

文章编号:1001-7380(2016)05-0018-07

杉木闽粤栲混交林分特征与 水土保持功能研究

洪宜聪

(福建省沙县林业局,福建 沙县 365500)

摘要:为探讨杉木与闽粤栲混交林分特征与水土保持功能,以杉木纯林为对照,对杉木与闽粤栲以3:1混交的林分特征和林分的持水量、土壤物理性质、渗透性、抗蚀性及水文效益进行了研究与分析。结果表明:杉木闽粤栲混交林乔木生物量、地被物生物量、凋落物现存量均显著高于杉木纯林;杉木闽粤栲混交林林分的总持水量、土壤渗透速度、林分地表抗冲刷能力、涵养水源的能力均显著高于杉木纯林。这些说明杉木与闽粤栲以3:1混交的林分能更有效地改善土壤物理性质,提高土壤入渗能力,截持雨水,减少雨水对林地的冲刷和侵蚀,增强土壤抗蚀性,提高水文效益,从而提高林分的固土保水功能。

关键词:闽粤栲;杉木;人工混交林;林分特征;固土保水;效能

中图分类号:S791.27;S792.17 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.05.004

Study on the characteristics and function of soil and water conservation of *Cunninghamia lanceolata* and *Castanopsis fissa* mixed forest

HONG Yi-cong

(Forestry Bureau of Shaxian County, Shaxian 365500, China)

Abstract: With the *Cunninghamia lanceolata* pure forest as control, the stand characteristics and water-holding capacity, soil physical property, permeability and corrosion resistance and hydrological benefit of the *C. lanceolata* and *Castanopsis fissa* (number ratio as 3:1) mixed forest were researched. The results showed that the tree biomass, ground cover biomass and litter biomass of the mixed forest were significantly higher than those of pure *C. lanceolata* forest. And the total water-holding capacity, soil infiltration rate, surface anti-erosion ability and water conservation ability of the mixed forest stand were significantly higher than those of pure *C. lanceolata* forest stand, which illustrated that compared with the *C. lanceolata* pure forest, the *C. lanceolata* and *C. fissa* mixed forest could more effectively improve soil physical property and soil infiltration capacity, intercept rainfall, reduce rain erosion, and then improve the efficiency of soil and water conservation.

Key words: *Castanopsis fissa*; *Cunninghamia lanceolata*; Artificial mixed forest; Stand characteristics; Soil and water conservation; Efficiency

闽粤栲(*Castanopsis fissa* Rehder E.H. Wilson)是福建省主要乡土树种之一,为壳斗科(Fagaceae)锥属(*Castanopsis*)的常绿乔木,中亚热带常绿建群阔叶林主要组成树种^[1],其生长快,适应性强,对土壤要求不高耐瘠薄,根系发达,枝叶繁茂,每年有大量枯落物回归林地改良土壤,固土保水能力强,有

很高的生产力和生态功能,常为次生林的先锋树种。为了解杉木与闽粤栲混交林的林分特征,分析其水土保持功能,为林业生产和水土保持提供理论依据,笔者于2015年在福建省沙县以杉木纯林为对照,在前期试验的基础上,分析其林分特征和固土保水能力。

收稿日期:2016-08-30;修回日期:2016-09-07

基金项目:福建省地方标准项目(闽质监标[2015]94号);三明市林业科技研究项目(明财农指[2015]54号);福建省标准化专项“闽粤栲栽培技术规范”(闽财建指[2016]75号)

