

广东翁源青云山自然保护区森林群落优势树种的生态位特征

杨新东¹, 陈流保^{1*}, 曾献兴¹, 谢冲林¹, 黄清华¹, 陈晓熹², 许涵³, 李群², 黄久香^{2**}

(1. 广东翁源青云山省级自然保护区管理处, 广东 韶关 512600; 2. 华南农业大学中国南方石灰岩植物研究中心, 林学与风景园林学院, 广州 510642; 3. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520)

摘要: 为探讨广东翁源青云山自然保护区植被的生境适应性和竞争机制, 对青云山自然保护区森林群落优势树种的生态位特征进行了分析。结果表明, 群落优势种的重要值之和为 49.01, 其中杉木(*Cunninghamia lanceolata*)的重要值最大, 毛竹(*Phyllostachys edulis*)的变异系数最大。优势种的 Levins 和 Shannon 生态位宽度较为一致, 罗浮柿(*Diospyros morrisiana*)、栲(*Castanopsis fargesii*)、木荷(*Schima superba*)、鼠刺(*Itea chinensis*)和罗浮锥(*C. faberi*)的生态位宽度较大, 而毛竹、杉木、黧蒴蕨(*C. fissa*)和华润楠(*Machilus chinensis*)的生态位宽度相对较窄。所有物种对间的生态位重叠度和生态位相似性较小, 表明共存物种的种间竞争不激烈, 因而群落处于相对稳定的状态。生态位宽度与重要值的关系不显著, 而与重要值变异系数呈显著的负相关关系, 表明重要值变异系数是影响生态位宽度的重要因素。这为青云山自然保护区森林资源的保护和管理提供重要的科学依据。

关键词: 青云山自然保护区; 生态位; 优势种

doi: 10.11926/jtsb.4214

Niche Characteristics of Dominant Species of Forest Community in Qingyunshan Natural Reserve, Wengyuan, Guangdong Province

YANG Xin-dong¹, CHEN Liu-bao^{1*}, ZENG Xian-xing¹, XIE Chong-lin¹, HUANG Qing-hua¹, CHEN Xiao-xi², XU Han³, LI Qun², HUANG Jiu-xiang^{2**}

(1. Administrative Office of Wengyuan Qingyunshan Provincial Nature Reserve, Shaoguan 512600, Guangdong, China; 2. South China Limestone Plants Research Center, College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forest, Guangzhou 510520, China)

Abstract: To explore the habitat flexibility and competition mechanism of vegetation in Qingyunshan Nature Reserve, Wengyuan, Guangdong Province, the niche characteristics of dominant species of forest communities were analyzed. The results showed that the total importance value of 12 dominant species was 49.01, and the importance value of *Cunninghamia lanceolata* and variance coefficient of *Phyllostachys edulis* were the biggest. The variation trends of Levins and Shannon niche breadth were similar, the niche breadth of *Diospyros morrisiana*, *Castanopsis fargesii*, *Schima superba*, *Itea chinensis* and *C. faberi* was high, however, that of *Phyllostachys edulis*, *Cunninghamia lanceolata*, *Castanopsis fissa* and *Machilus chinensis* was low. The low niche overlap and niche

收稿日期: 2020-03-05 接受日期: 2020-06-09

基金项目: 广东翁源青云山省级自然保护区生物多样性与生态系统综合检测系统建设项目(QYSBHQ-2020-016)资助

This work was supported by the Project for Construction of Integrated Detection System for Biodiversity and Ecosystem in Qingyunshan Provincial Nature Reserve, Wengyuan, Guangdong Province (Grant No. QYSBHQ-2020-016).

作者简介: 杨新东(1973~), 男, 工程师, 主要从事林业自然保护区管理工作。E-mail: 342799800@qq.com

* 并列第一作者

** 通信作者 Corresponding author. E-mail: jxhuang@scau.edu.cn

similarity of all species pairs indicated that interspecific competition among coexisting species was not intense, thus the communities in Qingyunshan Nature Reserve was in a relatively stable state. The relationship between niche breadth and the importance value was insignificant, however, there was a significant negative relationship between niche width and variance coefficient of importance value, indicating that the variance coefficient of importance value might be an important influence factor on niche width. The study provides an important scientific basis for the conservation and management of forest resource in Qingyunshan Nature Reserve.

