

杉木萌芽林林冠下营造细柄阿丁枫 与木荷的生态效益的研究

李振问

(福建省尤溪县林业科技推广中心, 365100)

摘要 本文通过对杉木萌芽林林冠下营造中亚热带常见乡土阔叶树种——细柄阿丁枫与木荷后,形成的杉阔混交林的两年定位观测研究,结果表明:杉木萌芽林改造成细柄阿丁枫杉木混交林与木荷杉木混交林后,林分水源涵养功能增强,土壤肥力提高,林内小气候得到改善,林分抗御火灾能力增强。杉木林冠下营造乡土阔叶树种是改良杉木林生态环境质量,科学经营杉木低产林的有效生物措施之一。

关键词 杉木萌芽林 林冠下造林 细柄阿丁枫 木荷 生态效益

ECOLOGICAL BENEFIT OF PLANTATION OF *ALTINGIA GRACILIPES* AND *SCHIMA SUPERBA* UNDER CANOPY OF SPROUT LAND OF *CUNNINGHAMIA LANCEOLATA*

Li Zhenwen

(Forestry Science and Technology Spread Center of Youxi County, Fujian Province 365100)

Abstract 2-year permanent plots of mixed stands of *Cunninghamia lanceolata* and broadleaved tree, formed by planting *Altingia gracilipes* and *Schima superba* of middle subtropical common sight evergreen broadleaved native soil species, were observed. Under the canopy of sprout land of *Cunninghamia lanceolata*, the function of water conservation was strengthened, the soil fertility was raised, the condition of forest microclimate was improved, and the combustibility was dropped after transformed mixed stand of *Altingia gracilipes* and *Cunninghamia lanceolata*, and mixed stand of *Schima superba* and *Cunninghamia lanceolata*. Cultivated evergreen broadleaved native soil species under canopy of *Cunninghamia lanceolata* was an effective biological measure for improving quality of ecological setting of *Cunninghamia lanceolata* and for improving scientific management of second growth and low yield stand of *Cunninghamia lanceolata*.

Key words Sprout land of *Cunninghamia lanceolata*, Afforestation under canopy, *Altingia gracilipes*, *Schima superba*, Ecological benefit

杉木 *Cunninghamia lanceolata* 次生林是(1949年以前营造)杉木萌芽更新传统经营制度及50年代初期由于不合理采伐和迹地没有及时更新而形成的,分布于我国南方各省

(区)。目前我国南方各省(区)荒山绿化造林已基本完成,对次生林、低产林的培育改造已日显重要。对杉木次生林进行抚育改造是扩大后备森林资源,加速恢复与发展森林的多种效益,满足国民经济建设多种需要的有效途径之一。

福建省国营尤溪经营林场自 1968 年开始,结合杉木次生林、低产林改造,开展了杉木萌芽林林冠下营造阔叶树试验研究,经多年抚育间伐与改造,目前已形成多种不规则杉阔混交林,其中,细柄阿丁枫(*Altingia gracilipes*)杉木(萌芽林)混交林与木荷(*Schima superba*)杉木(萌芽林)混交林等林分生长较好,是较为理想的林分类型。本文通过对细柄阿丁枫杉木混交与木荷杉木混交林生态效益的研究,为杉木次生林、低产林生态环境改良与科学经营提供理论依据。

1 试验地概况

试验地位于福建省尤溪县城关水南跃进山(东经 118°10',北纬 26°11'),本区为中亚热带气候,年平均气温 18.9℃,年平均降雨量 1579mm。试验地海拔高 200m,坡度 30~34°,坡向西北。母岩为粉砂岩,土壤为山地红壤。杉木萌芽林系 1965 年采伐后萌生的,1968 年在杉木萌芽林内进行带状整地、挖暗穴(规格为 40cm×30cm×30cm),分别选择细柄阿丁枫、福建柏(*Fokienia hodginsii*)、拟赤扬(*Alniphyllum fortunei*)、厚朴(*Magnolia officinalis*)、木荷(*Schima superba*)、酸枣(*Choerospondias axillaris*)、福建青冈栎(*Cyclobalanopsis chungii*)、檫树(*Sassafras tsumu*)、楠木(*Phoebe naemu*)、红豆树(*Ormosia hosiei*)、樟树(*Cinnamomum camphora*)和杉木等 12 个树种实生 1 年生苗造林,每个树种造林面积为 0.18hm²,随机排列。1980 年对上述林分进行间伐,形成目前不规则的杉木阔叶树混交林,其中细柄阿丁枫、木荷杉木混交林及同龄杉木萌芽林(对照)的林分生长状况见表 1。

