

广西林朵林场栽针(杉)保阔混交造林的效果研究

梁宏温 黄承标

(广西农业大学林学院, 南宁 530001)

黄德运 韦继兴 邓祖剑

(广西天峨县林朵林场, 河池 547300)

摘要 广西林朵林场栽针(杉)保阔混交造林试验表明: 19龄和30龄混交林林分总蓄积量分别为184.78和515.58 $\text{m}^3 \text{hm}^{-2}$, 比同龄杉木纯林的依次高23.0%和21.8%。混交林中主要树种杉木的树高、胸径和蓄积量随混交树种株数比例的增加而降低。混交林林地枯枝落叶层现存量平均为15.18 $\text{t} \text{hm}^{-2}$, N、P、K、Ca和Mg 5种元素的积累量平均为422.22 $\text{kg} \text{hm}^{-2}$, 分别比杉木纯林的高25.3%和32.33%。混交林林地土壤有机质、全氮、水解氮、有效磷和速效钾的平均含量以及孔隙度和持水量都高于杉木纯林。

关键词 阔叶树; 杉木; 混交林; 造林; 立木材积; 广西

EFFECTS OF FORESTATION BY KEEPING BROADLEAF TREES IN PLANTING *CUNNINGHAMIA LANCEOLATA*

Liang Hongwen Huang Chengbiao

(Forestry College, Guangxi Agricultural University, Nanning 530001)

Huang Deyun Wei Jixing Deng Zujian

(Linduo Forest Farm, Tiane County, Guangxi Province, Hechi 547300)

Abstract The results of forestation with mixed broadleaf trees in planting *Cunninghamia lanceolata* at Linduo Forest Farm in Guangxi Province showed that the total growing stocks in stands of 19-year-old and 30-year-old mixed forests were 184.78 and 515.58 $\text{m}^3 \text{hm}^{-2}$, respectively, which were by 23.0% and 21.8% higher than those of the same years old forests of pure *Cunninghamia lanceolata*, respectively. In mixed forests, the larger proportion of broadleaf species, the less became mean height, diameter and growing stocks of *Cunninghamia lanceolata*. The mean standing crop of litter on forest floor in mixed forests was 15.18 $\text{t} \text{hm}^{-2}$, and the accumulation of nutrient elements (N, P, K, Ca, Mg) in the litter was 422.22 $\text{kg} \text{hm}^{-2}$, being by 25.30% and 32.33% higher than those in pure *Cunninghamia lanceolata* forest, respectively. The nutrient concentration of organic matter, total N, hydrolazable N, available P and rapidly available K in the soil, and soil porosity and water-holding capacity under mixed forest were higher than those under pure *Cunninghamia lanceolata* forest.

Key words Broadleaf trees; *Cunninghamia lanceolata*; Mixed forest; Forestation; Growing stock; Guangxi

在混交林经营中,多采用人工混交的形式,即主要树种和混交树种人为地按一定比例和混交格式进行规划配置,从而组成同龄人工混交林^[1]。栽针(杉)保阔这种混交林类型尚不多见。广西天峨县林朵林场于60年代和70年代中期先后两次对本场部分次生稀树灌草丛进行杉木人工造林,采取局部炼山,块状整地,适当保留经济价值高或生态功能强的阔叶树种与杉木混交。现形成了以杉木为主、多种阔叶树种并存、不同比例的混交林。

鉴于杉木产区多以纯林经营,地力衰退、生产力下降等问题日益突出。为此,对这一混交林的生长、地力状况作一分析,探求良策,实有必要。

1 基本概况

研究林区位于广西天峨县林朵林场,地处云贵高原凤凰山脉的西侧(24°56′-25°12′N, 107°09′-107°12′E),海拔500-1300m,中、低山地貌。境内山峦重叠,起伏延绵,水热条件优越,年平均气温20℃,7月均温26.9℃,1月均温10.8℃;年降雨量1370.6mm,年蒸发量1224.0mm,平均相对湿度80%,水热系数1.9,属中亚热半湿润气候。土壤为二迭纪灰绿砂页岩发育的山地红黄壤。本区原生植被保存较少,现有植被除部分次生稀树灌草丛外,绝大部分为人工栽杉改造形成的针(杉)阔混交林和杉木纯林。

