

文章编号: 100F 1498(2001) 01 0050 04

杉木种源对断面积模型参数影响的验证*

王明亮, 李希菲

(中国林业科学研究院 资源信息研究所, 北京 100091)

摘要: 对杉木种源所设 5 个种源基因库以及四川省珙县洛表、民胜及邛崃所设种源试验区的 8 个种源试验调查材料, 用随机效应检查方法检验同一地区不同种源对断面积生长模型参数的影响。结果证明了“同一地区不同种源的断面积模型参数相同”这一结论可靠。

关键词: 杉木种源; 断面积模型; 随机效应

中图分类号: S758.5⁺5 文献标识码: A

应用生长收获模型指导营林生产, 已成为现代森林集约经营的一项重要技术。生长与收获模型的研究一直受到重视。断面积模型是全林整体模型系统中最重要模型, 关于断面积模型参数的稳定性和通用性是人们关注的问题^[1]。参考文献 1) 和 [2] 研究了杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.] 种源对断面积模型的影响, 初步认为: 在同一地区不同种源的断面积模型参数相同, 即在全林模型系统中, 在同一地区不同种源可用同一断面积模型参数, 不同种源的生长差异由立地指数和密度指数表达。本文应用更多的种源试验资料对上述结论加以验证。

1 数据材料

全国杉木种源试验的 5 个基因库及部分种源试验林资料, 1979 年采种, 1980 年育苗, 1981 年造林, 株行距 2 m × 2 m。林龄 6~ 19 a, 多次观测直径、树高。基本情况见表 1。

表 1 数据基本情况

省别	地点	参试种源数	林龄/a	观测次数
河南	鸡公山	183	6~ 17	6
四川	洪雅	194	6~ 16	6
江西	大岗山	183	6~ 16	5
广西	柳州	169	10~ 19	4
	六峰山	229	10~ 19	5
四川	珙县洛表	81	6~ 18	6
	珙县民胜	81	6~ 14	5
	邛崃	81	6~ 18	5

由于参试种源繁多、数据庞大, 为简要起见, 按照杉木种源协作组选出的杉木种源丰产稳定性类型选取高产稳产 7 个种源、高产中稳 5 个种源、平产平稳 10 个种源、低产不稳 4 个种源计 26 个种源(珙县洛表、珙县民胜为 25 个, 邛崃 24 个) 为代表进行研究, 并重新编号为 1 ~ 26。这 26 个种源的具体描述见文献[3]。

收稿日期: 1999-10-26

基金项目: 国家自然科学基金项目“林分生长的地理和种源变异及其模型的研究”(39670609)

作者简介: 王明亮(1970), 男, 山东寿光人, 助理研究员。

* 基础资料收集得到原杉木种源协作组洪菊生、陈伯望、克瑶、黄旺志、赵世远、陈良德、段官安、刘朝禄、罗吴明、钟建德等同志的大力支持, 特此致谢。本文得到唐守正院士的指导, 谨表谢忱。

1) Tang Shouzheng. Using mixed model to analysis the parameters of growth and yield models for different Chinese fir provenance.

2 研究方法

2.1 断面积生长模型

李希菲等^[4]提出由立地指数 L 、密度指数 S 和林分年龄 t 描述的断面积生长模型

$$G = b_1 L^{b_2} \{1 - \exp[-b_4 (S/1000)^{b_5} (t - t_0)]\}^{b_3} \quad (1)$$

其中, $b_1 \sim b_5$ 为模型参数, G 为林分公顷断面积, t 为林龄, t_0 为平均树高达到胸高的年龄, 取 $t_0 = 3$ 。林分密度指数 S 定义为 $S = N(D/D_0)^\beta$, D_0 为基准直径, 取 $D_0 = 20$, N 、 D 为现实林分的株数与断面积平均直径, $\beta = 1.65$ 。立地指数按参考文献^[3]方法计算求得。