作者简介:洪宜聪(1966-),男,福建南安人,高级工程师,大学本科毕业。研究方向:森林培育与环境研究。E-mail:honghyc_886@sina.com。

1 试验区概况

试验地设于福建省沙县(26°6′—26°46′N,117°32′—118°6′E),为亚热带季风气候,年平均气温 19.6℃,最低气温-4℃,最高气温 37.5℃,年平均降水量 1 840 mm,相对湿度 82%,霜期 75—86 d,试验地海拔为 460—550 m 低山林地,立地类型为Ⅱ。试验林为 2004 年春季实生苗造林,树高为 7.2—10.6 m,林下主要植被为狗脊蕨(*Woodwardia japoni-*

ca)、野胡椒(*Maesa japonica*)、乌蕨(*Stenoloma chusana*)、绿绒草(*Selaginella uncinata*)、紫萼(*Hosta ventricosa*)、铁线蕨(*Adiantum Capillus-veneris*)、地苣(*Melastoma dodecandrum*)、野桂花(*Osmanthus yunnanensis*)、地杨梅(*Ardisia crispa*)、芒萁(*Dicanopteris dichtoma*)、阔叶箬竹(*Indocalamus latifolius*)等,试验区面积 90.9 hm²,为杉木(*Cunninghamia lanceolata*)纯林、杉木与闽粤栲混交林(3:1)。试验地详情见表 1。

表 1 试验地本底情况

试验点	试验面积/hm ²	林班号	造林株行距/m	林分组成	林龄/a	平均胸径/cm	平均树高/m	郁闭度
杉口村	39.2	32-3-8	1.8×1.8	杉木纯林	12	8.9	7.9	0.73
黄溪坑村	51.7	32-6-7	1.8×1.8	杉 3 栲 1	12	9.8	8.9	0.82
上坑村	42.6	38-7-5	1.8×1.8	闽粤栲纯林	12	8.6	8.3	0.85

2 试验方法

采用对比试验设计,在试验林设立 20 m×20 m 标准地,对标准地内林木进行每木调查,测定标准地内林木的胸径和树高,调查林分、林木生长状况、林分生物量、林下植被的种类和数量、凋落物、土壤的物理和化学性质、林分各层持水量、林分土壤侵蚀量,观测不同量级的降水对林地的冲刷情况,详细调查不同林分的动植物种类和数量,分析其物种多样性。以杉木纯林为对照,分析杉木闽粤栲混交林林分特征和水土保持参数。

2.1 林分树冠层生物量和持水量调查

选取与平均胸径、平均树高相近树为样树(±误差≤5%),采用 Monzi 分层切割法(1 m 区分段)分别测定样树的干、皮、枝、叶的鲜质量^[2],即测定样树的地径、胸径、树高和冠幅,后按 1 m 分段锯断称量;在树干基部、中部及顶端分别锯取 1 个圆盘测定含水量;并分别称取枝条、叶片的鲜质量;随机抽取 30%样品带回室内,烘干后测定其干质量,计算出含水量,根据林分密度算出单位面积林分生物量。随机抽取 20%样品在室内浸水 24 h,测定其持水率,依据各林分生物量(鲜质量)计算其持水量。LA-S 系列便携式活体叶面积仪测定叶面积(浙江杭州万深检测科技有限公司生产)。

2.2 林分植被层生物量和凋落物的现存量及其持水量调查

按“S”型路线,在各标准地内分别设置 1 m×1

m 小样方 5 个,用“样方收获法”调查样方内植被的种类、数量并测定其鲜质量。调查样方内凋落物现存量,分别测定小样方内枯枝落叶的未分解(L)、半分解(F)、腐殖质(H)的质量,计算出现存量。将样方内植被和凋落物带回室内烘干称重。随机抽取植被层和凋落物层样本在室内浸水 24 h,测定其持水率,依据各林分生物量(鲜质量)计算其持水量。

2.3 标准木根系调查

采用“撩壕干掘法”测定标准木的根系^[3],即从标准木伐桩由内向外逐层挖掘土壤,将整个根系挖出,根据根系长度、粗度、深度及延伸方向在方格纸上绘制横纵断面图。运用“土柱法”测定细根^[3],土柱的长宽为 50 cm,高为 80 cm,按每 10 cm 分层掘出土壤,分析根系分布,按根径的规格分别测定各级根重,带回室内测定其各级根系干质量、含水量和生物量。根径的分级标准为粗根($d\geq 3$ cm)、侧根($1\leq d<3$ cm)、细根($d<1$ cm)。

