

# 后河自然保护区珍稀植物群落结构及更新特性

周赛霞<sup>1</sup>, 江明喜<sup>2,4\*</sup>, 鲍大川<sup>2,3</sup>, 陶敏<sup>2,3</sup>, 黄汉东<sup>2,4</sup>

(1. 江西省、中国科学院庐山植物园, 江西 庐山 332900; 2. 中国科学院 武汉植物园, 武汉 430074; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 4. 中国科学院 水生植物与流域生态重点实验室, 武汉 430074)

**摘要:** 以湖北五峰后河自然保护区 1 hm<sup>2</sup> 珍稀濒危植物群落为对象, 应用固定样方法调查了群落种类组成和结构, 并对主要组成树种的种群结构和更新特性进行分析, 同时对群落所处的演替阶段进行了探讨。结果表明: ①依据胸径频率分布的形状, 将 19 个主要树种种群结构归纳为 4 种类型: 单峰衰退型、间歇型、倒-J 型、L 型。②单峰衰退型树种在群落中几乎无更新苗出现; 间歇型和倒-J 型种群为主要的林冠构成种, 通过实生苗繁殖和萌蘖繁殖两种方式进行更新; L 型分布中常绿树种主要以实生苗方式更新。③除白辛外, 稀有濒危植物能长期稳定地在群落中存在, 群落可能处于演替顶极阶段。

**关键词:** 种群结构; 更新; 珍稀植物群落; 萌蘖

**中图分类号:** Q948.1   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1000-3142(2011)02-0209-08

## Population structure and regenerative characteristics of major tree species of rare plant community in Houhe Nature Reserve

ZHOU Sai-Xia<sup>1</sup>, JIANG Ming-Xi<sup>2,4\*</sup>, BAO Da-Chuan<sup>2,3</sup>,  
TAO Min<sup>2,3</sup>, HUANG Han-Dong<sup>2,4</sup>

(1. Lushan Botanical Garden, the Chinese Academy of Science, Jiangxi Province, Lushan 332900, China; 2. Wuhan Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China; 3. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4. Key Laboratory of Aquatic Botany and Watershed Ecology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** This study was made on a permanent plot in a rare plant community in the Houhe Nature Reserve, central China. The authors identified and measured all trees in the plot to quantify the community structure and regenerative characteristics of the forest. The forest community was comprised of 19 major tree species including 5 rare and endangered species. The population structures of the different tree species were categorized into four regeneration types based on their size-class frequency distribution patterns; Unimodal type, Sporadic type, Inverse-J type, L type. Unimodal type species were the lack of regeneration seedlings. The sporadic type species and inverse-J type species were major trees in canopy, which could regenerate through seeds and sprouts from roots and stumps. The evergreen broad-leaved tree species with L type had few size classes, which sexual reproduction was preponderant. The successional stage of the forest was classified as a climax community, the rare and endangered tree species were stable and they would live for a long time in the community.

**Key words:** population size structure; regeneration; rare and endangered plant community; sprout

收稿日期: 2010-07-31   修回日期: 2010-11-02

基金项目: 国家自然科学基金(30670368, 31070465); 国家科技支撑计划(2006BAC10B01)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (30670368, 31070465); National Science and Technology Support Program (2006BAC10B01)]

作者简介: 周赛霞(1976-), 女, 湖北武汉市人, 硕士生, 研究方向为植物保护和植被生态学, (E-mail) zhouisaixia420@sohu.com.

\*通讯作者: 江明喜, 研究员, 博士生导师, 主要研究领域为植物区域种群生态、物种保护生态等, (E-mail) mxjiang@wbgcas.cn.

种群是群落的组成部分,研究森林群落优势种群的结构,对阐明种群生态特性、更新对策及至群落的形成与维持机制和演替规律等都具有重要意义(达良俊等,2004)。种群的年龄结构直接关系到物种本身及其所在群落的发展趋势,是种群及其所在群落动态趋势的主要指标(汤诗杰等,2007)。由于植物种群的年龄很难确定,用径级结构代替年龄结构进行种群结构研究,林木胸径被认为是能反映植物种群结构的最容易测定、最有效、最可信赖的因子(胡小兵等,2003)。在某些时候,径级大小是比年龄更好的繁殖产量的预测者(汤诗杰等,2007)。

乔木通过实生苗繁殖和萌蘖繁殖两种方式进行更新。不同干扰条件下的繁殖对策反映植物对干扰的适应能力和生殖潜能(Wang等,2007;Bellingham等,2000,2009;Steinke等,2008;陈沐等,2007;Nanami等,2004)。以往所进行的森林群落更新研究多从种子库、种苗库方面考虑(张健等,2009),对作为树木更新重要方式的萌蘖更新研究相对较少,在成熟林中,有些树种即使在未受损的情况下,也具有从根颈处萌枝逐步形成主干的能力。这种通过萌蘖进行的更新方式较少引起人们的注意(Bond等,2001)。萌蘖更新不仅在维持森林群落的稳定性方面起着非常重要的作用,同时也会对群落的结构、组成、多样性等方面产生影响。近年来我国开始有一些这方面研究,如张长庆等(2009)对刺槐无性繁殖的研究,陈沐等(2008)对云南哀牢山中山湿性常绿阔叶林萌生现象的研究,贺金生等(1998)对湖北神农架地区米心水青冈萌枝过程的研究,高贤明等(2001)对北京山区辽东栎种群起源的研究,总的看来,这方面的研究工作尚处于探索阶段。

