

晋西黄土区刺槐林种植密度对植被生长状况的影响

郭建斌¹, 赵陟峰², 骆汉¹

(1. 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;

2. 甘肃省水土保持科学研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 通过对山西省方山县土桥流域刺槐人工林植被生长指标的比较研究, 分析了不同密度刺槐人工林的生长状况, 以期为该区刺槐人工林的经营管理提供理论依据和技术支持。研究结果表明, 同是林龄为 20 a 的刺槐人工林, 高密度林分内林木的树高、冠幅等生长指标值, 均比低密度林分内的低, 但郁闭度要比低密度林分高; 密度大的林分胸径普遍较小, 随着林分密度的降低, 胸径逐渐增大。刺槐林下灌木层和草本层植被的平均高度、盖度、生物量、物种丰富度都随着林分密度的降低而升高; 各林分林下植被层的含水量也存在着随林分密度的降低而升高的趋势。从人工林的生长状况来看, 晋西半干旱黄土丘陵沟壑区刺槐人工林的适宜密度为 1 667 株/hm²。

关键词: 黄土丘陵沟壑区; 刺槐人工林; 生长状况; 密度

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)01-0080-05

中图分类号: S727.22

Growth Status of Artificial Black Locust Forest with Different Densities in the Hilly and Gully Area of Western Shanxi Province

GUO Jian-bin¹, ZHAO Zhi-feng², LUO Han¹

(1. College of Soil and Water Conservation, and Key Laboratory of Soil and Water

Conservation and Desertification Combating of the Ministry of Education, Beijing Forestry University,

Beijing 100083, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: The growth indexes of artificial black locust forest with different densities in the hilly and gully area of Western Shanxi Province are studied. The purpose is to provide theory and practice evidences for plantation management in the area. Results show that in the same stand age (20 a), the values of various growth indexes in higher density forest is lower than those in lower density forest, such as tree height and crown width. However, the value of canopy density is higher than that in lower density forest. The DBH (diameter at breast height) of higher density forest is generally smaller and the DBH increases gradually with the decreased forest density. In the shrub layer and herb layer under different stand densities, plant average height, vegetation coverage, biomass, and species richness all decrease as the stand density increases. Soil water content in the undergrowth vegetation is higher in lower density than that in higher density. In the hilly and gully area of the loess plateau in Western Shanxi Province, the suitable stand density of artificial black locust forest is 1 667 stands/hm².

Keywords: loess hilly and gully area; artificial black locust forest; growth status; stand density

刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 林是黄土高原半干旱区植被恢复的主要人工林类型之一, 对改善这一地区的生态环境, 防治水土流失, 调节水文状况, 发挥着重要的作用^[1]。随着抗旱造林与径流林业技术的推广和应用, 刺槐林的面积还在快速增加, 对坡面水文过程、坡面土壤侵蚀、区域水文特征的影响越来越大。

不同密度的刺槐植树带随着林分密度的增大, 渐渐隐现出干旱、半干旱地区成林的土壤干化现象^[2], 因此确定适宜集水面积和造林密度是保证林木正常生长发育的基础。若林分密度过大, 一方面林内光照严重不足, 林下将因无草本及灌木出现而成为光板地。另一方面, 密度过大将导致“小老树”的形成, 不

利于经济效益的发挥。若林分密度过小,在造成土地资源浪费的同时也会造成林木树干弯曲,降低林木出材率和材质,也不利于水保效益的发挥^[3-7]。因此只有在合理密度的条件下,林分才具有充足的光、热、水、肥等营养环境和良好的结构,才能使林分发挥巨大的水保、生态、经济效益^[8-9]。本文对黄土半干旱丘陵沟壑区径流林业示范区不同密度刺槐林植被的生长状况进行了调查研究,阐述了密度对林木生长指标及林下灌草植被恢复的影响,对于造林规划设计和森林经营均有重要的指导意义。