Key words: Qingyunshan Nature Reserve; Niche; Dominant species

生态位理论是植物种群和群落生态学的重要理论之一^[1-3], 由于该理论有助于理解物种对环境的适应能力^[4-5], 近年来在野生物种的引种驯化^[6]、珍稀濒危物种的多样性保护^[7-11]、人工林经营^[3,12]以及生态恢复工程^[13-14]等方面都具有广泛的应用。作为生态位的量化指标, 生态位宽度、生态位重叠度以及生态位相似性等常用来反映物种对资源的利用能力以及物种在群落或生态系统中的功能位置等^[1-3]。具体而言, 生态位宽度较大的物种表明其对资源的利用更为充分, 因而对环境具有更强的适应能力; 生态位重叠度较大的物种对表明它们可能具有更为相似的生态学或生物学特性; 生态位相似性较高的物种对表明两个种对资源的利用程度和竞争能力接近。近年来与生态位相关的研究较多, 如 Fu 等^[15]通过空间改变代替时间进程, 研究了中国长江中下游滨江湿地植物群落演替过程中物种的生态位动态, 凸显了物种在群落演替过程中的迁移过程以及植物对环境变化的响应; Martorell 等^[16]对草地物种生态位结构沿土壤层厚度的变化规律进行了研究, 表明物种间对水分的争夺影响物种的分布, 并且保水能力更强的物种被驱赶到土壤层较薄的地段; Roček 等^[17]计算了西班牙大西洋地区 6 种落叶树种的生态位, 分析环境因素对树种分布的影响, 阐明大西洋地理区域落叶林的分布情况; 陈瑞国等^[9]对海南岛次生低地雨林棕榈藤伴生群落优势种生态位进行了研究, 认为棕榈藤种间及其与优势种间均表现为生态位分化, 物种间倾向于资源共享。这些研究多关注于生态位的某几个方面, 通过对森林群落主要树种的生态位特征进行更为全面的分析, 有助于对种群在群落中所处地位进行正确的评价, 从而为森林经营管理以及植物资源保护的利用指明方向^[14]。

青云山自然保护区属中亚热带季风气候区, 气候条件优越, 区内有保存较完整的亚热带常绿阔叶林森林生态系统, 森林资源和生物多样性丰富, 林相整齐, 具有重要的保护和研究价值。本研究以青云山自然保护区为研究对象, 通过对森林群落中优势树种的生态

位宽度、生态位重叠度、生态位相似性以及生态位宽度与重要值及其变异系数的相关性进行分析, 有助于深入理解各种群的环境适应性和竞争机制, 这将为该区森林资源的保护和管理提供重要的科学依据。

1 研究区概况

青云山自然保护区于 2002 年成立, 位于粤北山区广东省翁源县东南部(24°14'22"~24°21'45" N, 114°07'50"~114°17'25" E), 与连平县、新丰县接壤。保护区总面积为 7 359.0 hm², 最高海拔 1 245.5 m。该区地处中亚热带季风气候区, 具有明显的季风气候特征, 年均气温 20.3℃, ≥10℃的年总积温 7 434℃, 1 月平均气温 11.3℃, 7 月平均气温 28.2℃, 年均降水量为 1 787.9 mm, 多集中在 4-7 月, 年均相对湿度 81%, 无霜期 303 d。地带性土壤为红壤, 成土母岩主要有砂岩、砾岩和砂页岩^[18-19]。

2 材料和方法

2.1 样地设置

于 2016 年 6-9 月, 参照 Condit 的方法^[20]在青云山自然保护区典型植被类型且健康状况良好的地段, 设置 14 个 0.16 hm² (40 m×40 m) 的长期固定监测样地(表 1), 包括常绿阔叶林、针阔混交林、竹林等植被类型, 除样地 10、12、13 为人工种植的杉木林外, 其他样地均为原生林或原生性较强的次生林, 自 20 世纪 90 年代始至今未受到严重的人为破坏。首先使用全站仪将样地划分为 20 m×20 m 的样方作为植被调查单元, 并将每个样方细化为 16 个 5 m×5 m 的小样方; 然后对小样方内所有胸径≥1.0 cm 的木本、枯立木的种类、胸径、树高、分枝或萌株状态和生长状况等进行调查并记录; 最后利用 GPS 仪测量每个样地四角和中心点的经纬度和海拔。

