

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.06.005

# 岷江干旱河谷岷江柏人工林群落结构和物种多样性研究

贺 维<sup>1</sup>, 彭丽君<sup>2</sup>, 杨育林<sup>1</sup>, 张 炜<sup>1</sup>, 鄢武先<sup>1</sup>, 尤继勇<sup>1</sup>, 张小平<sup>1</sup>, 张 好<sup>1</sup>

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 九寨沟风景名胜区管理局, 四川 九寨沟 623400)

**摘要:**采用典型样地法,在岷江干旱河谷汶川、理县段,对不同林龄和立地条件下的岷江柏人工林群落结构和物种多样性进行研究。结果表明:(1)岷江柏人工林乔木层物种组成较单一,林下以菊科、豆科、蔷薇科、禾本科为主,物种丰富情况总体表现为草本层 > 灌木层 > 乔木层;乔木层臭椿作为伴生树种具有较大更新潜力,草本层青蒿处于优势地位。(2)从岷江柏生长情况来看,中坡位岷江柏生长最差,林下灌草盖度极低;上坡位岷江柏长势最好,乔木层郁闭度高达0.9。(3)从岷江柏蓄积量和郁闭度来看,上坡位 > 下坡位 > 中坡位,从林下植被盖度和生物量来看,下坡位 > 中、上坡位。因此,在岷江干旱河谷地区选择岷江柏造林时,营造生态防护林优先选择上坡位,营造生态经济林优先选择下坡位,中坡位可以适当增加喜光、耐旱乡土灌草种的比例,以增加群落的物种多样性。

**关键词:**干旱河谷;岷江柏人工林;群落结构;物种多样性

中图分类号:S718.54 文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2019)06-0025-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## The Structure and Species Diversity of *Cupressus chengiana* Plantation in Dry Valleys of the Minjiang River Area

HE Wei<sup>1</sup> PENG Li-jun<sup>2</sup> YANG Yu-lin<sup>1</sup> ZHANG Wei<sup>1</sup> YAN Wu-xian<sup>1</sup>

YOU Ji-yong<sup>1</sup> ZHANG Xiao-ping<sup>1</sup> ZHANG Hao<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China;

2. Jiuzhaigou Scenic Spot Administration Bureau, Jiuzhaigou 623400, China)

**Abstract:** By a field experiment, the structure and species diversity were studied for *Cupressus chengiana* plantation under different stand age, planting density and site conditions in Wenchuan and Lixian, the dry valleys of the Minjiang River. The results indicated that (1) The species was relatively rare in the tree layer, mainly composed of Asteraceae, Leguminosae, Rosaceae and Gramineae under forest, and the species diversity was in a decreasing order as herb layer, shrub layer, tree layer. *Ailanthus altissima* had great regeneration potential as an associated tree species in tree layer, and *Artemisia carvifolia* was in the dominant position in herb layer. (2) The growth of *C. chengiana* was the worst on the middle slope, and the coverage of shrub and herb were extremely low under forest. However, *C. chengiana* grew fast on the upper slope, the crown density of tree layer was high to 0.9. (3) In terms of forest volume and canopy density of *C. chengiana*, it was listed in increasing order as the upper slope, the lower slope, the middle slope. For vegetation coverage and biomass, the increasing order was the lower slope, the middle and the upper slope. Therefore, as *C. chengiana* was chosen for afforestation in the arid valleys of the Minjiang

收稿日期:2019-10-08

作者简介:贺维(1990-),女,四川成都人,工程师,硕士,主要从事森林培育、干旱河谷生态治理研究,e-mail:124797089@qq.com.

River area, the ecological protection forest was preferred to be on the upper slope, the ecological economic forest was preferred to be on the lower slope, and the proportion of photophilous, drought tolerant and local shrub and herb species should be increased appropriately on the middle slope so as to increase the species diversity of the community.

