

文章编号: 1000-3142(2000)02-0126-05

## 元宝山南方红豆杉种群结构——Ⅱ、高度结构

黄玉清, 李先琨<sup>✓</sup>, 苏宗明S718.54  
Q949.661广西壮族自命区广西植物研究所, 广西桂林 541006)  
中国科学院

**摘要:** 在资源调查的基础上选择样地, 采用样方调查法研究红豆杉种群高度结构, 结果表明南方红豆杉种群是通过茎干萌生幼苗(构件)来延续和扩大的, 其结构为塔型, 存活曲线为中间微凸而近于直线, 是稳定型种群结构, 幼苗幼树级占 95.3%, 其次为高度 9.1~11 m 的成年树级, 占 1.6%。为了扩大和延续, 南方红豆杉种群通过大量萌生(繁殖)构件并进行自我调节, 使幼树幼苗有较高的死亡率, 种群个体进入优势层后, 高度生长缓慢, 而径向生长加快, 因此 9.1~11 m 级数量增多, 种间种内竞争的结果形成南方红豆杉种群世代不同大小个体的高度结构。南方红豆杉种群高度与胸径的关系为幂函数相关关系, 高度与年龄 (<60 a) 的关系为线性相关关系。

**关键词:** 南方红豆杉; 高度结构; 种间种内竞争; 茎干萌生构件; 种群结构

**中图分类号:** Q949.71+8.43 **文献标识码:** A

## Structure of *Taxus chinensis* var. *mairii* population in Yuanbaoshan of Guangxi, China —— Ⅱ. Height structure

HUANG Yu-qing, LI Xian-kun, SU Zong-ming

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin 541006, China)

**Abstract:** Based on the resource investigation into *Taxus chinensis* var. *mairii*, plot sampling was selected and quadrat was used to study the community. The results showed that the development of *Taxus chinensis* var. *mairii* populations greatly relied on its modules which sprout on its stem. The height structure was "revere-J", and the survival curve was likely a linear with a little protruding so that it was belonged to stable type. The seedling and sapling accounted for 95.3% of total number, while the mature trees of H: 9.1~11 m class for 1.6%, whose density was just next to the sapling class. Expanding and continuing the population induced a higher seedling and sapling mortality rate. When the individual high enough to gain spatial it grow mainly in diameter. So the number of mature tree of 9.1~11 m class increased. The results of intraspecific and interspecific competition formed the

收稿日期: 1999-03-05

作者简介: 黄玉清 (1967-), 女, 助理研究员, 从事植物生态学研完。

基金项目: 广西自然科学基金 (桂科自 9518011) 资助项目

different individual height of *Taxus chinensis* var. *mairei* population. The relationship between height and stem size of *Taxus chinensis* var. *mairei* was significant which was a power function, while height and age (<60 year) was also significant but a linear function.

**Key words:** *Taxus chinensis* var. *mairei*; height structure; intraspecific and interspecific competition; modular sprouted on stem

对多数植物而言, 尤其是阳性树种, 植物种群个体占据林分空间的大小是决定此个体存在及发展的重要条件, 同一个种群上层高大植株获得充足的光热资源, 而下层却受到限制, 光热资源在各层片的分配呈倒金字塔状结构, 个体越矮小、分布越下层植株, 死亡率越高<sup>[1]</sup>。长寿命的、由茎干萌生构件生长成幼苗幼树的种群不一定有此特性。对这种繁殖特点的种群结构研究在国内外并不多见。研究高度结构可以说明种群目前特点, 及其演替的趋势。

南方红豆杉 (*Taxus chinensis* var. *mairei*) 为红豆杉科红豆杉属植物, 是我国珍贵植物种类, 是林业部一级保护树种, 南方红豆杉树形美观, 材质优良, 更因其含有高效低毒的抗癌新药紫杉醇 (Taxol) 而备受关注。在我国, 南方红豆杉植物主要分布在华东、中南、西南、陕西、甘肃及台湾等地, 在广西, 南方红豆杉主要分布在桂北海拔 680 m 以上中山针阔混交林内。由于近年对红豆杉植物资源的掠夺性开发, 资源量本来就小的红豆杉属植物正在急剧减少, 因此研究南方红豆杉植物种群结构特征, 探讨种群演替规律及生态特性, 对保护和发展南方红豆杉植物资源有十分重要意义。

