

DOI: 10.11913/PSJ.2095-0837.24133

CSTR: 32231.14.PSJ.2095-0837.24133

李建伟, 杜凡, 杨健明, 原日强, 石明. 滇中地区平当树群落特征研究[J]. 植物科学学报, 2025, 43 (4): 463-471

Li JW, Du F, Yang JM, Yuan RQ, Shi M. Study on the community characteristics of *Paradombeya sinensis* Dunn in central Yunnan, China[J]. *Plant Science Journal*, 2025, 43 (4): 463-471

滇中地区平当树群落特征研究

李建伟^{1,2}, 杜凡¹, 杨健明¹, 原日强¹, 石明^{1,2*}

(1. 西南林业大学林学院, 昆明 650224; 2. 西南林业大学竹藤科学研究院/丛生竹工程技术研究中心, 昆明 650224)

摘要: 为探明平当树 (*Paradombeya sinensis* Dunn) 的群落特征, 本文以己衣大裂谷新发现的平当树群落为研究对象, 通过设置样方来调查分析群落的种类组成、区系成分和种群特性。结果显示: (1) 平当树零星间断分布于金沙江及其支流的干热河谷区域; (2) 平当树群落科属的分布区类型以热带为主, 种的分布类型以温带为主; (3) 平当树开花结实率较高, 但由于其起源特殊, 加之自身特性和生境的影响, 导致其幼苗极少; (4) 平当树的种群年龄结构呈上升-下降的特征, I 级 (更新苗) 占比最小, 表明种群的更新能力较差。调查区域是目前平当树分布海拔最高、面积最大、株数最多且保存较为完好的地区, 区域内种群年龄结构属于增长型, 且接近于稳定型, 推测该区域是平当树的适宜生境。

关键词: 平当树; 群落; 种群; 濒危; 年龄结构

中图分类号: Q949.757.5

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837 (2025) 04-0463-09

Study on the community characteristics of *Paradombeya sinensis* Dunn in central Yunnan, China

Li Jianwei^{1,2}, Du Fan¹, Yang Jianming¹, Yuan Riqiang¹, Shi Ming^{1,2*}

(1. College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Institute of Bamboo and Rattan Engineering Research Center of Sympodial Bamboo, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: This study characterized the community structure and population dynamics of *Paradombeya sinensis* Dunn based on a newly discovered population in the Jiyi Grand Canyon. Quadrat-based surveys were conducted to analyze species composition, floristic elements, and population traits. Results indicated that: (1) *P. sinensis* occurred sporadically and discontinuously across dry-hot valley systems along the Jinsha River and its tributaries. (2) The families and genera within the *P. sinensis* community were predominantly of tropical biogeographic origin, while species distribution patterns corresponded more closely to temperate zones. (3) Although *P. sinensis* displayed high flowering and fruiting rates, seedling recruitment was severely limited, likely constrained by its unique evolutionary history, specialized habitat requirements, and intrinsic biological characteristics. (4) The population exhibited a “growth-decline” age structure, with seedlings (Class I) representing the smallest cohort, indicating critically poor population regeneration. The Jiyi Grand Canyon population represents the largest, highest-elevation, most densely clustered, and least disturbed *P. sinensis* community currently known. Its demographic profile, indicative of a developing population nearing structural stability, suggests that this habitat offers optimal ecological conditions for species persistence.

Key words: *Paradombeya sinensis*; Community; Population; Endangered; Age structure

收稿日期: 2024-05-25, 接受日期: 2024-07-19。

基金项目: 云南省基础研究专项重大项目 (202101BC070002)。

作者简介: 李建伟 (1997-), 男, 博士研究生, 研究方向为植物多样性保护与利用 (E-mail: 535948522@qq.com)。

* 通信作者 (Author for correspondence. E-mail: 497445471@qq.com)。

平当树 (*Paradombeya sinensis* Dunn) 是梧桐科平当树属 (*Paradombeya*) 落叶灌木, 为我国特有植物, 其数量稀少, 仅零星分布于金沙江流域河谷, 被列为国家 II 级重点保护野生植物^[1], 同时被世界自然保护联盟确定为濒危 (EN) 植物^[2], 具有极高的保护和科研价值。1902 年, 平当树由英国植物分类学家 Dunn 在中国发现并发表。1993 年和 2003 年, 唐亚^[3]、徐颂军和徐祥浩^[4]分别对平当树属的系统分类位置进行了研究。2017 年, 马晨晨等^[5]对云南东北部平当树种群的现状及其保护进行了研究。总体而言, 目前对平当树展开的相关基础研究依然极少, 仅有少量较为陈旧的文献资料。

