

杉木林生长和合理密度管理模型研究*

赵品福 陈汉民 顾小平

关键词 杉木林、相对地位级、合理密度、数学模型

杉木 *Cunninghamia Lanceolata* (Lamb.) Hook. 林分的密度管理研究是用以指导杉木造林和中幼林抚育间伐的基础,在林业生产上有着十分重要的实际意义。要使杉木整个群体能充分地利用地力和光能,同时也保证每株林木有足够的营养空间,就必须在造林以及林分的生长过程中,通过密度管理,使群体能保持合理的密度结构。以往,生产部门在杉木林的密度管理中,主要以经验和估算为前提,或是通过一些测树因子间的简单相关关系来确定林地的抚育间伐等,一般都只能确定一个大概范围,幅度较宽。如林分疏密度法,冠幅与胸高直径相关法,树冠系数法等^[1]。80年代初期,南京林业大学等单位根据杉木林不同年龄阶段的林分密度与单位面积蓄积量、平均胸径的相关关系,分别地位级编制了杉木林分密度管理图^[2],对杉木林分的密度管理有重要的指导意义,然而由于以往的这些方法都没有直接以林分的最大生长量为目标求算密度,因此也就无法最大限度地发挥林地的生产力。

本文通过对浙江省金华县 190 块标准地的调查,以获得最大的材积生长量为目标,从中筛选了 42 块标地,探讨了林分平均胸径 D ,林龄 A ,相对地位级 P_r 间的相关关系,建立了合理密度和上述因子间的数量模型,以期能用于指导杉木林的生产管理。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

本文试验地位于浙江金华,28°42'~29°18' N, 119°18'~119°57' E,海拔 200~800 m。土壤以红壤、黄壤为主,肥力中等,有机质含量 1%~3%,土层厚度 50 cm 左右。年平均气温 17.3 °C,≥10 °C 的有效积温 5 504 °C,年降雨量 1 406.3 mm。

1.2 参试标地筛选

在金华县范围内以一类资源清查标准地 140 块和新测标准地 50 块的数据为基本资料。但如果用全部标地的数据建立模型,则势必只能反映杉木林生长的一般规律。本文探讨的是林分生长与合理密度间的规律,故首先对建立模型的标准地按以下方法进行筛选。

首先将 190 块标准地按林龄和相对地位级大小进行归类。在同一类型中选择林分生长最好,年材积生长量最大标准地作为建立回归模型的标地。同时考虑径级大小分布多样性,以使模型反映的径级大小具有连续性。按以上方法所选择的标准地,由于立地类型和林龄大致相同,故其材积生长量受密度影响最大,材积生长量大,密度就合理。据此,对 190 块标准地筛选得 42 块合理密度标地。这些参试标地主要有以下几个特征:

1995-03-11 收稿。

赵品福工程师,陈汉民(浙江省金华县林业局 浙江金华 321000);顾小平(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)。

*工作中得到南京林业大学教授吕士行,浙江林学院教授许绍远、郭仁鉴的指导,在此表示谢意。

(1)胸径分布 6~19 cm,每一个径阶 3~5 块标地不等;林龄 7~27 a,每一林龄 2~4 块标地。

(2)密度 1 500~3 580 株/hm²,随着林分径级增大,密度有规律地下降,密度大小与相对地位级变化也有关。

(3)相对地位级 0.6~1.1,大部分标地为 0.8~1.1;0.6 以下,1.1 以上占 17%。

(4)材积生长量为 5~15 m³/(hm²·a),其峰值出现在胸径 12~16 cm 时,并随相对地位级的增大而增大。

现将本次所选参试标地的材积连年生长量与金华县森林资源调查时所得材积年平均生长量进行比较(见表 1)。从表中可以看出,所选标地的年材积生长量比金华县杉木林平均生长量增加 64.2%,其中 8、10、12、14 cm 等中等胸径的标地平均增加 83%,差异明显,从林分生产力的角度看,可将所选标地作为合理密度的标地。

表 1 参试标地与金华县杉木林年均材积生长比较

胸径 (cm)	全县年均生长量 [m ³ /(hm ² ·a)]	标地年生长量 [m ³ /(hm ² ·a)]	差量 (%)
6	5.378	7.884	46.6
8	6.008	11.33	88.5
10	9.450	15.444	63.4
12	9.675	19.314	99.6
14	10.53	19.008	80.5
16	13.25	18.057	36.3
18	12.803	17.226	34.5

