

重庆特有极小种群植物缙云秋海棠 生态位特征研究

郑秋敏, 张 腾, 刘宇飞, 王玉玲, 王 茜, 邓洪平*

(西南大学 生命科学学院, 重庆 400715)

摘 要: 该研究通过对重庆缙云山国家级自然保护区的缙云秋海棠 (*Begonia jinyunensis*) 及其伴生物种所在群落进行实地调查, 并以样地作为一维资源轴, 物种重要值作为生态位计测状态指标, 采用 Levins、Hurlbert、Pianka 公式对缙云秋海棠种群的生态位特征进行分析, 以阐明该群落物种间对资源的利用和竞争关系, 为缙云秋海棠的保护提供依据。结果表明: (1) 在群落中缙云秋海棠的 Levins 和 Hurlbert 生态位宽度均最大, 分别为 6.742 40 和 0.717 80, 表明缙云秋海棠对环境资源的利用能力强, 生态适应幅度也较大。(2) 研究区内缙云秋海棠的伴生物种中生态位宽度 (Ba) 大于 0.3 的 3 种植物为石生楼梯草 (*Elatostema rupestre*)、斜方复叶耳蕨 (*Arachniodes rhomboidea*)、对马耳蕨 (*Polystichum tsus-simense*), 其 Ba 值分别为 0.460 00、0.417 04、0.301 60, 表明缙云秋海棠的 3 个主要伴生种在群落中具有较强的竞争力。(3) 20 个伴生物种中与缙云秋海棠生态位重叠值最高的是石生楼梯草 (0.671 4), 说明缙云秋海棠与石生楼梯具有相似的环境要求, 资源不足时, 两者可能存在比较激烈的竞争, 其中有 12 个伴生物种 (60%) 与缙云秋海棠的生态位重叠值小于 0.5, 群落中大多数物种与缙云秋海棠的生态位重叠值均较低, 说明物种之间对资源的需求不同, 环境适应能力相似度低, 群落中的种间竞争不激烈。研究认为, 缙云秋海棠生态位宽度大, 生境适宜生存, 种间竞争不激烈, 即目前生态位因素不是造成其处于濒危状态的主要原因; 导致缙云秋海棠数量少, 呈现岛屿状分布的主要原因可能是其生境遭到人为破坏。

关键词: 缙云秋海棠; 生态位宽度; 生态位重叠; 种间竞争

中图分类号: Q948.12

文献标志码: A

Niche Study on a Small Population *Begonia jinyunensis* of Endemic Species in Chongqing

ZHENG Qiumin, ZHANG Teng, LIU Yufei, WANG Yuling, WANG Qian, DENG Hongping*

(School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The study investigated the community of *Begonia jinyunensis* and its associated species in Jinyun Mountain National Nature Reserve. With the sample plot as one-dimension resource states and with the importance values as the resource state descriptor of the niche, the niche characteristics of *B. jinyunensis* populations based on the formulae by Levins and Hurlbert for niche breadth and Pianka's niche overlap were measured, which clarified the relationship between the use of resources and competition among the species of the community, providing a basis for the protection of *B. jinyunensis*. The results showed that:

收稿日期: 2018-04-13; 修改稿收到日期: 2018-06-26

基金项目: 科技部国家科技基础平台国家标本平台-教学标本子平台运行服务资助项目 (2005DKA21403-JK); 西南大学本科学生创新基金 (20162102004)

作者简介: 郑秋敏 (1996-), 女, 本科生, 主要从事保护生物学研究。E-mail: minqiuzheng@163.com

* 通信作者: 邓洪平, 博士生导师, 教授, 主要从事植物系统进化与保护生物学研究。E-mail: denghp@swu.edu.cn

(1) the niche breadths of Levins and Hurlbert for *B. jinyunensis* in the community were the highest, 6.744 40 and 0.717 80 respectively, indicating that its ability of using environmental resources was strong and the ecological adaptation range was also large. (2) The niche breadths (Ba) over 0.3 for its associated species were *Elatostema rupestre*, *Arachniodes rhomboidea* and *Polystichum tsus-simense*, 0.460 00, 0.417 04 and 0.301 60 respectively, indicating that the three major associated species of *B. jinyunensis* had stronger competitiveness in the community. (3) Among 20 species, the highest niche overlap with *B. jinyunensis* was *E. rupestre*, 0.671 4, showing they both had similar environmental requirements. When resources were insufficient, there may be fierce competition between them. And 12 species overlapped less than 0.5, occupying 60%. The niche overlaps of most species with *B. jinyunensis* were low, which showed the demand of resources varied and the similarity of environmental adaptability was low among species, indicating the interspecific competition in the community was not intense. According to the research, the niche breadth of *B. jinyunensis* was large, the habitat was suitable for its survival and the competition among species was not intense. The niche factor currently was not the main reason causing it to be endangered. The main reason for the small population of *B. jinyunensis* and the island-like distribution may be its vandalized habitat.

