

文章编号:1001-7380(2016)03-0001-04

杉木实生及无性系人工林生长规律的研究

韦颖文¹,覃 静^{2*},吴幼媚¹,蔡 玲¹,聂永雄³

(1. 广西壮族自治区林业科学研究院,广西 南宁 530002;2. 广西壮族自治区野生动植物和自然保护区管理站,广西 南宁 530028;3. 天洪岭林场,广西 苍梧 543001)

摘要:通过测算杉木实生林与无性系林的生长因子数值,建立测树因子与林龄的回归模型,选取不同生长因子的最优生长模型,采用分层切割法及树干解析法对广西省苍梧县天洪岭林场23年生实生杉木林和21年生无性系杉木林的生长规律进行研究。结果表明,2种人工林的胸径、树高及材积总生长量都随着林龄的增加而增大;2种杉木人工林胸径、树高及材积的平均生长量和连年生长量呈现出波动式生长,从2种生长量曲线的走势上看,实生林的平均生长量和连年生长量曲线波动幅度较大,但无性系林的生长趋势要强于实生林。可见,杉木无性系的生长量比实生林更具优势,具有更高的生长稳定性和生长潜力,更符合杉木人工林“速生、丰产、优质”的培育目标。

关键词:杉木;实生林;无性系;胸径;树高;材积;生长模型

中图分类号:S791.27 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.03.001

Growth comparison of seedling and clonal trees of *Cunninghamia lanceolata*

WEI Ying-wen¹, QIN Jing^{2*}, WU You-mei¹, CAI Ling¹, NIE Yong-xiong³

(1. Guangxi Academy of Forestry, Nanning 530002, China;

2. Wildlife and Nature Reserve Management Station, Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530028, China;

3. Tianhongling Forestry Farm, Cangwu 543001, China)

Abstract: The hierarchical cut method and stem analysis have been used to compare the *Cunninghamia lanceolata* growth of 23 year-old seedlings trees and 21 year-old clone trees. Through the growth factor measure, factor regression model and age regression model were established, finally the optimum growth model of different growth factor was obtained. The results showed that the DBH, the tree height and the total volume growth of two types were increased by age. The average growth and annual growth of the DBH, the tree height and the total volume were showed a fluctuating form. From the trend of the twice growth curves, the growth fluctuation range curves' trend of seedling trees was known as stronger than that of clone trees, but as for the growth trend, clone trees were stronger than seedlings trees. So the clone growth was better than that of seedling, also with higher growth stability and potential.

Key words: *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook; Seedling forest; Clone; DBH; Tree height; Volume; Growth model

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国南方集体林区栽培历史最悠久、栽培范围最广的重要用材林树种,也是国家木材战略储备基地建设的主

要树种之一,在我国亚热带森林生态系统中占有比较重要地位。它具有生长快、产量高、材质优良等特点。多年来,杉木遗传改良工作的深入开展,

收稿日期:2016-03-16;修回日期:2016-05-12

基金项目:2014年林业项目中林木良种资金——林木种质资源保存与利用子项目“杉木优质高效组培育苗产业化”(桂农[2014]51号);广西林业科技项目“杉木良种组培快繁及造林试验”(桂林科字[2012])

作者简介:韦颖文(1973-),男,广西桂林人,高级工程师,大学本科毕业,主要从事林木良种培育。

* **通信作者:**覃 静(1985-),女,广西南宁人,大学本科毕业,主要从事用材林生长研究。

特别是在杉木无性系选育和推广方面的进展,优化了杉木适应性及抗逆性等特性^[1-2],如张全仁^[3]在 20 世纪 80 年代就我国杉木良种化问题,阐述了杉木造林的重要性;黄开勇等^[4]对从广东、贵州、湖南等地引种的无性系与广西本地培养的无性系进行生长对比试验,得出无性系之间遗传差异大,且引种无性系遗传稳定性不如本地培育的无性系;许忠坤^[5]采用不同的区组设计对杉木无性系进行选择与生长潜力分析。本文通过对广西梧州市苍梧县天洪岭林场引种的 23 年生杉木实生林和 21 年生无性系林生长规律的研究,探索不同繁殖方式的杉木人工林的生物量、生产力变化情况,旨在为发展生长迅速、干形优良、适应性强及抗逆性强的杉木人工林提供科学依据。

