

# 不同林冠环境下箭竹对亮叶水青冈幼苗更新生长的影响\*

谢佩耘<sup>1</sup>, 高明浪<sup>2</sup>, 蒋长红<sup>1</sup>, 吴春玉<sup>1</sup>, 杨应<sup>1</sup>, 司建朋<sup>1</sup>, 何跃军<sup>1</sup>

(1. 贵州大学 林学院, 贵阳 550025; 2. 贵州省宽阔水国家级自然保护区管理局, 贵州 绥阳 563300)

**摘要:**采用样方法调查研究了贵州省宽阔水国家级自然保护区林外、林缘、林内等不同林冠环境下的亮叶水青冈(*Fagus lucida*)幼苗数量、生长性状、箭竹种群数量、物种多样性等指标,并对上述指标进行 Pearson 相关性分析。结果表明:林缘物种多样性最高,然后依次为林内、林外;从林外到林内,亮叶水青冈幼苗密度、平均高度和平均基径逐渐递减,亮叶水青冈幼苗更多分布在林外和林缘环境,林内环境没有亮叶水青冈幼苗分布;箭竹密度、箭竹平均高度、箭竹平均基径和箭竹平均冠幅从林外到林内逐渐递增;亮叶水青冈幼苗与箭竹生长性状指标负相关。研究表明,宽阔水自然保护区亮叶水青冈幼苗生长维持与更新受到林冠环境和箭竹种群干扰两方面因素的影响。

**关键词:**亮叶水青冈;林冠环境;箭竹;更新

**中图分类号:**Q948.12<sup>+</sup>2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2016)06-0142-06

水青冈(*Fagus*)隶属壳斗科(Fagaceae),全球约10~12种,中国占5~7种<sup>[1]</sup>,分布区包括了东亚、欧亚大陆西部和北美东部的广大地区。在欧亚大陆主要分布于温带海洋性气候地区,在北美洲则主要分布于美国的东南部<sup>[2]</sup>。亮叶水青冈(*Fagus lucida*)生长在海拔700 m以上的林地,分布于广东、广西、湖北、湖南、四川、贵州等地<sup>[3]</sup>,在贵州省宽阔水国家级自然保护区保存有1 300 hm<sup>2</sup>的天然亮叶水青冈林<sup>[4]</sup>,亮叶水青冈是该原生林的主要建群种<sup>[5]</sup>。国内有关水青冈的研究多集中于群落结构和分布格局<sup>[6-8]</sup>、地理分布<sup>[9-11]</sup>、种群遗传多样性<sup>[12-13]</sup>、生态位<sup>[14-17]</sup>、幼苗更新<sup>[18-25]</sup>等方面,其中水青冈的幼苗更新一直是研究热点。林冠与林下物种的相互作用是幼苗更新的决定因子<sup>[18]</sup>。水青冈幼苗的存活取决于幼苗对林下间隙的利用率<sup>[19]</sup>,在许多盆栽实验中发现水青冈幼苗在不同光环境下幼苗的存活率和茎的生长率存在差异,光照条件较好的环境里,较光照条件较差的环境的生长状况更好<sup>[20-21]</sup>。研究发现水青冈幼苗更新需要在林窗环境下,在郁闭环境下更新则受到抑制<sup>[22-23]</sup>。同时,水青冈群落动态的结构和动态也受到林下箭竹灌丛的影响<sup>[4]</sup>。许多研究表明,箭竹(*Sinarundinaria hasihursuta*)对乔木幼苗更新有负面影响<sup>[24-27]</sup>,箭竹可通过影响光照和克隆生长形成的根系与水青冈幼苗幼树进行资源竞争<sup>[24]</sup>,也可通过影响群落微环境进而对幼苗更新产生影响<sup>[25-27]</sup>。亮叶水青冈林是贵州省宽阔水国家级自然保护区重要的森林生态系统,而大量箭竹的克隆生长已改变了原有群落的组成和结构,严重影响到该保护区森林生态系统的稳定性。林冠环境的差异影响到幼苗生长与维持,物种的干扰性竞争也必然引起群落的组成改变。为此,本研究拟从林冠环境和箭竹种群干扰两个方面开展研究,旨在为该自然保护区亮叶水青冈林的稳定生长提供科学依据。

