林业科学研究 2004,17(5):555～563
Forest Research

文章编号:1001-1498(2004)05-0555-09

金沙江干热河谷区退耕还林适宜造林树种筛选研究

李 昆[1], 张春华[1], 崔永忠[1], 赵一鹤[1], 施永泽[2]
(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所,云南 昆明 650224; 2. 云南省鹤庆县黄坪林业站,云南 鹤庆 681500)

摘要:金沙江干热河谷上段退耕还林区适宜造林树种筛选结果:甜酸角、山毛豆、苏门答腊金合欢、新银合欢、久树、印度黄檀等适宜在海拔1 400 m以下地带造林,构树、木豆、坡柳、余甘子、川楝等适宜在海拔1 600 m以下地带造林,山合欢、黑荆树、墨西哥柏、干香柏等适宜在海拔1 400～1 600 m地带造林。木豆、坡柳、山毛豆等可进行直播造林,山合欢、黑荆树、川楝、苏门答腊金合欢、新银合欢、久树等采用百日容器苗造林,甜酸角、墨西哥柏、干香柏、印度黄檀等采用1年生容器大苗造林效果更好。块状整地(规格40 cm×40 cm×40 cm),施有机肥加一定量的N、P肥作基肥,塘底施放高丙体粉防治白蚁危害,于雨季初期择时取苗造林,造林后应防止种植塘积水。造林苗木选用充分木质化的粗大壮苗;造林后和雨季中、后期及时清除种植塘周围杂草。

关键词:干热河谷;退耕还林;树种选择;金沙江
中图分类号:S725.7 **文献标识码**:A

金沙江干热河谷主要指云南鹤庆中江河口至四川布拖对坪,全长约880 km的干流及其支流流域,河谷两侧海拔1 600 m以下地区。这些地区热量偏高、雨量偏少而被当地人民称为"干坝子"或"干热坝子"[1,2]。

金沙江干热河谷位于我国西南大断裂带分布区,受大气环流和地理位置、地形因素的影响,形成了特殊的气候和土壤条件,加上人为干扰破坏,使之成为我国环境质量差,水土流失严重,造林极端困难的地区之一,尤其是干热同季和焚风效应给植被恢复与重建带来极大的困难。90年代以来,国家相继启动了"长治"与"长防"工程,促进了该地区的林业生态建设并取得了一定成效。但是,金沙江干热河谷上、中、下段之间,不同海拔高度之间差异很大;"长治"和"长防"工程与目前实施的退耕还林工程虽然都是进行植被恢复与重建,但其内容实质是有区别的。退耕还林工程必须兼顾经济效益,考虑农户增收致富问题,所以选树造林是工程建设成功的关键。本研究较为全面系统地总结了2000年以来,金沙江干热河谷上段退耕还林区的树种筛选工作,提出了较适宜树种和配套造林技术,为类似地区的退耕还林提供参考和借鉴。

收稿日期: 2004-01-05
基金项目: 国家"十五"科技攻关项目2001BA510B03子课题,云南省"十五"科技攻关项目2001NG55研究内容.
作者简介: 李昆(1958—),男,云南墨江人,研究员.

1 试验区自然概况

鹤庆县位于云南省西北部,隶属大理白族自治州,在 25°51′～26°42′N,100°05′～100°25′E 之间,面积 2 330 km^2。金沙江从县境东部流过,过境河段长约 78 km。试验区选择该县黄坪镇(海拔 1 400～1 600 m)和朵美乡(海拔 1 200～1 400 m)金沙江流域退耕还林地。试验区属金沙江干热河谷上段,山高坡陡,地形破碎,冲沟发育,切割密度大,侵蚀力强;土壤为燥红土和红褐土,这类土壤风化度极低,层次分化不明显,土壤质地粘重,保水性能差[3]。两个试验点的土壤养分状况见表 1。