**Key words:** The dry valleys, *Cupressus chengiana* plantation, Community structure, Species diversity

四川省干旱半干旱区域主要分布在横断山区的金沙江、雅砻江、安宁河、大渡河、岷江河谷地带和甘孜州得荣县、乡城县、巴塘县,表现为干旱河谷和高原半干旱两种形态,面积约 133.52 万  $\text{hm}^2$ ,占全省国土面积的 2.8%<sup>[1]</sup>。20 世纪 80—90 年代以来,岷江流域干旱河谷区一直在开展生态防护林建设、生态治理研究工作,营建了大面积的岷江柏(*Cupressus chengiana*)、辐射松(*Pinus radiata*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)等生态防护林,目前大部分栽植的人工林已郁闭成林。骆宗诗等<sup>[2]</sup>根据干旱河谷微生境特征,将岷江干旱河谷汶川县映秀镇老虎嘴山体划分为碎石坡面、巨石坡面、碎石地、洼地、沟槽地等 5 种类型,以此细化开展微生境植被恢复技术研究。在干旱河谷造林技术体系中,整地、栽植坑面覆盖、施加保水剂和施肥等技术措施是保障树苗成活率的重要手段<sup>[3,4]</sup>。对干旱河谷造林两年后的效果评估发现,岷江柏等针叶树种具有较强的抗旱能力,造林成活率较高<sup>[5]</sup>。然而李东胜等<sup>[6]</sup>对岷江干旱河谷杂古脑河流岷江柏造林研究发现,虽然造林树种生长较好,但不同年份造林地的群落结构都比较单一,随造林时间的增长,甚至群落物种数量下降,林地植被和土壤并未得到改善。

研究拟以干旱河谷生态治理中常用树种岷江柏为研究对象,围绕不同林龄的岷江柏人工林,重点研究其林分结构和生物多样性特征,分析其不同林龄的群落结构特征和林下植被变化情况,评价其植被恢复成效,为干旱河谷区域规模化治理提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区域位于汶川、理县,属于岷江流域干暖河谷区。该区域风速大、“焚风效应”显著;光照充足,年日照时数多在 2 000 h 以上;温差大,1 月和 7 月平均温差 20℃ 以上;气候干燥,年均降雨量大多不足 600 mm,年均蒸发量是降水量的 3~4 倍;地形切割强烈,山高坡陡、河谷深邃、相对高差大多超过 1 000 m;地质破碎,滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害频发;土壤类型主要为山地褐土,土壤贫瘠,土层薄、石粒含量高、有机质含量低;植被盖度极低,主要植被类型为小叶灌丛、扭曲散生的松林等。

### 1.2 调查方法

由于研究区是在干旱河谷,从造林难易程度和造林成效考虑,阴坡相对于阳坡来说,造林较容易且造林成效较好,为了尽可能全面地反映岷江柏人工林群落结构状态,本次样地选择统一坡向为阴坡。样地选择尽量满足:(1)群落内部的物种组成、群落结构和生境相对均匀;(2)群落面积足够,使样方四周能够有 10 m~20 m 以上的缓冲区;(3)尽量选择平地或缓坡上相对均一的坡面。

样地设置见下表,包括不同林龄(造林 5 年后、造林 10 年后、造林 20 年后)和坡位(下、中、上)的岷江柏人工林,选择样地附近的未造林地块(天然植被)为对照,调查其植被多样性。每个样地设置乔木调查样方 3 个,每个样方大小为 20 m×20 m,

表 1 岷江柏人工林样地设置表

Tab. 1 Sample plot of *Cupressus chengiana* plantation

样地号	林龄 /a	密度 /(株· $\text{hm}^{-2}$ )	坡位	坡向	坡度 /°	海拔 /m	地理位置
1	5	1 665	下	阴	25~35	1 250	汶川县绵虬镇,坐标:103°29'46"E,31°21'28"N
2	10	1 665	下	阴	25~35	1 320	汶川县龙溪沟,坐标:103°31'35"E,31°33'41"N
3	20	1 665	下	阴	25~35	1 290	汶川县绵虬镇,坐标:103°29'46"E,31°21'27"N
4	20	1 665	中	阴	25~35	1 740	汶川县雨碑岭村,坐标:103°34'14"E,31°28'36"N
5	20	1 665	上	阴	25~35	2 400	理县甘堡乡熊耳村,坐标:103°13'33"E,31°31'40"N
对照			下	阴	25~35	1 320	汶川县绵虬镇,坐标:103°29'50"E,31°21'27"N