## 1 样地概况

样地选择在贵州绥阳县宽阔水国家级自然保护区的试验区。该区原始林区属亚热带季风气候,年均气温11.7~15.2℃,年降水量1 300~1 400 mm,且集中在4~10月。研究区相对湿度为82%,岩石为上奥陶统五峰页岩,土壤类型为黄壤和黄棕壤,表层有机质含量达30%<sup>[28]</sup>。该地区主要有3种组合类型:亮叶水青冈多脉青冈混交林、亮叶水青冈-箭竹林、亮叶水青冈粗穗石砾混交林<sup>[4]</sup>。2015年8月在贵州绥阳县宽阔水国家级自然保护区进行样地设置,样地选择在保护区的试验区内的飞龙庙侧面的山体上,地理位置为东经107°09'43",北纬28°14'32",海拔1 617 m,坡位为中坡、坡向为半阳坡。样地基本情况如下:调查在亮叶水青冈林林缘进行,分布

\* 收稿日期:2015-12-21 修回日期:2016-10-05 网络出版时间:2016-11-02 13:34

资助项目:国家环保部生物多样性保护专项(No. kksbdyj02)

作者简介:谢佩耘,女,研究方向为菌根生态学,E-mail: xiepeiyun19910320@126.com;通信作者:何跃军,教授,E-mail:hyj1358@163.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20161102.1334.050.html>

有较多水青冈幼苗,样地土壤类型为黄壤,基质是页岩。土层厚度大于 50 cm,枯枝落叶厚度 5 cm,群落总盖度 80%,群落高度 18 m。样地植物种类组成如下:乔木层植物主要有:亮叶水青冈、桤木(*Eurya japonica*)、青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、粗穗石栎(*Lithocarpus grandifolius*),其中亮叶水青冈为优势种;灌木层植物有:箭竹、瓜木(*Alangium platanifolium*)、水麻(*Debregeasia orientalis*)、椴木石楠(*Phptinia davidsoniae*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)等,箭竹为优势种;草本层主要植物有:苎草(*Arthraxon hispidus*)、蓼子草(*Polygonum criopolitanum*)、柴胡红景天(*Rhodiola bupleuroides*)、荞麦地凤仙花(*Impatiens lemeei*),蓼子草为优势种;附生层间包括常春藤(*Hedera nepalensis*)、乌蕨莓(*Cayratia japonica*)。

## 2 研究方法

### 2.1 样方设置

为调查不同植被环境对亮叶水青冈种群分布的影响,按照林外、林缘和林内 3 种环境进行调查。选择林缘为基准线,从林缘外 9 m 处垂直向林内拉一条长 18 m、宽 1 m 的样带。其中,样带起点的 1~6 m 作为林外环境,6~12 m 作为林缘环境,12~18 m 作为林下环境。样带通过林缘处的亮叶水青冈母树中心位置,另外分别拉两条相同的样带并平行于此样带两侧。在每条样带内平行于林缘方向构建 1 m×1 m 的小样方。每一条样带 18 个小样方,3 条样带共计 54 个小样方。调查样方内的所有乔木、灌木、草本植物和层间植物的物种名称、高度、基径、冠幅、盖度等。

### 2.2 数据处理与分析

亮叶水青冈幼苗和箭竹的所有生长性状数据均采用“平均值±标准误”表示。采用 SPSS 21.0 软件中的 One-way ANOVA 分析统计 3 条样带内所有样方的物种数量、株数、生长性状指标,并对不同林冠环境下的群落特征和种群性状特征进行多重比较(LSD 法),比较不同林冠环境对种群结构和数量分布的影响,当  $p < 0.05$  时,视为数据间差异具有统计学意义。由于亮叶水青冈幼苗调查样方内没有高大乔木,并较少有草本植物的分布,故统计分析多样性和盖度指标时只考虑灌木层数据。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同林冠环境下灌木层群落物种多样性及群落盖度

由表 1 可知,林内盖度最大,林缘盖度次之,林外盖度最小;林缘物种丰富度达到最大,高于林外和林内物种。从 Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数来看,不同林冠环境的多样性表现为林缘最高,林内次之,林外最小;不同林冠环境下群落总体均匀度表现为林内最高,林外次之,林缘最小。以上说明林缘环境物种较林内、林外更为丰富,但林内环境物种较林外、林缘更为均匀。