Key words: *Begonia jinyunensis*; niche breadth; niche overlap; interspecific competition

生态位理论与研究应用已成为国内外学者关注的热点之一,有关生态位理论、测度、应用已有了大量的研究^[1]。生态位是研究自然群落中物种共存与竞争机制的重要理论依据^[2],能够量化种间关系和物种与环境之间的相互作用,是评价种间关系以及种群在群落中所处位置的一种重要手段^[3]。自提出以来,生态位广泛应用于种间关系、群落结构、物种多样性保育、群落演替和恢复^[4]、濒危物种评价^[5]等研究。

缙云秋海棠是重庆缙云山国家级自然保护区特有极小种群植物,生长在阴暗潮湿的沟谷或林下环境中^[6]。花大,艳丽,观赏价值极高,但由于游客采挖等原因,缙云秋海棠的数量锐减,呈现出岛屿状濒危状态。本试验在对缙云山 9 个缙云秋海棠群落的草本植物种类、数目、盖度等生态学特征测量的基础上,拟通过生态位研究,阐明该群落物种间对资源的利用和竞争关系,为缙云秋海棠的保护提供理论和实践依据。

1 材料和方法

1.1 研究地概况

缙云山自然保护区位于重庆市北碚区、璧山、沙坪坝的交界处,总面积达 76 km²。29°48′25″~29°51′53″N,106°20′18″~106°24′42″E,属典型的亚热带季风气候,年平均气温 18.3 °C,年降水量为 1 105 mm。自然环境多样,地带性植被保存良好,植物种类丰富、特有性显著、稀有性程度高^[7-8],孕育了包括缙云黄芩、缙云卫矛、作孚茶等在内的 40 多种模式标本植物,缙云秋海棠为其重要的特有极小种群植物。

1.2 研究对象

本试验以缙云秋海棠及其伴生物种所在的群落为研究对象。缙云秋海棠通常在阴暗潮湿地带呈现岛屿状分布。多年生草本,根状茎红褐色,叶片浅绿色至深绿色,掌状复合,小叶 4~6 片,先端尾状渐尖,基部楔形或渐狭成 2~5 mm 的短翅叶柄,背面呈紫红色,疏生硬毛,边缘具羽状突起。托叶红色,宽卵形,早落。花序 10~35 cm,近无毛,花梗 1~4 cm,苞片卵状长圆形,先端锐尖。雄花:花被片 4,白色,外部 2 枚宽卵形,近等长宽,内部 2 枚长圆状倒卵形,雄蕊多数。雌花:花被 5,白色,倒卵形,子房 2 室,中轴胎座,花柱 2,1/2 部分合生。蒴果下垂。七月花期,八月果期^[6]。

1.3 样方设置

采用样方法取样,每个群落中仅研究草本层植物(包括层间植物),采用棋盘格子法并结合种群大小设置 1 m×1 m 小样方若干,调查记录群落中所有草本植物种类、数目、盖度、频度,同时记录各样地的海拔、坡度、坡向、郁闭度、群落类型等生境条件(表 1),各样地在缙云山的具体分布位置如图 1 所示。

1.4 研究方法

1.4.1 重要值计算 根据样方调查记录的草本植物种类,首先计算各样地不同物种的重要值,然后统计出不同种群的重要值,选择重要值大于 0.05 的物种作为本文分析生态位的种群。重要值的计算公式为:

$$IV = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3$$

式中,相对密度(%)=(某个物种的株数/所有物种的株数)×100,相对频度(%)=(某个种出现的

表 1 样地的环境资料

Table 1 Habitat data of sample plots

样地 Plot		海拔 Altitude/m	坡度 Slope/°	坡向 Aspect/°	郁闭度 Crown density	群落类型 Community type
序号 No.	名称 Name					
I	雷氏 A 栋 Leishi Adong	742.0	24.3	78	0.90	EBF
II	雷氏 A 栋 I Leishi A dong I	727.0	27.0	105	0.85	EBF
III	雷氏 A 栋 II Leishi A dong II	736.3	17.5	161	0.90	EBF
IV	雷氏 A 栋 III Leishi A dong III	725.0	18.0	294	0.75	EBF
V	缙云寺 Jinyunsi	724.0	22.5	138	0.60	EBF
VI	良缘山庄 Liangyuan shanzhuang	725.7	15.0	30	0.80	EBF
VII	缙云小学 Jinyun xiaoxue	687.0	20.0	310	0.90	EBF
VIII	泡沫沟 Paomogou	155.0	70.0	230	0.99	EBF
IX	绍龙观 Shaolongguan	532.0	20.0	102	0.95	EBF

注:EBF. 常绿阔叶林;坡向数据是以朝东为起点(即为 0°)逆时针旋转的角度表示,采取 45°为 1 个区间划分等级制的方法,东北坡 22.5°~67.5°,北坡 67.5°~112.5°,西北坡 112.5°~157.5°,西坡 157.5°~202.5°,西南坡 202.5°~247.5°,南坡 247.5°~292.5°,东南坡 292.5°~337.5°,东坡 337.5°~382.5°

Notes: EBF. Evergreen broad-leaved forest; The slope direction data is represented by the angle that rotates counterclockwise starting from the east (that is, 0°), and adopts 45° as a method for dividing the grades. The northeast slope is 22.5°-67.5°, and the north slope is 67.5°-112.5°, northwest slope 112.5°-157.5°, west slope 157.5°-202.5°, southwest slope 202.5°-247.5°, southern slope 247.5°-292.5°, southeast slope 292.5°-337.5° and east slope 337.5°-382.5°

