

文章编号: 1001-1498(2006)02-0145-06

桂西南不同树种人工林评价研究*

卢立华, 蔡道雄, 何日明, 郭文福

(中国林业科学研究院热带林业实验中心, 广西 凭祥 532600)

摘要:对桂西南多个树种、多种经营模式人工林的生长量、林下土壤及植被的调查研究和经济效益分析表明:米老排、红椎、西南桦等速生阔叶树种的生长量优于针叶树种,其中,胸径、树高年平均生长量以米老排为最高,分别达 1.67 cm、1.29 m,分别比马尾松增长 60.6%、61.2%,比杉木增长 70.4%、57.3%;林分的年平均蓄积生长量则以西南桦为最高,达 $20.44 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,比杉木高了近 2 倍。阔叶林的经济效益明显优于针叶林,混交林的效益优于针叶纯林,树种之间效益比较达显著或极显著差异,其中以西南桦的效益最好,年平均产值达 $21\,459.7 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$,比杉木高 10 倍多。对土壤理化性质的研究表明:荒地造林后,土壤的密度、保水性、通透性得到改良;土壤有机质含量提高,富铝化作用增强,而其它的土壤养分,不同树种之间差异较大,但从总体看,阔叶林在改良土壤理化性质方面优于针叶纯林。

关键词:桂西南;树种选择;人工林;评价;

中图分类号: S727.1 **文献标识码:** A

Evaluation of Tree Species of Plantation in Southwest Guangxi

LU Li-hua, CAI Dao-xiong, HE Ri-ming, GUO Wen-fu

(Experimental Centre of Tropical Forestry, CAF, Pingxiang 532600, Guangxi, China)

Abstract: The results of investigation and economic benefits analysis on increments, forest soil and vegetation of plantations with multiple tree species and under various management patterns showed that the increments of fast-growing broadleaved tree species such as *Mytilaria laosensis*, *Castanopsis hystrix*, *Betula alnoides*, etc were higher than that of coniferous species. *Mytilaria laosensis* had the highest annual average dbh and height increments, which were 1.67 cm, 1.29 m respectively, 60.6% and 61.2% higher compared with *Pinus massoniana*, 70.4% and 57.3% higher compared with *Cunninghamia lanceolata*. *Betula alnoides* had the highest annual average stock volume increment ($20.44 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$), which was near double compared with that of *Cunninghamia lanceolata*. The economic benefits of broadleaved forest were obviously higher than that of coniferous forest, while that of mixed forest was higher than that of pure coniferous forest. There existed obvious of extreme obvious difference in economic benefits among tree species. *Betula alnoides* had the highest benefits with the annual average value of 21 459.7 RMB yuan per hectare, ten times that of *Cunninghamia lanceolata*. The study on soil physical and chemical properties showed that after afforestation, the soil bulk density, water-holding capacity and water permeability improved, the soil organic matter content raised and aluminum-enrichment ability was promoted. For other soil nutrients, there existed significant difference among tree species, but overall, the broadleaved forest was better than coniferous forest in improving soil physical and chemical properties.

Key words: Southwest Guangxi; plantation; tree species selection; economic benefits

收稿日期: 2005-04-05

基金项目: 国家“十五”攻关子专题“中国森林生态网络体系建设凭祥试验点的研究”部分内容(2002BA516A17-04)

