

杉木中幼龄林立地质量的 生长截段评价

郑勇平 劳 勤

(浙江林学院, 临安 311300)

余国信 宋志强 贺汉良

(淳安县林业局)

(临安县林业局)

摘 要 通过杉木生长截段与地位指数相关性的回归分析, 证明生长截段法作为浙江省杉木人工中幼林的立地质量评价手段是切实可行的。生长截段法有助于解决浙江省大面积杉木中幼龄林的立地评价难题。研究表明, 采用起测高度为胸高上方第2轮枝以上的5个完整节间长度作为杉木立地质量评价指标, 精度最高。为实际应用, 文中还编制了用这种生长截段间接或直接进行立地质量评价的数表, 建立了数量化生长截段回归模型及得分表。

关键词 杉木; 森林生境; 质量评价; 生长截段

中图分类号 S758.57

地位指数是评定立地质量最常用的方法之一。与其他国家一样, 我国各主要造林树种地位指数表的研制和应用, 大大地提高了用材林的经营水平, 推动了我国营林事业的发展。以往多采用龄级较大林分的平均优势木树干解析资料进行编表, 使得这些数表就很难适用于当前集约经营的中幼龄林立地质量评价。杉木(*Cunninghamia lanceolata*)更是如此。一方面, 由于经营技术水平的不断改善和提高, 杉木中幼林的早期高生长规律已截然不同于以往, 另一方面, 由于地位指数表的编制不能排除林分郁闭前诸如苗木质量、造林技术及病虫害等非立地因素差异所造成的对树高生长的干扰, 极大地影响了当前杉木中幼林的立地质量评价精度。

为了解决这类矛盾, 国内外对树高有年生长节间的针叶树种常采用生长截段法来评价其林分的立地质量。生长截段是指树木主干某一高度以上若干年生长节间的总长度^[1,4]。用它评定立地质量, 不仅可以克服林分郁闭前树木高生长过程中非立地因素的影响, 而且由于它是以林木早期高生长过程中某一特定阶段的生长量为立地质量的度量指标, 因此可避免年龄测定误差给地位指数评价带来的问题。采用这个指标, 不需考虑林分总树高以及标准年龄等的确定, 因而可大大简化内外业工作。

本文试图用林分平均优势木生长截段这个变量作为杉木林分立地质量的评价指标, 代替

收稿日期: 1994-07-19

用地位指数的直接评定, 并且用数量化方法计算了各立地因子与生长截段的回归模型及得分表。

1 资料收集及研究方法

研究资料来自近几年在浙江省各地杉木林中所设置的351个典型标准地。每一个标准地代表一种地域或立地类型, 标准地面积一般为500~600 m², 标准地内杉木株数不少于90株, 郁闭度大于0.6。

调查过程中发现并确认: 杉木生长也有明显的年生长节间, 其树高年生长起始处的轮枝具有明显的特征。其判别标准是: 在树干同一高度的横截面上, 一般有3~4个以上轮生枝, 每枝着生距离相差不超过2~3 cm, 且轮生枝基部密布变态小针叶。据此, 调查中要求每块标准地选取5株优势木实测树高, 伐取平均优势木, 确定各轮枝位置, 量出各轮枝离树干基部的高度以及全树高, 并进行树干解析, 查数0号盘的年龄。每块标准地详细调查海拔、母岩、坡位、坡向、坡度和坡形等立地因子, 并挖取土壤剖面, 测定土层厚度、土体结构和质地等, 取回母岩和土样进行母岩判别及土壤速测分析。