共计 18 个。在选择的样地中,沿对角线设置 3 个灌木样方,大小为 5m × 5m,共计 54 个;沿对角线设置 3 个草本样方,大小为 1 m × 1 m,共计 54 个。

在植物生长季的 6—8 月份开展样地调查。测定和统计内容有:(1)乔木层:测定树高 ≥ 3 m 的所有个体,记录其种名、胸径、高度、冠幅;(2)灌木层:测定所有树高 < 3 m 的木本个体,包括乔木幼苗和幼树,记录其种类、株数(丛数)、高度和冠幅;(3)草本层:统计所有草本,包括草质藤本和蕨类植物,记录其种类、株数(丛数)、高度和盖度;(4)林下植被生物量:在其中 3 个小样方内(1 m × 1 m),采用收获法,测定灌木层地上生物量、草本层地上生物量和地表枯落物生物量,先称取鲜重,然后取样带回烘干称重。

### 1.3 物种多样性计算

根据样地资料,计算各物种的相对密度、相对频度和相对显著度(相对盖度)和重要值(important value, IV)。采用 Margalef 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 信息指数、Pielou 均匀度指数来综合评价人工林群落的物种多样性。

物种重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对显著度(相对盖度))/3 (1)

相对密度(%) = 100 × 某个种的株数/所有种的总株数 (2)

相对频度(%) = 100 × 某个种在统计样方中出现的次数/所有种出现的总次数 (3)

相对显著度(%) = 100 × 某个种的胸高断面积/所有种的胸高断面积之和 (4)

相对盖度(%) = 100 × 某个种的盖度/所有种的盖度之和 (5)

Margalef 丰富度指数:  $R = (S - 1)/\ln N$  (6)

Simpson 多样性指数(优势度):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (7)$$

Shannon-Wiener 信息指数:

$$H = 1 - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (8)$$

Pielou 均匀度指数:

$$J = (- \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln S \quad (9)$$

式中,  $N_i$  为第  $i$  种的个体数量(物种重要值),  $N$  为所有种的个体总数(物种重要值总和),  $P_i$  为物种  $i$  的个体数量(物种重要值)  $N_i$  占所有个体总数(物种重要值总和)  $N$  的比例,即  $P_i = N_i/N, i = 1, 2, 3 \dots$

$S, S$  为物种总数。

用 Excel 软件进行基础数据统计;单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小差异显著法(LSD)进行比较分析;SPSS 19.0 统计软件完成统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同林龄、立地条件下岷江柏人工林主要物种组成

由表 2 可知,不同林龄、立地条件岷江柏人工林群落各层次的物种组成和优势种不同。在调查中,共记录到维管束植物 76 种,隶属 36 科 69 属,其中乔木 7 种,灌木 24 种,草本 45 种;菊科(13 种)、豆科(10 种)、蔷薇科(7 种)、禾本科(6 种)植物是该地区的主要物种成分,4 个科的物种数占总物种数的 47.37%。可见,岷江柏人工林乔木层物种组成较单一,灌木层和草本层对群落物种多样性的贡献最大,物种丰富情况总体表现为草本层 > 灌木层 > 乔木层。对照为未进行人工造林的天然植被样地,样地有乔木两种,灌木 7 种,草本 12 种,物种组成与人工造林地差异不大。

从不同林龄的岷江柏人工林(1、2、3 号)来看,5 年生和 20 年生岷江柏人工林的乔木层中,岷江柏重要值分别为 59.33、75.40,占绝对优势,伴生种有臭椿和构树;10 年生岷江柏人工林的乔木层中,岷江柏重要值相对其他两个林龄较小,伴生树种臭椿、刺槐、核桃和侧柏的重要值合计达到了 53.79%。可见,臭椿作为伴生树种,在岷江柏人工林中有较大的更新潜力。5 年生、10 年生、20 年生岷江柏人工林灌木层物种数均在 7 种左右,差异不大,以黄栌、白花蔷薇、羊蹄甲、冬青、胡枝子较为常见。5 年生岷江柏人工林草本层以青蒿为主,共计 13 种;20 年生岷江柏人工林草本层有青蒿、苕草、木藤蓼等 13 种;而 10 年生岷江柏人工林草本层物种数量相对较少,包括青蒿、蒿草、苕草等 9 种。在 3 个林龄层次的草本层中,青蒿均处于优势地位,说明该植物能较好地适应岷江柏生长环境,是很好的伴生草种。

