

## 不同林分密度对日本落叶松生物量的影响

李国升 (辽宁省森林经营研究所, 辽宁丹东 118002)

**摘要** [目的]快速培育优质高产日本落叶松人工林, 优选最佳的适宜密度。[方法]设间伐强度 20.00%、30.00%、40.00%、对照 4 个处理, 即 I 号区 2 235 株/hm<sup>2</sup>, II 号区 1 995 株/hm<sup>2</sup>, III 号区 1 365 株/hm<sup>2</sup>, IV 号区 2 975.00 株/hm<sup>2</sup> (CK), 选择 18 年生的林分进行不同保留密度的试验研究。[结果]10 年间各试验区日本落叶松的生物量变化比较明显, II 号区保留密度 1 365 株/hm<sup>2</sup>, 乔林层生物量比 CK 提高 74.80%, 总林分生物量比 CK 提高 72.22%; III 号区保留密度 810 株/hm<sup>2</sup>, 林分乔木层生物量比 CK 降低 3.94%, 林分总生物量比 CK 降低 3.36%, 而草本层和灌木层的生物量比 CK 分别提高 2.53% 和 20.34%。[结论]在日本落叶松中龄阶段, 林分的保留密度以 1 365 株/hm<sup>2</sup> 为宜。

**关键词** 日本落叶松; 林分密度; 生物量

**中图分类号** S753.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)15-0162-02

Effects of Different Stand Density on Biomass of *Larix kaempferi*

LI Guo-sheng (Liaoning Institute of Forest Management, Dandong, Liaoning 118002)

**Abstract** [Objective] To cultivate high quality and high yield *Larix kaempferi* plantation, and to select the best suitable density. [Method] Set up the thinning intensity of 20%, 30%, 40% and the control of the 4 treatments, namely, I area 2 235 plant/hm<sup>2</sup>, II area 1 995 plant/hm<sup>2</sup>, III area 1 365 plant/hm<sup>2</sup>, IV area 2 975 plant/hm<sup>2</sup> (CK), the experimental study on the selection of 18 year old stand in different density was conducted. [Result] In the 10 years, the biomass of *Larix kaempferi* was significantly changed in each test area. The density was 1 365 plant/hm<sup>2</sup> in II area, and the biomass of the forest was increased 74.80% by comparing with CK, the total biomass was increased 72.22% by comparing with CK. The density was 810 plant/hm<sup>2</sup> in III area, and the biomass of the forest was decreased 3.94% by comparing with CK, the total biomass was decreased 3.36% by comparing with CK. The biomass of herb layer and shrub layer increased 2.53% and 20.34%, respectively, by comparing with CK. [Conclusion] In middle age stage of *Larix kaempferi*, the density of the stand was 1 365 plant/hm<sup>2</sup>.

**Key words** *Larix kaempferi*; Stand density; Biomass

日本落叶松是辽东山区的主要用材树种, 从 20 世纪 30 年代开始, 辽东山区培育了几代日本落叶松人工林, 已成为辽宁重要的用材林基地。为加强对现有日本落叶松人工林的经营管理, 快速提高产量和质量, 对日本落叶松人工中幼林进行不同密度试验, 探讨在不同密度下的生物量指标具有重要意义。笔者研究了不同林分密度对日本落叶松生物量的影响, 旨在为今后发展日本落叶松人工林提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地设在辽宁省新宾县木奇镇赵家村, 该地为暖温带大陆性季风气候区, 年均气温 4.7℃, 年降水量 800 mm, 蒸发量 1 200 mm, 无霜期 127 d, 海拔 350 m, 土壤为山地棕色森林土, 土层厚度 40~60 cm。

**1.2 研究方法** 在 18 年生日本落叶松人工林林分内, 按 4 种不同保留密度设置定位样地, 样地面积 0.067 hm<sup>2</sup>。4 种不同保留密度设计: I 号区间伐强度 20%, II 号区间伐强度 30%, III 号区间伐强度 40%, IV 号区为对照 (CK)。2002 年作业后, 各区的保留密度: I 号区 2 235 株/hm<sup>2</sup>, II 号区 1 995 株/hm<sup>2</sup>, III 号区 1 365 株/hm<sup>2</sup>, IV 号区 2 975 株/hm<sup>2</sup>。2012 年作业后各区保留密度: I 号区 1 680 株/hm<sup>2</sup>, II 号区 1 365 株/hm<sup>2</sup>, III 号区 810 株/hm<sup>2</sup>, IV 号区 2 610 株/hm<sup>2</sup>。在样地内对不同林分按不同保留密度进行作业, 作业后测定不同密度林木的干、枝、叶的生物量, 以后每 2 年复测定 1 次, 10 年后进行效果分析。生物量测定方法: 在试验地选出标准