表 1 不同林冠环境下群落物种多样性及盖度变化

Tab.1 Changes in community species diversity and coverage in different canopy conditions

林冠环境	Shannon-Wiener 指数	Simpson 指数	均匀度	丰富度	盖度/%
林外	3.63	0.92	1.21	8	5
林缘	4.07	0.95	1.18	11	30
林内	3.77	0.93	1.26	10	90

### 3.2 亮叶水青冈幼苗与箭竹在样带内的分布特征

由图 1 可知,亮叶水青冈幼苗多集中在林外。向林内延伸,亮叶水青冈幼苗株数逐渐减少。在林外 1~6 号样方,每个样方亮叶水青冈幼苗株数超过 10 株;在 12 号之样方后,没有发现亮叶水青冈幼苗的存在。箭竹株数则是沿林外→林缘→林内逐渐增长,林内环境下每样方株数达到 9.5 株。由此可推测,亮叶水青冈幼苗的更新需要一个箭竹相对稀少的环境。

### 3.3 不同林冠环境对亮叶水青冈种群幼苗生长性状的影响

由图 2 可以看出,亮叶水青冈幼苗在 3 种不同的林冠环境下的高度、基径、密度、冠幅皆具有明显差异。因林内环境下没有亮叶水青冈幼苗的分布,因此林内幼苗高度、密度、基径和冠幅均为 0。幼苗单株平均高度表现为林外最大(6.08 cm),林缘次之(3.67 cm),林内最小(0 cm)。林外与林内、林缘与林内的幼苗高度有统计学意义上的差异( $p < 0.05$ );林外、林缘、林内幼苗密度分别为 12.33,3.83,0 株·m<sup>-2</sup>,3 者间的差异均有统计学意义( $p < 0.05$ );幼苗单株基径林内最小为 0 cm,与林缘、林外基径(分别为 0.21,0.27 cm)的差异具有统计学意义( $p < 0.05$ );林外和林缘的幼苗基径的差异不具有统计学意义;单株幼苗冠幅与基径情况相似,林外最高(6.83

cm<sup>2</sup>),林缘次之(4.50 cm<sup>2</sup>),林内最低(0 cm<sup>2</sup>),其中林外与林缘的数据差异没有统计学意义,但林外与林内的数据差异具有统计学意义( $p < 0.05$ )。

### 3.4 不同林冠环境对箭竹种群生长性状的影响

由图 3 可得,箭竹的各项生长指标皆沿林内→林缘→林外而依次增加。箭竹平均高度表现为林内最高(113.00 cm),林缘次之(73.33 cm),林内最低(2.67 cm),林内和林缘的箭竹平均高度差异不具有统计学意义,但林内与林外的箭竹平均高度差异具有统计学意义( $p < 0.05$ )。3 种林冠环境下箭竹密度表现为林内最高(9.50 株·m<sup>-2</sup>),林缘次之(3.50 株·m<sup>-2</sup>),林外最低(0.33 株·m<sup>-2</sup>),且林缘与林内、林外与林内的箭竹密度差异皆具有统计学意义( $p < 0.05$ )。箭竹基径表现为林内最高(1.17 cm),林缘次之(0.75 cm),林外最低(0.05 cm),但 3 者间没有统计学意义上的差异。箭竹冠幅在林内达到最大(3 483.33 cm<sup>2</sup>),林缘次之(1 068.33 cm<sup>2</sup>),林外最小(10.50 cm<sup>2</sup>),林缘与林内的箭竹冠幅差异不具有统计学意义,但前者与林外的箭竹冠幅具有统计学意义上的差异( $p < 0.05$ )。