作者简介: 卢立华(1963—),男,广西玉林人,高级工程师。

*本文得到中国林科院林研所王成博士的指导和审阅,特此致谢。

桂西南用材树种资源丰富,其中许多树种为材质优良、经济效益高、生态效益好的珍贵阔叶用材树种。长期以来,我国林业科技工作者在珍优阔叶树种的引种和栽培技术研究方面进行了不懈的研究,并取得了众多的研究成果^[1~4];但在生产经营实践中,因经营者对阔叶树种的认识和重视不够,笼统地将阔叶林统归为杂木类,其木材定价低于松、杉,且采取粗放经营方式,导致阔叶林的经济效益差,影响了阔叶人工用材林的发展。随着社会的发展和人民生活水平的提高,人们对用材的要求越来越高,珍贵阔叶用材因材质优良,纹理美观,用途广,能满足多层次的消费要求而受青睐,阔叶用材的供需矛盾日趋尖锐,价格直线上升,某些阔叶树种的木材价格已高于松、杉材的数倍乃至数十倍,发展阔叶用材林的经济效益已十分显著;尤其是我国林业的重点已由单纯追求经济效益向生态效益优先,生态效益与经济效益兼顾转变,阔叶人工林因具有较高的经济效益和良好的生态效益,而成为林业研究和发展的热门,因此大力研究、发展阔叶树人工林,特别是开发优良速生乡土阔叶人工林已成为当前林业的重大课题^[5,6]。

阔叶用材树种众多,选择哪些树种效益更好,何种经营模式能提高林木生长量及经济效益,是本研究的目的。中国林科院热带林业实验中心(下简称热林中心)从 1980 年始开展珍优阔叶树种的引种及栽培技术研究,20 多年来已营建 20 多个阔叶用材树种的试验示范林 2 000 hm²,为项目研究奠定了基础^[7]。

1 研究区概况

研究区地处桂西南边陲(21°57'47"~22°19'27"N,106°39'50"~106°59'30"E),属南亚热带季风型半湿润—湿润气候,光、水、热资源丰富,太阳总辐射 439.614 kJ·cm⁻²·a⁻¹,全年日照时数 1 218~1 620 h,年平均气温 20.5~21.7℃,10℃积温 6 000~7 600℃·h;年均降水量 1 200~1 500 mm。土壤以砖红壤性红壤、红壤为主,土壤立地类型 34 个^[8]。

2 研究方法

2.1 样地设置

从热林中心营建的 20 多个阔叶用材树种的试验示范林和松、杉针叶林中,选择立地条件和栽培管

理措施基本一致,树龄相差相对较小的树种和模式的林分(涉及 11 个树种)各设置 20 m×20 m 的样地 3 块(即 3 次重复),所选择的研究树种为:杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.),马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.),米老排(*Mytilaria laosensis* Lec.),红椎(*Castanopsis hystrix* A. DC.),格木(*Erythrophloeum fordii* Oliv.),山白兰(*Paranichelia baillonii* (Pierre) Hu),石梓(*Gmelina arborea* Roxb.),火力楠(*Michelia macclurei* Dandy),西南桦(*Betula alnoides* Buch.-Ham.),柚木(*Tectona grandis* L.f.),黄藤(*Damodarops margaritae* (Hance) Becc.)。

由于不同树种的冠幅差异较大,在经营过程中,根据林分的生长状况对林分密度进行不断调整,以获取最佳的林木生长量和最高的经济效益。如红椎冠幅大,杉木相对较小,如果林分密度保持一致,要么红椎林被压严重,要么杉木林过于稀疏,这两种情况都不能反映林分的正常生长水平,缺乏可比性,为避免这种情况,本研究样地的选择主要以林分整体状况为依据,选择生长正常,且密度比较均匀,林内无天窗,没有或很少有被压木存在的林分铺设调查样地,使调查数据能代表所选树种在该立地上的生长量和经济效益,同时,使之具有较强的可比性。对于不同林龄的林分,则采用年平均生长量及年均产值进行比较。

2.2 调查项目及方法

调查林分的密度、生长量、林下植被及土壤。生长量:测定树高和胸径;土壤剖面:调查枯枝落叶层(A₀)和 A、B 层的厚度;按树种取土壤分析样,将 3 个剖面各层土样分别混合,用四分法取 1 份混合样,测定其 pH 值、有机质、全 N、全 P、全 K、碱解 N、速效 P、速效 K 及盐基总量;同时,在每个剖面的 10~20 cm 和 40~50 cm 处分别用环刀取土测定土壤密度、孔隙度、持水量等,将 3 个剖面所得数据加权后取其平均数。