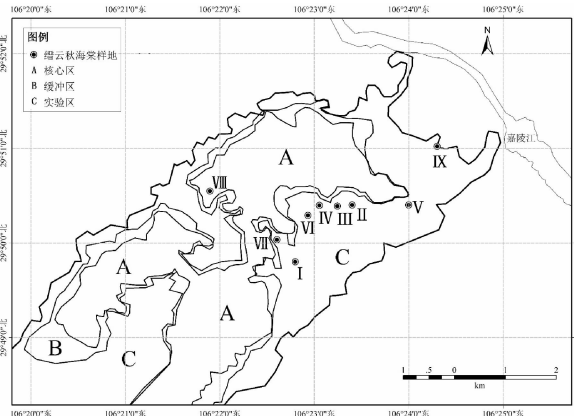


图 1 各样地在缙云山的具体分布位置

Fig. 1 The location of various sample plots in Jinyun Mountain

样方数/所有种出现的样方数之和)×100,相对盖度(%)=(某个种的分盖度/所有种的分盖度之和)×100^[9-10]。

1.4.2 生态位宽度指数 生态位宽度采用 Levins 和 Hurlbert 计测公式。

1)Levins 生态位宽度

$$B_i = \frac{1}{\sum_j^r (n_{ij}/N_i)^2}$$

B_i 是种 i 的生态位宽度, n_{ij} 为种 i 在资源 j 上的优势度(本文即样方中物种的重要值), N_i 为种 i 的总量(本文即种 i 在所有样地的重要值的总和), r

为资源等级数(本文即样地数)。

2)Hurlbert 生态位宽度

$$Ba = \frac{B_i - 1}{r - 1} \quad B_i = \frac{r}{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2}$$

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_j} \quad N_i = \sum_j^r n_{ij}$$

B_i 为生态位宽度, $P_{ij} = n_{ij}/N_i$ 即种 i 在资源位 j 中的重要值占该种在整个资源状态中总重要值的百分数, n_{ij} 是种 i 在资源 j 上的优势度(本文即样地中物种的重要值), r 为资源等级数(样地数)。该方程的值域为[0,1]。

1.4.3 生态位重叠指数 Pianka 生态位重叠

$$NO = \frac{\sum_{j=1}^r (n_{ij} \times n_{kj})}{\sqrt{\sum_{j=1}^r n_{ij}^2 \times \sum_{j=1}^r n_{kj}^2}}$$

NO 为生态位重叠值, n_{ij} 和 n_{kj} 为种 i 和 k 在资源 j 上的优势度(本文即样方中物种的重要值)。

2 结果与分析

2.1 重要值特征

根据缙云秋海棠所在的 9 个群落的样地资料,计算了样地中所有草本植物种类的重要值。表 2 中列出了研究区 9 个样地中重要值总和位于前 21 的主要草本植物。表 2 显示,缙云秋海棠的重要值最大,各样地除样地 III 之外,缙云秋海棠的重要值都位

表 2 21 个物种在 9 个样地的重要值

Table 2 The importance values of the 21 species in 9 sample plots/%

编号 No.	物种 Species 种名 Name	样地 Sample plot									合计 Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1	缙云秋海棠 <i>Begonia jinyunensis</i>	4.7	17.4	1.8	8.4	21.4	9.3	8.6	15.1	23.7	110.4
2	石生楼梯草 <i>Elatostema rupestre</i>	12.4	—	6.9	5.3	—	4.3	19.7	6.8	28.9	84.3
3	斜方复叶耳蕨 <i>Arachniodes rhomboidea</i>	11.3	15.8	4.9	—	5.4	4.8	2.5	—	—	44.6
4	异药花 <i>Fordiophyton faberi</i>	7.7	—	0.8	—	—	0.8	4.7	—	—	14.0
5	常春藤 <i>Hedera sinensis</i>	6.5	0.7	0.9	—	2.3	0.7	—	—	—	11.1
6	竹叶草 <i>Oplismenus compositus</i>	—	15.2	—	7.2	—	—	—	8.8	—	31.3
7	过路黄 <i>Lysimachia christinae</i>	0.1	10.3	0.4	—	—	1.3	—	—	—	12.2
8	大叶仙茅 <i>Curculigo capitulata</i>	0.1	9.9	—	4.1	—	—	0.7	—	—	14.9
9	对马耳蕨 <i>Polystichum tsus-simense</i>	1.6	9.5	3.4	0.8	1.8	1.5	0.9	—	—	19.4
10	蝴蝶花 <i>Iris japonica</i>	3.9	—	39.5	27.6	12.8	7.4	0.7	—	—	91.9
11	寒莓 <i>Rubus buergeri</i>	3.1	—	8.9	12.8	—	4.3	0.9	—	—	30.0
12	纤细半朔苣苔 <i>Hemiboea gracilis</i>	—	—	—	—	15.1	—	—	—	—	15.1
13	透茎冷水花 <i>Pilea pumila</i>	—	—	0.6	—	10.5	0.8	13.0	25.0	—	49.9
14	棠叶悬钩子 <i>Rubus maliifolius</i>	1.7	—	0.2	—	0.4	5.1	—	—	—	7.4
15	狗脊 <i>Woodwardia japonica</i>	2.0	—	0.5	—	—	3.0	1.4	11.9	—	18.8
16	金星蕨 <i>Parathelypteris glanduligera</i>	0.1	—	1.0	—	—	1.7	—	7.7	—	10.5
17	山莓 <i>Rubus corchorifolius</i>	0.3	—	1.7	0.7	—	1.5	—	7.7	—	11.9
18	高粱泡 <i>Rubus lambertianus</i>	—	—	—	—	—	—	—	7.0	—	7.0
19	木莓 <i>Rubus swinhoei</i>	—	—	—	—	—	—	—	5.9	—	5.9
20	肾蕨 <i>Nephrolepis auriculata</i>	0.1	—	—	—	—	0.9	—	—	31.4	32.4
21	深绿卷柏 <i>Selaginella doederleinii</i>	—	—	—	—	—	—	0.3	—	16.0	16.4