比较不同立地条件下 20 年生岷江柏人工林(3、4、5 号)得知,中坡位(4 号)和上坡位(5 号)的乔木层中,岷江柏重要值均为 100,占绝对优势,而下坡位(3 号)乔木层中有伴生树种臭椿和构树。这可能是因为受到“焚风效应”的影响,中坡位立地条件相对较差,导致其他乔木较难成活;而上坡位由于雨水相对充沛,立地条件较好,岷江柏快速生长,侵

表 2 不同林龄、立地条件岷江柏人工林主要物种组成及重要值

Tab.2 Main species composition and important value of *Cupressus chengiana* plantation at different forest ages and in different site conditions

层次	物种	样地号					对照	
		1	2	3	4	5		
乔木层	岷江柏( <i>Cupressus chengiana</i> )	59.33	46.21	75.40	100	100		
	臭椿( <i>Ailanthus altissima</i> )	14.78	8.27	14.13				
	构树( <i>Broussonetia papyrifera</i> )	25.89		10.47			66.70	
	刺槐( <i>Robinia pseudoacacia</i> )		18.92					
	核桃( <i>Juglans regia</i> )		11.67					
	侧柏( <i>Platycladus orientalis</i> )		14.94					
灌木层	盐肤木( <i>Rhus chinensis</i> )						33.30	
	黄栌( <i>Cotinus coggygia</i> )	16.87		22.93			23.33	
	白花蔷薇( <i>Rosa albertii</i> )	9.38		9.95		42.82	14.51	
	羊蹄甲( <i>Bauhinia purpurea</i> )	22.49		12.55			11.32	
	野花椒( <i>Zanthoxylum simulans</i> )	8.01					10.69	
	冬青( <i>Ilex chinensis</i> )	15.72		10.34			8.82	
	马桑( <i>Coriaria nepalensis</i> )	7.10					13.75	
	密蒙花( <i>Buddleja officinalis</i> )	20.44						
	高山柳( <i>Salix cupularis</i> )		15.91					
	胡枝子( <i>Lespedeza bicolor</i> )		22.38	23.76			17.57	
	大叶醉鱼草( <i>Buddleja davidii</i> )		11.11					
	多叶勾儿茶( <i>Berchemia polyphylla</i> )		21.87					
	杠柳( <i>Periploca sepium</i> )		18.31					
	绣线菊( <i>Spiraea salicifolia</i> )		10.42					
	六道木( <i>Abelia biflora</i> )			9.37				
	木蓝( <i>Indigofera tinctoria</i> )			11.11	9.20			
	白刺花( <i>Sophora davidii</i> )				19.46			
	三颗针( <i>Berberis diaphana</i> )				10.01			
	岷江蓝雪花( <i>Ceratostigma willomottianum</i> )				10.21			
	高山杜鹃( <i>Rhododendron lapponicum</i> )				20.29			
	锦鸡儿( <i>Caragana sinica</i> )				10.27			
	平枝栒子( <i>Cotoneaster horizontalis</i> )				9.88			
	小叶鼠李( <i>Rhamnus parvifolia</i> )				10.69			
	粉团蔷薇( <i>Rosa multiflora</i> )					36.15		
	中华枸杞( <i>Lycium chinense</i> )					21.03		
	草本层	青蒿( <i>Artemisia carvifolia</i> )	36.30	40.18	24.53	9.82	15.81	45.26
		白茅( <i>Imperata cylindrica</i> )	6.59		3.84			8.27
		薄荷( <i>Mentha haplocalyx</i> )	6.94					
		苦参( <i>Sophora flavescens</i> )	2.36					
		苦苣菜( <i>Ixeris polycephala</i> )	4.16		6.52			4.66
飞蓬草( <i>Erigeron acer</i> )		6.90	6.03	4.52				
四叶葎( <i>Galium bungei</i> )		8.28						
千里光( <i>Senecio scandens</i> )		6.25		4.23				
粉枝莓( <i>Rubus biflorus</i> )		4.72					5.87	
委陵菜( <i>Potentilla chinensis</i> )		4.01		5.03				
蒿草( <i>Artemisia argyi</i> )		2.95	11.87	4.14				
牛筋草( <i>Eleusine indica</i> )		7.23					4.18	
拉拉藤( <i>Galium aparine</i> )		3.31						
菖草( <i>Arthraxon hispidus</i> )			12.16	22.38	9.76			
兰香草( <i>Caryopteris incana</i> )			3.47					
牛茄子( <i>Solanum surattense</i> )			5.89					
地构叶( <i>Speranskia tuberculata</i> )			9.90					
圆锥山蚂蝗( <i>Desmodium elegans</i> )			7.59					
小白及( <i>Bletilla formosana</i> )			2.90					
中华山蓼( <i>Oxyria sinensis</i> )				3.70			4.07	
鬼针草( <i>Bidens pilosa</i> )				2.79		18.19		
天名精( <i>Carpesium abrotanoides</i> )				2.83		5.75	3.76	
两头毛( <i>Incarvillea arguta</i> )				5.34				

