

引用格式:

姚旺, 袁志忠, 龙华, 杨哲, 李鹞. 凤凰县刺楸天然种群主要物种的生态位特征[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2020, 46(3): 310–318.

YAO W, YUAN Z Z, LONG H, YANG Z, LI L. Niche characteristics of main plant species in *Kalopanax septemlobus* natural population in Fenghuang county[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2020, 46(3): 310–318.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



凤凰县刺楸天然种群主要物种的生态位特征

姚旺, 袁志忠, 龙华, 杨哲, 李鹞*

(吉首大学生物资源与环境科学学院, 湖南 吉首 416000)

摘 要: 以湖南省凤凰县刺楸(*Kalopanax septemlobus*)天然种群分布相对集中的 9 个样地作为资源位, 按重要值总和和排序确定主要植物种, 应用 Levins、Shannon–Wiener、Pianka 和 Schoener 公式分析群落乔木层和灌木层总计 29 个主要植物种的生态位。结果表明: 在乔木层中, 刺楸的重要值总和最高(1.345), 杉木、柞木、刺楸的生态位宽度较大; 乔木层多数种对间的生态位重叠程度较高, 对环境需求存在较高的相似性, 高重叠种对的相似度为 69.23%, 高相似种对的相似度为 52.75%; 刺楸和其他物种的生态位重叠与其他物种的生态位宽度呈正相关; 灌木层种间生态位分化不明显, 在资源不足时极易产生竞争; 生态位宽度值与生态位重叠值、生态位相似比例值关系复杂; 刺楸生态位宽度较宽, 当资源不足时, 刺楸在竞争中不占优势, 其种群更新会受到其他物种的影响。

关 键 词: 刺楸; 天然种群; 生态位; 资源利用; 凤凰县

中图分类号: Q948.1; Q145^{+.1} 文献标志码: A 文章编号: 1007–1032(2020)03–0310–09

Niche characteristics of main plant species in *Kalopanax septemlobus* natural population in Fenghuang county

YAO Wang, YUAN Zhizhong, LONG Hua, YANG Zhe, LI Li*

(College of Biology and Environmental Science, Jishou University, Jishou, Hunan 416000, China)

Abstract: Nine natural *Kalopanax septemlobus* population plots were selected in this study in Fenghuang county, Hunan province. This study analyzed the niche characteristics of 29 plant species in tree layer and shrub layer by adopting Levins, Shannon–Wiener, Pianka and Schoener methods. *K. septemlobus* showed the highest total of importance value of 1.345 in the tree layer. The niche widths of *Cunninghamia lanceolata*, *Xylosma ramosum* and *K. septemlobus* were higher than other species in the tree layer. The niche overlapping among tree species was relatively high and the environment requirement of was similar (69.23% and 52.75% of the tree pairs showed high niche overlapping and high niche similarity). The niche overlap between *K. septemlobus* and other species showed positive correlation with the niche breadth of other species. The niche differentiation of shrub layer is not significant, suggesting hot competition between them when the resource is insufficient. The relationship among the niche value width, niche overlap value, and niche similarity value is complicated. *K. septemlobus* showed high niche breadth. It would lose its competitive advantage under condition with limited resource, which may impair the population regeneration.

Keywords: *Kalopanax septemlobus*; natural population; niche; resource utilization; Fenghuang county

收稿日期: 2019–03–02

修回日期: 2019–04–19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81760695)

作者简介: 姚旺(1995—), 男, 湖南长沙人, 硕士研究生, 主要从事植物生态学研究, 1355130098@qq.com; *通信作者, 李鹞, 博士, 教授, 主要从事植物生态与分子生物学研究, lilyjsu@126.com

生态位是指一个物种占据的物理空间及其在生物群落中的结构和功能^[1]。研究者通过计测生态位宽度、生态位重叠、生态位相似比例来量化生态位特征^[2]，以了解物种之间、物种与环境之间的相互关系。生态位特征被广泛应用于种间关系、生物多样性、群落结构及演替和种群进化等方面的研究中，在林业生产、种群改良和濒危物种的保护等领域具有广阔的前景^[3-4]。近年来，对珍稀濒危植物及其群落中优势种群的生态位特征的研究逐渐增多^[5-7]，这些研究将有助于研究人员理解珍稀濒危植物在环境资源共享与利用中的地位、角色和作用，分析濒危植物种群和其他植物种群之间的相互关系，对珍稀濒危物种的保护与综合利用具有重大意义。