3 结果与分析

3.1 不同树种林分的生长与经济效益分析

不同树种、不同经营模式林分的平均生长量及年均产值见表 1。从表 1 可见,不同树种的年均生长量从高到低的顺序,树高为:米老排、石梓、西南桦、火力楠、红椎、山白兰、柚木、杉木、马尾松、格木;胸径为:米老排、柚木、西南桦、红椎、石梓、马尾松、杉

木、山白兰、火力楠、格木;蓄积量为:西南桦、米老排、石梓、红椎、火力楠、山白兰、马尾松、柚木、格木、杉木。胸径、树高年均生长量均以米老排最高,分别达 1.67 cm 和 1.29 m,与马尾松比增加 60.6%、61.2%,与杉木比增加 70.4%、57.3%。蓄积量以西南桦最高,达 $20.44 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,比杉木 ($6.96 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)高了近 2 倍。山白兰与火力楠的胸径生长量比松、杉稍差,但树高和蓄积量都超过松、杉;格木为广西三大优质硬木类阔叶树种之一,硬木类树种的特点是生长慢,故其树高、胸径年均生长量都比松、杉低,而年均蓄积量比松低 17.26%,比杉高 40.52%。

不同树种林分的年均产值差异明显,阔叶林都明显高于针叶林,其中,西南桦最高,达 21 459.7 元

$\cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,其它依次为:柚木、红椎、格木、石梓、火力楠、山白兰、米老排、马尾松、杉木;杉木的年均产值最低,仅 1 949.0 元 $\cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,不及西南桦的 1/10;马尾松只有 3 311.0 元 $\cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,不足西南桦的 1/6。在阔叶林中,年均产值最低为米老排,仅 4 513.1 元 $\cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,但仍比马尾松高 36.3%,比杉木高 131.56%。

在混交林中,3 种混交模式林分的年均产值均高于马尾松纯林,马尾松与红椎异龄混交林的年均产值最高,达 9 146.1 元 $\cdot \text{hm}^{-2}$,比马尾松纯林 ($3 311.0 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)高 176.23%;马尾松红椎同龄混交林次之,为 7 513.9 元 $\cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,比马尾松纯林高 126.94%;马尾松红藤混交效益稍差,仅比马尾松纯林高 48.05%。

表 1 不同树种林分的生长量与产值

经营模式	树种	林龄 / a	密度 / (株 $\cdot \text{hm}^{-2}$)	生长量			年均生长量			产值 / (元 $\cdot \text{hm}^{-2}$)		林下主要植被	林下植被总盖度 / %
				D / cm	H / m	V / ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	D / cm	H / m	V / ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	总产值	年均产值		
纯林	杉木	13	1 350	12.7	10.7	90.49	0.98	0.82	6.96	25 337.2	1 949.0	蔓生莠竹	100
	马尾松	26	600	27.0	20.7	307.45	1.04	0.80	11.82	86 086.0	3 311.0	铁芒箕	90
	米老排	13	825	21.7	16.8	232.83	1.67	1.29	17.91	58 670.6	4 513.1	小凤尾蕨	2
	红椎	17	900	21.3	17.5	262.00	1.25	1.03	15.41	275 100.0	16 182.4	乌毛蕨	2
	格木	21	1 110	17.3	16.4	205.44	0.82	0.78	9.78	287 616.0	13 696.0	小凤尾蕨	2
	山白兰	17	1 650	14.7	15.7	216.45	0.86	0.92	12.73	121 212.0	7 130.1	绒毛草	100
	石梓	18	1 500	18.4	18.6	307.83	1.08	1.09	17.10	172 384.8	9 576.9	蔓生莠竹	70
	火力楠	17	1 650	14.4	17.9	237.15	0.85	1.05	13.95	132 804.0	7 812.0	铁线蕨	1
	西南桦	18	1 110	22.8	19.0	367.88	1.27	1.06	20.44	386 274.0	21 459.7	五节芒	80
	柚木	17	630	22.3	14.5	166.52	1.31	0.85	9.80	349 692.0	20 570.1	小凤尾蕨	3
同龄混交	红椎	18	375	23.2	16.2	118.89	1.29	0.90	6.60	135 250.5	7 513.9	铁线蕨	1
	马尾松	18	270	18.1	11.4	37.20	1.00	0.63	2.07				
异龄混交	红椎	15	750	11.6	15.6	62.32	0.77	1.04	4.15	137 191.6	9 146.1	小凤尾蕨	1
	马尾松	37	195	40.3	25.5	256.27	1.09	0.69	6.93				
松藤混交	马尾松	12	1 110	19.6	12.4	190.80	1.41	1.03	15.90	53 424.0	4 902.0	铁线蕨	1
	红藤	7	1 650	年均干藤产量 $90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 年均产值 = 450 元 $\cdot \text{hm}^{-2}$									