由于观测数据仅 4~6 次重复而断面积模型参数 5 个, 为有效估计起见预先固定参数 b_4 、 b_5 可使(1)式线性化而便于利用线性模型的统计推断理论来检验不同种源的影响。考虑到 b_4 、 b_5 各地区的预估值不尽相同, 因此各地区取不同的 b_4 、 b_5 预估值, 同时不再限定参数 b_2 预先取定值, (1)式线性化后可检验参数 b_1 、 b_2 、 b_3 。(1)式表达为

$$y = a + bx_1 + cx_2 \quad (2)$$

其中, $y = \ln G$, $x_1 = \ln L$, $x_2 = \ln\{1 - \exp[-b_4 (S/1000)^{b_5} (t - t_0)]\}$, $a = b_1$, $b = b_2$, $c = b_3$ 。

2.2 同一地区内种源对断面积模型参数影响的表达

(2)式拓展为

$$y_{ij} = a_i + b_i x_{ij} + c_i x_j \quad (3)$$

或

$$y_{ij} = a + b x_{ij} + c x_j + \delta_i + \beta_i x_j + \gamma_i x_j \quad (4)$$

其中, i 为种源编号, $i = 1, 2, \dots, m$ (m 为种源个数); j 为观测次数, $j = 1, 2, \dots, n$ (n 为复测次数)。 a 、 b 和 c 为某地区各种源的平均截距和斜率参数, δ_i 、 β_i 和 γ_i 为第 i 种源截距和斜率参数的变异, 体现了该地区的种源效应, 不妨分别称之为第 i 种源的截距效应参数和斜率效应参数。相应地, $a_i = a + \delta_i$ 以及 $b_i = b + \beta_i$ 和 $c_i = c + \gamma_i$ 分别为该地区第 i 种源对应的截距和斜率参数。

依(4)式, 某地区种源对断面积模型的影响, 可表述为该地区各种源是否有相同的截距参数, 是否有相同的斜率参数? 即检验零假设

$$H01: \delta_i = 0, i = 1, \dots, m$$

$$H02: \beta_i = 0, i = 1, \dots, m$$

$$H03: \gamma_i = 0, i = 1, \dots, m$$

2.3 检验方法

检验上述零假设时, 把 a_i 、 b_i 、 c_i 或 δ_i 、 β_i 、 γ_i 视为固定效应还是随机效应从而有两种不同的检验方法, 即固定效应检查方法(通常的统计推断方法)和随机效应检查方法。文献^[1]应用线性混合模型随机效应检查的方法分别比较了鸡公山和洪雅两个杉木种源试验基因库不同种源对断面积模型的影响, 指出应用线性混合模型随机效应检查的方法来解释和判断不同种源生长与收获模型中参数的差异, 从理论上更符合抽样的特性, 对于由抽样所造成的模型参数估计的差异检查问题有普遍的意义; 传统的假设检验(固定效应检查)并未考虑造林种子来源的随机性, 因而这种检查方法更倾向于拒绝原假设从而容易造成差异显著的误判。文献^[2]以鸡公山、大岗山和洪雅种源试验的调查材料, 比较了随机效应检查和固定效应检查这两种方法对

“种源对断面积模型的影响”的检验效果,结果表明种源试验中采用随机效应检查较好,固定效应检查容易造成差异显著的误判。因此本文把 a_i 、 b_i 、 c_i 或 α_i 、 β_i 、 γ_i 视为随机效应,应用线性混合模型随机效应检查的方法来检验和判断种源对断面积模型的影响。有关线性混合模型统计推断的一般原理和方法参考文献[1]。

3 种源对断面积模型参数影响的检验结果

以柳州、六峰山 2 个种源基因库以及四川省珙县洛表、民胜和邛崃等 5 个种源试验区的调查材料计算,依(4)式检验了零假设 H01、H02、H03,由 SAS^[5] 的 Mixed Procedure 完成,结果见表 2。

对于各地区,以很高的概率接受零假设 H01 和 H02;接受零假设 H03 的概率相对较低,在显著水平 0.05 上柳州和珙县洛表的零假设 H03 不被接受,但在显著水平 0.01 上则均接受 H03。

