法, 每小区内随机设置6块1.5m²(1.0m×1.5m, 林内4株树间的空地)的样方收集枯落物。参试树种3年生时均未开花结实, 故无相应的生物量测定。

1.2.2 热值测定 干材(带皮)样品从胸高直径处取得圆盘; 枝、叶、根及枯落物样品从生物量样品内分别抽取。各样品粉碎后过筛, 称取约1g于85℃下烘干, 先用万分之一分析天

本文于1990年4月4日收到。

*本文系国家攻关项目“薪炭林选种引种及栽培经营技术”研究内容之一, 同时得到加拿大国际发展研究中心的资助。本所赖汉兴(现已调离)、蔡满堂同志参加部分工作, 曹华英同志协助样品热值测定, 在此一并致谢。

1)刘于鹤, 1988, 序言, 澳大利亚树种在中国的栽培和利用国际研讨会论文集, 6~7。

平准确称重,然后用国产JR-2800绝热式氧弹热值仪,按文献[5]所述方法进行含灰分热值^[6]测定,各测定值间误差不得超过2%。

2 结果与分析

2.1 不同林分及树种的生物量及其分配

2.1.1 不同林分不同树种立木生物量及分配 不同林分不同树种3年生立木的生物量调查结果:各器官的生物量在各林分中均以干材为最大,占立木总生物量的52.5%~71.5%,枝、叶和根分别占5.3%~19.2%、4.9%~12.8%和14.6%~20.2%(表1)。不论纯林还是混交林,雷林1号桉(A)和窿缘桉(B)的根系生物量均大于枝条生物量,而枝条和叶子的生物量大小排序,不同林分差异较大。在1:1混交林和纯林中,一般是叶子生物量>枝条生物量;在2:1混交林中则相反。与两种桉树不同,大叶相思(C)和黑荆(D)由于树干分枝多,枝条生物量一般都高于根系生物量。唯一特殊的是大叶相思和窿缘桉混交时枝条生物量<根系生物量,可能是窿缘桉生长较差,且枝条着生部位较低,影响大叶相思枝条的伸展所致。

表1 不同林分不同树种立木生物量(绝干重)及分配比

林分	树种	总生物量 (kg/ha)	干		枝		叶		根	
			(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)
A×C (1:1)	A	32 064.0	22 671.3	70.7	1 699.5	5.3	2 509.7	7.8	5 183.5	16.2
	C	60 534.2	38 144.8	63.0	10 253.4	16.9	3 079.0	5.1	9 057.0	15.0
2A×C (2:1)	A	29 063.4	19 910.1	68.5	2 607.0	9.0	1 935.6	6.7	4 610.7	15.8
	C	46 144.6	27 242.1	59.1	9 100.2	19.7	3 440.7	7.5	6 331.6	13.7
B×C (1:1)	B	24 801.9	17 053.9	68.7	1 310.6	5.3	1 436.7	5.8	5 000.7	20.2
	C	48 485.0	31 031.4	64.0	5 633.1	11.6	3 796.2	7.8	8 024.3	16.6
2B×C (2:1)	B	29 965.6	19 996.9	66.7	2 492.6	8.3	1 715.7	5.7	5 760.4	19.3
	C	32 458.3	20 505.0	63.2	3 690.2	11.4	3 308.5	10.2	4 954.6	15.3
A×D (1:1)	A	35 121.1	23 958.8	68.2	2 632.6	7.5	2 511.7	7.2	6 018.0	17.1
	D	5 997.4	3 151.5	52.5	1 151.9	19.2	783.6	13.1	910.4	15.2
2A×D (2:1)	A	48 968.3	35 024.8	71.5	4 074.3	8.3	2 404.1	4.9	7 465.1	15.3
	D	2 467.3	1 605.7	65.1	377.0	15.3	123.4	5.0	361.2	14.6
B×D (1:1)	B	35 816.3	24 599.0	68.7	2 036.6	5.7	3 390.3	9.4	5 790.4	16.2
	D	2 555.4	1 359.6	53.2	465.6	18.2	326.7	12.8	403.5	15.8
A	A	61 033.8	40 167.2	65.8	5 161.7	8.4	5 202.6	8.5	10 502.3	17.2
B	B	62 233.4	43 041.5	69.2	4 257.9	6.8	4 409.1	7.1	10 524.9	16.9