注:“—”表示该物种在该样地中不存在

Note: “—” indicates that the species does not exist in this plot

居前 4,是所在草本群落中的优势种群之一。其中,高居前 5 的物种还有蝴蝶花 (*Iris japonica*)、石生楼梯草、透茎冷水花 (*Pilea pumila*)、斜方复叶耳蕨,它们在群落环境的形成中起着重要作用。

2.2 生态位宽度

生态位宽度用于衡量植物种群对环境资源利用状况的尺度,物种生态位宽度的大小决定于其对资源的利用和对环境适应能力^[11]。种群生态位宽度越大,则表明它生态适应能力强,利用环境资源能力强^[12]。应用 Levins 和 Hurlbert 两种生态位宽度公式计算缙云秋海棠群落中主要草本植物的生态位宽度,其测度结果基本一致(表 3),皆以缙云秋海棠的生态宽度为最大,分别为 6.742 40 和 0.717 80。

从不同群落生态位宽度值的分布情况看(图 2), $0 \leq Ba \leq 0.1$ 的物种占有优势种的 33.3%,所

占比例最大,其中木莓、高粱泡、纤细半朔苣苔均为 0(表 3); $0.3 < Ba \leq 0.4$ 的物种与 $Ba \geq 0.5$ 的物种分别占 4.76%,所占比例也最小。大多数物种的生态位宽度都较小,0.3 以上的种只有缙云秋海棠、石生楼梯草、斜方复叶耳蕨、对马耳蕨 4 种,分别为 0.717 80、0.460 00、0.417 04、0.301 60(表 3)。有学者指出,一个物种的生态位越宽,其特化的程度越小,越倾向于一个泛化种,反之则是一个特化种^[13]。泛化种生态位较宽,在可利用资源量有限的情况下,其竞争能力较强,而特化种在资源竞争中处于劣势,生态位较窄^[14]。

缙云秋海棠、石生楼梯草等少数几个物种趋向于泛化种,而木莓、高粱泡、纤细半朔苣苔等则趋向于特化种。因此,生态位宽度的测定结果表明缙云秋海棠等少数几个种在群落中具有较强的竞争力。

表 3 缙云秋海棠群落中主要物种的生态位宽度
Table 3 Niche breadth of major species in *B. jinyunensis* communities

物种编号 Species Number	重要值比例 The proportion of the importance values										生态位宽度 Niche breadth	
	$P_{I, I}$	$P_{I, II}$	$P_{I, III}$	$P_{I, IV}$	$P_{I, V}$	$P_{I, VI}$	$P_{I, VII}$	$P_{I, VIII}$	$P_{I, IX}$	$P_{I, X}$	B_i	B_a
1	0.001 83	0.024 95	0.000 26	0.005 73	0.037 72	0.007 06	0.006 13	0.018 62	0.046 01	6.742 40	0.717 80	
2	0.021 75	—	0.006 61	0.003 99	—	0.002 59	0.054 64	0.006 48	0.117 63	4.680 01	0.460 00	
3	0.063 93	0.125 48	0.011 94	—	0.014 84	0.011 36	0.003 05	—	—	4.336 35	0.417 04	
4	0.304 12	—	0.003 00	—	—	0.003 50	0.111 94	—	—	2.366 52	0.170 81	
5	0.342 27	0.003 51	0.006 97	—	0.044 98	0.003 61	—	—	—	2.491 63	0.186 45	
6	—	0.237 35	—	0.053 68	—	—	—	0.079 03	—	2.702 26	0.212 78	
7	0.000 13	0.712 21	0.001 21	—	—	0.012 14	—	—	—	1.378 02	0.047 25	
8	0.000 10	0.448 14	—	0.074 55	—	—	0.002 26	—	—	1.904 57	0.113 07	
9	0.006 54	0.237 64	0.030 48	0.001 58	0.008 42	0.006 11	0.002 24	—	—	3.412 76	0.301 60	
10	0.001 83	—	0.184 54	0.090 26	0.019 34	0.006 48	0.000 06	—	—	3.305 72	0.288 22	
11	0.010 65	—	0.087 63	0.183 55	—	0.020 10	0.000 94	—	—	3.301 75	0.287 72	
12	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0	
13	—	—	0.000 16	—	0.044 13	0.000 28	0.067 53	0.250 86	—	2.755 19	0.219 40	
14	0.053 58	—	0.001 06	—	0.002 71	0.467 73	—	—	—	1.904 47	0.113 06	
15	0.010 88	—	0.000 85	—	—	0.025 91	0.005 25	0.400 78	—	2.253 93	0.156 74	
16	0.000 04	—	0.009 33	—	—	0.027 11	—	0.536 44	—	1.745 46	0.093 18	
17	0.000 49	—	0.021 26	0.003 25	—	0.016 95	—	0.415 88	—	2.184 23	0.148 03	
18	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0	
19	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0	
20	0.000 01	—	—	—	—	0.000 82	—	—	0.939 04	1.063 98	0.008 00	
21	—	—	—	—	—	—	0.000 35	—	0.962 88	1.038 17	0.004 77	