表 1 鹤庆县黄坪和朵美乡试验点的土壤养分含量比较

地点	深度/cm	pH 值	有机质/(g·kg⁻¹)	全 N/(g·kg⁻¹)	全 P/(g·kg⁻¹)	全 K/(g·kg⁻¹)	碱解 N/(mg·kg⁻¹)	有效 P/(mg·kg⁻¹)	有效 K/(mg·kg⁻¹)	有效 Ca/(mg·kg⁻¹)	有效 Mg/(mg·kg⁻¹)
黄坪	0～10	6.37	11.90	0.27	1.20	10.31	69.58	57.87	121.00	197.00	707.10
	10～25	6.36	13.51	0.75	1.39	13.07	39.52	28.33	82.18	136.40	436.40
	25～40	6.57	7.49	0.36	1.27	13.22	17.70	24.90	161.00	141.41	513.70
朵美	0～10	6.49	11.62	1.15	0.72	19.40	48.03	30.95	51.60	235.60	612.40
	10～25	6.76	8.76	1.25	0.56	20.73	29.72	3.18	75.10	163.70	429.00
	25～40	6.66	10.21	0.85	0.49	12.60	30.33	2.32	205.20	134.30	373.50

黄坪点年均温 18.5 ℃,年均相对湿度 67.9 %,年均降水约 840 mm;朵美点年均温 21.8 ℃,年均相对湿度 67.6 %,年降水约 700 mm。退耕地为雨养农业用地,坡度 26°,雨季种植玉米,平均每公顷产 10～14 kg,耕作层土壤一般厚 20～30 cm;杂草主要以鬼针草(*Bidens bipinnata* L.)、红茎马唐(*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.)、扭黄茅(*Heteropogon contortus* (L.) Beauv.)为主,退耕当年草高 80～120 cm,并完全覆盖林地;附近宜林荒山现状植被为扭黄茅、坡柳(*Dodonaea viscose* (L.) Jacq.)、西南杭子梢(*Campylotropis argentea* Schindl.)、余甘子(*Phyllanthus emblica* L.)为主的灌草丛。

2 材料与方法

2.1 试验树种

鹤庆干热河谷属金沙江干热河谷区上段,具有明显的干热河谷气候和植被景观特征[4],但冬春有 15～20 d 短时低温霜冻。所以,选择的树种既要抗旱耐热,还应稍抗寒耐低温。结合退耕还林的目的要求,在生态优先原则下考虑退耕农户发展经济,增收致富的愿望。因此,在确保造林成活率和保存率达标前提下考虑经济性状,选择新银合欢等 17 个区外引种树种,4 个乡土树种进行筛选试验(见表 2)。

2.2 试验地布置

根据树种的生态适应性及前期研究结果,抗旱耐热性较差的树种(如黑荆树(*Acacia mearnsii* De Wild.)、干香柏(*Cupressus duclouxiana* Hickel)等)主要安排在海拔 1 400～1 600 m 的黄坪试验点;喜光热、较抗旱但不耐霜冻的树种(如印楝(*Azadirachta indica* A. Juss)、久树(*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken.)、酸角(*Tamarindus indica* L.)等)则安排在朵美试验点;对生态适应幅度较广的树种(如木豆(*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)、新银合欢(*Leucaena leucocephala* cv.

Salvador 等)在两个点均有。

小区面积为 1 hm^2,造林株行距 2 m ×3 m,重复 3 次,按随机区组试验设计安排试验。

2.3　苗木培育及造林措施

西南木荷(*Schima wallichii* (DC.) Korthals)、构树(*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.)、油桐(*Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy Shaw)、华南小蜡(*Ligustrum callerianum* Decen)和部分新银合欢采用裸根苗造林,木豆、山毛豆(*Tephrosia candida* DC.)和坡柳采用直播造林,其它树种为容器苗造林。容器为塑料营养袋(规格 14 cm ×18 cm),穴状整地(规格 40 cm ×40 cm ×40 cm),种植穴施过磷酸钙 100 g·塘$^{-1}$,雨季初(6—7 月中旬)造林,15 d 后进行造林效果检查并补植补造,调查初植苗木状况。