2.1.2 不同林分累计生物量及分配 3年生林分累计生物量以A×C为最高,达96687.1 kg/ha,且作薪材用的干、枝生物量也是最高的,分别为60 816.1 kg/ha和11 952.9 kg/ha;此后排列顺序依次是2A×C>B×C>2B×C>A>B。A×D、2A×D和B×D林分由于黑荆不适宜于当地生长,保存率低(仅46.1%),因而这3个类型林分的生物量比桉树纯林还小(表2)。从总的趋势看,生物量按不同树木器官所占比例排列在桉树纯林中为干材>根系

表 2 不同林分累计生物量(绝干重)及分配比

林分	总生物量		干		枝		叶		根		枯落物	
	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	
A×C	96 687.1	60 816.1	62.9	11 952.9	12.4	5 588.7	5.8	14 240.5	14.7	4 088.9	4.2	
2A×C	80 200.2	47 152.2	58.8	11 707.2	14.6	5 376.3	6.7	10 942.3	13.6	5 022.2	6.3	
B×C	79 464.7	48 085.3	60.5	6 943.7	8.7	5 232.9	6.7	13 025.0	16.4	6 177.8	7.8	
2B×C	67 890.6	40 501.9	59.7	6 182.8	9.1	5 024.2	7.4	10 715.0	15.8	5 466.7	8.0	
A×D	44 496.3	27 110.3	60.9	3 784.5	8.5	3 295.3	7.4	6 928.4	15.6	3 377.8	7.6	
2A×D	54 857.8	36 630.5	66.8	4 451.3	8.1	2 527.5	4.6	7 826.3	14.3	3 422.2	6.2	
B×D	41 238.4	25 958.6	63.0	2 502.2	6.1	3 717.0	9.0	6 193.9	15.0	2 866.7	6.9	
A	64 589.4	40 167.2	62.2	5 161.7	8.0	5 202.6	8.1	10 502.3	16.2	3 555.6	5.5	
B	65 100.1	43 041.5	66.1	4 257.9	6.5	4 409.1	6.8	10 524.9	16.2	2 866.7	4.4	

>叶子>枝条, 在混交林中则是干材>根系>枝条>叶子。枯落物由于成份复杂, 且其生物量是3年的累计值, 故无明显的变化规律。枯落物量最大的是B×C和2B×C, 其次是2A×C和A×C, 枯落物量最小的是B×D和B。

2.2 树木各器官及林分枯落物的热值

树木主要由树干、枝条、叶子和根等器官组成。由于其功能不同, 细胞构造及其成份尤其分子中碳氢的比例也不同, 所以热值也各有异。如表3所示, 不论哪个树种, 都是叶子的热值最高, 树干、枝条和根的热值近似, 同一树种内此三者热值间相差不到3%。由于本研究采用的是含灰分热值, 且干材部分包含了树皮, 故不同器官的热值大小排列不很一致, 但总的趋势是叶>枝>干>根。这和许多人对其他树种的测定结果相似^[7,8]。不同林分的枯落物热值差异不大, 两极值相差不足6%。

表 3 不同树木器官及林分枯落物灰分热值

(单位: J/g)

树木器官	树 种			
	雷 林 1 号 桉 (A)	窿 缘 桉 (B)	大 叶 相 思 (C)	黑 荆 (D)
干	19 984.8	19 968.3	20 239.8	19 833.7
枝	19 508.9	20 076.3	20 329.0	19 889.2
叶	23 296.8	21 985.8	22 885.8	24 419.7
根	19 774.2	19 426.3	20 570.4	19 494.9

林 分	A×C	2A×C	B×C	2B×C	A×D	2A×D	B×D	A	B
枯落物	21 304.6	21 820.1	21 374.6	21 813.6	21 537.6	20 921.6	21 815.0	22 084.1	21 649.8