木, 伐倒后用分层切割方法, 分别测量树干、枝、叶的鲜重。按获得的数据, 用“相对生长法”建立各器官生物量与测树因子的相对回归模式, 最后计算各器官的生物量<sup>[1]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 不同林分密度下日本落叶松生物量的比较** 按不同的保留密度 (间伐强度 20%、30%、40%), 对 18 年生日本落叶松人工林进行生物量测定<sup>[2-5]</sup>, 结果见表 1。由表 1 可知, 18 年生日本落叶松人工林经不同强度间伐后, 经 10 年的生长, 各不同保留密度乔木层生物量的变化明显, II 号区保留密度为 1 365 株/hm<sup>2</sup>, 10 年间乔木层总生物量比 CK 提高 74.80%; I 号区保留密度为 1 680 株/hm<sup>2</sup>, 10 年间乔木层总生物量比 CK 提高 26.38%; III 号区保留密度 810 株/hm<sup>2</sup>, 10 年间乔木层总生物量比 CK 降低 3.94%。

以上说明, 当林分密度过小时, 林木营养空间增大, 径级和树高生长快, 则生物量也随之加大, 但由于单位面积株数少, 导致生物量偏低。当林分密度过大时, 会使林木间因相互竞争养分而导致林木分化激烈, 影响林木的生长, 使乔木层生物量下降, 因此必须在适宜密度的林分内, 才能获得较高的生物量。通过试验结果可知, 18 年生日本落叶松人工林以保留 1 365 株/hm<sup>2</sup> 林分的乔木层生物产量最高, 可作为今后中龄林抚育间伐保留密度的参考指标。

**2.2 不同林分密度下大乔木层生物量预测** 不同林分密度乔木层生物量的预测, 可依据不同林分密度 10 年间各因子的增长数据, 用相对生长式  $W = a(D^2H)^b$  与生物量拟合, 形成回归方程经验式。a、b 参数可用最小二乘法求得, 按照经验式可得出单株各器官的生物量, 并由不同密度的株数和单株生物量可推断不同密度的生物量 (表 2)。

**作者简介** 李国升 (1981—), 男, 内蒙赤峰人, 工程师, 从事营业管理工作。

**收稿日期** 2017-04-13

表 1 2002 和 2012 年不同密度下日本落叶松生物量比较

Table 1 Comparison of biomass of *Larix kaempferi* under different densities in 2002 and 2012

2002 年 Year of 2002								
试验地 Test sites	平均胸径 Average DBH//cm	平均树高 Average tree height//m	林分密度 Stand density 株/hm <sup>2</sup>	干生物量 Trunk biomass t/hm <sup>2</sup>	枝生物量 Branch biomass t/hm <sup>2</sup>	叶生物量 Leaf biomass t/hm <sup>2</sup>	总生物量 Total biomass t/hm <sup>2</sup>	
I	13.2	14.4	2 235	63.18	8.62	2.28	89.29	
II	14.0	15.2	1 995	56.40	7.72	2.03	79.70	
III	14.8	16.0	1 365	38.59	5.28	1.39	54.53	
IV(CK)	12.6	13.4	2 975	74.11	10.08	2.71	104.80	
2012 年 Year of 2012								
试验地 Test sites	平均胸径 Average DBH//cm	平均树高 Average tree height//m	林分密度 Stand density 株/hm <sup>2</sup>	干生物量 Trunk biomass t/hm <sup>2</sup>	枝生物量 Branch biomass t/hm <sup>2</sup>	叶生物量 Leaf biomass t/hm <sup>2</sup>	总生物量 Total biomass t/hm <sup>2</sup>	
I	17.4	18.0	1 680	85.99	12.16	3.04	121.38	
II	18.8	19.2	1 365	87.96	1 260.00	3.10	124.38	
III	19.0	19.6	810	55.91	8.04	1.96	78.88	
IV(CK)	16.2	17.0	2 610	92.13	12.79	3.31	130.19	
10 年间生物量增长 Biomass growth in 10 years								
试验地 Test sites	干生物量 Trunk biomass t/hm <sup>2</sup>	干生物量增幅 Increase amplitude of trunk biomass//%	枝生物量 Branch biomass t/hm <sup>2</sup>	枝生物量增幅 Increase amplitude of branch biomass//%	叶生物量 Leaf biomass t/hm <sup>2</sup>	叶生物量增幅 Increase amplitude of leaf biomass//%	总生物量 Total biomass t/hm <sup>2</sup>	总生物量增幅 Increase amplitude of total biomass//%
I	22.81	126.25	3.54	130.60	0.76	126.60	32.09	126.38
II	31.50	175.13	4.88	180.00	0.97	161.60	44.68	174.80
III	17.62	93.70	2.76	101.80	0.57	95.00	24.35	96.06
IV(CK)	18.02	100	2.71	100	0.60	100	25.39	100