2.4 土壤样品的采集与测定

2.4.1 土壤样品采集 在各标准地按“S”形布 5 个小样方点,选择在 2 树之间正下方挖土壤剖面,分别于 0—20,20—40,40—60 cm 土层采集土样,各处理土样带回室内按不同层次混合后供分析测定,每个样品重复 3 次。将各处理样品带回室内,分别按相应层次混合,进行物理、化学分析测定。

2.4.2 土壤物理性质分析 土壤组成的微团聚体用吸管法;土壤水分物理性质用室内环刀法^[4],土壤团聚体用机械筛分法^[5]。

2.4.3 土壤化学性质分析 土壤有机质用重铬酸钾硫酸法,全 N 用硒粉硫酸铜硫酸钾催化法,全 P 用高氯酸消化钼锑抗比色法,水解 N 用扩散吸收法,速效 P 用盐酸氟化铵浸提钼锑抗比色法,速效 K 用火焰光度法^[5],pH 值用电位法。

2.5 林分土壤的渗透和抗侵蚀能力调查

在各标准地内,用土壤渗透仪测定渗透速率。按 10 m×10 m 在标准地中设立径流区,观测不同时期的降雨量地表径流量及对土壤的侵蚀程度,计算出侵蚀量。

3 结果与分析

3.1 森林群落特征

3.1.1 林分结构与生长量 各林分结构与生长状况见表 2。从表 2 可知,杉木闽粤栲混交林的林分蓄积、平均冠幅和叶面积指数均高于杉木纯林,在杉木闽粤栲混交林中,杉木与闽粤栲枝叶相互交错叠加,使得林分的树冠层增厚,经测定混交林树冠层平均为 7.32 m,平均冠幅 3.76 m,比杉木纯林分别增加 22.2%和 11.2%,林分叶面积指数为 9.23,是杉木纯林的 139.4%。

表 2 各林分结构与生长状况

林分类型	树种	林分密度/ (株/hm ²)	郁闭度	平均胸径/cm	平均树高/m	立木蓄积/ (m ³ /hm ²)	林分蓄积/ (m ³ /hm ²)	平均冠幅/m	枝下高/cm	树冠平均厚度/m	叶面积指数	根幅	
												水平/m	垂直/m
纯林	闽粤栲	2 820	0.85	8.6	8.3	64.216 8	91.738 2	3.80	72	6.93	16.27	6.9	5.4
	杉木	2 955	0.73	8.9	7.9	73.835 7	73.835 7	3.47	191	5.99	6.62	5.6	4.6
混交林	闽粤栲	735	0.82	8.5	8.4	26.842 7	103.430 3	3.86	97	7.32	9.23	6.8	5.3
	杉木	2 205		10.2	9.1	76.587 6			181			5.9	4.5

3.1.2 闽粤栲生长状况分析 与邻近的相同年份的闽粤栲纯林对比结果见表 3,从表 3 可以看出,经方差分析,在这 2 种林分类型间的闽粤栲的胸径、树高生长差异均不显著,立木材积量相互之间也无显著差异($P=0.125\ 7$)。表明无论是在纯林还是在混交林中,闽粤栲的平均胸径、平均树高的变化不大,闽粤栲的生长没有受到影响。

表 3 各种类型林分闽粤栲生长状况

林分类型	树种	平均胸径/cm	平均树高/m	单株平均立木材积/m ³
纯林	闽粤栲	8.6 aA	8.3 aA	0.021 6 aA
混交林	与杉木混交闽粤栲	8.5 aA	8.4 aA	0.021 4 aA