(续表 2)

层次	物种	样地号					对照
		1	2	3	4	5	
	木藤蓼 ( <i>Fallopia aubertii</i> )			10.15			
	野棉花 ( <i>Anemone vitifolia</i> )				8.91		
	地八角 ( <i>Astragalus bhotanensis</i> )				14.51		
	苔草 ( <i>Carex</i> )				18.78	8.51	
	狗牙根 ( <i>Cynodon dactylon</i> )				16.48		
	龙胆 ( <i>Gentiana scabra</i> )				7.42		
	白莲蒿 ( <i>Artemisia sacrorum</i> )				7.10		
	马先蒿 ( <i>Pedicularis resupinata</i> )				7.21		
	千屈菜 ( <i>Lythrum salicaria</i> )						8.38
	水竹叶 ( <i>Murdannia triquetra</i> )						5.02
	毛茛 ( <i>Ranunculus japonicus</i> )						4.19
	狗尾草 ( <i>Setaria viridis</i> )						3.12
	绣球小冠花 ( <i>Securigera varia</i> )						3.23
	披碱草 ( <i>Elymus dahuricus</i> )					9.05	
	野菊 ( <i>Chrysanthemum indicum</i> )					5.49	
	花叶滇苦菜 ( <i>Sonchus asper</i> )					3.09	
	铁线莲 ( <i>Clematis florida</i> )					4.86	
	山莓 ( <i>Rubus corchorifolius</i> )					3.74	
	白酒草 ( <i>Conyza japonica</i> )					5.75	
	蛇床 ( <i>Cnidium monnieri</i> )					11.00	
	苣荬菜 ( <i>Sonchus arvensis</i> )					5.85	
	牛蒡 ( <i>Arctium lappa</i> )					2.91	

占了其他乔木的生存空间;因此在中、上坡位岷江柏表现出绝对优势。上坡位岷江柏人工林灌木层只有白花蔷薇、粉团蔷薇和中华枸杞 3 种,与下坡位和中坡位相比,物种数量明显较少,分析可能是因为上坡位乔木层郁闭度太高,造成林下光照少和湿度大等条件差异,制约了灌木层生长,为草本创造了更多良好的生长空间。中坡位由于立地条件相对较差,林下草本层物种数较少,而上坡位岷江柏林下草本层物种数较多,共计 13 种,主要为青蒿、鬼针草、蛇床等。

## 2.2 不同林龄、立地条件下岷江柏人工林岷江柏生长情况

从表 3 可以看出,不同林龄(1、2、3 号)岷江柏生长表现为:10 年生岷江柏平均树高是 5 年生岷江柏的 2 倍左右,而 20 年生岷江柏平均树高是 10 年

表 3 不同林龄、立地条件岷江柏人工林岷江柏生长情况

Tab.3 Growth of *Cupressus chengiana* plantation at different forest ages and in different site conditions

