

# 金沙江干热河谷新银合欢人工林物种多样性研究

方海东, 纪中华, 杨艳鲜, 拜得珍, 廖承飞

(云南省农科院热带亚热带经济作物研究所, 云南 元谋 651300)

**摘 要:** 我国土地退化现象相当严重, 主要表现在大面积土壤侵蚀, 使系统生产力普遍降低。金沙江干热河谷是典型严重退化区域之一。通过对金沙江干热河谷新银合欢人工林物种多样性方面的研究, 讨论了种在退化生态系统功能恢复中的作用及物种多样性与生态系统功能的关系。结果表明, 林内郁闭度为 0.75, 平均胸径为 6.67 cm, 平均高度为 8.01 m, 物种丰富度, Shannon-Wiener 指数, Simpson 指数由草层向灌木层、乔木层逐层递减。新银合欢作为生态恢复初期的先锋树种明显改善了生态系统的微环境, 为后继种的入侵和定居创造了条件。

**关键词:** 干热河谷; 新银合欢人工林; 物种多样性

中图分类号: X176

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)01-0135-03

## The Study on Species Diversity of *Leucaena leucocephala* Plantation in Jinsha River Hot and Dry Valley

FANG Hai-dong, JI Zhong-hua, YANG Yan-xian, BA I De-zhen, LIAO Cheng-fei

(Tropical and Subtropical Economic Crops Research Institution,

Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Yuanmou Yunnan 651300, China)

**Abstract:** The land degradation is very serious in our country, which displays in the great areas of soil erosion, and it makes ecosystem productivity generally reduced. Hot-dry valley of Jinsha River is one of the typical serious degradation areas. The authors investigate and study the species diversity of *Leucaena leucocephala* plantation, discuss its function of ecology and the relation between species diversity and the function of ecosystem. The results show that plantation density is 0.75, DBH is 6.67 cm, average height is 8.41 m, and species richness, Shannon-Wiener index, Simpson index generally reduce from herb layer to arbor layer. *Leucaena leucocephala* plantation, as pioneer species in the initial stage of ecosystem restoration, improves micro-environment of ecosystem, and creates favorable conditions for post species to intrude and colonize.

**Key words:** hot and dry valley; *Leucaena leucocephala* plantation; species diversity

## 1 引言

新银合欢 (*Leucaena leucocephala*) 属豆科银合欢属, 是一种常绿小乔木, 它原产于中美洲沿海地区, 300 多年前引种到我国。目前我国已约有 1 333 km<sup>2</sup>, 主要分布在华南地区的广东、广西、云南、福建、浙江等省(区)。新银合欢主根非常发达, 能适于除强酸以外条件的土壤, 并可生长在降雨量为 500~3 000 mm 的广大热带、亚热带地区。试验区位于金沙江干热河谷元谋县城附近小垮山流域, 区内干湿明显, 土壤侵蚀严重, 地力衰退, 土层很薄, 生态环境脆弱, 对外界的干扰敏感性强, 自我恢复能力差<sup>[1]</sup>。另外众多的节理构造是造成水土流失的主要内在原因, 在陡峭的地形条件下和植被遭破坏的情况下, 极易造成水土流失, 使本区生态恢复和重建工作难度加大。由于新银合欢抗旱能力极强, 耐贫瘠, 一旦成

林后生长迅速, 繁殖能力非常强, 对环境适应能力强, 因此, 引种新银合欢主要用于植被恢复, 保持水土, 改善局部小气候等生态环境的治理。自 1995 年以来, 元谋干热河谷采用新银合欢作先锋树种 (pioneer species) 进行雨养型造林试验, 取得了较为明显的治理效果。

## 2 研究区域与方法

### 2.1 自然概况

研究地点位于金沙江流域干热区, 此区域属于严重的受损流域 (damaged watershed), 土地退化严重, 水土流失强烈<sup>[2]</sup>。该区域坐落于龙川江下游河谷地带的元谋县, 地理坐标为 101°05'~102°05'E, 25°25'~26°07'N。年平均气温 21.9℃, 极端最高气温 42℃, 极端最低气温 -2℃, 12 月的持续天数 349 d, 积温 7 796℃, 年降雨量 613.8 mm, 全年太

收稿日期: 2004-04-07

基金项目: “十五”国家攻关项目: “中国西部重点脆弱生态区综合治理与示范” (2001BA606A-07)

