

华北落叶松人工林不同阶段经营密度研究

梁文俊, 匡栋, 高广磊, 贺宇, 安云, 任丽娜

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 林分密度是指林木生长过程中单位面积上的立木株数, 它与林分的生长发育、稳定性、林分产量、质量等因素有着重要的联系。通过对河北省木兰国营林场不同林分密度的华北落叶松人工林进行调查, 采用 Hegyi 单木竞争指数模型, 提出了冠幅竞争指数。通过拟合实测冠幅、胸径和相对冠幅竞争指数, 得出了竞争指数分别为 0.2、0.4、0.6、0.8 时, 所对应的华北落叶松的不同经营密度值。

关键词: 落叶松; 竞争指数; 林分密度

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)03-0145-04

中图分类号: S753.3

Optimizing Management Density of *Larix Principis* Plantation During Different Periods in Hebei Province

LIANG Wen-jun, DING Guo-dong, GAO Guang-lei, HE Yu, AN Yun, REN Li-na

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Stand density is referred to as the number of trees standing in the process of tree growth on a unit area, which closely related to forest growing conditions, stability, forest yield, quality and other factors. Based on a survey on *Larix principis* plantations with various densities in State-owned Forest Bureau of Mulan in Hebei Province, the study proposed a competition index of crown width by adopting the Hegyi model, which uses a single wood competition index model to calculate the competition index. By fitting crown width, stem diameter at chest height and relative crown width competition index, the management density was found varying in response accordingly to the diameter, given a competition level. The management densities of *Larix principis* plantation were calculated for the competition indices of 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8, respectively.

Keywords: *Larix principis*; competition index; stand density

造林密度是形成人工林群落结构的数量指标, 而林分密度则是制约林木群体生长发育过程的关键因素, 对人工林生态系统的稳定性及生物生产力产生重要影响^[1]。国内许多学者就人工林的林分密度与林分生长的关系已进行了深入系统的探讨^[2-4]。森林的复杂性主要体现在它的密度、种类组成、水平和垂直结构等方面, 因此林分密度和林木分布格局成为群落生态学中最为基本的研究内容^[5]。以不同竞争指数下的多年生落叶松人工林为研究对象, 分析了目前林地内群落特征, 落叶松林个体生长状况, 旨在阐明在何种密度下落叶松人工林能够实现其最大的生态经济效益, 为当地的林业经营管理提供参考。

1 研究区域概况

木兰围场国营林场管理局位于滦河上游地区, 地处河北省围场满族蒙古族自治县境内, 地理坐标为

116°32′—118°14′E, 41°35′—42°40′N, 东西长 128 km, 南北宽 96 km, 总经营面积 102 666.7 hm², 属于中温带向寒温带过渡、半干旱向半湿润过渡的山地气候。具有水热同季, 冬长夏短、四季分明、昼夜温差大的特征。平均气温-1.4~4.7℃, 极端最高气温 38.9℃, 极端最低气温-42.9℃, ≥0℃的年积温 2 180℃, ≥10℃年积温 1 610℃, ≥15℃年积温 859℃; 无霜期 67~128 d, ≥6 级大风日数 27 d。灾害天气主要有暴雨、霜冻、冰雹、风、沙尘、低温等。当地日照充足, 平均日照为 2 832 h, 日照百分率为 64%。太阳辐射总量为 127.4×4.187~133.9×4.187 kJ/cm²。5—9 月植物生长发育时期的太阳辐射量为 71.7×4.187 kJ/cm², 占年辐射量的 54%。木兰林管局内土壤有棕壤、褐土、风砂土、草甸土、沼泽土、灰色森林土和黑土 7 类; 分为 7 个植被类型 53 个群系, 有维管植物科 382 属 693 种。乔木树种主要有落叶松、油松、云杉、白桦、山杨、柞、榆

收稿日期: 2010-10-11

修回日期: 2010-11-19

资助项目: 国家林业局林业公益性行业科研专项“典型区域森林生态系统健康维护与经营技术研究”(200804022)

作者简介: 梁文俊(1983—), 男(汉族), 山西省朔州市人, 硕士研究生, 主要研究方向为水土保持与荒漠化。E-mail: liangwenjun123@163.com。

通信作者: 丁国栋(1963—), 男(满族), 内蒙古自治区赤峰市人, 博士, 教授, 主要研究方向为水土保持。E-mail: Dch1999@263.net。