注:蓄积按广西林业勘测设计院和广西大学林学院 1986 年联合编写的《森林调查手册》广西单株立木材积计算公式计算:阔叶树种 $V = 0.667 054 \times 10^{-4} \times D^{1.847 954 50} \times H^{0.966 575 09}$;马尾松 $V = 0.714 265 437 \times 10^{-4} \times D^{1.867 010} \times H^{0.901 463 2}$;杉木 $V = 0.656 71 \times 10^{-4} \times D^{1.769 412} \times H^{1.069 769}$;木材单价按现市场价:马尾松 400 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;杉木 400 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;米老排 360 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;红椎 1 500 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;格木 2 000 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;山白兰 800 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;西南桦 1 500 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;石梓 800 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;火力楠 800 元 $\cdot \text{m}^{-3}$;柚木 3 000 元 $\cdot \text{m}^{-3}$ 计算。表中蓄积不包括间伐材,出材率按蓄积量的 70%估算;红藤按 5 元 $\cdot \text{kg}^{-1}$ 估算。铁线蕨 (*Lygodium scandens* (L.) SW.), 铁芒箕 (*Dicranopteris linearis* (Burm.) Underw.), 小凤尾蕨 (*Pteris actinopterides* Christ), 蔓生莠竹 (*Micostegium vagans* (Nees ex Steud.) A. Camus), 绒毛草 (*Axonopus compressus* (Swartz) Beauv.), 乌毛蕨 (*Blachnum orientale* Linn), 五节芒 (*Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb)

对 10 个纯林树种的生长量及经济效益进行方差分析,结果见表 2。从表 2 可见,树种之间的树高、胸径和蓄积年均生长量及年均产值都达到了极显著差异。从表 3 可见,米老排年均树高生长量与柚木、山白兰、格木、马尾松、杉木相比都达极显著差异;其胸径年均生长量与另外 9 个树种相比亦都达极显著差异;年均蓄积量的增长量则以西南桦最大,其年均

蓄积量与另外 9 个树种相比也全部达极显著差异;年均产值亦以西南桦最高,除与柚木差异不显著外,与另外 8 个树种都达极显著差异。8 种阔叶林的年均产值与杉木比都达极显著差异;与马尾松比,除米老排仅为显著差异外,其余阔叶树种均达极显著差异,可见,阔叶纯林的经济效益都明显优于针叶纯林。

综上所述,为了提高单位面积的经营效益,在“适地适树”的前提下应大力发展珍贵阔叶用材林,对仅适于发展针叶林的立地,也应选择合适的阔叶树种与之混交,将其营建为混交林。

表 2 不同树种树高、胸径、蓄积量年均生长量及年均产值方差分析

误差来源	自由度	平方和				均方差				F值				F(9, 18)
		树高	胸径	蓄积	效益	树高	胸径	蓄积	效益	树高	胸径	蓄积	产值	
处理	9	0.72	1.91	834.20	2.44 × 10 ⁹	0.08	0.212	92.7	2.0 × 10 ⁸	7.27**	7.86**	46.22**	470.6**	F _{0.05} = 2.46
区组	2	0.02	0.05	4.68	6.50 × 10 ⁶	0.01	0.025	2.34	3.25 × 10 ⁶	0.91	0.93	0.81	7.6	F _{0.01} = 3.60
误差	18	0.19	0.48	22.83	1.02 × 10 ⁷	0.011	0.027	1.27	4.25 × 10 ⁵					
总和	29	0.93	2.44	861.71	2.46 × 10 ⁹									

