

峨眉山冷杉种群研究

庄平

(中国科学院植物所华西亚高山植物园, 四川都江堰 611830)

摘要: 依据 51 个 20 m × 20 m 冷杉乔木层样方和 102 个 4 m × 4 m 灌木层样方有关冷杉种群的调查资料和典型区域内冷杉种群的年龄和生长指标的测定, 对峨眉山冷杉种群配置、重要参数、更新与生长状况进行了研究, 揭示了当地冷杉种群及其所组成的森林的现状与演替趋势。指出, 峨眉山冷杉种群的径级配置与海拔高度为主导的环境要素变化相关, 2 800 m 以下的冷杉种群缺乏胸径 5~20 cm 的小径个体; 尤其是在“混交”状的冷杉林下株高小于 5 m 的幼龄个体稀少且其年龄与应有的生长量相差甚远, 由此作者认为该海拔段以下的冷杉种群正面临衰退, 其构成的冷杉森林正处于退化演替的过程之中, 并有可能在今后 50 a 或许更短的时间内显现严重后果。同时, 本研究表明冷杉主要通过林窗和林缘更新。通过对冷杉—箭竹—泥炭藓森林群落中冷杉种群状况的研究, 阐述了冷杉种群在特定的逆境条件下生殖策略由 K 选择向 r 选择方向的转化趋势, 讨论了冷杉种群在泥炭藓发育的局部沼泽化的环境中得以生存的机制; 本文还就冷杉种群在林内自然更新和迹地更新条件下的胸径生长规律作了比较研究, 说明密度制约机制对冷杉种群更新具有重要作用; 并就更新情况相对较好的冷杉—箭竹+金顶杜鹃—草类林、冷杉—箭竹—藓类林和冷杉—峨眉玉山竹—藓类林的幼林个林的年龄与株高关系及其个体生长质量进行了探讨, 结果表明株高生长和苗木质量亦不甚理想。

关键词: 冷杉种群; 退化演替; 生殖策略; 峨眉山

中图分类号: Q948.12⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)01-0040-05

Study on the population of *Abies fabri* in Mt. Emei

ZHUANG Ping

(Western China Subalpine Botanical Garden, Institute of Botany, Academic Sinica, Dujiangyan Sichuan 611830, China)

Abstract: Based on study of the pattern, important parameters, regeneration and growth of the *Abies fabri* population, this paper deals with the population status and its forest succession tendency according to the data of 51 quadrants (each 20 m × 20 m) of the tree layer and 102 quadrants (each 4 m × 4 m) of the shrub layer and the index of the population age and growth at the representative areas in Mt. Emei. It is found that the HDB pattern of the population is relation to the elevation. There are few little individuals (HDB 5~20 cm) below 2 800 a.l. and especially in the “mixed” forests, the young individuals (height < 5 m) is seldom seen and the relationship of their age and development is maladjustment. Based on these above, we consider that the population are facing to decline below the elevation and the forest is in deterioration succession. The serious consequence could happen within 50 years or even shorter. In the same time, the reseach shows the regeneration of the population is major through the windows and edge of forest and it is expatiated that the reproduction strategy of the population changes from choose “k” to choose “r” in the special adversity habitant and the existent meclanism of the popu-

收稿日期: 2000-07-06

作者简介: 庄平(1957-),男,江苏武进人,副研究员,从事植物生态与保护植物学研究。

lation is discussed in the site with some coverage of sphagnum and swamp by studing the population status in the forest types of *Abies fabri*-*Bashania fangiana*-peat moss. We believe that the mechanism of density restriction is very important in the regeneration of the population through constractive reseach on growth rule of DBH on conditions of natural regeneration and slash regeneration. We also study the relations between age and height of young individuals and their growth status in three forest types, *Abies fabri*-*Bashania fangiana*+*Rhododendron fabri*-grass, *Abies fabri*-*Bashania fangiana*-grass, *Abies fabri*-*Yushania brevipaniculata*-moss, that have regenerated relatively better, but the status of the individual height growth and quality is not ideality.

