

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.01.002

修枝对川西亚高山不同林龄云杉人工林生物多样性的短期影响研究

冯秋红¹,王 勇²,谢大军¹,李登峰^{1,3},徐峥静茹^{1,4},刘兴良^{1*},孙治宇¹

(1. 四川省林业科学研究院,四川卧龙森林生态系统定位站,四川 成都 610081;

2. 阿坝州林业局,四川 马尔康 624000;3. 四川农业大学,四川 成都 611130;

4. 成都理工大学,四川 成都 610059)

摘要:以不同修枝强度(自地面向上1 m修枝,2 m修枝和不修枝)对20 a、30 a和40 a林龄云杉人工林林下灌草为研究对象,通过典型抽样法和收获法获取和分析了不同修枝强度影响下各林龄云杉人工林林下灌草的生物量和生物多样性指标,分析了修枝对川西亚高山云杉人工林林下灌草生物量和生物多样性的影响。结果表明,修枝在短期(1 a)内对林下灌草会产生一定的影响,与生物量相比,林下灌草生物多样性的反应更为敏感,即修枝促进了20 a生、30 a生人工云杉林林下灌木的 Shannon-Weiner 指数,30 a生云杉人工林的 Simpson 指数也显著增加。相比之下,1 m修枝对林下灌木多样性的促进作用更强。

关键词:修枝;云杉人工林;林龄;生物多样性;川西亚高山

中图分类号:S791.18 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2018)01-0006-04

Short-term Effects of Pruning on Biodiversity of *Picea asperata* Mast. by Artificial Plantation with Different Ages in Sub-alpine Regions of Western Sichuan, China

FENG Qiu-hong¹ WANG Yong² XIE Da-jun¹ LI Deng-feng^{1,3} XU Zheng-jingru^{1,4}
LIU Xing-liang¹ SUN Zhi-yu¹

(1. Sichuan Academy of Forestry, Sichuan Wolong Forest Ecosystem Research Station, Chengdu 610081, China;

2. Forestry Bureau of Aba Tibetan and Qiang Autonomous Prefecture, Maerkang 624000, China;

3. Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China; 4. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Studies were made of the total biomass, bio-diversity of shrub layer and grass layer from 20 years old, 30 years old and 40 years old artificial forest of *Picea asperata* Mast. under different pruning intensity modes (X1, X2 and X3 respectively meaning cutting off 0 m branch, 1m branch and 2 m branch above the ground). And effects of pruning on biomass and biodiversity of shrub and grass under the artificial forest were analyzed through representative sampling and harvesting. The result showed that pruning had a kind of effect on shrubs and grasses under forest in short-term period. The bio-diversity of shrub layer and grass layer under forest were more sensitive than the biomass of them. Shannon-Weiner index of

收稿日期:201710-30

基金项目:四川省省财政专项项目(ZL2017-04)、四川省省级公益性科研院所基本科研业务费项目(JB2017-02)和四川省科技计划项目(2016JY0148)资助。

作者简介:冯秋红(1982-),女,副研究员,博士,主要从事森林生态学研究。E-mail:fqiu hong@163.com

* 通讯作者:刘兴良(1963-),男,研究员,博士,主要从事森林生态学研究。E-mail:liuxingliang@126.com

shrub layer of 20 years old and 30 years old artificial forest and Simpson index of 30 years old artificial forest increased significantly after pruning. X1 had a stronger effect on promoting bio-diversity of shrub layer than X2.