表 3 不同树种年均生长量及年均产值多重比较

代号	树种	树高		胸径		蓄积		年均产值	
		m	显著性	cm	显著性	(m ³ · hm ⁻²)	显著性	(元 · hm ⁻²)	显著性
1	米老排	1.29	3, 6, 8, 9, 10**	1.67	2 ~ 10**	17.91	3 ~ 10**	4 315.1	10**; 9*
2	西南桦	1.06	8*	1.27	6, 7, 8, 10**; 5, 9*	20.44	1, 3 ~ 10**	21 459.7	1, 4 ~ 10**
3	柚木	0.85		1.31	6 ~ 10**; 5*	9.80	10*	20 570.1	1, 4 ~ 10**
4	红椎	1.03		1.25	6, 7, 8, 10**; 9*	15.41	3, 6, 8 ~ 10**	16 182.4	1, 5 ~ 10**
5	石梓	1.09	8**; 9, 10*	1.08	8**; 6, 7*	17.10	3, 6 ~ 10**	9 576.9	1, 6, 7, 9, 10**
6	山白兰	0.92		0.86		12.73	3, 8, 10**	7 130.1	1, 9, 10**
7	火力楠	1.05	8*	0.85		13.95	3, 8, 10**; 9*	7 812.0	1, 9, 10**
8	格木	0.78		0.82		9.78	10*	13 696.0	1, 5, 6, 7, 9, 10**
9	马尾松	0.80		1.04	8*	11.82	3, 8, 10**	3 311.0	10*
10	杉木	0.78		0.98		6.96		1 949.0	
L. S D法		5% = 0.27; 1% = 0.36		5% = 0.18; 1% = 0.24		5% = 1.90; 1% = 2.58		5% = 889.9; 1% = 1 209.6	

注:显著性中的数字为树种代号, **表示极显著差异, *表示显著差异,如米老排:树高显著性为 3, 6, 8, 9, 10**,表示米老排的年均树高生长量与 3, 6, 8, 9, 10这 5 个树种比较均达极显著差异;胸径: 2 ~ 10**,表示米老排年均胸径生长量与另外 9 个树种比较均达极显著差异。

3.2 不同树种林分林下土壤的理化性质

不同树种林分林下土壤的理化性质见表 4。从表 4 可见,有林地土壤的物理性质与荒地比土壤密度下降,持水量提高,排水能力增强,说明荒地经造林利用后,土壤的物理性质得到了改良。在纯林中,土壤密度以格木林最低,仅 0.89 g · cm⁻³,比其它树种低 0.03 ~ 0.38 g · cm⁻³;而红椎最高,达 1.27 g · cm⁻³,说明格木林下土壤较疏松,而红椎林则较板结;土壤的孔隙度和持水量均以西南桦林最大,说明西南桦林地土壤的保水保肥性能最好;土壤的排水能力以米老排最高,这是因为米老排枯落物多且易分解,土壤有机质积累多,对土壤结构改良有利,故其通透性能良好;而杉木则相反,其枯落物少且含硅高,分解慢,土壤有机质积累作用慢^[9],易导致土壤地力衰退;但从表 1 可知,杉木林下蔓生莠竹等植被的覆盖率达 100%,丰富的林下植被对维护和恢复杉木林的地力起到很好的作用^[10,11]。马尾松也为针叶树种,但其枯枝落叶多,且难于分解,能在土壤表面形成较厚的半腐殖质层(本调查剖面枯枝落叶

层达 5 cm),对土壤具有较好的保护作用,避免了土壤的侵蚀,有利于水土保持,且马尾松具有一定的“生物松土”作用^[11],故其物理性能较优良,除比西南桦、格木稍差外,均优于其它树种。