等;灌木主要有山杏、沙棘、胡枝子、绣线菊等;草本植物主要有披碱草、羊胡子草蒿类等^[6]。

影响林分生长主要有林分密度、降雨、光照、土壤、地形等因子,在河北木兰林场落叶松大多为人工林,由于初植密度较大,这样林分密度成为限制林木生长的主要因素。如何能够实现森林最大的经济和生态效益成为许多学者研究的重点,一些人提出林分最适经营密度这个概念。最适宜密度并非是一个确定值,而应该是一个具有一定范围的区间,即最适密度上下限。从速生以及成材的角度出发,就是能够保证林木个体充分生长发育的最大密度即为造林的最优密度。

表 1 落叶松林标准地各调查因子统计

样地	胸径/cm			冠幅/m			树高/m		
	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
1	7.5	4.5	10.5	4.3	3.0	6.5	6.8	5.5	9.0
2	7.2	3.6	9.2	4.0	3.0	6.0	6.2	5.0	8.5
3	8.2	4.6	10.8	4.3	3.5	6.8	8.5	6.2	12.0
4	9.5	4.9	12.5	5.0	4.0	8.0	8.6	5.0	12.8
5	9.9	5.0	12.8	6.0	4.2	8.8	9.3	6.7	13.5
6	10.9	7.6	14.3	7.8	4.0	11.0	9.2	6.0	13.0
7	12.4	8.3	15.6	7.5	4.5	10.0	12.5	8.0	15.6
8	12.6	8.5	15.0	8.0	5.0	12.0	13.5	9.6	17.5
9	14.8	10.5	17.5	8.0	5.4	13.0	14.5	8.4	16.5
10	17.7	12.4	23.6	8.5	5.0	12.0	15.8	9.5	18.7

首先计算出每株对象木的竞争指数,其中距离测算应用 ArcGIS 的距离测算功能完成,将落叶松单木间的竞争指数分径阶平均得到种内竞争指数,将单木竞争指数分树种求和及平均,得到群体竞争指数、个体竞争指数。

尽管落叶松的冠幅竞争指数在大径阶时也逐渐趋于稳定,但对比其它竞争指数来说,仍是大的,因为冠幅占据的是林分上层空间,个体间比较容易重叠,易于产生竞争。对于人工林落叶松种群来说,由于初始种植密度较高,植株大小较为接近,其种内竞争强烈。成林后,林下更新的幼苗幼树除了与同龄级林木进行竞争外,还要与上层林木进行竞争,因此竞争指数大,竞争激烈,上层林木由于已经占据了一定的生长空间,植株较大,竞争强度降低,竞争减弱并趋于长期稳定^[7-8]。

3 结果与分析

3.1 竞争指数

森林生态系统研究中生物之间以及与环境之间相互的数量关系是确定森林质量高低的重要因素,而由多种树种组成的森林,种内种间和环境构成了复杂的相互关系,对这样庞杂的森林生态系统研究和认识的基础就是从林木个体入手。竞争是森林生态系统

2 群落调查方法

样地设置在河北木兰林场。该场植被分布以人工林为主,主要分布在浅山丘陵和低山地带,主要树种有落叶松、油松、刺槐和侧柏等,森林覆盖率达到 80%。由于研究林木的竞争和林木密度问题,需要选取具有代表性并且未经抚育的林分。对落叶松、油松林等进行了全面勘察,设置样地,落叶松样地面积 30 m × 30 m,共设置样地 10 块。对每块样地首先确定每株树的位置,然后分别测定胸径、树高、冠幅、枝下高等(见表 1)。

中的普遍现象,是塑造植物形态、生活史的主要动力之一,并对植物群落的结构和动态具有深刻的影响。林木竞争的概念形成于 19 世纪末,研究方法主要有定性描述和定量分析两种。

从 1884 年 Kraft 提出林木分级法作为通过形态定性来描述竞争关系算起,定性的方法已有 100 a 多的历史。从 1951 年 Staebler 首次提出林木竞争指数用数学方法定量表示竞争的关系算起,定量的方法只有 50 a 多的历史。