### 3.5 不同林冠环境下亮叶水青冈幼苗和箭竹的相关性分析

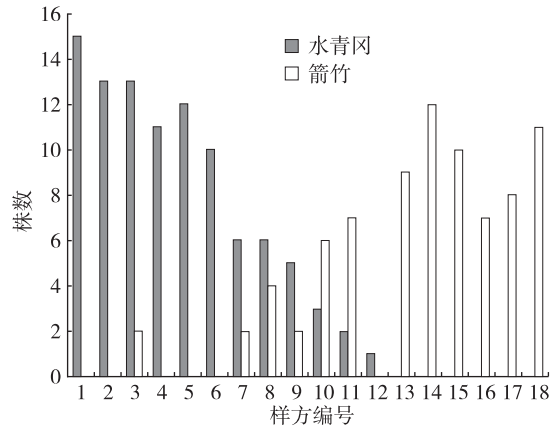
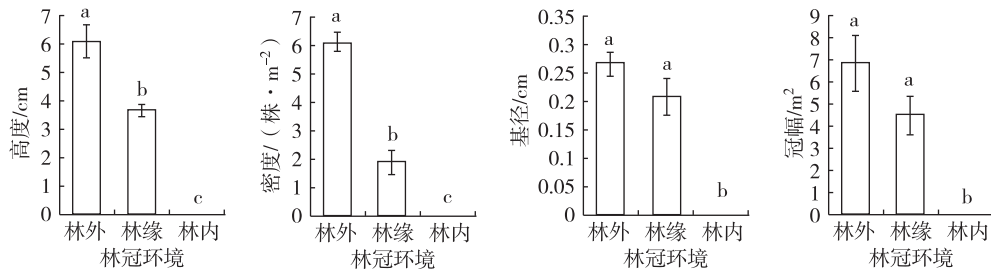


图 1 亮叶水青冈幼苗和箭竹的分布  
Fig. 1 The distribution of lucida seedlings and S. hasihursuta



注:不同小写字母表示数据间具有统计学意义( $p < 0.05$ ),下同。

图 2 不同林冠环境对水青冈幼苗生长性状影响

Fig. 2 Effects of different canopy condition on growth traits of *F. lucida* seedlings

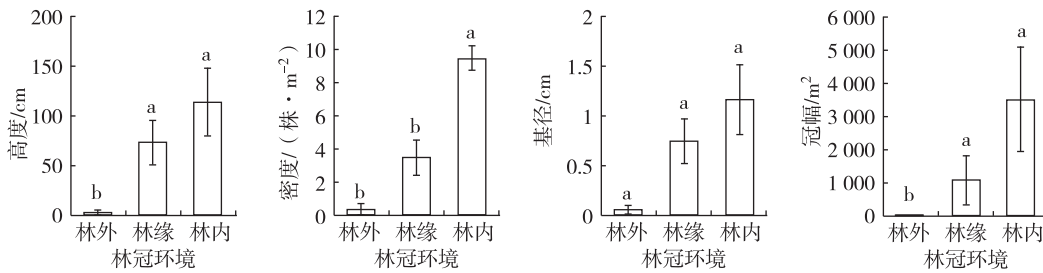


图 3 不同林冠环境对箭竹生长性状的影响

Fig. 3 Effects of different canopy condition on growth traits of *S. hasihursuta*

系( $r = -0.501, p < 0.05$ );亮叶水青冈幼苗冠幅与箭竹冠幅呈现负相关关系, Pearson 指数为-0.475,相关性具有统计学意义( $p < 0.05$ )(表 2)。以上结果说明箭竹可通过影响亮叶水青冈幼苗的密度、高度、基径以及冠幅特征来抑制亮叶水青冈幼苗的更新。

## 4 讨论

宽阔水国家级自然保护区是亮叶水青冈种群为主的龄级较大的原始森林,亮叶水青冈-箭竹林树种丰富、结构完整,箭竹极为发达<sup>[4]</sup>。本研究发现,从林外到林缘再到林内,盖度逐渐增加,林内光照强度改变,群落灌木层物种多样性表现为林缘最高、林内次之、林外最低,均匀度表现为林内最高、林外次之、林缘最低,说明林冠环境改变了群落物种组成和结构,研究结果与在大明山的研究一致<sup>[29]</sup>。光照强度是限制水青冈生存的重要因素<sup>[30]</sup>,本研究发现亮叶水青冈幼苗密度、高度、基径、冠幅从林外→林缘→林内逐渐减少,表明随盖度增加,亮叶水青冈