1 试验地概况

研究区位于广西梧州市苍梧县的国营天洪岭林场,地处亚热带地区,气候温和适宜,雨量充足,动植物资源丰富,年均气温 21℃,年无霜期约为 331 d,年均降雨量 1 500 mm 左右,无冰冻。试验地位于林地山坡的中部,海拔高度约 300 m,坡度 15°-30°,西南坡,土壤类型为赤红壤。土壤厚度 80 cm 以上,腐殖质层厚度约为 12 cm。试验实生林是 1991 年营造,生长到 12 a 左右进行 1 次间伐,目前林分郁闭度 0.75,密度 1 125 株/hm²,林分平均树高为 17.34 m,平均胸径为 26.05 cm;无性系林是 1993 年营造,生长到 12 a 左右进行 1 次间伐,目前林分郁闭度 0.70,密度 1 050 株/hm²,林分平均树高 17.02 m,平均胸径为 27.7 cm。林下草本植物主要有芒萁 (*Dicranopteris dichotoma* Bernh)、五节芒 (*Miscanthus floridulus*)、东方乌毛蕨 (*Blechnum orientale* L.)、半边旗 (*Pteris semipinnata*)、海金沙 (*Lygodium japonicum*) 等。

2 材料和方法

2.1 样地设置与调查

样地设置在广西苍梧县国营天洪岭林场,首先对 2 个林场内 23 年生的杉木实生林与 21 年生的无性系林进行实地踏查,然后,在林相整齐、有代表性的林分内设置标准地共 10 块,实生林和无性系林各 5 块,每个标准地面积为 0.06 hm² (30 m×20 m)。

对标准地内的林木进行每木检尺并记录。根据标准地林木测定结果,在 2 种林分内分别选取 7 株标准木,共 14 株标准木。

2.2 生长规律测定

根据分层切割法,以 2 m 为区分段,将标准木进行切割,按树干解析的要求以 2 m 为区分段,分别截取圆盘,并做好标记带回实验室,做树干解析测算^[6]。通过树干解析数据,分析杉木实生林与无性系林的生长规律、生长过程和生长量。用生长因子数据,建立测树因子与林龄的生长回归模型,通过比较不同回归模型的相似性关系,选取相似性最高的作为这 2 种人工林最优的胸径、树高、材积生长模型。

2.3 杉木实生与无性系林的生长模型

林木的生长过程,许多学者都进行过研究,并且提出不同的林木生长模型,一个理想的生长模型应满足精确性和通用性的要求,不同的树种在不同的立地条件下生长过程存在差异。为研究 2 种杉木人工林的林木生长过程,结合前人研究树木的生长规律,初步选定了以下经验方程作为杉木单株生长模型^[7-8]。

$$(1) \text{逻辑斯蒂模型: } Y = \frac{K}{1 + e^{A+BT}}$$

$$(2) \text{苏玛克: } Y = Ae^{\frac{-B}{T+C}}$$

$$(3) \text{威布尔: } Y = A [1 - e^{-(\frac{T-B}{C})^D}]$$

$$(4) \text{坎派兹: } Y = Ae^{(-Be^{-KT})}$$

$$(5) \text{二次曲线: } Y = A + BT + CT^2$$

$$(6) \text{理查德: } Y = A (1 - e^{-BT})^C$$

上式中, Y 分别表示树高、胸径、材积数值; T 为林龄; A, B, C, D, K 为随机参数。

3 结果与分析

3.1 杉木实生及无性系林生长模型

利用 2 种杉木人工林生长因子数据与林龄,以 6 个模型进行拟合,比较相关系数 R^2 和剩余残差平方和等,选出拟合效果最好的生长模型^[9-11]。方程拟合后,选择相关系数大且剩余残差平方和小的方程为杉木最优方程,见表 1。通过林木生长模型的拟合,可用于林木生长量预估,为营林工作提供科学依据。

表1 杉木实生苗与无性系人工林林木生长方程

林分类型	测树因子	最优数学模型	拟合参数	残差平方和	相关系数
实生林分	胸径	$Y = A [1 - e^{-\left(\frac{T-B}{C}\right)^D}]$	$A = 18.26, B = 2.543, C = 0.035, D = 0.213$	0.034	0.99**
	树高	$Y = A (1 - e^{-BT})^C$	$A = 20.258, B = 0.259, C = 2.348$	0.52	0.998**
	材积	$Y = A (1 - e^{-BT})^C$	$A = 0.559, B = 0.108, C = 10.249$	0	0.999**
无性系林分	胸径	$Y = A [1 - e^{-\left(\frac{T-B}{C}\right)^D}]$	$A = 17.965, B = 3.102, C = 0.017, D = 0.634$	0.046	0.999**
	树高	$Y = A (1 - e^{-BT})^C$	$A = 21.667, B = 0.421, C = 3.478$	0.74	0.998**
	材积	$Y = A (1 - e^{-BT})^C$	$A = 0.645, B = 0.124, C = 9.642$	0	0.999**