Key words: population of *Abies fabri*; deterioration succession; reproductive tactics; Mt. Emei

冷杉(*Abies fabri*)为大型温性针叶树种,在青藏高原外围形成狭长而有限的带状分布区。我国所分布的 22 种冷杉属植物中,该种为最耐荫湿的一个自然种群,这与其地处四川盆地西缘“华西雨屏带”的特殊生态条件不无关系^[1-3]。峨眉山冷杉分布的集中区,具有雾日多,雨量大,日照少的基本气候特征。冷杉是该属植物中生长速度较快而寿命较短的种类,通常 20 年生植株,树高可达 18.5 m,胸径 32 cm;148 年生树高 32.5 m,胸径 55 cm。但 200 年生以上的老树致为少见^[3],因此冷杉森林中枯立木较多,易形成“残败”的林貌。冷杉系浅根性植物,主要根群分布在距地表 50~60 cm 以上的土壤范围内,甚至在 30 cm 范围内分布着绝大多数根系^[1,3]。冷杉在正常条件下,35~40 a 进入结果期,60~80 a 左右达结果盛期^[3]。有资料认为,林内藓层、泥炭藓及其所引起的沼泽化不利于更新苗生长发育^[4,6]。

1 调查与分析方法

1.1 样地设置与调查

利用典型取样方法,在峨眉山冷杉分布的不同区域和不同海拔地段设置 20 m×20 m 标准样方 51 个。(1)调查各样方内胸径大于 5 cm 的立木数量、胸径、高度、冠幅、枝下高;(2)在前述样方的对角线分设 2 个 4 m×4 m 的下木层样方 102 个,调查胸径小于 5 cm 的冷杉更新苗的年龄和高度;(3)分别实测峨眉山卧云庵海拔 2 800~2 900 m 处林内自然更新 33 株 33~113 年生的阶伐倒木和太子坪迹地更新 33 株 12~67 年生个体的胸径与年轮;(4)同时,实测了更新情况相对较好的冷杉—箭竹+金顶杜鹃—草类林、冷杉—箭竹—藓类林和冷杉—峨眉玉山竹—藓类林的幼林个体的年龄与株高。

1.2 数据统计与分析

1.2.1 海拔区段的划分

将调查区海拔为 2 000~3 000 m 范围每 200 m 划分为一个海拔区段,计 5 个海拔区段;并将海拔小于 2 000 m 和大于 3 000 m 各作为一个海拔区段,上述共计 7 个海拔区段。

1.2.2 径级的划分 将各乔木层样方按上述海拔区段划分进行归并。径级区间由本次研究设置,原则上设计为 40 cm 一个划分等级,但考虑到高海拔区小径级个体比例大,为了更精确的反映这一区域的冷杉个体径级变化,因此对于胸径 40 cm 以下的个体设计了 2 个径级梯度。

1.2.3 更新苗年龄与高度的确定 更新苗年龄和植株高度分别根据现场苗木的生长解析和实测获得。在列表时仅反映具体林型条件下幼树的年龄幅度,并将其植株高度划分为不等差的 4 级,即<40 cm,40~100 cm,100~200 cm,200~500 cm。

1.2.4 更新生长的研究方法 关于胸径与年龄,株高与年龄的分析研究均采用常用的以静态代替动态的方法,以相关曲线的拟合加以分析研究。

2 种群结构

2.1 海拔高度与种群个体配置

海拔高度变化是山地环境变化的主导因素。海拔对于冷杉种群个体大小配置的影响,早已为专家们熟知^[1-4]。由表 1 可知,高海拔区(>2 800 m)以小径级立木(I、II)比例占优势(77%);中海拔区(2 000~2 800 m)以中型及大型立木(III~VI)占较大比重(>65%);而海拔 2 000 m 以下的低海拔区以中型立木(II、IV)为主(>86%),缺乏 I 级和 VI 级个体。海拔 2 800 m 以下 I 级个体比率小于 10%(表 1)。

