

狭域特有种元江蚬木群落特征及种群结构分析*

王萌^{1,2}, 陈建设^{1,3}, 杜凡^{1**}

(1. 西南林业大学林学院, 云南昆明 650224; 2. 华东师范大学生态与环境科学学院, 上海 200241;
3. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006)

摘要: [目的] 通过对元江蚬木群落特征及种群结构的分析, 为狭域特有种的生物多样性保育提供理论基础。 [方法] 采取典型样法在元江县干热河谷区域元江蚬木集中分布地段设置了 5 个固定样地和 4 条样线, 调查元江蚬木的种群数量及伴生树种的名称、数量/盖度、胸径、生境特征以及人为干扰状况, 根据重要值、生活型及大小级结构等方法分析元江蚬木群落特征及种群结构。 [结果] 元江蚬木集中分布在元江县的普漂、元洼路、白沟深、鲁业冲以及施坭冲等区域, 呈零星或小片断状分布; 元江蚬木所处群落的植被类型为季雨林-落叶季雨林, 样地中记录到维管植物共计 83 种, 隶属 39 科 69 属, 其中, 落叶树种比例高达 90.9%, 群落内高位芽植物比例最高, 达 60.24%, 其次是地上芽植物, 比例 19.28%。调查发现元江蚬木共计 412 株, 种群结构整体呈稳定型, 其中, VI 级木 ($20\text{ cm} \leq \text{DBH}$) 数量最少, 比例 9.47%, 其次是 V 级 ($15 \leq \text{DBH} < 20\text{ cm}$), 比例 10.92%, 其它大小级个体数量无显著差异; 由于人为干扰等原因, 衰退型、增长型与稳定型存在于不同的样地或样线。 [结论] 元江蚬木所处群落的植被类型为季雨林-落叶季雨林; 种群结构整体呈稳定型, 但增长型、稳定型和衰退型结构在不同地点并存; 实生苗和萌枝是元江蚬木种群更新的主要方式, 元江蚬木的幼苗和幼树在不同分布地点数量差异很大, 生境干旱和人为干扰是影响种群更新的主要原因。

关键词: 元江蚬木; 群落特征; 种群结构; 狭域特有种; 元江干热河谷

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2018)04-0001-08

Community Characteristics and Population Structure of the Narrowly Distributed Endemic Species *Burretiodendron kydiifolium*

WANG Meng^{1,2}, CHEN Jian-she¹, DU Fan¹

(1. The Faculty of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. School of Ecological and Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200241, China;

3. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, Guangxi, China)

Abstract: [Objective] The community characteristics and population structure of *Burretiodendron kydiifolium*, an endemic plant species in the dry valley area of Yuanjiang, China, were analyzed to lay a theoretical basis for biodiversity conservation and sustainable development of endemic plant species. [Method] 5 sample plots and 4 sample lines were set in the distribution area of *Burretiodendron kydiifolium*. The amount of *B. kydiifolium* individuals and the associated species in the community including the scientific name, amount or coverage, diameter at breast height, habitat conditions and anthropogenic disturbance types were recorded. The importance value, life form of

收稿日期: 2017-12-06

基金项目: 西南林业大学植物学重点学科建设项目

作者简介: 王萌(1989—), 女, 河北邢台人, 在读博士。主要从事植物多样性研究。E-mail: wangmeng00123@163.com, 地址: 上海市闵行区东川路 500 号华东师范大学生态与环境科学学院 200241。

* 致谢: 野外调查过程中得到了元江国家级自然保护区工作人员的大力支持, 在此表示感谢。

** 通讯作者: 杜凡(1957—), 教授, 博士生导师。主要从事植物学、竹类和生物多样性研究。E-mail: kmdufan@163.com, 地址: 云南省昆明市盘龙区西南林业大学林学院 650224。

the community and the structure of size classes of *B. kydiifolium* were analyzed. [Result] *B. kydiifolium* distributed mainly in Pupiao, Yuanwalu, Baigoushen, Luyechong and Shidichong. The species distribution was sporadic and fragmented. The vegetation type of *B. kydiifolium* community was deciduous monsoon forest belonging to monsoon forest. 83 vascular plant species belonging to 69 genera, 39 families in the sample plots were recorded, of which the deciduous tree species were dominant with a proportion as high as 90.9%. The proportion of phanerophyte plants was the highest (60.24%) and followed by the chamaephyte plants (19.28%). The result of the analysis of 412 individuals indicated that the population structure of *B. kydiifolium* was stable, the percent of class VI (20 cm ≤ DBH) tree was the lowest (9.47%) and class V (15 ≤ DBH < 20 cm) tree was 10.92%. There was no significant difference between other size classes. Because of some influencing factors such as anthropogenic disturbance and habitat conditions, the population structures of growing, declining and stable existed in different sample plots or sample lines. [Conclusion] The vegetation type is deciduous monsoon forest belonging to monsoon forest. The population structure of *B. kydiifolium* is stable overall, while the growing, declining and stable structures exist in different sites. The seedlings and sprouting are the main regeneration approaches. The amounts of seedling and the young tree of *B. kydiifolium* vary greatly among different sites. Droughty habitat and anthropogenic disturbance are the reasons leading to poor regeneration of *B. kydiifolium* population.