2.4　造林效果调查

全面调查各试验小区苗木成活率,除边行边株外进行每木生长量调查,并调查病虫、兔鼠和杂草危害及其对苗木生长的影响。调查分别在年底和年中进行。

3　结果与分析

3.1　所有参试树种的造林结果比较

试验结果表明(表 2),在黄坪试验点筛选的 15 个树种中,川楝(*Melia toosendan* Sieb. et Zucc.)、坡柳、木豆、塔拉(*Caesalpinia spinosa* Kuntze)等次年雨季前成活率在 80 %以上,华南小蜡、西南木荷、油桐、瓦氏葛藤(*Pueraria wallichii* DC.)、苏门答腊金合欢(*Acacia glauca* (L.) Moelichl)、新银合欢、山毛豆等到次年雨季前成活率降至 50 %以下;朵美试验点筛选的 13 个树种中,华南小蜡、黑荆、印楝等到次年雨季前成活率不到 20 %,苏门答腊金合欢成活率 75 %,其余 9 个树种成活率都超过 80 %。从年底和年中两次调查结果看,成活率低的树种多数在造林当年死亡率就比较高,个别树种(如黄坪点的油桐、朵美点的印楝)在当年雨季末成活率比较高,但到次年旱季末则较低。

3.2　植株生长状况比较

树种的试验筛选除考察各树种的成活率外,植株生长量是另一个重要指标。在黄坪点 15 个参试树种中,川楝、墨西哥柏、干香柏、山合欢(*Albizia kalkora* (Roxb.) Prain)、黑荆等树种生长迅速,造林半年后,川楝平均株高超过 100 cm,山合欢达 95 cm,黑荆、墨西哥柏、干香柏、木豆等均在 50 cm 以上;塔拉虽然成活率可以,但植株生长差异很大,若后期的水肥管理跟不上,很难有经济效益。朵美 13 个参试树种中,到次年旱季末新银合欢、苏门答腊金合欢、木豆等平均株高超过 100 cm,川楝、构树的平均株高达 70 cm 以上,余甘子、酸角、久树等由于其生长特点,株高生长虽然较缓,但植株长势很好。

另外,两个点共有的 7 个参试树种中,川楝、木豆平均株高达 82～135 cm,黑荆在黄坪点生长迅速,平均株高达 85 cm,但在朵美点生长较差;苏门答腊金合欢、新银合欢在朵美点生长较好,平均株高超过 100 cm,在黄坪点成活率较低,植株生长也较差(表 3)。

3.3　环境条件对树种筛选的影响分析

虽然根据 21 个参试树种各自的生态学特性以及以往的引种试验结果,将树种分别安排在黄 坪和朵美两个试验点试验。但是,从试验结果看,华南小蜡因为是华南地区的树种,对水分

表2 鹤庆干热河谷区退耕还林引种树种一览

序号	树种	科属①	生物学生态学特性	自然分布海拔/m	经济用途	种子来源	备注
1	墨西哥柏	柏木科	常绿乔木,速生,抗旱耐寒,耐瘠薄,喜土层深厚	1 500～2 200	大径级用材	省种苗站	危地马拉种源
2	干香柏	柏木科	常绿乔木,速生,喜热喜光,耐旱耐瘠薄	1 400～3 300	大径级用材	省种苗站	昆明种源
3	黑荆树	含羞草科	常绿乔木,喜热喜光,较耐干旱贫瘠,萌生力强	1 500～2 000	栲胶和木纤维原料	云南禄丰	
4	新银合欢	含羞草科	常绿小乔木,速生、早花、耐旱耐贫瘠、萌生力强	1 500以下	饲料,薪柴	云南元江	
5	苏门答腊金合欢	含羞草科	常绿灌木,速生、早花、耐旱耐贫瘠、萌生力强	1 500以下	紫胶寄主,薪柴	云南元江	
6	印度黄檀②	蝶形花科	常绿乔木,喜热喜光,较耐干旱贫瘠,速生萌生力强	1 350以下	珍贵大径级用材	尼泊尔	
7	酸角	苏木科	常绿乔木,喜热喜光,耐干旱,立地条件要求较高	500～1 350	经济果木树种	泰国碧差汶	
8	久树	无患子科	常绿乔木,喜热喜光,较耐干旱贫瘠,萌生力强	1 300以下	紫胶寄主,薪柴	云南元江	柬埔寨种源
9	印楝③	楝科	常绿乔木,喜热喜光,耐旱怕冻,立地条件要求较高	1 300以下	枝果叶为农药原料	缅甸北部	
10	华南小蜡	木樨科	常绿大灌木,喜热喜光,较耐干旱贫瘠,萌生力强	1 300以下	绿化,白蜡寄主	云南景东	华南种源
11	西南木荷	山茶科	常绿乔木,喜热喜光,较耐旱怕冻,要求一定水肥条件	300～2 700	优良用材树种	云南景东	
12	山合欢	含羞草科	落叶乔木,速生,喜热喜光,耐干旱贫瘠	500～2 200	绿化,农用木材	云南东川	
13	塔拉	苏木科	常绿灌木,喜热喜光,较耐干旱,立地条件要求较高	1 500以下	豆荚提没食子酸	云南易门	秘鲁种源
14	木豆	蝶形花科	常绿灌木,速生,喜热喜光,耐旱耐贫瘠	1 600以下	紫胶寄主,饲料	云南六库	
15	山毛豆	蝶形花科	常绿灌木,速生,喜热喜光,耐旱耐贫瘠	1 600以下	绿肥,饲料	云南元谋	
16	油桐	大戟科	落叶小乔木,喜热喜光,较耐旱,立地条件要求较高	200～1 900	工业用油脂及涂料	云南怒江	
17	瓦氏葛藤	蝶形花科	常绿藤本,喜热喜光,较耐干旱贫瘠,萌生力强	1 300～1 500	紫胶寄主,饲料	云南云县	
18	川楝	楝科	落叶乔木,速生,喜热喜光,耐干旱贫瘠	500～2 100	农用材,药物原料	当地	
19	构树	桑科	落叶乔木,喜热喜光,较耐干旱,立地条件要求较高	200～2 800	皮纸浆纤维,叶饲料	当地	
20	余甘子	大戟科	半落叶灌木,喜热喜光,耐旱耐贫瘠,萌生力强	1 700以下	果树,皮栲胶原料	当地	
21	坡柳	无患子科	半落叶灌木,喜热喜光,耐旱耐贫瘠,萌生力强	800～2 000	绿化,薪柴	当地	

