

## 黄土丘陵半干旱区退化刺槐林不同改造方式效果分析

许鹏辉<sup>1</sup>, 陈云明<sup>2\*</sup>, 吴芳<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**采用野外典型抽样调查和室内分析测定的方法,在黄土丘陵半干旱区—安塞水土保持综合试验站研究了退化刺槐林经萌蘖更新和重造侧柏林改造后林地土壤水分含量、乔木根系生物量和生物多样性指标的差异。结果表明:萌蘖更新林地内的土壤水分含量和生物多样性指数均高于重造侧柏林地;不同改造方式下整个土层内根系生物量的差异较大,根系生物量最大的是重造侧柏林地,为 17.59 g,最小的是退化刺槐林,为 16.59 g。萌蘖刺槐林与退化刺槐林相比,土壤水分含量和生物多样性指数变化不大,但林内乔木种类较退化刺槐林内丰富。因此利用间伐萌蘖方式对退化刺槐林改造是可行的。

**关键词:**退化;刺槐;改造方式;效果分析

中图分类号:S727.22

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2009)04-0109-05

### Effects Different Improvement Measures of Degradated *Robinia pseudoacacia* in Semi-arid Loess Hilly Region

XU Peng-hui<sup>1</sup>, CHEN Yun-ming<sup>2\*</sup>, WU Fang<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** With the methods of representative field sampling investigation and laboratory analysis, this paper studied the differences of soil water content in forestland, the biomass of root system of tree and the biodiversity under the degraded *Robinia pseudoacacia* by root-sprout regeneration and reforestation (*Plantycladas orientalis* forest) at semi-arid loess hilly region. The results showed that the soil moisture and biodiversity index of root-sprout regenerated forest were better than reforested *P. orientalis* forest. The root biomass in all soil layers made a great difference under different reformative ways, with the highest root biomass of 17.59 g in reforested *P. orientalis* forest and the lowest root biomass of 16.59 g in degraded *R. pseudoacacia*. There were little changes in the soil moisture and biodiversity index between root-sprout regenerated forest and degraded *R. pseudoacacia* forest, but the tree species in root-sprout regenerated forest were much richer than those in degraded *R. pseudoacacia* forest. Therefore, root-sprout regeneration is a feasible way of reforming degraded *R. pseudoacacia* forest.

**Key words:** degradation; *Robinia pseudoacacia*; reformative way; effect analysis

黄土丘陵半干旱区为了防治水土流失,恢复和重建植被,在 20 世纪 60~70 年代后营造了大面积的刺槐水土保持林,由于一些地方造林时忽视了立地条件的差异,加之造林时存在密度过大、树种单一

等问题,导致了土壤水分不足并形成干层,林分退化、生态效益低等问题。人工刺槐退化林的主要特征有林相参差不齐,过熟林内存在大量枯木;树体上枯枝多,萌蘖枝条多,但萌蘖枝条存活率低,树冠冠

收稿日期:2008-11-20 修回日期:2009-01-09

基金项目:国家科技支撑重点项目“植被优化配置与可持续建设技术”(2006BAD09B03)

作者简介:许鹏辉,男,硕士研究生,主要从事土壤侵蚀方面的研究。

\* 通讯作者:陈云明,男,研究员,主要从事植被生态与水文方面的研究。E-mail:ymchen@ms.iswc.ac.cn

形差,冠幅某一方向上很长而另一方向很短;树体黑色,附生大量黄褐色地衣;这些退化的刺槐林在 8 a 左右的幼龄林时年生长量就开始下降,若不采取相应的措施,易形成“小老树”<sup>[1]</sup>。

为了改造退化的人工刺槐林,提高林分的生态效益,许多学者在刺槐林等人工植被的退化机理及改造方式等开展了较多研究<sup>[2-5]</sup>。但从群落学角度出发,研究退化刺槐林群落特征及其天然化更新的报道很少。本文从刺槐林群落发育原理出发,分析了不同改造方式对林地土壤水分、根系分布和林下生物多样性的影响,为退化刺槐林的改造提供依据。