Key words: Pruning, *Picea asperata* Mast. artificial forest, Forest age, Biodiversity, Sub-alpine region of western Sichuan

川西亚高山森林是我国西南亚高山林区水源涵养林的重要组成部分,以冷杉为主的原始暗针叶林在经历大规模采伐利用后,自20世纪60年代开始,便开始了大规模的人工更新造林,其中云杉(*Picea asperata* Mast.)占据了主要的位置^[1]。可以说,云杉人工林是川西亚高山暗针叶林区主要的人工林类型。作为我国第二大林区主要的人工林类型,如何促进云杉人工林的以固碳和生物多样性保育为主的生态系统功能稳定性是该地区森林经营的重要目的之一。水源涵养功能一直都是该区域森林经营的主要目的,而森林植被,尤其是林下地表灌草的生物量则在很大程度上与此目的正相关,而人工林林下灌草植被的生物多样性一直都是其固碳量、水源涵养等其他功能稳定性的重要影响因子。因此,研究修枝强度对云杉人工林林下灌草生物量和生物多样性的影响对于此类林型的健康经营和促进生态系统服务功能及其稳定性具有重要意义。

自20世纪的人工更新造林以来,森林的抚育工作也伴随在进行,抚育的主要对象是人工中幼林,具体包括割灌除草、透光伐、卫生抚育等,进而保证林木幼苗能顺利生长郁闭成林^[2]。然而,该区域的抚育强度基本一致,前人针对该区域修枝强度对人工林及其林下植被的影响的研究还较少见。以云杉人工林为研究对象,研究不同程度的修枝强度对云杉人工林林下灌草生物量和生物多样性的影响,其结果不仅对深入认识森林经营手段与林下灌草生物量、生物多样性保育的关系具有重要意义,还能为进一步完善该区域人工林经营管理方法和手段奠定数据基础。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于四川省理县米亚罗林区,地理坐标N31°24'~31°55',E102°35'~103°04'。该区位于青藏高原东缘褶皱带最外缘部分,具有典型的高山峡谷地貌。气候受着高原地形的决定性影响,属冬寒

夏凉的高山气候。以海拔2 760 m的米亚罗镇为例,年降水量700 mm~1 000 mm,年蒸发量1 000 mm~1 900 mm,1月均温-8℃,7月均温12.6℃,年均温3.0℃,≥10℃的年积温为1 200℃~1 400℃。

米亚罗林区植被垂直成带明显,其类型和生境随海拔及坡向而分异^[3,4]。原始森林分布于海拔2 400 m~4 200 m之间,以亚高山暗针叶林为主,主要优势树种为岷江冷杉(*Abies faxoniana*)。自20世纪50年代开始的大规模砍伐活动后,部分伐区开展了以云杉为主的造林。作为阳生树种,云杉在阳坡的表现明显优于阴坡,导致阳坡最终基本被云杉人工林所占据,而阴坡则大多以天然更新为主,采伐迹地演替过程:采伐后1 a~10 a为灌丛阶段,以悬钩子为主;10 a~20 a进入以悬钩子、桦木为主的灌木、阔叶林阶段,针叶树种的天然更新开始出现;20 a~30 a为以桦木为主的阔叶林阶段,之后进入针阔混交林阶段,并逐步向暗针叶林阶段演替^[5,6]。该区成土母岩主要为千枚岩、板岩、白云岩等残坡积风化物,极易风化,主要土壤类型为山地棕色森林土。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置与群落调查

2016年3月在米亚罗林区选择海拔、坡度、坡向以及土壤等环境条件一致的不同林龄云杉人工纯林(样地具体情况详见表1)3个,开展不同强度修枝处理试验。修枝强度依次设定为:1 m修枝,即对目标树从地面向上1 m范围内的侧枝进行彻底修剪和清除;2 m修枝,即对目标树从地面向上2 m范围内的侧枝进行彻底修剪和清除;以及不修枝,即对照处理。每个处理设置20 m×20 m的样方3个;2017年7月对该样地进行群落学背景调查,每个乔木样方内设置2 m×2 m的灌木样方5个,1 m×1 m草本样方5个,即每个处理乔木样方3个,灌木和草本样方各15个。调查内容包括对各样方中的植物种类、数量、高度、盖度等性状进行记录。

云杉林林下灌草生物量调查采取样方收获法完成。

表1 云杉人工林不同强度修枝样地情况表

林龄(a)	海拔(m)	优势树种	密度(株·hm ⁻²)	坡向	坡度(°)	郁闭度	修枝类型
20	3 320	云杉	2 377	NE	15~20	0.80	不修枝(X1)、
30	3 400	云杉	2 500	E	20~25	0.80	1 m 修枝(X2)、
40	3 450	云杉	1 605	E	25~30	0.75	2 m 修枝(X3)

