

黄土高原丘陵区人工刺槐林林分结构及林下植物多样性研究

刘建利, 李凯荣, 易亮, 冯朝红

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 以黄土高原丘陵区刺槐林为研究对象, 比较和分析了不同密度及立地条件的人工刺槐林径阶分布以及林分冠层和林下植物多样性的变化特征。结果表明, 林分密度为 2 800 株/hm² 的幼龄林径阶为正态分布; 密度为 700~900 株/hm² 的中龄林径阶都接近正态分布。在相同林龄及立地条件下, 随着林分密度的增大, 叶面积指数增加, 透光度降低, 林下植物多样性指数和均匀度指数减少。

关键词: 刺槐; 人工林; 径阶分布; 冠层特征; 群落结构

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)03-0049-04

中图分类号: Q948

Structure of Robinia Pseudoacacia Plantation and Undergrowth Plant Diversity in the Hilly Area of the Loess Plateau

LIU Jianli, LI Kaorong, YI Liang, FENG Chaozhong

(College of Resources and Environment Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 71200, China)

Abstract: The distribution of diameter class, stand canopy, and undergrowth plant diversity in Robinia pseudoacacia plantation with different densities in the hilly area of the Loess Plateau were analyzed. Results show that the breast diameter class of stands presents a normal distribution when density of young aged stands is 2 800 trees per hectare and a nearly normal distribution when density of young and middle aged stands is 700~900 trees per hectare. Under the condition of the same stand age and site, leaf area index increases, while transparency and diversity and evenness index of plant species beyond forest canopy decrease with increased stand density.

Keywords: Robinia pseudoacacia; plantation; breast diameter distribution; canopy characteristic; community structure

刺槐是黄土高原水土保持造林树种, 耐干旱瘠薄, 更新萌芽能力强, 生长迅速, 保持水土性能好^{[1]~[3]}。目前, 有许多学者对刺槐进行了研究, 但主要集中在刺槐抗旱生理特性、林地土壤水分、林地土壤颗粒分形特征、刺槐根系分布特征及水分与密度关系等方面^{[4]~[12]}。有关人工刺槐林林分结构特征及林下植物群落多样性的研究至今未见报道。本文以安塞县人工刺槐林为对象研究和分析不同林龄及密度条件下的林木径阶分布规律、冠层特性、林下植物组成及植物群落多样性, 为人工刺槐林的经营管理和植被恢复提供科学依据。

1 研究区概况

研究区设在黄土高原丘陵区的安塞县, 该县位于黄土高原腹地 (108°51'44"E, 36°30'45"N) 37°19'31"N), 属典型的梁峁状丘陵沟壑区, 暖温带半干旱大陆性季风气候, 平均海拔 1 200 m, 年均降水量 505.3 mm, 降雨量年际变化较大, 年内分布不均, 7) 9 月的降雨量占全年降雨量的 60% 以上, 干燥度为 1.5~2.5, 年均气温 8.8 °C, 平均无霜期 160 d。年总辐射量为 552.68 kJ/cm², 属暖温带森林草原区, 主要土壤类型为黄绵土。

收稿日期: 2007210204 修回日期: 2007212231

资助项目: 国家科技支撑计划课题 (2006BAD03A02)

作者简介: 刘建利 (1981), 男 (汉族), 陕西省吴起县人, 研究生, 主要从事林业生态工程研究。E-mail: lj2001123@163.com。

通信作者: 李凯荣 (1955), 男 (汉族), 陕西省扶风县人, 教授, 主要从事旱区森林培育研究。E-mail: lkr_888@163.com。

2 试验方法

2.1 样地调查与测定

在安塞县线南沟流域,选择不同立地条件和不同林龄的刺槐林设置 9 个样地,面积 20 m@20 m。在每个样地按对角线法选取 5 个 1 m@1 m 的样方,采用样方法进行群落学调查。乔木层中逐株调查,记录