### 1 研究区概况

研究区位于黄土高原中部,中国科学院安塞水土保持综合试验站敦滩观测场,海拔 1 068~1 309 m。本区属暖温带半湿润向半干旱过渡区,属于大

陆性季风气候,受冬夏季风的影响比较明显,冬季多西北风,夏季多西南风年。年平均气温 8.8℃,年降水量 505.3 mm 左右,主要集中在 7~9 月<sup>[6]</sup>。土壤类型处于黄绵土与沙黄土交错区;植被类型处于暖温带落叶阔叶林向干草原过渡的森林草原区,同时又是典型受人类活动影响的水土流失严重区<sup>[7]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 样地选择

2008 年 5 月在安塞试验站敦滩观测场,分别选取立地条件相似的退化刺槐(*Robinia pseudoacacia*)林、退化刺槐林皆伐后形成的萌生刺槐纯林、皆伐后重造的侧柏(*Platycladus orientalis*)纯林为研究对象,分别设立样地进行调查(表 1)。其中退化刺槐林为鱼鳞坑造林,重新改造的侧柏纯林采用水平阶造林方式,阶宽 2.5 m,阶高 1 m,株行距 1.5 m。

表 1 样地概况

Table 1 General features of plots

样地	现存密度 (株·hm <sup>-2</sup> )	改造 方式	改造 年份	造林 年份	经纬度	坡向	坡度 /°	坡位	海拔 /m	郁闭度	土壤 类型	干扰 情况
萌蘖刺槐林	2 375	皆伐	1996	1966	N36°51.567' E109°19.036'	东偏北 20°	20	梁阶坡 中上部	1 202	0.5	黄绵土	较强
重造 侧柏林	4 667	水平阶 造林	1996	1996	N36°51.545' E109°19.043'	东偏北 10°	10	梁阶坡 中上部	1 204	0.8	黄绵土	较强
退化刺槐林	435	间伐	1996	1966	N36°51.559' E109°19.137'	东偏北 30°	30	梁阶坡 中上部	1 201	0.3	黄绵土	较强

### 2.2 样品采集与分析

2.2.1 土壤水分测定 采用土钻取样,烘干法测定。测定深度 3 m,每 10 cm 土层深度取土样一次,每块样地内沿对角线随机打钻 3 个,称湿重后,在 105℃烘干至恒重,称其干重,分层平均计算土壤含水率。

2.2.2 林地根系测定 在样地调查的基础上,根据平均胸径或地径选择标准木 3 株,采用 1/4 样圆法<sup>[8]</sup>(图 1),水平方向按距标准木 0.5,1,1.5,2.0,2.5,3 m 做圆弧,每一距离在圆弧上均匀取 3 个点,垂直方向用土钻(直径 6.5 cm)取根,取样深度 60 cm,每 10 cm 取样一次。土样经筛检后取出活根,洗净,晾干,烘干后称重。

2.2.3 植物多样性调查 在萌蘖刺槐林和重造侧柏林样地内各设置 1 个标准地,未改造的退化刺槐林内选 1 个标准地,面积为 20 m×20 m。在标准地内调查乔、灌木生长指标的基础上,因样地内草本植被较多,在每个标准地内设置 10 个 1 m×1 m 的草本小样方,共调查小样方 30 个。按照乔木层、灌木层和草本层进行植物种类的调查、测定和统计。调查内容<sup>[9]</sup>包括:①生境因子:样方的经纬度、海拔、坡向、坡位、坡度、土壤类型等;②乔木层:树高,胸径