1 研究区概况

试验地位于山西省吕梁山西麓的方山县峪口镇土桥沟流域(北纬 37°36'58",东经 110°02'55")的北京林业大学径流林业试验场。流域内最高海拔 1 446 m,试验区平均海拔 1 200 m 左右。该地区属暖温带大陆性季风气候,年平均气温为 7.3℃,年平均 10℃ 的活动积温为 2 223.5℃,干燥度 1.3。冬春寒冷干燥,秋季凉爽少雨,夏季降雨集中,无霜期 140 d。多年平均降水量 416 mm,且年内分配非常不均,6—9 月份降水占全年的 70% 以上;多年平均水面蒸发量高达 1 857.7 mm,最大蒸发出现在 4—6 月,表现出典型的北方严重春旱的特征。试验区属典型黄土丘陵沟壑地貌,地表大部分为新生代第四纪马兰黄土所覆盖,土壤为黄绵土,由黄土母质直接发育形成,层次过渡不明显;土层深厚,质地均匀,为中壤土,pH 值为 8.0~8.4。试验地平均土壤容重 1.22 g/cm³,田间持水量 21.0% 左右。刺槐人工林下主要野生灌木有杠柳(*Periploca sepium*)、黄刺玫(*Rosa xanthi-*

na)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、大果榆(*Ulmus macrocarpa*)等;草本植物以菊科和禾本科为主,菊科蒿属居多,有铁杆蒿(*Artemisia sacrorum*)、猪毛蒿(*A. scoparia*)、阿尔泰紫苑(*Heteropaspus altai-cus*)、山野豌豆(*Vicia amoena*)等。

2 研究内容与方法

在野外踏查的基础上对 5 种不同密度的刺槐人工林采取典型抽样法进行标准地抽样调查。各刺槐人工林的株行距分别为 1.5 m × 2 m, 1.5 m × 3 m, 1.5 m × 4 m, 1.5 m × 5 m, 1.5 m × 6 m, 调查样地的基本特征见表 1。本调查对样地分乔、灌、草 3 层,并分层调查。乔木样方面积为 20 m × 20 m,对样地内乔木进行每木检尺,测定其胸径、树高、冠幅、株数、郁闭度;然后于标准地内分别调查 5 个 2 m × 2 m 的灌木样方和 10 个 1 m × 1 m 草本样方,同乔木样地方法一样进行调查记录。灌木样方主要调查样地内灌木树种、株数、树高、冠幅、地径、盖度,草本样方调查记录每一小样方内所有出现草本的种类、株数、盖度、高度、多度、优势度及分布状况等。对灌木、草本样方内所有植物记录其株数、高度、盖度及分布状况等。灌木层和草本层生物量的测定采用全部收获法。选取在标准地内按对角线设置样方中的一个样方,将其内的灌木分地上和地下部分,分别称鲜重,并且根据其计算 1 hm² 的灌木鲜生物量。

把样品带回实验室置于 80℃ 的烘箱中烘干至恒重,求出干鲜重比率,进而推算 1 hm² 灌木干生物量,干生物量 = 鲜生物量 × 样品干重/样品鲜重。草本层生物量的测定方法同灌木层。

表 1 调查样地基本特征

样地编号	株行距/m	林龄/a	海拔/m	坡向	坡位	坡度/(°)	土壤类型
刺槐 08	1.5 × 2	20	1 271	SW	上	31.0	黄绵土
刺槐 15	1.5 × 4	20	1 270	SW	上	31.5	黄绵土
刺槐 17	1.5 × 3	20	1 264	SW	上	34.5	黄绵土
刺槐 19	1.5 × 6	20	1 260	SW	上	30.0	黄绵土
刺槐 23	1.5 × 5	20	1 266	SW	上	32.5	黄绵土

3 结果与分析

3.1 不同林分密度对林下植被的影响

林分对林下植被的影响,一方面,林分上层通常因为冠幅、冠层结构的差异或树种的组分不同以及林分密度的大小而对林下植被的生长、分布有着较大的影响^[10]。林木的冠幅、树种的组分、密度的改变都会

