

关帝山天然次生针叶林的林隙特征

李雪芬^{1,2}, 韩有志¹, 张莉¹, 卢雅娟¹

(1. 山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801; 2. 广安职业技术学院 数理系, 四川 广安 638000)

摘要: 通过对山西省关帝山天然次生针叶林中 63 个林隙的调查, 研究了林隙的基本特征。结果表明, 关帝山天然次生针叶林林冠空隙的大小变化范围为 5.78~234.48 m², 平均为 60.07 m²; 扩展林隙的大小变化范围为 18.49~349.68 m², 平均为 114.92 m²。大多数林隙是由 1~4 株形成木创造的。径级为 20~40 cm, 高度在 20~30 m 的主林层树木形成林隙的可能性最大。林隙形成时间以 5~20 a 这段时间为主。不同森林类型的林隙大小存在较大的差异, 云杉 *Picea* spp. 林以小林隙为主, 而油松 *Pinus tabulaeformis* 林则分布着不同面积的林隙。林隙形成的原因主要是人为砍伐、折干、掘根风倒和枯立等。表 7 参 19

关键词: 森林生态学; 天然次生林; 针叶林; 林隙特征; 关帝山

中图分类号: S718.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2008)01-0028-05

Gap characteristics in a secondary coniferous forest of Guandi Mountain, Shanxi Province

LI Xue-fen^{1,2}, HAN You-zhi¹, ZHANG Li¹, LU Ya-juan¹

(1. Forestry College, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China; 2. Science Department, Guang'an Vocational and Technical College, Guang'an 638000, Sichuan, China)

Abstract: The researches on gap in temperate zone coniferous forests within mountainous region are little. Through a field survey of 63 gaps in a secondary coniferous natural forest, namely *Pinus tabulaeformis* forests (19 gaps), *Larix principis-rupprechtii* forests (26 gaps), and *Picea wilsonii* or *Picea meyeri* forests (18 gaps), within the Pangquangou Nature Reserve of Guandi Mountain, Shanxi Province, gap characteristics were analyzed. The canopy gaps (CG) varied from 5.78 to 234.48 m² and averaged about 60.07 m². The expanded gaps (EG) varied from 18.49 to 349.68 m² and averaged about 114.92 m². Gaps were caused from one or more of these sources: logging, breakage at the trunk, uprooting from blow-down, and standing dead. Most of the gaps were made by 1-4 trees (gap maker). The probability of gap development was greatest when trees forming the canopy were 20-40 cm DBH and 20-30 m tall with most gaps being formed within the last 5-20 years. Also, gap sizes differed greatly in different forest types. Most gap areas in *Picea* spp. forests were small, but gap areas distributed in *Pinus tabulaeformis* forests are various. [Ch, 7 tab. 19 ref.]

Key words: forest ecology; secondary natural forest; coniferous forest; gap characteristics; Guandi Mountain

森林更新是生态系统动态中森林资源再生产的一个自然的生物学过程, 也是一个极为重要的生态学过程^[1]。林隙广泛分布于森林, 是森林更新的起点^[2]。林隙为未来植物的更新和生长提供了场所^[3], 是森林进行自我更新的重要途径之一^[4]。当林隙形成后, 林隙内的环境条件发生了很大变化^[5,6], 从而导致林下的植物种类及数量发生变化^[7]。林隙特征, 如林隙的大小、年龄、形成方式和形成木特征等是研究林隙更新的重要参数, 是认识森林生态系统长期动态变化规律的基础^[8-10], 直

收稿日期: 2007-02-05; 修回日期: 2007-05-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30670338)

作者简介: 李雪芬, 硕士研究生, 从事森林生态学研究。E-mail: lxf711@126.com。通信作者: 韩有志, 教授, 博士, 博士生导师, 从事森林培育学和森林生态学研究。E-mail: hanyouzhi@sxau.edu.cn