①柏木科 Cupressaceae,含羞草科 Mimosaceae,蝶形花科 Fabaceae (Papilionaceae),苏木科 Caesalpiniaceae,无患子科 Sapindaceae,楝科 Meliaceae,木樨科 Oleaceae,山茶科 Theaceae,大戟科 Euphorblaceae,桑科 Moraceae;

②印度黄檀 1 350 m是目前在云南试验栽培的结果;

③印楝在云南南部为1 000 m以下,在北部为1 300 m以下。

表3　鹤庆干热河谷区退耕地树种引种试验效果比较

树种	造林方式	整地方式及规格/m	造林地位置	成活率/%				苗木生长情况/cm							
								初植苗木径粗、株高				定植1 a后苗木径粗、株高			
				黄坪		朵美		地径		株高		地径		株高	
				当年底	次年中	当年底	次年中	黄坪	朵美	黄坪	朵美	黄坪	朵美	黄坪	朵美
金合欢①	袋苗	块状(40×40×40)	黄坪、朵美点	52.0	28.3	85.3	75.0	0.19	0.25	18.4	11.2	0.46	1.10	75.0	108.0
木豆	直播	块状(30×30×30)	黄坪、朵美点	100	82.9	98.5	86.4	0	0	0	0	1.35	2.05	87.0	135.0
坡柳	直播	块状(30×30×30)	黄坪、朵美点	100	92.7	100	90.9	0	0	0	0	0.12	0.15	4.7	5.4
新银合欢	袋苗	块状(40×40×40)	黄坪、朵美点	56.3	32.7	87.5	82.3	0.24	0.22	26.7	9.5	1.37	1.40	85.0	125.7
川楝	袋苗	块状(40×40×40)	黄坪、朵美点	95.0	94.0	90.0	87.7	0.23	0.32	19.7	32.0	1.25	1.15	124.0	82.0
黑荆树	袋苗	块状(40×40×40)	黄坪、朵美点	89.0	58.0	52.6	10.2	0.19	0.37	20.2	32.0	0.64	0.50	85.0	43.0
华南小蜡	裸根苗	块状(40×40×40)	黄坪、朵美点	22.3	2.0	18.4	0.0	0.31	0.33	32.3	36.8	0.33	/	38.2	/
塔拉	袋苗	块状(60×60×50)	黄坪点	92.7	84.5			0.30		25.0		0.90		69.0	
墨西哥柏	袋苗	块状(40×40×40)	黄坪点	79.0	67.0			0.29		21.1		0.55		58.4	
山毛豆	直播	块状(30×30×30)	黄坪点	52.6	11.9			0		0		0.13		18.0	
瓦氏葛藤	直播	块状(30×30×30)	黄坪点	32.3	0			0		0		/		/	
干香柏	袋苗	块状(40×40×40)	黄坪点	75.0	75.0			0.34		30.5		0.54		58.4	
山合欢	袋苗	块状(40×40×40)	黄坪点	91.0	73.0			0.20		23.1		0.58		95.0	
油桐	裸根苗	块状(40×40×40)	黄坪点	83.7	44.1			0.88		22.0		1.56		27.8	
红木荷	裸根苗	块状(40×40×40)	黄坪点	43.2	0			0.40		12.3		/		/	
印楝	袋苗	块状(40×40×40)	朵美点			87.2	18.0		0.36		15.1		0.44		17.7
余甘子	袋苗	块状(40×40×40)	朵美点			92.5	89.1		0.13		6.1		0.25		15.9
酸角	袋苗	块状(50×50×50)	朵美点			97.5	93.0		0.65		25.0		0.80		42.3
构树	裸根苗	块状(40×40×40)	朵美点			98.3	90.0		0.38		11.1		1.18		73.2
久树	袋苗	块状(40×40×40)	朵美点			86.7	80.0		0.35		21.0		0.74		35.0
印度黄檀	袋苗	块状(40×40×40)	朵美点			95.0	92.0		0.15		14.7		1.22		43.5