将亮叶水青冈幼苗与箭竹种群各项生长分析性状指标作 Pearson 相关性分析发现,亮叶水青冈幼苗密度与箭竹密度呈统计学意义上的负相关关系( $r = -0.809, p < 0.01$ );亮叶水青冈幼苗高度与箭竹高度同样呈负相关关系, Pearson 相关性指数为-0.598,相关性具有统计学意义( $p < 0.01$ );亮叶水青冈幼苗基径与箭竹基径呈统计学意义上的负相关关系

幼苗存活率降低。这与 Takeshi<sup>[31]</sup>的研究结果一致。Yamamoto<sup>[32]</sup>认为林外较多的光照可以为幼苗生长提供更多的光合产物,高光环境下生长的幼苗更具有结构防御特征<sup>[33-35]</sup>。亮叶水青冈属于耐阴树种<sup>[36]</sup>,但透光度较大的林冠环境更适合水青冈幼苗的更新,这与温远光等人<sup>[23]</sup>的研究结果一致。箭竹能够影响亮叶水青冈的幼苗更新<sup>[25]</sup>。箭竹是一种喜光喜湿的克隆植物<sup>[37]</sup>,它能利用地下根茎克隆繁殖,地上茎叶成丛生长,夺取其他植物生长所需的资源养分<sup>[4]</sup>,在灌木层中占有竞争优势。本研究中箭竹高度、密度、基径、冠幅沿林外→林缘→林内而递增,亮叶水青冈幼苗分布在箭竹分布较少的林外环境,表明它的生长受到箭竹种群生长的影响,这一结果可以通过箭竹与亮叶水青冈幼苗的各项生长性状皆呈现负相关关系予以解释(表 2)。箭竹影响了亮叶水青冈幼苗的各项生长性状,抑制了亮叶水青冈幼苗在群落中的更新与分布,这一结果与李媛等人<sup>[38]</sup>研究箭竹种群影响岷江冷杉(*Abies faxoniana*)种群更新分布的结果一致。

表 2 水青冈幼苗和箭竹在不同林冠环境下相关性分析

Tab.2 The correlation analysis of *F. lucida* seedings and *S. hasihursuta*

		亮叶水青冈				箭竹			
		密度	高度	基径	冠幅	密度	高度	基径	冠幅
亮叶水青冈	密度	1.000							
	高度	0.917**	1.000						
	基径	0.858**	0.937**	1.000					
	冠幅	0.808**	0.908**	0.919**	1.000				
箭竹	密度	-0.809**	-0.863**	-0.807**	-0.730**	1.000			
	高度	-0.600**	-0.598**	-0.497*	-0.477*	0.732**	1.000		
	基径	-0.598**	-0.595**	-0.501*	-0.479*	0.728**	0.990**	1.000	
	冠幅	-0.495*	-0.527*	-0.527*	-0.475*	0.660**	0.906**	0.912**	1.000

注: \*\* 表示在  $p < 0.01$  水平(双侧)上相关性具有统计学意义; \* 表示在  $p < 0.05$  水平(双侧)上相关性具有统计学意义。

亮叶水青冈的幼苗更新受到林冠环境和箭竹两方面的影响。亮叶水青冈种群是宽阔水国家级自然保护区森林生态系统的建群种和优势种,该生态系统稳定性的维持需要考虑箭竹种群对亮叶水青冈种群的干扰性竞争。保护亮叶水青冈原始森林群落应辅以人工更新措施<sup>[23]</sup>,在一定程度上增加林冠透光度并适当减少箭竹数量。

参考文献:

[1] 黄成就,张永田.壳斗科植物摘录(II)[J].植物分类学报,1988,26(2):111-119.  
Huang C J,Zhang Y T. *Fagaceae* excerpts(II)[J]. Acta Phytotaxonomica Sinica,1988,26(2):111-119.

[2] 陈子英,谢长富,毛俊杰,等.台湾水青冈冰河孑遗的夏绿林[R].台北:行政院农业委员会林务局,2011.  
Chen Z Y,Xie C F,Mao J J, et al. Taiwan beech: a relic summer-green forest[R]. Taipei:Forestry Bureau, Agriculture Committee by the Executive Yuan,2011.