2020 年 10 月, 作者对云南楚雄州武定县进行植物资源考察时, 在己衣大裂谷发现了平当树滇中新分布点, 面积约有 1 km², 主要沿河谷分布于石灰岩崖壁上, 是目前所记录到的平当树最大野生种群, 其数量估测有上千株, 形成了以平当树为优势种的较大面积的灌丛群落。本文基于前期对己衣大裂谷平当树群落的野外调查, 结合相关文献和标本记录, 归纳和分析了平当树的地理分布、群落和种群特征, 旨在深入了解平当树种群的生存现状, 探讨其适生环境, 为今后平当树的深入研究和有效保护提供科学依据。

1 研究区概况

研究区位于武定县的己衣大裂谷 (26.080 7~26.162 7°N, 102.247 4~102.259 3°E), 海拔 862~2 956 m, 为金沙江东南岸的一条支流, 地势从东向河谷倾斜, 山体高大, 河谷深切, 生境干燥, 岩石类型为石灰岩, 河谷谷底至平面高差约 400 m。由于陡峭地形的限制, 除了通道两侧平当树受影

响较大外, 其余区域基本不受人影响。

2 研究方法

2.1 样方设置及调查

2020 年 11 月和 2021 年 9 月, 作者对调查区域内的平当树群落进行了两次专题调查, 由于地形限制, 设置样方存在一定的难度, 因此调查时共设置了 6 个 10 m×10 m 的样方。记录样方环境因子 (海拔、坡度、坡向、土壤等) 和人为干扰程度。调查时对样方内的乔木进行每木检尺, 同时记录灌木、草本和层间层物种种类、数量、盖度、高度等, 并详细记录调查样方内平当树的株数、物候和幼苗更新情况 (表 1)。

2.2 分析方法

2.2.1 重要值计算

群落内各层重要值 (Importance value, IV) 的计算公式如下:

$$\text{乔木层重要值} = (\text{RD} + \text{RF} + \text{RP}) / 3^{[6]}$$

$$\text{灌木层、草本层以及层间层重要值} = (\text{RD} + \text{RF} + \text{RC}) / 3^{[7]}$$

式中, RD 为相对多度; RF 为相对频度; RP 为相对优势度; RC 为相对盖度。

2.2.2 绘制分布图

根据文献记载、标本以及作者野外调查资料, 确定平当树分布点, 使用 ArcGIS 软件进行分布图的绘制。

2.2.3 种群结构特征

平当树为生长缓慢的丛生状灌木种类, 基径差异较小, 很难用其基径大小推断年龄。因此, 本文参照杨锦超等^[8]用高度级代替龄级来划分狭叶罗伞 (*Brassaiopsis angustifolia* K. M. Feng) 的方法, 并结合实际, 将平当树划分为 5 个高度级,

表 1 调查样方的基本情况
Table 1 Basic information of survey plots

样方 Plot	海拔 Altitude / m	坡度 Slope / °	坡向 Aspect	株 (丛) 数 Number (clusters) of plants	杆数 Number of poles	实生苗 Seedlings	地貌特征 Terrain feature
P1	1 877	40~50	东	16	9	1 株	步行道旁, 干燥
P2	1 865	30~35	东北	6	48	-	瞭望台旁, 干燥
P3	1 902	60~70	西南	23	66	-	步行道旁, 干燥
P4	1 886	60~70	西南	13	43	-	步行道旁, 干燥
P5	1 913	60~65	南	11	35	-	步行道旁, 干燥
P6	1 600	35~45	北	9	30	8 株	沟管内, 较湿润

分别为：Ⅰ级（更新苗） $H < 0.5$ m；Ⅱ级（幼龄） $0.5 \text{ m} \leq H < 1$ m；Ⅲ级（小龄） $1 \text{ m} \leq H < 1.5$ m；Ⅳ级（中龄） $1.5 \text{ m} \leq H < 2$ m；Ⅴ级（成年） $2 \text{ m} \leq H < 2.5$ m；Ⅵ级（大树） ≥ 2.5 m。

3 结果与分析

3.1 地理分布

根据以往相关文献和标本记载描述^[9-11]以及野外调查结果，发现平当树主要分布于金沙江及其支流的干热河谷区域，共8个县，17个分布点，其中，仅屏山县1个分布点位于四川省境内，其余均在云南省（图1）。

3.2 群落特征及区系构成

研究区内平当树的最高分布海拔可达1900 m，岩石裸露度达60%以上，坡度 $30^\circ \sim 85^\circ$ 。群落乔木层物种稀少，结构相对简单，是典型的金沙江流域干热河谷灌丛，其中平当树植株呈丛状生长。

3.2.1 物种组成

本次调查共记录维管植物71科156属177种，其中，蕨类植物6科7属7种，种子植物65科149属170种，包括裸子植物1科2属2种和被子植物64科147属168种（表2）。所含种数较多的有禾本科（18种）、菊科（15种）、蝶形花