①因为篇幅有限,苏门答腊金合欢简称金合欢。

条件要求较高,虽然在云南澜沧江流域的河谷地区生长较好,但不适应金沙江流域的干旱环境,两个点的栽培结果均很差。苏门答腊金合欢、新银合欢在黄坪点生长效果差,在朵美点较好,从海拔高度和温度条件分析,冬春低温可能是主要制约因子;黑荆在朵美点生长差,黄坪点生长较好,说明有一定耐干旱能力,但不适应金沙江边的高温天气。塔拉等 7 个树种与其它地区的种植结果比较(表 4),可看出有的是受热量条件制约,如印楝、印度黄檀、山毛豆等;有的主要受水分条件制约,如塔拉、瓦氏葛藤、西南木荷等。金沙江干热河谷鹤庆段不仅年降水量偏少,年内降水分配也不均衡,干季(11 —翌年 5 月)降水量不到全年总量的 10 %;六库、景东等地不仅年降水量较大,年内降水分布也更均匀,干季降水量可占全年总量的 20 %～25 %,雨季来临早,干热胁迫期较短。

表 4 鹤庆某些引种树种与其它地区的栽培结果比较

树种	种植地区	流域	造林地海拔/ m	气候条件(年平均值) 气温/ ℃	相对湿度/ %	降水量/ mm	次年旱季末保存率/ %	平均生长量/ cm 地径	株高
塔拉	黄坪	金沙江	1 480	18.5	67.9	840	84.5	0.90	69.0
	禄丰	红河	1 360	17.2	75.0	920	92.0	0.87	107.0
山毛豆	黄坪	金沙江	1 480	18.5	67.9	840	11.9	0.13	18.0
	元谋	金沙江	1 170	22.8	53.0	630	87.0	0.53	75.0
油桐	黄坪	金沙江	1 500	18.5	67.9	840	44.1	1.58	27.8
	六库	怒江	910	20.2	67.0	1 012	84.8	1.80	75.0
西南木荷	黄坪	金沙江	1 500	18.5	67.9	840	0	0	0
	景东	红河	1 160	18.9	71.0	1 050	89.5	0.80	42.0
瓦氏葛藤	黄坪	金沙江	1 500	18.5	67.9	840	0	0	0
	景东	红河	1 160	18.9	71.0	1 050	94.2	1.17	125.0
印楝	朵美	金沙江	1 160	21.8	67.6	700	18.0	0.44	17.7
	元谋	金沙江	1 170	22.8	53.0	630	76.5	0.73	64.5
印度黄檀	朵美	金沙江	1 160	21.8	67.6	700	92.0	1.22	43.0
	元江	红河	400	23.0	68.0	780	95.0	2.20	160.0