数据后同列相同字母表示差异不显著

3.1.3 杉木生长状况分析 结果见表 4。从表 4 可以看出,经方差分析,在这 2 种林分类型之间杉木的

胸径、树高生长差异均为显著,立木材积相互间有显著差异($P=0.006\ 3$)。表明在混交林中杉木的平均胸径、平均树高增大增高,林木生长量增加。杉木闽粤栲混交有利于杉木的生长。

表 4 各种类型林分杉木生长状况

林分类型	树种	平均胸径/cm	平均树高/m	单株平均立木材积/m ³
纯林	杉木	8.9 aA	7.9 aA	0.029 aA
混交林	杉木	10.2 bB	9.1 bB	0.038 bB

数据后同列具相同字母表示差异不显著,小写字母表示 $P<0.05$,大写字母表示 $P<0.01$

3.1.4 林分乔木层的生物量 各林分乔木层生物量不尽相同,2 种林分的乔木层生物量见表 5。从表 5 可知,杉木闽粤栲混交林与杉木纯林的乔木生物量之间有极显著差异($P=0.005\ 3$),混交林枝叶生物量是杉木纯林的 119.2%。

表 5 2 种林分各层次的生物量

林分	树种	乔木					林地植被			枯枝落叶现存量			
		干	枝	叶	根	计	灌木	草本	计	F	H	L	计
纯林	杉木	72.63	10.27	5.33	24.68	112.91 aA	1.72	1.04	2.76 aA	0.15	0.40	5.82	6.37 aA
混交林	闽粤栲	28.15	3.68	2.37	9.03	134.35 bB	2.03	1.59	3.62 bA	6.57	9.19	5.51	26.51 bB
	杉木	61.38	8.45	4.09	17.20					0.10	0.37	4.77	

H 表示凋落物的腐殖质层,F 表示凋落物的半分解层,L 表示凋落物的枯枝落叶层。数据后同列具相同字母表示差异不显著,小写字母表示 $P<0.05$,大写字母表示 $P<0.01$

3.1.5 林下植被种类与生物量 2 种林分的林下植被层生物量见表 5。从表 5 可知,混交林的植被层生物量为 3.62 t/hm²,杉木纯林的植被层生物量为 2.76 t/hm²。杉木闽粤栲混交林与杉木纯林间林下植被层生物量的差异显著($P=0.013\ 2$),闽粤栲与杉木混交林分郁闭度较大,林分内相对较荫湿,地下植被主要是乌蕨、野胡椒、狗脊蕨、紫萁、绿绒草、阔叶箬竹等;杉木纯林的林分中其地下植被主要有荆、地菴、芒萁、铁丝草、野桂花、地杨梅、小径竹等。

3.1.6 林分枯枝落叶层的生物量及现存量 闽粤栲每年有大量树叶凋落,且较易分解^[6]。杉木的枯枝落叶量较小,是针叶与枯枝相连,在林地中不易分解^[7]。2 种林分的凋落物层生物量见表 5。从表 5 可知,杉木闽粤栲混交林林分与杉木纯林间枯枝落叶层现存量有极显著差异($P=0.004\ 3$),杉木闽粤栲混交林林分的凋落物现存量均高于杉木纯林。混交林凋落物有明显枯枝落叶层(L)、半分解层(F)、腐殖质层(H),它们半分解层和腐殖质层与枯枝落叶的比为 1.57:1;杉木纯林凋落物半分解层和腐殖质层与枯枝落叶的比为 0.09:1。表明:混交林的枯枝落叶分解速度比杉木纯林快。在杉木闽粤

栲混交林中,闽粤栲林 L 层现存量大于杉木林的 L 层现存量,混交林的混交比例为杉 3:栲1,闽粤栲枯枝落叶分解快,现存量又比杉木多,表明在混交林中闽粤栲的凋落物较多。