表 1 细柄阿丁枫、木荷杉木混交林林分生长状况(1992 年 8 月)

Table 1 Condition of growth of tree layer in mixed stands(on Aug. 1992)

林分类型 Type of stand	树 种 Species	保留密度 Remaining density (株·hm ⁻²)	平均胸径 Average DBH (cm)	平均树高 Average height (m)	乔木层地上部分生物量 Biomass of above ground part of arborous layer (t·hm ⁻²)			
					干(带皮) Stem	枝 Branch	叶 Leaf	合计 Total
混交林 Mixed stand	细柄阿丁枫 (<i>Altingia gracilipes</i>)	1400	14.4	15.5	117.712	13.210	10.705	141.677
	杉木(<i>Cunninghamia lanceolata</i>)	450	15.6	14.8	14.0	1.80	2.995	18.795
混交林 Mixed stand	木荷(<i>Schima superba</i>)	750	14.6	14.2	34.998	6.630	3.139	44.756
	杉木(<i>Cunninghamia lanceolata</i>)	400	15.3	12.3	11.445	1.092	2.341	14.878
纯林 Pure stand	杉木(<i>Cunninghamia lanceolata</i>)	1650	10.6	11.2	31.758	7.145	8.885	57.788

2 调查研究方法

分别在细柄阿丁枫混交林区、木荷混交林区及杉木萌芽林区中坡地段设置 20m×30m 标准地各 1 块,对标准地进行每木调查求算林分平均高与平均胸径,以林分平均胸径与平均高确定标准木,齐根伐倒标准木,测定乔木层生物量;在每块标准地内按对角线设置 1m×1m 样方 5 个,按样方收获法测定林下植物层,枯枝落叶层生物量(冯宗炜等,

1982)。用恒温干燥法测定样品含水量(中国科学院南京土壤所,1978),浸水湿重法测定样品持水率(张万儒等,1986),GR-3500 型热量计测定样品热值(罗登源等,1984)。

在每块标准地内地面进行 3 个布点,并分层(0~20cm,20~40cm)采取土样。不同层次样品分别混匀备用,取样时间分别为 1992 年 8 月与 1993 年 9 月,用常规方法测定土壤理化性质与酶活性(中国科学院南京土壤所,1978;张万儒等,1986;许光辉等,1986)。

以下表内数据为两年测定结果平均值。

在每块标准地内随机设置 3 个小气候观测点,按地面气象观测规范测定小气候特征值(中央气象局,1965)。

3 结果与分析

3.1 不同林分的水源涵养功能

森林的水源涵养作用是森林生态系统的重要功能之一。不同森林类型由于群落结构、生物量、持水性能及土壤结构性状等具有一定的差异,从而构成了不同的森林水文效应(潘维伟,1989)。

表 2 可见,杉木细柄阿丁枫混交林地上部分持水量为 $3.576\text{mm} \cdot \text{hm}^{-2}$,比杉木纯林高 13.11%,其中林冠层和凋落物层分别比杉木纯林高 18.37%和 7.5%。木荷杉木混交林地上部分持水量较小,主要与该林分保留密度较小等有关(见表 1),但其凋落物层的持水量却较高,比杉木纯林高 38.59%林分总持水量也比纯杉木林高 11.5%。林冠层和凋落物层持水量的提高,对于阻止降水直接冲击地面土壤,削弱水滴溅蚀,减少地表径流,增加土壤层蓄水量具有重大意义。

表 2 不同林分类型的持水量与分布

Table 2 Water-holding content and distribution of different stands($\text{mm} \cdot \text{hm}^{-2}$)

林分类型 Type of stand	地上部分持水量 Water-holding content of above ground part				土壤层持水量 Water-holding content of soil(0~40cm)	林分总持水量 Total water-holding content of stand
	林冠层 The canopy	林下植物层 Undergrowth	凋落物层 Litter	合计 Total		
细柄阿丁枫杉木混交林 M. S. Alt. ¹⁾	2.837	0.009	0.730	3.576	217.624	221.20
木荷杉木混交林 M. S. Sch. ²⁾	1.765	0.013	0.941	2.719	202.651	205.370
杉木纯林 P. S. Cun. ³⁾	2.397	0.086	0.679	3.161	181.001	184.162

1) M. S. Alt. = Mixed stand of *Altingia gracilipes* and *Cunninghamia lanceolata* 2) M. S. Sch. = Mixed stand of *Schima superba* and *Cunninghamia lanceolata* 3) P. S. Cun. = Pure stand of *Cunninghamia lanceolata*