(地径)。所有乔木的种名、株数、盖度;③灌木层:记录种名、株数(丛数)并记录其高度和盖度。④草本层:记录种名、株数(丛数)并记录其高度和盖度。

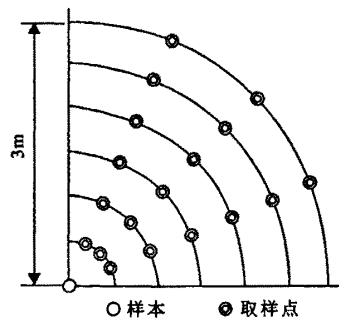


图 1 根系调查取样示意图

Fig. 1 Schematic diagram of root investigation

物种多样性指数采用常用的  $\alpha$  多样性的测度指标,即丰富度指数(richness index)、均匀度指数(evenness index)和多样性指数(diversity index)。其计算公式<sup>[9-13]</sup>如下:

丰富度指数:  $R_0 = S$

Simpson 指数( $D$ ):  $D = 1 - \sum P_i^2$

Shannon-Wiener 指数( $H'$ ):  $H' = -\sum P_i \ln P_i$

Pielous 指数( $J'$ ):  $J' = H' / \ln S$

式中:  $S$  为物种数, 指出现在样地的物种之和, 即物种丰富度;  $N_i$  为第  $i$  个物种的重要值;  $N$  为群落中所有物种的重要值之和;  $P_i$  为第  $i$  个物种的相对重要值  $P_i = N_i / N$ 。

3 结果与分析

3.1 不同改造方式对林地土壤水分的影响

不同改造方式林地土壤含水量随深度的变化而变化表现出明显的层次性变化(图2)。其总的趋势 0~40 cm 土层含水量较低, 随着土壤深度的增加, 50~200 cm 土层含水量较高, 210~300 cm 土层含水量又处于低值。以萌蘖刺槐林为例, 3 个土壤层次的含水量分别为 4.71%、8.71% 和 6.39%。0~300 cm 土壤剖面的平均含水量依次为: 退化刺槐林 > 萌蘖刺槐林 > 重造侧柏林, 分别比退化刺槐林平均土壤含量减少 0.86%、2.00%。退化刺槐林因其生长缓慢, 保存密度低, 仅为  $435 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  (表1), 土壤水分条件较好; 萌蘖刺槐林密度较大, 枝条生长好, 消耗土壤水分高于退化刺槐林; 重造侧柏林密度最高, 而且处于生长盛期, 土壤含水量最低, 这也与王得祥等<sup>[14]</sup>在该区的研究结果相似。

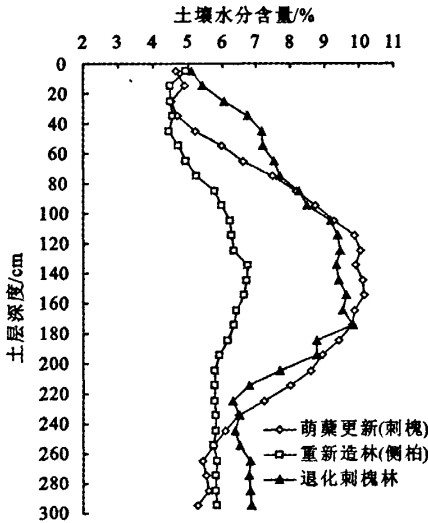


图2 不同改造方式土壤水分状况

Fig. 2 Soil moisture in different reformative ways

3.2 不同改造方式林地根系生物量

用样地内所选标准木根量总和的算术平均值来表示各样地的根系生物量。图3、4表明, 3 个样地内根系生物量均随土层深度的增加而逐渐减小。测定土层 0~60 cm 的根系生物量以侧柏林最大达 17.59 g, 萌蘖刺槐林次之, 为 17.13 g, 退化刺槐林最小, 为 16.59 g, 这也可初步解释侧柏林内 0~60

cm 土层内土壤水分相对较低的现象。根系生物量均主要集中在 0~30 cm, 其中, 重造侧柏林占总根量的 61.4%, 退化刺槐林占 66.69%, 萌蘖刺槐林占 63.47%。