接影响着林隙内的生态环境, 从而对不同树种的更新与生长产生重要作用^[11]。近年来, 我国学者已对不同植被类型的林隙特征及更新进行了大量的研究, 主要集中在长白山红松阔叶混交林^[9,12]、亚热带针阔混叶林^[13,14]、亚高山针叶林^[15,16]、亚热带常绿阔叶林^[17,18]以及热带雨林^[19]等。文章针对温带山地针叶林林隙一般特征进行了分析研究, 以期深入了解温带山地针叶林的更新动态, 为其合理经营管理提供科学依据。

1 研究地区自然概况

研究在山西省关帝山庞泉沟自然保护区内进行, 地理位置为 37°44' ~ 37°55'N, 111°22' ~ 111°33'E, 最高海拔为 2 830 m, 最低 1 650 m。该林区南北长 15.0 km, 东西长 14.5 km, 总面积为 1.04 万 hm^2 , 其中有林面积 6 982.2 hm^2 , 占总面积的 66.9%。研究地区的气候属于季风控制下的暖温带大陆性山地气候, 年平均气温为 4.2 $^{\circ}\text{C}$; 7 月平均气温为 17.5 $^{\circ}\text{C}$, 1 月平均气温 -10.2 $^{\circ}\text{C}$; 多年平均年降水量为 822.6 mm, 年蒸发量 1 100 ~ 1 500 mm, 相对湿度 70.9%; 大于等于 0 $^{\circ}\text{C}$ 积温为 2 100 $^{\circ}\text{C}$, 无霜期 100 ~ 130 d, 日照时数 1 900 ~ 2 200 h。试验地土壤为山地棕壤。天然次生针叶林的主要树种有华北落叶松 *Larix principis-rupprechtii* 林, 青扦 *Picea wilsonii* 林和白扦 *P. meyeri* 林, 油松 *Pinus tabulaeformis* 林。有林地中, 落叶松为优势树种, 占有林地的 44.8%, 云杉林占 11.4%, 油松林占 10.3%。林下灌木主要有: 金花忍冬 *Lonicera chrysantha*, 水栒子 *Cotoneaster multiflorus*, 土庄绣线菊 *Spiraea pubescens*, 刺玫蔷薇 *Rosa dahurica*, 山麻子 *Ribes manschuricum*, 黄芦木 *Berberis amurensis*, 银露梅 *Potentilla glabra* 等。藁草 *Carex lanceolata* 构成草本层的主体。

2 研究方法

在研究区天然次生针叶林中进行踏查, 当发现林隙时, 调查林隙的长轴和短轴, 分冠空隙(CG)和扩展林隙(EG)进行记录。林隙的形成木方式分人为砍伐、折干、掘根风倒和枯立等 4 类记录。辨认林隙形成木的种类, 量测形成木的胸径(若林隙形成木的现有高度低于 1.5 m, 则测量其地径)。查询当地树木的生长过程表, 由所测得的胸径(或地径)推测形成木的高度。根据当地林区工作人员的经验并结合腐朽倒木上重新长出小树的年龄, 以及林区的相关资料, 判定林隙的年龄。我们在油松林内调查到 19 个林隙, 华北落叶松林内调查到 26 个林隙, 云杉林内调查到 18 个林隙。

3 结果与分析

3.1 林隙的大小

林隙面积大小是衡量林隙干扰强度的重要指标, 也是影响树种生长和更新的重要参数。冠空隙的大小变化范围为 5.78 ~ 234.48 m^2 , 平均为 60.07 m^2 ; 扩展林隙的大小变化范围为 18.49 ~ 349.68 m^2 , 平均为 114.92 m^2 。从林隙面积分布表(表 1 和表 2)可以看出, 实际林隙面积小于 100 m^2 的林隙数量占被调查林隙的 80% 以上, 扩展林隙面积大部分分布为 50 ~ 150 m^2 (63% 左右)。大于 100 m^2 的冠空隙面积, 油松林占 26.31%, 华北落叶松林占 11.54%, 云杉林占 22.22%; 大于 150 m^2 的扩展林隙面积, 油松林占 36.84%, 华北落叶松林占 11.55%, 云杉林占 27.78%。因此, 从林隙面积分布趋势看, 油松林的每个林隙平均面积大于华北落叶松林和大于云杉林。