2.2 林型与种群重要参数

冷杉种群在不同的林型中,有关参数差异明显。首先,种群密度在不同的林型中变幅可达 170~1 100 株/hm²,在“纯林”类型中密度通常大于 500

株/hm²,其中以冷杉—箭竹—藓类林中密度最大,达1166.7株/hm²;而“混交”林中,冷杉的种群密度均小于“纯林”类型,而且海拔越低,其密度越小。低海拔分布的冷杉—瓦山方竹—草类林,冷杉种群密度仅175株/hm²。其次,冷杉—箭竹—金顶杜鹃—

草类林,冷杉—箭竹—泥炭藓林和冷杉—云南铁杉—峨嵋玉山竹林中冷杉种群的高度明显低于其他林型的相应值,前两种林型树体尖削度大,枝下高低,这一结构有利于结实⁽⁷⁾;而冷杉—箭竹—藓类林和具有一定程度“混交”的林型,冷杉种群的平均高

表1 海拔高度与冷杉种群个体径级配置

Table 1 Elevation and rates of diameter classes of *Abies fabri*

海拔 Elevation (m)	径级 Diameter											
	I		II		III		IV		V		VI	
	<20 cm		20~40 cm		40~80 cm		80~120 cm		120~160 cm		>160 cm	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<2 000	—	—	5	11.36	12	27.27	16	59.09	1	2.27	—	—
2 000~2 200	1	1.72	6	10.34	26	44.83	12	20.68	12	20.69	1	1.72
2 200~2 400	7	6.14	10	8.77	77	67.54	17	14.91	2	17.60	1	0.88
2 400~2 600	20	11.11	38	21.11	85	47.23	32	17.78	3	16.70	2	1.12
2 600~2 800	5	9.43	13	24.53	24	45.28	6	11.32	1	1.89	4	7.55
2 800~3 000	147	37.89	143	36.86	89	22.94	6	1.55	1	0.26	2	0.52
>3 000	118	35.33	158	47.31	57	17.07	1	0.30	—	—	—	—

表2 各林型冷杉种群结构特征比较¹⁾Table 2 Comparison of population structure of *Abies fabri* in Mt. Emei

林型代号 No. of forest type	样地面积 Area of spots (m ²)	株数 Individual number (株)	密度 Density (株/hm ²)	高度 Height(m)		胸径 DBH(cm)		平均冠幅 Mean range of crown (m)	枝下高 Height under branch(m)
				mean	max	mean	max		
1	800	21	262.5	9.6	18.0	21.5	80.0	3.0×2.6	3.5
2	1 200	71	591.7	9.5	17.0	19.3	42.0	4.3×3.8	0.8
3	2 400	280	1 166.7	15.7	24.5	18.3	53.0	3.6×2.9	7.0
4	800	42	525.0	10.5	18.0	20.6	40.0	4.1×3.7	0.7
5	1 200	77	641.7	14.7	22.0	21.8	41.0	4.5×3.9	3.5
6	1 200	48	400.0	12.8	25.0	23.9	110.0	6.1×4.7	3.5
7	1 600	50	312.5	16.9	32.0	41.0	160.0	6.1×5.3	5.0
8	1 600	31	193.6	17.2	22.0	42.1	110.0	5.8×4.4	5.5
9	6 400	237	370.3	16.0	24.0	34.1	90.0	6.3×5.1	4.5
10	800	14	175.0	16.4	22.0	37.6	55.0	6.9×5.0	4.5