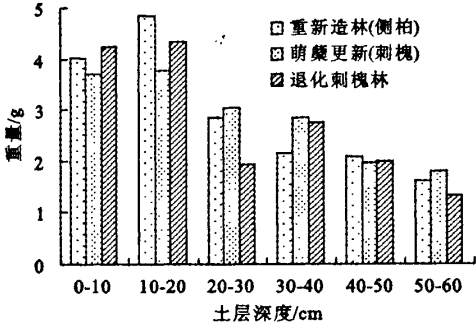


图3 样地内不同深度根含量

Fig. 3 Root content at different depths in sample plots

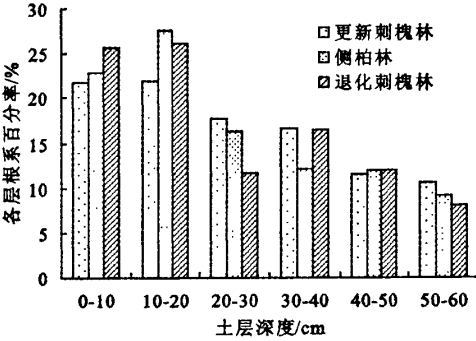


图4 各样地不同土层根系含量百分率

Fig. 4 Percentage of root content at different depths in sample plots

3.3 不同改造方式林内物种组成

根据样地内植物种类调查的统计和分析(表2), 样地内共有维管束植物 29 种, 隶属于 14 科, 28 属。所调查植物中含有 4 个种以上的科只有 3 个: 豆科, 菊科和禾本科。占总种数的 21.43%, 此 3 个科所含种数为 16 种, 占总种数的 55.17%, 其中豆科 6 种, 菊科 6 种, 禾本科 4 种, 其余多为单属科, 占总种数的 64.29%。草本层出现较多的菊科、豆科、禾本科植物, 这些植物物种个体数量多、盖度大、生物量高、生活能力较强, 构成了草本层和灌木层的优势种; 同时也有个别伴生种和偶见种出现, 表明草本植物多样性的丰富, 这也比较符合黄土高原半干旱区的植被组成特征。

3.4 不同改造方式林地内生物多样性

3.4.1 丰富度指数 物种丰富度是指一个群落或生境中物种数目的多寡, 从表3可知, 萌蘖刺槐林乔木层树种较侧柏林和退化刺槐树种种类要多, 这可能是由于在改造过程中本想改造成刺槐和杜松、侧柏混交林, 但是成活率不高未能成功。但有个别植

株成活,在萌蘖刺槐林周围有榆树母树,造成萌蘖刺槐林内榆树数量较多。侧柏林和退化刺槐为人工林,乔木层树种单一,侧柏林为纯林,并且郁闭度在8.0以上,林下几乎没有植被,林内仅几株刺槐散生。萌蘖刺槐林比退化刺槐林林下物种丰富度低,

可能由于萌蘖刺槐林样地内榆树实生苗较多,且集中生长在一起,对林地内草本有一定的遮荫作用。而退化刺槐林内老刺槐树体较高平均都在10 m左右,冠幅平均为3 m,基本不会对林下草本有遮挡。