样地号 (林龄阶段)	平均树高 /m	平均胸径 /cm	平均地径 /cm	郁闭度
1	1.18 e	—	2.10 b	0.1
2	2.3 d	2.2 d	3.75 a	0.2
3	6.4 b	8.7 b	—	0.4
4	4.8 c	7.1 c	—	0.5
5	8.9 a	13.7 a	—	0.9
对照	—	—	—	—

生岷江柏的 3 倍左右,平均胸径是 10 年生岷江柏的 4 倍左右,可见 10 ~ 20 年之间,岷江柏生长速度加快。不同立地条件(3、4、5 号)岷江柏生长表现为:上坡位(5 号)的岷江柏平均树高 8.9 m,平均胸径为 13.7 cm,大约为下坡位(3 号)岷江柏生长量的 1.5 倍,为中坡位(4 号)岷江柏生长量的 2 倍,且郁闭度高达 0.9,接近全郁闭状态。从林地蓄积量来看,上坡位 > 下坡位 > 中坡位,而对照样地为未造林地,因此林地蓄积量几乎可以忽略不计。

## 2.3 不同林龄、立地条件下岷江柏人工林林下植被情况

从表 4 可以看出,总体来说,岷江柏人工林林下草本盖度大于灌木盖度,所以岷江柏林下植被以草本为主。不同林龄(1、2、3 号)岷江柏人工林林下植被情况表现为:5 年生和 10 年生岷江柏人工林林下灌木、草本盖度以及地上部分(灌木、草本、枯落物)生物量差异不大,草本盖度均为灌木盖度的 3 倍左右;但随着岷江柏林龄增加到 20 年后,林下灌木盖度有所增加,草本盖度减少,但依然以草本为主。不同立地条件(3、4、5 号)下岷江柏人工林林下植被情况表现为:上坡位(5 号)的岷江柏人工林林下灌木、草本盖度以及地上部分(灌木、草本、枯落物)生物量均低于下坡位(3 号)岷江柏人工林,这与上坡位岷江柏人工林高郁闭度导致林窗减少,林下植被生

存空间缩小有关。中坡位(4号)岷江柏人工林林下草本盖度以及地上部分生物量最少,这是受到中坡立地条件差的影响。从林下植被盖度和生物量来看,下坡位>中、上坡位,相同立地条件下的岷江柏人工林(3号)与对照相比,灌草盖度及生物量等无明显差异,表明栽植岷江柏对造林地块灌草生长无明显影响。

表4 不同林龄、立地条件岷江柏人工林林下植被情况  
Tab.4 Undergrowth of *Cupressus chengiana* plantation at different forest ages and in different site conditions

样地号 (林龄阶段)	灌木		草本		枯落物
	盖度 /%	地上生物量 /kg	盖度 /%	地上生物量 /kg	生物量 /kg
1	29	2.26 b	90	1.69 a	1.1 a
2	26	1.6 b	97	1.53 a	0.65 a
3	45	2.6 a	60	1.5 a	0.9 a
4	9	0.8 c	10	0.4 b	0.2 b
5	10	0.5 c	36	0.6 b	0.1 b
对照	35	2.7 a	60	1.02 a	0.77 a

#### 2.4 不同林龄、立地条件下岷江柏人工林林下物种多样性

物种丰富度指数是表明群落中物种多寡的参数,均匀度指数反映群落中物种个体数分布的均匀程度,多样性指数是物种水平多样性和异质性程度的度量,综合反映群落物种丰富度和均匀度<sup>[7]</sup>。从表5可知,总体上,不同林龄、立地条件下岷江柏人工林群落的丰富度指数(*R*)、Simpson多样性指数(*D*)、Shannon-Wiener信息指数(*H*)、Pielou均匀度指数(*J*)均表现为:草本层>灌木层,这与上文中物种组成和重要值的分析一致。

岷江柏在1~5年生长期(1号),由于生长速度较缓慢,对于养分、空间等生存条件的需求不高,与林下灌、草植物的竞争较小,所以林下灌、草植物丰富度(*R*)和多样性(*D*、*H*)较高;5~10年间(2号),伴随着岷江柏的快速生长以及其他乔木树种的增长,林下灌、草植物可利用的养分、生存空间减小,因此丰富度(*R*)和多样性(*D*、*H*)逐渐降低;随着时间延长(3号),岷江柏林下灌、草植物不断演替更新,适生伴生种稍有增多,林分结构趋于稳定,但灌、草层均匀度指数(*J*)不高。