科（8种）、爵床科（6种）和蔷薇科（6种）。

3.2.2 数量特征

群落乔木层稀少，盖度2%~10%，仅有2种，即皮哨子（*Sapindus delavayi* (Franch.) Radlk.）及云南梧桐（*Firmiana major* (W. W. Smith) Hand-Mazz.），重要值分别为65.46和34.54，高5~8 m，胸径6~10 cm（表3）。

灌木层盖度40%~75%，共67种，高0.1~3.5 m，以平当树和云南山蚂蝗（*Desmodium yunnanense* Franch.）为优势，重要值分别为28.18和17.88，其余重要值较大的还有灰毛蕨（*Caryopteris forrestii* Diels）（10.27）、七里香（*Buddleja asiatica* Lour.）（5.81）及石柿（*Diospyros dumetorum* W. W. Sm.）（3.93）等。

草本层盖度10%~40%，多度为82，重要值前5位分别为透茎冷水花（*Pilea pumila* (L.) A. Gray）（13.81）、荩草（*Arthraxon hispidus* Thunb. Makino）（9.86）、黄茅（*Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv. ex Roemer & Schult.）（8.88）、硬秆子草（*Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus in Lecomte）（7.45）及芸香草（*Cymbopogon distans* (Nees ex Steud.) Will. Watson）（5.45）。

层间层植物共计26种，其中，滇黔黄檀

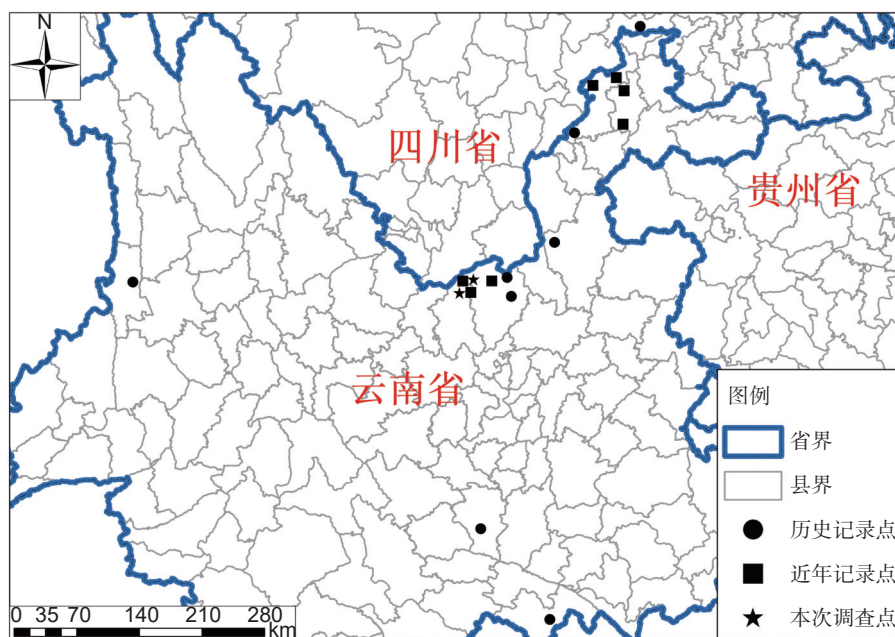


图1 平当树的地理分布图

Fig. 1 Geographic distribution of *Paradombeya sinensis*

表 2 平当树群落物种组成
Table 2 Species composition of *Paradombeya sinensis* community

分类群 Taxonomic group	科 Family	属 Genus	种 Species	占总种数比例 Proportion of total species / %
蕨类植物	6	7	7	3.95
裸子植物	1	2	2	1.13
种子植物	57	121	139	78.53
双子叶植物	7	26	29	16.38
单子叶植物				
维管植物合计	71	156	177	

表 3 群落内各层次植物重要值前 5 物种
Table 3 Top five community species based on importance values

层次 Layer	物种 Species	相对多度 RD / %	相对频度 RF / %	相对优势度 RP / %	相对盖度 RC / %	重要值 IV / %
乔木层	云南梧桐 <i>Firmiana major</i> (W. W. Smith) Hand.-Mazz.	62.50	50.00	83.89	-	65.46
	皮哨子 <i>Sapindus delavayi</i> (Franch.) Radlk.	37.50	50.00	16.11	-	34.54
	平当树 <i>Paradombeya sinensis</i> Dunn	29.99	10.34	-	44.22	28.18
	云南山蚂蝗 <i>Desmodium yunnanense</i> Franch.	18.74	10.34	-	24.57	17.88
灌木层	灰毛蕨 <i>Caryopteris forrestii</i> Diels	14.09	6.90	-	9.83	10.27
	七里香 <i>Buddleja asiatica</i> Lour.	5.25	6.90	-	5.27	5.81
	石栎 <i>Diospyros dumetorum</i> W. W. Sm.	2.25	6.90	-	2.65	3.93
	透茎冷水花 <i>Pilea pumila</i> (L.) A. Gray	26.49	3.74	-	11.19	13.81
草本层	荩草 <i>Arthraxon hispidus</i> Thunb.	6.26	3.74	-	19.57	9.86
	黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv. ex Roemer & Schult.	9.60	4.67	-	12.36	8.88
	硬秆子草 <i>Capillipedium assimile</i> (Steud.) A. Camus in Lecomte	14.13	3.74	-	4.47	7.45
	芸香草 <i>Cymbopogon distans</i> (Nees ex Steud.) Will. Watson	5.12	4.67	-	6.54	5.45
	滇黔黄檀 <i>Dalbergia yunnanensis</i> Franch.	34.72	18.18	-	56.39	36.43
	何首乌 <i>Fallopia multiflora</i> Franch.	24.31	9.09	-	25.58	19.66
层间层	通光散 <i>Marsdenia tenacissima</i> (Roxb.) Moon	13.19	3.03	-	3.84	6.69
	云南鸡矢藤 <i>Paederia yunnanensis</i> (H. Lév.) Rehder	7.64	3.03	-	6.78	5.82
	铁线莲 <i>Clematis florida</i> Thunb.	2.78	9.09	-	1.53	4.47