2 研究方法

2.1 样地设置和林分调查

根据现有的两种林龄(中龄林和成熟龄),分别不同的杉阔混交株数比例(含杉木纯林)各设置3组可比样地,即每组样地的海拔、坡位、坡向、坡度和土壤等立地条件基本一致以及现有立木密度相对接近(见表1)。每块样地面积为400m²。

对各样地每木检尺,实测胸径和树高,计算平均值。立木材积量按广西林业勘测设计院提供的求算方程计算^[2]:杉木, $V = 0.65671 \times 10^{-4} \cdot D^{1.769412} \cdot H^{1.069769}$;阔叶树, $V = 0.66705 \times 10^{-4} \cdot D^{1.84795} \cdot H^{0.966575}$;式中V为立木材积量(m³),D为胸径(cm),H为树高(m)。

2.2 林地枯枝落叶层现存量 and 元素积累量测定

在样地内沿对角线均匀设置面积为0.1m²的小样方8个,实测样方内枯枝落叶层的总厚度,并按L层(未经分解,叶形尚完整的)、F层(半分解,叶形不完整的)和H层(完全腐烂分解的)3层分别收集称重,同时分层取样测定含水率(85℃烘干)和化学成分含量^[3]。

2.3 土壤样品采集和化验方法

在样地内沿对角线均匀布设5个土壤采样点,每个样点按表土层(A层)和心土层(B层)分别取样(土壤水分物理性质分析样品用环刀法分层采样),5个样点分层所取的土壤混合后用四分法缩减成化学分析试样。

表1 各样地的立地因子
Table 1 Site conditions in sample plots (400m² each)

样地组 Group	样地号 Plot	混交比例(%) C/B*	林龄** Forest age	密度 Density (plant hm ⁻²)	海拔 Alt. (m)	坡向 Aspect	坡度 Slope	坡位 Gradient	土层厚度 Soil layer thickness (cm)	表土层厚度 Topsoil thickness (cm)
1	1	100/0	30	1400	620	S	36	中下	120	32
	2	84/16	30	1445	610	S	34	中下	100	30
	3	75/25	30	1425	620	S	34	中下	110	30
	4	52/48	30	1440	610	S	35	中下	115	32
2	5	100/0	30	1425	625	SW	36	中	110	30
	6	80/20	30	1400	620	SW	38	中	105	26
	7	71/29	30	1400	625	SW	40	中	100	30
	8	57/43	30	1400	615	SW	36	中	110	32
3	9	100/0	30	1375	640	SE	34	下	110	32
	10	85/15	30	1350	660	SE	34	下	120	35
	11	76/24	30	1375	650	SE	32	下	125	35
	12	59/41	30	1350	645	SE	33	下	120	30
4	13	100/0	19	2000	1100	SE	30	中上	80	20
	14	79/21	19	1975	1120	SE	30	中上	85	25
	15	65/35	19	1975	1120	SE	28	中上	85	25
	16	59/41	19	2000	1130	SE	28	中上	80	20
5	17	100/0	19	1950	1135	NE	25	上	80	20
	18	76/24	19	1975	1130	NE	26	上	80	18
	19	68/32	19	2000	1115	NE	25	上	75	18
	20	55/45	19	1950	1120	NE	28	上	80	20
6	21	100/0	19	2025	1140	SW	22	上	85	22
	22	74/26	19	1975	1135	SW	24	上	80	20
	23	64/36	19	2025	1140	SW	25	上	85	25
	24	54/46	19	2025	1140	SW	20	上	80	22

* Percentage of *Cunninghamia lanceolata* (C) and broadleaf trees (B) in mixed forest;

