

# 滇东北不同退耕还林类型生物生产量及 水土保持效益分析\*

方向京, 李贵祥, 张正海

(云南省林业科学院, 昆明 650204)

**摘要:**通过对滇东北河谷区退耕还林地 5 种 5 a 生林分的典型配置模式进行调查和水土流失监测分析,认为不同配置模式其生物生产量及水土流失状况各不相同,其结果为:不同配置模式生物量排序依次为竹林 > 刺楸林 > 杉木林 > 紫茎女贞林 > 车桑子林。不同配置模式总生产力比较的结果与生物量的结果基本一致,且枯枝落叶层现存量与总生产力呈显著正相关。地表径流总量及泥沙量依次为竹林 < 刺楸林 < 紫茎女贞林 < 杉木林 < 车桑子林。

**关键词:**滇东北; 退耕还林; 生物生产量; 水土保持

中图分类号:S157;X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)05-0229-04

## Analysis on the Biological Production and Soil and Water Conservation Benefit Under Different Types of Returning Farmland to Forests in Northeastern Yunnan Province

FANG Xiang-jing, LI Gui-xiang, ZHANG Zheng-hai

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China)

**Abstract:** After observation and analysis on 5 complex planting models (5-year-old) of eco-economic forest for returning farmland to forests in northeastern Yunnan province, the results showed: the biomass under different model had the order as Bamboo forest > *Kalopanax septemlobus* forest > *Fir* forest > *Ligustrum purpurascens* forest > *Dodonaea viscosa* forest, the productivity under different mode showed the similar result and had significant positive correlations with standing stocks of forest floor, the surface runoff and sediment had the order as Bamboo forest < *Kalopanax septemlobus* forest < *Ligustrum purpurascens* forest < *Dodonaea viscosa* forest.

**Key words:** northeastern Yunnan province; returning farmland to forests; biological production; soil and water conservation

退耕还林是我国西部改善生态环境的根本措施,也是土地利用调整的一种具体措施,对防治水土流失和土壤退化具有重要的战略意义。土壤侵蚀是土地退化的根本原因,也是导致生态环境恶化的重要原因<sup>[1]</sup>。一般地说,造成水土流失的主要原因是地表径流<sup>[2]</sup>,在目前科技水平条件下,人类无法大规模改变降雨、地形和土壤因子来对水土流失进行调控,而植被和水保措施因子基本上是可控制的,通过这两个因子对降雨、土壤条件和地形进行调节就显得特别重要<sup>[3-4]</sup>。

该文通过对滇东北河谷区退耕还林典型配置模式生物生产量及水土流失状况进行分析研究,旨在为退耕还林模式选择提供理论依据。

### 1 研究区概况

滇东北处于云贵高原和四川盆地的衔接部位。乌蒙山自西向东北纵横全区,金沙江沿西北边界通过。全区地形南高北低,西高东低,形成由西南向东北逐渐下降和倾斜的地势。平均海拔在 1 600 m 左右,最高点为巧家县的药山,达 4 040 m,最低点为

\* 收稿日期:2009-02-13

基金项目:云南省科技攻关计划“矿区废弃地生态修复综合控制技术与示范”(2006SG24)

作者简介:方向京(1969-),男,云南个旧人,博士,研究员,主要研究方向:林业生态工程及水土保持。E-mail:xjfang2005@126.com

水富县金沙江与横江汇合处的滚坎坝,仅 267 m,相对高差达 3 773 m。

滇东北属中亚热带季风气候区,接近四川盆地边缘,受东南季风和西南季风影响,同时还受由北而下的气团影响,形成一个特殊的气候。滇东北土壤成土母质为各类砂岩、页岩、泥岩、石灰岩及玄武岩的风化物。黄壤及黄棕壤为主要土壤类型,分布着暖性阔叶林和暖性针叶林,另外,还分布有小面积的暖性竹林。这些森林大部分分布在山的中部和上部,但仍具有垂直分布的特点。在海拔 700 m 以下以及河谷地段为稀树草坡;海拔 700~2 000 m 为暖性针叶林;1 500 m 以上山体的上部为暖性阔叶林和暖性竹林。

滇东北是金沙江下游泥沙的主要来源地,全区轻度以上侵蚀面积达 21 861.56 km<sup>2</sup>,占本区土地总面积的 60.33%和长江上游水土流失面积(39.3 万 km<sup>2</sup>)的 5.56%;年均土壤侵蚀量 9 394.15 万 t,占长江上游地区年均侵蚀总量(15.68 亿 t)的 5.99%;平均侵蚀模数 4 297.1 t/(km<sup>2</sup>·a),比长江上游水土流失区平均侵蚀模数 3 990 t/(km<sup>2</sup>·a)高 7.7%。这表明,滇东北山区无疑是长江上游水土流失最严重的区域之一。侵蚀类型以水蚀为主,严重的地区多发崩塌、滑坡和泥石流。