¹⁾ 1. *Abies fabri*+*Tsuga doumosa*-*Yushania brevipaniculata*; 2. *Abies fabri*-*Bashania fungiana*+*Rhododendron fabri*-grass; 3. *Abies fabri*-*Bashania fungiana*-moss; 4. *Abies fabri*-*Bashania fungiana*-peat moss; 5. *Abies fabri*-*Yushania brevipaniculata*-moss; 6. *Abies fabri*+*Betula utilis*-*Bashania fungiana*; 7. *Abies fabri*+*Acer caudatum* var. *pratense*-*Yushania brevipaniculata*; 8. *Abies fabri*-*Betula utilis*-*Yushania brevipaniculata*; 9. *Abies fabri*+*Acer flabellatum*-*Yushania brevipaniculata*; 10. *Abies fabri*-*Chimonobambusa quadrangularis*-herb.

度值较大;种群的平均高度、胸径和冠幅具有正相关趋势(表2)。

2.3 林型与幼龄种群更新

在峨眉山冷杉森林中,除低海拔分布的冷杉—瓦山方竹—草类林未见有5m以下的更新树(苗)外,其他林型均有更新个体分布。但其数量(密度)、年龄及大小配置具有不同程度的差异。总的来说,高海拔林型中冷杉种群更新优于低海拔林型;林缘和林窗的更新优于林下。冷杉—箭竹—泥炭藓林和冷杉—箭竹—金顶杜鹃—草类林更新情况较好;冷杉—箭竹—藓类林的林缘更新尚好,但枯死个体较

多。中山区“混交”林下,更新个体的密度和苗龄普遍较小,生长高度很少超过40cm(表3)。尤其值得注意的是冷杉—箭竹—泥炭藓林,不但更新苗数量较多,而且幼龄个体配置也较为合理,这一现象值得进一步研究⁽⁵⁾。

3 种群生长

木本植物的个体大小或生物量积累为年龄的函数。本研究分别用胸径和株高来度量冷杉种群在不同的条件下的生长规律。

3.1 年龄与胸径生长

本项研究分别调查了位于峨眉山卧云庵下海拔 2 800~2 900 m 处 33 株 33~113 年生的伐倒木和太子坪 33 株 12~67 年生个体的胸径与年轮, 分别代表林内自然生长与迹地更新生长的状况。通过

静态年龄(年轮)与生长量(胸径)关系的拟合结果表明, 在自然的林内条件下, 冷杉的前期生长缓慢, 而后期迅速加快, 其生长曲线呈上弯式(图 1:(1)), 在迹地条件下情况正好相反, 其生长表现出前期生长快, 而后期渐慢的特点(图 1:(2))。

表 3 各林型冷杉幼龄种群更新状况

Table 3 Population regeneration of *Abies fabri* in the forest types

林型代号 No. of forest type	环境 ¹⁾ Environment	密度 Density (株/hm ²)	年龄 Age (a)	更新苗高度配置(%) Height pattern of young tree			
				<40 cm	40~100 cm	100~200 cm	200~500 cm
1	林下 uF	266.7	7~9	100.0	—	—	—
2	林下 uF	781.3	2~6	100.0	—	—	—
3	林缘 FE	3 200.0	2~16	83.1	8.5	8.5	—
	林下 uF	738.6	2~3	100.0	—	—	—
4	林缘 FE	7 400.0	2~33	60.0	16.0	18.7	5.3
	林下 uF	1 262.5	7~15	8.0	13.0	18.0	61.0
5	林缘 FE	4 700.0	2~20	30.8	15.4	25.6	28.2
	林下 uF	900.0	8~11	100.0	—	—	—
6	林缘 FE	8 000.0	10~15	53.1	37.5	9.4	—
	林下 uF	833.3	2~3	100.0	—	—	—
7	林下 uF	735.0	2~6	100.0	—	—	—
8	林下 uF	716.5	11~32	87.0	8.7	—	—
9	林下 uF	1 080.0	8~15	100.0	—	—	—

¹⁾uF, under the forest, FE, the forest edge.