表 2 经验式计算结果,均以 II 号试验地数据为例得出。

今后预测不同林分密度的生物量时,首先,要对不同林分密度的生物量与林木的直径和树高建立相对生长式,再由各林龄阶段与生物量建立回归方程,即可预测出不同林分密度的乔木层生物量。

**2.3 不同林分密度下林分的生物量及器官分配** 由表 3 可知,日本落叶松人工林生物量主要由乔木层、灌木层、草本层构成,并以乔木层为主体,在不同的林分密度下,各试验区内

表 2 单株器官生物量的回归经验方程

Table 2 Regression empirical equation of organ biomass of individual

*Larix kaempferi*

器官 Organ	回归方程经验式 Empirical equation of regression equation	相关系数 Correlation coefficient (r)
树干 Trunk	$W = 0.000 10 (D^2 H)^{0.781 48}$	0.995
树枝 Branch	$W = 0.000 01 (D^2 H)^{0.824 94}$	0.995
树叶 Leaf	$W = 0.000 004 4 (D^2 H)^{0.782 49}$	0.995
全株 Whole tree	$W = 0.000 15 (D^2 H)^{0.781 53}$	0.994

表 3 不同林分密度林分生物量及器官分配

Table 3 Stand biomass and organ allocation in different stand density

2002 年干生物量 Stem biomass in 2002 // t/hm <sup>2</sup>					2012 年干生物量 Stem biomass in 2012 // t/hm <sup>2</sup>			
试验地 Test sites	乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer	合计 Total	乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer	合计 Total
I	89.30	1.67	1.56	92.53	121.40	2.50	2.33	126.23
II	79.70	1.83	1.71	83.24	124.10	2.76	2.57	129.43
III	54.50	2.29	2.31	89.10	78.90	30.00	3.12	85.02
IV(CK)	104.80	1.42	1.22	107.40	130.20	2.01	2.01	134.22
10 年间生物量增长 Biomass growth in 10 years								
试验地 Test sites	乔木层 Tree layer t/hm <sup>2</sup>	乔木层增幅 Increase amplitude of tree layer//%	灌木层 Shrub layer t/hm <sup>2</sup>	灌木层增幅 Increase amplitude of shrub layer//%	草本层 Herb layer t/hm <sup>2</sup>	草本层增幅 Increase amplitude of herb layer//%	总生物量 Total biomass t/hm <sup>2</sup>	总生物量增幅 Increase amplitude of total biomass//%
I	32.10	126.38	0.83	140.68	0.77	97.47	33.70	125.65
II	44.40	174.48	0.93	157.63	0.86	108.86	46.19	172.22
III	24.40	96.06	0.71	120	0.81	102.53	25.92	96.64
IV(CK)	25.40	100	0.59	100	0.79	100	26.82	100

植物配植:亮叶朱蕉(背景)+花叶良姜/龙船花/软枝黄蝉/紫云腾(中景)+三色竹芋/假银丝马尾(前景);③路口结点



处花境:旅人蕉(背景)+亮叶朱蕉/花叶鹅掌藤/锦绣杜鹃/悬铃花/大红花/红花檵木(中景)+雪茄花/白蝴蝶。



图5 白鹭洲公园地被植物应用

Fig. 5 Application status of ground cover plants in Bailuzhou park

### 3 结论与讨论

在此次公园地被植物调查中,一些地被植物被广泛应用,如黄金榕、红花檵木、金叶假连翘、亮叶朱蕉、花叶假连翘、叶子花、大红花、福建茶、鹅掌柴、红背桂、龙船花等。地被植物的应用不仅增加了城市绿地的植物层次,丰富了园林景观,而且在增加绿地绿量上,最大限度地发挥城市绿地的生态效益。然而,城市园林绿地也迫切需要充实和更新现有的地被植物种类。

