

文章编号:1001-1498(2004)05-0636-05

川西亚高山针叶林林窗边界木特征的研究

鲜骏仁^{1,2,3}, 胡庭兴^{2*}, 王开运¹, 张远彬¹, 朱雪梅³, 徐精文³

(1. 中国科学院成都生物研究所,四川 成都 610041; 2. 四川农业大学生态林业工程重点实验室,四川 雅安 625014;
3. 四川农业大学资源环境学院,四川 雅安 625014)

摘要:为探讨川西亚高山针叶林边界木树冠对林窗干扰的响应,对王朗自然保护区的这一植被类型进行了调查,分析了该类型森林中边界木的数量、树高、胸径和偏冠率的分布。结果表明:一些林窗的个别边界木个体较小,但大多数边界木个体与群落乔木层中主要树木的个体大小相一致,一个林窗中边界木的平均高度可以用来表示林窗的高度;约 1/5 的边界木未出现偏冠现象,绝大多数边界木的偏冠率在 0.5~0.7 之间(占 61.72%),不同树种间的偏冠有显著差异;单个林窗的边界木最少为 5 株,最多为 17 株,平均每个林窗拥有 9.51 株边界木。

关键词:川西亚高山;针叶林;林窗边界木;偏冠

中图分类号:S718.54 **文献标识码:**A

林冠层树木死亡形成的林窗作为森林景观流动镶嵌结构的基础,是众多不同类型的森林更新循环和动态维持的重要因素,也是森林群落苗木更新的主要场所和维持森林生物物种多样性的重要环境^[1~3]。自 Watt^[3]1947 年提出并定义林窗以来,尤其从 20 世纪 70 年代末至今,林窗研究日益成为生态学研究的热点和重点之一^[4],有关研究不断深入。

群落中主林层的乔木死亡形成林窗后,其周围的高度达到林冠层的树木就是边界木(Gap border tree,简称 GBT),因此常把边界木的高度作为林窗的高度。一般而言,林窗形成后,边界木会出现生长释放,其最明显的外在表现是出现偏冠现象,即树枝伸展方向朝向林窗内的侧枝,其生长速度明显比与其相对一侧的树枝生长快。此外,主干的直径生长也显著加快。

国内对林窗的多年研究虽已取得了大量成果,但这些研究大多集中在对林窗特征^[5]、动态及更新^[6]、土壤养分^[7]、林窗与物种多样性^[8]、林窗干扰^[9]和热力学特征^[10]等方面。对边界木的研究尚未见报道。本文着眼于林窗的自然小尺度干扰,试图通过对林窗边界木偏冠现象的研究来揭示边界木对林窗干扰的响应。

1 研究地区与方法

1.1 自然概况

试验地设在四川平武县境内的王朗国家级自然保护区,地理位置为 103°55'~104°10' E, 32°49'~33°02' N 之间,总面积 322.97 km²。该区域属于丹巴—松潘半湿润气候,由于受季风