2.3 不同林分的总能量及光能利用率

2.3.1 不同林分的总能量及其分配 林分的总能量实际上就是林分所固定太阳能的数量。据树木样品及林分枯落物的热值(表3)和对应的生物量资料(表1、2), 计算出林分的总能量列于表4。在9种类型林分中, A×C总能量最大, 其次分别是2A×C、B×C、A、B和2A×D, A×D和B×D的总能量最少, 其中2A×D、B×D和A×D混交林的总能量比桉树纯林还低, 原因如前所述。从能量的分配看, 干材的总能量最高, 占57%~66%; 其次是根系, 占13%~16%; 枝条、叶子和枯落物较小, 均低于10%。应该指出的是, 枯落物

的总能量虽小,但不容忽视,因为一般情况下(指未被人为等所干扰时),这部分能量在林分内物质循环中起重要作用,伴随着有机物的分解、矿化和转移,成为人工林生态系统内凋落物分解者——微生物活动的主要能量来源,从而加速系统内物质和能量的循环与利用。

表4 不同林分的总能量及其分配

林分	总含能量		干		枝		叶		根		枯落物	
	(10^{10} J/ha)	(10^{10} J/ha)	(%)	(10^{10} J/ha)	(%)	(10^{10} J/ha)	(%)	(10^{10} J/ha)	(%)	(10^{10} J/ha)	(%)	
A×C	197.1576	122.5128	62.2	24.1597	12.3	12.8933	6.5	28.8806	14.7	8.7112	4.4	
2A×C	163.9973	94.9277	57.9	23.5858	14.4	12.3837	7.5	22.1416	13.5	10.9585	6.7	
B×C	162.2161	96.8612	59.7	14.0827	8.7	11.8466	7.3	26.2208	16.2	13.2048	8.1	
2B×C	138.5893	81.4325	58.8	12.5060	9.0	11.3439	8.2	21.3821	15.4	11.9248	8.6	
A×D	90.2756	54.1318	60.0	7.4289	8.2	7.7650	8.6	13.6749	15.2	7.2750	8.0	
2A×D	110.4072	73.1811	66.3	8.6984	7.9	5.9021	5.3	15.4658	14.0	7.1598	6.5	
B×D	83.3722	51.8169	62.2	5.0148	6.0	8.2516	9.9	12.0352	14.4	6.2537	7.5	
A	131.0835	80.2734	61.2	10.0700	7.7	12.1204	9.3	20.7675	15.8	7.8522	6.0	
B	130.8414	85.9470	65.7	8.5483	6.5	9.6938	7.4	20.4460	15.6	6.2063	4.8	

2.3.2 不同林分的光能利用率 据有关资料报道²⁾,试验地区的太阳年辐射总量为519690 J/cm²。由于该地区属热带北缘,林木几乎常年生长,故用此数值去除各林分的年均固定太阳能(总能量)便能求出林分的光能利用率(表5)。由表5看出,林分的光能利用率仍以A×C为最高,达1.2646%,比其余林分高20.2%~136.5%(分别以各林分的能量为100%比较),说明雷林1号桉与大叶相思采用1:1的行间混交模式较好,林分结构较合理,更能有效地利用光能。2A×C、B×C和2B×C的光能利用率也较高,比雷林1号桉纯林高5.7%~25.1%,比窿缘桉纯林高5.9%~25.4%,表明此三种混交模式也具潜力。而A×D、2A×D和B×D混交模式因黑荆不适于当地条件,生长表现差,没有发展前途。

表5 不同林分的光能利用率

林分	A×C	2A×C	B×C	2B×C	A×D	2A×D	B×D	A	B
光能利用率(%)	1.2646	1.0519	1.0405	0.8889	0.5790	0.7082	0.5348	0.8408	0.8392
为A纯林的(%)	150.4	125.1	123.8	105.7	68.9	84.2	63.6	100	99.8
为B纯林的(%)	150.7	125.4	124.0	105.9	69.0	84.4	63.7	100.2	100