注: X1: 不修枝, 对样地内目标树不进行任何处理; X2: 1 m 修枝, 是指对目标树从地面向上 1 m 范围内的侧枝进行彻底修剪和清除; X3: 2 m 修枝, 是指对目标树从地面向上 2 m 范围内的侧枝进行彻底修剪和清除; 下同。

1.2.2 生物多样性指数计算

云杉人工群落的物种多样性采用下述方法计算^[7,8]:

Shannon-Weiner 指数(H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (1)$$

Simpson 指数(D):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (2)$$

Pielou 均匀度指数(J):

$$J = H' / \ln S \quad (3)$$

在上式中, S 为物种数目, N 为所有物种个体数之和。 N_i 为第 i 个种的个体数, P_i 第 i 个物种的个体数占所有物种个体数的比例, 即 $P_i = N_i / N$ 。

1.2.3 数据处理

对不同修枝强度下云杉人工林生物多样性进行方差分析, 所有数据处理和制图均通过 SPSS13.0 和 Excel2010 完成。

2 研究结果

2.1 修枝对云杉人工林灌草生物量的短期影响

如表 2 所示, 无论哪个林龄的云杉人工林, 在不同修枝强度下, 其林下的灌木生物量、草本生物量以及灌草生物量均无显著差异。随着林龄的增长, 不但灌木生物量逐渐增加, 而且其在灌草生物量中所占的比重也呈现上升趋势, 尤其是 40 a 的云杉林,

表2 云杉人工林林下灌草生物量

林龄(a)	修枝强度	灌木生物量(t·hm ⁻²)	草本生物量(t·hm ⁻²)	灌草总生物量(t·hm ⁻²)
20	X1	0.018 ± 0.009a	0.065 ± 0.011a	0.083 ± 0.020a
	X2	0.021 ± 0.005a	0.063 ± 0.013a	0.084 ± 0.018a
	X3	0.021 ± 0.006a	0.070 ± 0.008a	0.091 ± 0.014a
30	X1	0.052 ± 0.010a	0.063 ± 0.008a	0.115 ± 0.018a
	X2	0.059 ± 0.008a	0.075 ± 0.014a	0.134 ± 0.022a
	X3	0.054 ± 0.004a	0.077 ± 0.017a	0.131 ± 0.021a
40	X1	0.121 ± 0.012a	0.064 ± 0.008a	0.185 ± 0.020a
	X2	0.138 ± 0.011a	0.067 ± 0.014a	0.205 ± 0.025a
	X3	0.123 ± 0.014a	0.066 ± 0.006a	0.189 ± 0.020a

abc: 不同字母间表示同列数据间存在显著差异; X1: 不修枝, 对样地内目标树不进行任何处理; X2: 1 m 修枝, 是指对目标树从地面向上 1 m 范围内的侧枝进行彻底修剪和清除; X3: 2 m 修枝, 是指对目标树从地面向上 2 m 范围内的侧枝进行彻底修剪和清除; 下同。

灌木生物量已经成为灌草生物量的主要成分。

2.2 修枝对 20 a 生云杉人工林灌草生物多样性的短期影响

如表 3、表 4 所示, 针对 20 a 生云杉人工林而言, 林下草本生物多样性指数和林下灌木的 Simpson 指数、Pielou 均匀度指数在不同修枝强度之间无显著差异; 而 1 m 修枝(X1) 强度下的林下灌木的 Shannon-Weiner 指数显著高于其他两种修枝强度。

表3 20 a 生云杉人工林林下草本生物多样性

修枝强度	Shannon-Weiner 指数	Simpson 指数	Pielou 均匀度指数
X1	1.91 ± 0.25a	0.81 ± 0.05a	0.80 ± 0.06a
X2	1.95 ± 0.37a	0.85 ± 0.07a	0.83 ± 0.08a
X3	1.85 ± 0.33a	0.83 ± 0.09a	0.84 ± 0.10a