Keywords: *Burretiodendron kydiifolium*; community characteristics; population structure; endemic species; dry valley of Yuanjiang

研究森林群落种群的结构和动态对阐明森林的形成与维持、种群的个体配置情况、种群数量动态以及群落的发展趋势具有重要意义^[1-4]。以往针对群落特征及种群结构的研究主要关注珍稀濒危物种^[5-7]。狭域特有种是分布范围相对狭窄的物种,一般由于对生境要求较严格,只能生长于山区或者极端特殊生境区域^[8]。部分狭域特有种被列入中国物种红色名录,如金沙江下游干热河谷局部区域的狭域特有植物毛蕊三角车(*Rinorea erianthera* C. Y. Wu et C. Ho)、石灰岩狭域特有植物报春苣苔(*Primulina tabacum* Hance)、东阿拉善-西鄂尔多斯狭域特有种四合木(*Tetraena mongolica* Maxim)等^[9]。随着人类活动的加剧、生境改变以及自身遗传限制等因素的影响,狭域特有种尤其是未被引起足够关注的物种的野生种群面临着严重的威胁,对其进行群落学和种群学的研究并为其制定相应的保护和保育策略是非常紧迫的。

元江蚬木(*Burretiodendron kydiifolium* Y. C. Hsu & R. Zhuge),又名元江柄翅果,椴树科(Tiliaceae)柄翅果属(*Burretiodendron* Rehd.)落叶乔木,是云南元江干热河谷局部区域的狭域特有植物^[10]。元江蚬木是元江干热河谷的土著树种,具有耐旱性和对干热河谷较强的适应能力,该物种木材坚硬,可作为用材树种,具有重要的保护价值、利用价值和研究价值^[11]。以往除唐亚等学者对元江蚬木的系统

学地位进行过探讨外^[12-14],有关元江蚬木群落特征及种群结构等保护生物学方面的研究未见报道。本研究基于元江蚬木野外生存现状的实地调查,分析该物种的群落特征及种群结构,为该物种的生物多样性保护以及干热河谷狭域特有种的可持续发展提供科学依据。

1 研究区域概况及研究方法

1.1 研究区域概况

研究区域位于云南省元江哈尼族彝族傣族自治县(101°39'~102°21' E, 23°18'~23°54' N)的元江干热河谷,这是我国西南典型的干热河谷^[15]。由于西南方向的哀牢山及无量山阻挡来自孟加拉湾的西南暖湿气流,形成了突出的河谷焚风效应,气候十分干热,元江河谷(海拔400 m)的平均温度23.9℃,极端高温42.6℃,年均降水量748.7 mm,年均蒸发量2754.8 mm,干湿季分明,降水集中,旱季长达8个月,为半干旱暖高原季风气候^[16-17]。土壤主要是在石灰岩和砂岩上发育的燥红壤^[16]。海拔800 m以下地区的植被类型为干热河谷稀树灌木草丛、灌草丛及肉质多刺灌丛,局部沟谷残存季雨林^[16,18-19]。

1.2 野外调查

通过查阅文献及访问调查,对元江干热河谷区域元江蚬木集中分布地段采用典型抽样法,于2014

年4月、11月和2015年1月、4月建立了5块20 m × 20 m的固定样地和4条累计长度为8.95 km的调查样线,记录各样地及样线两侧20 m范围内出现的元江蚬木植株的GPS坐标,并记录生境特征及人为

干扰情况。分层调查了样地内所有维管植物,记录木本植物的高度、胸径,同时记录样线上元江蚬木植株的高度、胸径(表1,表2)。

表1 样地基本信息

Table 1 Basic information of the samples plots

样地 Sample plots	地点 Sites	海拔 Altitude/m	坡向 Slope	坡位 Slope position	坡度 Slopes/°	岩石类型 Rock type	土壤类型 Soil type	人为影响 Anthropogenic disturbance
1	普漂	595	西偏南 30°	中下部	25	石灰岩裸露 25%	燥红壤	放牧
2	普漂	595	西偏南 30°	中下部	15	石灰岩裸露 30%	燥红壤	放牧
3	元洼路	629	西坡	中部	30	砂岩	燥红壤	放牧、砍伐
4	元洼路	790	西北坡	中部	35	砂岩	燥红壤	放牧、砍伐
5	白沟深	454	南坡	中下部	25	砂岩	燥红壤	放牧、砍伐

表2 样线基本信息

Table 2 Basic information of the sample lines

样线 Sample lines	地点 Sites	长度 Distance /km	岩石类型 Rock type	土壤类型 Soil type	人为影响 Anthropogenic disturbance
1	普漂	2.14	石灰岩	燥红壤	放牧
2	元洼路	4.35	石灰岩	燥红壤	放牧、砍伐
3	鲁业冲	1.57	石灰岩	燥红壤	放牧、砍伐
4	施坻冲	0.89	/	燥红壤	放牧、砍伐

1.3 分析方法

1.3.1 生活型 按照丹麦学者 Raunkiaer 的生活型分类系统统计并绘制生活型谱^[20]。

1.3.2 重要值计算 分别计算乔木层、灌木层和草本层的重要值^[21],重要值=(相对频度+相对显著度+相对密度)/3,其中:相对频度=某个种的频度/所有种频度之和×100;相对显著度=某个种的胸高断面积/样地中全部个体胸高断面积总和×100;相对密度=某个种的个体数/全部植物的个体数