3.2 杉木实生苗与无性系人工林生长过程

3.2.1 胸径生长过程 杉木实生与无性系林胸径生长过程见图 1,2。由图可知,杉木实生林与无性系林胸径的总生长量随着林龄的增加而增加,无性系林总体长势要高于实生林。在 2 种林木生长到 20 a 时,实生林胸径总生长量为 22.8 cm,无性系林胸径总生长量为 23.13 cm。胸径平均生长量和连年生长量则呈现出波动式生长。实生林平均胸径生长量,第 4 a 达到峰值,为 1.34 cm,随后逐年递减,在生长过程中胸径平均生长量约为 1.15 cm;无性系林平均胸径生长量,第 10 a 才达到峰值,为 1.27 cm,虽然无性系林胸径平均生长量峰值低于实生林,但整个生长过程中,保持在较高水平,为 1.2 cm 左右。对连年生长量而言,实生林胸径连年生长量波动幅度较无性系大,实生林胸径连年生长量第 4 a 达到峰值,为 1.6 cm,随后急剧下降,第 8 a 是最低值,降为 0.85 cm,随后又增长,到 12 a 时又出现生长高峰,达到 1.45 cm 值,之后逐年下降;无性系林胸径连年生长量也出现 2 个峰值,分别在第 4 a 和第 12 a,分别为 1.39 cm 和 1.53 cm,之后连年生长量也逐年下降,最低值出现在 18 a,为 0.84 cm,2 种林分连年生长量高峰值都出现在了生长的第 4 a 和第 12 a,出现高峰值的原因与林分密度有关,第 4 a 未郁闭时出现了生长高峰,第 12 a 进行的间伐管理让保留木获得了更大的生长空间;2 种林分生长最低值都出现在第 8 a,这可能与当时当地出现干旱少雨的极端天气有关。无性系林连年生长量最低值比实生林的高,曲线也比实生林的平滑,显而易见,无性系林可以保持较稳定的连年生长量。

3.2.2 树高生长过程 杉木实生林与无性系林树高生长过程见图 3,4。由图可知,杉木实生林与无性系林树高的总生长量是随着林龄的增加而增加,

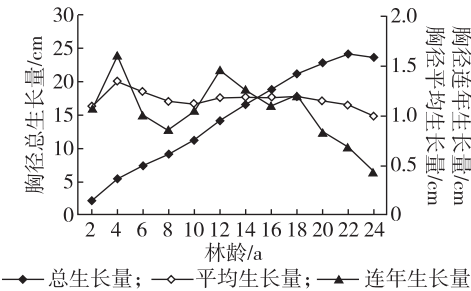


图1 杉木实生林胸径生长曲线

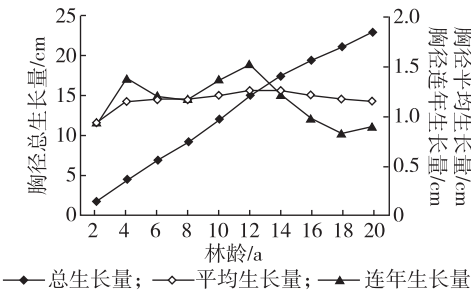


图2 杉木无性系林胸径生长曲线

无性系林总体树高长势要高于实生林,在 2 种林分生长到 20 a 时,实生林树高总生长量为 17.6 m,无性系林树高总生长量为 19.7 m。2 种杉木人工林树高平均生长量和连年生长量都呈现出较大的波动式生长。实生林树高平均生长量在生长第 2 a 达到峰值(1.65 m),之后随着林龄的增加而呈明显的递减趋势,平均每年递减 0.05 m,无性系林则随着林龄的增加而增加,在第 6 a 达到峰值(0.93 m),随后随林龄的增长,保持 0.7-0.9 m 的生长趋势,在第 20 a 又出现生长峰值(0.99 m)。对连年生长量而言,2 种林分都出现较大的生长波动,实生林树高连年生长量分别于第 2 a 和第 12 a 达到峰值,分别为 1.25,1.15 m,无性系林分别于第 6 a、第 12 a、第 18 a 和第 20 a 达到生长峰值,分别为 1.15,1.35,1.4,