后河自然保护区地处湖北省西南部,处于中亚热带与北亚热带的过渡地带,是我国生物多样性三大关键地区之一的川东—鄂西区域的重要组成部分(中国科学院生物多样性委员会,1994)。该保护区内植被类型较多,珍稀树种丰富而集中分布,形成了珍稀植物群落(宋朝枢等,1999)。自2001年,中国科学院武汉植物园在该保护区珍稀植物较集中的核心区杨家河设置一个1 hm<sup>2</sup>固定样地以来,对该样地的研究正逐步展开。党海山等(2004)、田玉强等(2002)对该样地开展研究认为,非珍树种占据较大的生态空间,珍稀树种在群落中处于劣势伴生地位;主要种群以聚集分布为主,随机分布与均匀分布较少;群落结构较为稳定,幼苗幼树充足。本文旨在通

过对该样地6年后主要组成树种更新类型的研究,认识这些种群在该群落中的地位和作用,并以此推测群落所处的演替阶段及其发展方向,以便进一步研究珍稀植物群落的动态过程及其适应机理,为珍稀植物群落的保护提供科学依据。

## 1 研究地区和方法

### 1.1 研究区概况

后河自然保护区位于湖北省西南部,属湖北省与湖南省交界的武陵山东段余脉的一部分山地,地理位置为110°29'25"~110°40'45" E,30°2'45"~30°8'40" N。其气候特点是四季分明,冬冷夏热,雨热同季,垂直气候带谱十分明显。年平均降雨量1 814 mm。保护区自然植被分为4级,10个植被型,34个群系,随着海拔的升高,依次出现常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、落叶阔叶林和山地灌丛等不同的植被带(王万贤等,1997)。

### 1.2 调查方法

2001年5~6月,在保护区核心区杨家河地段设置1个1 hm<sup>2</sup>固定样地,中心点地理坐标为110°32'61" E,30°4'47" N,海拔1 330 m左右,西北坡,坡度24°~69°。土壤为山地黄棕壤。2007年,对样地内高度大于1.5 m的树木进行物种鉴定,每木检尺定位。所有物种都分单株和多茎株记录,单株是仅有一个主径且高1.3 m以下无分枝的植株,多茎株由两个或多个基部合生(1.3 m以下)的树茎构成。对于多茎个体,记录每个树茎的胸径,其中胸径最大的树茎定为萌生主茎,其它的树径定为萌生植株。

### 1.3 数据处理

1.3.1 重要值计算 取 $DBH \geq 5$  cm植株的数据,计算每个树种的重要值(Importance value,  $IV$ ), $IV = (\text{相对密度} + \text{相对基盖度})/2$  (Chapman等,2006),文中只对 $IV \geq 1$ 的树种进行分析。

1.3.2 种群结构 采用胸径( $DBH$ )大小来划分种群大小结构, $DBH < 5$  cm的植株记为幼树, $DBH \geq 5$  cm的植株记为成年树,从5 cm开始,胸径每增加5 cm新增一个径级。以大小级指数(Size distribution index,  $SDI$ )计算种群偏离胸径分布范围中点值的系数(Coefficient of skewness),并以此来估计种群更新的连续性(Nanami等,2004;杨永川等,2006)。 $SDI$ 计算公式为:

$$SDI=1/N \sum_{i=1}^N (x_i-0.5)^3, \text{其中 } x_i=d_i/D$$

$N$  为样地内某个种群的个体数量,  $x_i$  为该种群第  $i$  个个体胸径的标准化值, 即第  $i$  个个体胸径值  $d_i$  与样地内该种群最大个体胸径  $D$  的比值。种群结构为  $L$  型或倒- $J$  型的种群小径级个体数量多, 其  $SDI$  为负值且相对较小; 种群结构为单峰型, 缺乏小径级个体, 其  $SDI$  为正值且相对较大。

1.3.3 种群更新 统计每个主要树种的单株与萌生株个体数量。为了量化树种萌生个体能力, 计算每个物种的萌生率 (Sprouting ratio,  $RS$ ) 和  $PMSI$ 、 $NSMSI$  (Nanami 等, 2004)。分别用以下公式来计算:  $RS$  = 萌生个体数/同种所有的主茎数;  $PMSI$  = 有萌枝的主茎数/所有的主茎数;  $NSMSI$  = 萌枝数/有萌枝的主茎数。容易看出,  $RS = PMSI \times NSMSI$ ;  $NSMSI$  越大, 萌生能力越强;  $PMSI$  越大, 萌生现象越普遍。对计算公式的说明见图 1。