3.1.7 根系生长分布特征 闽粤栲主根明显,侧根发达,属深根性树种;杉木则没有明显的主根,侧根、须根发达,属浅根性树种。2 种林分的根系生长分布状况见表 6。从表 6 可知,杉木闽粤栲混交林林分各土层根系量、根幅均大于杉木纯林。混交林中杉木 0—20 cm 土层根系量为 2.83 kg/株,占杉木根系 31.5%;20—40 cm 土层根系量为 4.34 kg/株,占杉木根系 48.4%;40 cm 以下土层根系量为 1.8 kg/株,占杉木根系 20.1%。纯林中杉木 0—20 cm 土层根系量为 1.26 kg/株,占杉木根系 13.6%;20—40 cm 土层根系量为 4.62 kg/株,占杉木根系 50.0%;40 cm 以下土层根系量为 3.36 kg/株,占杉木根系 36.4%。表明混交林中杉木的根系受闽粤栲根系影响,呈向上生长趋势,表土层的根量增加 9.8%,混交林是由深根性树种和浅根性树种组成,其根系在土壤的水平方向和垂直方向得到扩展,林分根系总量增加,分布范围加大,有益于水土保持。

表 6 2 种林分的根系生长分布状况

林分	树种	土层/cm	粗根/(kg/株)	侧根/(kg/株)	细根/(kg/株)	根系总量/(kg/株)	根系长/m	根幅/m ²
纯林	杉木	0—20	0.71	0.55	未测	1.26	0.83	25.76
		20—40	1.73	1.97	0.92	4.62	2.89	
		40—60	0.89	0.83	0.79	2.51	1.38	
		>60	0.32	0.49	0.04	0.85	0.48	
		小计	3.65	3.84	1.75	9.24	5.58	
混交林	闽粤栲	0—20	0.42	0.39	0.14	0.95	0.51	36.04
		20—40	0.82	1.15	0.86	2.83	1.41	
		40—60	1.21	1.29	1.07	3.57	2.12	
		>60	0.79	0.42	0.27	1.48	1.03	
		小计	3.24	3.25	2.34	8.83	5.07	
	杉木	0—20	0.68	1.74	0.41	2.83	1.53	26.55
		20—40	1.74	1.51	1.09	4.34	2.62	
		40—60	0.86	0.29	0.14	1.29	0.85	
		>60	0.31	0.19	0.01	0.51	0.29	
		小计	3.59	3.73	1.65	8.97	5.29	

3.1.8 土壤物理性质 2 种林分的土壤物理性质见表 7。从表 7 可知,2 种林分土壤的 0—20 cm 和 20—40 cm 土层的容重是杉木纯林>杉木闽粤栲混

交林。2 种林分土壤的 0—20 cm 和 20—40 cm 土层的孔隙状况是杉木闽粤栲混交林>杉木纯林。表明杉木闽粤栲混交林中每年有大量的枯枝落叶回归

林地,土壤有机质含量进一步增加,土壤结构得到改善,土壤的物理性质趋于合理。

表 7 2 种林分的土壤物理性质

分类型	土层/cm	容重/(g/cm ³)	孔隙状况		>0.25 mm 的水 稳定性团聚体/%	毛管持 水量/%	田间持 水量/%	最大持 水量/%
			非毛管	总孔隙度				
纯林	0—20	1.176	8.95	55.32	78.26/85.52	34.93	32.62	37.03
	20—40	1.273	3.26	47.61	70.11/82.72	30.61	32.45	28.92
混交林	0—20	1.103	12.35	59.16	85.63/96.36	39.03	35.98	43.79
	20—40	1.225	8.91	55.07	73.32/89.23	32.17	36.27	33.86

3.1.9 土壤化学性质 各种林分土壤养分状况见表 8。从表 8 可知,杉木闽粤栲混交林与杉木纯林相比,其林地 0—20 cm 层土壤的各项养分指标均有不同程度的提高,其中表层有机质、全 N 和全 P 分别比杉木纯林提高 11.0%、25.9% 和 7.6%,同时林地表层土壤速效养分也有不同程度增加,其中 0—20 cm 土层土壤的水解性 N,速效 P,速效 K 分别比