结合参考文献 1) 和[2]的检验结果,可以认为在同一地区内,杉木种源对断面积模型没有显著影响,可以用同一模型参数。

对 8 个地区分别配置了断面积生长模型,表 3 列出了适应性检验^[6]结果、相关指数(R^2)以及各地区断面积模型预测的最小和最大绝对相对误差、平均绝对相对误差。这进一步表明了在同一地区内不同种源可以用同一断面积模型参数。

表 2 5 个地区种源对断面积模型参数影响的检验结果

地 点	来 源	第 1 自由度	第 2 自由度	F 值	大于 F 值的概率
柳 州	截距(a)	26	52	0.02	1.000 0
	斜率(b)	26	52	0.22	1.000 0
	斜率(c)	26	52	1.89	0.025 0
六峰山	截距(a)	26	78	0.03	1.000 0
	斜率(b)	26	78	0.27	0.999 8
	斜率(c)	26	78	1.18	0.284 8
珙县洛表	截距(a)	25	100	0.01	1.000 0
	斜率(b)	25	100	0.10	1.000 0
	斜率(c)	25	100	1.90	0.017 4
珙县民胜	截距(a)	25	75	0.02	1.000 0
	斜率(b)	25	75	0.15	1.000 0
	斜率(c)	25	75	0.72	0.820 6
邛 崃	截距(a)	24	71	0.03	1.000 0
	斜率(b)	24	71	0.21	1.000 0
	斜率(c)	24	71	1.49	0.100 5

注: 大于 F 值的概率表示拒绝零假设 H01、H02 或 H03 所犯错误的概率。

表 3 8 个地区断面积模型适应性检验及误差统计

项 目	鸡公山	洪 雅	大岗山	柳 州	六峰山	珙县洛表	珙县民胜	邛 崃
适应性检验	不显著							
相关指数(R^2)	0.999 6	0.999 5	0.998 5	0.994 8	0.995 6	0.998 9	0.999 7	0.999 6
最小误差/ %	0.02	0.01	0.02	0.002	0.01	0.02	0	0
最大误差/ %	4.13	3.22	4.61	4.98	5.32	4.38	2.51	3.68
平均误差/ %	1.07	0.90	1.38	1.38	1.54	1.29	0.78	1.12

4 小 结

- (1) 在同一地区内杉木不同种源的断面积模型参数相同, 可以用同一模型描述。
- (2) 在全林模型中, 杉木种源对断面积的影响通过立地指数、密度指数的影响表达。

参考文献:

- [1] 李希菲, 洪玲霞. 杉木、落叶松断面积模型参数比较[J]. 林业科学研究, 1997, 10(5): 500~ 505.
- [2] 王明亮, 李希菲. 杉木种源对断面积模型影响的检验和比较[J]. 林业科学研究, 1999, 12(6): 585~ 590.
- [3] 李希菲, 王明亮, 黄旺志. 利用线性模型检验杉木不同种源立地指数曲线模型的通用性[J]. 林业科学研究, 1999, 12(5): 505~ 509.
- [4] 李希菲, 唐守正, 王松龄. 大岗山实验局杉木人工林可变密度收获表的编制[J]. 林业科学研究, 1988, 1(4): 382~ 389.
- [5] 高惠璇等编译. SAS 系统 SAS/STAT 使用手册[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997. 339~ 353, 112~ 133.
- [6] 郎奎健, 唐守正. IBM-PC 系列程序集[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989. 110.

Verification of the Impact of Chinese Fir Provenances on Basal Area Growth Models

WANG Ming-liang, LI Xi-fei

(Research Institute of Forest Resources Information Techniques, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: The impact of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) provenances planted in the same region on their basal area growth models was verified by the method of random effects test with the data from eight forest farms, Jigongshan, Hongya, Dagangshan, Liuzhou, Liufengshan, Gongxianluobiao, Gongxianminsheng and Qionglai. Results show that parameters of basal area growth models among Chinese fir provenances planted in the same region are of no significant difference.

Key words: Chinese fir provenances; basal area growth models; random effects