

文章编号: 1001-1498(2010)06-0828-05

甘肃小陇山灌木林不同改造模式天然更新研究

袁士云^{1,2}, 赵中华^{1*}, 惠刚盈¹, 刘文桢³

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 甘肃省小陇山林业实验局, 甘肃 天水 741020; 3. 甘肃省小陇山林业实验局林科所, 甘肃 天水 741020)

摘要: 用样方法, 研究了小陇山林区 5 种典型灌木林地改造模式的乔木树种天然更新幼苗的密度和多样性。结果表明: 5 种灌木林地改造模式的乔木树种天然更新情况总体良好, 小于 50 cm 高度级幼苗数量相对较少, 大于 50 cm 高度级幼苗的存活率较高; 5 种改造模式天然更新树种以锐齿栎为主, 其中, 全面割灌改造日本落叶松(模式 3)更新幼苗物种丰富度最高, 全面割灌改造油松模式(模式 2)天然更新树种丰富度最小; 带状割灌改造模式(模式 4 和模式 5)和全面割灌改造华山松模式(模式 1)的更新树种多样性较高, 各树种分配均匀, 优势树种的集中性较低; 改造树种华山松的天然更新能力较油松日本落叶松强, 带状割灌改造模式更有利于华山松天然更新。

关键词: 小陇山; 灌木林改造模式; 天然更新; 树种多样性

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

Study on Natural Regeneration of Different Shrub Forest Transformation Models on Xiaolongshan in Gansu

YUAN Shi-yun^{1,2}, ZHAO Zhong-hua¹, HUI Gang-ying¹, LIU Wen-zhen³

(1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration,

Beijing 100091, China; 2. Xiaolongshan Forest Experiment Bureau of Gansu Province, Tianshui 741020, Gansu, China;

3. Xiaolongshan Research Institute of Forestry of Gansu Province, Tianshui 741020, Gansu, China)

Abstract: Natural regeneration is important on forest management and it's reflecting the trend of forest development. The quadrat method is used to study the natural regeneration density and species diversity of seedling trees under five different shrub forest transformation models on Xiaolongshan, the result show that natural regenerations under the five shrub forest transformation models are good, the number of seedling with the height class lower than 50 cm is relative less and the preserving rate of seedling with height class greater than 50 cm is higher; the dominant regeneration species is *Quercus aliena* for all of the five shrub forest transformation models. The natural regeneration tree species abundance of transformed *Larix kaempferi* stand with overall shrub cutting (Model 3) is the highest and that of transformed *Pinus tabulaeformis* stand with overall shrub cutting (Model 2) is the lowest; the tree species diversities of the transform models with zonal shrub cutting (Model 4 and Model 5) and transformed *Pinus amandii* stand with overall shrub cutting (Model 1) are higher, the distribution of tree species in stand was uniform and the concentration tendency was lower. The natural regeneration ability of *Pinus amandii* is stronger than that of *Pinus tabulaeformis* and *Larix kaempferi* and the transform model with zonal shrub cutting is beneficial to *Pinus amandii*'s natural regeneration.

Key words: Xiaolongshan; shrub forest transformation; natural regeneration; tree species diversity

收稿日期: 2009-12-31

基金项目: 国家林业局“天然林经营与恢复技术推广(2008-7)”和中国林业科学研究院林业研究所基本科研业务费专项基金(2722-16)