## 2 材料及方法

选取了滇东北河谷区较为典型的植被类型,即 5 a 生的紫茎女贞(*Ligustrum purpurascens*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)、竹林、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)和刺楸(*Kalopanax septemlobus*)配置模式进行测定分析。

### 2.1 样地设置及林分调查

在 5 个植被类型的人工林内设置 20 m × 20 m 的标准样地,对样地内乔木进行每木调查;在样地中,每 10 m × 10 m 中再设置 2 m × 2 m、1 m × 1 m 的小样方各 5 块,分别调查灌木及草本的生物多样性<sup>[5]</sup>。

### 2.2 生物多样性的测定

群落种类组成结构及群落植物多样性,采用 Simpson 提出的多样性指数(D<sub>s</sub>)计算<sup>[6]</sup>。

$$D_s = 1 - \sum N_j(N_j - 1) / N(N - 1)$$

式中: N ——所有种的个体数; s ——种的数目; N<sub>j</sub> ——每一个种的个体数, j = 1, ..., s。

### 2.3 生物量的测定

乔木层生物量测定:采用等段面积分级标准木法,伐倒样木,分干、皮、枝、叶、花称量,获取各部分

器官的鲜重,并同时取样测定含水率,求算各部分组织的生物量及总生物量<sup>[7-8]</sup>。灌木、草本、凋落物层生物量的测定采用样方收获法。根系生物量的测定:根据林分的平均胸径、平均树高选取林分的平均木,以此为对象测定根系的生物量。采用全根挖掘的方法,挖掘面积根据林分平均株行距确定,深度以最深根系为准。

### 2.4 最大持水量测定

地上部分最大持水量和枯落物最大持水量的测定,在标准地内随机设置 4 个 1 m × 1 m 的小样方,把小样方内的枯枝落叶全部收集,后把枯枝落叶浸入水中 2 h 以上,取出后称量,测得枯枝落叶最大持水量。同时设置 2 个 2 m × 2 m 样方,砍伐样方中的全部林木,测鲜质量后浸入水中 2 h 以上,取出后称量,带回室内烘干测定干质量,计算持水量。

### 2.5 地表径流及产沙量的测定

在不同配置模式林地内标准地附近各建一个 5 m × 5 m 的径流场,用定位观测的方法,每次降雨后测量其径流量和泥沙量<sup>[7]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 生物多样性变化状况

由于退耕年限较短,群落演替正处于“Bloom stage”即兴旺阶段(Margalef, 1957),物种多样性指数随群落演替而增加。多样性指数是群落丰富度和均匀度的函数,物种多样性与优势度呈显著负相关。河谷区退耕还林不同配置模式群落物种多样性及相关指标见表 1,竹林模式物种丰富度和均匀度较高,故物种多样性指数高;而车桑子模式,则由于立地条件较差,建群种车桑子占绝对优势,其下层的草本植物不易生长,对土壤改良作用较小,多样性指数最小,优势度较高,说明了有车桑子生长的地带,植物种类很少,均匀度最低。

表 1 滇东北河谷地带典型配置模式群落物种多样性及相关指标

模式类型 (乔木层)	Shannon - Weiner 指数	建群种 重要值	丰富度	均匀度	优势度 指数
紫茎女贞	1.1826	1.5971	8	0.9325	0.1467
车桑子	0.6112	2.0944	4	0.8924	0.3546
竹林	1.3087	2.5467	14	2.5609	0.0924
杉木林	0.8746	1.2368	5	1.3654	0.2324
刺楸	1.1352	1.5764	7	1.2594	0.1135

### 3.2 生物量状况

生物量是泛指单位面积上所有生物有机体的干

重<sup>[9]</sup>。植被生物量是生态系统最重要的数量特征之一,也是研究生态系统物质循环、能量流动和生产力的基础。由于组成树种不同,形成森林群落的主导因素不同,即使是处在同地域,林龄相近的林分,其生物量的积累仍然会有明显的差异。各植物层在水土保持功能上具有不同的作用机制,从森林对降水的影响,可将之分为林灌截留、树干茎流、林地枯落物吸持水、林地土壤水分入渗、林地坡面径流等。在林分营建初期,生物量的多少,将在很大程度上影响降雨截留量。由表 2 可以看出,河谷区各配置模式