3.2 不同林分的土壤肥力状况

3.2.1 土壤结构与水分性质

由表 3 可见,杉木萌芽林经人工改造成针阔混交林后,土壤结构性状发生明显变化,细柄阿丁枫杉木混交林表层(0~20cm)与底层(20~40cm)土壤容重分别比杉木纯林降低了 12.33%和 14.63%;非毛管孔隙度则分别比杉木纯林高 4.87%和 4.91%,总孔隙度分别比杉木纯林高 10.90%和 7.05%。木荷杉木混交林土壤孔隙状况亦有较大程度的改善。混交林土壤孔隙状况的改善有利于林内降水和枯枝落叶分解产物的渗入及土壤气体交

换,从而促进林木细根的生长与发育(李振问等,1993)。由表3还可以看出,混交林土壤结构稳定性明显增强,细柄阿丁枫与木荷混交林表层土壤 $>0.25\text{mm}$ 水稳性团聚体含量分别比杉木纯林高15.68%和13.33%,而结构体破坏率则分别比杉木纯林低7.68%和7.63%。随着土壤结构性状的改变,混交林的土壤水分性状亦得到一定程度的改善,细柄阿丁枫与木荷混交林表层土壤最大持水量分别比杉木纯林高16.88%和10.51%,田间持水量分别高4.12%和1.33%。混交林底层土壤水分性状亦有较大程度的改善。

表3 不同林分类型土壤结构与水分性质

Table 3 Soil structure and moisture properties of different stands

林分类型 Type of stand	土层 Depth (cm)	容重 Bulk density ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	总孔隙 Total porosity (%)	非毛管孔隙 Non-capillary porosity (%)	最大持水量 Saturate water holding capacity (%)	田间持水量 Field water- holding capacity (%)	$>0.25\text{mm}$ 水稳性团粒 $>0.25\text{mm}$ Waterable aggregate (%)	结构体 破坏率 Destroyed soil structure rate (%)
细柄阿丁枫 杉木混交林 M. S. <i>Alt.</i> ¹⁾	0~20	1.031	60.21	13.50	58.81	28.19	80.84	9.69
	20~40	1.250	48.24	11.18	38.59	18.69	76.84	10.87
木荷杉木 混交林 M. S. <i>Sch.</i> ²⁾	0~20	1.095	57.42	10.75	52.44	25.40	78.49	9.74
	20~40	1.302	43.90	7.73	33.73	19.12	72.92	11.75
杉木纯林 P. S. <i>Cun.</i> ³⁾	0~20	1.176	49.31	8.63	41.93	24.07	65.16	17.37
	20~40	1.422	41.19	6.27	28.97	15.33	57.35	20.91

1)、2)、3):见表2 See table 2

表4 不同林分类型土壤养分性状与酶活性

Table 4 Soil nutrient properties and soil enzyme activities of different stands

林分类型 Type of stand	土层 Depth (cm)	有机质 Organic matter (%)	全氮 Total-N (%)	全磷 Total-P (%)	水解性氮 Hydro- lyzable-N ($\times 10^{-6}$)	速效磷 Quick-acting -P ($\times 10^{-6}$)	速效钾 Quick-acting -K ($\times 10^{-6}$)	转化酶 Invertase (mg/g 干土)	脲酶 Urease (NH_3 mg /g 干土)	磷酸酶(酸 性) Acid phosphatase (mg/g 干土)
细柄阿丁枫 杉木混交林 M. S. <i>Alt.</i> ¹⁾	0~20	4.995	0.2105	0.0692	135.6	5.09	108.2	6.317	4.276	1.264
	20~40	2.982	0.0914	0.0381	113.5	3.41	91.3	3.148	2.364	0.809
木荷杉木 混交林 M. S. <i>Sch.</i> ²⁾	0~20	4.437	0.1867	0.0543	115.4	5.12	115.4	6.713	4.027	1.426
	20~40	2.355	0.0645	0.0286	101.7	2.81	101.7	3.841	2.423	0.718
杉木纯林 P. S. <i>Cun.</i> ³⁾	0~20	2.767	0.1634	0.0495	102.7	3.25	61.2	2.467	2.477	0.972
	20~40	1.668	0.0517	0.0238	75.9	1.72	48.3	1.752	2.124	0.438