作者简介: 袁士云(1965—), 男, 甘肃古浪县人, 正高级工程师, 在读博士, 主要从事森林培育研究。

* 通讯作者。

森林更新是一个重要的生态学过程,一直是生态系统研究中的主要领域之一^[1-2]。森林更新状况的好坏是关系到森林可持续发展与生态系统稳定的一个关键因素,同时也是衡量一种森林经营方式好坏的重要标志之一。不同的森林类型有着不同的更新规律,不同的树种从结实开始,到幼苗幼树成长建立为止也有自己特定的更新特点,这是森林群落长期自然选择的结果。幼苗更新对于种群的稳定和群落的演替具有重要影响,种群个体数量的变化和更新速率取决于幼苗的数量及其生长状况,是体现林分未来发展方向的一个重要指标。甘肃省小陇山林区是我国西北重要的天然林分布区,在水源涵养、保持水土、维护地区生态平衡、提高环境质量、保护生物多样性以及林业生产等方面发挥着不可替代的作用。小陇山林业实验局自20世纪50年代开展了次生林培育技术研究,采用抚育、改造、造林、采伐、封育等综合培育技术,全面割灌改造和带状割灌改造是该林区灌木林地改造的主要方法。在以往的研究中,对不同改造模式的林分组成、结构特征、树种多样性等已有研究^[3-4],而对改造后林分的天然更新情况尚未见报道。本文针对灌木林不同改造模式的天然幼苗更新密度和多样性进行了调查研究,揭示不同改造模式的天然更新特征。

1 研究区概况与改造模式

小陇山林区位于甘肃省东南部,是处于104°23′~106°43′E,33°31′~34°41′N间的广大林区,大多数地域属暖温带湿润——中温带半湿润大陆性季风气候类型,兼有我国南北气候特点。年平均气温7~12℃,年平均降水量600~900mm,年日照时数1520~2313h,无霜期130~220d。区内的地带性土壤秦岭以北为灰褐土,以南为黄褐土,有机质含量高,一般氮含量中度,磷、钾含量较低,pH值6.5~7.5。

小陇山灌木林地全面割灌改造是在天然灌木林地上进行全面清理灌木与杂草,进行穴状整地,整地规格为40cm×40cm×30cm,造林密度为4950株·hm⁻²,改造时间为1972年—1975年,改造树种有华山松(*Pinus amandi* Franch)、油松(*P. tabulaeformis* Carr.)和日本落叶松(*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.), 植苗后到郁闭前对幼林进行3~5次抚育,成林后每隔10~15a进行1次抚育间伐,间伐强度为20%~40%;灌木林地带状割灌改造是在天然灌

木林地上进行带状割草除灌,灌木割除带一般宽8~12m,保留带为2~4m,穴状整地,规格为40cm×40cm×30cm,造林密度为3330株·hm⁻²改造时间为1982年,改造树种为华山松和油松,植苗后到郁闭前对幼林进行3~5次抚育,至今尚未进行抚育间伐。全面割灌改造和带状割灌改造时均保留了有益的母树、幼树和幼苗,在山脊两侧保留了5m宽的边际隔离带。

2 研究方法

2.1 外业调查

2007年6—7月,在小陇山林业实验局李子园林场选取3个全面割灌改造的模式林分,造林树种为华山松(模式1)、油松(模式2)和日本落叶松改造模式(模式3);2个带状割灌改造模式,造林树种为华山松(模式4)和油松(模式5)。调查林分基本因子包括坡度、坡向、海拔、郁闭度、树种组成、林分平均高、胸高断面积等,其中,树种组成采用抽样调查的方法,即在林分随机设立20个抽样点,调查距抽样点最近4株胸径大于5cm树的属性(树种名称、胸径大小)、林分郁闭度等,断面积采用角规绕测的方法,每个林分至少5个角规绕测点。在林分中随机设立5~10个5m×5m的小样方进行天然更新调查,统计样方内的胸径小于5cm乔木树种幼树、幼苗的树种、株数和树高。

2.2 数据分析

本研究以大小级结构代替年龄结构,以反映种群个体在各个年龄级的存活状态^[5]。依据本研究调查,大小级结构按照国家林业局资源司有关幼苗、幼树的更新评价标准中有关幼苗、幼树高度级的分类方法,Ⅰ级:苗高<30cm;Ⅱ级:30cm<苗高<50cm;Ⅲ级:苗高>50cm,胸径<5cm。

本研究以乔木天然更新幼树幼苗个体株数为基础,采用物种丰富度、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数和Simpson多样性指数分析林分天然更新树种的多样性特征:

$$(1) \text{ Shannon-Wiener 指数: } H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