刺楸(*Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz.) 为五加科(Araliaceae)刺楸属(*Kalopanax*)落叶大乔木。在中国，北自黑龙江、吉林，南至广东、广西、云南，西自四川西部，东至海滨的广大区域内均有刺楸分布。朝鲜、日本等地也有分布^[8]。刺楸作为集材用^[9]、药用^[10-11]、食用^[12]为一体的多用途树种资源，具有较大的开发和利用价值，市场对其的需求量也不断扩大。因被过度开发，刺楸存在种群衰退或消亡趋势。1992 年，国家林业局将其列为国家二级珍贵保护树种。国内外学者已对其进行了种子萌发^[13]、造林育林技术^[14]、种质资源调查^[15]等系列的研究，但从群落生态学角度进行的研究较少^[16]，对刺楸种群生态位特征的研究更是欠缺^[17]。本研究中，以湖南凤凰县刺楸天然种群分布相对集中的 9 个不同样地作为资源位，通过对各样地组成种类重要值总和的排序确定主要物种，并应用 Levins 生态位宽度、Shannon-Wiener 生态位宽度、Pianka 生态位重叠计测公式及 Schoener 生态位相似性比例公

式研究物种的生态位特征，探讨样地内主要物种对环境资源的利用状况及相互关系，分析刺楸天然种群在群落中的功能和地位，旨在为湖南凤凰县刺楸的保护与综合利用提供依据。

1 研究区域概况

研究区域位于湖南省凤凰县境内(27°44'N ~ 28°19'N, 109°18'E ~ 109°48'E)。凤凰县地形复杂，地势西北高、东南低。地处湘西低热区，属中亚热带季风性湿润气候，但西北中山山原有北亚热带的性质。凤凰县年平均气温 15.9 ℃，气温 ≥ 35 ℃ 的日数全年仅 10.5 d，年平均降水量仅 1 308.1 mL，日照偏少，日照差年平均 8.3 ℃。土壤类型有红壤、黄红壤、酸性紫色土、石灰土。土壤多为重壤土，肥力中等，适宜多种林木生长。植被以针叶林为主。刺楸多分布于凤凰县东南低山地带。

2 方法

2.1 样地设置

分别于 2017 年 9—10 月和 2018 年 4—6 月进行样地调查。根据对凤凰县全境刺楸天然种群分布状况的了解和实地考察，在刺楸天然种群分布相对集中的区域选择具有代表性的地段设置样地 9 处。按照刺楸分布情况及可设置样方的区域大小，每个样地设置样方 1~2 个，样方规格为 20 m×20 m。共设置 16 个。记录样地面积、海拔高度、经度、纬度、坡度等因子。对乔木采用每木调查，详细记录乔木的种名、胸径、树高、冠幅等。在样方四周与中心共设置 5 块 5 m×5 m 的灌木调查小样方，分别对灌木层进行高度、盖度、多度等信息的调查。样地中的攀援木本或草本植物，计入灌木层内^[18]。样地基本情况详见表 1。

表 1 样地基本情况

Table 1 Basic situation of the plots in this study							
样地编号	样方编号	样地面积/m ²	海拔高度/m	东经	北纬	坡度/(°)	郁闭度
1	1、2	800	391	109°34'30"	27°57'49"	45	0.80
2	3、4	800	319	109°34'36"	27°57'46"	24	0.75
3	5、6	800	350	109°23'26"	27°46'27"	33	0.90
4	7、8	800	367	109°24'19"	27°46'4"	37	0.70
5	9、10	800	369	109°24'15"	27°47'3"	21	0.60

表 1(续)

样地编号	样方编号	样地面积/m ²	海拔高度/m	东经	北纬	坡度/(°)	郁闭度
6	11、12	800	398	109°34'37"	27°55'17"	32	0.75
7	13	400	501	109°37'24"	27°56'18"	43	0.80
8	14	400	367	109°35'51"	27°56'18"	37	0.85
9	15、16	800	312	109°34'24"	28°01'58"	22	0.80