杉木林提高 7.8%、15.7% 和 6.4%。杉木闽粤栲混交林林地 20—40 cm 层土壤的各项养分指标亦有不同程度的提高。杉木闽粤栲混交林林地 0—20 cm, 20—40 cm 土层土壤的 pH 值均比杉木人工林高。表明闽粤栲林地养分状况的改善,与其林分凋落物数量增加及凋落物分解速率加快有关,有利于维持林地土壤的肥力。

表 8 2 种林分土壤化学性质

林分 类型	土层/cm	有机质 /(g/kg)	全 N /(g/kg)	全 P /(g/kg)	水解性 N /(mg/kg)	速效 P /(mg/kg)	速效 K /(mg/kg)	pH 值	C/N
纯林	0—20	22.7±0.6	1.12±0.09	1.16±0.05	109.3±13.1	4.82±0.75	98.6±12.7	4.67±0.02	12.1
	20—40	18.2±0.4	0.97±0.07	0.96±0.06	77.1±7.8	2.87±0.65	79.2±8.62	4.86±0.03	11.7
混交林	0—20	25.2±0.5	1.41±0.08	1.19±0.07	117.8±12.5	5.58±0.80	104.9±11.6	4.81±0.03	12.7
	20—40	20.4±0.4	0.98±0.06	0.97±0.05	83.2±8.3	3.03±0.49	84.6±9.11	5.12±0.02	11.9

3.1.10 林分生物多样性 2 种林分动植物种类和数量见表 9。从表 9 可知,根据线路调查结果,各林分林中,动植物种类和数量顺序是杉木闽粤栲混交林>杉木纯林。表明杉木闽粤栲林地环境状况的改

善,其林分中益虫、益鸟种类和数量增加,林下植被的种类和数量增加,混交林比杉木纯林更有利于动植物的生存,有利于物种增加,维持林分生物多样性。

表 9 各林分中动植物种类和数量

林分类型	益虫益鸟种类和数量						植物的种类	
	平腹小蜂	中华大刀螂	广斧螳	大山雀	山麻雀	大斑啄木鸟	草本	灌木
纯林	15	17	0	0	5	0	28	10
混交林	20	23	25	9	12	6	32	15

3.2 水土保持参数

合理的林分结构、林冠层的树冠厚度、叶面积、枝叶的生物量及持水率、凋落物量及持水率、土壤的物理性状、土壤渗透性、林分郁闭度等^[8]决定了林分保水能力,枯枝落叶层是森林水土保持的重要组成部分,它能保护和改良土壤结构、维持和提高土壤肥力,增加土壤渗透率,有截持降水,减小地表

径流等作用^[9-10]。

3.2.1 林分的持水参数

(1)地上部分的持水量:2 种林分地上部分持水量见表 10,由表 10 可知,2 种林分地上部分持水量差异显著($P=0.009\ 7$),混交林是纯林的 1.98 倍,这与混交林林分地上部分生物量高于纯林有关。2 种林分地上部分各层次的持水量均以林冠层最大,

杉木闽粤栲混交林的林冠层、地被物层、枯枝落层的持水量分别比杉木纯林提高了 19.0%,76.5%,236.4%。这是由于杉木闽粤栲混交林的林分由于枝叶叠加,林冠层增厚,林下地被物生物量和枯枝落叶层数量增多,使林分地上部分持水能力显著提升,而杉木纯林林分结构相对单一,林冠层相对较薄,林下地被物生物量和枯枝落叶层数量相对较少,林分地上部分持水能力较差。因此,杉木闽粤栲混交林比杉木纯林表现出林分地上部分持水量显著提高。杉木闽粤栲混交林的林分比杉木纯林表现出更强的保水能力。