根据每块标准地的实测树高和年龄, 按毛志忠等编制的浙江省杉木实生林地位指数曲线模型^[2,3]计算各标准地的地位指数值。

$$H = 12.600 0 \lg A - 4.277 4 \quad (1)$$

$$S = 1.769 6 \lg A - 0.082 0 \quad (2)$$

式中: H 为树高; S 为标准差; A 为年龄。

对生长截段回归前, 首先对材料选取的典型性进行检验。351个标准地中有6个标准地由于其胸高上方第2轮枝以上的生长截段不足5个节间长度, 故在回归前予以排除。对345个标准地分别地位指数等级(8~16)统计标准地数, 作样本总体的卡方分布检验, 得到 $\chi^2 = 2.23$ 小于 $\chi^2_{(0.05)} = 5.99$, 认为样本总体符合正态分布。将计算得出的345个标准地的地位指数预估值, 以及按毛志忠等编制的浙江省杉木实生林地位指数表查出的345个标准地的地位指数值序列分别作为两个总体, 检验两总体方差是否显著, 逐株统计出胸高部位以上1~10个完整节间长度(L_i); 胸高上方第1轮枝以上1~9个完整节间长度(L_j); 以及胸高上方第2轮枝以上1~8个完整节间长度(L_k)。分别不同起测高度的各节间长度, 求算它们与地位指数的相关关系。

根据数量化理论的要求, 选择与生长截段密切相关且简便易测的立地因子海拔、母岩、坡位、土厚和黑土厚5个项目作为自变量, 共划分为20个类目(表1)。

根据以上划分原则编制345块标准地的各项目对生长截段的数量反应表(略)。

2 结果与分析

2.1 生长截段对立地质量的间接评价

生产上常用地位指数来表达某树种所生长的立地优劣。为了便于实际应用, 这里把生长截段这个指标转换成立地指数值的形式, 间接地反映立地质量。

表1 各立地因子项目类目划分标准

Table 1 Devided criterion of site catalogs and items

项 目	类 目 等 级				
	1	2	3	4	5
海拔 X_1	300m以下	300~600m	600~1000m	1000m以上	
母岩 X_2	酸性岩类	基中性岩类	凝灰岩类	沉积岩类	变质岩类
坡位 X_3	下	中	上		
土厚 X_4	120cm以上	80~120cm	40~80cm	40cm以下	
黑土厚 X_5	30m以上	20~30cm	10~20cm	10cm以下	

2.1.1 生长截段(L)与地位指数(SI)的相关分析 为分析生长截段与立地指数的相关性,本文选择不同起测高度以上不同节间数的生长截段总长度,分别采用(3)式和(4)式拟合它们与地位指数的关系,建立了54个回归方程。

$$SI = C_0 + C_1L \quad (3)$$

$$SI = C_0 + C_1L + C_2L^2 \quad (4)$$

通过比较(3)式和(4)式的回归离差平方和(Q)、剩余标准差(S)和相关系数(R),结果表明这两种模型拟合结果之间不存在明显的差别,与国外同类研究的结论基本一致^[6]。为了力求实用上的简便,本文采用了(4)式回归结果(表2)。

表2 不同起测高度生长截段 L 与地位指数 SI 的回归结果

Table 2 Regressice results of site index and growth internodes

起测高度	各 节 间 长 度 的 回 归 参 数										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
胸高部位	C_0	9.8064	8.8017	8.2999	7.6458	7.0799	6.6510	6.2252	5.7374	5.0241	4.4713
	C_1	2.7026	1.9090	1.4496	1.2861	1.1483	1.0497	0.9887	0.9611	0.9815	0.9841
	Q	861.2269	734.3101	672.6686	597.5918	523.2454	458.0530	400.8912	350.6827	278.0874	214.1463
	S	1.5709	1.4505	1.3883	1.3085	1.2244	1.1456	1.0780	1.0616	0.9580	0.9128
	R	0.4930	0.3955	0.6393	0.6890	0.7349	0.7729	0.8031	0.8269	0.8590	0.8747
胸径上方第1轮枝	C_0	9.5226	8.6098	7.8212	7.1967	6.7390	6.3158	5.8174	5.0926	4.5171	
	C_1	2.9734	1.9826	1.6111	1.3974	1.2388	1.1387	1.0900	1.1005	1.0946	
	Q	815.3433	705.6916	616.2719	533.8512	463.2167	405.6639	355.9180	281.2680	217.9226	
	S	1.5285	1.4220	1.3288	1.2368	1.1520	1.0844	1.0292	0.9635	0.9208	
	R	0.5323	0.6162	0.6770	0.7285	0.7700	0.8004	0.8240	0.8573	0.8724	
胸径上方第2轮枝	C_0	9.6093	8.4881	7.5418	7.0399	6.5749	6.0859	5.3381	8.7020		
	C_1	2.8287	2.0347	1.7340	1.4682	1.3153	1.2304	1.2281	1.2163		
	Q	829.9200	701.1178	577.5285	498.5228	434.7126	389.5089	307.7915	242.8907		
	S	1.5421	1.4174	1.2864	1.1952	1.1225	1.0739	1.0079	0.9722		
	R	0.5201	0.6195	0.7017	0.7495	0.7842	0.8065	0.8426	0.8565		