(*Dalbergia yunnanensis* Franch.) 优势明显, 重要值为 36.43, 其次为何首乌 (*Fallopia multiflora* Franch.) (19.66)、通光散 (*Marsdenia tenacissima* (Roxb.) Moon) (6.69)、云南鸡矢藤 (*Paederia yunnanensis* (H. Lév.) Rehder)

(5.82)、铁线莲 (*Clematis florida* Thunb.) (4.47) 等。

3.2.3 群落区系构成

调查区域内共记录种子植物 65 科 149 属 170 种, 依照《中国被子植物科属综论》^[12] 及

《中国种子植物属的分布区类型》^[13]，对其进行区系分析，65科可划分为5个分布区类型和3个变型，149属可划分为13个分布区类型和11个变型，170种可划分为10个分布区类型和11个变型（表4）。从表中可以看出，科及属具有较为显

著的热带性质，其中，科的热带成分占50.77%，温带成分占10.77%；属的热带成分占51.68%，温带成分占38.26%。而种的地理成分则具有明显的温带性质，温带成分占75.88%，热带成分占23.53%（表4）。该群落中，热带残遗分布类型

表4 己衣大裂谷平当树群落种子植物的科、属、种分布区类型

Table 4 Distribution types of seed plant families, genera, and species in the *Paradombeya sinensis* community

分布区类型 Distribution area type	科数 Family	百分比 Proportion / %	属数 Genus	百分比 Proportion / %	种数 Species	百分比 Proportion / %
1 世界分布	25	38.46	15	10.07	1	0.59
2 泛热带分布	22	33.85	37	24.83	2	1.18
2.1 热带亚洲、大洋洲和中、南美洲（或墨西哥）间断分布			2	1.34		
2.2 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布	4	6.15	2	1.34	3	1.76
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	5	7.69	6	4.03		
4 旧世界热带分布			6	4.03		
4.1 热带亚洲、非洲（或东非、马达加斯加）和大洋洲间断分布			1	0.67		
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	3	4.62	3	2.01	1	0.59
6 热带亚洲至热带非洲分布			9	6.04		
6.1 华南、西南到印度和热带非洲间断分布					4	2.35
7 热带亚洲（印度-马来西亚）分布			8	5.37	3	1.76
7.1 爪哇（或苏门答腊）、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南			2	1.34	7	4.12
7.3 缅甸、泰国至华西南分布			1	0.67	7	4.12
7.4 越南（或中南半岛）至华南（或西南）分布					13	7.65
热带成分合计	33	50.77	77	51.68	40	23.53
8 北温带分布	3	4.62	17	11.41	8	4.71
8.4 北温带和南温带间断分布“全温带”	3	4.62	4	2.68		
8.5 欧亚和南美洲温带间断分布					3	1.76
8.6 地中海、东亚、新西兰和墨西哥-智利间断分布	1	1.54	1	0.67		
9 东亚和北美洲间断分布			4	2.68		
10 旧世界温带分布			4	2.68	1	0.59
10.1 地中海区、西亚（或中亚）和东亚间断分布			3	2.01		
10.2 地中海区和喜马拉雅间断分布			2	1.34		
10.3 地中海区至温带-热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布			1	0.67		
11 温带亚洲分布			2	1.34		
13.2 中亚至喜马拉雅和我国西南分布					8	4.71
14 东亚分布			5	3.36	6	3.53
14.1 中国-喜马拉雅分布			7	4.70	29	17.06
14.2 中国-日本分布					1	0.59
15 中国特有分布			7	4.70	41	24.12
15.1 金沙江流域特有分布					12	7.06
15.2 云南特有分布					5	2.94
16 栽培、逸生					10	5.88
17 外来植物					5	2.94
温带统计	7	10.77	57	38.26	129	75.88
总计	65	100.00	149	100.00	170	100.00