3.2 林隙形成方式所占的比例

由表 3 可见, 关帝山天然次生针叶林林隙形成方式主要是人为砍伐和折干, 分别占 55.55% 和 31.75%。由此可见, 人为干扰是林隙形成的一个重要外界因素。若从自然干扰的角度来看, 林隙形成方式以折干的方式为主, 占到了自然干扰形成的林隙的 71.43%。

3.3 林隙形成木的特征

3.3.1 林隙形成木的数量 林隙形成木从 1 ~ 4 株不等, 每个林隙以 1 株林隙形成木最多, 共占林隙总数的 60% 以上(表 4)。油松林、华北落叶松林和云杉林每个林隙以 1 ~ 2 株林隙形成木居多。所调查的 63 个林隙中, 共有 96 株形成木, 平均每个林隙的形成木有 1.52 株。

表1 不同针叶林中冠空隙等级占调查样点的百分比

Table 1 Percentage of different canopy gap area of different forests

森林类型	不同冠空隙面积等级的百分比/%					调查样点数
	<50	50~100	100~150	150~200	200~250 m ²	
油松林	36.84	36.84	15.79	5.26	5.26	19
华北落叶松林	53.85	34.62	7.69	3.85	0.00	26
云杉林	66.67	11.11	11.11	11.11	0.00	18
合计	52.38	28.57	11.11	6.35	1.59	63

表2 不同针叶林中扩展林隙等级占调查样点的百分比

Table 2 Percentage of different expanded gap area of different forests

森林类型	不同扩展林隙面积等级的百分数/%							调查样点数
	<50	50~100	100~150	150~200	200~250	250~300	300~350 m ²	
油松林	15.79	26.32	21.05	15.79	15.79	0.00	5.26	19
华北落叶松林	11.54	38.46	38.46	3.85	3.85	3.85	0.00	26
云杉林	11.11	55.56	5.56	11.11	11.11	5.56	0.00	18
合计	12.70	39.68	23.81	9.52	9.52	3.17	1.59	63

表3 不同林隙干扰类型占调查样点的百分比

Table 3 Percentage of forming modes of gap makers

干扰类型	不同干扰类型的百分比/%				调查样点数
	砍伐	折干	掘根风倒	枯立	
油松林	42.11	42.11	10.53	5.26	19
华北落叶松林	57.69	30.77	7.69	3.85	26
云杉林	66.67	22.22	5.56	5.56	18
合计	55.56	31.75	7.94	4.76	63

表4 林隙形成木数量不同的林隙占调查样点的百分比

Table 4 Percentage of different numbers of gap makers

森林类型	不同形成木数量的林隙的百分比/%				调查样点数
	1	2	3	4株	
油松林	63.16	31.58	0.00	5.26	19
华北落叶松林	50.00	34.62	11.54	3.85	26
云杉林	72.22	22.22	5.56	0.00	18
合计	60.32	30.16	6.35	3.17	63

3.3.2 林隙形成木的径级结构 形成木在不同径级中株数的分配比例是不同的。由表5可以看出,林隙形成木径级都小于60 cm,径级主要集中在20~40 cm,其中又以20~30 cm径级的占最大比例,占到形成木总数的63.54%。

表5 林隙形成木径级分布表

Table 5 DBH distribution of the gap makers

树种	不同径级形成木数量/株						百分比/%
	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60 cm	合计	
华北落叶松	6	44	9	3	1	63	65.63
青扦	1	4	6	2	0	13	13.54
油松	0	10	2	0	0	12	12.50
白扦	0	2	2	0	1	5	5.21
白桦	2	1	0	0	0	3	3.13
合计	9	61	19	5	2	96	
百分比/%	9.38	63.54	19.79	5.21	2.08		100