红椎纯林与椎松混交林的林下土壤比较,红椎纯林 A 层土壤的密度比椎松混交林高了 0.42 g · cm⁻³;最大持水量降低 27.1%,总孔隙度减少 8.0%,排水能力下降了 5.92%,说明红椎与松混交比红椎纯林在改善土壤结构、保水性及通透性等土壤物理性能方面更优。

松藤混交林与松纯林的土壤物理性质比较,松藤混交林 A 层密度比松纯林高了 0.10 g · cm⁻³,而 B 层则低了 0.10 g · cm⁻³;土壤最大持水量、总孔隙度、排水能力等物理常数均以松纯林高于松藤混交林。松藤混交林的物理性质比马尾松纯林差的可能原因是棕榈藤根系非常发达及枯枝落叶少,同时,松藤混交林增加了林分郁闭度,抑制了林下草本植被的生长,使土壤表面缺少枯落物和植被的保护,故表土层易被冲刷。

表 4 不同树种林分林下土壤物理常数及化学性质

树种	土层及 厚度 / cm	土壤 密度 / ($g \cdot cm^{-3}$)	最大 持水量	毛管持 水量	最小 持水量	总孔 隙度	毛管孔 隙度	排水 能力	有机质	全 N	全 P	全 K	碱解			速效 P	速效 K	盐基总量 / ($cmol \cdot kg^{-1}$)	pH 值
													N	P	K				
荒地	0~20	1.38	36.0	33.4	31.8	49.7	46.1	4.21	30.4	1.43	0.60	22.6	124	4.3	254.7	4.46	4.90		
	20~60	1.26	39.8	34.9	33.3	50.4	44.2	6.49	17.0	0.80	0.41	21.9	88	3.6	150.9	3.13	4.75		
马尾松	5~29	0.93	67.0	57.3	54.8	54.1	46.3	12.10	72.4	1.93	0.41	2.1	146	6.1	32.3	1.77	3.92		
	29~60	1.04	56.7	47.5	45.2	59.0	49.4	11.50	12.8	0.86	0.35	2.1	63	2.2	9.6	1.10	4.01		
杉木	2~25	1.09	53.1	47.6	46.1	57.6	51.6	7.00	32.6	1.11	0.47	1.6	124	5.1	40.6	1.42	4.06		
	25~60	1.13	52.5	46.3	45.0	59.2	52.2	7.51	14.3	0.44	0.43	2.1	56	3.3	36.0	1.00	4.26		
米老排	6~28	0.97	60.1	51.3	50.2	57.7	49.8	9.90	44.9	1.14	0.51	6.2	115	4.8	28.0	5.29	4.05		
	28~60	1.11	55.0	48.7	47.2	60.9	53.9	7.77	16.9	0.51	0.49	6.2	84	3.7	15.3	1.11	4.13		
红椎	4~29	1.27	36.9	33.9	32.0	46.8	43.0	4.88	32.9	1.57	0.48	27.2	127	4.9	200.5	5.21	4.66		
	29~60	1.19	44.1	39.7	37.7	52.3	47.1	6.40	22.1	0.79	0.38	26.0	101	3.4	161.3	2.93	4.62		
格木	4~30	0.89	69.8	61.9	59.6	61.8	54.8	10.20	42.0	1.15	0.38	3.3	149	2.4	29.5	2.88	4.22		
	30~60	1.09	56.7	50.5	48.6	62.2	55.2	8.23	12.0	0.45	0.29	3.3	60	0.4	11.5	1.50	4.33		
山白兰	4~25	0.96	65.9	63.2	57.1	63.2	60.6	8.79	35.7	1.51	0.39	3.1	163	3.5	47.1	5.11	4.48		
	25~60	1.12	42.1	39.8	35.0	47.2	44.5	7.12	18.8	0.68	0.37	3.3	88	1.1	26.6	1.18	4.48		
石梓	2~20	1.30	37.2	32.5	30.7	49.4	43.2	6.48	31.5	1.42	0.37	5.3	126	2.9	155.1	7.05	4.76		
	20~60	1.00	59.5	54.0	52.2	64.6	58.6	7.37	18.8	0.96	0.39	5.4	109	3.3	120.0	2.86	4.68		
火力楠	5~27	1.13	45.5	39.4	37.6	51.4	44.4	7.98	36.8	1.34	0.36	4.5	114	3.8	49.7	4.62	4.47		
	27~60	1.20	46.1	41.1	39.8	55.5	49.5	6.31	18.7	0.92	0.29	4.9	81	3.5	34.4	1.57	4.64		
西南桦	2~22	0.92	76.4	71.0	66.9	70.6	65.6	9.49	33.5	1.31	0.48	4.6	151	1.7	100.0	3.81	4.30		
	22~60	0.90	85.1	79.6	77.0	77.0	72.0	8.08	16.9	0.75	0.47	4.6	100	0.8	77.7	2.77	4.55		
柚木	2~25	1.22	39.8	33.2	31.1	48.4	40.4	8.70	30.6	1.53	0.34	10.1	141	3.2	89.4	8.88	5.08		
	25~60	1.27	42.0	34.5	32.6	53.5	43.9	9.40	12.4	0.91	0.35	10.7	83	2.5	94.5	4.61	4.85		
椎松混 交林	2~25	0.85	64.0	52.3	51.1	54.8	44.8	10.80	46.1	1.18	0.44	2.1	115	3.9	30.4	2.21	4.13		
	25~60	1.15	45.9	41.0	38.6	54.7	49.9	7.29	14.2	0.44	0.38	2.1	28	3.5	8.8	1.10	4.52		
松藤混 交林	3~30	1.03	61.8	56.5	54.6	63.8	58.4	7.17	43.2	1.34	0.47	2.1	149	2.5	29.7	1.44	4.30		
	30~60	0.94	67.3	59.5	57.9	66.2	56.0	9.38	16.4	0.86	0.36	1.0	88	1.3	25.6	0.68	4.26		