1.3 林地相对地位级求算

林分的生长受立地条件影响很大。杉木林立地条件差异大,集约经营度高,故建立模型离不开地位级的因子。但立地类型的确定技术复杂,工作量大。为在应用模型时能简便地确定林分的地位级,笔者根据林木高生长与立地因子间的密切关系,引进了相对地位级的概念,即:相对地位级 $P_r = \text{林分平均树高} / \text{同龄林标准林分树高}$ 。利用调查的树高因子来确定林分的立地条件。杉木林同龄标准林分的树高,本研究参考了姜志林等^[1]编写的Ⅲ地位级杉木林的平均高 H 与年龄 A 的回归方程: $H = 1.416 + 0.734 1A - 0.007 513 A^2$ 求得。见表 2。

表 2 Ⅲ地位级不同树龄的树高

年龄(a)	5	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	...
树高(m)	4.9	8.0	9.1	10.2	11.2	12.2	13.1	13.9	14.7	15.4	16.1	16.7	17.2	17.7	...

2 结果与分析

杉木林分的生长,在年龄、胸径、密度和相对地位级间存在一定的相关^[1,2],从所选的合理密度标地的各因子分析来看,可建立如下的数学模型。

2.1 林分的平均胸径与林龄、密度的关系

各地位级杉木林的平均胸径是年龄和密度的函数,可用单对数方程^[1] $D = a + b \ln [(A/N) \times 1 500]$ 表示。据此计算得参试标地杉木林胸径生长公式

$$D = 6.458 6 \ln (1 500A/N) - 2.769 4 \quad (1)$$

式中 D 为林分平均胸径, A 为林龄, N 为林分合理密度。相关系数 $r = 0.914$, $S = 1.425$ 。

2.2 林分平均胸径与相对地位级的关系

由于森林的立地质量直接影响着林地的生产力,因此在确定林分生长各因子间的数量关系时就必须考虑立地因子的影响。根据对 42 块标地胸径与其它因子关系逐步回归,以拟合度

为依据得林分平均胸径 D 与相对地位级 P_r 和林龄 A 的预估模型为

$$D = 2.8425 + 0.6970P_r \times A \quad (2)$$

相关系数 $r=0.910$, $S=1.392$ 。(2)式表明林分平均胸径随年龄以及相对地位级增大而增大。

2.3 林分的合理密度与林龄、平均胸径、相对地位级关系

在讨论了林分胸径与林龄、密度和相对地位级间的数量关系以后,为能使建立的数学模型可直接用于指导林业生产,在一定的林龄和立地条件下,根据林分平均胸径来确定合理密度。笔者以林龄 A ,平均胸径 D ,相对地位级 P_r 作为因变量,建立了与合理密度 N 间的数量模型。

$$N = 4320.18 - 162.25D - 46.43 \ln P_r \times A \quad (r = 0.940) \quad (3)$$

另外,为了能简单地求算林分达到一定胸径时应保留的合理密度,便于生产上确定间伐等作业,利用林分合理密度 N 与平均胸径 D 间的相关关系,建立如下简单的数学模型

$$N = 4232.25 - 164.1D \quad (r = 0.937) \quad (4)$$

需要说明的是,建立的上述数学模型,反映的只是合理密度条件下的相关规律。这是因为林分密度过大或过小会影响到林分生命活动的平衡,造成物质、能量的紧缺或浪费。譬如,林分过密,则林分各部争夺营养激烈,胸径、材积的生长会受到限制,树冠也相应缩小。因此任意密度条件下的平均胸径等因子间的相关关系要比上述关系式复杂。

3 模型的应用和问题讨论

3.1 间伐强度的求算

由于建立的模型是在合理生长林分中的数学模型,因此可用于求算林分的合理密度,指导杉木林的抚育间伐。例:调查某林分平均胸径为 12.6 cm,树高为 9.6 m,年龄 14 a,密度 2700 株/hm²,问是否需间伐,间伐强度为多少?