引起林下植被的改变,林分对林下植被的作用机制实质上是通过控制光照为主的环境因子的变化来影响林下植被的发育。林分密度对林下植被的影响机制是多方面的,它可以通过改变林分内的温湿度等环境条件来限制林下植被的生长,但主要通过改变林分中的光资源来影响植被在生长上的反应,因为受光率是影响林下植被生存和生长的潜在因素。林地内部光

照的改变将影响到林下植被种类、数量和生物量的分布。密度过大的林分还会影响单位面积林下植被的生物量、平均高、植被总盖度以及生活力的大小^[11]。另一方面,不同的林分组成由于树种不同,其提供的凋落物的数量、凋落物所含营养元素成份以及形成的腐殖质不同,加上树干产生的径流量和径流所含的元素也由于树种不同而不同,从而对立木周围的林地土壤养分和 pH 值产生本质的影响,因而有可能改变林下植被的生长。

3.1.1 林下植被的生长状况 林下植被层植物及其生长状况,能直接反映出林内光照、土壤水分等环境条件的优劣,对不同密度林分内的环境条件,起着很好的指示作用。在干旱半干旱地区,水分是衡量立地质量最主要的指标,故从林下植被的生长状况,可直接反映出林分内水分、光照等的满足程度和林分的稳定性。从林下植被层的生长情况来看,各密度林分由于郁闭度不同,林下小环境差异较大,各林分林下植被层的生长情况也就明显不同(表 2)。林下灌木层和草本层的平均高度、盖度、生物量都随着林分密度的降低而升高,而灌木层的平均高度和生物量的变化尤为显著。各林分林下植被层的含水量也存在着随林分密

度的降低而升高的趋势,表现出一定的规律性。

在林分密度 1.5 m × 2 m 的林内,由于林分密度较大,林地土壤水分条件和光照条件都受到严重影响,因而林下植被发育缓慢,灌木层和草本层的盖度均较低。虽然植株的高度差别不大,但生物量有明显差异,仅为 353.66 kg/hm²。同时高密度林分内种群数量也少,旱生植物明显占优势,植物含水量仅为 59.08%,而这些耐旱植物的出现,也正反映出林地内土壤水分严重不足,已不能满足林木正常的用水需要。在低密度林分(1.5 m × 6 m)条件下,林下植物总生物量达到 1 928.10 kg/hm²,是高密度林分(1.5 m × 2 m)林内总生物量的 5.46 倍。在林分密度 1.5 m × 6 m 的林内,植物种较多,多为中生植物,同时灌木层的盖度和平均高度显著增加,植物含水量达到 74.81%。

通过研究高密度林分植被层的生长状况并从其表现出的土壤干化现象来看,林分内的水量平衡已被打破,林内的水分供给已经严重不足,并开始影响林木的生长和林分的稳定性,而在低密度的林分内,林木生长情况表现较为良好,林下植被层的物种丰富度及生物量也较其它林分高。说明该林分内光照、水分等环境条件较为适宜,基本能满足林木生长之用。

表 2 各林分林下植被层生长情况

样地 编号	株行距/ m	平均高度/ cm		盖度/ %		生物量/ (kg · hm ⁻²)		含水量/ %
		灌木层	草本层	灌木层	草本层	灌木层	草本层	
8	1.5 × 2	35.89	12.56	18	55	212.2	141.46	59.08
15	1.5 × 4	64.06	35.10	55	90	432.74	288.5	66.92
17	1.5 × 3	57.17	24.92	45	75	304.02	229.34	63.93
19	1.5 × 6	88.01	43.78	65	90	1 156.86	771.24	74.81
23	1.5 × 5	88.73	40.66	58	90	864.32	612.21	68.88

3.1.2 林下植被的物种结构分析 植物群落种类组成及其数量特征是群落最重要和最基本的特征,是进一步分析群落层片、结构和动态的基本依据^[11]。根据试验地植物种类调查资料的统计和分析,刺槐林下灌木层和草本层出现较多的是菊科、豆科和禾本科植物,这些植物物种个体数量多,盖度大,生物量高,生活能力较强,构成了灌木层和草本层的优势种;同时也有个别伴生种和偶见种出现于刺槐林内。