1)、2)、3):见表2 See table 2

3.2.2 土壤养分性状与酶活性

阔叶树凋落叶易于分解,且养分含量较高(李昌华,1981),因此,杉阔混交林有利于提高林地土壤养分含量。从表4可见,细柄阿丁枫、木荷混交林的各类养分含量均比杉木纯林高,从表4还可见,细柄阿丁枫混交林表层土壤有机质、全氮、全磷含量分别是杉木纯林的1.81倍、1.29倍和1.40倍,速效性养分含量亦比杉木纯林高,其中水解性氮、速效磷、速效钾分别是杉木纯林的1.32倍、1.5倍和1.77倍。木荷混交林的土壤养分含量亦较高,如表层土壤有机质含量高达4.437%,是杉木纯林的1.60倍;全氮、全磷及速效性养

分含量亦比杉木纯林高。

土壤酶直接参与土壤的物质循环与能量转换过程。土壤酶活性与土壤肥力密切相关,是表征土壤肥力的重要指标之一。从表 4 还可以看出,混交林的土壤转化酶和脲酶活性均比杉木纯林高,如细柄阿丁枫杉木混交林表层土壤的转化酶和脲酶分别是杉木纯林的 2.56 倍和 1.73 倍,木荷杉木混交林内的两种酶活性分别是杉木纯林的 2.72 倍和 1.63 倍,表明混交林土壤有机质转化速率较快,供氮水平较高。磷酸酶的酶促作用能加速土壤有机磷的转化速度,提高磷的有效性。细柄阿丁枫杉木混交林和木荷杉木混交林土壤酸性磷酸酶活性均比杉木纯林高,表明混交林土壤供磷水平较高。

3.3 不同林分的小气候特征

杉木萌芽林林冠下有细柄阿丁枫、木荷等阔叶树后,形成的混交林林冠呈多层镶嵌郁闭,使得入林内的辐射能量减少,如杉木纯林中午 11 时的光照强度高达 $19.5 \times 1000Lx$,而细柄阿丁枫、杉木混交林的光照强度仅为 $13.25 \times 1000Lx$ 。同时混交林的凋落物量及林冠层叶量大,持水能力强,能通过生理蒸腾和物理蒸发扩散大量的水分,因而对林内温度和湿度具有良好的调节作用。由表 5 可见,细柄阿丁枫杉木混交林和木荷杉木混交林的林内平均相对湿度分别比杉木纯林高 5% 和 2.5%,而平均气温和地表温度均比杉木纯林低,这对林木生长较为有利,同时对于降低林分燃烧性有重要意义。两种混交林的林内相对光照强度较低,分别为 7.05% 和 8.45%,与纯林的差值分别为 2.37% 和 0.97%,表明混交林光能利用率较高,是混交林生产力较杉木纯林高的重要因素之一。

表 5 不同林分类型的小气候特征值*

Table 5 Characteristic value of forest microclimate in different stands

林分类型 Type of stand	平均相对湿度 Average relative humidity (%)	平均气温 Average air temperature(°C)	地表温度 Ground temperature(°C)	相对光照强度 Average relative intensity(%)
细柄阿丁枫杉木混 交林 M. S. <i>Alt.</i> ¹⁾	89.0	28.5	26.7	7.05
木荷杉木混交林 M. S. <i>Sch.</i> ²⁾	86.5	28.8	27.0	8.45
杉木纯林 M. S. <i>Cun.</i> ³⁾	84.0	29.3	28.4	9.42

1)、2)、3): 见表 2 See table 2 * 为 1991 年 7 月 28 日与 1992 年 8 月 10 日 8 时~18 时全天观测平均值;地表温度为 0 cm 处温度,其余各气象特征值观测点离地面 1.3m。The meteorological characteristic values were observed at 8~18 o'clock, on 28th, July, 1991 and on 10th, August, 1992, and the ground temperature was observed at 0 cm above the earth's surface and the other observation values were made at 1.3m above the earth's surface.

3.4 不同林分类型的燃烧性

森林火灾的发生与发展与森林类型密切相关(郑焕能等,1988)。而不同林分类型中易燃危险可燃物的数量和能量所占的比率则是划分森林燃烧性的主要指标(郑焕能等,1982)。从表 6 可见,由于混交林的生产力较高,其可燃物的总负荷量比杉木纯林高,但其易燃危险物的负荷量与总负荷量的比率却比杉木纯林低,杉木纯林高达 25.19%,而细柄阿丁枫杉木混交林和木荷、杉木混交林仅占 5.95% 和 3.45%,两者差值分别达 19.24% 和 21.75%。混交林的总潜在能量比杉木纯林高,但有效潜在能量占总潜在能量的比率比杉木纯林低,两种混交林与杉木纯林的差值分别达 19.32% 和 21.81%。