注：“—”表示该物种在该样地中不存在；物种编号(1~21)与表 2 中的相对应； $P_{I, I} \sim P_{I, X}$ 中的 I ~ IX 表示样地，与表 1 中的样地相对应； B_i 代表 Levins 生态位宽度； B_a 代表 Hurlbert 生态位宽度
 Note: “—” indicates that the species does not exist in the plot; the species represented by 1~21 corresponds to that in Table 2; I ~ IX in $P_{I, I} \sim P_{I, X}$ indicates the plot and corresponds to the plot in Table 1; B_i stand for Levins niche breadth; B_a stand for Hurlbert niche breadth

表 4 缙云秋海棠种群生态位重叠值

Table 4 Niche overlap in the population of *B. jinyunensis*

种号 Species number	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.671 4	0.570 3	0.222 3	0.336 0	0.567 1	0.437 7	0.467 8	0.548 6	0.310 8	0.263 7
种号 Species number	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0.504 3	0.565 1	0.279 5	0.430 9	0.396 6	0.408 9	0.354 4	0.354 4	0.563 5	0.560 8

注:1~21.代表物种编号,详见表 2

Note: 1-21. Stand species number, see Table 2

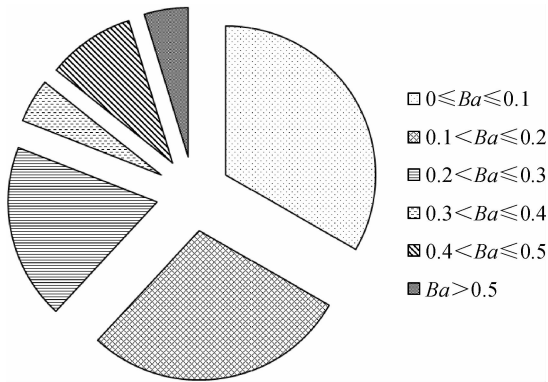


图 2 缙云秋海棠群落生态位宽度(Hurlbert 值)范围的草本物种统计

Fig. 2 Number of herb species with niche breadth(Ba) in *B. jinyunensis* communities

2.3 生态位重叠

从表 4 可以看出,与缙云秋海棠生态位重叠较大的物种有石生楼梯草、斜方复叶耳蕨、竹叶草、对马耳蕨、纤细半蒴苣苔、透茎冷水花、肾蕨、深绿卷柏,大小分别为:0.671 4、0.570 3、0.567 1、0.548 6、0.504 3、0.565 1、0.563 5、0.560 8。表明这些物种与缙云秋海棠要么有对某一生境因子有互补性要求,要么具有相似的资源利用能力^[15],且分布的位置较其他物种都更为紧密。而与之生态位重叠较小的有:异药花、寒莓、棠叶悬钩子,大小分别为:0.222 3、0.263 7、0.279 5,这可能是这些物种与缙云秋海棠具有较少的共同资源状态,对生态因子的利用和要求也不同。同时,研究结果发现,所有物种都与缙云秋海棠有生态位重叠,但是 NO(生态位重叠值)小于 0.5 有 12 种,达 60%,且最高 NO 值也只有 0.671 4,可见群落物种与缙云秋海棠之间有各自的需求,呈现出一定的生态位分化。

由结果可知,与缙云秋海棠生态位重叠最大的物种为石生楼梯草。《中国植物志》中记载,石生楼梯草多生长在山谷沟边石上及林中灌丛中,海拔 1 500 m。缙云秋海棠通常生长在阴暗潮湿环境如

阴沟和林下环境。可见,在生存的环境方面,两者之间十分相似。但两者在生态因子之间有哪些相似性,还需进一步的探讨研究。

2.4 生态位重叠与生态位宽度、种间竞争的关系

本研究结果显示生态位宽度和生态位重叠并没有呈现明显的正相关关系,生态位重叠值大的物种间没有较大的生态位宽度;生态位宽度小的物种却与其他物种之间出现了较大的生态位重叠。由表 3 和表 4 中可见,肾蕨、深绿卷柏和纤细半蒴苣苔与缙云秋海棠的 NO 值分别为 0.563 5、0.560 8、0.504 3,在所研究物种的 NO 值排 5、6、8 位,但是三者的生态位宽度 B_i 值分别为 1.063 98、1.038 17、1,其 B_i 值分别排 16、17、18 位;而蝴蝶花、寒莓、常春藤、异药花的生态位宽度分别可达 3.305 72、3.301 75、2.491 63、2.366 52,分别居 4、5、8、9 位,但其的 NO 值却只有 0.3018、0.263 7、0.336 0、0.222 3,分别居 17、19、16、20 位。