胸径、高度、冠幅等,草本层记录种名、株数、高度、盖度等,样地基本情况见表 1。冠层测定采用英国 DeLta2T Devices 公司生产的 Hemi2View(Delta2T 2000)型冠层影像分析系统。该仪器利用 180°广角鱼镜头从下往上拍摄得到树冠的半球面影像(图 1),然后下载到计算机上,用 Hemi2View (Version2.1)软件进行影像分析。

表 1 各标准样地情况

样地号	林龄	平均树高/ m	平均冠幅/m		密度/ (株# hm ⁻²)	郁闭度	坡度	坡位	坡向	海拔/ m
			东西	南北						
幼龄期	1	2.2	1.1	1.0	1 125	0.3	斜坡	中	阳	1 200
	2	4.7	3.5	3.4	2 800	0.8	缓坡	中	阴	1 200
	3	6.1	4.1	3.9	675	0.6	缓坡	下	半阳	1 050
	4	6.3	3.8	3.7	700	0.6	缓坡	中	阳	1 225
	5	7.8	4.9	4.8	750	0.7	缓坡	中	阴	1 200
中龄林	6	5.3	3.4	3.2	900	0.6	缓坡	中	阳	1 440
	7	6.9	4.0	3.9	925	0.8	缓坡	下	半阳	1 100
	8	5.8	3.1	2.8	1 125	0.3	陡坡	中	阴	1 200
	9	4.6	3.4	3.3	1 565	0.6	陡坡	中	阴	1 300

注:幼龄林为 6 a,中龄林为 10~12 a。

2.2 指标计算

2.2.1 物种多样性测定^{[13] [15]} 物种丰富度: S= 样地内所有物种数目。采用 Shannon) Wiener 指数测定物种多样性: $H = - \sum p_i \ln p_i$ 。

物种均匀度指数 Pielou 指数:

$$J = H / \ln S$$

式中: P_i)) 种 i 的个体数量占全部植物种个体数的百分比; S))) 种 i 在所在样地的物种数目。

2.2.2 径阶大小结构划分^[16] 林木径阶大小划分按国家标准进行划分。林分平均直径大于 12 cm 时,以 4 cm 为一个径阶,6~12 cm 时,以 2 cm 为一个径阶,林分平均直径小于 6 cm 时,可采用 1 cm 为一个径阶。为统一起见,在林分调查中划分径阶时,采用上限排外法。

3 结果分析

3.1 林分结构分析

人工刺槐林结构比较简单,分为乔木层和草本层,没有发现灌木层。乔木层中幼龄林平均高度约 3.4 m,中龄林平均高度约 6.7 m。在生长季节林下植物群落盖度在 60% 以上。

3.1.1 林下物种组成 根据调查统计,陕西安塞县刺槐林下植物种类共有 28 种,出现菊科 7 种(苦菜、阿尔泰狗娃花、红足蒿、茺蒿、铁杆蒿、茵成蒿、艾蒿);豆科 7 种(达乌里胡枝子、狭叶米口袋等);禾本科 4

种(狗尾草、冰草、牛筋草、羊茅草);藜科 2 种(沙蓬、灰绿藜);玄参科 1 种(甜苣);伞形科 2 种(柴胡、窃衣);蔷薇科 1 种(翻白草);马齿苋科 1 种(马齿苋);马鞭草科 1 种(荆条);十字花科 1 种(糜蒿);石竹科 1 种(青香兰)。由于坡位、坡度、林分密度、坡向等因素不同造成各样地物种分布的差异性。

从表 2 可以看出,菊科与禾本科的优势度最明显。由于林分密度、坡向和坡度不同,林下植物群落差异很大。幼龄林,1 号样地与 2 号样地相比由于坡向不同 1 号样地以菊科为主,2 号样地以禾本科为主。中龄林,4,5,6,8 和 9 号样地植物群落主要都以禾本科为主,3 和 7 号样地植物群落主要以菊科和禾本科为主,造成这两组差异的主要原因是位于坡下部 3 号和 7 号样地和其它的水分条件和光照条件不同于其它样地引起的。