在立地条件相同、林龄相同的情况下,刺槐林下植物种群数量随着林分密度的增加而逐渐减少(表 3)。密度为 3 333 株/hm²(8 号样地)的刺槐林灌木层只有牛枝子和黄刺玫 2 种灌木,密度为 2 222 株/hm²(17 号样地),1 667 株/hm²(15 号样地),1 333 株/hm²(23 号样地)和 1 111 株/hm²(19 号样地)灌木层的物种数分别为 4,5,6,7 个;各样地灌木层的优

势种均为牛枝子,但优势种的重要值变化幅度较大,从 91.24% 到 34.06%,可见随着物种数的增多,优势种的重要值在减小。不同密度刺槐林草本层的物种数随密度的减小而增多,各草本层的物种数分别为 15,19,23,24,26 个;各样地的优势种及优势种的重要值各不相同,这可能与物种的演替阶段有关。由此可以看出林分密度对林下植被的影响程度。郁闭度是影响林下植物物种丰富度的关键因子,密度越大的刺槐人工林郁闭度越大,林下植物物种数越少,从物种数来看,虽然各样地的植物种类差别不大,但密度为 1 111 株/hm²的刺槐林群落里物种数为 22 种,在密度为 3 333 株/hm²的刺槐林群落里达到 28 种,增加了 27.3%。随着林分密度的降低,灌木层和草本层的物种丰富度均有增加。这说明林分密度越小,对于提高林下植物物种的丰富度越有益处。

表 3 不同群落灌草层物种比较

样地编号	株行距/ m	灌木层			草本层		
		物种数/ 个	优势种	优势种重要值/ %	物种数/ 个	优势种	优势种重要值/ %
8	1.5 × 2	2	牛枝子	91.24	15	阿尔泰狗娃花	30.88
15	1.5 × 4	5	牛枝子	55.58	23	猪毛菜	21.90
17	1.5 × 3	4	牛枝子	47.53	19	铁杆蒿	21.02
19	1.5 × 6	7	牛枝子	34.06	26	铁杆蒿	26.47
23	1.5 × 5	6	牛枝子	50.50	24	披针叶苔草	29.95

研究中还发现,在密度相同为 1 667 株/ hm^2 ,同海拔,同坡向的刺槐林,林龄为 15 a 的刺槐林灌木层有 3 个物种,草本层共有物种 15 个,其灌木和草本分别比林龄为 20 a 的刺槐林少 1 种和 4 种。说明林龄对林下物种多样性也有一定的影响,引起以上物种变化的原因主要在于随着林分年龄的增长。除了林木本身树高、胸径及冠幅发生变化外,其林内微环境也在逐渐发生变化而引起整个林分群落内的变化。

3.2 不同林分密度下林木的生长

林分的高效空间配置直接影响着林木的生长状况。立木数量是林分群体结构的基础,林分群体结构受密度的制约,其密度的压力导致种内竞争,从而对林木的生长、产量、质量产生不同的影响。林木生长规律与立地因子有着非常紧密的关系,林木常常因为立地类型不同而发生变化^[12]。立地条件基本一致的,其生长规律不会发生较大的变化,单木的生长量表现不一主要是由于林分密度的不同直接导致了林木生长状况的不同。而在相同密度的林分内,林木的生长状况又会因立地条件的差异发生不同的变化。

3.2.1 林木的生长状况 不同的造林密度限制了树木营养空间,而林木个体占据的营养空间对林木的树高、胸径的生长和树冠发育有着密切的关系,进而影响着林冠的郁闭度。由表 4 可以看出,同是林龄为 20 a 的刺槐人工林,高密度林分内林木的树高、冠幅等生长指标值,均比低密度林分内的低,但郁闭度较低密度林分为高;林分密度为 3 333 株/ hm^2 的刺槐林,平均树高只有 9.8 m,平均胸径为 9.28 cm,林分已经完全郁闭,且郁闭度高达 0.92,而在林分密度为 1 111 株/ hm^2 刺槐林里,平均树高比林分密度为 3 333 株/ hm^2 刺槐林高 39.8%,平均胸径比林分密度为 3 333 株/ hm^2 刺槐林大 46.55%,但郁闭度只有 0.81。平均胸径随密度的减少而增加,而当密度增大时,胸径随之减少。密度大的林分树高、胸径、冠幅等值较低主要是受水分供给的限制,影响了林木的正常发育。这一现象说明,在原本是疏林草原的环境条件下,密度过高的林分,林内的水分供给,已不能满足林