2.15 m。树高连年生长量出现峰值的规律与胸径生长相似,出现极值的原因与种植管理和当时气候条件有关,但无性系林木出现生长峰值的次数较实生林要多。由此可见,无性系林树高生长潜力较实生林大。

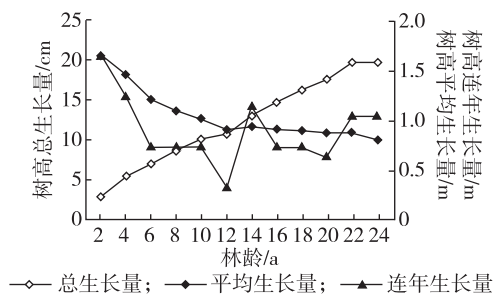


图3 杉木实生林树高生长曲线

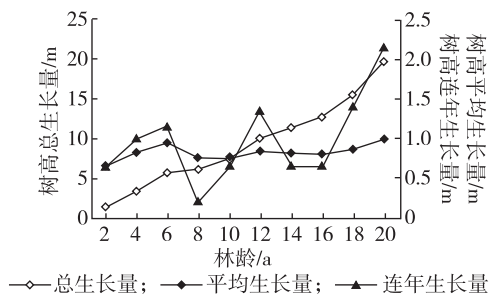


图4 杉木无性系林树高生长曲线

3.2.3 材积生长过程 杉木实生林与无性系林材积生长过程见图5,6。由图可知,杉木实生林与无性系林材积的总生长量是随着林龄的增加而增加,无性系林总体材积长势要高于实生林,在2种林分生长到第20 a时,实生林材积总生长量为 0.3271 m^3 ,无性系林材积总生长量为 0.3395 m^3 。实生林与无性系林的平均材积生长量都是随着林龄的增加而增加。从曲线走势上看,无性系林较实生林的曲线斜率要大。而对于连年生长量来说,实生林的连年生长量总体是随着林龄的增加而增加,但在第20 a,第22 a出现明显下降的趋势,分别为 0.03116 , 0.03276 m^3 ,随后又随着林龄的增加而增加;无性系林连年生长量基本上随着林龄的增加而增加,没有出现下滑的趋势。由此说明,杉木无性系的材积生长量较实生林的材积生长量要高,而且生长更稳定。

4 结论与讨论

(1) 根据杉木实生林及无性系林解析木资料,建立了树高、胸径和材积生长的数学模型,结果表

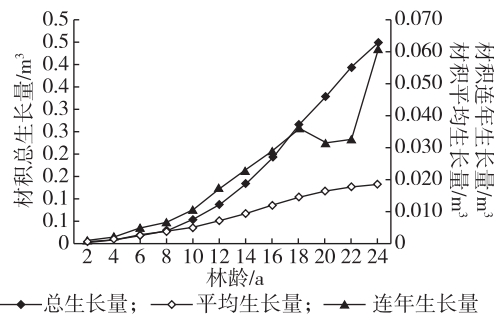


图5 杉木实生林材积生长曲线

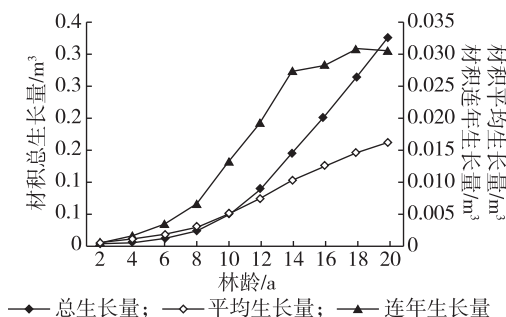


图6 杉木无性系林材积生长曲线

明,2个繁殖方式的苗木培养出的杉木人工林生长分别拟合的方程相关系数较大,几乎接近于1,残差平方和则较小,说明模型拟合精度高,可用于该地区杉木实生林及无性系林生长过程的预测。

(2) 杉木实生林及无性系林的胸径、树高及材积总生长量都是随着林龄的增加而增大。从总生长量和生长曲线的走势上来看,无性系林的生长势头要强于实生林,各项生长指标数值均高于实生林。就平均生长量和连年生长量来说,实生林胸径平均生长量的高峰期较无性系提前,但无性系林能始终保持一个较高的生长水平,保持较稳定的连年生长量;2种杉木人工林树高平均生长量和连年生长量都呈现出较大的生长波动,纵观曲线的走势情况,就本试验的无性系林而言,树高生长潜力较实生林大;杉木无性系林材积生长量较实生苗林要高,而且生长情况更稳定。