表 1 样地基本信息

Table 1 Basic information of plots

样地编号 No.	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	海拔 Altitude (m)	群落类型 Community type
1	114°14'45.8"	24°18'10.3"	560	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
2	114°14'42.6"	24°18'12.6"	518	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
3	114°15'4.6"	24°17'42.8"	565	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
4	114°15'15"	24°17'11.4"	581	竹林 Bamboo forest
5	114°14'41.1"	24°18'12"	526	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
6	114°14'49.8"	24°18'17.6"	542	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
7	114°14'48.2"	24°18'20"	523	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
8	114°16'1.6"	24°18'13"	653	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
9	114°11'30.2"	24°16'51.8"	628	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest
10	114°11'26.8"	24°17'0.1"	565	针阔混交林 Conifer-broadleaf forest
11	114°11'4.1"	24°15'49.7"	657	针阔混交林 Conifer-broadleaf forest
12	114°12'52.9"	24°16'56.8"	471	针阔混交林 Conifer-broadleaf forest
13	114°12'52.4"	24°16'56.3"	475	针阔混交林 Conifer-broadleaf forest
14	114°12'48.4"	24°17'7.6"	407	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest

青云山自然保护区森林群落 14 个样地共记录到木本植物 216 种, 隶属于 52 科 110 属。根据李俊清的方法^[21]计算物种重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对显著度)/3。本文选取重要值 > 2 的前 12 种物种作为优势种(表 2)进行后续生态位特征的分析, 包括杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、木荷(*Schima superba*)、罗浮柿(*Diospyros morrisiana*)、毛棉杜鹃花(*Rhododendron*

moulmainense)、鰲蒴锥(*Castanopsis fissa*)、栲(*C. fargesii*)、罗浮锥(*C. faberi*)、米槠(*C. carlesii*)、华润楠(*Machilus chinensis*)、鼠刺(*Itea chinensis*)、毛竹(*Phyllostachys edulis*)和甜槠(*C. eyrei*)。重要值之和为 49.01, 基本代表了该保护区的森林群落结构以及生态功能。其中杉木的重要值最大, 其次是木荷和罗浮柿; 而毛竹的重要值变异系数最大, 其次是鰲蒴锥和杉木。

表 2 森林群落优势种的重要值

Table 2 Importance value of dominant species in forest community

编号 No.	物种 Species	重要值 Importance value	变异系数 Variance coefficient /%
S1	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	6.09	199.95
S2	木荷 <i>Schima superba</i>	6.07	90.79
S3	罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	5.43	60.88
S4	毛棉杜鹃花 <i>Rhododendron moulmainense</i>	4.84	108.69
S5	鰲蒴锥 <i>Castanopsis fissa</i>	4.45	175.86
S6	栲 <i>C. fargesii</i>	4.39	67.04
S7	罗浮锥 <i>C. faberi</i>	4.38	101.78
S8	米槠 <i>C. carlesii</i>	4.11	141.16
S9	华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	2.81	165.05
S10	鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	2.24	95.20
S11	毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i>	2.16	291.77
S12	甜槠 <i>C. eyrei</i>	2.02	144.53

2.2 生态位宽度

优势种的生态位宽度分别采用由 Levins 提出、Corwell 修改的生态位宽度指数公式^[22]和 Shannon

生态位宽度指数公式^[23]计算: $B_{(L)i} = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r P_{ij}^2$,

$$B_{(S)i} = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \ln P_{ij}, P_{ij}=n_{ij}/N_{ij}, N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$$
, 式中, $B_{(L)i}$

和 $B_{(S)i}$ 为种 i 的生态位宽度, 值域分别为 $[1/r, 1]$ 和 $[0, \ln r]$, P_{ij} 为种 i 在资源位 j 的重要值占其在所有资源位的重要值总和的比例, N_{ij} 为种 i 在所有资源

位的重要值总和， n_{ij} 为种 i 在资源位 j 的重要值， r 为样方数。

2.3 生态位重叠度

生态位重叠度指数采用 Pianka 公式^[23]计算：

$$O_{ih} = \sum_{j=1}^r P_{ij} P_{hj} / \sqrt{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2 \sum_{j=1}^r P_{hj}^2}$$
，式中， O_{ih} 为种 i 和种 h