×100。

乔木层的相对显著度用胸高断面积进行计算;由于灌木层和草本层的物种无法计算胸高断面积,用盖度来计算物种的显著度。

1.3.3 种群大小级划分 元江蚬木数量稀少又无解析木资料,采用“空间代替时间”的方法,用大小级结构分析法代替年龄结构分析元江蚬木种群结构特征。许多学者提出过不同的划分标准^[22-25],对元江蚬木种群大小级结构按以下标准进行划分:Ⅰ幼苗($H \leq 150$ cm);Ⅱ幼树($H > 150$ cm, $DBH < 5$ cm),采用上限排外法,以后各级胸径(DBH)每隔5 cm为1级,Ⅲ(5 cm $\leq DBH < 10$ cm);Ⅳ(10 cm $\leq DBH < 15$ cm);Ⅴ(15 cm $\leq DBH < 20$ cm);Ⅵ($DBH \geq 20$ cm)。

1.3.4 干扰强度的划分 根据干扰类型以及调查地点种群受到干扰的威胁状况,将干扰强度分为轻度、中度和重度,详细的划分原则见表3。

表3 干扰强度的定义及描述

Table 3 Definition and description of disturbance intensity

干扰强度 Disturbance intensity	样地/样线 Sample plots/lines	干扰类型及受威胁状况 Disturbance type and threatened conditions
轻度	样地1、样地2、样线1	放牧,位于元江国家级自然保护区
中度	样地5	放牧、砍伐
重度	样地3、样地4、样线2、样线3、样线4	放牧、砍伐,位于道路两侧

2 结果与分析

2.1 群落特征

2.1.1 物种组成 在总面积为2 000 m²的5个调查样地中,记录到维管束植物共计83种,隶属于39科69属,其中,蕨类植物1种,属于卷柏科卷柏属;被子植物38科68属82种,其中双子叶植物29科

51属64种,单子叶植物9科17属18种。各样地维管束植物在22~35之间,平均为28.6。

2.1.2 生活型 元江蚬木群落生活型谱(图1)可以反应该群落的环境特征,高位芽植物占优势,有50种,所占比例高达60.24%,又以矮高位芽为主,小高位芽次之,比例分别为28.92%、19.28%,藤本高位芽比例为12.04%,缺乏大高位芽和中高位

芽植物,元江蚬木群落以高位芽植物占绝大多数,反应了该群落植物生长季节具有温热多湿的环境特征;地上芽植物居第二,有16种,比例为19.28%,反应了该群落植物生长季节具有一定的年均降雨量较小,极端最低温度较高的环境特征^[26];地面芽植物和地下芽植物分别有10种和6种,比例为12.05%、7.23%;一年生植物占总物种比例的1.2%,只有鸭跖草(*Commelina communis* L.)一种。

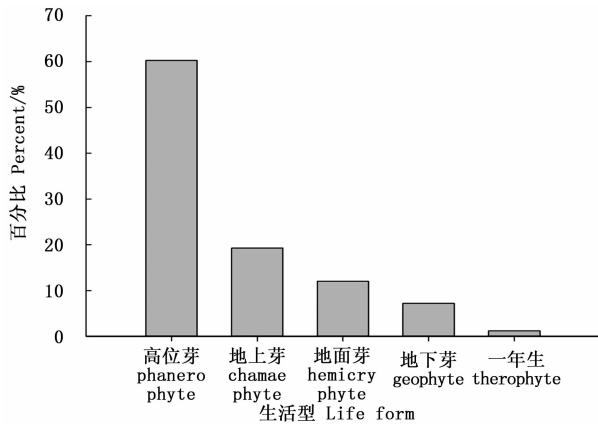


图1 元江蚬木群落生活型谱

Fig. 1 Life form spectrum of *Burretiodendron kydiifolium* community

2.1.3 群落外貌特征 元江蚬木所处群落为季雨林(植被型)中的落叶季雨林(植被亚型),季雨林的外貌由于上层树种多数由落叶、半落叶的树种组成,因此具有明显的季相变化,而落叶季雨林的季相变化更为突出,该类型主要由落叶树种组成,群落结构简单,优势种比较显著,并具有许多喜阳耐旱的生态适应反映^[15,27]。根据主要种类的不同,元江蚬木群落分为3个群系:元江蚬木+厚皮树林(Form. *Burretiodendron kydiifolium* + *Lannea coromandelica*)、元江蚬木+清香木林(Form. *Burretiodendron kydiifolium* + *Pistacia weinmannifolia*)以及元江蚬木+白皮乌口树林(Form. *Burretiodendron kydiifolium* + *Tarenna depauperata*)。

元江蚬木群落乔、灌木树种有55种,以落叶树为主,比例高达90.9%,常绿物种只有5种,包括:直脉榕(*Ficus orthoneura* Levl. et Vant.)、清香木(*Pistacia weinmannifolia* J. Poisson ex Franch.)、厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera* (Wight et Arn.) Beddome)、九里香(*Murraya exotica* L.)、霸王鞭(*Euphorbia royleana* Boiss.)。