3 结论与讨论

本研究以重要值作为生态位宽度和生态位重叠的计测公式的优势度,其中,缙云秋海棠、蝴蝶花、石生楼梯草、透茎冷水花、斜方复叶耳蕨的重要值高居前 5 位,分别为 110.4%、91.9%、84.3%、49.9%、44.6%,在群落中发挥着重要作用。重要值是一种综合性指标,既反映种群对群落的适应性,也体现种群在群落中的重要性,选取重要值作为资源利用参数,由此计算得出的生态位具有多维意义^[16]。在这种情况下,可以认为各个植物种的重要值反映了它对样地资源的利用,同时也反映了植物种的空间位置和机能关系^[17]。

采用 Levins 和 Hurlbert 计测公式都显示缙云秋海棠的生态位宽度居首位,分别为 6.742 40、0.717 80,可见其生态适应幅度广,利用资源能力强,在群落中处于优势地位;以往对生态位宽度的研

究表明,重要值与生态位之间存在较大的正相关^[18]。但对缙云秋海棠优势种群生态位研究发现,生态位宽度与重要值之间呈现弱相关,两者的大小并非完全一致,物种的分布频度也可能影响生态位宽度^[19]。重要值越大的物种,生态位不一定越宽。以蝴蝶花和对马耳蕨为例,蝴蝶花的重要值和生态位宽度分别为 91.9%、3.305 72,对马耳蕨分别为 19.4%、3.412 76。这是因为蝴蝶花在某些样地中具有较高的重要值,表明它在某些样地中占有重要的资源,但其分布的样地较少;而对马耳蕨在各样地中所占的比例均较小,重要值小,但其分布的样地数目多,导致其生态位宽度大。可见,占有较大的资源量(重要值)的种群不一定有高的生态位宽度,而占有较大资源位(样地)的种群,往往生态位宽度较大。

复杂的生态关系使得各种群的生态位通常不是表现为离散的,而是总倾向于分享其他种群的基础生态位部分,结果是使 2 个或者更多的植物种类对某些资源的共同需求,使不同种群的生态位之间常处于不同程度的重叠状态^[20]。Pianka 公式虽然对群落中种群的数量特征和种群的个体数量不敏感,却能够客观反映物种之间利用资源或对环境适应能力的相似程度,也体现了物种对资源的利用状况和物种间分布地段的交错程度^[21-23]。计算结果表明与缙云秋海棠的生态位重叠值 NO 小于 0.5 的物种有 12 种,达 60%,大部分物种与缙云秋海棠的重叠值都较低,说明群落物种之间对资源的需求不同,环境适应能力相似程度低,出现一定的生态位分化。其中,缙云秋海棠与具有相似环境要求的物种——石生楼梯草的生态位重叠较大,但也只有 0.671 4,表明两者可能存在激烈的竞争。

生态位宽度和生态位重叠被认为是物种多样性和群落结构的决定因素,反映种群对生态的适应和资源的利用能力^[24]。它们之间存在一定的联系,通常生态位宽度较大的物种,分布较广,适应能力强,因而与其他物种可能出现较大的生态位重叠^[25]。但本研究结果也表明两者之间并非呈现正相关。蝴蝶花的生态位宽度达 3.305 72,居 21 个物种的第 4

位,但生态位重叠值只有 0.301 8,居 17 位。肾蕨和深绿卷柏的生态位宽度很小,居于 21 个物种中的 16、17 位,而生态位重叠值却位居前列。在野外的调查过程中,发现肾蕨和深绿卷柏与缙云秋海棠同时出现的群落中(样地区),环境的异质性较高。三者分布于石壁之下,生境狭窄,资源缺乏,为争夺有限匮乏的资源,产生激烈的竞争,表现出较大的生态位重叠值。因此,若生态位宽度高,适应能力强,资源满足生存需求时,彼此间竞争的可能性小;若资源不足以满足物种的需求时,可能因较强的竞争而表现出高的生态位重叠值。种对之间的重叠值的大小只能说明他们对资源的需求和利用相似程度,不能真实地反映竞争关系^[26]。

以上结果表明,缙云秋海棠不像其他濒危植物存在生态位宽度小,适宜生存的环境狭窄,与大部分物种之间激烈竞争等问题。相反,缙云秋海棠生态位宽度大,生境适宜生存,即目前生态位因素不是造成其处于濒危状态的主要原因。导致缙云秋海棠数量少,呈现岛屿状分布的原因包括:在资源不足的情况下,缙云秋海棠与石生楼梯草可能产生激烈的资源竞争;游客采摘和践踏;施工筑路,其生境遭到破坏。因此,保护缙云秋海棠的措施有:

1) 人为干预。缙云山上石生楼梯草众多,可以将分布在缙云秋海棠周围的种群适当铲除,降低当资源不足时其与缙云秋海棠之间竞争的可能,为缙云秋海棠提供更多的资源和生存空间。

2) 引种栽培、迁地保护。寻找适合缙云秋海棠生活的环境,进行迁地培育,扩大其分布范围,提高种群的数量。

3) 本次调查还发现,缙云秋海棠 7 月开花,8 月结果,其种子数量多,常规种子萌发法表明其萌发率低,寻找促进种子萌发的途径或许是提高缙云秋海棠数量的有效方法。

缙云秋海棠作为中国的特有种,相关的科学研究仍处于初级研究阶段,加强对缙云秋海棠的抚育保护十分重要。

参考文献:

[1] 胡正华,钱海源,于明坚. 古田山国家级自然保护区甜槠林优势种群生态位[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3 670-3 677.

HU Z H, QIAN H Y, YU M J. The niche of dominant species

populations in *Castanopsis eyrei* forest in Gutian Mountain National Nature Reserve[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(7): 3 670-3 677.

[2] 陈玉凯,杨琦,莫燕妮,等. 海南岛霸王岭国家重点保护植物

- 的生态位研究[J]. 植物生态学报, 2014, **38**(6): 576-584.
- CEHN Y K, YANG Q, MO Y N, *et al.* A study on the niches of the state's key protected plants in Bawangling, Hainan Island[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2014, **38**(6): 576-584.
- [3] 万 娟, 叶立新, 丁文勇, 等. 浙江省自然保护区常绿阔叶林优势种群的生态位特征[J]. 浙江大学学报(理学版), 2014, **41**(6): 725-734.
- WAN J, YE L X, DING W Y, *et al.* The niche of dominant populations in evergreen broad-leaved forest of Zhejiang Province[J]. *Journal of Zhejiang University (Science Edition)*, 2014, **41**(6): 725-734.
- [4] 潘 高, 张合平, 潘 登. 湖南青羊湖国家森林公园针阔混交林主要种群生态位特征[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, **37**(2): 69-75.
- PAN G, ZHANG H P, PAN D. Niche characteristics of dominant populations within mixed broadleafconifer forest in Qingyanghu national park[J]. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 2017, **37**(2): 69-75.
- [5] 董 雪, 辛智鸣, 李新乐, 等. 乌兰布和沙漠沙冬青群落特征的研究[J]. 西北植物学报, 2017, **37**(8): 1 627-1 634.
- DONG X, XIN Z M, LI X L, *et al.* Analysis on *Ammopiptanthus mongolicus* community characteristics in Ulanbuh Desert [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2017, **37**(8): 1 627-1 634.
- [6] BO DING, KOH NAKAMURA, YOSHIKO KONO, *et al.* *Begonia jinyunensis* (Begoniaceae, section Platycentrum), a new palmately compound leaved species from Chongqing, China [J]. *Botanical Studies*, 2014, 55: 62.
- [7] 王 昕, 肖 纯, 王海燕. 重庆缙云山原产柳叶茶资源及开发利用的初步研究[J]. 茶叶, 2007, (4): 217-220.
- WANG X, XIAO C, WANG H Y. Primary analysis of resources and exploitation on original tea of willow leaf on jinyun mountain of Chongqing [J]. *Journey of Tea*, 2007, (4): 217-220.
- [8] 马凯阳, 王有为, 郭晨慧, 等. 重庆特有濒危植物缙云黄芩种群生态位研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2016, **41**(1): 45-50.
- MA K Y, YANG Y W, GUO C H, *et al.* Niche studies on populations of endangered plant *Scutellaria tsinyunensis* of endemic species of Chongqing[J]. *Journal of Southwest Normal University (Natural Science)*, 2016, **41**(1): 45-50.
- [9] 高贤明, 陈灵芝. 北京山区辽东栎群落物种多样性研究[J]. 植物生态学报, 1998, **22**(1): 23-32.
- GAO X M, CEHN L Z. Studies on the species diversity of *Quercus liaotungensis* communities in Beijing Mountains[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1998, **22**(1): 23-32.
- [10] 汪建华, 周先容, 尚 进, 等. 金佛山山山榿树灌丛群落主要木本植物种群生态位特征[J]. 生态学杂志, 2014, **33**(5): 1 135-1 141.
- WANG J H, ZHOU X R, SHANG J, *et al.* Niche characteristics of dominant woody plant populations in a *Torreya fargesii* shrub community in the Jinfo Mountains [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2014, **33**(5): 1 135-1 141.
- [11] 康永祥, 岳军伟, 雷瑞德, 等. 陕北黄龙山辽东栎群落优势种群生态位研究[J]. 西北植物学报, 2008, **28**(3): 574-581.
- KANG Y X, YUE J W, LEI R D, *et al.* Dominant species niche of *Quercus liaotungensis* communities in Huanglong Mt. of Shaanxi [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2008, **28**(3): 574-581.
- [12] 钱逸凡, 伊力塔, 胡军飞, 等. 普陀山主要植物种生态位特征[J]. 生态学杂志, 2012, **31**(3): 561-568.
- QIAN Y F, YI L T, HU J F, *et al.* Niche characteristics of main plant species in Putuo Mountain, Zhejiang Province of East China [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2012, **31**(3): 561-568.
- [13] 南程慧, 伊贤贵, 王华辰, 等. 迎春樱群落主要种群生态位研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2014, **38**(S1): 89-92.
- NAN C H, YI X G, WANG H C, *et al.* Study on the niche of the main population in *Cerasus discoidea* community [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2014, **38**(S1): 89-92.
- [14] 侯 琳, 雷瑞德, 王得祥, 等. 黄龙山林区封育天然油松群落种群生态位特征[J]. 西北植物学报, 2006, **26**(3): 585-591.
- HOU L, LEI R D, WANG D X, *et al.* Niche characteristics of community populations of natural *Pinus tabulaeformis* forests tended by closing in Huanglongshan Mountain [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2006, **26**(3): 585-591.
- [15] 陈志伟, 伊贤贵, 王贤荣, 等. 黄山微毛樱群落主要种群生态位特征[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2014, **38**(S1): 39-46.
- CHEN Z W, YI X G, WANG X R, *et al.* Niche characteristics of dominant population of *Cerasus clarofolia* community in Huangshan Mountain [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2014, **38**(S1): 39-46.
- [16] 谢春平, 方 彦, 方炎明. 乌冈栎群落乔木层种群生态位分析[J]. 中国水土保持科学, 2011, **9**(1): 108-114, 120.
- XIE C P, FANG Y, FANG Y M. Analysis on the trees tratum niche characteristics of *Quercus philly raeoides* communities [J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2011, **9**(1): 108-114, 120.