注:表内树种除印楝为同年造林效果进行对比外,其余均为不同年份的造林效果比较。

3.4 营造林技术措施对筛选效果的影响

3.4.1 苗木培育及规格质量 80 年代以前,由于造林投资成本的限制(0.4～0.6 元·hm^{-2}),金沙江干热河谷区造林基本采用直播造林方式,造林成活率很低,10 a 后的保存率仅为 2 %左右[5];到 90 年代实施长防林建设时,虽然提高了造林投资,每公倾造林费也才到 32 元,但保证了容器育苗技术的推广应用,使该地区在荒山荒地上的造林成活率得到较大提高[6],百日容器苗造林成为该地区主要造林方式。退耕地情况与荒山荒地有所不同,此类土地病虫、兔鼠害严重,杂草繁多,生长迅速,生长缓慢树种的百日苗太小,造林成活率低,很不适合退耕地造林,速生树种也要培育粗大苗木上山造林。试验结果说明(表 5),不同树种的适宜造林和育苗方式、

苗木规格和有关技术不一样,根据不同的需要和技术经济条件培育较粗大苗木,才能保证退耕还林取得较好成效。

表 5　有关适宜树种的苗木培育、基本规格要求及其配套技术

树种	适宜海拔/m	造林方式	营养袋规格/cm	适宜苗龄	适宜造林时间	苗木规格①/cm		配套苗木处理技术或方法
						地径	株高	
木豆	1 160～1 600	直播	/	/	5 月上、中旬	/	/	出苗 1 个月后间苗,每穴保留 1～2 株
山毛豆	1 400 以下	直播	/	/	5 月上、中旬	/	/	出苗 1 个月后间苗,每穴保留 1～2 株
坡柳	1 160～1 700	直播	/	/	5 月上、中旬	/	/	间苗并注意清除穴内杂草
川楝	1 600 以下	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.20	40.0	苗床撒播,4 月入袋培育,截干造林
山合欢	1 300～1 600	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.30	30.0	防止太多的根系穿袋,适时取苗造林
塔拉	1 400～1 600	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.30	40.0	浓硫酸处理种子,除去部分叶片造林
金合欢	1 400 以下	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.20	25.0	防止太多的根系穿袋,适时取苗造林
余甘子	1 600 以下	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.20	25.0	防止太多的根系穿袋,适时取苗造林
久树	1 350 以下	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.30	25.0	防止太多的根系穿袋,适时取苗造林
墨西哥柏	1 400～1 800	容器苗	14 ×20	1 a 苗	雨季初期(6 月)	0.40	50.0	7 —8 月苗床育苗,次年 3 —4 月入袋培育
干香柏	1 400～2 200	容器苗	14 ×20	1 a 苗	雨季初期(6 月)	0.40	50.0	7 —8 月苗床育苗,次年 3 —4 月入袋培育
酸角	1 350 以下	容器苗	16 ×22	1a 苗	雨季初期(6 月)	0.50	40.0	容器要更大,防止太多的根系穿袋
黑荆	1 400～1 800	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.30	50.0	造林时需在穴内施放防除白蚁农药
新银合欢	1 400 以下	容器苗	14 ×18	百日苗	雨季初期(6 月)	0.40	50.0	选用粗大苗木,截干造林
构树	1 800 以下	裸根苗	/	1 a 苗	雨季初期(6 月)	0.40	50.0	深挖取苗,截干造林

①可为实生苗或根扦插苗。新银合欢可采用裸根大苗造林。表中苗木规格为下限值。

3.4.2　造林技术措施　适宜的造林树种必须与相应的造林技术相配套,否则,好的树种也反应不出好的效果,还可能得出相反的结论。六因素二水平的正交试验表明(表 6),造林方式、造林时间和回土状况的极差最大,在不考虑各因子之间交互作用的前提下,以上三个方面是影响金沙江干热河谷地区造林成活率的更重要因子。

表 6　综合造林技术正交试验设计表 $L_8(2^7)$

因子	整地	施基肥	回土	苗木处理(袋苗)	造林方法	造林时间	
						处理 1	处理 2
水平 1	提前整地	垃圾基肥(另加施 100 g 尿素 + 100 g 磷肥)	回满	截干造林	裸根苗	6 月	8 月
水平 2	临时整地	仅施 100 g 尿素 + 100 g 磷肥	低 10 cm	整株造林	营养袋苗	7 月	9 月