3.3.3 林隙形成木的高度结构 林隙形成木的高度结构是指形成林隙的各树种在不同高度级内的株数分布情况。由表6可知,大多数树种形成林隙时的高度是在20~30 m,所占比例为51.04%,说明

形成林隙的大部分林木为主林层的林木。高度在 30 ~ 40 m 的林隙形成木次之, 占到 14.58%。

表 6 林隙形成木的高度结构

Table 6 Height structure of gap makers

树种	不同高度级形成木数量/株						合计	百分比/%
	10 ~ 15	15 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 60 cm		
华北落叶松	0	7	43	10	3	0	63	65.63
青扦	1	0	3	2	4	3	13	13.54
油松	11	1	0	0	0	0	12	12.50
白扦	0	0	2	2	0	1	5	5.21
白桦	1	1	1	0	0	0	3	3.13
合计	13	9	49	14	7	4	96	
百分比/%	13.54	9.38	51.04	14.58	7.29	4.17		100

3.3.4 林隙形成木的树种组成 把所调查的林隙形成木的树种进行统计, 统计其形成木不同树种的株数及其在总株数中的比例。从表 5 可以看出, 林隙形成木的树种组成中, 华北落叶松所占比例较大, 为 65.63%, 其次是青扦和油松分别占 13.54% 和 12.50%, 另有少量桦木 *Betula* spp.。

3.4 林隙的年龄结构

林隙的年龄结构是指从林隙开始形成至调查时为止的年数。在单株形成的林隙中, 林隙的年龄就是林隙形成木形成林隙开始至调查时的年龄; 对于多株形成木形成的林隙, 林隙年龄以最早一株形成木形成林隙到调查时的时间计算。以 5 a 为龄级统计不同龄级内的林隙数, 结果见表 7。可知, 5 ~ 20 a 这段时间形成的林隙较多, 特别是 10 ~ 15 a 期间形成的林隙最多。其他阶段形成的林隙较少。这说明, 关帝山天然次生针叶林中在 10 ~ 15 a 期间曾受到过较大的干扰, 具体原因有待进一步分析研究。5 ~ 10 a 和 10 ~ 15 a 期间的林隙数目比例基本稳定, 20 a 之前形成的林隙比例逐渐减少, 30 a 之前形成的林隙十分稀少。说明林隙形成 20 a 后, 逐渐开始由更新的幼树填充, 到 30 a 后, 大部分林隙都已无法辨认, 逐步结束林隙状态。近 5 a 关帝山天然次生针叶林林隙比例较低(7.94%)可能是由于人为干扰有所降低的缘故。

表 7 林隙的年龄结构

Table 7 Age structure of gaps

年龄级/a	林隙数/个	林隙所占的百分数/%
0 ~ 5	5	7.94
5 ~ 10	18	28.57
10 ~ 15	19	30.16
15 ~ 20	12	19.05
20 ~ 25	5	7.94
25 ~ 30	4	6.35
合计	63	100

4 结论与讨论

关帝山天然次生针叶林以小林隙为主, 绝大多数林隙面积小于 100 m², 可以认为关帝山天然次生针叶林目前处于比较稳定的状态, 是林隙的形成速率和填充速率平衡的结果。不同的森林类型, 其林隙大小具有一定的差异。云杉林以小林隙为主, 油松林中则分布着不同面积的林隙。