[3] 田宇英.亮叶水青冈落叶阔叶林的群落生态学研究[D].厦门:厦门大学,2014.  
Tian Y Y. Study on the community ecology of *Fagus lucida* deciduous broad-leaved forest[D]. Xiamen:Xiamen University,2014.

[4] 朱守谦,杨业勤.贵州亮叶水青冈林的结构和动态[J].植物生态学与地植物学丛刊,1985,9(7):183-191.  
Zhu S Q,Yang Y Q. The structure and dynamics of *Fagus lucida* forests in Guizhou[J]. Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica,1985,9(7):183-191.

[5] 喻理飞,谢双喜,吴太伦.宽阔水自然保护区综合科学考察集[M].贵阳:贵州科技出版社,2004.  
Yu L F,Xie S X,Wu T L. Comprehensive scientific investigation of Kuankuoshui nature reserve[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Publishing House,2004.

[6] 杨礼旦,王安文,李朝志.水青冈群落物种多样性及乔木种群分布格局[J].南京林业大学学报:自然科学版,2005,29(3):107-110.  
Yang L D,Wang Z W,Li C Z. Species diversity and arbor population distribution pattern of *Fagus longipetiolata* community in Leigong mountain[J]. Journal of Nanjing Forestry University:Natural Sciences Edition,2005,29(3):107-110.

[7] 张谧,熊高明,赵常明,等.神农架地区米心水青冈-曼青冈群落的结构与格局研究[J].植物生态学报,2003,27(5):603-609.  
Zhang M,Xiong G M,Zhao C M, et al. The structures and patterns of a *Fagus engleriana-cyclobalanopsis oxyodon* community in Shennongjia area, Hubei province [J]. Acta Phytocologica Sinica,2003,27(5):603-609.