木正常生长的需要了,导致林木的生长滞缓,成为大片“小老树”,甚至在高密度林分内,一些树木已出现干梢现象,反映出林内水分环境已严重恶化。

对不同密度的刺槐林地林木生长状况所做的调查试验证明,对不同林分密度而言,从整个生长过程来看,树高的连年生长量曲线呈多峰型,在经过连年生长的高峰期之后,林木的高生长减缓,然而后期受外界环境的影响,出现树高生长量频繁变动的现象。研究认为,这一现象主要是由于生长初期充足的营养空间满足了林木的生长需要,在经过生长旺盛期之后林分很快郁闭,为了争夺阳光,林木间又一次开始新的竞争。对比不同密度林分单木树高生长可以看出,密度大的林分树高生长的后期对外界环境变化的反应是不明显的。密度与胸径总生长量的基本关系是,林分的密度越大,胸径越小;林分的密度越小,胸径越大;不同密度胸径的年生长量有较大的差异,林分的胸径生长的旺盛期一般滞后于树高的旺盛生长期,但相隔的时间较短。

表 4 不同密度 20 a 刺槐林林木生长状况比较

株行距/ m	树高/ m	胸径/ cm	冠幅/ m	郁闭度	密度/ (株 · hm^{-2})	林龄/ a
1.5 × 2	9.8	9.28	3.1	0.92	3 333	20
1.5 × 3	10.3	11.41	3.5	0.88	2 222	20
1.5 × 4	11.6	12.81	4.2	0.85	1 667	20
1.5 × 5	12.9	11.07	5.1	0.78	1 333	20
1.5 × 6	13.7	13.60	5.8	0.71	1 111	20

3.2.2 林木的径阶结构 林木的生长状况与林分密度、树龄、坡向、坡位、海拔有密切的关系。在相同的立地条件下,随着林分密度的增大,林龄的增长,树高、胸径及郁闭度都发生了变化。一般而言,当土壤水分供给能够满足林木生长需要时,较高密度的林分往往表现出群体林木细高状,即胸径小,树高相对高^[12]。

对各刺槐样地的径阶结构按每 5 cm 一个径阶划分如图 1 所示,林龄同为 20 a,密度不同的林分中,密度大的林分(8 号样地)胸径普遍较小,主要集中在 12 cm 以下,胸径小于 8 cm 的个体占 32%;随着林分密

度的降低,胸径逐渐增大,处在 8~16 cm 径阶范围的个体所占比例在 72%~92%之间。其中密度为 1.5 ×5 m 的林分(23 号样地)各个体的生长最为均衡,胸径在 8~12 cm 的个体占到 67%;密度为 1.5 m ×6 m 的林分(19 号样地)中胸径大于 16 cm 的个体数最多,占 9%。与 20 a 林龄的刺槐林相比,15 a 和 9 a 林龄、中等密度的刺槐林分胸径均较小,不存在胸径大于 16 cm 的个体,胸径在 4~12 cm 的个体所占比例达到 90%。可见随着造林密度的加大,林分中的小径级木比例增加,而大径级木的比例减少。从图 1 得知,不同密度造林,立木径阶分布情况有明显的差异,当密度大时,小径级木所占比例较大;而当密度小时,大径级木所占比例较大。表明密度影响着林木个体大小数量的分布,而在晋西黄土丘陵沟壑区,中等密度的刺槐人工林中,林木个体胸径的生长比较均衡,林分总蓄积量相对较高。