表 10 2 种林分持水量					t/hm ²
林分类型	持水量				林分总持水量
	林冠层	地被物层	枯枝落叶层	土壤层	
纯林	16.075 aA	0.983 aA	9.326 aA	1 725.513 aA	1 751.897 aA
混交林	19.135 bB	1.735 bB	31.372 bB	2 912.372 bB	2 964.614 bB

同列数据后不同小写字母表示 $P<0.05$ 水平上显著差异,不同大写字母表示 $P<0.01$ 水平上极显著差异

(2)土壤层的持水量:2 种林分土壤层持水量见表 10,由表 10 可知,2 种林分土壤层持水量亦有显著差异 ($P=0.008\ 2$),混交林比杉木纯林提高了 68.8%。土壤层的持水量与林分自身的非毛管孔隙、容重等土壤物理性质有关。2 种林分的土壤物理性质见表 7。从表 7 可知,杉木闽粤栲混交林林分 0—20 cm 土层非毛管孔隙大于杉木纯林;杉木纯林 0—20 cm 土层容重大于杉木闽粤栲混交林;表明混交林能进一步改良土壤,使林地土壤结构趋于合理,土壤蓄水能力得到提高,而杉木纯林的土壤结构较差,土壤蓄水能力较弱。从表 7 可知,杉木闽粤栲混交林的各土层的最大持水量、田间持水量均显

著高于杉木纯林。
(3)林分土壤层的渗透性能:评价林分涵养水源的重要指标之一是林地土壤渗透性。2 种林分的土壤渗透性能见表 11。从表 11 可得:杉木闽粤栲混交林与杉木纯林的渗透速度差异显著 ($P=0.007\ 8$),杉木闽粤栲混交林与杉木林的稳渗速度差异显著 ($P=0.007\ 3$),杉木闽粤栲混交林林分渗透速度比杉木纯林快;杉木闽粤栲混交林初渗速度比杉木纯林增长了 48.6%,稳渗速度增长了 37.50%,杉木闽粤栲混交林林分的地表径流系数小于杉木纯林。

表 11 2 种林分的土壤渗透性能和土壤侵蚀量										
林分类型	渗透速度/(mm/min)		地表径流系数	不同降雨量对土壤侵蚀量/(kg/hm ²)						
	初渗	稳渗		24 mm	42 mm	57 mm	71 mm	89 mm	112 mm	小计
纯林	4.09 aA	2.80 aA	0.51 aA	0.73 aA	1.42 aA	2.39 aA	3.23 aA	3.91 aA	4.77 aA	16.45 aA
混交林	6.08 bB	3.85 bB	0.35 bB	0.43 bB	1.12 bB	2.31 bB	2.52 bB	3.22 bB	3.48 bB	13.08 bB

同列数据后不同小写字母表示 $P<0.05$ 水平上显著差异,不同大写字母表示 $P<0.01$ 水平上极显著差异

3.2.2 林分固土抗侵蚀参数 土壤水稳定性团聚体是决定土壤抗侵蚀能力的强弱。从表 7 可知,杉木闽粤栲混交林的 0—20 cm 和 20—40 cm 土层中大于 0.25 mm 的水稳定性团聚体数量与杉木纯林相比增加 7.4%。混交林是由深根性树种和浅根性树种组成,其根系在土壤的水平方向和垂直方向得到扩展,林分根系总量增加,分布范围加大,十分有益于水土保持。
从表 11 可知,杉木闽粤栲混交林与杉木纯林的地表径流系数存在显著差异,杉木闽粤栲混交林的地表径流系数小于杉木纯林。从表 11 可知,

杉木闽粤栲混交林与杉木纯林 6 次不同的降雨量级对各林分的侵蚀量也有显著差异,混交林比纯林减少了 20.5%。2 种林分土壤的侵蚀程度的差异也随着降雨量级增强而加大,表明:杉木闽粤栲混交林具有层次结构多,生物多样性大,有较多的枯枝落叶,土壤有机质含量进一步增加,能改良土壤,使土壤结构趋于合理,土壤入渗能力得到增强,雨水被林冠层、地被物层、凋落物层截留,削弱了雨水对林地土壤的冲刷,地表径流减少,将起固土保水的作用。