作者简介: 方海东 (1979-), 男, 研究实习员, 林学学士, 主要从事生态恢复研究工作。

阳总辐射量 641.8 kJ/cm<sup>2</sup>,日照率 62%,干燥度 4.4。该区域海拔 1 088~1 167 m,土地极不平整,平地或小于 5 的坡地仅占 17%,沟壑密度 21.5 km/km<sup>2[2,3]</sup>。

2 2 研究方法

2 2 1 野外调查

在对群落作全面踏查的基础上采用典型取样的方法,设置样方 8 个,样方为 10 m × 10 m。对胸径大于 2.5 cm 的乔木进行每木检尺,调查、记录树种的植物名称、株数、胸径、高度、冠幅、郁闭度、盖度等,同时调查样地的海拔、坡度、坡向、土壤等环境因子。

2 2 2 重要值、多样性指数的计算

重要值(important value)是以综合数值来表示群落中各植物种的相对重要性<sup>[4]</sup>,首先按照下面的重要值计算公式计算出物种的重要值,再将物种的重要值代入香农—威纳指数(Shannon- Wiener)和辛普森多样性指数(Simpson)计算公式计算出群落的多样性指数。测定多样性的公式为:

香农—威纳指数:  $H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$       $S$  为物种数目

辛普森多样性指数:  $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$       $S$  为物种数目

式中:  $P_i$ ——种  $i$  的重要值。

重要值的计算方法:

乔木重要值( $I_{vir}$ )= (相对密度+ 相对显著度+ 相对高度)/3  
灌木和草层植物重要值  $I_{vsh}$ = (相对高度+ 相对盖度)/2

式中: 相对密度= 每个种的密度/所有种的密度和 × 100%;

相对高度= 每个种所有个体高度之和/所有种个体高度之和 × 100%;

相对显著度= 每个种所有个体的胸径断面积/所有种个体的胸径断面积和 × 100%。

3 结果与分析

3 1 新银合欢人工林治理区域特征比较

表 1 列举了新银合欢人工林治理区所设立的 8 个样地的基本情况,从表 1 中可以看出 8 个样地的海拔均值为 1 139.38 m,坡度为 30.9°;土壤类型为燥红土<sup>[1,2]</sup>,为典型的金沙江干热河谷严重生态退化区。在该区域从 1995 年开始采用新银合欢作为先锋树种进行生态恢复(restoration),林内郁闭度已达 0.75,平均胸径为 6.67 cm,平均高度为 8.41 m。从 8 个样地的比较来看,该区域不同的坡度、坡向及海拔较之治理前(光板地)林分达到了较为理想的郁闭效果,充分体现了新银合欢的耐贫瘠性和速生性<sup>[5]</sup>。

3 2 新银合欢人工林治理区乔木层物种重要值分析

表 2 给出了新银合欢人工林乔木层物种多样性(species diversity)的重要值等指数。从表 2 可以看出新银合欢人工林的频度达到了 1,已经占据了治理区域。相对显著度均值为 75.91%,重要值均值为 76.06%,都达到了一个较高的数值,从新银合欢人工林的胸高断面积和每公顷株数上可以判断其生物量(biomass)也达到较高的数值,说明新银合欢已经成为该治理区域生态系统中的优势种(dominant species)。但其相对密度(72.35%)较大,说明其它种已很难

进入,从而使其系统的物种多样性减小。

表 1 新银合欢人工林生态恢复区基本特征

样地号	海拔/m	坡度/°	坡向	土壤类型	郁闭度	平均胸径/cm	平均高/m
1	1154	15.0	东南	燥红土	0.73	8.25	9.77
2	1149	44.1	西南	燥红土	0.84	5.43	7.68
3	1148	33.5	东北	燥红土	0.67	8.44	11.06
4	1140	44.5	北	燥红土	0.80	5.50	6.36
5	1148	35.3	南	燥红土	0.62	5.63	7.34
6	1152	26.0	西北	燥红土	0.57	6.03	9.04
7	1125	25.2	东北	燥红土	0.70	7.97	7.26
8	1099	23.2	西	燥红土	0.87	6.86	8.75
均值	1139.38	30.9	-	-	0.75	6.76	8.41