综上所述,在林木生长规律上来看,杉木无性系人工林在胸径、树高及材积生长量上,都比实生苗林要更具优势。本试验所培育的无性系苗具有更高的生长稳定性和生长潜力,能更大程度上抵御外界不良环境的干扰,保持生长。

致谢 本文承蒙广西大学林学院秦武明教授的认真审阅与修改,谨表深切谢忱。

(下转第24页)

观,避免“千园一面”。

4.4 优化生境结构,维护生物多样性

生物多样性是指地球上所有动物、植物、微生物有规律地结合所构成的稳定生态综合体,包括遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性。所以,生态公园在规划上,不仅要考虑植物,也要考虑为动物和微生物营造生存环境。城市生态公园不可能有大量的林地保护生物多样性^[10],但是可以优化生境结构。如在公园游人较少的地方,利用高大乔木、密闭灌木构造相对独立的生境,或者在较大水面上创建浮岛等,创造较为封闭的自然环境,为鸟类等其他生物提供栖息地,保护公园的生物多样性。

5 结语

公园是城市的绿肺,根据绿地的功能和生境类型进行植物配置,构建以自然群落为基础的人工群落,是城市绿地系统中植物多样性保护的重点^[8]。城市生态公园建设要充分体现其“城市性”、“生态性”、“公园性”的属性,要强调其生态功能,遵循生态原则,根据当地条件选择植物种类,调整乔灌木的配置比例,营造近自然式植物群落。同时,要注重其“城市性”、“公园性”的特质,增加公园的特色性、观赏性和互动性,需要游人认可、参与自然保

护。笔者利用群落生态学的定量调研方法,分析了南京河西生态公园的群落特征和生物多样性,以期对其他城市生态公园的建设提供借鉴参考。

参考文献:

- [1] 李 峰.城市生态公园建设研究[D].合肥:安徽农业大学,2010.
- [2] JACKLYN J.Nature areas for city people [M].London: Ecology Unit, 1990.
- [3] 丛日辉,李 研.浅议生物多样性与生态公园[J].资源与人居环境,2011(1):54-55.
- [4] 姜 艳.石门国家森林公园植物群落特征及物种多样性研究[D].北京:中国林业科学院,2009.
- [5] 张 勇,胡海波,黄 进,等.连云港云台山规划造林区植物多样性及其与环境的关系[J].亚热带植物科学,2009,38(1):41-45.
- [6] 史海燕,王贤荣,杨学军,等.城市绿地植物多样性现状及其发展途径[J].中国城市林业,2010,8(4):33-35.
- [7] 郝日明,张明娟.中国城市生物多样性保护规划编制值得关注的问题[J].中国园林,2015(8):5-9.
- [8] 贾文轲,郝日明.城市生物多样性保护规划探讨[J].江苏林业科技,2009,36(2):34-37,43.
- [9] 吴征镒.中国种子植物区系属的分布区类型专辑[J].云南植物研究,1991(增刊IV):1-139.
- [10] 吴桂萍,孟伟庆,马 春,等.城市生态公园及其评估[J].环境科学与管理,2007,32(8):134-137.

(上接第4页)

参考文献:

- [1] 胡德活,阮梓材,卓铜勋,等.杉木优良无性系早期选择[J].广东林业科技,1998,14(3):7-12.
- [2] 张全仁,陈佛寿,陈益泰,等.杉木无性系选育及其效果研究[M].北京:科学出版社,1992:306-312.
- [3] 张全仁.杉木无性系选育与无性系造林[J].中南林学院学报,1989,9(2):167-174.
- [4] 黄开勇,陈代喜,郝海坤,等.杉木无性系对比测定与选择[J].西南林学院学报,2008,28(6):25-30.
- [5] 许忠坤.杉木无性系选择与生长潜力分析[J].林业科学研究,

2014(5):598-597.

- [6] 孟宪宇.测数学:3版[M].北京:中国林业出版社,2006.
- [7] 魏占才.长白落叶松人工林林分模型的应用[J].东北林业大学学报,2006,34(4):31-33.
- [8] 段爱国,张建国,童书振.6种生长方程在杉木人工林林分直径结构上的应用[J].林业科学研究,2003,16(4):423-429.
- [9] 彭舜磊,王得祥.火地塘林区铁杉生长规律研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(4):83-88.
- [10] 董建军,郭占胜,胡新权,等.伏南山区马尾松人工林生长规律研究[J].河南林业科技,2004,24(2):13-15.
- [11] 蓝 肖,韦 华,陈 琴,等.杉木无性系对比试验研究[J].广西林业科学,2012,41(4):331-335.