的生态位重叠度指数，数值范围为[0, 1]， P_{ij} 和 P_{hj} 分别为种 i 和种 h 在资源位 j 的重要值占其在所有资源位的重要值总和的比例。

2.4 生态位相似性

生态位相似性指数^[2]按下式计算： $C_{ih} = 1 -$

$\frac{1}{2} \sum_{j=1}^r |P_{ij} - P_{hj}|$ ，式中， C_{ih} 为种 i 和种 h 的生态位相似性指数， $C_{ih} = C_{hi}$ ，数值范围为[0, 1]。

3 结果和分析

3.1 生态位宽度

从表 3 可见，Levins 生态位宽度指数和 Shannon 生态位宽度指数的变化趋势一致，生态位宽度由大到小依次为罗浮柿、栲、木荷、鼠刺、罗浮锥、毛

棉杜鹃花、米楮、甜楮、华润楠、黧蒴锥、杉木、毛竹。其中，生态位宽度较大的罗浮柿、栲、木荷、鼠刺、罗浮锥、毛棉杜鹃花广泛分布在 13 个以上的样地中，这些种对该区生态环境的适应性较强，在资源竞争中处于优势；杉木、黧蒴锥、毛竹的分布范围较窄，对资源的利用程度较低，因此生态位宽度也较小。

3.2 生态位重叠度

12 种优势种组成 66 个种对的生态位重叠度分析结果表明，所有种对的生态位重叠度平均值为 0.378 4，其中生态位重叠值在[0, 0.5]区间的共 45 对，占总对数的 68.18%；生态位重叠值在[0.5, 1]区间的共 21 对，占总对数的 31.82% (表 4)。整体上各优势种间重叠程度低，对资源的利用差异较大，种间竞争并不激烈，在群落演替过程中各种群倾向于独立占据局部的资源而非相互共享，生态位分化较明显。生态位重叠值为 0 的 2 对，占总对数的 3.03%，分别为杉木-黧蒴锥、黧蒴锥-毛竹；生态位重叠值大于 0.8 的共 8 对，分别为木荷-罗浮柿(0.858 9)、木荷-毛棉杜鹃花(0.733 7)、木荷-栲(0.729 4)、木荷-罗浮锥(0.727 3)、罗浮柿-毛棉杜鹃花(0.727 2)、罗浮柿-栲(0.787 6)、罗浮柿-鼠刺(0.783 5)、栲-罗浮锥(0.756 3) (表 4)。

表 3 森林群落优势种的 Levins [$B_{(L)i}$] 和 Shannon [$B_{(S)i}$] 生态位宽度

Table 3 Levins [$B_{(L)i}$] and Shannon [$B_{(S)i}$] niche breadth of dominant species in forest communities

物种 Species	$B_{(L)i}$	$B_{(S)i}$
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	0.21	1.28
木荷 <i>Schima superba</i>	0.57	2.32
罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	0.74	2.45
毛棉杜鹃花 <i>Rhododendron moulmainense</i>	0.48	2.14
黧蒴锥 <i>Castanopsis fissa</i>	0.26	1.44
栲 <i>C. fargesii</i>	0.71	2.39
罗浮锥 <i>C. faberi</i>	0.51	2.17
米楮 <i>C. carlesii</i>	0.35	1.82
华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	0.28	1.63
鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	0.54	2.27
毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i>	0.11	0.68
甜楮 <i>C. eyrei</i>	0.34	1.79

3.3 生态位相似性

从表 5 可知，66 个种对的生态位相似性平均值为 0.332 2，其中大于 0.7 的 1 对，占总对数的 1.52%；大于 0.5 的有 13 对，占总对数的 8.06%；大于平均

值的有 36 对，占总对数的 54.55%；生态位相似性为 0 的有 2 对，占总对数的 3.03%。其中，木荷和罗浮柿的生态位相似性最大，为 0.746 4；木荷-毛棉杜鹃花、木荷-栲、木荷-罗浮锥、罗浮柿-毛棉

表 4 森林群落优势种的生态位重叠度

Table 4 Niche overlap of dominant species in forest community

物种 Species	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1	0.132 2	0.549 1	0.132 1	0.000 0	0.260 5	0.132 5	0.050 3	0.229 8	0.668 6	0.432 9	0.085 6
S2		0.858 9	0.733 7	0.234 3	0.729 4	0.727 3	0.404 5	0.418 0	0.580 8	0.109 2	0.358 8
S3			0.727 2	0.197 6	0.787 6	0.667 6	0.542 2	0.588 5	0.783 5	0.271 3	0.320 0
S4				0.193 9	0.585 8	0.434 9	0.692 5	0.534 9	0.456 6	0.143 7	0.355 0
S5					0.341 0	0.366 6	0.440 6	0.018 0	0.136 3	0.000 0	0.2047
S6						0.756 3	0.551 9	0.544 6	0.563 2	0.440 2	0.306 2
S7							0.481 3	0.108 5	0.397 2	0.244 9	0.317 1
S8								0.448 9	0.207 0	0.154 1	0.232 0
S9									0.652 9	0.030 9	0.274 4
S10										0.127 6	0.442 8
S11											0.072 3

S1~S12 见表 2。下表同。

S1-S12 see Table 2. The same is following Table.