收稿日期:2003-10-21

基金项目:国家自然科学基金“重大研究计划”项目(90202010)和中国科学院“百人计划”项目(01200108)共同资助

作者简介:鲜骏仁(1974—),男,四川广元人,助教,从事森林生态学研究。

* 通讯作者:Email:hutx001@yahoo.com.cn

的影响,形成了明显的干湿季节。干季(当年11月—次年4月)表现为日照强烈、降水少、气候寒冷、空气干燥的特点。湿季(5—10月)的气候特征为降水集中、多云雾、少日照、气候暖湿。年均温 2.9°C ,7月平均气温 12.7°C ,1月平均气温 -6.1°C ,极端高温 26.2°C ,极端低温 -17.8°C ,10月的积温为 $1\,056.5^{\circ}\text{C}$ 。年降水量 859.9 mm ,降水日数 195 d ,集中在5—7月。区域海拔为 $2\,400\sim 4\,980\text{ m}$,相对高差 $2\,500\text{ m}$ 左右,平均海拔 $3\,200\text{ m}$ 以上。区域土壤垂直带谱为山地棕壤($2\,300\sim 2\,850\text{ m}$)、山地暗棕壤($2\,600\sim 3\,500\text{ m}$)、亚高山草甸土(阳坡海拔 $2\,300\sim 3\,500\text{ m}$)、高山草甸土($3\,500\sim 4\,000\text{ m}$)、高山流石滩荒漠土($4\,000\text{ m}$ 以上)。植物垂直带谱为针阔混交林($2\,300\sim 2\,600\text{ m}$)、方枝柏(*Sabina saltuaria* (Rehd. et Wils) Cheng et W. T.)-紫果云杉(*Picea purpurea* Mast.)林和岷江冷杉(*Abies faxoniana* Rehd. et Wils)林($2\,600\sim 3\,500\text{ m}$)、亚高山灌丛草甸($3\,500\sim 4\,400\text{ m}$)、高山流石滩植被($4\,400\sim 4\,900\text{ m}$)、海拔 $4\,900\text{ m}$ 以上为高山荒漠带。部分地段分布有少量的沙棘(*Hippophae* spp.)林及流石滩落叶松(*Larix* spp.)林。

调查的森林群落为岷江冷杉-缺苞箭竹(*Fargesia denudata* Yi)-苔藓林,位于海拔 $2\,820\sim 2\,980\text{ m}$ 的南坡下部,乔木层的主要物种有岷江冷杉、紫果云杉和方枝柏,平均胸径 43 cm 左右,平均树高约 38 m 。灌木层主要由缺苞箭竹和多种忍冬(*Lonicera* spp.)组成。草本层发育不良,物种稀少,几乎没有优势种。苔藓层发育好,主要为塔藓(*Hylocomium splendens* (Hedw.) B. S. G.)和山羽藓(*Abietinella abietina* (Hedw.) Fleisch),厚度 $8\sim 15\text{ cm}$,盖度 95% 以上。

1.2 方法

采用样带调查法。在每个样地中,随机设置3条相隔 40 m 的样带($20\text{ m}\times 1\,000\text{ m}$),根据Runkle^[1,2]和Kneeshaw^[1]关于林冠林窗(Canopy gap,简称CG)和扩展林窗(Expanded gap,简称EG)的定义,对沿样带出现的每个林窗进行调查。记载林窗的大小,边界木的胸径、树高、冠幅、在边界木与林窗中心连线上的树枝长度(林窗内与林窗外)。

对规则的近椭圆形的林窗,采用椭圆面积公式 $A = LW/4$ (其中 A 为林窗面积, L 为长轴长, W 为短轴长)计算EG和CG面积^[11];对较大且不规则的林窗,采用形成木与边界木构建三角形,由海伦公式 $A = (s(s-a)(s-b)(s-c))^{1/2}$ (其中 A 为三角形面积, s 为半周长, a 、 b 、 c 为各边边长)计算三角形面积,再求和来计算EG面积^[9];CG面积仍用椭圆面积公式计算。林窗高度以林窗周围林冠层平均高度表示。

偏冠现象用偏冠率(Ratio of crown inclination,简称为RCI)来度量,它指在林窗中心与边界木的连线上,林窗内的最大枝条长度与该连线上树冠宽度的比值。

2 结果与分析

2.1 边界木的高度和胸径结构

在83个林窗中共调查到789株边界木,其树高和胸径的统计结果见表1、2。在789株边界木中,最高的为 55 m ,最矮的为 10 m ,平均高度为 30.52 m ,较该群落乔木层中主要树木的平均高度略小。表1表明,大多数边界木的高度在 $20\sim 35\text{ m}$ 之间,小于 20 m 的边界木较少,高度大于 35 m 的边界木约占总数的 $1/3$ 。边界木的胸径最大为 114 cm ,最小为 16 cm ,平均胸径为 43.76 cm 。表2表明,边界木的胸径大多在 $20\sim 70\text{ cm}$ 之间,小于 20 cm 的极少(仅占总数的 0.89%),大于 70 cm 的为 5.85% 。这表明一部分林窗的个别边界木个体较小,但大多数边界木的个体与群落乔木层中主要树木的个体平均大小是一致的。