2.2 数据处理

2.2.1 物种重要值的计算方法

按照张桂莲等^[19]的方法计算样地所在群落中各物种的重要值,再用降序排列的重要值总和来确定主要植物种。

2.2.2 生态位测定方法

采用 Levins 生态位宽度指数 $B_{(L)i}$ 和 Shannon-Wiener 指数 $B_{(SW)i}$ ^[20-21]测定生态位宽度值。

$$B_{(L)i} = \frac{1}{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2} \quad (1)$$

$$B_{(SW)i} = -\sum_{j=1}^r P_{ij} \ln P_{ij} \quad (2)$$

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_i} \quad (3)$$

$$N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij} \quad (4)$$

式中: P_{ij} 为*i*物种对第*j*个资源的利用占它对所有资源利用的频度; r 为资源位数,即样地数; n_{ij} 为物种*i*在第*j*个资源上的优势度,即样地中物种的重要值; N_i 为物种*i*在所有样地的重要值的总和。

采用 Pianka 指数(O_{ik})计算生态位重叠值^[22]。

$$O_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^r P_{ij} P_{kj}}{\left(\sum_{j=1}^r P_{ij}^2 \times \sum_{j=1}^r P_{kj}^2 \right)^{1/2}} \quad (5)$$

式中: O_{ik} 为 Pianka 指数,表示物种*i*与物种*k*的生态位重叠值; P_{ij} 是*i*物种对第*j*个资源的利用

占它对全部资源利用的频度; P_{kj} 是*k*物种对第*j*个资源的利用占它对全部资源利用的频度;Pianka 指数的值介于 0~1。

采用 Schoener 相似比例指数(C_{ik})^[23]研究生态位相似比例值。

$$C_{ik} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^r |P_{ij} - P_{kj}| \quad (6)$$

式中: C_{ik} 为 Schoener 指数,表示物种*i*与物种*k*的相似程度,且 $C_{ik} = C_{ki}$;Schoener 相似比例指数的值介于 0~1。

2.2.3 统计与分析

采用 Microsoft Excel 365 计算并统计重要值、生态位宽度值、生态位重叠值及生态位相似比例值;通过 SPSS 19.0 计算 Pearson 相关系数 R 及 P 值范围,根据 Pearson 相关系数 R 判定相关性,根据 P 值判断差异显著性^[24-25]。

3 结果与分析

3.1 重要值特征

9 个样地中出现的乔木植物隶属于 28 科、43 属、55 种,灌木植物隶属于 59 科、84 属、104 种,总计 76 科、115 属、159 种。根据物种重要值总和排序,确定 14 个主要乔木种、15 个主要灌木种,其重要值总和分别见表 2、表 3。刺楸、柞木、槲栎的重要值总和位于前列,在乔木层占有较大的优势,其中,刺楸的重要值总和最高(1.345),其分布频度较大,在样地所在群落中占有绝对优势。

表 2 乔木层主要植物的物种重要值总和和生态位宽度值

Table 2 Important value total and niche breadth of main plant species in tree layer

编号	物种名	重要值总和	$B_{(L)i}$	$B_{(SW)i}$
1	刺楸(<i>Kalopanax septemlobus</i>)	1.345	6.881	2.061
2	柞木(<i>Xylosma racemosum</i>)	0.638	7.447	2.100
3	槲栎(<i>Quercus aliena</i>)	0.422	4.762	1.660
4	麻栎(<i>Quercus acutissima</i>)	0.400	6.087	1.853
5	杉木(<i>Cunninghamia lanceolata</i>)	0.371	7.553	2.103
6	马尾松(<i>Pinus massoniana</i>)	0.360	6.075	1.980
7	青冈(<i>Cyclobalanopsis glauca</i>)	0.356	4.970	1.743

表 2(续)

编号	物种名	重要值总和	$B_{(L)i}$	$B_{(SW)i}$
8	大果冬青(<i>Ilex macrocarpa</i>)	0.232	4.099	1.553
9	柏木(<i>Cupressus funebris</i>)	0.221	5.853	1.847
10	栲(<i>Castanopsis fargesii</i>)	0.167	4.281	1.617
11	朴树(<i>Celtis sinensis</i>)	0.164	6.046	1.877
12	栗(<i>Castanea mollissima</i>)	0.136	2.979	1.095
13	乌桕(<i>Diospyros cathayensis</i>)	0.136	4.567	1.697
14	枫香树(<i>Liquidambar formosana</i>)	0.124	3.408	1.336

表 3 灌木层主要植物的物种重要值总和和生态位宽度值

Table 3 Important value total and niche breadth of main plant species in shrub layer