3.1.2 径阶大小结构分布。径阶分布图可以很好地反映林分生长发育状况^{[17] [18]}。由图 1 整体来看,由于立地条件和人类活动的干扰(砍伐、管理等)程度不同,相同林龄不同密度的人工刺槐林径阶分布存在着差异。

(1) 幼龄林。2 号样地径阶分布接近正态分布,径阶分布集中在 2) 10 之间;1 号样地径阶分布偏左,造成差异的重要原因是 1 号样地的种植密度过小,在幼龄时期,林分不能提前郁闭,土地利用效率降低,生长不良,整体径阶比较小。

(2) 中龄林。5 号样地由于林分密度过小而径阶呈偏右分布; 3, 4 和 6 号样地径阶接近正态分布; 7 号样地位于坡下部水分条件优越和不合理的林分密度出现多峰均衡状态; 8 和 9 号样地, 由于林分密度过大而径阶分布呈偏左正态分布。

3.1.3 冠层结构特征分析。表 3 为不同密度人工刺槐林冠层特征指标变化, 从表 3 可以看出, 叶面积指数和透光度的变化与林分密度有密切的关系。在幼龄林, 2 号样地的密度和郁闭度大于 1 号样地, 其叶面

积指数比 1 号样地的大, 透光度比 1 号样地的小。

在中龄林, 相同立地条件下, 9 号样地的密度和郁闭度大于 8 号样地, 其叶面积指数比 8 号样地大, 透光度小于 8 号样地。从 3 号样地到 7 号样地由于林分密度变化为 7 号样地 > 6 号样地 > 5 号样地 > 4 号样地 > 3 号样地, 所以叶面积指数变化规律为 7 号样地 > 6 号样地 > 5 号样地 > 4 号样地 > 3 号样地。

方差分析结构显示, 1 号样地和 8 号样地与其它样地林分比较, 叶面积指数和透光度存在显著差异。

表 2 不同密度的人工刺槐林林下植物群落种类组成及分科结构

生长期	样地号	物种数	菊科		豆科		禾本科		藜科		其它	
			种数	优势度	种数	优势度	种数	优势度	种数	优势度	种数	优势度
幼龄林	1	8	4	0.820	1	< 0.001	)	)	1	< 0.001	2	0.001
	2	8	)	)	1	0.070	3	0.76	1	< 0.001	3	< 0.001
	3	12	5	0.410	1	< 0.001	4	0.39	1	< 0.001	1	< 0.001
	4	7	2	0.050	1	0.020	3	0.69	1	0.040))
中龄林	5	7	1	0.040	1	< 0.001	3	0.10	1	0.260	1	< 0.001
	6	9	4	0.070	)	)	3	0.43	)	)	2	< 0.001
	7	10	4	0.830	)	)	3	0.86	1	0.020	2	< 0.001
	8	9	1	< 0.001	1	< 0.001	4	0.78	)	)	3	< 0.001
	9	3	)	)	)	)	2	0.88	1	0.020))