表1 林窗边界木的高度分布

高度等级/m	边界木株数/株	边界木株数百分比/%
<20	43	5.45
20~25	161	20.41
25~30	260	32.95
30~35	108	13.69
35~40	73	9.25
40~45	61	7.73
45~50	63	7.99
50	20	2.53
	789	100.00

表2 林窗边界木的胸径分布

胸径等级/cm	边界木株数/株	边界木株数百分比/%
<20	7	0.89
20~30	157	19.90
30~40	196	24.84
40~50	182	23.07
50~60	102	12.93
60~70	101	12.80
70~80	23	2.92
80~90	14	1.77
90	7	0.89
	789	100.00

2.2 边界木的偏冠

在83个林窗内789株边界木的调查结果见表3。从表3可以看出,在789株边界木中,有176株(22.31%)未出现偏冠现象,绝大多数边界木的偏冠率在0.5~0.7之间(共487株,占61.72%),大于0.7的有50株(仅占总数的6.34%),偏冠率0.8或<0.3的株数极少。有一部分边界木的冠率偏小于0.5(0.3~0.4之间的有11株,0.4~0.5之间的有41株,<0.3的仅6株),出现这种现象的原因是该树木的两边都是林窗,哪边的林窗先形成,树冠就会偏向先形成的林窗方向生长。

为探讨边界木中不同树种的偏冠程度是否有差异,对不同树种的偏冠率进行了统计(见表4)。方差分析表明,不同树种间的偏冠有显著差异($F=4.0115, p=0.041$)。尽管红桦(*Betula albosinensis* Burk.)在边界木中的比例极小(仅4株,占总数的0.5%),但其偏冠率均在0.7左右。299株紫果云杉(占总数的37.9%)中则有40.8%未出现偏冠,出现偏冠的其偏冠率大多在0.6左右。岷江冷杉的数量最多,其偏冠的比例也较大(只有54株未偏冠),偏冠率也较大(大多在0.7左右)。

表3 林窗边界木的偏冠率分布

偏冠率等级	边界木株数/株	边界木株数百分比/%
<0.3	6	0.76
0.3~0.4	11	1.39
0.4~0.5	41	5.20
0.5	176	22.31
0.5~0.6	226	28.64
0.6~0.7	261	33.08
0.7~0.8	50	6.34
0.8	18	2.28
	789	100.00

表4 不同树种边界木的偏冠率分布

偏冠率等级	岷江冷杉		紫果云杉		红桦	
	株数/株	株数百分比/%	株数/株	株数百分比/%	株数/株	株数百分比/%
<0.3	2	0.41	4	1.34	0	0.00
0.3~0.4	8	1.55	3	1.00	0	0.00
0.4~0.5	20	4.12	21	7.02	0	0.00
0.5	54	11.11	122	40.80	0	0.00
0.5~0.6	166	34.16	60	20.07	0	0.00
0.6~0.7	188	38.68	73	24.41	3	75.00
0.7~0.8	40	8.23	6	2.01	1	25.00
0.8	8	1.55	10	3.34	0	0.00
	486	100.00	299	100.00	4	100.00

单个边界木的平均偏冠率与林窗的大小之间的关系见图 1、2。相关分析表明,边界木的平均偏冠率与林冠林窗大小无显著的线性关系,而与扩展林窗的大小有显著的线性关系($t = 2.427, p = 0.017$)。