编号	物种名	重要值总和	$B_{(L)i}$	$B_{(SW)i}$
1	菝葜(<i>Smilax china</i>)	0.255	7.987	2.126
2	山茶(<i>Camellia japonica</i>)	0.181	8.170	2.139
3	薄叶鼠李(<i>Rhamnus leptophylla</i>)	0.164	5.436	1.817
4	蓬蘽(<i>Rubus hirsutus</i>)	0.144	6.505	1.949
5	山胡椒(<i>Lindera glauca</i>)	0.128	7.457	2.100
6	花椒(<i>Zanthoxylum bungeanum</i>)	0.108	6.694	1.974
7	竹叶花椒(<i>Zanthoxylum armatum</i>)	0.083	6.188	1.879
8	十大功劳(<i>Mahonia fortunei</i>)	0.081	7.017	2.075
9	土茯苓(<i>Smilax glabra</i>)	0.076	7.494	2.094
10	迎春花(<i>Jasminum nudiflorum</i>)	0.070	6.520	1.978
11	石楠(<i>Photinia serrulata</i>)	0.059	6.270	1.935
12	鼠李(<i>Rhamnus davurica</i>)	0.056	5.010	1.739
13	中华猕猴桃(<i>Actinidia chinensis</i>)	0.048	6.136	1.931
14	牡荆(<i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i>)	0.047	5.455	1.744
15	山莓(<i>Rubus corchorifolius</i>)	0.045	5.713	1.833

3.2 生态位宽度

用 2 个生态位宽度计测公式计算出的主要乔木种的排序基本一致(表 2)。杉木、柞木、刺楸在乔木层主要植物种中的生态位宽度值较大,其 $B_{(L)i}$ 和 $B_{(SW)i}$ 分别为 7.553、7.447、6.881 和 2.103、2.100、2.061,且在每个资源位都有出现,表明杉木、柞木、刺楸竞争能力强,在林内分布较广,具有较广的生态适应范围。大果冬青、枫香树、栗等物种生态位宽度值略小,在多个资源位中出现,对资源的利用也有一定优势。

从表 3 可以看出,采用 2 种生态位测定方法对主要灌木种的计测结果总体一致。在灌木层中,山茶、菝葜、土茯苓、山胡椒、十大功劳的生态位宽度值较大,其 $B_{(L)i}$ 和 $B_{(SW)i}$ 分别为 8.170、7.987、7.494、7.457、7.017 和 2.139、2.126、2.094、2.100、2.075,它们在林下分布广,在每个资源位中均有出现,且数量较多,能适应特定生态环境。

无论乔木层还是灌木层,其物种重要值总和与物种的 $B_{(L)i}$ 、 $B_{(SW)i}$ 的 Pearson 相关系数 $R>0.5$,据此判断,物种重要值总和与物种的 $B_{(L)i}$ 、 $B_{(SW)i}$ 呈显著正相关关系,其显著水平为 0.05(表 4),说明物种的重要值越大,其生态位宽度值也越大。

表 4 重要值总和与生态位宽度值之间的 Pearson 相关系数

Table 4 Pearson correlation coefficients between the total of importance value and niche breadth value

重要值总和	相关系数	
	$B_{(L)i}$	$B_{(SW)i}$
主要乔木种重要值总和	0.579*	0.559*
主要灌木种重要值总和	0.608*	0.537*

“*”表示在 0.05 水平差异显著。

3.3 生态位重叠

以 $O_{ik}<0.5$ 为低重叠值的界限,在 91 个乔木种对中, $0.5 \leq O_{ik} \leq 1$ 的有 63 对,占种对总数的 69.23%,多数种对间生态位重叠程度较高,对环境需求较为相似(表 5)。刺楸与其他物种的生态位重叠

表 7(续)

物种名	O_{ik}													
	菝葜	山茶	薄叶鼠李	蓬蘽	山胡椒	花椒	竹叶花椒	十大功劳	土茯苓	迎春花	石楠	鼠李	牡荆	山莓
花椒	0.791	0.869	0.637	0.869	0.722									
竹叶花椒	0.897	0.880	0.741	0.905	0.860	0.823								
十大功劳	0.815	0.865	0.832	0.866	0.805	0.940	0.882							
土茯苓	0.835	0.946	0.769	0.825	0.778	0.908	0.799	0.896						
迎春花	0.841	0.804	0.599	0.786	0.927	0.642	0.761	0.691	0.635					
石楠	0.888	0.858	0.624	0.615	0.748	0.700	0.752	0.698	0.749	0.675				
鼠李	0.777	0.822	0.794	0.852	0.678	0.839	0.904	0.895	0.862	0.496	0.632			
牡荆	0.783	0.844	0.642	0.841	0.898	0.673	0.811	0.714	0.727	0.889	0.563	0.649		
山莓	0.763	0.799	0.539	0.842	0.822	0.649	0.754	0.652	0.742	0.809	0.484	0.635	0.870	
中华猕猴桃	0.726	0.822	0.580	0.696	0.682	0.667	0.536	0.613	0.856	0.618	0.564	0.571	0.674	0.811