根据竞争指标中是否含有对象木与竞争木之间相对位置的指数,可将竞争指数分为两类,即与距离无关的竞争指数及与距离有关的竞争指数。在与距离有关的单木竞争指数中,以 Hegyi 的模型预测效果最好,因此本文采用 Hegyi(1974)提出的单木竞争指数模型来计算竞争指数,计算式为:

$$CI_i = \sum_{j=i}^n \frac{d_j}{d_i \times L_j} \quad (1)$$

式中: CI_i ——对象木 i 的竞争指数; L_j ——对象木 i 与竞争木 j 之间的距离; d_i ——对象木 i 的胸径; d_j ——竞争木 j 的胸径; n ——竞争木株数。

树冠特征对林分密度具有重要的作用,而树冠间的竞争将直接影响林木的生长,因此,本研究拟引进

冠幅竞争指数, 用于分析树冠大小、竞争指数和胸径之间的关系。参照式 (1), 修改变量 d_i 与 d_j 为 CW_i 与 CW_j , 即竞争指数公式变为:

$$CI_{cw} = \frac{\sum_{j=1}^n CW_j}{CW_i \times L_{ij}} \quad (2)$$

式中: CI_{cw} ——对象木 i 的竞争指数; CW_i ——对象木 i 的冠幅; CW_j ——竞争木 j 的冠幅; L_{ij} ——对象木 i 与竞争木 j 之间的距离; n ——竞争木株数。选取对象木、竞争木计算出其竞争指数。

3.2 林分生长方程

生态学中, Logistic 方程是最常用的模拟种群动态的模型。

$$Y = \frac{A}{1 + me^{-rt}} \quad (A, m, r > 0) \quad (3)$$

式中: Y ——林木胸径; A ——林木生长的最大值参数, $A = Y_{max}$; m ——与初始值有关的参数; r ——内禀增长率参数; t ——林龄。

由于林分中林木生长的营养空间有限, 林木生长过程必然受到林木竞争的限制, 而随着林分大小 y 的增加, 竞争加剧, 使得树木生长率 ($\frac{z}{y} \frac{dy}{dt}$) 是关于 $y(t)$ 的线性递减函数。

Logistic 曲线是具有初始值的典型的对称型 S 形生长曲线。但是, 该方程拐点在 y 最大值的一半 ($A/2$) 处, 方程的生长率随其大小呈线性下降。以往研究表明, 用 Logistic 方程比较适合于描述慢生树种的树木生长, 而对生长较快的其它树种其精度较低。对冠幅、胸径和林分竞争指数的关系, 构造方程:

$$L_r = AD^{b(1-C_i)} \quad (4)$$

式中: L_r ——冠幅; D ——胸径; C_i ——相对林分竞争指数; A, b ——参数。

3.3 竞争指数与林分密度

林分密度是指单位面积林地上的立木株数。研究林分密度的意义就在于充分了解群体与个体之间的相互作用规律, 从而在林分生长发育过程中设法通

过抚育间伐等人为措施, 调控林分密度, 使之始终处于一个具有合理密度的群体之中。这种群体结构既能使各个个体有充分生长发育的条件, 又能最大限度地利用空间资源, 从而达到提高整个林分质量和效益的目的。选取一定数量的落叶松做解析木, 对解析木年龄与胸径的关系, 采用 Logistic 方程进行拟合, 得到落叶松年龄与胸径的回归方程如图 1 所示, 根据方程计算出理论胸径并进行径阶整化、方差分析和相关性检验。对冠幅与胸径、竞争指数进行拟合, 得到方程

$$C_r = 0.8D^{0.55(1-C_i)} \quad (5)$$

式中: C_r ——冠幅; D ——胸径; C_i ——冠幅的竞争指数。

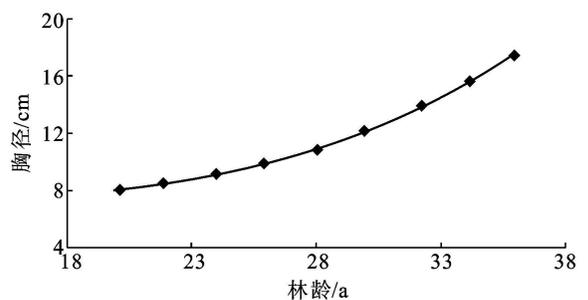


图 1 落叶松林龄和胸径拟合曲线

方差分析及相关性检验结果见表 2—3。把树冠的面积近似圆面积来计算, 求得树冠面积, 用 10 000 去除, 就得到每 1 hm^2 的预测株数, 即不同竞争指数下的林分经营密度。