注:为减少篇幅,表中枯落物层(A_0)没列入表中,如有明显 A_0 层,则A层不是从0开始,而是从某一数值开始,如马尾松的A层为5~29 cm,表示0~5 cm为 A_0 层。

3.3 不同树种林分林下土壤的化学性质

从表 4 可见,与荒地比,造林地 A 层土壤的有机质都有不同程度的提高,增幅为 0.66%~138.16%,其中:增幅最大为马尾松林,提高了 138.16%,增幅最小为柚木林,仅增 0.66%;造林地 A 层土壤的全 N 以马尾松林最高,达 $1.93 g \cdot kg^{-1}$,比荒地高 35.0%;红椎、柚木和山白兰也都分别高了 9.8%、7.0%、5.6%;而其余树种都有不同程度的下降,降幅为 0.7%~22.4%,下降最大为杉木,下降了 22.4%;造林地 A 层土壤的全 P,与荒地比亦有所下降,降幅为 15.0%~43.3%,降幅最小的为米老排,下降了 15.0%,最大为柚木,下降了 43.3%;对全 K:除红椎外,其它树种全 K 量都明显下降,A 层全 K 下降了 55.31%~92.92%,降幅十分明显,这主要与

土壤环境有利于钾化合物分解有关,同时也与树种特性有关。针叶树种全 K 的降幅大于阔叶树种,下降量最大为杉木林,下降了 92.92%,其次为马尾松林及松藤、松椎混交林,都下降了 90.71%,而阔叶林中降幅最大为山白兰,下降了 86.28%,最小为柚木,下降了 55.31%,而红椎的全 K 量却提高了 20.35%,其原因尚待研究。对碱解 N、速效 P、速效 K 三种速效养分,它们与全量基本上成正相关,一般全量高,速效养分则高,反之亦然。对土壤盐基总量,阔叶林中除西南桦、格木分别比荒地下降了 14.57%、35.43%外,其它树种都有不同程度的提高,增幅为 3.59%~99.10%,以柚木林增加最多,比荒地增加 99.10%;而针叶树种及其混交林都明