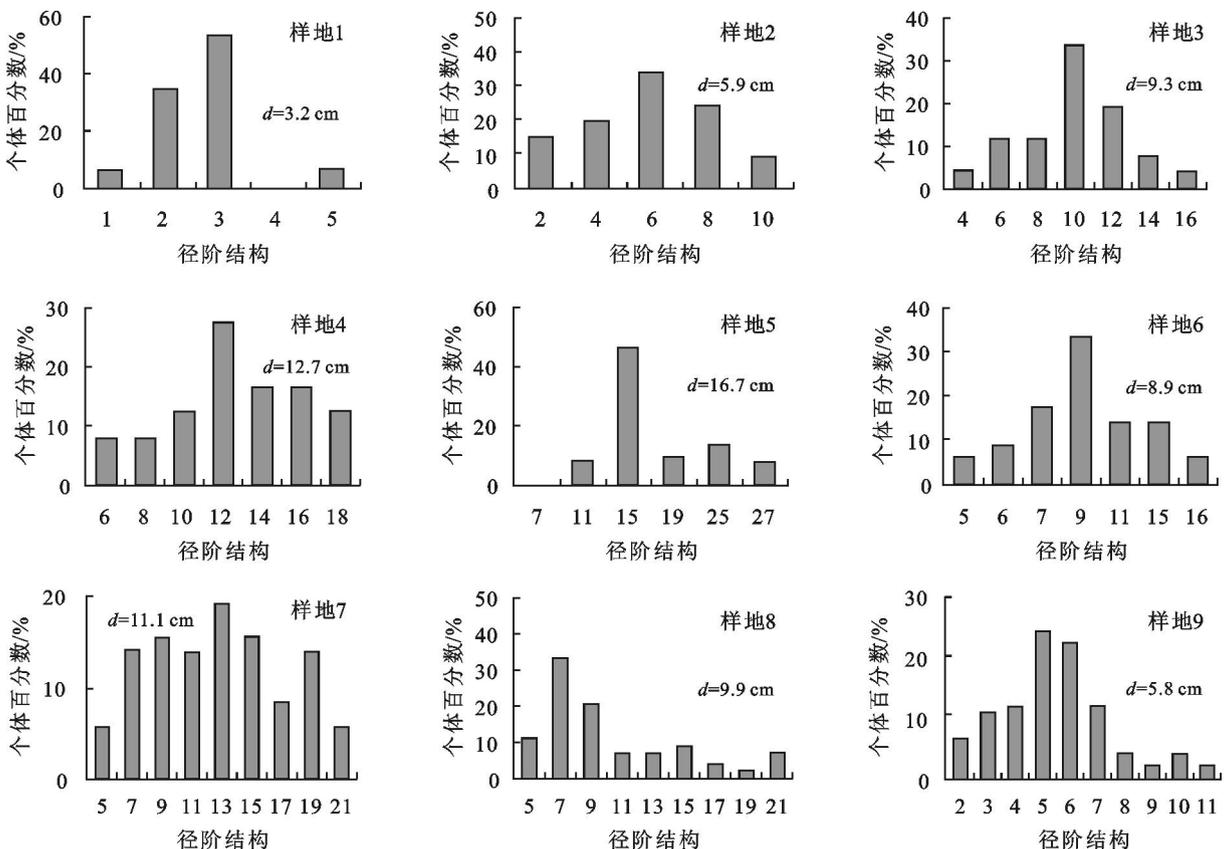


图 1 不同立地条件下人工刺槐林径阶分布图(d 为平均直径)

表 3 不同密度的人工刺槐林冠层特征指标变化

生长期	幼龄林				中龄林				
	样地 1	样地 2	样地 3	样地 4	样地 5	样地 6	样地 7	样地 8	样地 9
样地编号									
叶面积指数	1.09a	1.79b	1.49b	1.50b	1.52b	1.53b	1.54b	1.14a	1.66b
透光度	0.35a	0.17b	0.23b	0.22b	0.22b	0.21b	0.22b	0.30a	0.19b

注:表中各行不同字母表示差异显著(a=0.05)。

3.2 林下群落多样性

3.2.1 林下植物群落生活型 生活型是植物对于综合生境条件长期适应而在外貌上表现出来的植物类型,群落外貌主要是有群落组成种类的生活型决定的,并且植物群落内各类生活型的数量对比可以反映植物群落与气候的关系。根据 Raunkiaer 系统^[19],把植物划分为 5 类生活型。从表 4 可以看出,该地区植物群落以地面芽植物为主,占总数的 45.83%;其次是一年生植物,占总数的 33.33%,地上芽植物也占很大部分为 15.28%,高位芽植物较少,没有发现隐芽植物,由此反映了该区属于干旱、寒冷的气候特点。不同的样地群落表现出一定的差异,表现出各自的生活型谱特征,说明立地条件和林龄以及种植密度对林下植物群落的生活型有一定的影响。