** 混交林的林龄取其主树种杉木的年龄(下同), The age of *C. lanceolata* for forest age.

土壤化验的项目有:容重、孔隙度、持水量以及有机质、全氮、水解氮、有效磷、速效钾的含量等。上述各项目均按国颁标准测定^[4]。

3 研究结果

3.1 林分的生长

3.1.1 混交林和杉纯林生长量比较

根据24块样地的每木调查结果及平均数差异显著性检验(t检验),表明林朵林场栽针(杉)保阔混交林(以下简称混交林)林分的平均胸径、平均树高和平均蓄积量都高于同龄杉木纯林,并且两类森林之间的差异都显著。其中,中龄期(19龄)混交林的平均胸径、平均树高和平均蓄积量分别为12.01cm, 12.13m和184.74m³ hm⁻²,比同龄杉木纯林的相应值11.03cm, 11.12m和

150.20m³ hm⁻² 依次高 8.9%、9.1% 和 23.0%; 成熟期(30 龄)混交林的依次为 21.29cm、19.02m 和 515.58m³ hm⁻², 比同龄杉木纯林的 19.67cm、18.05m 和 423.33m³ hm⁻² 分别高 8.2%、5.4% 和 21.8%。可见, 栽针(杉)保阔混交造林的生长效果是十分明显的。

从林相看, 混交林的群落结构复杂, 树种组成比杉木纯林丰富。混交林的乔木层明显分成两个亚层, 第一亚层的组成成分除少量为杉木(*Cunninghamia lanceolata*)的优树外, 其余为造林时保留下来的阔叶树, 主要的有粗皮桦(*Betula utilis*)、南酸枣(*Choerospondias axillaris*)、蒙自桫木(*Alnus nepalensis*)、青皮槭(*Acer davidii*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、光皮桦(*Betula luminifera*)、荷木(*Schima superba*)、楹树(*Albizia chinensis*)、拟赤杨(*Alniphyllum fortunei*)和泡桐(*Paulownia fortunei*)等; 第二亚层的组成树种主要是杉木, 常见的还有鸭脚木(*Schefflera octophylla*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、广西木莲(*Manglietia tenuipes*)及一些上层乔木的幼树。主要灌木有木姜子(*Litsea cubeba*)、柃木(*Eurya japonica*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、水锦树(*Wendlandia unvariifolia*)、灰毛浆果楝(*Cipadessa cinerascens*)、三叉苦(*Evodia leptota*)、短柄紫珠(*Callicarpa brevipes*)、毛果算盘子(*Glochidion eriocarpum*)等。主要草本植物有五节芒(*Miscanthus floridulus*)、蔓生莠竹(*Microstegium vagans*)、东方乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、狗脊(*Woodwardia japonica*)、星毛蕨(*Ampelopteris prolifera*)和白茅(*Imperata cylindrica*)等。可见, 组成混交林的阔叶树绝大多数为落叶成分, 在其落叶和初叶阶段有效地调节了林内的光照强度, 对于杉木的生长和林地枯枝落叶的腐烂分解以及土壤肥力的改善都有利。

3.1.2 不同杉阔混交比例林分生长量的差异

不同杉阔株数比例的混交林的主要树种及林分的平均胸径、平均树高和平均蓄积量见表 2。由表 2 看出, 随着保留阔叶树株数的增加及杉木株数的减少, 混交林的主要树种(杉木)的胸径和树高生长量都有所下降, 尤其以树高生长量的下降幅度更为明显。以成熟期的林分为例, 混交树种比例较小、每公顷平均保留阔叶树 235 株和 358 株的林分, 其杉木的平均树高分别为 19.60m 和 19.13m, 依次比混交树种比例较大、每公顷保留阔叶树 616 株的林分高 15.0% 和 12.2%。前两者杉木的平均胸径分别为 20.98cm 和 20.72cm, 依次比后者的高 7.2% 和 5.8%。由此可见, 混交树种的比例过大, 会严重抑制着混交林中主要树种的生长及降低其立木蓄积量, 从而导致林分总蓄积量的大幅度下降(见表 2)。