式中: p_i 为第 i 个树种幼树株数在更新总株数中所占百分比, S 为更新树种的数目。

(2) Pielou 均匀度指数: $E = H / \ln S$, 式中: H 为 Shannon-Wiener 指数, S 为天然更新树种数。

$$(3) \text{ Simpson 多样性指数: } = \frac{1}{\sum_{i=1}^S (p_i)^2}, \text{ 式中:}$$

S 为天然更新树种数, p_i 为第 i 个更新树种株数在总更新株数中所占百分比^[6]。

3 结果与分析

3.1 不同改造模式林分特征

从表1可以看出:5种灌木林改造模式林分均位于海拔较高、坡度较陡的山坡上,坡度均在33°以上,最大坡度为41°;海拔高度1600~1700m,各林分的林龄到目前为止最小为25a,最大的为35a;全

面割灌改造华山松模式(模式1)的郁闭度和公顷断面积在5种造林模式中最高,其密度较小,只有873株·hm⁻²;全面割灌改造日本落叶松模式(模式3)的郁闭度、公顷断面积都较小,郁闭度只有0.54,密度为546株·hm⁻²,但其林分平均高较高;带状割灌改造华山松(模式4)和油松(模式5)的郁闭度、林分平均高与平均直径都比较小,但其公顷断面积并不是最低的,这与其林龄较小,林分密度较高,没有进行过抚育间伐有关。

表1 5种灌木林地改造模式林分特征

造林模式	树种组成	林龄/a	坡度/(°)	坡向	平均海拔/m	郁闭度	断面积/(m ² ·hm ⁻²)	林分平均直径/cm	林分平均高/m	密度/(株·hm ⁻²)	抚育次数/次(强度/%)
1	9华+1阔	35	41	N	1700	0.86	22.5	18.1	13.9	873	3(15)
2	9油+1阔	35	36	NW	1700	0.76	18.3	19.6	12.6	611	3(15)
3	9日+1阔	32	36	N	1640	0.54	13.3	17.6	13.6	546	4(15)
4	7华+3阔	25	33	N	1700	0.68	15.7	8.9	10.9	2532	0
5	7油+3阔	25	41	NW	1700	0.66	21.0	11.0	9.3	2223	0

3.2 不同改造模式林分天然更新密度

更新幼树年龄结构动态可以反映种群幼苗个体的组配情况、数量动态以及发展趋势,从而揭示种群

幼苗和环境间相互关系及其在群落中的作用和地位^[7]。表2为5种灌木林地改造模式以大小级代替年龄结构的数量分布。

表2 灌木林地不同改造模式林分的更新密度

改造模式	幼苗高度级			总计
	级(苗高<30cm)	级(30cm苗高<50cm)	级(苗高50cm)	
全面割灌改造华山松	400	480	8080	8960
全面割灌改造油松	640	240	4240	5120
全面割灌改造日本落叶松	1040	2240	7600	10880
带状割灌改造华山松	2160	3520	11120	16800
带状割灌改造油松	2560	5680	9840	18080

由表2可以看出:灌木林地不同改造模式林分的幼苗、幼树更新在各高度级上差别较大。按照国家林业局资源司有关幼苗、幼树的更新评价标准,在全面割灌改造华山松和油松模式中,林分中Ⅱ级苗和Ⅲ级苗更新数量较少,更新幼苗约500株·hm⁻²,其中,全面割灌改造油松林分的Ⅱ级苗更新密度仅为240株·hm⁻²,林分中Ⅲ级苗数量较多,均在4000株·hm⁻²以上,更新良好。这可能是因为灌木林地改造前存在大量的杂灌,虽然在郁闭前进行了抚育,但立地条件更适合这些灌木生长而大量更新,造成乔木树种更新困难,此外,这2个林分的郁闭度也相对较大,对林下阳性树种的更新也有一定的影响。在全面割灌改造日本落叶松模式林分中,