表 2 植物种类统计

Table 2 Statistic of vegetation species

类别	科名	属名	种名
裸子植物亚门	柏科 Cupressaceae	侧柏属 <i>Platycladus</i>	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>
		刺柏属 <i>Juniperus</i>	刺柏 <i>Juniperus formosana</i>
		榆属 <i>Ulmus</i>	榆树 <i>Ulmus pumila</i>
被子植物亚门 (双子叶植物纲)	榆科 Ulmaceae	榆属 <i>Ulmus</i>	榆树 <i>Ulmus pumila</i>
	藜科 Chenopodiaceae	猪毛菜属 <i>Salsola</i>	猪毛菜 <i>Salsola collina</i>
	十字花科 Cruciferae	葶苈属 <i>Draba</i>	葶苈 <i>Draba nemorosa</i>
	蔷薇科 Rosaceace	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	菊叶委陵菜 <i>Potentilla tanacetifolia</i>
		梨属 <i>Pyrus</i>	杜梨 <i>Pyrus betulae folia</i>
	豆科 Leguminosae	洋槐属 <i>Robinia</i>	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>
		野豌豆属 <i>Vicia</i>	野豌豆 <i>Vicia sepium</i>
		胡枝子属 <i>Lespedeza</i>	兴安胡枝子 <i>Lespedeza davurica</i>
		米口袋属 <i>Gueldenstaedtia</i>	米口袋 <i>Gueldenstaedtia multiflora</i>
		棘豆属 <i>Oxytropis</i>	二色棘豆 <i>Oxytropis bicolor</i>
		锦鸡儿属 <i>Caragana</i>	小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>
		远志属 <i>Polygala</i>	细叶远志 <i>Polygala tenuifolia</i>
		补血草属 <i>Limonium</i>	二色补血草 <i>Limonium bicolor</i>
		鹅绒藤属 <i>Cynanchum</i>	地梢瓜 <i>Cynanchum thesioides</i>
		旋花属 <i>Convolvulus</i>	田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i>
		青兰属 <i>Dracocephalum</i>	香青兰 <i>Dracocephalum moldavica</i>
		茜草属 <i>Rubia</i>	茜草 <i>Rubia cordifolia</i>
		菊属 <i>Dendranthema</i>	野菊花 <i>Dendranthema indicum</i>
		蒿属 <i>Artemisia</i>	艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>
			铁杆蒿 <i>Artemisia gmelinii</i>
		鸦葱属 <i>Scorzonera</i>	白茎鸦葱 <i>Scorzonera albicaulis</i>
		飞廉属 <i>Carduus</i>	飞廉 <i>Carduus crispus</i>
		蒲公英属 <i>Taraxacum</i>	蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>
	禾本科 Gramineae	赖草属 <i>Leymus</i>	赖草 <i>Leymus secalinus</i>
		隐子草属 <i>Cleistogenes</i>	糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>
		洽草属 <i>Koeleria</i>	洽草 <i>Koeleria cristata</i>
		针茅属 <i>Stipa</i>	长芒草 <i>Stipa bungeana</i>

表 3 不同改造方式物种多样性

Table 3 Species diversity of different reformative ways

样地名称	现存林分密度 (株·hm <sup>-2</sup> )	乔木层			灌木层			草本层		
		S	H'	J'	S	H'	J'	S	H'	J'
萌蘖刺槐林	2 375	5	1.124	0.698	1	0	0	9	1.558	0.709
重造侧柏林	4 667	2	0.27	0.90	—	—	—	—	—	—
退化刺槐林	435	1	0	0	—	—	—	17	2.086	0.736

3.4.2 多样性指数 物种多样性指数既能反映群落中物种的数目,又能反映各物种个体的差异,是两者的综合体现。Shannon-Wiener 指数是变化度指数,是一种较好地反映个体密度、生境差异、群落类型、演替阶段的指数,它是物种丰富度和均匀度的函数,物种数量越多,其分布越均匀,值也越大。Shannon-Wiener 指数乔木层萌蘖刺槐林为1.124,侧柏林为0.27。草本层退化刺槐林为2.086,萌蘖刺槐

林为1.558(表3)。

3.4.3 均匀度指数 均匀度是指群落或生境中全部物种个体数目的分配状况,它反映的是各物种个体数目分配的均匀程度。在乔木层中萌蘖刺槐林均匀度指数最高为0.698,侧柏林为0.9。在草本层中退化刺槐林和萌蘖刺槐林的均匀度基本相同。

综上所述,从3个样地生物多样性来看,侧柏林内生物多样性最低,与毕君等人<sup>[15]</sup>的研究结果类

似,由于侧柏郁闭度较高在0.8以上,林内光照不足,影响到其他草本灌木的生长,这与水土保持林的要求不相符合。而萌蘖刺槐林和退化刺槐林二者生物多样性差别不大,从植被角度来看二者水保效益基本相同,只要对退化刺槐林进行有计划间伐,使其自然萌蘖更新,即可获得一定量的木材和经济效益,又不降低其水土保持效果。