[8] 王正祥,雷耘,Kazue Fujiwara,等.亚热带山地亮叶水青冈

- 林的群落分类及物种组成与更新[J]. 生物多样性, 2006, 14(1): 29-40.
- Wang Z X, Lei Y, Fujiwara K, et al. Community classification, species composition, and regeneration of *Fagus lucida* forests in subtropical mountains, China [J]. Biodiversity Science, 2006, 14(1): 29-40.
- [9] 方精云, 郭庆华, 刘国华. 我国水青冈属植物的地理分布格局及其与地形的关系[J]. 植物学报, 1999, 41(7): 766-774.
- Fang J Y, Guo Q H, Liu G H. Distribution patterns of Chinese beech (*Fagus L.*) species in relation to topography [J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(7): 766-774.
- [10] 洪必恭, 安树青. 中国水青冈属植物地理分布初探[J]. 植物学报, 1993, 35(3): 229-233.
- Hong B G, An S Q. Preliminary studies on the geographic distribution of *Fagus* in China [J]. Acta Botanica Sinica, 1993, 35(3): 229-233.
- [11] 倪健, 宋永昌. 中国青冈的地理分布与气候的关系[J]. 植物学报, 1997, 39(5): 451-460.
- Ni J, Song Y C. Relationships between geographical distribution of *Cyclobalanopsis glauca* and climate in China [J]. Acta Botanica Sinica, 1997, 39(5): 451-460.
- [12] 李俊清. 中国水青冈种内种间遗传多样性的初步研究[J]. 生物多样性, 1996, 4(2): 63-68.
- Li J Q. Studies on intra- and inter-species gene diversity of Chinese beeches [J]. Chinese Biodiversity, 1996, 4(2): 63-68.
- [13] 李俊清, 吴刚, 刘雪萍. 四川南江两种水青冈种群遗传多样性初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(1): 42-49.
- Li J Q, Wu G, Liu X P. Studies on genetic diversity of Chinese beeches in Nanjiang Sichuan province [J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(1): 42-49.
- [14] 胡正华, 于明坚. 古田山青冈林优势种群生态位特征[J]. 生态学杂志, 2005, 24(10): 1159-1162.
- Hu Z H, Yu M J. Niche characteristics of dominant populations in *Cyclobalanopsis glauca* forest in Gutian Mountain [J]. Chinese Journal of Ecology, 2005, 24(10): 1159-1162.
- [15] 王念奎, 李海燕, 荣俊冬, 等. 突脉青冈群落乔木层优势种群生态位研究[J]. 福建林学院学报, 2010, 30(2): 128-132.
- Wang N K, Li H Y, Rong J D, et al. Study on the niches of dominant populations on arbor layer in *Cyclobalanopsis elebaticostata* community [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2010, 30(2): 128-132.
- [16] 盖新敏. 支提山突脉青冈天然林主要植物种群生态位研究[J]. 中南林学院学报, 2005, 25(3): 73-77.
- Gai X M. The niche of major plant population of *Cyclobalanopsis elevaticostata* natural forest in Zhiti mountain [J]. Journal of Central South Forestry University, 2005, 25(3): 73-77.
- [17] 林传文. 福建青冈林主要种群生态位的研究[J]. 福建林业科技, 2004, 31(1): 26-30.
- Lin C W. Study on the niche of the main tree population in *Cyclobalanopsis chungii* community [J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2004, 31(1): 26-30.
- [18] Noguchi M, Yoshida T. Tree regeneration in partially cut conifer hardwood mixed forests in northern Japan: roles of establishment substrate and dwarf bamboo [J]. Forest Ecology and Management, 2004, 190(2/3): 335-344.
- [19] Yamashita A, Sano J, Yamamoto S. Impact of a strong typhoon on the structure and dynamics of an old-growth beech (*Fagus crenata*) forest, Southwestern Japan [J]. Folia Geobot, 2002, 37(1): 5-16.
- [20] 郭柯. 米心水青冈幼苗对光照和养分的响应[J]. 植物学报, 2004, 46(5): 533-541.
- Guo K. In response to light and nutrients of *Fagus engleriana* seedlings [J]. Acta Botanica Sinica, 2004, 46(5): 533-541.
- [21] Nakashizuka T. Regeneration dynamics of beech forests in Japan [J]. Plant Ecology, 1987, 69(1/2/3): 169-175.
- [22] 温远光, 曹坤芳, Rob P. 亮叶水青冈幼树的生态学研究 [J]. 广西农业大学学报, 1994, 13(4): 365-371.
- Wen Y G, Cao K F, Rob P. Study on the ecology of *Fagus lucida* saplings [J]. Journal of Guangxi Agricultural University, 1994, 13(4): 365-371.
- [23] 温远光, 曹坤芳. 亮叶水青冈林天然更新的研究 [J]. 林业科技通讯, 1993, 10(3): 7-8.
- Wen Y G, Cao K F. Study on *fagus lucida* forest natural regeneration [J]. Forest Science and Technology, 1993, 10(3): 7-8.
- [24] 王永健, 陶建平, 李媛. 华西箭竹对卧龙亚高山森林不同演替阶段物种多样性与乔木更新的影响 [J]. 林业科学, 2007, 43(2): 1-7.
- Wang Y J, Tao J P, Li Y. Effects of *Fargesia nitida* on species diversity and trees regeneration in different forest cycles of subalpine forest in Wolong nature reserve [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2007, 43(2): 1-7.
- [25] Suzaki T, Kucne A, Ino Y. Effects of slope and canopy trees on light conditions and biomass of dwarf bamboo under a coppice canopy [J]. Journal of Forest Research, 2005, 10(2): 151-156.
- [26] Taylor A H, Huang J Y, Zhou S Q. Canopy tree development and undergrowth bamboo dynamics in old growth *Abies-Betula* forests in southwestern China: a 12-year studies [J]. Forest Ecology and Management, 2004, 200(1/2/3): 347-360.
- [27] Holz C A, Veblen T T. Tree regeneration responses to *chusquea montana* bamboo die off in a subalpine *Nothofagus* forest in the southern Andes [J]. Journal of Vegetation Science, 2006, 17(1): 19-28.
- [28] 詹伦忠. 贵州宽阔水自然保护区 [J]. 地球, 2006(6): 31-32.