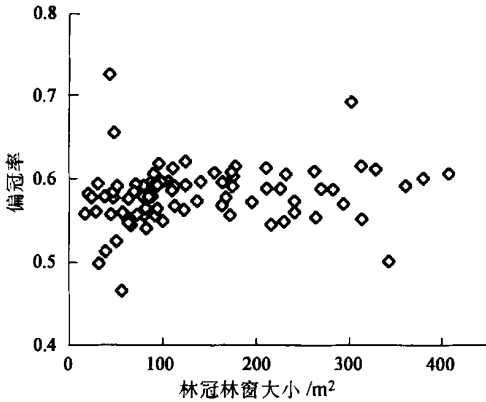


图1 偏冠率与林冠林窗大小的关系

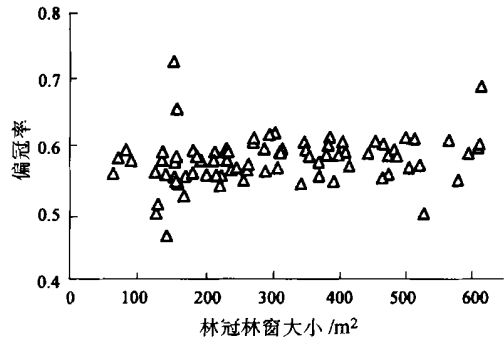


图2 偏冠率与扩展林窗大小的关系

2.3 单个林窗的边界木数量

单个林窗边界木株数的统计结果(见表 5)表明,单个林窗的边界木最少为 5 株,最多为 17 株,平均每个林窗拥有 9.51 株边界木,边界木株数在 7~12 株之间的林窗数量较多(73.49%),少于 7 株、多于 12 株的林窗较少。

3 结语

在王朗自然保护区大窝凼的原始森林中,一些林窗的个别边界木个体较小,但大多数边界木个体是与群落乔木层中主要树木的个体大小相一致。这表明形成木死亡形成林窗时,其周围的大多数树木的高度已达到林冠层,只有少数树木是在林窗形成之后才达到林冠层的,这也表明用边界木的平均高度来表示林窗的高度是可行的。

表 5 单个林窗边界木的数量分布

边界木株数/株	林窗数/个	林窗数量百分比/%	边界木株数/株	林窗数/个	林窗数量百分比/%
5	5	6.02	12	11	13.25
6	7	8.43	13	4	4.82
7	14	16.87	14	2	2.41
8	7	8.43	15	2	2.41
9	7	8.43	16	1	1.20
10	12	14.46	17	1	1.20
11	10	12.05		83	100.00

在所调查的边界木中,约 1/5 的边界木未出现偏冠现象,绝大多数边界木都出现了不同程度的偏冠,而在本底调查中则未发现大多数树木出现偏冠,这表明林窗的形成的确是导致绝大多数边界木产生偏冠的原因。在调查中还发现有少部分边界木的偏冠率小于 0.5,这主要是因为这些树木处在两个或多个林窗的交界处,哪边的林窗先形成,其边界木的树冠就会向先形成的林窗方向偏移生长,从而导致该边界木的偏冠率小于 0.5。方差分析表明,不同树种间的

偏冠有显著差异 ($F=4.0115, p=0.041$), 不同树种的偏冠率大小依次为红桦 > 岷江冷杉 > 紫果云杉, 这也说明边界木的偏冠还与树种的特性有关, 因为红桦的树枝最长、树冠最大, 岷江冷杉次之, 紫果云杉最小。单个林窗边界木的平均偏冠率与林冠林窗无显著的线性关系, 而与扩展林窗的大小则有显著的线性关系 ($t=2.427, p=0.017$)。

因本研究是首次对林窗边界木的偏冠现象进行研究, 没有可供对比的资料, 故本研究尚有许多工作需进一步完善, 比如边界木偏冠与树木发育、生长释放之间关系尚有待进一步研究。因此, 必须把边界木的偏冠现象与其生长释放^[13]和构筑学^[14]、林窗的发育及填充、林窗微环境异质性结合起来进行研究, 以充分揭示林窗对森林的干扰和林窗在森林动态方面的重要作用。