表 2 新银合欢人工林乔木层数量特征

样地号	株数/hm <sup>2</sup>	胸高断面积 /(m <sup>2</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	频度/%	相对密度 /%	相对高度 /%	相对显著度 /%	重要值 /%
1	2700	9.08	100	77.20	83.07	88.84	83.03
2	2000	5.11	100	66.15	78.21	70.60	71.53
3	2600	11.19	100	68.97	81.73	90.67	80.46
4	1900	4.50	100	65.52	76.50	64.29	68.77
5	1300	5.53	100	65.00	69.83	61.32	65.38
6	3600	6.03	100	77.55	84.50	78.75	80.27
7	2300	7.97	100	77.18	82.10	69.55	76.28
8	3600	8.36	100	81.25	83.67	83.26	82.73
均值	2325	7.22	100	72.35	79.95	75.91	76.06

3 3 新银合欢人工林治理区乔木层生物多样性分析

生态学家提出增加物种丰富度会提高生态系统功能的多样性<sup>[6]</sup>,从而导致生态系统稳定性的提高(Tihman et al 1996)。表 3 中新银合欢人工林物种丰富度(species richness)为 3.75,较之治理前光板地有较大提高;新银合欢人工林乔木层 Shannon- Wiener 指数和 Simpson 指数分别为 0.247 和 0.387,可以看出新银合欢人工林治理区乔木层的生物多样性指数较小。许多研究显示物种的数目增加会提高生态系统功能的稳定性,种类进一步增加,稳定性也恒定的提高(Kareiva, 1996)。但是在退化生态系统的早期,当用过多的种类进行组建先锋群落时群落的结构和功能显然是不稳定的,因为此时环境还不具备容纳太多种类定居的条件<sup>[6,7]</sup>。在金沙江干热河谷严重生态退化区域生态恢复初期,由于只有很有限的种类能适应恶劣的环境,先锋树种(新银合欢)定居,逐渐成林,与一些阳性的灌木组成演替初期的先锋群落,并占据了上层群落。<sup>[4,6~8]</sup>

3 4 新银合欢人工林灌木层生物多样性分析

从表 4 中可以看出新银合欢人工林灌木层物种丰富度为 5.125, Shannon- Wiener 指数为 0.326, Simpson 指数为 0.436,无论从物种丰富度还是 Shannon- Wiener 指数、Simpson 指数较之乔木层都有所提高。在新银合欢人工林中从灌木层向乔木层竞争的过程中,由于新银合欢有较强的速生性、耐贫瘠性生长势明显高于其它种<sup>[5]</sup>,压制主其它种向乔木层的生长,从而使其物种丰富度和 Shannon- Wiener 指数、Simpson 指数由灌木层向乔木层递减。

3 5 新银合欢人工林草层植物生物多样性分析

草层植物是指活的草本类植物及在一定高度(40 cm)以下的乔灌木幼苗的总和<sup>[9]</sup>。从表 5 中看出草层植物的物种丰富度为 7.875, Shannon- Wiener 指数为 0.397, Simpson 指

数为 0.487, 较之灌木层又有所提高。物种多样性方面上已达到较为理想的数值, 但由草层向灌木层、乔木层竞争的过程中, 其 Shannon- Wiener 指数和 Simpson 指数都逐层递减, 其它物种已被新银合欢抑制其向上层发展。新银合欢人工林草层植物的盖度高于其它层, 具有明显增加生物多样性、防止水土流失、改善土壤结构、保持和提高土壤肥力, 促进林木生长等作用<sup>[6, 9]</sup>。

表 3 新银合欢人工林乔木层生物多样性指数

样地号	物种丰富度	Shannon- Wiener 指数	Simpson 指数
1	4	0.194	0.281
2	3	0.208	0.457
3	4	0.216	0.325
4	5	0.295	0.495
5	3	0.318	0.544
6	4	0.221	0.323
7	3	0.246	0.386
8	4	0.209	0.288
均值	3.75	0.247	0.387

表 4 新银合欢人工林灌木层生物多样性指数

样地号	物种丰富度	Shannon- Wiener 指数	Simpson 指数
1	6	0.295	0.341
2	5	0.324	0.488
3	5	0.305	0.467
4	7	0.357	0.520
5	6	0.386	0.565
6	4	0.288	0.387
7	3	0.341	0.406
8	5	0.312	0.312
均值	5.125	0.326	0.436