表4 20 a 生云杉人工林林下灌木生物多样性

修枝强度	Shannon-Weiner 指数	Simpson 指数	Pielou 均匀度指数
X1	0.88 ± 0.37b	0.83 ± 0.28a	0.78 ± 0.14a
X2	1.09 ± 0.33a	0.92 ± 0.29a	0.65 ± 0.17a
X3	0.67 ± 0.18b	0.80 ± 0.14a	0.61 ± 0.20a

2.3 修枝对 30 a 生云杉人工林灌草生物多样性的短期影响

如表 5、表 6 所示, 针对 30 a 生云杉人工林而言, 林下草本生物多样性指数和林下灌木的 Pielou 均匀度指数在不同修枝强度之间无显著差异; 而 1 m 修枝(X1)、2 m 修枝(X2) 强度下的林下灌木的 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数均显著高于无修枝模式。

表5 30 a 生云杉人工林林下草本生物多样性

不同修枝强度	Shannon-Weiner 指数	Simpson 指数	Pielou 均匀度指数
X1	1.77 ± 0.32a	0.78 ± 0.10a	0.76 ± 0.17a
X2	1.86 ± 0.44a	0.85 ± 0.14a	0.86 ± 0.14a
X3	1.66 ± 0.37a	0.76 ± 0.11a	0.72 ± 0.20a

表6 30 a 生云杉人工林林下灌木生物多样性

不同修枝强度	Shannon-Weiner 指数	Simpson 指数	Pielou 均匀度指数
X1	0.54 ± 0.28b	0.58 ± 0.26b	0.86 ± 0.28a
X2	1.25 ± 0.39a	0.84 ± 0.07a	0.76 ± 0.19a
X3	1.24 ± 0.20a	0.79 ± 0.10a	0.85 ± 0.17a

2.4 修枝对 40 a 生云杉人工林灌草生物多样性的短期影响

如表 7、表 8 所示,针对 40 a 生云杉人工林而言,无论是林下草本还是灌木,其生物多样性指数在不同修枝强度之间无显著差异。

表 7 40 a 生云杉人工林林下草本生物多样性

不同修枝强度	Shannon-Weiner 指数	Simpson 指数	Pielou 均匀度指数
X1	1.84 ± 0.36a	0.76 ± 0.19a	0.87 ± 0.07a
X2	1.82 ± 0.27a	0.80 ± 0.05a	0.83 ± 0.07a
X3	2.04 ± 0.27a	0.85 ± 0.06a	0.86 ± 0.08a

表 8 40 a 生云杉人工林林下灌木生物多样性

不同修枝强度	Shannon-Weiner 指数	Simpson 指数	Pielou 均匀度指数
X1	0.90 ± 0.27a	0.63 ± 0.09a	0.89 ± 0.12a
X2	0.81 ± 0.26a	0.54 ± 0.16a	0.81 ± 0.16a
X3	1.14 ± 0.37a	0.70 ± 0.15a	0.90 ± 0.05a

3 讨论

前人研究发现修枝可以促进林分生物量的增长,尤其是乔木的生长量^[9~12]。原因主要在于去除光合效率较低、消耗大的底层枝叶,从而增加树木的生长速率,同时修枝去掉树冠下部宿存的大量枯枝,促进了养分回归土壤,对树木生长也有一定的促进作用^[9];同时,修枝可以不同程度地增加林下透光度,所以也会对林下灌草产生一定的影响。研究发现,虽然对于 30 a、40 a 生云杉人工林而言,1 m 修枝强度在一定程度上促进了林下灌草的生物量增长,但均未达到显著水平,这可能与作用时间较短有关。