中国-喜马拉雅分布、中亚至喜马拉雅和华西南分布的物种各有 29 和 8 种，分别占群落种数的 17.06% 和 4.71%，表明植物区系受古地中海退却后的影响较大。另外，7 型及其变型占群落物种数的 17.65%，表明研究区内植物从古热带第三纪蜕变的热带亚洲区系子遗成分较多，反映了一定的原始性和古老性。

3.3 平当树种群特征

3.3.1 开花结实情况

调查结果表明，平当树 9 月开花并结实，11 月果实开始成熟。花序生于叶腋，由 5~7 朵花组成；蒴果圆球形，2 瓣，每瓣含 1 粒种子。平当树的野外坐果率较高，接近 100%，基本上每朵花都能形成果实。平当树的种子主要依靠重力和风力进行传播，一部分成熟后掉落的种子顺流水移动，在下游区域萌发；另一部分种子则随风飘动，落至裂谷的崖壁和灌丛中进行更新生长（图 2）。

3.3.2 种群更新状况

调查区域平当树野生种群的开花结实量较大，但其自然更新率极低。6 个样方中共记录平当树约 80 丛，231 杆，其中，实生苗仅 9 株，占

11.25%，已衣大裂谷 5 个分布点（P1~P5）内仅有 1 株，在 P6 样方中则记录到 8 株（表 1）。裂谷十分干燥，岩石出露较多且土层极薄，平当树的自然更新受限。而 P6 位于裂谷下游的沟箐中，旁边有流水，湿度较高，平当树的更新较好。

3.3.3 种群年龄结构

统计结果显示，样方内平当树不同高度级（龄级）呈现出先上升后下降的年龄结构特征。如图 3 所示，I 级的占比最小（3.90%），表明种群更新较差，II~VI 龄级的占比分别为 20.78%、28.57%、18.61%、15.15% 和 12.99%。

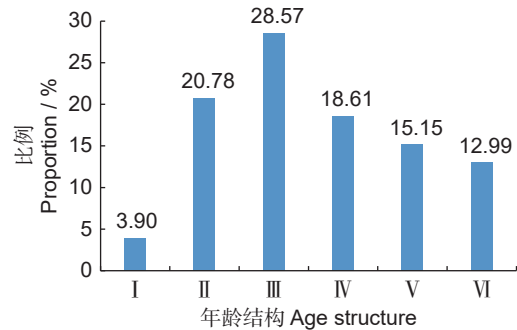
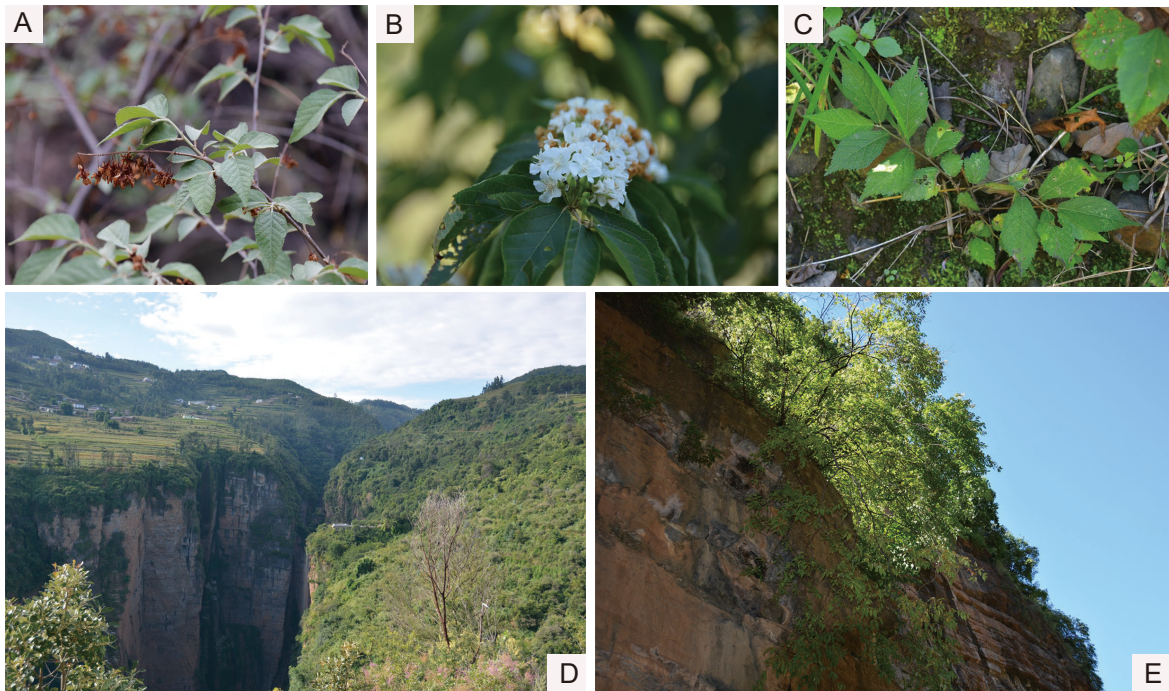


图 3 平当树种群的年龄结构
Fig. 3 Age structure of *Paradombeya sinensis* population



A: 结实; B: 开花; C: 实生苗; D: 生境; E: 挂壁而生的植株。

A: Fruiting; B: Flowering; C: Live seedling; D: Habitat; E: Wall-hanging plant.