3.4 生态位相似性

以 $C_{ik} < 0.5$ 为低相似比例值界限, $0.5 \leq C_{ik} \leq 1$ 的有 48 对, 占种对总数的 52.75%, 表明乔木层主要乔木种对资源的利用相似程度较大。刺楸与其他物种的生态位相似比例值介于 0.379 ~ 0.773(表 8), 其中, 与 9 个乔木种的生态位相似比例值大于低相似界限。刺楸和其他物种的生态位相似比例值与其他物种的生态位宽度值的 Pearson 相关系数均接近

0.8, 呈极显著正相关(表 6)。刺楸与生态位宽度较大的乔木种相似性程度较高(表 8), 如刺楸与杉木、柞木、麻栎、马尾松的生态位相似比例值分别为 0.755、0.773、0.628、0.577, 其中, 刺楸与柞木的生态位相似比例值最大。刺楸与生态位宽度较小的乔木种相似性程度较低, 与栲、枫香树、乌桕、栗的生态位相似比例值分别为 0.482、0.379、0.459、0.495。

表 8 乔木层主要植物种的生态位相似比例值

Table 8 Niche proportional similarity value of main plant species in tree layer

物种名	C_{ik}												
	刺楸	柞木	槲栎	麻栎	杉木	马尾松	青冈	柏木	大果冬青	朴树	栲	枫香树	乌桕
柞木	0.773												
槲栎	0.547	0.548											
麻栎	0.628	0.701	0.312										
杉木	0.755	0.698	0.562	0.631									
马尾松	0.577	0.602	0.524	0.597	0.582								
青冈	0.572	0.731	0.627	0.461	0.478	0.549							
柏木	0.552	0.627	0.462	0.669	0.675	0.614	0.407						
大果冬青	0.541	0.588	0.360	0.522	0.520	0.377	0.456	0.435					
朴树	0.617	0.608	0.637	0.502	0.640	0.549	0.488	0.719	0.400				
栲	0.482	0.593	0.583	0.431	0.554	0.476	0.559	0.420	0.407	0.459			
枫香树	0.379	0.345	0.245	0.424	0.524	0.369	0.190	0.527	0.623	0.480	0.305		
乌桕	0.459	0.479	0.502	0.489	0.637	0.756	0.417	0.504	0.294	0.494	0.513	0.507	
栗	0.495	0.375	0.448	0.156	0.309	0.189	0.525	0.192	0.376	0.283	0.197	0.084	0.042

灌木层 $0.5 \leq C_{ik} \leq 1$ 的有 101 对, 占种对总数的 96.19%, 说明灌木层大多数物种间存在较大的生态

位相似比例值, 许多物种对资源的需求存在高相似性(表 9)。

表 9 灌木层主要植物种的生态位相似比例值

Table 9 Niche proportional similarity value of main plant species in shrub layer

物种名	C_{ik}													
	菱莢	山茶	薄叶鼠李	蓬蘽	山胡椒	花椒	竹叶花椒	十大功劳	土茯苓	迎春花	石楠	鼠李	牡荆	山莓
山茶	0.868													
薄叶鼠李	0.639	0.647												
蓬蘽	0.739	0.767	0.579											
山胡椒	0.789	0.799	0.668	0.705										
花椒	0.678	0.747	0.509	0.756	0.674									
竹叶花椒	0.794	0.756	0.603	0.787	0.761	0.728								
十大功劳	0.708	0.776	0.671	0.731	0.747	0.832	0.758							
土茯苓	0.705	0.833	0.630	0.735	0.694	0.804	0.695	0.814						
迎春花	0.730	0.728	0.530	0.706	0.854	0.656	0.651	0.646	0.607					
石楠	0.757	0.782	0.615	0.550	0.665	0.576	0.673	0.650	0.668	0.586				
鼠李	0.660	0.661	0.651	0.697	0.624	0.689	0.781	0.737	0.698	0.454	0.542			
牡荆	0.671	0.739	0.583	0.735	0.780	0.592	0.680	0.599	0.631	0.765	0.564	0.541		
山莓	0.661	0.648	0.543	0.709	0.689	0.521	0.669	0.558	0.608	0.685	0.494	0.529	0.743	
中华猕猴桃	0.631	0.696	0.580	0.596	0.570	0.557	0.456	0.586	0.724	0.596	0.596	0.463	0.621	0.755