群落总盖度60%~90%,分为乔木层、灌木层、

草本层和层间层(表4)。乔木层盖度0~50%,植物种类19种,个体数量达108株,高度5~14m,胸径4.8~32cm,包括元江蚬木、厚皮树(*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.)、异序乌桕(*Sapium insignine* (Royle) Benth. ex Hook. f.)、清香木、蒙自合欢(*Albizia bracteata* Dunn)、直脉榕、白头树(*Garuga forrestii* W. W. Smith)、金合欢(*Acacia farnesiana* (L.) Willd.)、槐(*Sophora japonica* L.)、老人皮(*Polyalthia cerasoides* Roxb.)、心叶木(*Haldina cordifolia* (Roxb.) Ridsd.)等。

灌木层盖度30%~50%,高0.2~7.0m,植物种类47种,包括乔木幼树及灌木。乔木幼树22种,比例达46.81%;灌木25种,比例53.19%。乔木幼树主要有元江蚬木、厚皮树、老人皮、朴树(*Celtis sinensis* Pers.)、直脉榕、清香木、红椿(*Toona ciliate* Roem.)、刺桑(*Streblus ilicifolius* (Vidal) Corner)、槐等;灌木有霸王鞭、疏序黄荆(*Vitex negundo* L.)、白皮乌口树(*Tarenna depauperata* Hutchins.)、元江素馨(*Jasminum yuanjiangense* P. Y. Bai)、一叶萩(*Flueggea suffruticosa* (Pallas) Baillon)、瘤果三宝木(*Trigonostemon tuberculatus* F. Du et Ju He)、假杜鹃(*Barleria cristata* L.)、越南叶下珠(*Phyllanthus cochinchinensis* (Lour.) Spreng.)、细梗美登木(*Maytenus graciliramula* S. J. Pei et Y. H. Li)等。

草本层盖度5%~10%,主要有卷柏(*Selaginella pulvinata* (Hook. et Grev.) Maxim.)、扭黄茅(*Heteropogon contortus* (L.) Beauv. ex Roem. et Schult.)、鸭跖草、沿阶草(*Ophiopogon bodinieri* Levl.)、芸香草(*Cymbopogon distans* (Nees ex Steud.) Wats.)、细柄草(*Capillipedium parviflorum* (R. Br.) Stapf)、铃铛草(*Themeda caudata* (Nees) A. Camus)、线纹香茶菜(*Rabdosia lophanthoides* (Buch. - Ham. ex D. Don) Hara)、飞机草(*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob.)等。

层间植物以藤本植物为主,种类有土密藤(*Bridelia stipularis* (L.) Bl.)、翅果藤(*Myriopterion extensum* (Wight) K. Schum)、云南牛奶菜(*Marsdenia balansae* Cost.)、昆明马兜铃(*Aristolochia kunmingensis* C. Y. Chen et J. S. Ma)、虫豆(*Cajanus crassus* (Prain ex King) Van der Maesen)、翅子藤(*Loeseneriella merrilliana* A. C. Smith)、叉蕊薯蓣(*Dioscorea colletii* Hook. f.)等。

表4 元江蚬木群落重要值前5位的物种

Table 4 The top five species of important values in *Burretiodendron kydiifolium* community

物种 Species	相对频度 Relative frequency	相对显著度 Relative significance	相对密度 Relative density	重要值 Important value
乔木层				
元江蚬木 <i>Burretiodendron kydiifolium</i> Y. C. Hsu & R. Zhuge	16	45.34	50.00	37.11
厚皮树 <i>Lannea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	8	21.45	14.81	14.76
异序乌柏 <i>Sapium insigne</i> (Royle) Benth. ex Hook. f.	8	6.73	7.31	7.38
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i> J. Poisson ex Franch.	8	6.17	3.70	5.96
蒙自合欢 <i>Albizia bracteata</i> Dunn	8	4.62	2.78	5.13
灌木层				
元江蚬木 <i>Burretiodendron kydiifolium</i> Y. C. Hsu & R. Zhuge	5.62	35.15	33.24	24.67
霸王鞭 <i>Euphorbia royleana</i> Boiss.	4.49	9.77	16.71	10.33
疏序黄荆 <i>Vitex negundo</i> L.	5.62	8.35	9.25	7.74
白皮乌口树 <i>Tarenna depauperata</i> Hutchins.	2.25	5.67	5.14	4.35
元江素馨 <i>Jasminum yuanjiangense</i> P. Y. Bai	3.37	5.71	3.21	4.10
草本层				
卷柏 <i>Selaginella pulvinata</i> (Hook. et Grev.) Maxim.	18.18	32.88	16.77	22.61
扭黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv. ex Roem. et Schult.	4.55	14.95	26.69	15.39
鸭趾草 <i>Commelina communis</i> L.	9.09	10.46	5.34	8.30
沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i> Levl	9.09	7.77	6.94	7.93
芸香草 <i>Cymbopogon distans</i> (Nees ex Steud.) Wats.	4.55	7.47	7.62	6.55
层间层				
土密藤 <i>Bridelia stipularis</i> (L.) Bl.	16.67	30.30	55.87	34.28
翅果藤 <i>Myriopteron extensum</i> (Wight) K. Schum	11.11	31.32	18.25	20.39
云南牛奶菜 <i>Marsdenia balansae</i> Cost.	11.11	13.64	12.85	12.53
昆明马兜铃 <i>Aristolochia kunmingensis</i> C. Y. Chen et J. S. Ma	5.56	7.58	6.21	6.45
虫豆 <i>Cajanus crassus</i> (Prain ex King) Van der Maesen	11.11	4.55	1.12	5.59