表 5 森林群落优势种的生态位相似性

Table 5 Niche similarity of dominant species in forest community

物种 Species	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1	0.153 7	0.351 3	0.163 8	0.000 0	0.236 3	0.183 5	0.075 1	0.196 6	0.383 3	0.382 3	0.095 1
S2		0.746 4	0.653 0	0.210 1	0.636 5	0.643 1	0.349 7	0.355 0	0.579 9	0.113 4	0.398 6
S3			0.603 7	0.155 1	0.692 5	0.579 8	0.390 7	0.489 1	0.665 8	0.193 9	0.354 4
S4				0.194 6	0.486 1	0.440 5	0.553 2	0.454 2	0.499 4	0.127 3	0.343 3
S5					0.248 8	0.337 0	0.402 6	0.043 1	0.157 9	0.000 0	0.218 3
S6						0.619 0	0.489 0	0.350 9	0.565 5	0.252 0	0.331 6
S7							0.453 0	0.129 7	0.426 6	0.162 4	0.328 1
S8								0.369 8	0.256 7	0.094 5	0.258 2
S9									0.517 2	0.037 3	0.205 9
S10										0.107 5	0.384 1
S11											0.047 2

杜鹃花、罗浮柿-栲、罗浮柿-鼠刺和栲-罗浮锥的均大于 0.6；杉木-黧蒴锥和黧蒴锥-毛竹的均为 0。

3.4 相关性分析

将优势种的生态位宽度分别与重要值和重要值变异系数进行线性回归分析，结果表明，优势种的 Levins 生态位宽度指数和 Shannon 生态位宽度指数均与重要值呈不显著正相关关系，回归方程的决定系数分别为 0.121 7 和 0.105 8 (图 1)；优势种的 Levins 生态位宽度指数和 Shannon 生态位宽度指数均与重要值变异系数呈显著的负相关关系，回归方程的决定系数分别为 0.881 0 和 0.987 6 (图 2)。

4 结论和讨论

生态位宽度是指某物种能利用的所有资源的

总和，表征了物种对资源的利用程度和对环境的适应能力，反映了其在群落中的地位和分布情况^[24]。本研究结果表明，无论采用 Levins 生态位宽度还是 Shannon 生态位宽度，罗浮柿、栲、木荷、鼠刺、罗浮锥的生态位都较宽，表明这些物种对资源的利用能力较强，加之分布范围也更广，因而对青云山自然保护区内森林群落的构建起到较为重要的作用；而毛竹、杉木、黧蒴锥、华润楠等物种的生态位宽度较窄，尽管它们在该区的森林群落内仍具有较高的重要值，但由于这些物种的分布较为集中，因而它们的作用要弱于生态位较宽的物种。实际上，物种的生态位宽度主要与物种自身特性有关，通常适应性越强的物种往往争夺资源的能力也越强，如罗浮柿和栲等，由于这些物种在恶劣的生境下也能生存发展，因此会有较广的分布范围，生态位也就越宽；而一些物种对生境要求较高，适生范围集中，