从表2可见,对于同一起测高度,随着节间数的增大,相关系数有规律地递增,剩余标准差有规律地递减;而对于相同的节间数,随着起测高度上移,其相关性愈明显,剩余标准差随之下降;当起测高度到达胸高上方第1~2轮枝处,相同节间数与地位指数的相关系数

及剩余标准差的最大变幅仅为0.01和0.04,变化很小。从表中还可以看出,起测高度为胸高上方第2轮枝时, R 与 S 的变化不随节间数的增加而发生明显改变。考虑到应用上的便利,可选取胸高上方第2轮枝以上5个完整节间长度作为评价立地质量的数量指标。

$$\text{即: } SI = 1.3153L + 6.5749 \quad (5)$$

$$S = 1.1225 \quad R = 0.7842$$

统计345个标准地用(5)式计算所得的 SI 预估值发现,预估误差小于1个地位指数级(2.00m)的标准地数占93.3%,预估精度完全可以满足立地评价技术的要求。

2.1.2 生长截段与地位指数换算表的编制 根据(5)式得到的林分地位指数值,考虑到当前我国杉木林区的经营水平和要求,所确定的指数级距,既要保证一定精度,又要切合实际,便于生产单位利用生长截段评定立地质量本文参照毛志忠等编制的浙江省地位指数表的原则,仍确定指数级距为2.00m,按(5)式展开得到生长截段对地位指数预测表(表3)。

表3 生长截段与地位指数的换算表

Table 3 Exchange calculation of growth internodes and site index

项 目	地 位 指 数 级 /m				
	8	10	12	14	16
地位指数区间/m	7.0~8.9	9.0~10.9	11.0~12.9	13.0~14.9	15.0~16.9
生长截段区间/m	0.32~1.84	1.84~3.36	3.36~4.48	4.88~6.41	6.41~7.93

2.2 生长截段对立地质量的直接评价

目前,国内外都以树高年均生长量作为评价林木是否速生的数量指标之一,普遍认为树高年平均生长量的高低能直接反映立地质量的优劣。由于生长截段不仅可排除郁闭前非立地素因的影响,而且便于测定应用,所以本文把胸径上方第2轮枝以上5个节间生长截段作为立地质量直接衡量指标,以探求生长截段代替地位指数评价杉木人工幼林中立地的优越性和可行性。

2.2.1 生长截段对立地质量的直接评价标准 本研究所收集的材料,地位指数变动范围为[6.30, 17.43m],变幅为11.13m,与其相应的生长截段年平均生长量变动区间则为[0.35~1.60m],变幅为1.25m。为了便于生产上的应用,把5个节间生长截段直接评价立地等级的距离定为年平均生长量0.20m,以对应级距为2.00m的地位指数等级(表4)。

表4 立地质量直接评价标准表

Table 5 Evaluative criterion of growth internode directly to site quality

项 目	立 地 质 量 等 级							
	1	2	3	4	5	6	7	8
年均生长量/m	0.3 以下	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~0.9	0.9~1.1	1.1~1.3	1.3~1.5	1.5 以上
生长截段长度	1.5 以下	1.5~2.5	2.5~3.5	3.5~4.5	4.5~5.5	5.5~6.5	6.5~7.5	7.5 以上
地位指数区间	8.55以下	8.55~9.86	9.86~11.18	11.18~12.49	12.49~13.81	13.81~15.12	15.12~16.44	16.44以上