3 结语

(1) 培育薪炭林目的在于获取新材,其产量指标为生物量。在参试的4个树种中,干材生物量所占比例无论在纯林还是混交林中均为最大,其余器官生物量分配则因林分不同而有所差异。桉树在其纯林及1:1混交林中为根系>叶子>枝条,在2:1混交林中为根系>枝条>叶子;大叶相思和黑荆则为枝条>根系>叶子。可见,不仅不同的树种生物量分配有差异而且不同的树种比例搭配对林木生物量分配也有一定影响。

(2) 树木的热值因器官的不同而异。在参试的4个树种中,叶的热值最高,干、枝和根的热值差别不大,其大小排列基本上呈叶>枝>干>根的趋势。

2)海南行政区农垦农业区划委员会等,1981,海南岛农业区划报告集,1~35。

(3) 3年生林分累计生物量及总含能量以A×C为最高,达96 687.1 kg/ha和 1.9716×10^{12} J/ha, 分别比2A×C、B×C、2B×C、A×D、2A×D、B×D、A、B高20.6%和20.2%、21.7%和21.5%、42.4%和42.3%、117.3%和118.4%、76.3%和78.6%、134.5%和136.5%、49.7%和49.6%、48.5%和50.7%; 其次是2A×C、B×C和2B×C, 它们的生物量和总含能量均比桉树纯林高, 分配也较合理, 不仅用作薪材的干、枝生物量和能量大, 而且留在系统内的生物量和能量也多, 这对生态系统内能量流动与物质循环都是有利的。

(4) 林分结构不同, 光能利用率也有较大差异。在9种类型林分中, A×C、2A×C、B×C和2B×C的光能利用率均比桉树纯林高, A×D、2A×D和B×D则因黑荆不适于当地条件, 生长表现差, 保存率低, 林分残缺不全, 故光能利用率比桉树纯林还低。混交比则以1:1较2:1林分结构更紧凑而合理, 光能利用率高, 有效地提高林分生产力。

参 考 文 献

- [1] 何克军等, 1988, 桉树薪炭林混交试验 I. 不同密度不同比例混交试验初报, 林业科学研究, 1(6): 671~676.
 [2] 唐仕明, 1983, 雷州半岛的桉树纯林应走与大叶相思混交的道路, 广东林业科技通讯, (1): 34~35.
 [3] Florence, R. G., 1986, Cultural problems of *Eucalyptus* as exotics, *Commonw. For. Rev.*, 65(2): 141~163.
 [4] Zheng Haishui, 1988, The role of *Eucalyptus* plantations in Southern China, In: Multipurpose Tree Species for Small-Farm Use (Eds. Dale Withington et al.), Winrock International Institute for Agriculture Development, USA and International Development Research Centre, Canada, 79~85.
 [5] 祖元刚等, 1986, 植物热值测定中的若干技术问题, 生态学杂志, 5(4): 53~56.
 [6] Lieth, H 和 R. H. Whittaker, 1975(王业谨译, 1985), 生物圈的第一性生产力, 科学出版社, 112~121.
 [7] 张家武等, 1988, 杉木和火力楠树种及其林分热量的研究, 生态学杂志, 7(5): 26~29.
 [8] 郑焕能等, 1983, 人工针叶林燃性的研究, 林业科学, 19(2): 145~152.

Studies on the Mixed Fuelwood of Eucalyptus

II. *the Allocation of Biomass and Energy in the Stands*

Huang Shineng Zheng Haishui He Kejun

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

Abstract The allocation of biomass and energy in nine different 3-year-old stands was studied in a mixed planting trial with four tree species namely *Eucalyptus leizhou* No. 1, *E. exserta*, *Acacia auriculiformis* and *A. mearnsii*. Comparing the contribution of various components to the total biomass production among the trial stands showed that 58%~66% biomass production was recorded in stem-wood, and 6%~14%, 5%~9%, 13%~16% and 4%~8% biomass production was produced by branch-wood, leaves, roots and litter, respectively. Results obtained for energy content is similar to the result of biomass production. Among the nine stands studied, the mixed stand of *E. leizhou* No. 1 and *A. auriculiformis* with the mixed proportion of 1:1 by rows found to be the most productive planting system adapted for large-scale plantation management.

Key words Biomass; energy; caloric value