- [17] 史作民,程瑞梅,刘世荣. 宝天曼落叶阔叶林种群生态位特征[J]. 应用生态学报, 1999, **10**(3): 265-269.
SHI Z M, CHENG R M, LIU S R. Niche characteristics of plant populations in deciduous broad-leaved forest in Baotianman[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, **10**(3): 265-269.
- [18] 陈俊华,刘兴良,何飞,等. 卧龙巴朗山川滇高山栎灌丛主要木本植物种群生态位特征[J]. 林业科学, 2010, **46**(3): 23-28.
CHEN J H, LIU X L, HE F, *et al.* Niche characteristics of dominant woody populations in *Quercus aquifoliode* shrub community in Balangshan Mountain in Wolong Nature Reserve[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2010, **46**(3): 23-28.
- [19] 赵发珠,韩新辉,杨改河,等. 陕北典型退耕还林区林下草本物种生态位研究[J]. 西北植物学报, 2011, **31**(10): 2 090-2 099.
ZHAO F Z, HAN X H, YANG G H, *et al.* Niche characteristics of undergrowth herbaceous in typical reforest cultivated land area in North Shaanxi Province[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2011, **31**(10): 2 090-2 099.
- [20] 李军玲,张金屯,郭道宇. 关帝山亚高山灌丛草甸群落优势种群的生态位研究[J]. 西北植物学报, 2003, **23**(12): 2 081-2 088.
LI J L, ZHANG J T, GUO X Y. Study on niche of dominant species of subalpine scrubland and meadow community in Guandi Mountains[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2003, **23**(12): 2 081-2 088.
- [21] 杨效文,马继盛. 生态位有关术语的定义及计算公式评述[J]. 生态学杂志, 1992, **11**(2): 44-49.
YANG X W, MA J S. A review on some terms related to niche and their measurements[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 1992, **11**(2): 44-49.
- [22] 包也,孟莹莹,周旺明,等. 长白山地区不同林型红松种群生态位特征[J]. 生态学杂志, 2014, **33**(3): 555-559.
BAO Y, MENG Y Y, ZHOU W M, *et al.* Niche characteristics of *Pinus koraiensis* population of different forest types on Changbai Mountain[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2014, **33**(3): 555-559.
- [23] 徐春燕,俞秋佳,徐凤洁,等. 淀山湖浮游植物优势种生态位[J]. 应用生态学报, 2012, **23**(9): 2 550-2 558.
XU C Y, YU Q J, XU F J, *et al.* Niche analysis of phytoplankton's dominant species in Dianshan Lake of East China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2012, **23**(9): 2 550-2 558.
- [24] 曹恒,杨海龙,贺康宁,等. 青海高寒区不同人工林配置下灌木种群的生态位研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, **42**(5): 84-90.
CAO H, YANG H L, HE K N, *et al.* Niche of shrub populations in different plantation communities in alpine region of Qinghai Province[J]. *Journal of Northwest A&F University* (Nat. Sci. Ed.), 2014, **42**(5): 84-90.
- [25] 袁位高. 浙江省生态公益林主要群落结构的比较研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2009.
- [26] 范玮熠,王孝安,汪超,等. 黄土高原马栏林区主要植物种的生态位研究[J]. 西北植物学报, 2006, **26**(1): 157-164.
FAN W Y, WANG X A, WANG C, *et al.* Niches of major plant species in Malan forest standing in the Loess Plateau[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2006, **26**(1): 157-164.

(编辑:潘新社)