不同立地条件(3、4、5号)下岷江柏人工林林下植被情况表现为:上坡位(5号)的岷江柏人工林林下灌木丰富度(*R*)和多样性(*D*、*H*)明显较低,草本丰富度(*R*)和多样性(*D*、*H*)较高,但灌、草均匀度指数(*J*)都较高,表明灌、草层各物种分布较均匀,个

体数相差不大。下坡位(3号)和中坡位(4号)的岷江柏人工林林下灌木丰富度(*R*)和多样性(*D*、*H*)较高,这是由于林分郁闭度相对不高,林下有较为充足的光照水源等因子,为林下灌木生长提供了适宜条件。相同立地条件下的岷江柏人工林(3号)与对照相比,灌草多样性各指数之间无明显差异,表明岷江柏造林对林地灌草生物多样性无明显影响。

表5 不同林龄、立地条件岷江柏人工林林下物种多样性

Tab.5 Species diversity of *Cupressus chengiana* plantation at different forest ages and in different site conditions

样地号	层次	Margalef	Simpson	Shannon-Wiener	Pielou
		丰富度指数 ( <i>R</i> )	多样性 指数( <i>D</i> )	信息指数 ( <i>H</i> )	均匀度 指数( <i>J</i> )
1	灌木	1.54	0.84	1.87	0.96
	草本	1.58	0.76	1.88	0.73
2	灌木	1.10	0.80	1.67	0.93
	草本	0.90	0.66	1.45	0.66
3	灌木	1.24	0.82	1.68	0.86
	草本	1.70	0.69	1.57	0.61
4	灌木	1.40	0.81	1.83	0.88
	草本	1.27	0.82	1.90	0.86
5	灌木	0.78	0.65	1.07	0.98
	草本	1.60	0.88	2.26	0.88
对照	灌木	1.31	0.81	1.81	0.93
	草本	1.59	0.63	1.54	0.62

### 3 结论与讨论

岷江柏造林地与未造林地块相比,栽植岷江柏对造林地块灌木、草本的物种组成和生物量影响不大,而岷江柏造林后能大大增加林地蓄积量,对岷江干旱河谷区域起到了固土保水的积极作用。

不同林龄阶段岷江柏人工林群落的多样性变化是环境条件、竞争关系以及区域过程共同影响的结果<sup>[8]</sup>。但总体来说,岷江柏人工林乔木层物种组成较单一,林下以菊科、豆科、蔷薇科、禾本科为主,物种数占总物种数的47.37%,物种丰富情况总体表现为草本层>灌木层>乔木层,反映了岷江柏人工林群落垂直层次的物种多样性格局。乔木层中,臭椿作为伴生树种,在岷江柏人工林中有较大的更新潜力;灌木层以黄栌、白花蔷薇、羊蹄甲、冬青、胡枝子较为常见;草本层中,青蒿处于优势地位,是很好的伴生草种。因此,针对本研究区域,在选用岷江柏进行人工造林时,要充分利用臭椿、构树、黄栌等乡土树种,增加其混交比例,营造群落多样性和稳定

性高的混交林<sup>[9]</sup>。对于现有岷江柏人工林,可以在林龄达到 10 年左右,采取人工补植和播种等调整混交比例等措施,改善林分的树种组成和结构<sup>[10]</sup>。