## 1 研究地生境与分布

元宝山位于广西北部的融水县中部 (109°07'~109°13' E, 25°22'~25°32' N), 是广西起源最古老的山体。主峰海拔 2 081 m, 山体高大, 坡度陡急, 相对高差达 1 000 m 以上。本区处中亚热带, 为亚热带季风气候, 山地气候特征明显, 雾、雨多, 日照少, 年平均降水量 2 300 mm 以上, 常年湿度达 90% 以上, 最冷月平均气温为 -10~-8 °C<sup>[2]</sup>。通过对南方红豆杉资源调查, 南方红豆杉分布在海拔 1 550 m 以上范围, 但集中分布蓝坪峰 (海拔 2 083 m) 周围 1 900 m 以上的区域。在分布区内, 南方红豆杉主要见于沟谷两侧, 山坡尤其阳坡极为罕见。南方红豆杉所在的林分湿度大, 苔藓发达, 枯枝落叶层厚; 群落乔木层优势种有元宝山冷杉 (*Abies yuanbaoshanensis*)、南方红豆杉、红皮木姜 (*Litsea pedunculata*)、大八角 (*Illicium majus*)、包果柯 (*Lithocarpus cleistocarpus*) 等。在调查中少见由种子更新形成的幼苗、幼树, 现有的幼苗、幼树多为成年大树茎干萌生的 (称构件), 它能长成小树产生不定根, 向地下延伸形成独立个体, 以此方式来延续和扩大其种群的。

## 2 研究方法

在资源量调查的基础上选有代表性地段作样地, 样方设置有 10 m × 10 m、20 m × 10 m、20 m × 20 m、20 m × 30 m、10 m × 30 m 等类型, 均以 10 m × 10 m 为样基本调查单位。调查内容包括: 乔木树种, H ≥ 3 m 的每木调查树高、冠幅、枝下高、胸径及生长情况; H < 3 m 的幼树幼苗每木记录高度 (个别样方在样方内 4 个角和中央各设 1 m × 1 m 的小样方调查); 灌草植物调查盖度和高度, 藤本植物记录攀援高度, 同时调查样地土壤等环境因子。

由于元宝山南方红豆杉大树枯顶和断头现象较为普遍, 调查测定的高度不能代表其生长

的真正的高度。对  $H > 3$  m 南方红豆杉的高度与胸径数据进行分析, 高度与胸径相关图 (图1) 为抛物线型, 即随着胸径的增大, 高度初始增长较快, 至  $8 \sim 9$  m 左右开始减缓。通过回归分析呈显著的幂函数相关关系:  $Y = 2.64X^{0.44}$  其中  $Y$  为高度,  $X$  为胸径 ( $\ln(X)$  与  $\ln(Y)$  的相关系数  $r = 0.87$ ,  $n = 81$ )。所以枯顶或断头大树实际高度用回归函数进行计算而得。

### 3 分析与讨论

根据已作大小结构分析 (径级结构) 的  $P_1 \sim P_6$  样方所有南方红豆杉植株高度进行统计<sup>[3]</sup>, 把高度结构分为9级, 高度  $H \leq 3$  m 分为幼苗和幼树2级,  $H > 3$  m 的成年树每长高2 m 作为一个等级,  $H > 15$  m 作一级, 共计9级 (表1)。把数据输入计算机, 绘制高度结构图和存活曲线, 结果见图2、3。