2.2.2 数量化生长截段得分表的编制 前面已经证明,生长截段可直接或间接地用于评价立地的生产潜力,而生产潜力的高低又取决于各立地因子的综合效应。因此,根据大量的杉木标准地立地因子和生长截段的调查数据,通过数量化的方法,不仅可直接得到各立地因子对

杉木生长截段的综合作用效果,而且可定量地得出不同立地因子对杉木生长截段的单独贡献,从而把无林地和有林地的立地质量评价有机地统一起来。

根据浙江省杉木的生长规律,兼顾营林生产的适用性,本文用生长截段作应变量,并选用数量化理论 I 建立立地质量的直接评价模型:

$$R_k = B_0 + \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{m_j} B_{(j,i)} \delta_{k(j,i)} \quad (6)$$

式中: B_0 为常数项; R_k 即胸高上方第 2 轮枝以上 5 个节间的生长截段长度的预估 值; $B_{(j,i)}$ 第 j 个立地项目各第 i 个类目的得分值; $\delta_{k(j,i)}$ 为第 k 个标准地第 j 个立地项目第 i 个类目的等级反映(或 1 或 0)。

通过运算得到杉木人工林各立地项目类目所对应的数量化生长截段得分表(表 5)。一般来说,得分范围大的立地项目对因变量的影响大,反之得分范围小的影响就小,常用得分范围的百分比来表示这种关系。从表 5 可看出,海拔的得分范围百分比为 47.5%,对生长截段的影响最大,其次是母岩、坡位和土厚,分别为 16.9%, 13.7% 和 13.7%,最小是黑土厚,

表 5 杉木数量化生长截段得分表

Table 5 Quantitative scoring table of growth internodes for Chinese fir

项目 类 目	因 子 数 得 分 值					得分范围	
	5	4	3	2	1		
	得分值	得分值	得分值	得分值	得分值	得分百分比	
海 拔	x_{11}	1.08	1.10	1.11	1.19	1.21	47.5
	x_{12}	1.32	1.31	1.37	1.45	1.47	
(x ₁)	x_{13}	0.50	0.46	0.49	0.59	0.55	13.7
	x_{14}	0	0	0	0	0	
坡 位	x_{21}	0.32	0.33	0.33	0.34		13.7
	x_{22}	0.38	0.38	0.37	0.36		
(x ₂)	x_{23}	0	0	0	0		13.7
母 岩	x_{31}	-0.38	-0.41	-0.41			16.9
	x_{32}	-0.07	-0.03	-0.07			
(x ₃)	x_{33}	0.08	0.05	-0.05			16.9
	x_{34}	-0.14	-0.15	-0.23			
	x_{35}	0	0	0			
土 厚	x_{41}	0.21	0.08				13.7
	x_{42}	-0.13	-0.20				
(x ₄)	x_{43}	-0.18	-0.26				13.7
	x_{44}	0	0				
黑 土 厚	x_{51}	-0.26					8.2
	x_{52}	-0.03					
(x ₅)	x_{53}	-0.22					8.2
	x_{54}	0					
B_0		3.343 9	3.328 6	3.218 2	2.990 2	3.243 3	
复相关系数		0.518 6	0.506 5	0.493 5	0.477 0	0.453 9	
剩余标准差		0.910 5	0.915 6	0.922 2	0.931 9	0.943 4	

仅为8.2%。

由表5还可看出,用不同立地项目数所建立的模型,其剩余标准差均不超过1.00m,估计精度可满足生产要求。

表6复相关系数 t 检验结果表明,复相关系数均达到极显著水平,说明各预测模型的估计效果是较好的。

表6 复相关系数 t 检验表

Table 6 The t -test results of re-relative coefficients.