4 结论与讨论

大量研究表明,物种的重要值与生态位宽度值之间联系密切^[24],也有学者认为物种的重要值与生态位宽度值不存在明显的相关关系^[26]。本研究中,物种重要值与生态位宽度值之间存在显著正相关,但是二者排序并不完全一致。由于样地选择以刺楸分布为前提,刺楸重要值总和偏大,超过柞木,但生态位宽度却比柞木的小,这是因为重要值不是影响生态位宽度的唯一因素,分布频度、重要值变异系数等因素也会对生态位宽度造成重要影响^[27]。

通常认为,生态位宽度值较大的物种间具有较大的生态位重叠值和生态位相似比例值,生态位宽度值较小的物种间生态位重叠值和生态位相似比例值较小^[28-29];也有研究认为,生态位宽度值大的物种间生态位重叠值和生态位相似比例值较小^[30-31],表明生态位宽度值与生态位重叠值、生态位相似比例值关系复杂。本研究中,生态位宽度值较大的物种之间,多数具有较大的生态位重叠值和生态位相似比例值,但也有部分物种之间具有较小的生态位重叠值和生态位相似比例值。刺楸与其他物种的生态位重叠情况随其他物种的生态位宽度值呈一定的规律性,即刺楸与其他物种的生态位重叠值随其他物种的生态位宽度值增大而增大,类似规律在小花木兰^[28]与其他物种的生态位重叠情况中也有体现。生态位宽度较大的其他物种,对资源的利用能力较

强,分布较广,因而与刺楸相遇机率高,种对间的生态位重叠较大。除了其他物种生态位宽度值以外,物种所处生境、物种生物-生态学特性也能对种对的生态位重叠情况造成影响^[6, 28]。刺楸稍耐庇荫环境,马尾松不耐庇荫环境,二者存在资源利用上的互补性,尽管刺楸与马尾松生态位宽度都较大,其生态位重叠却相对较小。栗与刺楸具有高度相似的生活习性,都喜温湿、喜光,在深厚湿润肥沃的土壤中生长较好,对资源有着共同的需求。尽管栗的生态位宽度较小,它与刺楸的生态位重叠值却较大,表明生态位重叠不完全取决于生态位宽度,与物种自身生物学-生态学特性和所处的生境有关。

生态位重叠是种间竞争发生的必要条件^[2]。当 2 个物种的生态位重叠时,其种间竞争可能存在 2 种情况:在资源丰富的生境中,物种间竞争关系并不明显;当资源不足时,物种间可能会产生激烈的利用性竞争。刺楸、杉木、柞木占据乔木层第一亚层,对光照具有拦截作用,林下易形成阴湿环境。在灌木层中,灌木植物种大多为耐阴、半阴及喜温湿物种,有限的光照、空间和营养会使得灌木层植物为求生存而趋于激烈竞争,这不利于刺楸幼苗和幼树对资源的获取,影响刺楸幼苗和幼树的生长发育,从而影响刺楸种群的更新。

实地调查中发现,人类轻度干扰造成的生境破碎化不仅不会对刺楸产生不利影响,反而有利于刺楸种群的扩展与更新以及刺楸幼苗、幼树的生长。刺楸为

中性偏阳树种,对光照、温度和湿度条件的反应较敏感,在郁闭度较低时其幼树和幼苗长势较好,随着林冠郁闭度的增加,其长势会逐渐减弱。受空间、营养等因素的限制,刺楸可能与柞木、杉木等竞争力较强的物种产生剧烈种间竞争,处于劣势地位,对光和空间的争夺成为刺楸与其他植物竞争的主要表现形式。为保护刺楸,可适度人工抚育,增加林冠空隙,适当减少与刺楸有较强竞争力的物种,以降低资源不足时其与刺楸之间的竞争。

参考文献:

- [1] 付必谦,张峰,高瑞如.生态学实验原理与方法[M].北京:科学出版社,2006:104-159.
FU B Q, ZHANG F, GAO R R. Principles and Methods of Ecological Experiment[M]. Beijing: Science Press, 2006: 104-159.
- [2] 李德志,石强,臧润国,等.物种或种群生态位宽度与生态位重叠的计测模型[J].林业科学,2006,42(7):95-103.
LI D Z, SHI Q, ZANG R G, et al. Models for niche breadth and niche overlap of species or populations[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2006, 42(7): 95-103.
- [3] 任青山.天然次生林主要种群生态位结构的研究[J].东北林业大学学报,1998,26(2):5-10.
REN Q S. Study on niche structure of dominant population in natural secondary forests[J]. Journal of Northeast Forestry University, 1998, 26(2): 5-10.
- [4] 袁志忠,何丙辉.生态位理论及其在植物种群研究中的应用[J].福建林业科技,2004,31(2):123-127.
YUAN Z Z, HE B H. Niche theory and its application in plant population research[J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2004, 31(2): 123-127.
- [5] 刘金福,洪伟.格氏栲群落生态学研究:格氏栲林主要种群生态位的研究[J].生态学报,1999,19(3):347-352.
LIU J F, HONG W. A study on the community ecology of *Castanopsis kawakamii*: study on the niche of the main tree population in *Castanopsis kawakamii* community[J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(3): 347-352.
- [6] 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.
CHEN 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]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2014, 38(6): 576-584.
- [7] 吴大荣.福建罗卜岩闽楠(*Phoebe bournei*)林中优势树种生态位研究[J].生态学报,2001,21(5):851-855.
WU D R. A study on the niche of dominant species in *Phoebe bournei* forests in Luoboyan Nature Reserve of Fujian[J]. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(5): 851-855.
- [8] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志(第54卷)[M].北京:科学出版社,1978.
Editorial Board of FOC. Flora Reipublicae Popularis Sinicae(volume 54)[M]. Beijing: Science Press, 1978.
- [9] 刘盛全,刘秀梅,訾兴中,等.珍稀树种刺楸构造与材性研究[J].安徽农业大学学报,1993,20(3):192-195.
LIU S Q, LIU X M, ZI X Z, et al. Studies on the structure and properties of *Kalopanax septemlobus*[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 1993, 20(3): 192-195.
- [10] 么焕开,段静雨,李岩,等.刺楸化学成分研究[J].中药材,2011,34(5):716-718.
YAO H K, DUAN J Y, LI Y, et al. Studies on the chemical constituents from the roots of *Kalopanax septemlobus*[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2011, 34(5): 716-718.
- [11] 朱玮,贾夏,张鞍灵,等.刺楸属植物化学成分及生物活性研究进展[J].西北林学院学报,2004,19(3):119-124.
ZHU W, JIA X, ZHANG A L, et al. Advances in the research of *Kalopanax*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2004, 19(3): 119-124.
- [12] KIM S H, KIM H, LEE J, et al. Evaluation of functional materials from *Kalopanax septemlobus* fresh sprout in Korea[J]. Plant Medica, 2016, 82(S1): S1-S381.
- [13] 许绍惠,韩忠环,刘财富.东北地区刺楸种子休眠原因及解除休眠的研究[J].林业科技通讯,1991(2):1-4.
XU S H, HAN Z H, LIU C F. Study on the cause of dormancy and release of dormancy of *Kalpanax septemlobus*' seeds in North-east area of China[J]. Forest Science and Technology, 1991(2): 1-4.
- [14] 赵荣慧,胡承海,金文远,等.刺楸生物学特性及造林技术的研究[J].沈阳农业大学学报,1987,18(1):6-12.
ZHAO R H, HU C H, JIN W Y, et al. Biological characteristics and techniques of cultivating *Kalopanax septemlobus* forest[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 1987, 18(1): 6-12.
- [15] 朱鸿菊.山东省刺楸种质资源调查与评价[D].泰安:山东农业大学,2014.
ZHU H J. Evaluation and investigation of the germplasm of *Kalopanax septemlobus* in Shandong Province[D]. Taian, China: Shandong Agricultural University, 2014.
- [16] 朱鸿菊,徐秀荣,臧德奎,等.崂山刺楸群落组成和结构特征分析[J].山东农业科学,2013,45(12):1-4.
ZHU H J, XU X R, ZANG D K, et al. Analysis on community composition and structure characteristics of *Kalopanax septemlobus* in Laoshan Mountain[J].