以竹林的总生物量最大,为 29.89 t/hm<sup>2</sup>,车桑子的总生物量最少,其排序为:竹林>刺楸林>杉木林>紫茎女贞林>车桑子林。

### 3.3 不同配置模式的生产力

生产力是指单位面积和单位时间所产生有机物质的量,通常用 t/(m<sup>2</sup>·a)表示<sup>[9]</sup>。生产力与生物量的区别在于,前者表示一段时期积累的生产量,后者表示单位时间(通常为 1 a)内所产生的生物量,后者仅是前者的一部分。该区退耕地不同树种配置模式的生产力如表 3 所示。

表 2 河谷区不同林分配置模式分层生物量

模式类型	乔木层			灌木层			草本层			现存量	总计	
	干	枝叶	根	合计	合计	枝叶	根	合计	枝叶			根
紫茎女贞	-	-	-	-	2.52	0.51	3.03	7.47	2.45	9.92	0.69	13.64
车桑子	-	-	-	-	1.25	0.77	2.02	2.36	0.87	3.23	0.46	5.71
竹林	14.21	7.68	2.65	25.54	1.08	0.42	1.50	0.86	0.43	1.29	1.56	29.89
杉木林	11.45	4.16	2.96	18.57	0.14	0.05	0.19	0.34	0.12	0.46	1.05	20.27
刺楸	8.76	4.63	4.26	17.65	1.58	0.85	2.43	2.25	1.78	4.03	1.46	25.57

表 3 河谷区不同林分配置模式生产力

模式类型	年生产力								总计/ (t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
	乔木层/ (t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )		灌木层/ (t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )		草本层/ (t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )		枯枝落叶/ (t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )		
	占总量 比/%	占总量 比/%	占总量 比/%	占总量 比/%	占总量 比/%	占总量 比/%	占总量 比/%	占总量 比/%	
紫茎女贞	0	0	0.61	22.21	1.98	72.70	0.14	5.06	2.73
车桑子	0	0	0.41	35.49	0.65	56.50	0.09	8.04	1.14
竹林	5.11	85.45	0.30	5.02	0.26	4.32	0.31	5.22	5.98
杉木林	2.71	91.61	0.04	0.94	0.09	2.27	0.21	5.18	4.05
刺楸	2.53	66.43	0.49	9.15	1.01	18.90	0.29	5.49	5.31

注:河谷区退耕时间为 5 a。

由表 3 可以看出,在河谷区,从灌木树种来看,属于大量草本植物入侵阶段,因此,其总生产力中草本层生产力所占的比重较大;但在乔木林中,依然以乔木树种占的比重大。枯枝落叶层现存量随着总生产力增加而增加,呈显著正相关。总生产力排序为:竹林>刺楸林>杉木林>紫茎女贞林>车桑子林,且枯枝落叶层现存量与总生产力呈显著正相关。

大持水量依次为刺楸>竹林>杉木林>紫茎女贞>车桑子。

表 4 河谷区不同配置模式生态功能指标

模式类型	紫茎女贞	车桑子	竹林	杉木林	刺楸
地上部分最大持水量/mm	0.92	0.26	1.75	1.08	1.63
枯落物最大持水量/mm	0.58	0.16	1.32	0.87	1.57
生物量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	12.64	5.72	29.89	20.27	26.57

### 3.4 水土流失状况分析

3.4.1 不同配置模式地上部分最大持水量分析  
林分地上部分持水能力在一定程度上可以反映降雨截留的能力,从表 4 可以看出,不同配置模式地上部分最大持水量是以刺楸最大,其生物量也是最大,以车桑子地上部分持水量最小,其生物量也是最小,这表明在林分兴旺阶段,地上部分最大持水能力与群落生物量有关,随着生物量的增加,最大持水能力也增加,不同配置模式地上部分最大持水量依次为竹林>刺楸>杉木林>紫茎女贞>车桑子;枯落物最

3.4.2 不同配置模式单点降雨水土侵蚀量  
水土流失量与土壤和降雨强度具有一定关系,但在土壤和降雨强度近似的区域内,主要取决于植被状况。从表 5 看出,降雨量越大,地表径流和泥沙量也越大。从不同配置模式来看,地表径流总量及泥沙量均以竹林模式为最低,为 12.3 t/hm<sup>2</sup>,1.30 kg/hm<sup>2</sup>,以车桑子模式最大,其径流总量分别是模式紫