显下降,杉木林下降最大,下降了 68.16%,松藤混交林下降 67.71%,马尾松纯林下降 60.31%,松椎混交林下降 50.45%;对土壤的酸度,除柚木的 pH 值比荒地略高外,其它树种都低,比较突出的为马尾松、杉木,可见荒山造林后,树种的特性对土壤化学性质会产生不同的影响,将会导致土壤酸化,不同树种抗酸化能力不同,而阔叶林优于针叶林。

4 小结与讨论

(1)米老排、红椎、西南桦等速生阔叶树种的生长量优于松、杉等针叶树种。方差分析结果表明:树种之间生长量差异达极显著水平,其中,米老排的生长最快,其胸径和树高年均生长量分别达 1.67 cm 和 1.29 m,比马尾松和杉木分别提高了 60.6%、61.2%和 70.4%、57.3%。

(2)阔叶林的经济效益明显高于针叶林,树种之间经济效益比较达极显著差异。在阔叶林中,西南桦的年均产值最高,达 21459.7元·hm⁻²·a⁻¹,是马尾松的 6.48倍,杉木的 11.01倍;而米老排最低,仅 4513.1元·hm⁻²·a⁻¹,但仍比马尾松、杉木分别高了 36.31%、131.56%。

(3)混交林的产值高于针叶纯林,椎松异龄混交林、椎松同龄混交林和松藤混交林的年均产值分别高于马尾松纯林 176.23%、126.94%和 48.05%。

(4)荒山造林后土壤的物理性质能得到改良,有林地与荒地比,土壤密度下降,排水能力增加,持水量提高;土壤的化学性质也有明显变化,造林地与

荒地比:有机质都有所提高,其它养分则随树种不同有升有降;土壤 pH 值几乎都下降,尤以马尾松最甚;盐基总量都以阔叶林明显高于针叶林,且大多高于荒地,说明阔叶林的改土性能优于针叶林,土壤的酸化作用亦慢于针叶林。

参考文献:

- [1] 顾万春. 主要阔叶树种速生丰产培育技术 [M]. 北京:中国科学技术出版社, 1992
- [2] 周家骏. 优良阔叶树种造林技术 [M]. 杭州:浙江科学技术出版社, 1985
- [3] 姚丰平,吴军寿,姚理武,等. 庆元林场阔叶林主要类型生物量测定及其评价 [J]. 浙江林业科技, 2003, 23(3): 74~78
- [4] 李建民,陈存及,潘标志,等. 南方林区速生乡土阔叶树种的评价与筛选 [J]. 林业科学研究, 2003, 16(6): 777~782
- [5] 陈存及,陈火法. 阔叶树种栽培 [M]. 北京:中国林业出版社, 2000: 1~120
- [6] 俞新妥. 关于福建省树种结构调整问题的几点思考 [J]. 福建林业科技, 2002, 29(2): 1~3
- [7] 汪炳根,卢立华. 广西大青山森林立地评价与适地适树研究 [J]. 林业科学研究, 1998, 11(1): 78~85
- [8] 杨继镛,唐俊,汪炳根,等. 广西大青山实验局土壤调查报告 [J]. 青山基地科技(内部刊物), 1981(1): 65~121
- [9] 陈金林,俞元春,罗汝英,等. 杉木、马尾松、甜槠等林分下土壤养分状况研究 [J]. 林业科学研究, 1998, 11(6): 586~591
- [10] 范少辉,马祥庆,傅瑞树,等. 不同栽植代数杉木林下植被发育的比较研究 [J]. 林业科学研究, 2001, 14(1): 8~16
- [11] 焦如珍,杨承栋,屠星南,等. 杉木人工林不同发育阶段林下植被、土壤微生物、酶活性及养分的变化 [J]. 林业科学研究, 1997, 10(4): 373~379