#### 4 结 语

(1)侧柏纯林内土壤水分含量最低,萌蘖刺槐林和退化刺槐林处于不同的生长阶段对不同土层水分利用也不一样,造成1 m以内的水分含量退化刺槐林比萌蘖刺槐林内的高,而在1~2 m内萌蘖刺槐林比退化刺槐林内的高。

(2)调查结果表明刺槐林下共有维管束植物29种,隶属于14科28属,其中双子叶植物居多。所调查物种中,含有4个种以上的科只有3个:豆科、菊科和禾本科,这三科植物耐干旱、耐瘠薄、适应性强,因此构成了研究地的优势植物种。其次还有柏科、蔷薇科均包含2个属。其余还有藜科、十字花科、萝藦科、旋花科、唇形科、茜草科等9个单属科。这也符合黄土高原半干旱区植物生长的一般规律<sup>[16]</sup>。

(3)不同改造方式下整个土层内根系生物量的差异较大,根系生物量最大的是重造侧柏林为17.59 g,最小的是退化刺槐林,为16.59 g。

(4)侧柏纯林下生物多样性很小,林下几乎没有草本和灌木。萌蘖刺槐林和退化刺槐林的生物多样性差别很小,退化刺槐林内草本种类比萌蘖刺槐林内多,而萌蘖刺槐林内的乔木种类比退化刺槐林多。

(5)对退化刺槐林进行有计划的间伐,使其自然萌蘖更新是可行的。

#### 参考文献:

- [1] 侯庆春,黄旭,韩仕峰,等.黄土高原地区小老树成因及其改造途径的研究:小老树的分布及其生长特点[J].水土保持学报,1991,5(1):64-72.
- [2] 韩蕊莲,侯庆春.黄土高原人工林小老树成因分析[J].干旱地区农业研究,1996,14(4):104-108.
- [3] 郭小平,朱金兆,余新晓,等.论黄土高原地区低效刺槐林改造问题[J].水土保持研究,1996,5(4):77-82.
- [4] 陈一鹤,刘康,李文华.皆伐萌蘖更新是改造刺槐林的有效途径[J].水土保持通报,1995,12(6):64-68.
- [5] 王克勤,王斌瑞.黄土高原刺槐林间伐改造研究[J].应用生态学报,2002,13(1):11-15.
- [6] 中国科学院水利部西北水土保持研究所.黄土丘陵区水土保持型生态农业研究[M].陕西杨陵:天则出版社,1990:36-56.
- [7] 陈杰,刘文兆,张勋昌,等.黄土丘陵沟壑区林地水文生态效应[J].生态学报,2008,28(7):2954-2963.
- [8] 赵忠,李鹏,王乃江.渭北黄土高原主要造林树种根系分布特征的研究[J].应用生态学报,2000,11(1):37-39.
- [9] 樊巍,高喜荣,赵东,等.太行山退化山地火炬树群落物种多样性与土壤特性变化的研究[J].河南农业大学学报,2008,42(3):299-302.
- [10] 马克平,黄建辉,于顺利,等.北京东灵山地区植物群落多样性的研究:II丰富度、均匀度和物种多样性指数[J].生态学报,1995,15(3):268-277.
- [11] 钱迎倩,马克平.生物多样性研究的原理与方法[M].北京:中国科学技术出版社,1994:141-165.
- [12] Magurran, A. E. Ecological Diversity and its Measurement [M]. New Jersey: Princeton University Press,1998.
- [13] Hartnett D C, Wilson W T. Mycorrhizae influence plant community structure and Diversity in tallgrass prairie[J]. Ecology,1999,80(4):1187-1195.
- [14] 王得祥,康博文,姜海龙,等.陕北黄土丘陵区主要成林树种耗水量研究[J].西北林学院学报,2004,19(3):1-3.
- [15] 毕君,马增旺,许云龙,等.人工侧柏群落结构及生物量[J].东北林业大学学报,2000,28(1):13-15.
- [16] 王玉,郭建斌.黄土高原半干旱区刺槐人工林群落物种多样性研究[J].四川林勘设计,2008(1):11-16.