茎女贞、竹林、杉木林及刺楸林模式的 0.49, 0.38, 0.61, 0.44 倍, 这说明在水土保持功能上, 最好的为 竹林模式, 其地表径流量和泥沙量排序依次为竹林 < 刺楸林 < 紫茎女贞林 < 杉木林 < 车桑子林。

表 5 河谷区不同配置模式次降雨侵蚀情况比较

不同配置模式	8月15日		8月16日		8月17日	
	地表径流总量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	泥沙量/ (kg · hm <sup>-2</sup> )	地表径流总量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	泥沙量/ (kg · hm <sup>-2</sup> )	地表径流总量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	泥沙量/ (kg · hm <sup>-2</sup> )
紫茎女贞	17.4	2.19	6.96	1.21	2.80	0.31
车桑子	35.6	5.29	8.24	2.74	4.36	0.76
竹林	12.4	1.30	0.86	0.17	1.40	0.13
杉木林	21.8	2.54	8.12	2.45	2.95	0.59
刺楸	15.7	1.67	2.26	0.89	2.43	0.24

注: 8月15日、16日、17日的降雨量分别为 30.6, 21.9, 12.4 mm。

## 4 结论

(1) 在 5 种配置模式中, 竹林模式物种丰富度和均匀度较高, 故而物种多样性指数高; 而车桑子模式, 多样性指数最小, 优势度较高。

(2) 从生物量的比较来看, 因退耕时间仅 5 a, 河谷区定向培育的竹林、杉木及刺楸林, 其生物量明显高于车桑子灌木林、紫茎女贞等, 而林分的总生物量更要取决于乔木层生物量, 二者呈显著正相关。河谷区总生物量排序: 竹林 > 刺楸林 > 杉木林 > 紫茎女贞林 > 车桑子林。不同配置模式总生产力比较的结果与生物量的结果基本一致。总生产力排序为: 竹林 > 刺楸林 > 杉木林 > 紫茎女贞林 > 车桑子林, 且枯枝落叶层现存量与总生产力呈显著正相关。

(3) 在河谷区的不同配置模式中, 次降雨地表径流量及泥沙量竹类最低, 而车桑子径流量明显高于其它模式, 地表径流量和泥沙量依次为竹林 < 刺楸林 < 紫茎女贞林 < 杉木林 < 车桑子林。

### 参考文献:

- [1] 赵晓丽, 张增祥, 周全斌, 等. 中国土壤侵蚀现状及综合防治对策研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(1): 40-43.
- [2] 刘刚才, 高美荣, 林三益, 等. 紫色土两种耕作制的产流产沙过程与水土流失观测准确性分析[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 108-111.
- [3] 王礼先, 解明曙. 山地防护林水土保持水文生态效益及其信息系统[M]. 北京: 中国林业出版社, 1982.
- [4] 蒋有绪. 世界森林生态系统结构与功能研究综述[J]. 林业科学研究, 1995(3): 314-321.
- [5] 柴勇, 孟广涛, 方向京, 等. 云南金沙江流域退化林地群落特征研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 146-151.
- [6] 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [7] 林业部科技司. 森林生态系统定位研究方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [8] 李贵祥, 孟广涛, 方向京, 等. 珠江源头区不同地类人工恢复植被树种选择及生态效益研究[J]. 水土保持通报, 2007, 27(4): 126-130.
- [9] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量 and 生产力[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

(上接第 228 页)

## 4 结论

矿山生态地质环境综合评价模型针对甘肃省大区域矿区进行综合环境质量影响评价, 综合评价分区图有效拟合了甘肃省矿山生态地质环境现状, 得到了明确的结果, 说明该模型方法有效、可行, 有一定的实用价值。事实上, 该方法同样适合单矿山生态地质环境质量影响评价, 只是需要调整具体评价指标, 研究中, 选取典型的阿甘镇煤矿与天祝煤矿进行尝试, 定量评价结果与实际较为吻合, 需要进一步探索。

### 参考文献:

- [1] 杨纶标, 高英仪. 模糊数学原理及应用[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002: 32-77.
- [2] 杨梅忠, 刘亮, 高让礼. 模糊综合评判在矿山环境影响评价中的应用[J]. 西安科技大学学报, 2006, 26(4): 439-442.
- [3] 孟宪林, 孙丽欣, 周定, 等. 灰色理论在环境质量评价中的应用与完善[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2002, 34(5): 205-207.
- [4] 雷万荣, 唐春梅, 余广文, 等. 江西省矿山地质环境综合评价方法初探[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 15(5): 63-66.
- [5] 黄润秋, 许向宁, 唐川, 等. 地质灾害评价与地质灾害管理[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 122-345.