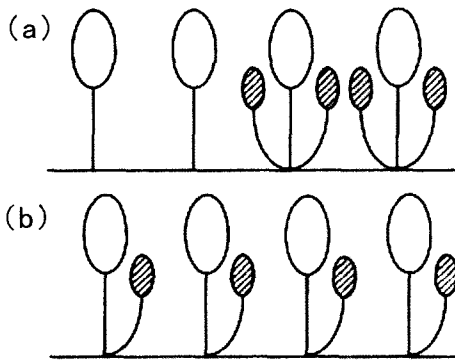


图 1 萌生现象说明图

Fig. 1 The schematic diagram of sprouting

(a) 中,  $PMSI$  为 0.5,  $NSMSI$  为 2; (b) 中,  $PMSI$  为 1,  $NSMSI$  为 1。  $PMSI$  代表主茎;  $NSMSI$  代表萌枝。萌生率  $RS$  都为 1

1.3.4 统计检验 将 14 个落叶树种与 5 个常绿树种定义为两组, 对其  $RS$ 、 $PMSI$ 、 $NSMSI$  值进行两样本均数的显著性检验。对 19 个树种的  $SDI$  数据进行非参数检验的单因素方差分析。所有统计检验在 SPSS16.0 中进行。

## 2 研究结果

### 2.1 群落物种组成

所调查的群落中共出现木本植物 91 种 (包括木质藤本), 总基盖度为  $25.27 \text{ m}^2/\text{hm}^2$ , 其中珍稀树种 (于永福, 1999; 国家环境保护局, 1987) 有白辛

(*Pterostyrax psilophyllus*)、金钱槭 (*Dipteronia sinensis*)、连香树 (*Cercidiphyllum japonicum*)、珙桐 (*Davidia involucrata*)、领春木 (*Euptelea pleiospermum*)、红豆杉 (*Taxus chinensis*)、水青树 (*Tetracentron snense*)、小勾儿茶 (*Berchemiella wilsonii*)、香果树 (*Emmenopterys henryi*)、青檀 (*Pteroceltis tatarinowii*)、银鹊树 (*Tapiscia sinensis*)、红椿 (*Toona ciliata*) 等 12 种。群落为多种共优势类型, 以君迁子、建始槭 (*Acer henryi*)、白辛等 14 个落叶阔叶树种和曼青冈、尖连蕊茶 (*Camellia cuspidata*)、黄杨 (*Buxus sinica*) 等 5 个常绿阔叶树种为优势种。样地内 19 个优势物种树高  $\geq 1.5 \text{ m}$  的植株 1 735 株, 基盖度  $20.93 \text{ m}^2/\text{hm}^2$  (表 1), 占样地总基盖度的 82.83%。

### 2.2 群落垂直结构

群落结构复杂, 成层现象明显, 垂直结构大致可分为乔、灌、草 3 层, 其中乔木层可分为 2 个亚层, 相对比较高大的落叶树种占据第一乔木亚层, 常绿树种处于第二乔木亚层。第一乔木亚层是林冠层, 个体高度级为 20~35 m, 郁闭度约为 40%, 主要由君迁子、白辛、建始槭、绢毛稠李 (*Padus wilsonii*)、金钱槭、珙桐等高大乔木构成; 第二乔木亚层, 个体高度级为 5~20 m, 郁闭度约为 60%, 主要由曼青冈、尖连蕊茶、鹅耳枥 (*Carpinus turczaninowii*) 等构成; 灌木层, 高度级 1.5~5 m, 郁闭度约为 25%, 主要由黄杨、红茴香 (*Illicium henryi*) 等较耐荫物种及上层乔木的幼苗构成; 林下草本丰富, 成分复杂, 不同的小样方, 因上层林木情况不同, 郁闭度 20%~95%, 主要物种为黄水枝 (*Tiarella polyphylla*)、吉祥草 (*Reineckia carnea*)、戟叶耳蕨 (*Polystichum tripterum*)、散斑竹根七 (*Disporopsis aspera*)、褐果苔草 (*Carex brunnea*) 等。草本层还包括一些乔木幼苗, 高度小于 1.5 m, 郁闭度不足 5%。此外, 还有多种藤本和附生植物等层间物种。

### 2.3 群落径级结构

19 个主要物种的大小级指数以白辛最大、湖北枫杨 (*Pterocarya hupehensis*) 最小, 且只有君迁子、榉树、白辛为正值, 其它物种大小级指数皆为负值 (表 1)。常绿树种的径级范围较窄 (图 2), 除了曼青冈有少量个体胸径达到 30~35 cm 径级外, 其它 4 个物种胸径不超过 25 cm。落叶树种大小级范围宽, 连香树、白辛、湖北枫杨、天师栗 (*Aesculus wilsonii*) 4 个物种胸径达到 50 cm 以上。

依据胸径频率分布的形状各树种可归纳为4个结构类型,即单峰型、间歇型、倒-J型、L型(Tanouchi等,1995;达良俊等,2004)。由图2可知,群落内金钱槭、天师栗、连香树、建始槭、湖北枫杨、鸡爪槭(*Acer palmatum*)大小结构不完整,为间歇型种群;

绢毛稠李、房县槭、曼青冈、珙桐个体胸径连续分布,并呈现出大胸径处的小峰和小胸径处的大峰,属倒-J型分布;尖连蕊茶、鹅耳枥、领春木、紫楠(*Pheobe sheareri*)、黄杨、红茴香个体集中于小胸径处,无大径个体,属L型分布;君迁子、榉树、白辛个体数量较少,