参考文献:

- [1] Kneeshaw D D. Canopy gap characteristics and tree replacement in the southeastern boreal forest[J]. *Ecology*, 1998, 79(3): 783 ~ 794
- [2] Lertzman K P. Canopy gaps and the landscape mosaic in a coastal temperate rain forest[J]. *Ecology*, 1996, 77(4): 1254 ~ 1270
- [3] Watt A S. Pattern and process in the plant community[J]. *J. Ecol*, 1947, 35: 1 ~ 22
- [4] 臧润国, 刘静艳, 董大方. 林隙动态与森林生物多样性[C]. 北京: 中国林业出版社, 1999
- [5] 沈泽昊, 李道兴, 王功芳. 三峡大老岭山地常绿阔叶混交林林隙干扰研究 I. 林隙基本特征[J]. *植物生态学报*, 2001, 25(3): 276 ~ 282
- [6] 吴宁. 贡嘎山东坡亚高山针叶林的林窗动态研究[J]. *植物生态学报*, 1999, 23(3): 228 ~ 237
- [7] 沙丽清, 曹敏. 西双版纳热带季节雨林林冠下及林窗中土壤养分对比研究[J]. *东北林业大学学报*, 1999, 27(6): 78 ~ 80
- [8] 刘艳华, 赵惠勋. 小尺度干扰与资源总量对植物多样性的影响研究[J]. *北京林业大学学报*, 2001, 23(3): 73 ~ 76
- [9] 王周平, 李旭光, 石胜友, 等. 重庆缙云山针阔混交林林隙树木更替规律研究[J]. *植物生态学报*, 2001, 25(4): 399 ~ 404
- [10] 张一平, 王进欣, 马友鑫, 等. 热带次生林林窗不同热力作用面特征分析[J]. *应用生态学报*, 2001, 12(2): 179 ~ 184
- [11] Runkle J R. Gap regeneration in some old-growth forests of eastern United States[J]. *Ecology*, 1981, 62(4): 1041 ~ 1051
- [12] Runkle J R. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern North America[J]. *Ecology*, 1982, 63(4): 1041 ~ 1051
- [13] 夏冰, 邓飞, 周康, 等. 树轮分析用于森林干扰强度推测的实例研究[J]. *植物资源与环境学报*, 2001, 10(1): 1 ~ 6
- [14] 臧润国, 蒋有绪. 热带树木构筑学研究概述[J]. *林业科学*, 1998, 34(5): 112 ~ 119

Studies on the Characteristics of Gap Border Trees in the Subalpine Coniferous Forest in Western Sichuan

XIAN Jur-ren^{1,2,3}, HU Ting-xing², WANG Kai-yun¹, ZHANG Yuan-bin¹, ZHU Xue-mei³, XU Jing-wen³

(1. Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, China;

2. Laboratory of Ecological Forestry Engineering, The Key Provincial Laboratory, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, Sichuan, China;

3. Resources and Environmental College, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, Sichuan, China)

Abstract: In order to explore the responses of gap border trees (GBT) to gap disturbance in subalpine primary conifer forests in the western Sichuan Province, the GBTs in the typical primary conifer forest at Dawodang within Wanglang Nature Reserve were surveyed and analyzed according to species, height, diameter at breast height (DBH), crown inclination and so on. The results showed that the size of GBTs accorded well with the one of the canopy trees in general stand while a few were smaller; it's feasible to regard the averaging heights of GBTs as the heights of their gaps; the ratio of crown inclination (RCI) of most GBTs were in the range of 0.5 and 0.7 while about 1/5 GBTs' crowns were regular, and the RCIs difference of species were significant; the maximum number of GBTs in one gap was 17 while the minimum was 5, and averaging 9.51 GBTs per gap.

Key words: subalpine in western Sichuan; conifer forest; gap border trees; crown inclination