Ⅱ级幼苗更新不良,但幼苗的数量较全面割灌改造华山松林分和油松林分的数量多,Ⅲ级苗更新中等,更新密度为2240株·hm⁻²,Ⅳ级苗更新良好,达到

7600株·hm⁻²。全面割灌改造日本落叶松模式林分的更新状况较前2种模式林分好,其原因可能是该林分抚育间伐的次数较多,林分郁闭度下降,林隙较多,有利于林下植被的更新。在带状割灌改造华山松和油松模式中,Ⅱ级幼苗的数量较多,但也属于更新不良;Ⅲ级苗数量都大于3000株·hm⁻²,改造油松林模式达到了5680株·hm⁻²,属于更新良好,林分中Ⅳ级苗数量较多,属于更新良好;带状割灌改造华山松和油松模式时,保留了2~4m的灌木林带,这为阔叶树进入林分创造了条件;另外,这2个林分的林龄较小,虽然没有进行抚育间伐,但林分的郁闭度也较小,所以林分的更新情况较好。值得注意的是:5种灌木林地改造模式大于50cm高度级幼树的数量都比较多,这可能是由于灌木林地在改造后的一段时间内更新良好,林下有大量的更新幼苗,随着时间的推移,被割掉的灌木又开始发育,从而影

响乔木树种幼苗的更新, 在这个过程中, 虽然进行了抚育, 割除了灌木和杂草, 但它们的生长速度较快, 最终影响到了林下幼苗的更新。这也说明, 在灌木林地改造模式林分中乔木树种幼苗的死亡率较高, 当幼苗高度达到 50 cm 以上时, 幼苗存活率较高。

3.3 不同改造模式林分天然更新幼苗树种的多样性

维持物种多样性已成为森林经营研究的内容^[8]。森林群落的组成主要以乔木为主, 而乔木树种在森林生态系统功能发挥中起着主导作用, 乔木树种的天然更新能够体现林分未来发展的方向。

表 3 说明: 全面割灌改造日本落叶松模式(模式 3)的天然更新乔木树种的丰富度最高, 更新树种数达到 21 个, 其次为带状割灌改造华山松模式, 全面割灌改造油松模式的树种丰富度最小, 更新树种仅 8 个, 5 种林分更新幼苗物种丰富度大小依次为: 全面割灌改造日本落叶松(模式 3) > 带状割灌改造华山松(模式 4) > 全面割灌改造华山松(模式 1) > 带状割灌改造油松(模式 5) > 全面割灌清理改造油松(模式 2); 全面割灌改造华山松模式(模式 1)天然更新幼苗的 Shannon-Wiener 指数在 5 种林分中是最高的, 为 2.410, 其次为全面割灌改造日本落叶松模式和带状割灌改造华山松模式。5 种林分类型乔木树种幼苗更新的 Simpson 指数最高的为带状割灌改造油松模式, 其次为带状割灌改造华山松模式和日本落叶松模式; 5 种灌木林地改造模式的 Pielou 指数排列顺序为全面割灌改造油松 > 全面割灌改造华山松 > 带状割灌改造华山松 > 全面割灌改造日本落

叶松 > 带状割灌改造油松。以上结果表明: 全面割灌改造日本落叶松模式林分中乔木树种更新种类最多, 但是林分中各更新幼树的多样性并不是最高的, 更新树种的分配均匀程度较差, 优势树种的集中性较高; 带状割灌华山松模式林分和带状割灌改造油松模式林分的更新树种数相对较多, 但这 2 种模式林分中更新幼树的优势树种的集中性较高, 分布也不均匀, 这可能与带状割灌改造保留了一定的灌木林带以及割除灌木林带后期的萌生有关, 由于保留灌木林带内的郁闭度较大, 光照、温度等因素影响阳性树种的更新。全面割灌改造华山松模式林分的幼苗更新树种数虽然不是最多的, 但林分中更新幼苗的 Shannon-Wiener 多样性指数最高, 且优势树种的集中性较低, 更新树种的分配较均匀; 全面割灌改造油松模式更新乔木树种数虽然最少, 但其优势树种的集中性较低且各更新树种的分配也较均匀。

表 3 灌木林地不同改造模式天然更新幼苗树种的多样性比较

改造模式	树种丰富度	Shannon-Wiener 指数	Simpson 指数	Pielou 指数
1	19	2.410	0.130	0.819
2	8	1.724	0.224	0.829
3	21	2.152	0.225	0.707
4	20	2.135	0.225	0.713
5	15	1.714	0.291	0.633