表1 群落主要树种种群参数

Table 1 Population parameters of major tree species in the community

树种 Species	生活型 Growth-form	重要值 IV	总株数 No. of all stems	基盖度(m <sup>2</sup> ) Basal area of all stems	大小级指数 SDI
曼青冈 <i>Cyclobalanopsis oxyodon</i>	E	12.36	271	2.78	-0.0338
尖连蕊茶 <i>Camellia cuspidata</i>	E	8.84	216	1.13	-0.0157
君迁子 <i>Diospyros lotus</i>	D	7.40	54	2.59	0.0069
建始槭 <i>Acer henryi</i>	D	6.29	92	1.42	-0.0232
绢毛稠李 <i>Padus wilsonii</i>	D	5.42	91	2.17	-0.0473
鸡爪槭 <i>Acer palmatum</i>	D	5.37	82	1.17	-0.0164
鹅耳枥 <i>Carpinus turczaninowii</i>	D	4.21	83	0.65	-0.0070
黄杨 <i>Buxus sinica</i>	E	3.80	178	0.35	-0.0010
紫楠 <i>Pheobe sheareri</i>	E	3.48	110	0.56	-0.0216
房县槭 <i>Acer franchetii</i>	D	2.49	61	0.81	-0.0600
榉树 <i>Zelkova serrata</i>	D	2.45	25	0.70	0.0058
天师栗 <i>Aesculus wilsonii</i>	D	2.25	25	0.70	-0.0320
湖北枫杨 <i>Pterocarya hupehensis</i>	D	2.02	68	0.82	-0.0700
红茴香 <i>Illicium henryi</i>	E	1.02	34	0.14	-0.0044
白辛 <i>Pterostyrax psilophyllus</i>	D	5.48	17	2.40	0.0130
金钱槭 <i>Dipteronia sinensis</i>	D	3.77	248	0.58	-0.0401
连香树 <i>Cercidiphyllum japonicum</i>	D	2.54	9	1.10	-0.0026
珙桐 <i>Davidia involuocrata</i>	D	1.92	34	0.59	-0.0365
领春木 <i>Euptelea pleiospermum</i>	D	1.16	37	0.27	-0.0146

E: 常绿阔叶树种 Evergreen broad-leaved species; D: 落叶阔叶树种 Deciduous broad-leaved species.

且后继更新个体缺乏,为单峰型衰退类型。

### 2.3 萌生植株的数量分布

样地内,5个主要常绿树种的萌生率都很低,均以实生为主(表2,图3),然而曼青冈和尖连蕊茶大径级个体萌生比例较高,该种群小径级林木中萌生株多于实生株;红茴香萌生力特别低,更新方式基本以实生为主。落叶树种中(表2),白辛均以单株形式存在,没有萌生株;连香树因其在样地内个体数少,复茎一丛7株,表现了较强的萌生力;金钱槭多以复茎形式存在,在幼树阶段即有大量萌生主茎,萌生率很高,以萌生更新方式为主;天师栗、榉树、君迁子在样地内数量较少,基本以单株出现,萌生率很低;其它9个主要树种均有较多的实生苗和萌生株,两种更新方式均占有一定的优势。

对  $DBH < 5$  cm、 $DBH \geq 5$  cm、所有径级树种分两组进行的RS、PMSI、NSMSI进行0.05水平的统计检验表明,当  $DBH < 5$  cm时,PMSI值有显著性差别;其它8组无明显差别。

大小级指数与萌生率在整个群落内没有明显的

关系( $N=19, P=0.392$ )(图3)。珍稀植物连香树、金钱槭、领春木大小级指数较大,萌生率相对较高;榉树、君迁子、白辛大小级指数较高,萌生率相对较低。

## 3 讨论

### 3.1 种群结构及更新

树种的种群结构类型是其所处地位和作用、发展过程和趋势的综合表现(达良俊等,2004)。群落的19个主要树种中,君迁子、榉树、白辛SDI均为正值,表明这些种的更新是不连续的。胸径频率分布图与田玉强等(2002)的胸径级图结论基本一致。君迁子、白辛均为高大落叶乔木,具有相似的生态特性,在样地内只有少量大胸径个体出现,少有更新个体,随着演替的发展,最终将从群落中消失。榉树在群落中处于林冠层之下,属于亚乔木层的中径个体,受到上层林冠与下层耐荫种的双重胁迫,生长势较弱,缺少更新苗,在群落中的优势地位也将随着演替的进展而减弱。