2.2 种群结构

2.2.1 种群数量 元江蚬木分布最低海拔454 m, 最高海拔812 m, 呈零星或片断分布, 斑块面积非常小, 生境破碎化十分严重。调查记录到元江蚬木412株, 其中乔木层234株, 高度范围5~25 m, 胸径3~45 cm; 灌木层178株, 高度0.05~4.5 m, 最大胸径达30 cm(表5)。分布区内元江蚬木的平均密度约22.76株·hm⁻²。

2.2.2 种群结构 元江蚬木种群Ⅵ级木(20 cm ≤ DBH)数量最少, 占总株数的9.47%, 其次是Ⅴ级(15 cm ≤ DBH < 20 cm), 占总株数的10.92%。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级数量占总株数的比例差异较小, 分别为20.39%、18.45%、20.87%以及19.9%, 种群结构整体呈稳定型(图2)。

对比各样地和样线元江蚬木种群结构(图3), 发现样地2和样线3元江蚬木种群结构呈现衰退型(图b、h), 样地1、样线1、样线2和样线4呈稳定型(图a、f、g、i), 而样地3、样地4、样地5种群结构呈增长型(图c、d、e)。

表5 各样地/样线元江蚬木个体数量

Table 5 The number of *Burretiodendron kydiifolium* individuals in sample plots/lines

样地/样线 Sample plots /lines	所处 层次 Layers	数量 Numbers	高度 Height/m	胸径 DBH/cm	海拔 Altitude /m
样地1	乔木层	10	5~10	4.9~29.15	595
	灌木层	2	1.2~3.5	0.4~3.5	
样地2	乔木层	11	5~9	7~13.3	595
	灌木层	7	0.05~3.5	≤5.8	
样地3	乔木层	16	5~14	4.3~24.5	629
	灌木层	23	0.7~4.5	1.2~5.7	
样地4	乔木层	15	5~15	3~25	796
	灌木层	50	0.3~4	≤11.5	
样地5	乔木层	0	/	/	454
	灌木层	29	0.4~4.5	≤6.2	
样线1	乔木层	88	5~15	5~25.8	519~623
	灌木层	36	0.1~4.5	≤10	
样线2	乔木层	36	5~12	6~30	603~812
	灌木层	9	2~4.5	2~30	
样线3	乔木层	23	6~25	8~45	596~727
	灌木层	4	2.5~4	≤10	
样线4	乔木层	35	5~15	6~25	579~681
	灌木层	18	2.5~4.5	3~22	
合计	乔木层	234	5~25	3~45	454~812
	灌木层	178	0.05~4.5	≤30	

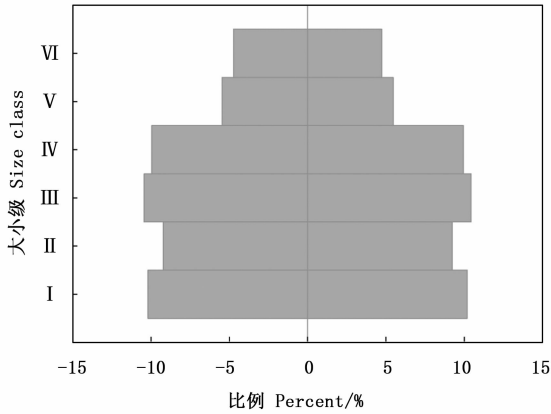
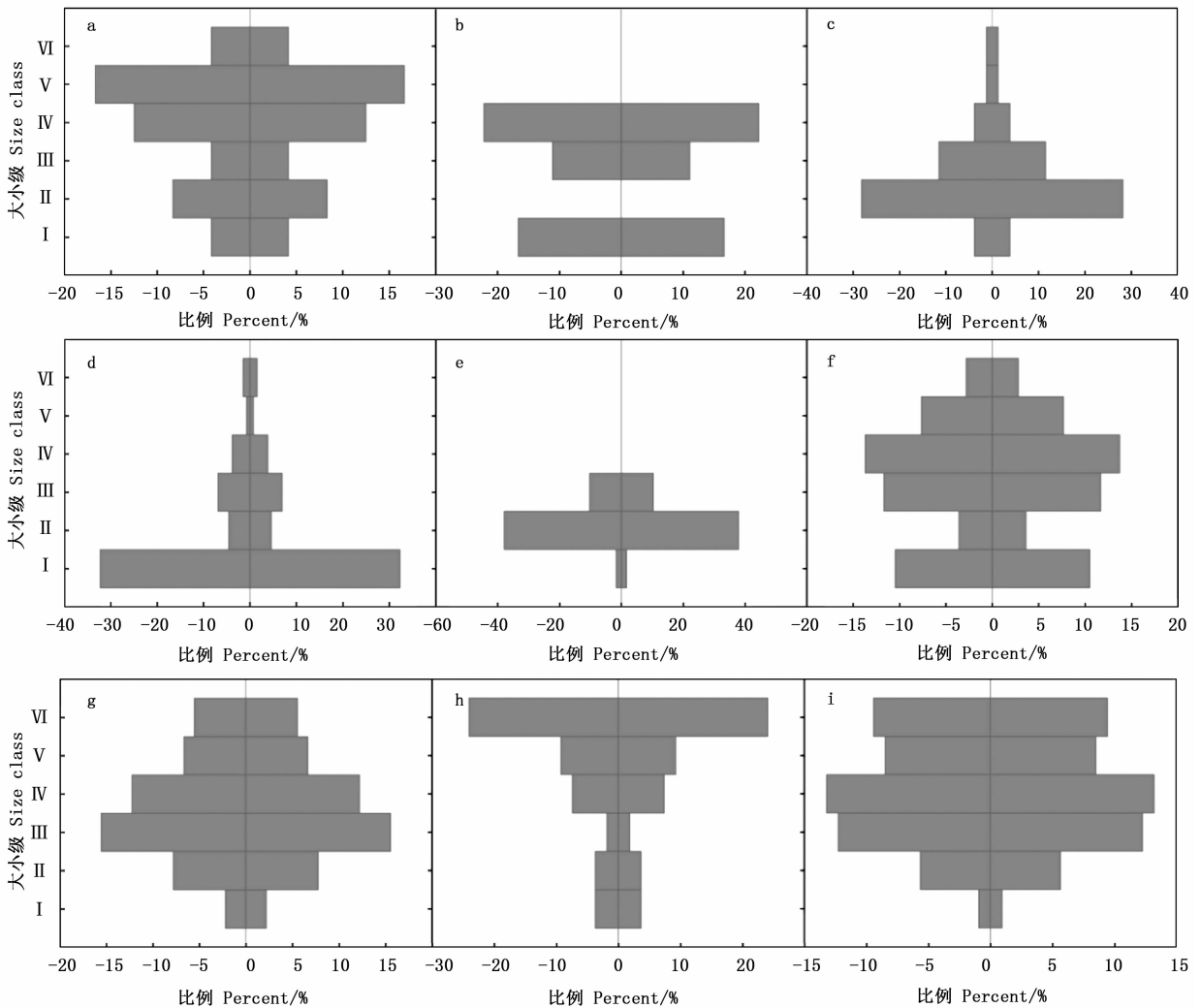