元宝山南方红豆杉种群高度结构呈塔型, 存活曲线前稍凹、中间稍凸而近直线型, 根据 Leak, W. B. 划分理论<sup>[4]</sup>, 种群趋于稳定型, 与该种群大小结构研究结果相符。幼苗幼树级占95.3%, 比例很大; 从  $3.1 \sim 9$  m 逐级减少,  $9 \sim 11$  m 级突然变大达  $167$  株/ $\text{hm}^2$ , 然后随高度增加密度逐渐减少 (表1)。因禁止砍伐红豆杉, 只取得60 a 以下的南方红豆杉构件年龄结构, 无法取得60 a 以上解析木进行年龄结构研究。把能够测到的树龄  $< 60$  a 的南方红豆杉构件, 按10 a 为一个龄级, 分为7级, 其年龄结构及其存活曲线 (图4、5), 结构图为塔型, 存活曲线为直线型。种群树龄  $< 60$  a 的构件年龄与高度回归方程为  $Y = 8.16X + 2.16$ , 式中  $Y$  为年龄,  $X$  为高度 ( $r = 0.98$ ,  $n = 46$ ), 通过回归计算, 树龄60 a 以下相当于构件胸径9 cm、高度7 m 以下。可见从幼苗到小成年树种群密度逐渐减少, 而高度级  $9.1 \sim 11$  m 数量增多达  $167$  株/ $\text{hm}^2$ , 为除幼苗和幼树外第三个个体数量最多的高度级。

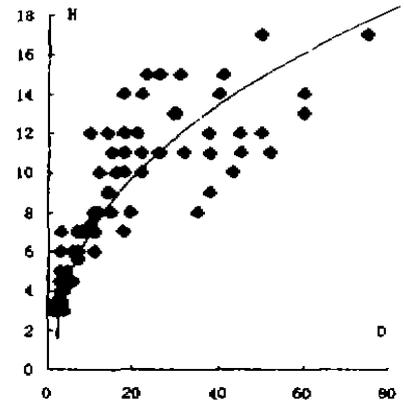


图1 元宝山南方红豆杉种群高度与胸径相关图

Fig. 1 Relation between height and stem diameter for *Taxus chinensis* var. *mairei* in Yuanbaoshan.

表1 元宝山南方红豆杉种群高度结构分级

Table 1 The data of *Taxus chinensis* var. *mairei* height structure

高度级 Class	30 (cm)	31~300 (cm)	3.1~5 (m)	5.1~7 (m)	7.1~9 (m)	9.1~11 (m)	11.1~13 (m)	13.1~15 (m)	>15 (m)	合计 Total (m)
株数(X)	8 642	1 167	142	67	50	167	50	17	25	10 325
%	84	11.3	1.38	0.65	0.48	1.6	0.48	0.17	0.24	100.0
$\ln(X)$	9.01	7.01	4.95	4.20	3.91	5.12	3.91	2.81	3.22	

在天然状态下, 一般认为植物种群结构变化的动力有: 火灾、气候变化及种内种间竞争等因素<sup>[5]</sup>。由于元宝山湿度大, 发生火灾的可能性小, 调查中也不曾发现火灾迹象, 因此可以排除火灾因子。气候变化对种群结构变化的影响除突发性情况外要经历很长的时间才能得出结果, 因此也可以排除。在此只讨论种内种间对资源的竞争可能引起的元宝山南方红豆杉种群结构变化。

克隆植物生长型内部调节机制主要目标为: 避免克隆内各分枝间的竞争; 最大吸收资源如光、水、 $\text{CO}_2$ 、N、P、K 等, 占据最多的资源, 通常表现为占居较大的空间, 包括地上的地下空间<sup>[6]</sup>。植株苗系统的结构适应“搜寻”光能, 根系统结构具有吸收水分和养分, 避免干

早的功能<sup>[7]</sup>。南方红豆杉与其它克隆植物不同的是，其由茎干萌生幼苗，一般生长成小树级才能产生不定根伸入土壤，所以其内部调节机制目标也有所不同。由于茎干所能提供的营养和水分不如土壤充分，幼苗幼树生存的空间范围（或领域）窄小，因而克隆幼苗为生存而进行的竞争就非常剧烈，其死亡率高是不可避免的。对调查数据的比较发现，一个样地内（如比较 P<sub>1</sub> 样地 4 个 100 m<sup>2</sup> 的样方），如果缺乏各个成年树等级，其幼苗幼树特别多；而如具有各