3.2 林地枯枝落叶的现存量及其元素积累量

混交林林地的枯枝落叶层较厚, 平均厚度达 7.3cm, 杉木纯林林地的较薄, 平均厚度仅 4.3cm, 混交林比杉木纯林平均高 72%(见表 3)。从表 3 看出, 枯枝落叶层的现存量: 混交林平均为 15.18t hm⁻², 杉木纯林的平均为 12.11t hm⁻², 混交林比杉木纯林平均多 25.3%。枯枝落叶的分层比值(H/L)以混交林较高, 中龄期林分的平均比值为 1.54, 成熟期的林分更高, 达 1.76。杉木纯林则较低, 两种龄期林分的平均比值分别为 0.80 和 0.76, 都小于 1。说明栽针(杉)保阔混交林的枯枝落叶较易分解。

两类森林枯枝落叶的元素含量和积累量也存在很大的差异。混交林的枯枝落叶富含 N、P、K, 其平均浓度分别为 1.1329%、0.0595% 和 0.2443%, 比杉木纯林的 N 0.8602%、P 0.0499% 和 K 0.1929% 依次高 32.31%、19.55% 和 31.88%; 杉木纯林的枯枝落叶则富含 Ca, 其平均浓

表2 不同混交比例林分平均胸径、树高和蓄积量比较

Table 2 Mean tree height, diameter at breast height (dbh) and growing stock in stands of different proportion of pure *Cunninghamia lanceolata* (C) to broadleaf trees (B)

林龄 Forest age	混交比例 (%) C/B	样地数 No. of plot	树种 Tree	平均密度 Density (plant hm ⁻²)	平均胸径 dbh (cm)	平均树高 Height (m)	平均蓄积量 Growing stock (m ³ hm ⁻²)
30	83/17	3	杉(C)	1163	20.98	19.60	434.32
			阔(B)	235	25.01	21.18	133.06
			合计 Total*	1398	21.66	19.87	567.38
	74/26	3	杉(C)	1042	20.72	19.13	397.98
			阔(B)	358	22.40	19.88	153.67
			合计 Total*	1400	21.15	19.32	551.65
	56/44	3	杉(C)	780	19.58	17.05	193.83
			阔(B)	616	22.97	18.88	233.88
			合计 Total*	1396	21.07	17.86	427.71
19	76/24	3	杉(C)	1510	12.95	12.38	162.08
			阔(B)	465	12.45	13.54	45.08
			合计 Total*	1975	12.83	12.65	207.16
	66/34	3	杉(C)	1333	11.94	11.96	120.84
			阔(B)	667	12.84	13.01	70.96
			合计 Total*	2000	12.24	12.31	191.80
	56/44	3	杉(C)	1117	11.67	11.05	96.80
			阔(B)	875	10.04	11.92	58.59
			合计 Total*	1992	10.95	11.43	155.39

* 胸径和树高按树种密度加权, Diameter at breast height and height by density of tree weighted.

表3 混交林及杉纯林枯枝落叶层现存量

Table 3 Standing crop of litter in pure *Cunninghamia lanceolata* forest (C) and mixed forest (M)

	林龄 Forest age	总厚度 Litter thickness (cm)	枯枝落叶层现存量 Standing crop of litter (t hm ⁻²)				H/L
			L层	F层	H层	合计	
			L layer	F layer	H layer	Total	
杉纯林 (C)	19	3.9	4.35	4.05	3.46	11.86	0.80
	30	4.6	4.76	3.99	3.60	12.35	0.76
	平均 Mean	4.3	4.56	4.02	3.53	12.11	0.78
混交林 (M)	19	6.8	3.91	4.16	6.04	14.11	1.54
	30	7.8	3.78	5.82	6.64	16.24	1.76
	平均 Mean	7.3	3.85	4.99	6.34	15.18	1.65
混交林比杉 纯林增加 (%) (I)	19	74.4	-10.1	2.7	74.6	19.0	92.5
	30	69.6	-20.6	45.9	84.4	31.5	131.6
	平均 Mean	72.0	-15.4	24.3	79.5	25.3	112.1