4 结论与讨论

物种多样性是生态系统稳定性的基础, 能导致生态系统功能的优化<sup>[6]</sup>。本研究可以看出新银合欢人工林的物种丰富度和 Shannon- Wiener 指数、Simpson 指数由草层向灌木

层、乔木层逐渐减小。在生态恢复的演替初期植物刚刚占领开阔的生境就已经开始相互之间的作用和影响, 各物种享受着共同的资源库<sup>[6, 7]</sup>。随着个体的发育和生物量的上升, 这种相互竞争逐渐增强, 结果最终导致一些种的生长被抑制甚至死亡。物种的增加是提高或降低生态系统稳定性取决于物种对环境反应的生物学特性, 对生态系统功能的作用相似但对环境反应各异的种的增加有利于生态系统的稳定, 因为任何一个种的丰富度的减少都会由另一功能特点相似的种来补偿<sup>[7, 10]</sup>。在金沙江干热河谷严重生态退化区域选用豆科植物新银合欢作为先锋树种, 在较短的时间内明显改善系统的微环境, 形成了乔、灌、草复合结构, 为后继种的侵入和定居创造条件, 加快了群落的演替过程<sup>[6- 8, 11]</sup>。

表 5 新银合欢人工林草层生物多样性指数

样地号	物种丰富度	Shannon- Wiener 指数	Simpson 指数
1	8	0.384	0.382
2	4	0.413	0.543
3	10	0.367	0.517
4	9	0.401	0.558
5	8	0.454	0.577
6	7	0.356	0.402
7	8	0.401	0.478
8	6	0.398	0.435
均值	7.875	0.397	0.487

建议在金沙江干热河谷严重退化生态系统的人工林造林中选择一些对人工生态系统恢复和发展、对生态环境影响好的树种进行营造<sup>[8, 12]</sup>。造林初期可因地制宜选取生态恢复的先锋树种如新银合欢、马尾松等, 在造林初期应注意控制林分密度, 不宜过高, 否则造成林内个体之间的激烈竞争, 使其它植物难以进入, 造成林内植被物种多样性偏低, 使系统恢复减慢<sup>[10, 13]</sup>。因此, 应增加乡土树种与外来种的配合使用, 可保持较高的物种多样性<sup>[13]</sup>, 加速物种多样性恢复, 增加生态系统稳定性。

参考文献:

[1] 何毓蓉, 徐建生, 黄成敏. 金沙江干热河谷区变性土的特征研究及系统分类[J]. 土壤学报, 1995, 32: 102- 103

[2] 纪中华, 刘光华, 段曰汤, 等. 金沙江干热河谷脆弱生态系统植被恢复及可持续生态农业模式[J]. 水土保持学报, 2003, 17(5): 19- 20

[3] 钟祥浩. 干热河谷区生态系统退化及恢复与重建途径[J]. 长江流域资源与环境, 2003, (3): 381- 382

[4] 雷相东, 张会儒, 李冬兰, 等. 东北过罚林区四种森林类型的物种多样性比较研究[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5): 48

[5] 刘燕华, 李秀彬. 脆弱生态环境可持续发展[M]. 北京: 商务印书馆, 2001. 293

[6] 彭少麟. 热带亚热带恢复生态学研究与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 220- 223

[7] 彭少麟, 方伟. 热带人工林生态系统重建过程物种多样性研究[J]. 生态学报, 1995, 11(3): 18- 30

[8] 秦新生, 刘苑秋, 邢福武. 低山人工林下植物物种多样性研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1995, 11(3): 223- 226

[9] 蔡锡安, 夏汉平. 森林生态系统草层植物的生态功能[J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(1): 61- 68

[10] 彭少麟. 南亚热带退化生态系统的恢复和重建的生态学理论和应用[J]. 热带亚热带植物学报, 1996, 4(3): 36- 44

[11] 高增祥, 季荣, 徐汝梅, 等. 外来种入侵的过程、机理和预测[J]. 生态学报, 2003, 23(3): 558- 567

[12] 王绪高, 李秀珍, 孔繁花, 等. 大兴安岭北坡火烧迹地自然与人工干预的植被恢复模式初探[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5): 30- 34

[13] 郑景明, 罗菊春. 长白山阔叶红松林结构多样性的初步研究[J]. 生物多样性, 2003, 11(4): 295- 302