L 型的鹅耳枥、尖连蕊茶、领春木、紫楠、黄杨、红茴香，处于亚乔木层，种群结构稳定，从生态特性看这些种类具有中等程度耐荫或者耐荫的特性，从

发展趋势看为成长类型。

间歇型的金钱槭、天师栗、连香树、建始槭、湖北枫杨、鸡爪槭均为落叶阔叶种，大小结构不完整，是

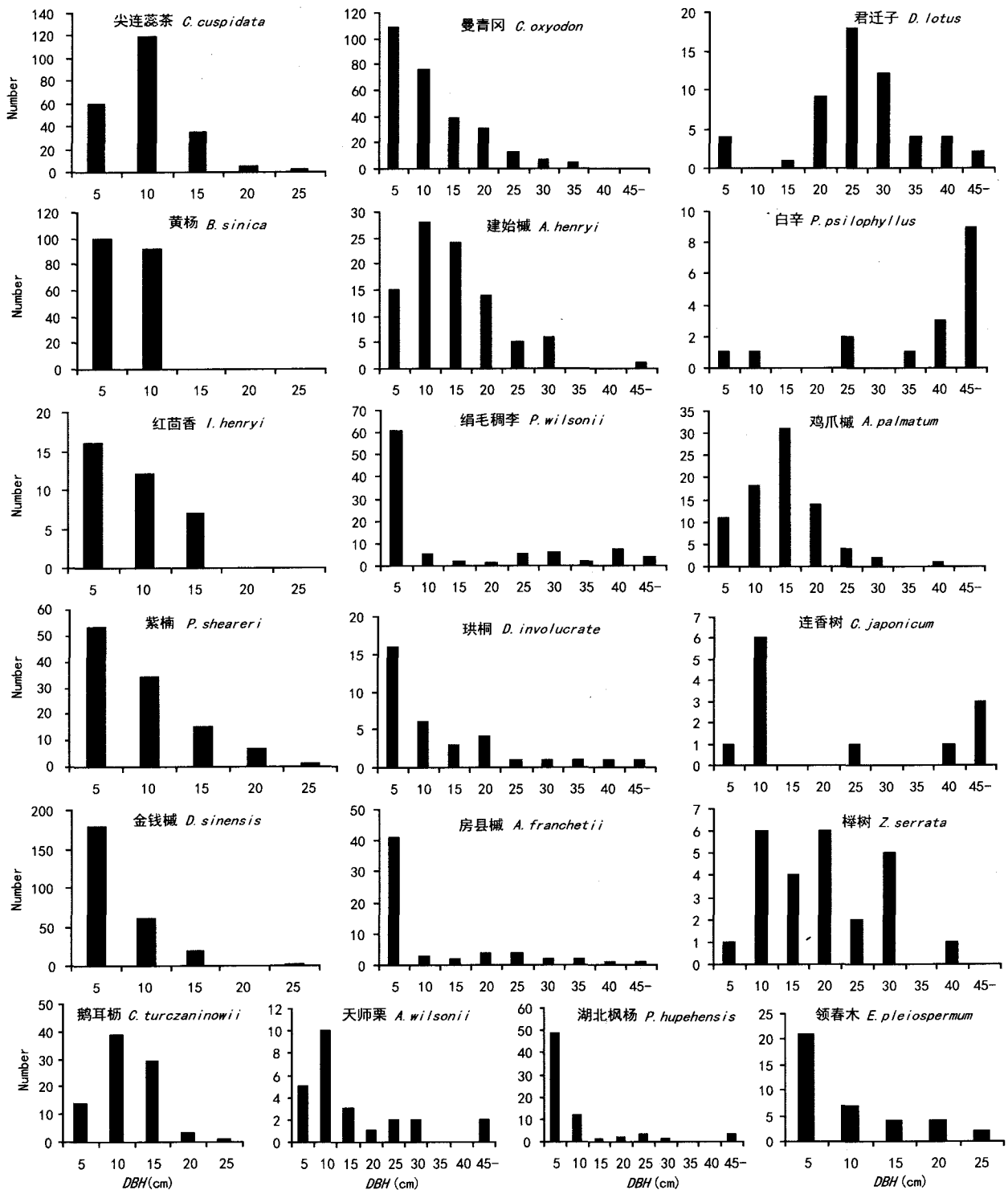


图 2 群落内主要树种的胸径频率分布图

Fig. 2 DBH size class frequency distribution for main tree species in the community

主要的林冠层构成种。达良俊等(2004)对浙江天童山国家森林公园常绿阔叶林主要组成种群结构、夏爱梅等(2004)对天目山柳杉(*Cryptomeria fortunei*)群落结构研究后均认为,种群结构属间歇型分布的植物一般为林冠层的主要构成种,更新具有机会性和波动性。本研究与此类似,种群的更新与群落内林窗状况、群落所受的自然干扰和人为干扰

程度密切关联。

间歇型和倒-J型的树种,构成了群落的主体,在群落中除有成熟的大径个体外,还有大量后续更新个体存在。一些种类具有很强的萌生能力,一部分的更新个体为大径个体的根萌生茎,在受干扰主干枯死后通过萌生茎进行更新。同时这些种类有大量的实生苗出现在林木下层,因此,这两种类型在群