注:磷肥可是过磷酸钙或钙镁磷肥。

燥红土是干热河谷地区的典型土壤类型,其土壤质地粘重,通透性差,干季板结、坚硬,整地改土对提高造林成活率具有重大作用。一般采用水平沟、撩壕整地效果最好[7,8],但动土面过大,水土流失明显;采用 40 cm ×40 cm ×40 cm 规格的块状整地,取得了较好造林效果,而一般挖坑栽种结果当年成活尚可,但到次年旱季末几乎死亡殆尽。其次,所选择出的适宜造林树种都是比较抗旱耐热而不耐水渍的阳性树种,造林后苗木根部积水与否,和积水时间长短,对造林成活率影响较大,所以施肥回土应满塘。再次,施肥是有效提高造林成活率和促进苗木生长,取到以肥调水的作用[9],保证安全度过来年旱季的一项重要措施,若能施 3～5 kg 有机肥

加磷肥效果最好,否则施 100 g 复合肥或尿素加 100 g 磷肥也有较好效果。最后,于雨季初期(6 月—7 月初)适时取苗造林可相对延长苗木生长时间,利用干热河谷属季节性干旱,雨季气温高、水分充沛,有利于植物生长的特点,大幅度提高植株生长量,促进根系生长,提高植株抵御来年旱季高温干旱的能力,也是被实践证明了的有效提高造林成活率和保存率的重要技术措施之一。

3.4.3 抚育管理措施 退耕地由于人们的长期耕作,表土层土壤较荒山荒坡地疏松肥沃,杂草种类更多,生长迅速,植株高大。鬼针草、红茎马唐种子繁多,繁殖力强,退耕当年即生长茂盛。调查结果,试验地内鬼针草密度最高达 200 余株·m^{-2},一般在 110 株·m^{-2}左右,植株平均高达 150 cm;红茎马唐地上部分死亡后可在地表形成 2～5 cm 厚的地被层,生物量达 1.8～2.6 kg·m^{-2}(风干质量)。用粗壮大苗造林,种植塘 1 m^2 范围内的松土除草,雨季结束时再松土除草,对提高造林成活率和植株生长量作用明显,黑荆树效果尤为明显(见表 7)。

表 7 黄坪点除草与未除草造林效果比较

指标	川楝		黑荆树		墨西哥柏		干香柏	
	大苗	小苗	大苗	小苗	大苗	小苗	大苗	小苗
成活率/ %	92.1	60.8	85.7	49.9	81.3	64.8	85.5	53.3
地径/ cm	1.26	0.74	0.85	0.66	0.59	0.46	0.70	0.53
株高/ cm	137.4	76.2	106.7	87.8	67.7	52.7	64.3	34.3

注:2002 年 6 月造林,2003 年 9 月调查。

干热河谷地区白蚁分布广、数量多,对金合欢属(*Acacia* Mill.)和桉属(*Eucalyptus* L'Héit)树种似乎具有专性危害倾向。黄坪镇 2001 年营造的黑荆树,因受白蚁危害,当年植株死亡率近 50 %;翌年每株施 50 g 高丙体粉,使黑荆树当年造林成活率接近 90 %。另外,该地区鼠类众多,退耕还林后这些动物转而啃食造林苗木,尤其喜欢啃食豆科(Leguminosae)树种苗木。2002 年黄坪镇大沙坝还林地营造的 20 hm^2 新银合欢、黑荆林,凡是苗木茎干较细(小于 0.4 cm)的植株被全部咬断啃食,高度木质化的粗大(约 0.5 cm)苗木受害较轻。

4 初步结论

(1)在金沙江干热河谷鹤庆段退耕还林工程中,构树、木豆、坡柳、余甘子、川楝等适宜在海拔 1 600 m 以下地带造林;山合欢、黑荆树、墨西哥柏、干香柏等适宜在海拔 1 400～1 600 m 地带造林;甜酸角、苏门答腊金合欢、新银合欢、久树、山毛豆、印度黄檀等适宜在海拔 1 400 m 以下地带造林。