先求算林分相对地位级 $P_r = 9.6/10.2 = 0.941$,根据(3)式得合理密度 $N = 4320.18 - 161.25 \times 12.6 - 46.43 \ln 0.941 \times 14 = 2145$ 株/hm²。间伐强度应为 21%。

以上求算的密度反映的是密度生长曲线的峰值,随着胸径的增大,林分又迅速趋向过密,要使林分始终保持高的生产力,就需及时间伐,调整密度。但间伐是一项投工量很大的工作,事实上频繁的间伐,调整密度是不可能的。为了达到高效、省时的目的,在实践中就需根据经济效益和生长量相结合,确定一个合理的密度范围。

根据密度曲线研究可知,林分最合理的密度范围是林分饱和密度上限的 0.6 倍,下限的 0.4 倍,也就是说,林分在最合理密度上下变动 0.1 倍仍为合理密度范围^[3,4]。因此,上例的实际保留密度可为: $N = 2145 - 2145 \times 10\% = 1930$ 株/hm²,间伐强度为 28%。

3.2 间伐间隔期和林分蓄积量预测

接上例,第一次间伐后保留的密度是 1930 株/hm²,根据上述林分合理密度范围的解释,第二次间伐可到达密度相对应的合理胸径超 10%,即每公顷 1930 株的林分相对应胸径的上限值。根据(4)式求得 $D = (4232.25 - 1930/164.1) \times 110\% = 15.4$ cm,也就是说,保留 1930 株/hm² 的林分,胸径生长到 15.4 cm 时,就需再次间伐。胸径生长到达 15.4 cm 时,所需时间(林龄),从式(2)求得: $A = (15.4 - 2.8425)/(0.697 \times 0.941) = 19$ a,前次间伐与此次间伐的间隔期为:19-14=5 a。预测间伐时林分的蓄积量为:平均胸径 15.4 cm 单株材积 $\times N$ 。

3.3 问题讨论

(1)本文建立的密度管理模型,是以林分材积生长量为目标,反映了林分最大材积生长量时,密度与胸径、林龄及相对地位级间的相关关系,因此,用模型求算的密度比常规间伐保留密度略大,这也反映了林分适当密植有利于材积生长量增大的规律^[1],但培养大径材应根据实际作调整。

(2)本研究结果是以林分最大生长量为目标,建立林分各生长时期的合理密度模型。用此模型求算合理密度,不受人因素为影响。由于引入了相对地位级概念,故适用于不同的立地条件,操作简单,易于为生产部门所接受。

(3)因建模型所用标准地的原始资料来自对金华县杉木林地的调查,故模型一般只适用于类似林区的杉木林生长。

参 考 文 献

- 1 姜志林,叶镜中,周本琳. 杉木林的抚育间伐. 北京:中国林业出版社,1982.
- 2 林协,陈继团,洪昌端. 杉木栽培. 杭州:浙江科学技术出版社,1985.
- 3 周本琳. 杉木林分密度管理图的编制与应用. 南京林产工业学院学报,1980,(2):22~29.

A Study on Growth and Rational Density Management Model of *Cunninghamia lanceolata* Forest

Zhao Pinfu Chen Hanming Gu Xiaoping

Abstract 190 sample plots of *Cunninghamia lanceolata* stands with various site type, age and density, at an elevation of 200~800 m in Jinhua of Zhejiang Province were measured. Taking the highest-production of increment as a goal and screening 42 sample plots as rational density sample plots for regressive analysis through comparison, the mathematical model among mean DBH (D), density (N) and age of stand (A): $D=0.4586 \ln(1500A/N)-2.7694$ and the mathematical model among mean DBH (D), relative site class (P_s) and age of stand (A): $D=2.8425+0.6970 P_s \times A$ was established. In the condition of different site type and age of stand, the mathematical model among rational stand density of highest-production of increment (N), DBH (D), relative site class (P_s) and age of stand (A) were presented as follows: $N=4320.18-161.25D-46.43 \ln P_s \times A$; $N=4232.25-164.1D$. Using these models, the rational stand density, interval of intermediate cutting, growing stock etc. can be worked out.

Key words *Cunninghamia lanceolata* forest, relative site class, rational density, mathematical model

Zhao Pinfu, Engineer, Chen Hanming (Jinhua Forestry Bureau of Zhejiang Province Jinhua, Zhejiang 321000); Gu Xiaoping (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF).

1)冯林摘译. 间伐的理论(日本). 国外林业科技资料(营林 I), 1976,(3):44~52.