图 2 已衣大裂谷平当树的生长情况

Fig. 2 Growth of *Paradombeya sinensis* in the Jiayi Grand Canyon

4 讨论

4.1 地理分布特征

据资料^[9-11]记载,平当树主要分布于金沙江及其支流的干热河谷区域,海拔280(四川屏山县)~1500 m(云南泸水县)。我们发现,己衣大裂谷的平当树分布海拔为1600~1900 m,不仅是目前所记录到的最高分布海拔,也是面积最大的野生种群,因此推测该区域是平当树的适宜生境。由于己衣大裂谷的峡谷面生境过于干燥,平当树退缩于较湿润的峡谷之中,并通过物种竞争取得了优势地位,因而大裂谷成为了平当树的天然保存库。

综上所述,根据原有资料及实地调查结果,我们推测平当树适宜生境应具有以下特征:金沙江及其支流干热河谷区域,植被类型为干热河谷灌丛;海拔280~1900 m,适宜海拔为1600~1900 m;土壤需要一定的湿润程度。

4.2 群落物种多样性特征及其区系分析

平当树群落的物种组成稀少,结构相对简单,是典型的金沙江流域干热河谷灌丛。群落区系构成分析结果表明,群落内物种从古热带第三纪蜕变的热带亚洲区系子遗成分较多,反映了一定的原始性和古老性^[14]。根据《中国被子植物科属综论》^[12]记录,早期在古地中海开启以前,平当树属可能已在古南大陆邻近古北大地区即“康滇古陆”分化,其分布形式与金沙江、红河的河流袭夺有关,并进一步发展于分裂的古南大陆中部。“康滇古陆”是元古代形成的褶皱山系与横断山脉、云贵高原为一体,至晚白垩纪和第三纪发生的喜马拉雅抬升运动,及古地中海的退却,该大陆都没有受到海浸,并成为中国西南陆地生物演化的舞台。也就是说,从第三纪以来,“康滇古陆”的地质和地理、气候状况已相对稳定,因此保留了许多原始和古老的植物类群^[15-17]。而随着青藏高原和云南高原的进一步抬升隆起,原来早生的地中海成分分化形成了中亚成分、地中海-西亚-中亚成分、北温带成分、中国-喜马拉雅成分等,并出现了间断、残遗现象^[18,19]。群落内中国-喜马拉雅成分共29种,占总种数的17.06%,表明群落为古地中海退却后的残余类型。综上,平当树起源于较为古

老的“康滇古陆”,后由于高原的抬升隆起,为其提供了屏障保护作用,降低了冰川的影响,使得平当树在金沙江流域内得以保存,这可能也是造成平当树间断零星分布的关键因素。

4.3 平当树种群的更新特征及其年龄结构

平当树开花结实量较大,但其实生苗极少。马晨晨等^[5]对滇东北平当树群落进行调查,6个样方也仅调查到9株实生苗,更新现状十分令人担忧,与本研究结果一致。平当树野外更新较差可能有几个方面的原因。首先是特殊生境的影响,对于自然更新的植物物种来说,土壤基质对其生长起着重要作用,如保水保肥、支撑和固定植物以及为植物生长提供养分等,直接影响植物的种子萌发与幼苗生长^[20,21]。本次调查区域位于大裂谷中,土层极薄,岩石出露达60%,无法为平当树的更新生长提供充足的土壤基质,导致种群更新困难,在调查中也发现很多平当树都是在石缝中着生,有的甚至挂崖壁生长。其次,受干燥的峡谷环境影响,种子无法获得充足的水分进行萌发生长。水分是种子萌发的必要条件,种子萌发时的含水率明显高于贮藏期间的含水率^[22]。调查发现,平当树在湿度较大的沟管中更新较好,而在干燥峡谷中的更新很差,表明平当树更新需要一定的水分。第三,受其开花结实季节的影响,平当树于8月开花,11月中旬结实,期间温度开始下降,外加生境干燥,植株会在种子形成过程中出现落叶现象,导致种子无法成熟,就算部分果实可以形成种子,但是落到谷底后无法耐受低温,不能存活到来年春季,导致种子不能正常萌发。此外,受种子特性的影响。平当树种子成熟后如米粒大小,主要靠风力和重力传播,加之群落位于峡谷内,种子散布范围有限。