表 2 群落主要树种更新特性

Table 2 Regenerative characteristics of major tree species in the community

树种 Species	DBH<5 cm					DBH≥5 cm					All size classes	
	萌生主茎 Multi-stemmed	萌生 Sprouts	单株 Single-stemmed	PMSI	NSMSI	萌生主茎 Multi-stemmed	萌生 Sprouts	单株 Single-stemmed	PMSI	NSMSI	PMSI	NSMSI
曼青冈	7	43	59	0.106	6.142	27	33	102	0.209	1.222	0.174	2.235
尖连蕊茶	4	22	33	0.108	5.500	31	39	87	0.263	1.258	0.226	1.743
君迁子	1	2	1	0.500	2.000	6	6	38	0.136	1.000	0.152	1.143
建始槭	2	9	4	0.333	4.500	25	36	16	0.610	1.440	0.574	1.667
绢毛稠李	4	23	34	0.105	5.750	4	3	23	0.148	0.750	0.123	3.250
鸡爪槭	1	7	3	0.250	7.000	15	18	38	0.283	1.200	0.281	1.563
鹅耳枥	1	4	9	0.100	4.000	14	22	33	0.298	1.571	0.263	1.733
黄杨	3	6	91	0.032	2.00	3	1	74	0.039	0.333	0.035	1.167
紫楠	1	1	51	0.019	1.000	9	10	38	0.191	1.111	0.101	1.100
房县槭	3	10	28	0.097	3.333	5	6	9	0.357	1.200	0.178	2.000
榉树	0	0	1	0	—	3	6	15	0.167	2.000	0.158	2.000
天师栗	0	0	5	0	—	1	1	18	0.053	1.000	0.042	1.000
湖北枫杨	3	25	21	0.125	8.333	7	5	7	0.500	0.714	0.263	3.000
红茴香	0	0	16	0	—	1	2	15	0.063	2.000	0.031	2.000
白辛	0	0	1	0	—	0	0	16	0	—	0	—
金钱槭	22	124	33	0.400	5.636	25	26	18	0.581	1.040	0.480	3.191
连香树	0	0	1	0	—	1	6	1	0.500	6.000	0.333	6.000
珙桐	3	7	6	0.333	2.333	4	3	11	0.267	0.750	0.292	1.429
领春木	1	15	5	0.167	15	4	6	6	0.400	1.500	0.313	4.200

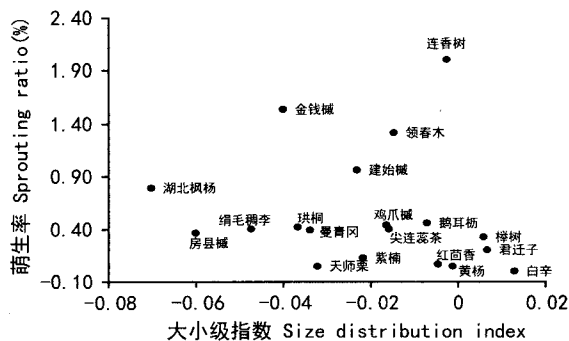


图 3 群落主要树种径级结构与萌生率关系

Fig. 3 Relationship between size distribution index (SDI) of the DBH distribution of main stems and the sprouting ratio(RSP) among 19 major tree species

落中以实生和萌生两种方式来维持种群的稳定。

### 3.2 主要种群更新类型的选择

野外调查表明,几乎所有的树种均具有不同程度的萌生能力。对于特定的时间和空间内的森林生态系统,实生和萌生个体所占的比例是可测的(陈沐等,2007)。树木的萌枝作为一种繁殖策略,具有重要的生态学作用。首先,它为在逆境下有性繁殖难以实现的树木更新提供了稳定的种源。一旦条件成熟,就可以从被抑制状态释放进入迅速生长状态。其次,萌枝还是植物群落很多物种得以同期出现的机制之一(贺金生等,1998)。在我们的样地中,珍稀濒危植物连香树、领春木、珙桐、金钱槭等因其种子繁殖受到一定的限制,均以萌生繁殖为主(何东等,2009;魏新增等,2008;Wu等,2004),而常绿树种因其耐荫性和较好的种子萌发率,除曼青冈在群落中有少量萌生植株出现外,均以实生苗更新为主。进

一步说明了为何在胸径较小时( $DBH < 5$  cm), 落叶树种萌生现象明显高于常绿树种。在较大胸径时并没有明显差别, 这可能主要是源于群落中成熟的大径个体对小径个体生长的胁迫作用, 导致萌生株的大量死亡。

Nanami 等(2004)对江西九连山常绿阔叶林的种群结构和萌生特性进行研究后认为, 主要树种的萌生率与  $SDI$  有明显正相关, 这在我们调查的样地中没有出现(图 3), 可能主要是由于不同的群落类型, 不同的物种多样性和物种所采取的繁殖策略不同, 该样地中所研究 4 种主要树种是同属植物, 萌生能力都较强; 我们的样地中落叶树与常绿树各树种生态学特性不同, 所处的环境也不尽相同, 导致萌生率与  $SDI$  没有表现明显的相关性。

### 3.3 珍稀濒危植物群落演替阶段的推断

树种的生物学、生态学特征决定了该物种在不同演替阶段群落的地位和作用是主要还是从属, 在群落演替过程中是替代还是被替代(张志祥等, 2008)。群落优势种种群结构及其更新类型可为群落演替阶段及推测发展趋势提供新途径(达良俊等, 2004)。从群落主要树种组成成分来看, 该群落中含有大量的古老、孑遗植物成分, 这些树种寿命长, 除白辛外, 幼苗更新良好, 由此推测稀有濒危植物能长期稳定地在群落中存在, 该群落可能处于演替的顶极阶段。但如果受到过度的人为干扰, 如大量挖取稀有濒危植物小苗和采种等, 群落就可能演替成以其它落叶及常绿阔叶等非稀有濒危植物为主的群落。群落中曼青冈、尖连蕊茶等耐荫常绿树种, 处于亚乔木层, 幼苗更新良好, 表现出良好的更新竞争能力, 但长成大树并达到冠层以至取代落叶树种需要很长时间, 考虑到后河特殊的地理位置及珍稀濒危植物寿命较长, 常绿树种不会完全取代落叶树种。