从表 4 可以看出, 同一径阶时, 落叶松的冠幅随着竞争指数的降低而增大, 林分密度随着冠幅增大而降低。在相同竞争指数的情况下, 林分密度随着胸径的增大而降低。这说明, 在竞争指数较大的情况下, 林分的密度也较大, 随着竞争指数的降低, 林分密度也在逐渐下降, 当竞争指数下降到一个较为稳定的数值时, 林分密度也就相对固定了。

表 2 冠幅竞争指数方差分析

项目	离差平方和	自由度	均方	F 值	Sig.
回归分析	179.3	2	89.632 8	470.89	< 0.000 1
残差	6.471 9	34	0.190 3	—	—
总计	185.8	36	5.161 1	—	—

表 3 拟合效果检验

F 检验			T 检验		
F 值	临界 F 值	Sig.	T 值	临界 T 值	Sig.
1.385	1.757	0.17	0.082	1.994	0.993

表 4 落叶松林分经营密度

径阶/ cm	竞争指数= 0.8		竞争指数= 0.6		竞争指数= 0.4		竞争指数= 0.2	
	冠幅/ m	密度/ (株·hm ⁻²)						
8	1.16	9 467	1.45	6 058	1.83	3 804	2.41	2 193
10	1.19	8 996	1.53	5 442	1.96	3 316	2.68	1 774
12	1.21	8 701	1.60	4 976	2.08	2 944	2.91	1 504
14	1.23	8 420	1.64	4 736	2.20	2 632	3.13	1 300
16	1.25	8 153	1.70	4 408	2.30	2 408	3.33	1 149
18	1.26	8 024	1.74	4 208	2.39	2 230	3.52	1 028
20	1.28	7 775	1.78	4 020	2.47	2 088	3.69	936
22	1.30	7 537	1.82	3 845	2.55	1 959	3.86	854
24	1.31	7 423	1.85	3 722	2.63	1 841	4.02	788

4 结论

从调查和数据分析中得出,林场部分落叶松人工林密度较大,为了达到林分的最适密度,需要采取适当间伐的措施,调整林分密度,以便最终既可以获得高质量的林木,有利于培育大径材,又可以在森林经营过程中获得间伐材,提高森林利用效率,增加经济效益,实现生态经济的双赢^[9]。

研究竞争指数的分布规律,建立各竞争指数级株数的预估模型,其重要意义在于帮助我们了解和掌握林分的分化和生长状况,为制订合理的抚育间伐方案提供依据。对同一林分而言,林木种源、年龄、立地条件等基本相同。林木个体生长量大小主要取决于林木间的竞争状况。因此,若将林分中的林木按胸径生长量大小划分生长级。并给出各生长级的范围,就可由单木生长模型反求出对应的竞争指数临界值或直接按竞争指数划分生长级。这样便可由各竞争指数级株数预估模型,简便地预估出各生长级的林木株数及所占的比例,为确定抚育间伐的时间和强度提供依据。

[参 考 文 献]

- [1] Evans J. Plantation Forestry in the Tropics [M]. Second Edition Oxford: Clarendon Press, 1997.
- [2] 李丽, 惠刚盈, 惠淑荣, 等. 不同样地大小对天然林林分的密度估计和格局分析影响研究 [J]. 科技导报, 2007, 25(9): 40-41.
- [3] 童书振, 盛炜彤, 张建国. 杉木林分密度效应研究 [J]. 林业科学研究, 2002, 15(1): 66-75.
- [4] 林建华. 马尾松造林密度与林分生长效应试验 [J]. 福建林业科技, 2005, 32(13): 137-139.
- [5] 叶功富, 林武性, 张水松, 等. 不同密度管理措施对杉木林分的生长、生态效应的研究 [J]. 福建林业科技, 1995, 22(3): 1-8.
- [6] 鲁少波, 徐成立, 李春强, 等. 孟滦林管局森林生态系统服务功能价值研究 [J]. 林业经济, 2009(4): 65-66.
- [7] Drew T J, Flewelling J W. Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantation [J]. Forest Science, 1979, 25: 518-532.
- [8] 沈红莉, 崔长占, 毕士忠, 等. 落叶松人工林最适密度的探讨 [J]. 高师理科学刊, 1999, 19(2): 41-42.
- [9] 韩俊仪. 关于落叶松人工林抚育间伐的探讨 [J]. 内蒙古林业调查设计, 2000, 3(S): 60-62.