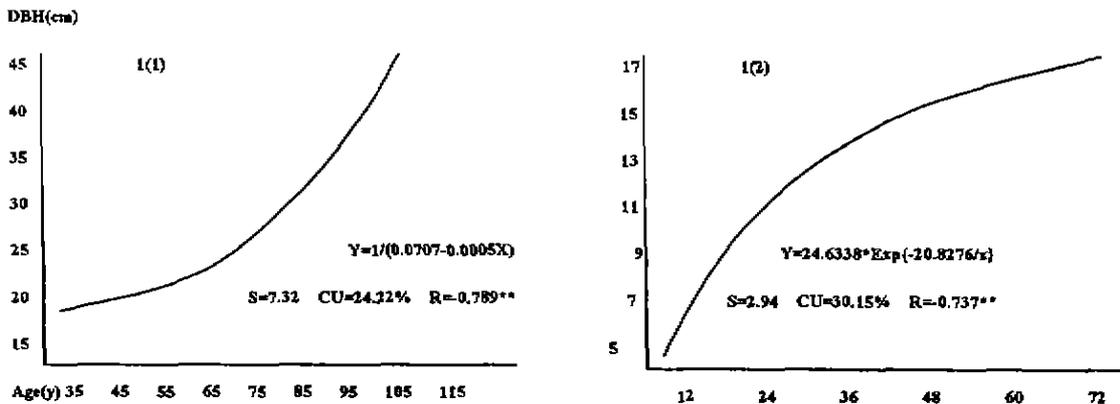


图 1 (1,2)冷杉年龄与胸径生长的关系图

Fig. 1 (1,2)Relationship between the fir age and growth of BHD

3.2 年龄与株高生长

所研究的 3 种林型条件下的冷杉更新幼年个体的年龄与其株高生长关系, 均具有上弯的指数曲线性质。但不同的林型中, 冷杉种群年龄与其株高生长量具有明显的分异。相比之下, 冷杉—箭竹+金顶杜鹃—草类林中的冷杉种群株高生长量(图 2:(1))优于冷杉—箭竹—藓类林(图 2:(2))和冷杉—峨嵋玉山竹—藓类林(图 2:(3))的生长情况。但总的来说, 植株的增高生长, 远未达到正常水平(20 年

生立木株高可达 18.5 m, 一般达 10 m 左右)^(2,3)。

4 结 语

冷杉种群大小(径级)配置与海拔高度变化有关, 大约在海拔 2 000~2 800 m 各类中~大型立木较多, 此范围以下的低海拔缺乏特大(VI)和特小(I)立木, 其以上的高海拔区的立木径级明显小型化。这不仅说明冷杉立木的大小配置与海拔高度所主导的自然环境要素变化的相关规律, 而且更为值

得注意的是,只有海拔 2 800 m 以上的森林中,冷杉的大小配置才具有稳定的种群结构,此限以下的冷杉种群大小配置均属衰退型。因而笔者认为人为干扰以使当地海拔 2 800 m 以下的冷杉森林正处于退

化演替过程之中,在今后 50 a 或许更短的时间内,首先可能受到严重威胁的是海拔 2 200 m 以下的冷杉林,海拔 2 600~2 800 m 区段的冷杉种群的结构状况也不容乐观^[7]。