表 4 不同密度人工刺槐林林下植物群落生活型组成特征

类型	Nph	Ch	H	G	T
样地 1	1	1	4	)	2
样地 2	1	2	3	)	2
样地 3	)	2	6	)	4
样地 4	)	2	3	)	2
样地 5	)	)	4	)	3
样地 6	)	2	3	)	3
样地 7	1	1	5	)	3
样地 8	1	1	4	)	3
样地 9	)	)	1	)	2

注: Nhp 为矮高位芽植物; Ch 为地上芽植物; H 为地面芽植物; G 为地下芽植物; T 为一年生植物。

3.2.2 林下植物多样性变化 刺槐林下植物群落多样性指标见表 5。从整体上看,物种丰富度在 3~12 之间,均匀度指数在 0.42~0.86 之间,多样性指数在 0.46~1.80 之间。

不同林龄和不同林分密度的植物群落多样性差异很大。幼龄林,1 号样地与 2 号样地相比,物种丰富度没差异,多样性指数与均匀度指数都在减少。中龄林,密度相近立地条件不同的 3 号与 4、6 和 7 号样地相比较,由于 4 和 6 号样地位于中阳坡,物种均匀

度指数较大。立地条件相同密度不同的 4 和 6 号样地,3 和 7 号样地相比较,随着林分密度的增加物种多样性指数和均匀度指数在减少。各个样地立地条件和林分密度不同,影响了林下植物群落结构的发育,物种丰富度表现不规律分布。

表 5 不同密度人工刺槐林林下植物群落多样性变化

生长期	样地	物种丰富度	多样性指数	均匀度指数
幼龄林	样地 1	8	1.54	0.74
	样地 2	8	1.26	0.60
	样地 3	12	1.80	0.72
	样地 4	7	1.68	0.86
	样地 5	7	1.56	0.80
中龄林	样地 6	9	1.50	0.68
	样地 7	10	1.52	0.66
	样地 8	9	1.37	0.62
	样地 9	3	0.46	0.42

4 结论

除 2 号样地、3 号样地、4 号样地、6 号样地和 7 号样地林木径阶分布接近正态分布外,其它样地的都存在着在不同程度的顶峰偏离正态分布的现象。造成这种现象的重要原因是不合理的林分密度抑制了林木生长及人类活动干扰影响林木生长。在相同立地条件和林龄下,随着林分密度的加大,叶面积指数随着增加。在相同立地条件下,随着密度的增加林分叶面积指数也随着增加。

安塞县人工刺槐林林下群落生活型主要是以地面芽植物为主,其次为一年生草本。在相同立地条件下,随着林分密度的增加林下群落多样性指数在减少。在密度相近的林分阳坡位的林下植物均匀度较大,在立地条件相同的林分随着密度的增加林下植物多样性指数和均匀度指数随着减少。随着林分的生长发育,林分密度过大或过小(不合理的密度)及立地条件影响林下植物群落的均匀度分布。

(下转第 70 页)