图2 元江蚬木种群结构

Fig. 2 Population structure of *Burretiodendron kydiifolium*

2.2.3 更新状况 野外调查发现由于历史干扰因素的影响,元江蚬木种群含有一定的萌枝,数量38株,比例9.22%,萌枝出现在样地5、样线2和样线4(表6),样地5和样线4的萌枝处于I级幼苗和II级幼树的比例分别为75.86%和1.89%。可见,除实生苗外,枝条萌生也是元江蚬木种群更新的方式。

对比不同干扰程度下各样地和样线I级幼苗和II级幼树的数量(图4),发现不同干扰强度下不同地点元江蚬木种群的更新情况存在较大差异。干扰程度是影响种群更新的原因之一,处于轻度干扰的样线1幼苗和幼树分别为26株、9株(f);样线2、样线3和样线4受到重度干扰的影响(g、h、i),幼苗和



a~e 分别代表样地1~5, f~i 分别代表样线1~4, a~e represent sample plots 1~5, f~i represent sample lines 1~4.

图3 各样地/样线元江蚬木种群结构

Fig. 3 Population structure of *Burretiodendron kydiifolium* in sample plots/lines

幼树数量较少,均在7株以下,最少只记录到1株。而样地1和样地2虽然受到轻度的干扰(a、b),但是由于样地岩石裸露,生境极其干燥,不利于种子萌发

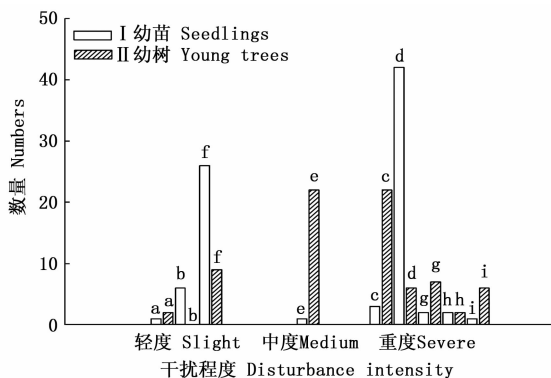
和幼苗的生长;处于中度干扰的样地5由于受到放牧和砍伐的影响(e),元江蚬木群落具有明显的次生性质,植株多呈灌木状,高度均在5 m以下,虽然

幼树个体数量较多,但多是萌生枝条,实生幼苗只有1株;样地3和样地4虽然受到重度干扰的影响(c、d),但生境相对湿润,样地3成年树较少,保留了更多幼树的生长;而样地4群落郁闭度大,有利于种子萌发和幼苗生长。

表6 元江蚬木种群萌枝更新

Table 6 The regeneration of sprout branches of *Burretiodendron kydiifolium*

样地/样线 Sample plots /lines	萌枝比例 Percent of sprout branches/%	I级幼苗和II级幼树的比例 Percent of seedlings and young trees/%
样地5	96.55	75.86
样线2	8.89	0
样线4	16.98	1.89



a~e 分别代表样地 1~5, f~i 代表样线 1~4。

a~e represent sample plots 1~5, f~i represent sample lines 1~4.