(2)木豆、坡柳、山毛豆等树种可采用直播方式造林,山合欢、黑荆树、川楝、苏门答腊金合欢、新银合欢、久树、塔拉等树种采用百日容器大苗造林,甜酸角、墨西哥柏、干香柏、印度黄檀等树种采用 1 年生容器大苗造林效果更好。

(3)整地采用水平沟和撩壕整地效果最好,采用长×宽×深不低于 40 cm 的块状整地,施 100 g 复合肥或尿素作基肥,于雨季初期适时取苗造林,造林后回土填满种植塘。

(4)黑荆等树种造林时应施放高丙体粉,防止白蚁危害;在防止鼠类和野兔危害方面目前尚无良策,只有在造林时尽量选用充分木质化的粗壮大苗,尽量减少鼠类和野兔危害;造林后和雨季末期及时清除种植塘周围杂草,对提高造林成效具有重要作用。

参考文献:

[1] 张祖荣. 横断山区干旱河谷[M]. 北京:科学出版社,1992. 6～7
[2] 赵俊臣. 干热河谷经济学初探[M]. 香港:中国文化出版社,1992. 1～3
[3] 张信宝,杨忠,张建平. 元谋干热河谷坡地岩土类型与植被恢复分区[J]. 林业科学,2003,39(4):16～22
[4] 金振洲,欧晓昆. 干热河谷植被[M]. 昆明:云南科技出版社,2000. 1～13
[5] 云南省元谋县县志编撰委员会. 元谋县志[M]. 昆明:云南人民出版社,1998. 1～5
[6] 王福兴,杜天理,雷彻虹. 试论我国西南干热河谷地区荒山造林问题[A]. 见:中国林学会. 造林论文集[C],1987. 45～49
[7] 李昆,侯开卫,张志钧,等. 云南南涧干热区极度退化山地的造林技术[J]. 林业科学研究,1998,11(2):208～213
[8] 陈玉德,吴陇,喻赞仁. 云南元谋干热河谷区营造水土保持林的技术措施及初步成效[J]. 林业科学研究,1995,8(3):340～343
[9] 李昆,陈玉德. 元谋干热河谷人工林地的水分输入与土壤水分研究[J]. 林业科学研究,1995,8(6):651～657

A Study on the Fitting Afforestation Tree Species during Coverting the Land for Forestry in Hot and Arid Valley of Jinsha-river

LI Kun[1], *ZHANG Chun-hua*[1], *CUI Yong-zhong*[1], *ZHAO Yi-he*[1], *SHI Yong-ze*[2]
(1. Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China;
2. Forestry Station of Huangping of Heqing County, Heqing 681500, Yunnan, China)

Abstract: As a result of trees afforestation experimentation in upside of hot and arid valley of Jinsha River, *Broussonetia papyrifera*, *Cajanus cajan*, *Dodonaea viscose*, *Phyllanthus enblica*, *Melia toosendan* were suitabe trees to plant in an area under a elevation of 1 600 m; *Albiza kalkora*, *Acacia mearnsii*, *Cupressus lusitanica*, *Cupressus duclouxiana* were suitabe trees at elevation between 1 400 m and 1 700 m, *Tamarindus indica*, *Tephrosia candida*, *Acacia glauca*, *Leucaena leucocephala* cv. Salvador, *Schleichera oleosa*, *Caesalpinia spinosa* were suitable trees under 1 400 m. Direct sowing were adopted to plant *C. cajan*, *D. viscose*, *T. candida*. For *A. kalkora*, *A. mearnsii*, *M. toosendan*, *A. glauca*, *L. leucocephala* cv. Salvador, *S. oleosa*, and *C. spinosa*, 100-days-old containerized seedlings were used for afforestation, for *T. indica*, *C. lusitanica*, *C. duclouxiana*, and *C. spinosa*, 1-year-old containerized seedlings had better effect in afforestation. The silvicultural technique included site preparation in blocks (40 m ×40 m ×40 cm), application of organic manure with N and P fertilizer as basal fertilizer, and planting the trees at the beginning of rainy season. Strong, big and well lignified seedlings should be used in afforestation. It was important to remove weeds during afforestation and rainy season.

Key words: hot and arid valley; coverting the land for forestry; afforestation; species seleclion