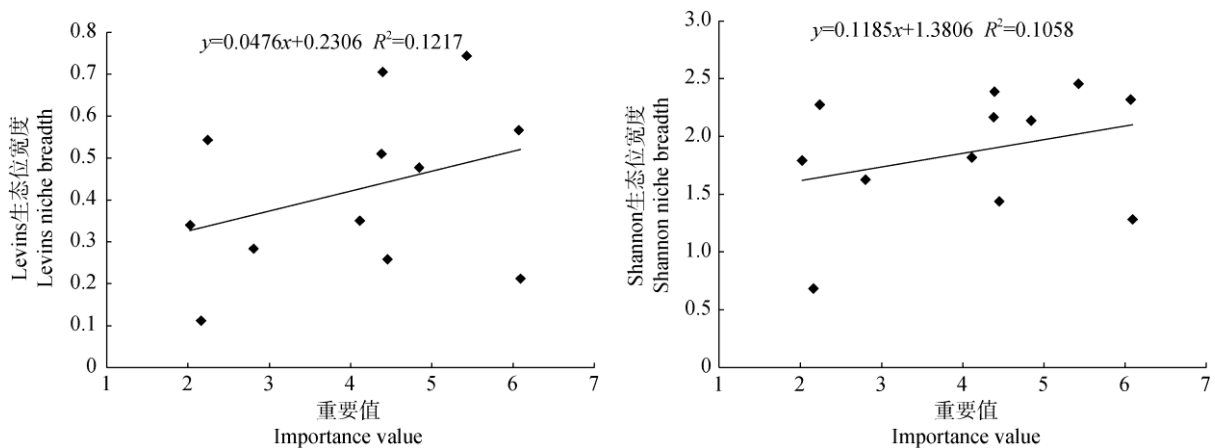


图 1 生态位宽度和重要值的关系

Fig. 1 Relationship between niche breadth and importance value

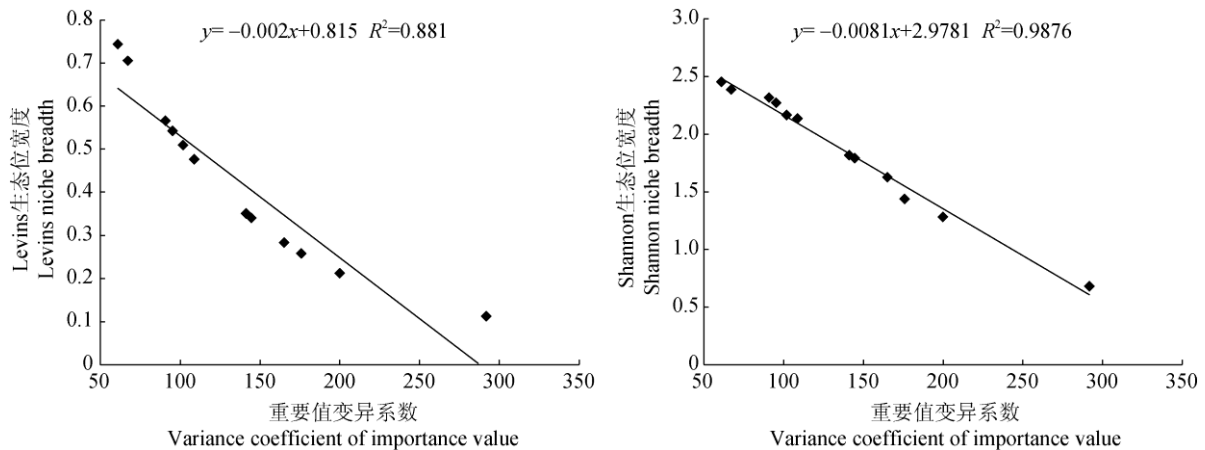


图 2 生态位宽度和重要值变异系数的关系

Fig. 2 Relationship between niche breadth and variance coefficient of importance value

生态位也就较窄。然而,杉木作为乔灌层重要值最高的优势物种,其生态位宽度却较窄,这可能与本研究中调查到的杉木多为人工种植有关,进而导致其植株具有较高的密度并且分布也更为集中。

生态位重叠反映了不同物种占据空间位置的交错程度^[25-26],常被用来衡量物种之间潜在的竞争及其所在群落的稳定性^[15,27]。而在共享资源的过程中,物种间竞争或者互利关系^[28]的产生,通常取决于资源的丰富程度。在可利用资源量丰富的环境中,某些物种在空间上积极的联系促使它们共享生境内的部分资源,此时生态位重叠度反映了物种间的互利关系^[29];但在资源紧缺的情况下,这种互利关系有可能转变成完全的竞争状态^[30]。为了得到足够的资源,大多数物种选择加宽其生态位,这将使得物种间生态位重叠度增加^[31],而由于资源争夺往