根据种群的年龄结构,一般将种群划分为增长型、稳定型和衰退型^[23]。本文通过实地调查发现,平当树主要从Ⅳ级(中龄)以上年龄开始开花,因此样方内的Ⅰ级(更新苗)、Ⅱ级(幼龄)和Ⅲ级(小龄)并不具有繁殖能力,属于未成年植株,这3个龄级总比例为53.25%,表明平当树种群属于增长型并接近于稳定型,进一步说明该区域为平当树较为适宜的生境。虽然平当树年龄结构属于增长型并接近于稳定型,但其仅零星分布于金沙江流域,生境较为恶劣,Ⅰ级植株极少,种群更

新困难, 因此依然面临濒危境地。

4.4 平当树种群受威胁的其他因素分析

人类活动也是威胁平当树种群结构的重要因素。本次调查区域虽位于大裂谷中, 但目前大裂谷已初步开发成为旅游景区, 并已建成游客通道, 随着游客的逐年增多, 对本区平当树种群造成了一定的威胁, 调查过程中也发现在通道附近的平当树受人为修枝及采伐的影响较大。另外, 人们的过度开荒导致了平当树生境的破坏。在调查区域内, 仅在峡谷内及下游的部分崖壁及陡坡附近发现有平当树分布, 而一些相对平缓空旷肥沃的地带则被附近村民开垦种植。马晨晨等^[5]的调查也发现, 滇东北平当树不仅生境受人为破坏严重, 其种群也受砍伐、放牧等的影响, 表明人类活动也是威胁平当树种群的一个重要因素。姚志等^[24]对中国 28 种极小种群一级保护野生植物的种群特征及其濒危的内生原因和受威胁因素进行分析发现, 人为干扰、自然灾害等因素导致个体数量降低, 工程建设、旅游开发和过度垦荒等导致的生境破坏或消失使得野生植物种群数量减少, 是极小种群野生植物濒危的主要原因。

其次, 动物的取食可能也是影响平当树种群更新的另一重要原因, 通过访问和实地调查发现, 调查区域内分布有较多的小型鸟类, 会以平当树果实为食, 不仅如此, 还发现有鼠类动物会取食落到地表的平当树种子, 这都大大减少了平当树的种子数量。

峡谷中除了平当树以外, 还分布有另一极小种群物种——云南梧桐, 且还活动着野生猴群。这表明峡谷内的物种多样性程度较高, 保护价值明显, 建议将其设为以平当树为主的保护小区, 为今后平当树种质资源的就地保护和人工繁育工作提供有力支撑, 并设立相关保护动植物的标语, 进行必需的生物资源本底调查, 制定科学合理的旅游规划, 使已衣大峡谷的景观资源和生物多样性资源得到可持续的保护和利用。

参考文献:

- [1] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家重点保护野生植物名录 (2021) [EB/OL]. [2024-02-07]. <https://www.forestry.gov.cn/lyj/1/gkgfxwj/20210907/546058.html>.
- [2] 中华人民共和国生态环境部, 中国科学院. 中国生物多样性红色名录-高等植物卷 (2020) [EB/OL]. [2024-02-07]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk01/202305/t20230522_1030745.html.

- [3] 唐亚. 论平当树属的系统位置 [J]. 植物分类学报, 1993, 31 (4): 297-308.
- Tang Y. On the systematic position of *Paradombeya stapf* [J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1993, 31 (4): 297-308.
- [4] 徐颂军, 徐祥浩. 梧桐科一些属的分类位置探讨 [J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8 (1): 11-16.
- Xu SJ, Xu XH. Comments on the taxonomic position of some genera in Sterculiaceae [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2000, 8 (1): 11-16.
- [5] 马晨晨, 肖之强, 代俊, 侯昭强, 侯淑娜, 杜凡. 濒危植物平当树的种群现状及其保护 [J]. 西部林业科学, 2017, 46 (2): 101-106.
- Ma CC, Xiao ZQ, Dai J, Hou ZQ, Hou SN, Du F. Distribution and conservation of the endangered *Paradombeya sinensis* Dunn [J]. *Journal of West China Forestry Science*, 2017, 46 (2): 101-106.
- [6] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 唐志尧, 贺金生, 等. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范 [J]. 生物多样性, 2009, 17 (6): 533-548.
- Fang JY, Wang XP, Shen ZH, Tang ZY, He JS, et al. Methods and protocols for plant community inventory [J]. *Biodiversity Science*, 2009, 17 (6): 533-548.
- [7] 周赛霞, 彭焱松, 高浦新, 詹选怀, 丁剑敏, 等. 濒危植物狭果秤锤树群落内主要树种的空间分布格局和关联性 [J]. 热带亚热带植物学报, 2019, 27 (4): 349-358.
- Zhou SX, Peng YS, Gao PX, Zhao XH, Ding JM, et al. Spatial pattern and association of main species in endangered plant *Sinojackia rehderiana* community [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2019, 27 (4): 349-358.
- [8] 杨锦超, 杜凡, 石明, 代俊, 宋放. 濒危植物狭叶罗伞形态特征及其群落和种群学研究 [J]. 西南林业大学学报, 2018, 38 (3): 130-136.
- Yang JC, Du F, Shi M, Dai J, Song F. The characteristics of the morphological, community and population of the endangered species *Brassaiopsis angustifolia* [J]. *Journal of Southwest Forestry University*, 2018, 38 (3): 130-136.
- [9] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志第 49 卷, 第 2 分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1984: 179.
- [10] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志 (第 2 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1979: 175.
- [11] 《四川植物志》编辑委员会. 四川植物志 (第 1 卷) [M]. 成都: 四川人民出版社, 1981: 265.
- [12] 吴征镒, 路安民, 汤彦承, 陈之端, 李德铎. 中国被子植物科属综论 [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 57-1071.
- [13] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究, 1991 (S4): 1-139.