为进一步了解各模式林分幼树更新特征, 统计各林分中更新幼苗数量占前 5 位的树种和改造树种的更新数量(表 4)。

表 4 不同改造模式主要天然树种更新幼苗的密度

改造模式	更新树种(更新密度/(株·hm ⁻²))
模式 1	苦木(640)、小叶樟(800)、漆树(960)、锐齿栎(1200)、千金榆(2480)、华山松(80)
模式 2	湖北海棠(560)、青肤杨(640)、多毛樱桃(720)、甘肃山楂(720)、锐齿栎(2000)、油松(0)
模式 3	鄂椴(560)、红肤杨(560)、少脉椴(1040)、小叶钓樟(1120)、锐齿栎(4800)、日本落叶松(0)
模式 4	青肤杨(720)、华山松(960)、鄂椴(1200)、小叶钓樟(1840)、锐齿栎(7440)
模式 5	红肤杨(640)、甘肃山楂(960)、辽东栎(1840)、青肤杨(3520)、锐齿栎(8800)、油松(160)

注: 锐齿栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim.)、辽东栎(*Q. liaotungensis* Koidz.)、青肤杨(*Rhus potaninii* Maxim.)、少脉椴(*Tilia paucicostata* Maxim.)、千金榆(*Carpinus cordata* Bl.)、多毛樱桃(*Cerasus polytricha* (Koehne) Yüet Li.)、甘肃山楂(*Crataegus kansuensis* Wils.)、小叶钓樟(*Calamagrostis angustifoli*)、鄂椴(*Tilia oliveri* Syzsy)、红肤杨(*R. punjabensis* Stew. var. *sinica*(Diels) Rehd et Wits.)。

由表 4 可以看出: 小陇山林区灌木林地不同改造模式更新幼树数量排在前 5 位的树种差别较大。在模式 1 中, 千金榆幼苗的数量最多, 高达 2480 株·hm⁻², 其次为锐齿栎, 改造树种华山松的更新幼苗数量较少, 只有 80 株·hm⁻²; 在模式 2 中, 锐齿栎更新幼苗数量最多, 而其它更新幼苗数量较多的树种多为小乔木, 如多毛樱桃、甘肃山楂等, 没有改造树种油松幼苗出现, 这可能是由于油松为阳

性树种, 林下大量杂灌形成的阴湿环境对油松的更新产生抑制; 在模式 3 中, 锐齿栎的更新幼苗数量最多, 更新密度达到了 4800 株·hm⁻², 其次为小叶钓樟和少脉椴, 调查中也未见到日本落叶松的更新幼苗, 这可能是由于日本落叶松为强阳性树种和阴湿的林下环境共同作用所致; 在模式 4 中, 锐齿栎的更新幼苗数量最多, 达到了 7440 株·hm⁻², 其它几个

树种的更新幼苗也较多,特别是改造树种华山松,更新幼苗数量达到了 $960 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$,说明该林分中华山松已经具有了一定的天然更新能力;在模式5中,更新幼苗的数量较多,锐齿栎的更新幼苗数达到了 $8\ 800 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$,青肤杨的更新幼苗数量也达到了 $3\ 530 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$,改造树种油松的幼苗更新数量仅为 $160 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$,但较全面割灌改造油松模式中的更新数量多,说明带状割灌有利于改造树种更新。由以上分析可知:虽然5种改造模式林分的更新树种有所差别,但在总体上,各林分中锐齿栎的幼苗更新数量是占绝对优势,说明灌木林地改造模式林分天然更新树种以地带性顶极树种为主,如果再没有严重人为和自然干扰,各改造模式林分未来的发展方向是以锐齿栎为主的混交林。此外,改造树种华山松的天然更新能力较油松和日本落叶松强,华山松在带状割灌改造模式中的天然更新能力较全面割灌改造模式强。

4 结论与讨论

(1) 甘肃小陇山灌木林地不同改造模式天然更新幼苗数量较多,更新密度均达到了 $5\ 000 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上,全面割灌改造油松模式更新密度最小,为 $5\ 120 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$,带状割灌改造油松模式最多,为 $18\ 080 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$;5种灌木林地改造模式小于50 cm高度级天然更新幼苗数量相对50 cm以上高度级少,特别是全面割灌改造华山松模式和改造油松模式,幼苗在小于50 cm高度级死亡率较高。