然而,与生物量相比,林下灌草生物多样性受修枝的影响相对要更敏感些。森林生物多样性在一定程度上是衡量森林质量的重要指标,丰富的生物多样性同时也是生态系统稳定的基础,会促进生态系统功能的优化^[13]。大量研究表明,一般情况下,间伐等密度调控方式会通过改善林下光照条件进而促进林下植被的多样性和丰富度,间伐强度越大植物的种类越丰富,密度和盖度也越大^[14~16]。而修枝抚育也可以达到类似的效果,即改善林下光照条件,故也会在一定程度上提高林下灌草的生物多样性。1 m 修枝在短期内对 20 a 生云杉人工林林下灌木的 Shannon-Weiner 指数显著高于其他两种修枝强度,而 1 m 和 2 m 修枝强度均促进了 30 a 生云杉人工林林下灌木的 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指

数。这可能是因为修枝抚育在一定程度上改善了林下空间和光照条件^[17,18]。

综上所述,修枝在短期(1 a)内对林下灌草会产生一定的影响,与生物量相比,林下灌草生物多样性的反应则更为敏感,即修枝促进了 20 a 生、30 a 生人工云杉林林下灌木的 Shannon-Weiner 指数,30 a 生云杉人工林的 Simpson 指数也显著增加。相比之下,1 m 修枝对林下灌木多样性的促进作用更强。

参考文献:

- [1] 刘兴良,宿以明,刘世荣,等. 川西高山林区人工林生态学的研究—人工林分区与分类[J]. 四川林业科技,2004,25(1):1~9.
- [2] 陶建平,王永建,李宗峰,等. 岷江上游大河流域不同恢复阶段植被枯落物的水源涵养效应——第十一届中国科协年会论文集[C]. 重庆:中国科协,2009,1~10.
- [3] 张万儒,许本彤. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京:中国林业出版社,1986:30~36.
- [4] 冯宗炜,王效科,吴刚,等. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [5] 马伟,孙玉军. 长白落叶松中龄林生物量及其密度效应[D]. 东北林业大学学报. 2013,41(8):13~17.
- [6] 高孝威,兴安落叶松天然林林分密度效应研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2014.
- [7] Ma K P. Methods of measure on biological community diversity I. -diversity (Part 1). Chinese Biodiversity, 1994, 2:162~168.
- [8] Ma KP, Liu Y M. Methods of measure on biological community diversity I. -diversity (Part2). Chinese Biodiversity, 1994. 2:231~239.
- [9] 程朝阳. 修枝强度对杉木幼林生长的影响[J]. 福建林学院学报,2007,27(1):70~73.
- [10] 肖祥希. 修枝对福建柏林分生长及无节材形成的影响[J]. 林业科学研究,2005,18(1):22~26.
- [11] 孙志虎,王庆成,梁淑娟. 间伐和修枝对白桦天然林林木生长的影响[J]. 东北林业大学学报,2004,32(6):11~18.
- [12] 冯秋红,黄劲松,徐峥静茹,等. 密度调控对川西亚高山云杉人工林生物量、生物多样性的影响[J]. 四川林业科技,2016,37(3):10~14.
- [13] 李春义,马履一,徐昕. 抚育间伐对森林生物多样性影响研究进展[J]. 世界林业研究,2006,19(6):27~32.
- [14] 雷相东. 东北过伐林区森林类型和采伐对物种和林分结构多样性的影响研究[R]. 北京:北京林业大学,2000.
- [15] 王祖华,李瑞霞,王晓杰,等. 间伐对杉木人工林林下植被多样性及生物量的影响[J]. 生态环境学报,2010,19(12):2778~2782.
- [16] 陈东莉,郭晋平,杜宁宁,等. 间伐强度对华北落叶松林下生物多样性的影响[J]. 东北林业大学学报,2011,39(4):37~38.
- [17] 马履一,李春义,王希群,等. 不同强度间伐对北京山区油松生长及其林下植物多样性的影响[J]. 林业科学,2007,43(5):1~9.
- [18] 龚固堂,牛牧,慕长龙,等. 间伐强度对柏木人工林生长及林下植物的影响[J]. 林业科学,2015,51(4):8~15.