- [14] 茶武婧,石明,杜凡,王粤,戴蓉.极小种群云南梧桐的群落特征研究[J].西南林业大学学报,2023,43(3):71-78.
Cha WJ, Shi M, Du F, Wang Y, Dai R. Community characteristics of tiny population *Firmiana major*[J]. *Journal of Southwest Forestry University*, 2023, 43(3): 71-78.
- [15] 李恒.中国珍稀濒危植物——栌菊木区系性质的评价[J].云南植物研究,1995,17(4):401-404.
Li H. Discussion on floristic feature of the rare and endangered compositae plant of China: *Nouelia insignis*[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1995, 17(4): 401-404.
- [16] 陈书坤.绞股蓝属植物的分类系统和分布[J].植物分类学报,1995,33(4):403-410.
Chen SK. A classificatory system and geographical distribution of the genus *Gynostemma* BL. (Cucurbitaceae) [J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1995, 33(4): 403-410.
- [17] 肖荣吾.康滇大陆古裂谷带特征及其演化[J].云南地质,1988,7(3):229-235,237-244.
Xiao RW. The character and evolution of continental paleorift zone in Xikang-Yunnan (Kang-Dian) [J]. *Yunnan Geology*, 1988, 7(3): 229-235, 237-244.
- [18] 孙航,李志敏.古地中海植物区系在青藏高原隆起后的演变和发展[J].地球科学进展,2003,18(6):852-862.
Sun H, Li ZM. Qinghai-Tibet Plateau uplift and its impact on Tethys flora[J]. *Advances in Earth Science*, 2003, 18(6): 852-862.
- [19] 孙航.古地中海退却与喜马拉雅-横断山的隆起在中国喜马拉雅成分及高山植物区系的形成与发展上的意义[J].云南植物研究,2002,24(3):273-288.
Sun H. Tethys retreat and Himalayas-Hengduanshan mountains uplift and their significance on the origin and development of the Sino-Himalayan elements and alpine flora[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2002, 24(3): 273-288.
- [20] 章冰,田乐宇,韦建杏,李莲珠,郑伟.6种基质下琼棕种子的萌发特征[J].园艺与种苗,2023,43(10):1-2,7.
Zhang B, Tian LY, Wei JX, Li LZ, Zheng W. Germination characteristics of *Chuniophoenix hainanensis* seeds in six matrix[J]. *Horticulture & Seed*, 2023, 43(10): 1-2, 7.
- [21] 曾思毅,孙娜,秦雪龙,蔡丽平,梁锋娜,等.不同植生基质配比对宽叶雀稗种子萌发及幼苗生理的影响[J].草业科学,2022,39(5):949-959.
Zeng SY, Sun N, Qin XL, Cai LP, Liang FN, et al. Effects of different plant growing material ratios on seed germination and seedling growth of *Paspalum wettsteinii*[J]. *Pratacultural Science*, 2022, 39(5): 949-959.
- [22] 孙宜,王扬,石青松,包峥炎.温度、光照、水分和储藏时间对3种白鹇梅种子萌发的影响[J].种子,2023,42(6):42-48.
Sun Y, Wang Y, Shi QS, Bao ZY. Effects of temperature, light, water conditions and storage time on seed germination of 3 species of *Exochorda* Lindl.[J]. *Seed*, 2023, 42(6): 42-48.
- [23] 薛建辉.森林生态学[M].北京:中国林业出版社,2006:78-79.
- [24] 姚志,郭军,金晨钟,刘勇波.中国纳入一级保护的极小种群野生植物濒危机制[J].生物多样性,2021,29(3):394-408.
Yao Z, Guo J, Jin CZ, Liu YB. Endangered mechanisms for the first-class protected wild plants with extremely small populations in China[J]. *Biodiversity Science*, 2021, 29(3): 394-408.

(责任编辑:李惠英)