项目数	复相关系数	自由度	t 值	$t_{0.05}$	$t_{0.01}$
x_1	0.4539	343	10.59**	1.98	2.60
$x_1 \sim x_2$	0.4770	342	11.41**	1.98	2.60
$x_1 \sim x_3$	0.4935	341	12.04**	1.98	2.60
$x_1 \sim x_4$	0.5056	340	12.56**	1.98	2.60
$x_1 \sim x_5$	0.5186	339	13.06**	1.98	2.60

计算各标准地生长截段预估值与实际值之间的绝对残差和相对残差,分别按0.50m和5%的数按0.50m间距统计它们按标准地的分布,结果列于表7~8。

表7 标准地残差绝对值分布表

Table 7 Relative-residual error percentage distribution of sample plots

误差范围	± 0.5 以内	$\pm 0.5 \sim \pm 1.0$	± 1.0 以外
标准地数/个	133	108	104
占标准地总数百分比/%	38.35	31.30	30.15

表8 标准地残差相值对分布表

Table 8 Absolute-residual error percentage distribution of sample plots

误差中值 /%	误差范围 /%	标准地数	占标准地总数 /%	累积百分比 /%
0	2.5以下	31	8.99	8.99
5	2.5~7.5	65	18.84	27.83
10	7.5~12.5	49	14.20	42.03
15	12.5~17.5	50	14.49	56.52
20	17.5~22.5	32	9.28	65.80
25	22.5~27.5	39	11.30	77.10
30	27.5~32.5	31	8.99	86.09
35	32.5~37.5	22	6.38	92.47
大于35	37.5以上	26	7.53	100

从表7~8中可以看出生长截段的估计误差不超过1.00m的标准地数占70%,残差相对值小于30%的标准地数占86%,说明所编的数量化生长截段得分表精度较高,可以直接用于立地质量评价。

3 问题讨论

生长截段法以树高的早期生长量为立地质量的评定基础,对于生活史不长、轮伐期短而且具有较明显生长节间的杉木来说,具有一定的实用价值,尤其是对于采用集约经营措施的基地林。它只与胸高上方某一生长时期的几个节间长度有关,与林分的优势高和年龄无关,而且排除了造林初期林分郁闭前苗木高生长的非立地因素影响,从而简化了外业工作,保证了评价精度。

但是生长截段法以一定高度以上几个节间的长度作为评定指标,即便对于同龄林来说也可能是非同龄阶段的生长比较,因此有关短期气候影响及林木个体高生长规律的差异对节间长度的作用效果还有待于今后进一步研究。

参 考 文 献

- 1 蒋菊生, 骆期邦. 利用节间长度进行马尾松幼中龄林立地质量评价系统的研究. 中南林业调查规划, 1989, (3), 14~18
- 2 郑勇平, 曾建福, 汪和木等. 浙江省杉木实生林多型地位指数曲线模型. 浙江林学院学报, 1993, 10(1): 55~62
- 3 毛志忠. 浙江省杉木实生林地位指数表的编制与应用. 浙江林学院学报, 1987, 4(2): 107~114
- 4 詹昭宁. 森林立地生产力评价. 北京: 中国林业出版社, 1982. 31~115
- 5 Carmean W H. Forest site quality evaluation. *Adv Agron*, 1975, 27: 209~255

Zheng Yongping (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Lao Qin, Yu Guoxin, Song Zhiqiang, and He Hanliang. **Site Quality Evaluation for Middle and Juvenile Stands of Chinese Fir by Using Internode Length.** *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(1): 6~12

Abstract: Regression analysis showed that the length of five internodes from the second branch above DBH is a practical and effective index for evaluating site quality of middle and juvenile stands of *Cunninghamia lanceolata*. In order to be used conveniently, the tables to evaluate directly or indirectly site quality by using internodes and the quantitative internode regressive model were established.

Key words: *Cunninghamia lanceolata*; site (forests); quality evaluation; growth internode