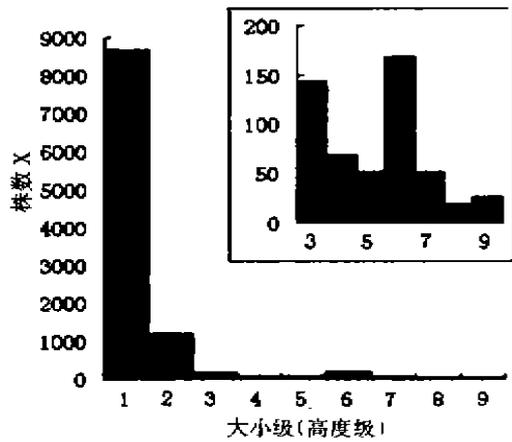


图2 元宝山南方红豆杉种群高度结构  
Fig. 2 The height structure of *Taxus chinensis* var. *mairei* population

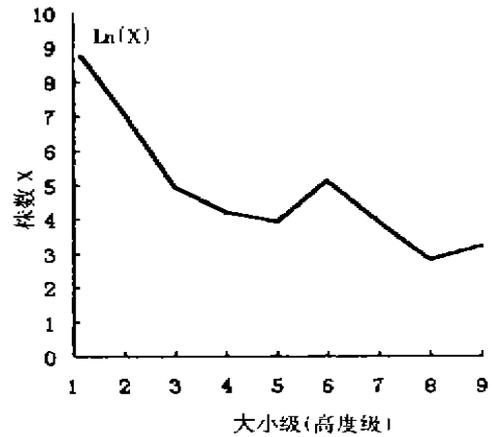


图3 元宝山南方红豆杉种群高度结构存活曲线  
Fig. 3 The survival curve of *Taxus chinensis* var. *mairei* population

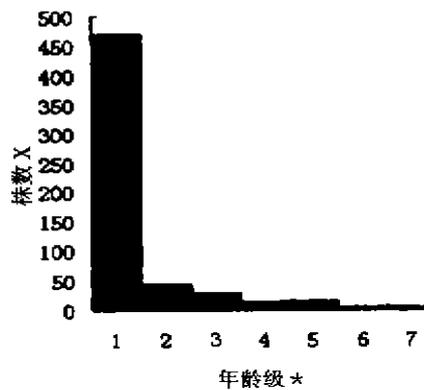


图4 元宝山南方红豆杉种群树龄<60 a 年龄结构  
Fig. 4 The age structure of <60 a *Taxus chinensis* var. *mairei* population

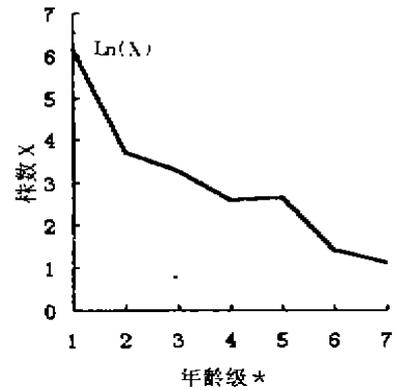


图5 元宝山南方红豆杉种群树龄<60 a 年龄结构存活曲线  
Fig. 5 The survival curve of <60 a *Taxus chinensis* var. *mairei* population

图注：1、2级每5 a 为一级，3~7级每10 a 为一级

个成年树等级则幼树幼苗较少。因此可以推断，红豆杉——这种以茎干萌生幼苗的克隆植物，为了能在有限的领域、有限的资源条件下延续和扩展种群，每年大量萌生（繁殖、克隆）幼苗，保证在幼苗死亡率极高的情况下也能有部分个体生存和发育，当基本具备各年龄级（大小级）和高度级结构个体、已能保证种群的延续和扩展时，这种行为才停止。结合红豆杉分布