表 6 不同林分类型可燃物的负荷量($t \cdot hm^{-2}$)与能量($\times 10^9 kJ \cdot hm^{-2}$)

Table 6 The loading quantity and energy of forest fuel in different stands

林分类型 Type of stand	难燃物 潜在能量 Hard burn material Latent energy	易燃物 有效潜在能量 Combustibles Effective latent energy	总负荷量 总潜在能量 Total loading quantity Total energy	易燃物 总负荷量 Combustibles Total loading quantity($\times 100\%$)	有效潜在能量 总潜在能量 Effective latent energy Total latent energy($\times 100\%$)
	细柄阿丁枫杉木 混交林 M. S. Alt. ¹⁾	157.094 31.426	9.943 2.010	167.037 33.436	5.95
木荷杉木混交林 M. S. Sch. ²⁾	82.799 7.483	2.959 0.638	85.758 18.121	3.45	3.52
杉木纯林 P. S. Cun. ³⁾	47.570 9.848	16.020 3.341	63.590 13.189	25.19	25.33

1)、2)、3):见表 2 See table 2

木荷和细柄阿丁枫是中亚热带地带性植被的建群种之一,其树体高大,枝繁叶茂。据测定,在同等热力条件下木荷和细柄阿丁枫叶片的着火温度分别高达 453℃和 439℃,分别比杉木针叶高 58℃和 44℃,是优良的防火树种。因此,将难燃的常绿阔叶树种与易燃的针叶树混交,不仅提高了林分生产力,改善林地生态环境质量,同时也降低了整个林分易燃物危险物的数量与能量,使易燃危险物在林间呈间歇式分布,对林火的蔓延与扩展产生阻隔或延缓作用,降低了林分的燃烧性,是营林防火的有效措施之一(李振问等,1992)。

4 结 语

针阔混交林是人们在认识树种生物学特性基础上有目的地组成的人工群落,通过运用人为措施促进自然趋同,缩短自然演替过程,使之形成具有地带性群落特点的稳定性强,产量高的人工群落(陈大珂等,1984;1985)。杉木是我国南方最主要的造林树种之一,近几十年来,由于大面积营造杉木纯林,杉木多代连栽现象日趋严重,地力衰退,生态环境恶化。因此,如何采取有效措施,改造与培育这些杉木低产林分,引起了许多学者的极大关注(盛炜彤,1992)。本研究结果表明,在杉木萌芽林(低产林)林冠下营造细柄阿丁枫、木荷等幼年较耐荫的阔叶树种,通过合理的抚育间伐管理,逐渐培育改造成异龄针阔混交林,不仅具有较高的林分生产力,而且具有较高的生态效益与较强的抗御火灾的能力,是科学经营杉木低产林分的有效生物措施之一。

参 考 文 献

- 冯宗炜等,1982:湖南会同地区马尾松林生物量的测定,林业科学,18(2) 127~134。
中国科学院南京土壤研究所,1978:土壤理化分析,上海科技出版社,上海,1~525。
张万儒等,1986:森林土壤定位研究方法,中国林业出版社,北京,7~55。
罗登源等编,1984:物理化学实验,高等教育出版社,北京,27~33。
许光辉等,1986:土壤微生物分析方法手册,农业出版社,北京,11~91。
中央气象局编,1965:地面气象观测规范,气象出版社,北京,4~85。
潘维铸主编,1989:全国森林水文学学术讨论会文集,测绘出版社,北京,1~70。

- 李振问等,1993:杉木火力楠混交林根系的研究,生态学杂志,12(1) 20~24。
- 李昌华,1981:杉木人工林和阔叶杂木林土壤养分平衡因素差异的初步研究,土壤学报,18(3) 255~261。
- 郑焕能、居思德等编著,1988:林火管理,东北林业大学出版社,哈尔滨,21~27。
- 郑焕能等,1983:人工针叶林燃烧性的研究,林业科学,(2)145~152。
- 李振问等,1992:杉木火力楠混交林燃烧性的研究,东北林业大学学报,20(1)83~88。
- 陈大珂等,1984:黑龙江天然次生林研究(1),东北林学院学报,12(4)1~11。
- 陈大珂等,1985:黑龙江天然次生林研究(1),东北林学院学报,13(1)1~18。
- 盛炜彤,1992:人工林地力衰退研究,中国科学技术出版社,北京,1~323。