- Shandong Agricultural Sciences, 2013, 45(12): 1–4.
- [17] SAKAGUCHI S, SAKURAI S, YAMASAKI M, et al. How did the exposed seafloor function in postglacial northward range expansion of *Kalopanax septemlobus*? Evidence from ecological niche modelling[J]. Ecological Research, 2010, 25(6): 1183–1195.
- [18] 杨持. 生态学实验与实习[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 160–172.
- YANG C. Ecological Experiment and Practice[M]. Beijing: Higher Education Press, 2003: 160–172.
- [19] 张桂莲, 张金屯. 关帝山神尾沟优势种生态位分析[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(3): 203–208.
- ZHANG G L, ZHANG J T. Niche analysis of dominant species in Shenweigou of guandi mountain[J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2002, 20(3): 203–208.
- [20] LEVINS R. Evolution in changing environments[M]. New Jersey: Princeton University Press, 1968.
- [21] FEINSINGER P, SPEARS E E, POOLE R W. A simple measure of niche breadth[J]. Ecology, 1981, 62(1): 27–32.
- [22] PIANKA E R. The structure of lizard communities[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, 4(1): 53–74.
- [23] SCHOENER T W. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats[J]. Ecology, 1970, 51(3): 408–418.
- [24] 陈丝露, 赵敏, 李贤伟, 等. 柏木低效林不同改造模式优势草本植物多样性及其生态位[J]. 生态学报, 2018, 38(1): 143–155.
- CHEN S L, ZHAO M, LI X W, et al. Study on plant diversity and niche characteristics of dominant herbaceous populations under different reconstruction patterns in low efficiency stands of *Cupressus funebris*[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(1): 143–155.
- [25] 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): 2550–2558.
- 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): 2550–2558.
- [26] 叶珍林, 周荣飞, 吴友贵, 等. 浙江五岭坑常绿阔叶林优势种群的生态位特征[J]. 生态科学, 2015, 34(4): 37–42.
- YE Z L, ZHOU R F, WU Y G, et al. The niche characteristics of dominant species populations in the evergreen broad-leaved forest in Wulingkeng Mountain, Zhejiang Province[J]. Ecological Science, 2015, 34(4): 37–42.
- [27] 卢炜丽, 张洪江, 陈奇伯, 等. 重庆四面山杉木林群落乔木层优势种群生态位特征研究[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(2): 60–65.
- LU W L, ZHANG H J, CHEN Q B, et al. Niche characteristics of the tree-layer dominant populations of *Cunninghamia lanceolata* forest in Chongqing Simian mountains[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31(2): 60–65.
- [28] 王立龙, 王广林, 黄永杰, 等. 黄山濒危植物小花木兰生态位与年龄结构研究[J]. 生态学报, 2006, 26(6): 1862–1871.
- WANG L L, WANG G L, HUANG Y J, et al. Age structure and niche of the endangered *Magnolia sieboldii* in Huangshan Mountain[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(6): 1862–1871.
- [29] 毛空, 张殷波, 张峰. 关帝山森林植被优势种群生态位[J]. 生态学杂志, 2013, 32(11): 2920–2925.
- MAO K, ZHANG Y B, ZHANG F. Niche characteristics of dominant species in forest vegetation in Guandi Mountain, Shanxi of China[J]. Chinese Journal of Ecology, 2013, 32(11): 2920–2925.
- [30] 刘润红, 常斌, 荣春艳, 等. 漓江河岸带枫杨群落主要木本植物种群生态位[J]. 应用生态学报, 2018, 29(12): 3917–3926.
- LIU R H, CHANG B, RONG C Y, et al. Niche of main woody plant populations of *Pterocarya stenoptera* community in riparian zone of Lijiang River, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2018, 29(12): 3917–3926.
- [31] 康永祥, 康博文, 岳军伟, 等. 陕北黄土高原辽东栎(*Quercus liaotungensis*)群落类型划分及其生态位特征[J]. 生态学报, 2007, 27(10): 4096–4105.
- KANG Y X, KANG B W, YUE J W, et al. The classification of *Quercus liaotungensis* communities and their niche in Loess Plateau of North Shaanxi[J]. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(10): 4096–4105.

责任编辑: 毛友纯

英文编辑: 柳 正