(2) 5种灌木林地改造模式中,全面割灌改造日本落叶松模式天然更新幼苗的物种丰富度最高,全面割灌改造油松模式最低;全面割灌改造华山松模式的Shannon-Wiener多样性指数最高,其次为全面割灌改造日本落叶松;全面割灌改造华山松模式的林分优势树种的集中度较其它模式低,各树种分配较均匀;全面割灌改造油松模式的物种丰富程度和Shannon-Wiener多样性在各模式林分中最低但其天然更新幼苗的树种分配最均匀,优势树种的集中程度也较低;带状割灌改造模式林分天然更新幼树的树种较多,但优势树种的集中性较低,树种分配不均匀。

(3) 5种灌木林地改造模式中,除全面割灌改造华山松外,其它模式的锐齿栎的更新幼苗数量占绝对优势,在无严重人为干扰和自然干扰的前提下,林分未来的发展方向是以锐齿栎为主的混交林;改造树种华山松的天然更新能力较油松和日本落叶松

强,而带状割灌改造模式更有利于华山松的天然更新。

林木的更新过程是形成林分结构动态的基础,影响着森林群落的结构和演替。林分的天然更新与生境、林分密度、经营措施、集材方式和树种生物学特性等许多方面存在着密切的关系^[9-11],研究林木更新的重要意义在于揭露林分中不同树种更新的规律性及其与立地条件、干扰事件以及各种人为经营措施的关系,是制定不同树种的经营措施,特别是确定主伐方式和更新方式的基础^[12]。此外,林分更新改造是林业生产的重要组成部分,也是提高林地生产力,增加林地蓄积量的一项重要措施,对森林的恢复、保护和发展具有积极的作用^[9]。赵中华等曾对小陇山林区不同灌木林地改造模式的林分空间结构、树种多样性进行了调查研究^[3-4],综合其对5种灌木林地改造模式的林分结构、树种多样性、天然更新及更新树种的多样性等的调查研究可以看出,带状割灌改造模式能够改善林分的空间结构,提高树种多样性,而且能够促进林分的天然更新,其中带状割灌改造华山松模式在5种改造模式中总体上表现最好,是小陇山林区应该提倡的一种灌木林地改造模式。

参考文献:

- [1] 韩有志,王政权. 森林更新与空间异质性[J]. 应用生态学报, 2002, 13(5): 615 - 619
- [2] 张群,范少辉,沈海龙,等. 次生林林木空间结构等对红松幼树生长的影响[J]. 林业科学研究, 2004, 17(4): 405 - 412
- [3] 赵中华,袁士云,惠刚盈,等. 甘肃小陇山5种不同灌木林改造模式对比分析[J]. 林业科学研究, 2008, 21(2): 262 - 267
- [4] 赵中华,袁士云,惠刚盈,等. 小陇山不同灌木林地改造模式林分树种多样性研究[J]. 林业资源管理, 2008(1): 53 - 58
- [5] 封磊,洪伟,吴承祯,等. 珍稀濒危植物南方铁杉种群动态研究[J]. 武汉植物学研究, 2003, 21(5): 401 - 405
- [6] Simpson E H. Measurement of diversity [J]. Nature, 1949, 163: 688
- [7] 苏小青. 不同演替阶段中鬲蒴栲种群的大小结构与分布格局[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(6): 499 - 504
- [8] Hurlbert S H. The nonconcept of species diversity: a criteria and alternative parameters [J]. Ecology, 1971, 52: 577 - 586
- [9] 郭建钢,周新年,王国良,等. 不同采集方式对马尾松林天然更新的影响[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(4): 302 - 305
- [10] 席青虎,铁牛,淑梅,等. 寒温带兴安落叶松林天然更新研究[J]. 林业资源管理, 2009(2): 44 - 48
- [11] 王梅,张文辉. 不同密度油松人工林生长更新状况及群落结构[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2009, 37(7): 75 - 80
- [12] 徐化成. 森林生态系统与生态系统经营[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 166 - 167