I: Increase percentage

度为1.3013%。混交林林地枯枝落叶层5种常量元素的总积累量平均为422.22kg hm², 其中N、P、K、Ca、Mg的平均积累量分别为173.02、9.05、38.19、161.79和40.17kg hm², 比杉木纯林的相应值104.05、6.03、23.31、157.58和27.85kg hm²依次高32.33%、66.75%、36.43%、66.95%、2.18%和44.23%。

3.3 土壤理化性质

3.3.1 混交林和杉纯林土壤养分含量比较

两类林地土壤化学分析结果(表4)表明, 两种林龄混交林林地土壤的养分含量与同龄杉纯林林地相比均有不同程度的增加。以林地表土层(A层)为例, 19龄混交林土壤的有机质、全氮、水解氮、有效磷和速效钾的平均含量分别为4.0568%、0.2073%、279.4mg kg⁻¹、1.928mg kg⁻¹和119.61mg kg⁻¹, 比杉纯林的依次高18.9%、20.3%、23.2%、45.6%和38.8%; 30龄混交林的土壤养分含量更高, 分别为5.1781%、0.2667%、301.8mg kg⁻¹、2.535mg kg⁻¹和138.96mg kg⁻¹, 比杉纯林的依次高20.1%、23.4%、28.6%、122.8%和53.3%。显然, 混交林林地土壤的有效养分含量增幅较大, 特别是有效磷的含量增幅更大, 对杉木的生长是极有利的。

表4 混交林和杉纯林土壤养分含量比较
Table 4 Nutrient content of soil in pure *Cunninghamia lanceolata* forest (C) and mixed forest (M)

	林龄 Forest age	层次 Soil layer	有机质 Organic matter (%)	全氮 Total N (%)	水解氮 Hydrolazable N (mg kg ⁻¹)	有效磷 Available P (mg kg ⁻¹)	速效钾 Rapidly available K (mg kg ⁻¹)
杉纯林 (C)	19	A	3.4106	0.1723	226.8	1.324	86.20
		B	0.9789	0.0436	44.1	0.477	21.93
	30	A	4.3097	0.2162	234.7	1.138	90.66
		B	1.0812	0.0551	53.4	0.429	32.94
混交林 (M)	19	A	4.0518	0.2073	279.4	1.928	119.61
		B	1.0879	0.0489	46.5	0.590	27.61
	30	A	5.1781	0.2667	301.8	2.535	138.96
		B	1.1817	0.0614	64.4	0.692	41.06
混交林 比杉纯 林增加 (%) (I)	19	A	18.9	20.3	23.2	45.6	38.8
		B	11.1	12.2	5.4	23.7	25.9
		平均 Mean	15.0	16.3	14.3	34.7	32.4
	30	A	20.1	23.4	28.6	122.8	53.3
B		9.3	11.4	20.6	61.3	24.7	
	平均 Mean	14.7	17.3	24.6	92.1	39.0	

I: Increase percentage; A: Upper soil layer; B: Subsoil layer.

3.3.2 混交林和杉纯林土壤物理性质比较

从两类林地土壤物理性质分析结果(表5)看出, 混交林林地土壤物理性质与杉纯林林地相比有了较明显改善。土壤容重有了较大幅度的下降, 尤其是对表土层土壤的作用更显著, 两种林龄混交林的土壤容重比杉纯林的分别低2.43%和2.16%, 表明栽针(杉)保阔混交造林的林地土壤

比杉木纯林的疏松。土壤毛管孔隙度与非毛管孔隙度也都有了明显增加,两种林龄混交林表土层土壤的非毛管孔隙度比杉纯林的分别多 16.70% 和 11.64%,毛管孔隙度依次多 5.10% 和 5.56%。随着土壤结构和孔隙度的改变,混交林林地土壤的水分状况也有了显著的提高,以成熟期的混交林为例,其表土层土壤毛管持水量、最小持水量和最大持水量分别比同龄杉纯林林地土壤的多 3.62%、0.92% 和 10.85%。

表 5 混交林和杉纯林土壤水物理性质比较

Table 5 Water-physical characteristic of soil in pure *Cunninghamia lanceolata* forest (C) and mixed forest (M)