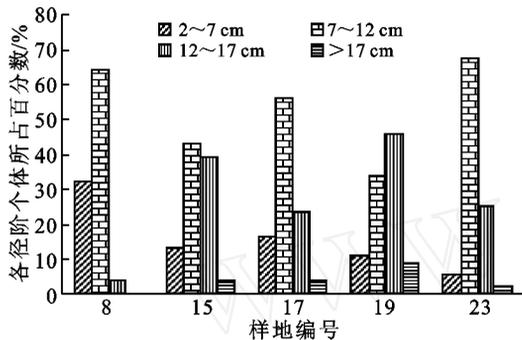


图 1 各样地刺槐径阶分布

4 结论

人工林的建设不仅直接改变了林下植被的物种组成和生物量,也通过环境变化影响了生物多样性的变化。人工林林下生物量的增加,生物多样性的恢复已经成为人工林经营管理广为接受的目标之一。揭示人工林下物种组成与群落结构,不仅是评估人工林生态功能的一个重要途径,也是判断人工林生态功能恢复效果的一个必要手段,可以为人工林合理管理与林分结构优化调控,完善人工林恢复重建方法提供依据。通过调查林下物种组成和结构,比较不同密度刺槐人工林下的物种组成、结构特征及其差异,评价人工林林下草本植物的发育状况,为人工林生态功能恢复评价和植被建设提供理论依据。

同是林龄为 20 a 的刺槐人工林,高密度林分内林木的树高、冠幅等生长指标值,均比低密度林分内的为低,但郁闭度要比低密度林分高;密度大的林分胸径普遍较小,主要集中在 12 cm 以下。高密度的林分树高、胸径、冠幅等值较低主要是受水分供给的限

制,影响了林木的正常发育。随着林分密度的降低,胸径逐渐增大。林下灌木层和草本层的平均高度、盖度、生物量都随着林分密度的降低而升高,而灌木层的平均高度和生物量的变化尤为显著。各林分林下植被层的含水量也存在着随林分密度的降低而升高的趋势。在立地条件相同,林龄相同的情况下,刺槐林下植物种群数量随着林分密度的增加而逐渐减少。各林分内灌木层和草本层的优势种各不相同,各物种的重要值也不相同。随着林分密度的降低,灌木层和草本层的物种丰富度均有增加。

从人工林植被的生长因子来考虑,在晋西黄土丘陵沟壑区,密度为 1 667 株/hm² 的刺槐人工林的生长状况相对较好,可以认为是该区刺槐人工林的适宜造林密度。当然,影响林分生长的因素很多,且不同地区的主要限定因子各不相同,将有待于今后的进一步研究和探讨。

[参 考 文 献]

- [1] 吴钦孝,杨文治. 黄土高原植被建设与可持续发展[M]. 北京:科学出版社,1998:37-70.
- [2] 刘晨峰,尹婧,贺康宁. 林下植被对半干旱区不同密度刺槐林土壤水分环境的指示作用[J]. 中国水土保持科学,2004,2(2):62-67.
- [3] 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.
- [4] 张建军,贺维,纳磊. 黄土区刺槐和油松水土保持林合理密度的研究[J]. 中国水土保持科学,2007,5(2):55-59.
- [5] 张建军,毕华兴,魏天兴. 晋西黄土区不同密度林分的水土保持作用研究[J]. 北京林业大学学报,2002,24(3):50-53.
- [6] 张永涛,杨吉华. 黄土高原降水资源环境容量下侧柏合理密度的研究[J]. 水土保持学报,2003,17(2):156-162.
- [7] 移小勇,赵哈林,崔建垣,等. 科尔沁沙地不同密度(小面积)樟子松人工林生长状况[J]. 生态学报,2006,26(4):1200-1206.
- [8] 王百田,王颖,郭江红,等. 黄土高原半干旱地区刺槐人工林密度与地上生物量效应[J]. 中国水土保持科学,2005,3(3):35-39.
- [9] 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,2001,13(1):11-15.
- [10] 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.
- [11] 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,2008,3(1):11-16.
- [12] 骆宗诗,温佐吾,吴冬生. 马尾松次生林幼龄种群结构和生长状况研究[J]. 山地农业生物学报,2003,22(4):294-299.