- [2] 曹云, 杨劼, 宋炳煜, 等. 人工抚育措施对油松林生长及结构特征的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(3): 397) 402.
- [3] 郭蓓, 刘勇, 李国雷, 等. 飞播油松林地土壤酶活性对间伐强度的响应[J]. 林业科学, 2007, 43(5): 1) 9.
- [4] 张鼎华, 叶章发, 范必有, 等. 抚育间伐对人工林土壤肥力的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 672) 676.
- [5] 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.
- [6] 蒋有绪, 郭泉水, 马娟, 等. 中国森林群落分类及其群落学特征[M]. 北京: 北京科学出版社, 中国林业出版社, 1998: 3) 20.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980: 68) 69.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 35) 100.
- [9] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 265) 267.
- [10] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 188) 359.
- [11] 潘德成, 姜涛, 于涛. 林分结构调整对固沙林地生态环境影响[J]. 水土保持应用技术, 2007(2): 4) 5.
- [12] 孙鹏森, 马李一, 马履一. 油松、刺槐林潜在耗水量的预测及其与造林密度的关系[J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(2): 1) 6.
- [13] 张希彪. 人为干扰对黄土高原子午岭油松人工林土壤物理性质的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(11): 3685) 3695.
- [14] Acosta Martinez V, Reicher Z, Bischoff M, et al. The roal of tree leaf mulch and nitrogen fertilizer on turf grass soil quality[J]. Biol Fort Soils, 1999, 29: 55) 61.
- [15] Whalley W R, Dumitru E, Dexter A R. Biological effects of soil compaction[J]. Soil Till Res, 1995, 35: 53) 68.
- [16] 盛炜彤, 杨承栋. 关于杉木林下植被对改良土壤性质效用的研究[J]. 生态学报, 1997, 17(4): 377) 385.
- [17] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 106) 221.
- [18] 吴忠红, 杜新民, 张永清, 等. 晋南日光温室土壤微生物及土壤酶活性变化规律研究[J]. 土壤肥料科学, 2007, 23(1): 296) 298.

(上接第 52 页)

[参 考 文 献]

- [1] 卞义宁. 陇东半干旱地区刺槐水保林合理密度分析与探讨[J]. 中国水土保持, 1996(3): 22) 24.
- [2] 卞义宁. 陇东黄土高原沟壑区刺槐水保林合理密度初探[J]. 中国水土保持, 1994(9): 32) 35.
- [3] 王力, 邵明安, 李裕元. 陕北黄土高原人工刺槐林生长与土壤干化的关系研究[J]. 林业科学, 2004, 40(1): 84) 91.
- [4] 杨建伟, 梁宗锁. 不同土壤水分下刺槐和油松的生理特征[J]. 植物资源与环境学报, 2004, 13(3): 12) 17.
- [5] 杨建伟, 梁宗锁. 不同土壤水分状况对刺槐的生长及水分利用特征的影响[J]. 林业科学, 2004, 40(5): 93) 98.
- [6] 曹军胜, 刘广全. 刺槐光合特性的研究[J]. 西北农业学报, 2005, 14(3): 118) 122.
- [7] 张卫强. 黄土半干旱区刺槐林地土壤蒸发特性研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(6), 397) 403.
- [8] 田晶会, 王百田. 黄土半干旱区刺槐林水分与生长关系研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5), 61) 64.
- [9] 单长卷. 黄土高原不同立地条件下刺槐生长与水分关系研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 9) 14.
- [10] 李鹏, 李占斌. 渭北黄土高原不同立地上刺槐根系分布特征研究[J]. 水土保持通报, 2002, 22(5): 15) 19.
- [11] 王力, 邵明安. 延安试区人工刺槐林地的土壤干层分析[J]. 西北植物学报, 2001, 21(1): 101) 106.
- [12] 李鹏, 赵忠. 渭北黄土区刺槐根系空间分布特征研究[J]. 生态环境, 2005, 14(3): 405) 409.
- [13] 王玉, 郭建斌. 黄土高原半干旱区侧柏人工林群落物种多样性研究[J]. 林业调查规划, 2007, 32(4): 22) 26.
- [14] 毕润成, 成亚丽. 吕梁山南端白皮松的群落特征及其多样性的研究[J]. 植物研究, 2002, 23(3): 366) 372.
- [15] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [16] 刘兆刚. 测树学教学实习指导书[J]. 东北林业大学森林经理学科, 2004.
- [17] 段爱国, 张建国, 童书振, 等. 杉木人工林林分直径结构动及其密度效应的研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(2): 178) 184.
- [18] 宋金聪. 人工楠木林分结构及生长状况分析[J]. 福建农业科技, 2006(4): 73) 75.
- [19] Raunkiaer C. The lif@form of plant and Statistid Plant Geography[M]. Oxford. Clarendon Press, 1934: 623.