- Zhan L Z. Guizhou Kuankuoshui nature reserve[J]. Earth, 2006(6):31-32.
- [29] 温远光,梁宏温,和太平,等. 大明山退化生态系统群落光照的变化[J]. 广西农业大学学报,1998,17(2):199-203.
- Wen Y G,Liang H W,He T P,et al. A change regulations of community light intensity of the degraded ecosystem in Daming mountain[J]. Journal of Guangxi Agricultural University,1998,17(2):199-203.
- [30] Yin X J,Zhou G S. Climatic suitability of the potential geographic distribution of *Fagus longipetiolata* in China [J]. Environmental Earth Science,2015,73(3):1143-1149.
- [31] Torimaru T,Takeda Y,Matsushita M,et al. Family-specific responses insurvivorship and phenotypic traits to different light environments in a seedling population of *Fagus svenata* in a cool-temperate forest[J]. The Society of Population Ecology,2015,57(1):77-91.
- [32] Yamamoto S I. Gap dynamics in climax *Fagus Crenata* Forests [J]. The Botanical Magazine Shokubutsu-gakuzasshi,1989,102(1):93-114.
- [33] Augspurger C. Spatial patterns of damping-off disease during seedling recruitment in tropical forests[M]//Burdon J J,Leather S R. Pests,pathogens and plant community. Oxford:Blackwell Scientific,1990:131-144.
- [34] Ichihara Y,Yamaji K. Effect of light conditions on the resistance of current-year *Fagus crenata* seedlings against fungal pathogens causing damping-off in a natural beech forest;fungus isolation and histological and chemical resistance[J]. Journal of Chemical Ecology,2009,35(9):1077-1085.
- [35] Yamaji K,Ichihara Y. The role of catechin and epicatechin in chemical defense against damping-off fungi of current-year *Fagus crenata* seedlings in natural forest[J]. Forest Pathology,2012,42(42):1-7.
- [36] Canham C D. Suppression and release during canopy recruitment in *Fagus graitdifolia* [J]. Bulletin of the Torrey Botanical Club,1990,117(1):1-7.
- [37] 杨宁,陈璟,杨满元,等. 贵州雷公山秃杉林不同林冠环境下箭竹分株种群结构特征[J]. 西北植物学报,2013,33(11):2326-2331.
- Yang N,Chen J,Yang M Y,et al. Ramet population structures of *Sinarundinaria basihursuta* on different canopy conditions of *Taiwania flousiana* forest in Leigong mountain of Guizhou province[J]. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin,2013,33(11):2326-2331.
- [38] 李媛,陶建平,王永健,等. 亚高山暗针叶林缘华西箭竹对岷江冷杉幼苗更新的影响[J]. 植物生态学报,2007,31(2):283-290.
- Li Y,Tao J P,Wang Y J,et al. Effects of *Fargesia nitida* on regeneration of *Abies faxuniana* seedlings near the edge of subalpine dark coniferous forest [J]. Journal of Plant Ecology,2007,31(2):283-290.

## Effect of *Sinarundinaria hasihursuta* on the Updated Growth of *Fagus lucida* Seedlings under Different Canopy Conditions

XIE Peiyun<sup>1</sup>, GAO Minglang<sup>2</sup>, JIANG Changhong<sup>1</sup>, WU Chunyu<sup>1</sup>,  
YANG Ying<sup>1</sup>, SI Jianpeng<sup>1</sup>, HE Yuejun<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025;

2. National Nature Reserve Administration of Kuankuoshui, Guizhou Province, Suiyang Guizhou 563300, China)

**Abstract:** the Pearson correlation analysis of numbers and growth traits of *Fagus* seedling was reported in this paper, the characteristics of *Sinarundinaria hasihursuta* species and species diversity in different canopy conditions (outside, margin or inside) in Guizhou Kuankuoshui national nature reserve using the quadrat method. The results indicate that the species diversity was the highest in forest margins, and then followed by inside and outside. From the outside to inside, the density, the average height and the average diameter of *Fagus* seedlings diminished gradually. *Fagus* seedlings distributed outside or in the margin of the forest, and there were no *Fagus* seedlings inside. From the forest outside to inside, the density, the average height, the average diameter and the average crown width of *Sinarundinaria* increased gradually. The growth traits index of *Sinarundinaria* and *Fagus* seedling showed negative correlation. This work shows that the growth and regeneration of *Fagus* seedling are affected by canopy environment and *Sinarundinaria* interference.

**Key words:** *Fagus lucida*; canopy environment; *Sinarundinaria hasihursuta*; update

(责任编辑 方 兴)