图4 不同干扰程度下各样地/样线元江蚬木幼苗和幼树数量差异

Fig. 4 The difference of the number of seedlings and young trees of *Burretiodendron kydiifolium* at different disturbance intensity levels in sample plots/lines

3 讨论

元江蚬木分布范围狭窄,为元江干热河谷狭域特有植物,是云南省北热带干热河谷地区原生季雨林的建群种,也是元江河谷植被恢复中的重要标志树种。野外调查时间是1月、4月、11月,基本处于旱季,部分1年生草本植物处于枯死的状态,可能会导致草本种类记录不完整。详细的群落研究还需增加不同季节的野外调查。

元江蚬木种群整体结构呈现稳定型,但不同分布地点元江蚬木种群存在增长型、稳定型和衰退型3种结构,其中样地2和样线3种群结构呈衰退型。虽然样地1和样地2均受到轻度干扰和生境干旱的双重影响,而且I级幼苗和II级幼树的数量均在6株以下,但样地2存在大小级缺失的现象,未记录到

II级幼树、V级和VI级的个体,且IV级个体数量显著大于I级幼苗,种群结构呈现出衰退型。样线3 VI级个体数量13株,比例达48.15%,并记录到整个种群胸径最大的一株,达45 cm,由于受到重度的人为干扰的影响,幼苗和幼树数量均在2株以下,种群结构呈典型的衰退型。

元江蚬木种群更新方式主要包括实生苗和萌枝,萌枝是木本植物受到自然或人为干扰以及剧烈环境变化而做出的响应^[28],这种更新策略在许多物种的种群研究中也同样存在^[29-30]。样地5元江蚬木种群结构中的部分大小级缺失,只有I级幼苗、II级幼树和III级,且幼树萌枝占整个样地元江蚬木种群数量的75.86%,种群结构呈增长型。不同学者对萌枝的方式划分存在差异,其中 Del Tredici^[31]将温带落叶树种萌枝的方式划分为根茎萌枝、木质瘤萌枝、根出条萌枝和机会萌枝,而张松等^[32]认为除了以上的萌枝方式,还应增加树冠萌枝和残桩萌枝。有研究发现萌枝萌发的位置对将来物种的发展状况具有决定作用,如:残桩的萌枝生长过程中所需要的营养、水分主要依赖于主干,容易受到病虫害的侵扰而随着主干的衰退而逐渐衰退^[33],若萌生枝是从地面或者地面以下萌发,其基部可以直接与土壤接触,而有利于植株的生长发育^[34]。有关元江蚬木的种群研究还需进一步确认其萌枝的方式,以此更加准确的分析未来种群的发展动态。

元江蚬木种群更新受到生境特征和人为干扰的影响,生境干旱及重度的人为干扰都不利于种子萌发和幼苗、幼树的生长。生境状况对植物生活史具有重要作用,对植物数量、存活和更新具有直接影响^[35-37],同时,野外观测到元江蚬木结实率很高,抽样统计样地1和样地2的种子数量分别为14 856粒、10 411粒,而实生苗数量很少,可能与元江蚬木自身生物学特性有关,具体原因有待进一步研究。

位于元江县普漂的元江蚬木种群处于元江国家级自然保护区的核心区,而其他分布点,都不在保护区内,元江蚬木群落均受到不同程度的人类活动的干扰。要加强对元江蚬木的保护,关键是杜绝人为破坏;以就地保护为主,保护原生生境,促进天然更新;同时通过人工采种繁育幼苗,定植到原生境,复壮野外种群;此外,还需加强对种子到幼苗动态变化的研究,探索种群更新的内在影响机制。

4 结论

根据野外调查及文献资料记录,元江蚬木属于典型的元江干热河谷局部地段的狭域特有种,是云

南省北热带干热河谷地区原生季雨林的建群种,呈零星或小片断状分布。元江蚬木群落维管束植物83种,隶属39科69属,群落季相变化明显,落叶树种较多,生活型以高位芽植物为主,其次是地上芽植物,植被类型为季雨林中的落叶季雨林,群系划分为元江蚬木-厚皮树林、元江蚬木-清香木林以及元江蚬木-白皮乌口树林。元江蚬木种群整体结构呈稳定型,但是,增长型、稳定型和衰退型结构在不同分布地点均存在。实生苗和萌枝是元江蚬木种群更新的主要方式,不同分布地点幼苗和幼树数量差异较大,生境干旱和人为干扰是影响种群更新的主要原因。

参考文献:

- [1] Whipple S A, Dix R L. Age structure and successional dynamics of a Colorado subalpine forest [J]. *American Midland Naturalist*, 1979, 101(1): 142-158.
- [2] Taylor A H, Halpern C B. The structure and dynamics of *Abies magnifica* forests in the southern Cascade Range, USA [J]. *Journal of Vegetation Science*, 1991, 2: 189-200.
- [3] 吴晓菁, 郑 豫, 马克平. 北京东灵山地区辽东栎、大叶白蜡和五角枫种群分布格局与动态 [J]. *植物学报: 英文版*, 2002, 44(2): 212-223.
- [4] Holeksa J, Saniga M, Szwagrzyk J, et al. Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Pol' ana biosphere reserve, Central Slovakia [J]. *European Journal of Forest Research*, 2007, 126(2): 303-313.
- [5] 郎学东, 苏建荣, 张志钧, 等. 濒危植物篦子三尖杉的群落特征 [J]. *林业科学研究*, 2011, 24(6): 727-735.
- [6] 张华雨, 宗秀虹, 王 鑫, 等. 濒危植物小黄花茶种群结构和生存群落特征研究 [J]. *植物科学学报*, 2016, 34(4): 539-546.
- [7] 马晨晨, 代 俊, 肖之强, 等. 极小种群物种云南肉豆蔻的群落结构及其种群现状 [J]. *广西植物*, 2017, 37(6): 783-790.
- [8] 吴征镒, 周浙昆, 孙 航, 等. 种子植物分布区类型及其起源和分化 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006.
- [9] 汪 松, 解 焱. 中国物种红色名录 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [10] Hsu Y C, Zhuge R. *Burretiodendron kydiifolium* Y. C. Hsu & R. Zhuge [J]. *Journal of the Arnold Arboretum*, 1990, 71: 371-378.
- [11] 吴征镒, 等. 云南植物志. 第六卷, 种子植物 [M]. 北京: 科学出版社, 1995: 426.
- [12] Tang Y A. Floral morphology and embryo sac development in *Burretiodendron kydiifolium* Y. C. Hsu et R. Zhuge (Tiliaceae) and their systematic significance [J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1998, 128(2): 149-158.
- [13] 唐 亚, 谢嘉穗, 高 辉. 锦葵目蚬木属和柄翅果属的木材解剖学研究及其系统学意义 [J]. *植物分类与资源学报*, 2005, 27(3): 235-246.
- [14] 高 辉, 唐 亚, 张立芸. 蚬木的大孢子发生与胚囊发育兼论蚬木属的系统亲缘 [J]. *植物分类学报*, 2006, 44(5): 538-550.
- [15] 吴征镒, 朱彦丞. 云南植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [16] 朱 华. 元江干热河谷肉质多利灌丛的研究 [J]. *植物分类与资源学报*, 1990, 12(3): 301-310.
- [17] 杨登满. 浅谈元江干热河谷地区的人工造林 [J]. *西部林业科学*, 1987(4): 15-17.
- [18] 杜自亮. 元江干热河谷山地植被类型调查与恢复措施 [J]. *环境科学导刊*, 2005, 24(增刊): 1-73.
- [19] 孙玺雯, 杜 凡, 王 娟. 元江县干热河谷季雨林群落特征研究 [J]. *西南林业大学学报*, 2008, 28(1): 6-11.
- [20] Raunkiaer C. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography* [M]. The Clarendon Press, 1934.
- [21] Curtis J T, McIntosh R P. An upland forest continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin [J]. *Ecology*, 1951, 32(3): 476-496.
- [22] 曲仲湘, 文振旺, 朱克贵. 南京灵谷寺森林现况的分析 [J]. *植物生态学报: 英文版*, 1952(1): 18-49.
- [23] 李先琨, 苏宗明, 向悟生, 等. 濒危植物元宝山冷杉种群结构与分布格局 [J]. *生态学报*, 2002, 22(12): 2246-2253.
- [24] 王立龙, 王 亮, 张丽芳, 等. 不同生境下濒危植物裸木种群结构及动态特征 [J]. *植物生态学报*, 2015, 39(10): 980-989.
- [25] Dimobe K, Wala K, Dourma M, et al. Disturbance and population structure of plant communities in the wildlife reserve of Oti-Mandouri in Togo (West Africa) [J]. *Annual Review & Research in Biology*, 2014, 4(15): 2501-2516.
- [26] 郭泉水, 江 洪, 徐 庆. 中国主要森林群落的植物生活型谱与气候因子的统计数学模型及环境解析 [J]. *植物生态学报*, 1999, 23(增刊): 1-10.
- [27] 吴征镒. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [28] Tredici P D. Sprouting in temperate trees: A morphological and ecological review [J]. *Botanical Review*, 2001, 67(2): 121-140.
- [29] 何 东, 魏新增, 李连发, 等. 神农架山地河岸带连香树的种群结构与动态 [J]. *植物生态学报*, 2009, 33(3): 469-481.
- [30] 王希华, 严 晓, 闫恩荣, 等. 天童几种常绿阔叶林优势种在砍伐后萌枝更新的初步研究 [J]. *植物科学学报*, 2004, 22(1): 52-57.
- [31] Tredici P D. Sprouting in temperate trees: A morphological and ecological review [J]. *Botanical Review*, 2001, 67(2): 121-140.
- [32] 张 松, 唐 亚, 王 静, 等. 凹叶木兰萌枝更新及其在物种保存中的意义 [J]. *西北植物学报*, 2010, 30(4): 769-775.
- [33] Roth E R, Hepting G H. Prediction of butt rot in newly regenerated sprout oak stands [J]. *Journal of Forestry*, 1969, 67(10): 756-760(5).
- [34] Akiko Sakai, Takeshi Ohsawa, Masahiko Ohsawa. Adaptive significance of sprouting of *Euptelea polyandra*, a deciduous tree growing on steep slopes with shallow soil [J]. *Journal of Plant Research*, 1995, 108(3): 377-386.
- [35] 刘方炎, 张志翔, 王小庆, 等. 生境异质性对金沙江干热河谷锥连栎天然更新幼苗早期生长的影响 [J]. *应用与环境生物学报*, 2011, 17(3): 338-344.
- [36] 李小双, 彭明春, 党承林. 植物自然更新研究进展 [J]. *生态学杂志*, 2007, 26(12): 2081-2088.
- [37] 刘万德, 苏建荣, 徐崇华, 等. 濒危植物藤枣的生境与种群结构特征 [J]. *林业科学研究*, 2017, 30(1): 37-144.

(责任编辑: 彭南轩)