格局进行分析, 幼苗、幼树及小树的集聚强度都比较大, 生境异质性差异也较明显, 不同的资源斑块造成有的小群聚成群死亡, 可以说红豆杉幼苗幼树具有 K 对策, 对生态位重叠的承受能力较低<sup>[1]</sup>。幼树幼苗的高死亡率是种群自我调节的适应性反应——密度相关过程效应。

随着高度增长, 这种对生存空间的竞争仍然继续, 小树级个体虽然开始产生不定根伸入土壤, 但由于地表箭竹根系盘结, 能够得到的养分有限, 并且其仍处第二、三层片, 光能竞争激烈, 因此小树 1、2 级个体死亡率较高; 大树风倒或枯倒形成一定林窗空间, 一部分植株才能够得以成长, 1、2 级个体数亦逐级减少, 但个体长大到优势层范围 (H: 9~11 m), 数量增多。产生这种情况可能有 2 个原因, (1) 胸径 9 cm 以下, 高度 7 m 以下的各级个体, 形成不定根的构件或虽已产生不定根, 但已伸入到土壤中、可以独立的生活的构件还不多, 因此死亡率特多, 而进入 9.1~11 m 高度级的个体不少已形成不定根并伸入到土壤中, 成为独立生活的个体, 能够从土壤中吸取养分和水分, 因而死亡率下降, 个体数量增多; (2) 9.1~11 m 高度级已经为乔木第一层高度范围, 其上只有元宝山冷杉和南方红豆杉等若干种类个体 (总密度 92 株/hm<sup>2</sup>), 具覆盖度不太大, 因此 9.1~11 m 高度可以摄取足够的光热资源, 成活率高, 此时种群高度生长缓慢, 其生长主要为径向生长, 11 m 高度以上的个体, 年龄较大, 并且萌生并“养育”过太多幼苗幼树, 个体进入生理衰老期, 数量也逐渐减少。由于环境容量所限, 种群通过密度相关过程作用, 保持了种群数量的相对稳定。

#### 4 结 论

自然条件下, 由于南方红豆杉种子休眠一年后才能发芽, 且鸟、兽喜吃其种子, 地表枯枝落叶厚, 箭竹根系盘结, 十分不利于种子入土发芽。在元宝山及资源县南方红豆杉分布区少见种子更新产生幼苗、幼树。但天然情况下立木或风倒成年树均能从茎干上萌生幼苗, 形成有大小不同个体的种群。长成成年 1 级树后才能产生不定根伸入土壤中成为独立个体, 占据林分空间。研究表明, 南方红豆杉种群结构现状为稳定型, 是种间种内竞争的结果, 林窗空间为种群个体提供生存和发展的楔机, 种群环境容量的限制, 种群通过密度相关过程作用, 优胜劣汰, 形成南方红豆杉种群数量相对稳定的种群高度结构。南方红豆杉的高度与胸径呈显著的幂函数相关关系, 而 60 a 以下的小树年龄与其高度呈显著线性相关关系, 也说明了南方红豆杉生长特点。

参加该项目野外工作的还有赵天林、宁世江、莫权辉同志, 谨表谢意!

#### 参考文献:

- [1] J Agren and O Zackrisson. Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in central and northern Sweden [J]. *Journal of Ecology*, 1990, 78: 1049~1062
- [2] 广西林业厅主编. 广西自然保护区 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1993
- [3] 黄玉清, 李先琨, 苏宗明. 元宝山南方红豆杉构件种群结构研究——I、大小结构 [J]. 广西植物, 1998, 18 (4): 385~389
- [4] Leak W B. Age distribution in virgin red spruce and northern hardwoods [J]. *Ecol.*, 1975, 56: 1451~1454
- [5] T Kohyama. Size structured tree populations in gap-dynamic forest——the forest architecture hypothesis for the stable coexistence of species [J]. *Journal of Ecology*, 1993, 81: 131~143
- [6] 陈 尚, 李自珍, 王 刚. 克隆植物生长型的研究进展 [J]. 生态学杂志, 1997, 16 (4): 59~63
- [7] Stevenson, G C *et al.* Effects of moistures stress on white clover [J]. *Plant and Soil*, 1985, 85: 249~257