### 参考文献:

于永福. 1999. 中国野生植物保护工作的里程碑——国家重点野生植物保护名录(第 1 批)出台[J]. 植物杂志, (5): 3  
中国科学院生物多样性委员会. 1994. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社: 1-237  
宋朝枢, 刘胜祥. 1999. 湖北后河自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社: 1-199  
国家环境保护局, 中国科学院植物研究所. 1987. 中国珍稀濒危保护植物名录(第 1 册)[M]. 北京: 科学出版社: 53  
Bellingham PJ, Sparrow AD. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities[J]. *Oikos*, **89**: 409-416  
Bellingham PJ, Sparrow AD. 2009. Multi-stemmed trees in montane rain forests: their frequency and demography in relation to eleva-

tion, soil nutrients and disturbance[J]. *J Ecol*, **97**: 472-483  
Bond WJ, Midgley JJ. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche[J]. *Trends Ecol Evol*, **16**(1): 45-51  
Chapman RA, Heitzman E, Shelton MG. 2006. Long-term changes in forest structure and species composition of an upland oak forest in Arkansas[J]. *Fore Ecol Manage*, **236**: 85-92  
Chen Mu(陈沐), Fang Hui(房辉), Cao M(曹敏). 2008. Sprouting characteristics of sprouted woody plants in the mid-mountain humid evergreen broad-leaved forest on Ailao Mountain, Yunnan Province(云南哀牢山中山湿性常绿阔叶林树种萌生特征研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), **28**(5): 627-632  
Chen Mu(陈沐), Cao M(曹敏), Lin LX(林露湘). 2007. Research advances in regeneration of woody plants by sprouting(木本植物萌生更新研究进展)[J]. *Chin J Ecol*(生态学杂志), **26**(7): 1114-1118  
Da LJ(达良俊), Yang YC(杨永川), Song YC(宋永昌). 2004. Population structure and regeneration types of dominant species in an evergreen broadleaved forest in Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province, Eastern China(浙江天童国家森林公园常绿阔叶林主要组成种的种群结构及更新类型)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **28**(3): 376-384  
Dang HS(党海山), Jiang MX(江明喜), Tian YQ(田玉强), et al. 2004. Population structure and distribution pattern of rare plant communities in Houhe Nature Reserve(后河自然保护区珍稀植物群落主要种群结构及分布格局研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **15**(12): 2206-2210  
Gao XM(高贤明), Wang W(王巍), Du XJ(杜晓军), et al. 2001. Size structure, ecological significance and population origin of *Quercus wutaishanica* forest in Beijing mountainous area(北京山区辽东栎的径级结构、种群起源及生态学意义)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **25**(6): 673-678  
He D(何东), Wei XZ(魏新增), Li LF(李连发), et al. 2009. Population structure and dynamics of *Cercidiphyllum japonicum* in riparian zones of the Shennongjia mountainous region, Central China(神农架山地河岸带连香树的种群结构与动态)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **33**(3): 469-481  
He JS(贺金生), Chen WL(陈伟烈), Liu F(刘峰). 1998. Study on the sprouting process of *Fagus engleriana* in Shennongjia Mountains(神农架地区米心水青冈萌枝过程的研究)[J]. *Acta phytoecol Sin*(植物生态学报), **22**(5): 385-391  
Hu XB(胡小兵), Yu MJ(于明坚). 2003. Size structure and distribution pattern of *Cyclobalanopsis glauca* population in evergreen broad-leaved forests(青冈常绿阔叶林中青冈种群结构与分布格局)[J]. *J Zhejiang Univ: Sci Edi*(浙江大学学报·理学版), **30**(5): 574-579  
Nanami S, Kawaguchi H, Tateno R, et al. 2004. Sprouting traits and population structure of co-occurring *Castanopsis* species in an evergreen broad-leaved forest in southern China[J]. *Ecol Res*, **19**: 341-348  
Steinke LR, Premoli AC, Souto CP, et al. 2008. Adaptive and neutral variation of the resprouter *Nothofagus antarctica* growing in distinct habitats in north-western Patagonia[J]. *Silva Fenn*, **42**(2): 177-188  
Tang SJ(汤诗杰), Tang GG(汤庚国). 2007. Analysis on structure of *Tilia miqueliana* population in Huangcangyu Nature Re-