就厦门本土地被植物资源而言,野生地被植物非常丰富,一些种类观赏价值高、适应性强,但在本地园林中却极少应用。如耐盐类地被植物单叶蔓荆、福建胡颓子、海马齿;耐旱类地被植物石斑木、美丽胡枝子、野牡丹;耐阴类地被植物疏花卫矛、山菅兰、铜锤玉带草等<sup>[5-6]</sup>。因此,开发和研究本

土野生地被植物,并积极推广应用,既有助于提高城市园林的品位,突出地方特色,又可降低养护成本。园林绿化工作者应全面了解所选地被植物的生长特性,选择适合当地栽种的植物种类。

#### 参考文献

- [1] 李惠萍. 厦门地被植物资源及其园林应用[J]. 现代园艺, 2016(4): 120-121.
- [2] 陈碧娥. 厦门地区观赏地被植物资源及其园林应用[J]. 亚热带植物科学, 2007, 36(4): 38-44.
- [3] 林雪苹. 厦门地区几种常见优良地被植物的栽培与应用[J]. 福建水土保持, 2001, 13(4): 35-37.
- [4] 钱璐璐, 翁殊斐. 广州市6个公园地被植物应用现状调查: 对耐旱型地被的选择与思考[J]. 广东园林, 2011, 33(2): 64-67.
- [5] 罗文芳. 厦门地区乡土地被植物资源及其区系分析[D]. 厦门: 厦门大学, 2011.
- [6] 索海静. 乡土树种在安阳市园林绿化中的应用研究[J]. 农业科技与信息, 2015(18): 86-87.

(上接第163页)

都是乔木层大于灌木层和草本层。间伐10年后,不同林分生物量变化明显,Ⅱ号区的总生物量增幅最大,比CK提高72.22%,乔木层提高74.80%,灌木层提高57.63%,草本层提高8.86%。而Ⅲ号区的生物量,乔木层和总生物量比CK降低3.94%和3.36%,灌木层生物量比CK提高20.34%,草本层生物量比CK提高2.53%。以上说明,保留适宜的林分密度能提高林分的生物量,密度过大的林分虽然也能提高林分的生物量,但提高幅度较小,而密度过小的林分,会降低林分总生物量,但能提高灌木层和草本层的生物量。因此,日本落叶松人工林在20年生左右时,林分的保留密度应以1365株/hm<sup>2</sup>为宜。

### 3 小结

日本落叶松人工林采取1365株/hm<sup>2</sup>的林分密度,生长10年后,乔木层生物量比CK可提高74.80%。总生物量比对照提高72.22%,总生物量表现为乔木层大于灌木层和草

本层;林分密度810株/hm<sup>2</sup>时的生物量,乔木层和林分总生物量比对照降低3.94和3.36%,灌木层比对照提高20.34%,比草本层提高2.53%。利用相对生长式 $W = a(D^2H)^b$ 可预测日本落叶松人工林乔木层单株器官的生物量<sup>[6]</sup>,并由单位株数和单株生物量推断不同林分密度的生物量。

#### 参考文献

- [1] 王永祥, 吴耀先, 李长斌, 等. 日本落叶松人工林生物量及其器官分配规律的研究[J]. 辽宁林业科技, 1999(2): 17-20.
- [2] 杨玉林, 高俊波, 曹飞, 等. 抚育间伐对落叶松生长量的影响[J]. 吉林林业科技, 2003, 32(5): 21-24.
- [3] 贾云, 张放. 辽宁草河口林区红松人工纯林生物产量的调查研究[J]. 辽宁林业科技, 1985(5): 18-23.
- [4] 焦树仁. 辽宁章古台樟子松人工林的生物量与营养元素分布的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 9(4): 257-264.
- [5] 王喜武, 李喜运, 关晓锋, 等. 长白落叶松生物量测定的初步探讨[J]. 辽宁林业科技, 1993(6): 31-34.
- [6] 赵庆喜, 白荣芬, 吴江, 等. 不同混交比例的人工针阔带状混交林生物量变化动态[J]. 防护林科技, 2010(6): 31-33.