	林龄 Forest age	层次 Soil layer	容重 Bulk density (%)	孔隙度 Porosity (%)			持水量 Water-holding capacity (mm)		
				非毛管 Non-capil- lary	毛管 Capillary	合计 Total	最大 Max.	毛管 Cap.	最小 Min.
杉纯林 (C)	19	A	0.8304	14.91	52.51	67.42	139.86	100.2	86.02
		B	1.1011	13.21	46.87	60.08	112.15	93.73	87.35
	30	A	0.8467	16.66	51.81	68.47	139.44	103.62	93.92
		B	1.1947	11.96	47.52	59.48	113.24	95.03	89.43
混交林 (M)	19	A	0.8102	17.40	55.19	72.59	151.19	108.39	92.18
		B	1.0762	13.80	47.35	61.15	114.30	96.70	86.51
	30	A	0.8284	18.60	54.69	73.29	154.57	107.37	94.78
		B	1.1874	12.75	47.69	60.44	116.88	94.39	91.58
混交林 比杉纯 林增加 (%) (I)	19	A	-2.43	16.70	5.10	7.67	8.10	8.37	7.16
		B	-2.26	4.47	1.02	1.78	1.92	3.17	-0.96
	30	平均 Mean	-2.35	10.59	3.06	4.73	5.01	5.77	3.10
		A	-2.16	11.64	5.56	7.04	10.85	3.62	0.92
	平均 Mean	B	-0.61	6.61	0.36	1.61	3.21	-0.67	2.40
			-1.39	9.13	2.96	4.33	7.03	1.48	1.66

I: Increase percentage; A: Upper soil layer; B: Subsoil layer.

4 小结和建议

19 龄和 30 龄栽针(杉)保阔混交林林分总蓄积量比同龄杉纯林的分别高 23.0% 和 21.8%。混交林中主要树种杉木的树高、胸径和林分蓄积量随混交树种株数比例的增加而降低。从有利于杉木的生长和提高林分蓄积量的角度出发,栽针(杉)保阔混交造林必须考虑合理的混交比例,建议所保留的阔叶树株数宜少不宜多,以混交树种所占林分株数百分率 20-30% 为宜。注意选择保留干形通直、完满、分枝角度较小、冠形窄的落叶阔叶树,如南酸枣、光皮桦、蒙自栎木、青皮槭、鸭脚木、拟赤杨和盐肤木等乔木树种。

混交林林地枯枝落叶现存量 15.18t hm⁻²,比杉纯林的多 25.3%,其氮、磷、钾、钙和镁 5 种元素的总积累量为 422.22kg hm⁻²,比杉纯林的高 32.33%。混交林林地土壤有机质、全氮、水解氮、有效磷和速效钾的含量以及孔隙度和持水量都高于杉木纯林。

杉木是我国亚热带地区的主要用材树种,由于长期经营人工纯林和重复连栽,造成了林地环境质量退化,生产力下降的不良后果。建议营造混交林促进林地土壤肥力的恢复和林分生产力的

提高,走生态林业的道路,发展和经营杉木。

参考文献

- 1 王宏志等. 中国南方混交林研究. 北京:中国林业出版社, 1993, 1-200
- 2 广西林业勘测设计院等. 森林调查手册. 南宁:广西科技出版社, 1986, 22-29
- 3 林业部科技司编. 森林生态系统定位研究方法. 北京:中国科学技术出版社, 1994, 134,196
- 4 中华人民共和国国家标准. 森林土壤和植物分析方法. 北京:科学出版社, 1988, 1-156

《热带亚热带植物学报》增刊 I 征订启事

本刊增刊 I 的主要内容为: 华南稻区双季晚稻早育秧技术规程及其高产配套技术研究。1996 年 10 月出版, 每册定价 10.00 元, 另加 2.00 元邮寄费。请需要订购的单位和个人直接汇款至本刊编辑部邮购。

汇款地址: 广州五山华南植物研究所《热带亚热带植物学报》编辑部。邮编: 510650