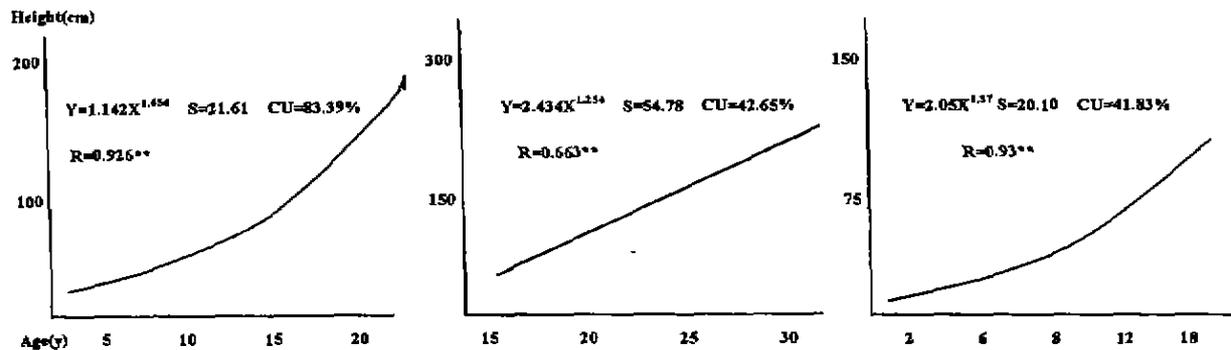


图 2 (1,2,3)冷杉幼树年龄与株高生长的关系图

Fig. 2 (1,2,3) Relationship between the fir age and height of the young trees

通过 < 5 m 以下的幼树(苗)数量、年龄和高度配置的分析进一步表明,可能通过自然更新维持种群生存的森林类型仅仅有高海拔分布的冷杉与箭竹、峨嵋玉山竹、金顶杜鹃、草类和泥炭藓等组成的 3~4 个森林类型;而在多数有些“混交”的较低海拔的森林中,冷杉更新个体高度几乎达不到 40 cm 与其生长年龄应达到的个体大小相去甚远^[3,4],这无疑进一步证实了低海拔冷杉种群衰退的严重性。但即便是可能自然更新的上述高海拔森林,其林内更新情况亦不甚良好。

冷杉种群作为大型乔木,通常具有 k 选择的生殖策略,但冷杉—箭竹—泥炭藓和冷杉—箭竹+金顶杜鹃—草类林,由于其所处的环境不稳定,而在冷杉群体和个体结构特征方面有利于结实,林下更新苗量较多。尤其是前一种林型地下水位较高并成为长期的干扰因素,成年立木的顶枯和死亡时有发生,致使其种群的生殖策略多少具有 r 选择的倾向^[5,7]。同时,本研究还表明,林下的藓类尤其是泥炭藓并不影响冷杉种苗的生长发育,而下木层或草本层过度发育,对冷杉苗期更新会造成不利影响。低海拔的林层结构复杂化,可能是导致这一区域冷杉更新不良的原因之一。

冷杉在林内和迹地条件下,胸径增粗生长正好采取了相反的方式,这一点很容易通过密度制约机

制理解,这对于了解自然演替和人工干扰下的迹地演替规律具有一定理论和应用意义。即使是自然更新相对较好的林型,冷杉幼龄植株的高度生长并不理想,20~30 年生的植株高仅为 2~3 m。笔者认为,除了自然竞争因素外,环境恶化对当地冷杉种群及其森林造成的普遍威胁是存在的^[5,7,8]。

参考文献:

- [1] 李承彪. 四川森林生态研究[M]. 成都: 四川科技出版社, 1990. 3—48, 211—145.
- [2] 管中天. 峨嵋冷杉森林类型的研究[M]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1984. 8(2): 133—145.
- [3] 管中天. 四川植物志[M]. 成都: 四川人民出版社, 1983. 37—39.
- [4] 四川植被协作组. 四川植被[M]. 成都: 四川人民出版社, 1980. 44—45, 178—180, 289—293.
- [5] 庄平. 峨眉山冷杉森林群落研究[J]. 广西植物, 2001, 21(3): 223—227.
- [6] 陈楚莹. 峨眉山冷杉衰亡原因的初步研究[J]. 应用生态学报, 1992, 3(1): 1—8.
- [7] 庄平, 彭启兴, 刘仁英. 峨眉山冷杉森林衰退状况研究[J]. 武汉植物学研究, 1995, 13(4): 317—328.
- [8] 曹洪法. 峨眉山冷杉衰亡与酸性降水的初步研究[A]. 酸雨文集[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 904—420.