关帝山天然次生针叶林林隙形成木为 1 ~ 4 株不等, 与东北长白山自然保护区的阔叶红松林以及海南热带山地雨林中的情况类似。其中又以 1 株形成木形成的林隙占的比例较大。这与东北阔叶红松林中由 2 株形成木形成的林隙最多^[9], 长白山暗针叶林林隙由 3 株形成木最多^[11]不同。这在一定程度上说明, 关帝山天然次生针叶林的结构较简单, 树木间的相互关系不紧密。关帝山天然次生针叶林林隙形成木大多是由华北落叶松、青扦和油松构成, 其中径级为 20 ~ 40 cm, 高度为 20 ~ 30 m 的主林层树木形成林隙的数目最大。

关帝山天然次生针叶林林隙年龄一般不超过 30 a, 5 ~ 20 a 形成的林隙最多。由于目前国际国内关于林隙年龄的判定均没有很好的方法, 该次调查所采用的方法仅能大致反应林隙的年龄, 很难精确

反应林隙的真实年龄。

关帝山天然次生针叶林中,人为干扰形成的林隙占相当大一部分。今后可以从人为干扰所形成的林隙对更新的影响作进一步的研究。

参考文献:

- [1] 韩有志,王政权. 森林更新与空间异质性[J]. 应用生态学报, 2002, **13**(5): 615-619.
- [2] WHITE P S. Pattern, process and natural disturbance in vegetation [J]. *Bot Rev*, 1979, **45**: 229-299.
- [3] WATT A S. Pattern and process in the plant communities [J]. *J Ecol*, 1947, **35**: 1-22.
- [4] BORMANN F H, LIKENS G E. *Pattern and Process in a Forested Ecosystem* [M]. New York: Springer-Verlag, 1979.
- [5] BROKAW N V L. Gap phase regeneration of three pioneer tree in a tropical forest [J]. *J Ecol*, 1987, **75**: 9-19.
- [6] TYRRELL L E, CROW T R. Structural characteristics of old-growth hemlock-hardwood forests in relation to age [J]. *Ecology*, 1994, **75**(2): 370-386.
- [7] 杨娟,刘丽娟,葛剑平,等. 卧龙自然保护区林隙干扰特征[J]. 植物生态学报, 2004, **28**(5): 723-726.
- [8] 鲜骏仁,王开运,张远彬,等. 川西亚高山针叶林林窗特征的研究[J]. 生态学杂志, 2004, **23**(3): 6-10.
- [9] 臧润国,刘静艳,董大方. 林隙动态与森林生物多样性[M]. 北京:中国林业出版社, 1999.
- [10] 彭建松,柴勇,孟广涛,等. 云南金沙江流域云南松天然林林隙特征[J]. 浙江林学院学报, 2005, **22**(1): 50-55.
- [11] 杨修. 长白山暗针叶林林隙一般特征及干扰状况[J]. 生态学报, 2002, **22**(11): 1 825-1 831.
- [12] 吴刚. 长白山红松林林冠空隙特征的研究[J]. 应用生态学报, 1997, **8**(4): 360-364.
- [13] 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.
- [14] 李贵才,何永涛,韩兴国. 哀牢山中山湿性常绿阔叶林林窗特征研究[J]. 生态学杂志, 2003, **22**(3): 13-17.
- [15] 吴宁. 贡嘎山东坡高山针叶林的林窗动态研究[J]. 植物生态学报, 1999, **23**(3): 228-237.
- [16] 罗大庆,郭泉水,薛会英,等. 藏东南亚高山冷杉林林隙特征与干扰状况研究[J]. 应用生态学报, 2002, **13**(7): 777-780.
- [17] 刘静艳,王伯荪,臧润国. 南亚常绿阔叶林林隙形成方式及其特征的研究[J]. 应用生态学报, 1999, **10**(4): 385-388.
- [18] 包维楷,刘照光,袁亚夫,等. 瓦屋山中亚热带湿性常绿阔叶林的林窗形成特征[J]. 应用生态学报, 2001, **12**(4): 485-490.
- [19] 沈泽昊,李道兴,王功芳. 三峡大老岭山地常绿落叶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.