4 小 结

闽粤栲与杉木混交的林分由于枝叶相互交错使得树冠增厚增大,混交林与纯林相比枝叶量增加 19.2%,叶面积指数增加 39.4%,林冠层的生物量增大。混交林中杉木的平均胸径、平均树高也增大增高,林木生长量增加。混交林林内的小环境气候,使得林下植被的种类和数量增多,林内生物多样性增强,植被生长良好,生物量增大。混交林林木的根系发达,总量增加,根系在土壤中的水平方向和垂直方向均得到延伸,根系分布空间增大。混交林中每年有大量的枯枝落叶回归林地,凋落物分解后,土壤有机质含量进一步增加,使得林地土壤的容重变小,孔隙度增大,有机胶结物增多,林分土壤不断得到改良,林地土壤结构趋于合理。同时,凋落物分解使土壤有机质含量增加,进一步增加土壤的肥力,有利于林木生长。闽粤栲与杉木混交形成了稳定的复合林分结构。

稳定的混交复合林分结构,使得林分树冠层持水能力显著提升,林下植被层的持水能力得到增强,土壤层蓄水能力得到提高,林分的总持水量也得到了提高。

杉木闽粤栲混交林具有稳定的复合林分结构,混交后根系分布空间扩大,土壤的根系总量增多,表土层根系大量分布网结土壤,使得林分水土保持功能得到提高。它与杉木纯林相比,表土层大于 0.25 mm 的水稳定性团聚体的增加,结构体破坏率的减少,使得地表径流系数减少,土壤入渗能力增强,土壤侵蚀量减少,林分涵水源能力得到增强。因此,杉木闽粤栲混交林与杉木纯林相比,具有更

佳的水土保持功能,能更有效地改善土壤物理性状,提高土壤入渗能力,增强土壤抗蚀性,提高水文效益,从而减少水土流失,充分发挥水土保持效益。

闽粤栲适应性强,对土壤要求不高,适应性强,耐瘠薄^[11-12],因此,闽粤栲可作为荒山绿化造林树种。在闽西、闽北山区,值得推广杉木闽粤栲混交林种植,以达到森林和水源的可持续利用。

参考文献:

- [1] 陈存及,陈伙法,梁一池,等.阔叶树种栽培[M].北京:中国林业出版社,2000:208-211.
- [2] MONSI M.植物群落的当选学模型//植物生态译丛[M].北京:中国科学出版社,1974:123-144.
- [3] 拉赫钦科.乔木的根系[M].北京:中国林业出版社,1974:26-39.
- [4] 张万儒.森林土壤定位研究方法[M].北京:中国林业出版社,1986:17-88.
- [5] 中科院南京土壤研究所.土壤理化分析[M].上海:上海科学技术出版社,1978:514-518.
- [6] 林明春.闽粤栲人工林生物量研究[J].林业科技开发,2014,28(6):34-37.
- [7] 魏重和.坡位对杉木×闽粤栲混交林和杉木纯林养分积累的影响[J].福建林业科技,2011,38(4):46-50.
- [8] 李俊清.森林生态学[M].北京:高等教育出版社,2006:100-110.
- [9] 吴钦孝,赵鸿雁,刘向东,等.森林枯枝落叶层涵养水源保持水土的作用评价[J].水土保持学报,1998,4(2):24-29.
- [10] 耿玉清,王保平.森林地表枯枝落叶层涵养水源作用的研究[J].北京林业大学学报,2000,22(5):53-56.
- [11] 陈 勇.紫色土立地闽粤栲林分生长规律的研究[J].江苏林业科技,2006,33(4):23-24.
- [12] 张 清,周东雄,陈建华,等.闽粤栲在紫色土地生长的调查研究[J].福建林业科技,2000,27(2):79-81.