从不同立地条件下岷江柏的林分结构来看,中坡位条件下岷江柏生长最差,林下灌草盖度极低,这是干旱河谷区域“焚风效应”造成中坡位水分条件差引起的。上坡位的岷江柏树高、胸径生长指标明显高于中、下坡位,这除了受上坡位水分条件较好的影响,跟上坡位 2 400 m 海拔也有很大关系。有研究表明,海拔变化是植物群落物种分布和组成的决定性因素<sup>[11]</sup>,岷江柏的适生范围主要在干旱河谷海拔 1 800 m ~ 2 500 m 左右<sup>[12]</sup>,其中在海拔 2 200 m ~ 2 300 m 之间生长最好<sup>[13]</sup>,超过其范围岷江柏的生长就会受到影响。此外,由于上坡位乔木层郁闭度高达 0.9,接近全郁闭状态,造成林下光照少和湿度大等条件差异,直接制约灌木层植物光合作用及有效养分利用效率<sup>[14]</sup>,因此灌木多样性和盖度极低,这为草本创造了更多良好的生长空间,因此草本生长良好且多样性较高。从岷江柏乔木蓄积量和郁闭度来看,上坡位 > 下坡位 > 中坡位,从林下植被盖度和生物量来看,下坡位 > 中、上坡位。因此,如果在岷江干旱河谷地区营造岷江柏生态防护林,以形成较高郁闭度及获得较大蓄积量为目标,可以优先选择上坡位;如果在岷江干旱河谷地区营造岷江柏生态经济林,以提高林下经济作物生物量为目标,可以优先选择下坡位。中坡位由于“焚风效应”比较明显,在岷江柏造林时可以适当增加喜光、耐旱乡土灌草种的比例,以增加群落的物种多样性,营造物良好的群落环境<sup>[15]</sup>,充分发挥岷江柏人工林的生态效益。

#### 参考文献:

- [1] 刘凯,曹昌楷,王守强,等. 四川省干旱半干旱地区造林类型区划及植被恢复技术[J]. 四川林业科技, 2015, 36(4): 59 ~ 64.
- [2] 骆宗诗,王志明,陈永林,等. 汶川地震灾区崩塌山体微生境植被恢复技术[J]. 四川林业科技, 2013, 34(4): 37 ~ 41.
- [3] 吴宗兴,徐惠,梁颀,等. 岷江上游干旱河谷岷江柏木幼林地绿肥种植研究[J]. 四川林业科技, 2012, 33(5): 53 ~ 57.
- [4] 王春明,孙辉,陈建中,等. 保水剂在干旱河谷造林中的应用研究[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(3): 197 ~ 200.
- [5] 郑绍伟,黎燕琼,岳永杰,等. 岷江上游干旱河谷造林技术试验研究[J]. 四川林业科技, 2007, 28(1): 56 ~ 59.
- [6] 李东胜,罗达,史作民,等. 四川理县杂谷脑干旱河谷岷江柏造林恢复效果评价[J]. 生态学报, 2014, 34(9): 2338 ~ 2346.
- [7] 郭利平,姬兰柱,王珍,等. 长白山红松阔叶林不同演替阶段优势种的变化[J]. 应用生态学报, 2011, 22(4): 866 ~ 872.
- [8] 方精云,王襄平,唐志尧. 局域和区域过程共同控制着群落的物种多样性: 种库假说[J]. 生物多样性, 2009, 17(6): 605 ~ 612.
- [9] 郝建锋,王德艺,李艳,等. 不同林分密度下川北白云山地区喜树人工林的群落结构和物种多样性[J]. 植物研究, 2015, 35(5): 772 ~ 778.
- [10] 姜俊,谢阳生,陆元昌,等. 不同林龄阶段马尾松人工林群落结构特征及经营策略[J]. 西北林学院学报, 2015, 30(6): 1 ~ 7.
- [11] 郭正刚,刘慧霞,孙学刚,等. 白龙江上游地区森林植物群落物种多样性的研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 388 ~ 395.
- [12] 袁志忠,何丙辉. 岷江柏种群现状及研究进展[J]. 山区开发, 2003, 6: 34 ~ 35.
- [13] 施广. 岷江上游干旱河谷区岷江柏对不同海拔的响应[J]. 四川林业科技, 2011, 32(6): 88 ~ 92.
- [14] 吴昊,张明霞,王得祥. 秦岭南坡油松-锐齿槲栎混交林群落不同层次多样性特征及环境解释[J]. 西北植物学报, 2013, 33(10): 2086 ~ 2094.
- [15] 郝建锋,王德艺,李艳,等. 海拔高度对江油地区杉木人工林群落结构和物种多样性的影响[J]. 西北植物学报, 2014, 34(12): 2544 ~ 2553.

[1] 刘凯,曹昌楷,王守强,等. 四川省干旱半干旱地区造林类型