- serve of Anhui Province(安徽皇藏峪自然保护区南京椴种群结构分析)[J]. *J Plant Resour Env*(植物资源与环境学报), **16**(3):58-63
- Tanouchi H, Yamamoto S. 1995. Structure and regeneration of canopy species in an old-growth broad-leaved forest in Aya district, southwestern Japan[J]. *Vegetatio*, **117**:51-60
- Tian YQ(田玉强), Li X(李新), Hu LL(胡理乐), et al. 2002. The characteristics of tree layer structure of the rare plant community in Houhe Nature Reserve(后河自然保护区珍稀濒危植物群落乔木层结构特征)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), **20**(6):443-448
- Wang WX(王万贤), Fu YS(傅运生), Yang Y(杨毅), et al. 1997. Floral characteristics of the Houhe Nature Reserve in the southwest Hubei(鄂西南后河自然保护区植物区系研究)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), **15**(4):353-362
- Wang XH, Kent M, Fang XF. 2007. Evergreen broad-leaved forest in Eastern China: its ecology and conservation and the importance of resprouting in forest restoration[J]. *For Ecol Manage*, **245**:76-78
- Wei XZ(魏新增), Huang HD(黄汉东), Jiang MX(江明喜), et al. 2008. Quantitative characteristics and spatial distribution patterns of *Euptelea pleiospermum* populations in riparian zones of the Shennongjia area, Central China(神农架地区河岸带中领春木种群数量特征与空间分布格局)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **32**(4):825-837
- Wu G, Han SH, Wang HC, et al. 2004. Living characteristics of rare and endangered species—*Davidia involucreata* [J]. *J For Res*, **15**(1):39-44
- Xia AM(夏爱梅), Da LJ(达良俊), Zhu HX(朱虹霞), et al. 2004. Community structure and regeneration pattern of *Cryptomeria fortunei* in Mount Tianmu of Zhejiang, China(天目山柳杉群落结构及其更新类型)[J]. *J Zhejiang For Coll*(浙江林学院学报), **21**(1):44-50
- Yang YC(杨永川), Da LJ(达良俊), Chen Bo(陈波). 2006. Population structure and spatial patterns for the main tree species in *Castanopsis carlesii*—*Schima superba* community in Tiantong, Zhejiang Province, China(天童米槠—木荷群落主要树种的结构及空间格局)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **26**(9):2 927-2 938
- Zhang CQ(张长庆), Zhang WH(张文辉). 2009. A study on a sexual reproduction and regeneration of *Robinia pseudoacacia* plantations in different habitats in Hilly Area of the Loess Plateau(黄土高原不同立地条件下刺槐人工林种群的无性繁殖与更新)[J]. *J Northwest Sci-Tech Univ Agri Fore: Nat Sci Edi*(西北农林科技大学学报·自然科学版), **37**(1):135-144
- Zhang J(张健), Li BH(李步杭), Bai XJ(白雪娇), et al. 2009. Composition and interannual dynamics of tree seedlings in broad-leaved Korean Pine (*Pinus koraiensis*) mixed forest in Changbai Mountain(长白山阔叶红松林乔木树种幼苗组成及其年际动态)[J]. *Biodiversity Sci*(生物多样性), **17**(4):385-396
- Zhang ZX(张志祥), Liu P(刘鹏), Liu CS(刘春生), et al. 2008. The structure characteristics and dominant population regeneration types of *Tsuga tchekiensis* communities in the Jiulongshan National Natural Reserve of Zhejiang Province(浙江九龙山南方铁杉群落结构及优势种群更新类型)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **28**(9):4 547-4 558

(上接第 221 页 Continue from page 221)

- 社:241-365
- 汪松,解焱. 2004. 中国物种红色名录[M]. 北京:高等教育出版社:330
- 杨宇明,杜凡. 2006. 云南铜壁关自然保护区科学考察研究[M]. 昆明:云南科技出版社:12-20
- 戴宝合. 2003. 野生植物资源学[M]. 北京:中国农业出版社:34-58
- 傅立国,陈潭清,郎楷永,等. 2000. 中国高等植物(第3卷)[M]. 青岛:青岛出版社:197-203
- 傅立国,金鉴明. 1991. 中国植物红皮书(第1册)[M]. 北京:科学出版社:468-469
- Li LF(李莲芳), Zhou Y(周云), Wang DM(王达明). 2005. Analysis of the endangered causes of *Taxus yunnanensis* (云南红豆杉的濒危成因剖析)[J]. *J West China Fore Sci*(西部林业科学), **34**(3):30-34
- Wang CH(王成和), Wang SJ(王少君), Liu YJ(刘彦军), et al. 1995. Synthesis of the 2-octyl dodecyl myristate(肉豆蔻酸酯的合成)[J]. *J Dalian Inst Light Ind*(大连轻工业学院学报), **14**(1):15-19
- Wu Y(吴裕), Yang XL(杨晓玲), Duan AA(段安安). 2006. Observation on biological of *Horsfieldia pandurifolia* (琴叶风吹楠生物学特征观察)[J]. *Trop Agric Sci Tech*(热带农业科技), **29**(3):18-19,34
- Wu ZP(吴志平), Zhang ZL(张治柳), Huang KY(黄克瀛). 2000. Study of the synthetic technology of isopropyl myristate (肉豆蔻酸异丙酯的合成工艺研究)[J]. *J Central South Fore Univ*(中南林学院学报), **20**(4):72-75
- Yang XL(杨晓玲), Xu YL(许玉兰), Duan AA(段安安), et al. 2009. Observation on seed germination of *Horsfieldia pandurifolia* (油料植物琴叶风吹楠种子萌发观察)[J]. *Trop Agric Sci Tech*(热带农业科技), **32**(4):31-32
- Ye M(叶脉). 2004. Systematics of Myristicaceae from China(中国肉豆蔻科植物分类研究)[D]. South China Agricultural University(华南农业大学):49-50