往表现为不对称性,最终导致竞争能力弱的物种会被驱赶到另一地区甚至被淘汰^[16],此时生态位重叠度则反映了物种间的竞争作用。总体而言,本研究中优势种间的生态位重叠度整体较低,表明种间竞争不激烈,因而整个群落处于相对稳定的状态。然而,生态位宽度较大的物种与其他物种的生态位重叠值通常也较大,这可能是因为生态位宽度大的物种分布范围广、利用资源的能力强,因此有更多机会占用其他物种的环境资源,发生重叠的概率更大^[2];生态位宽度较小的鰲蕨、杉木、毛竹等与其他优势种的生态位重叠值也较小,这可能是因为生态位宽度小的物种适生范围窄,种间相遇的机会小,相互重叠的概率较小^[2]。

生态位相似性反映了两物种对资源利用的相似程度,群落中生态位相似性比例越大,说明物种

利用资源的相似程度越高^[11]。与亚热带常绿阔叶林物种生态位相似性比例较高的研究结果不同^[11,32], 青云山自然保护区森林群落中物种资源利用的相似程度较低, 其生态位相似性的平均值仅为 0.332 2, 这可能与本研究选取的样地包含了多种植被类型有关。需要强调的是, 尽管本研究表明生态位宽度较大的物种之间往往存在较大的生态位相似性, 并且生态位宽度最小的物种之间其生态位相似性也表现为最小, 但这并不能说明生态位宽度和生态位相似性间存在必然的联系。以往的研究表明, 生态位宽度大的种对间也可能具有较小的生态位相似性^[2,9], 这可能与立地条件或取样尺度等有关。尽管该区优势种间总体的生态位相似性较低, 但木荷和罗浮栎的生态位相似性却高达 0.746 4, 表明生态位宽度较大的物种间往往生态位相似性也较大^[11]。

尽管重要值和生态位宽度均可用来量度物种在群落中的地位和分布状况, 但两者的意义并不相同, 重要值主要反映的是物种在群落中的优势程度^[33]。生态位宽度和重要值以及重要值变异系数的线性回归分析结果也表明, 生态位宽度与重要值的关系并不显著, 而与重要值变异系数呈显著的负相关关系, 这表明重要值变异系数是影响生态位宽度的重要因素^[34-36]。通常情况下, 重要值变异系数越小说明物种在不同样地中的分布就更为均匀, 进而体现出该物种较强的环境适应能力, 因而其也具有较宽的生态位宽度, 反之亦然。此外, 除了物种自身的生物以及生态特性, 其物种生态位宽度还受到种间竞争的激烈程度以及资源丰富程度等因素的影响^[3], 未来将这些因素纳入分析将有助于更为精确的对物种生态位宽度进行量化。

自广东翁源青云山自然保护区成立后, 该区的森林资源以及物种多样性得到了良好的保护和恢复, 但群落中人工种植的杉木以及鹧鸪锥等先锋树种仍占据着一定的优势地位, 表明群落仍处于演替早期。可以预见, 随着演替的进行, 种间竞争越发激烈, 必定伴随着物种的进入和退出, 对其进行长期的监测和研究有助于掌握群落组成结构和生态位特征变化规律, 从而更好的指导该区森林资源的保护和管理。

参考文献

[1] GAO H J, YUAN J, GAO P S. Niche and interspecific association of dominant species in secondary forest of Zhoushan Islands [J]. J Trop

Subtrop Bot, 2017, 25(1): 73–80. doi: 10.11926/jtsb.3620.

高浩杰, 袁佳, 高平仕. 舟山群岛次生林优势种群的生态位与种间联结 [J]. 热带亚热带植物学报, 2017, 25(1): 73–80. doi: 10.11926/jtsb.3620.

[2] WU Q N, DONG J W, ZHENG Y, et al. Niches of the main plant species in Baili Rhododendron National Forest Park [J]. J Nanjing For Univ (Nat Sci), 2017, 41(2): 175–180. doi: 10.3969/j.issn.1000-2006.2017.02.026.

吴倩楠, 董建文, 郑宇, 等. 百里杜鹃国家森林公园优势种生态位研究 [J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2017, 41(2): 175–180. doi: 10.3969/j.issn.1000-2006.2017.02.026.

[3] ZHENG X Y, ZHAO C, LIU Q Q, et al. Niche characteristics of understory herb layer in a mature Chinese fir plantation [J]. Chin J Ecol, 2018, 37(2): 332–338. doi: 10.13292/j.1000-4890.201802.031.

郑晓阳, 赵冲, 刘青青, 等. 成熟杉木人工林下草本层生态位特征 [J]. 生态学杂志, 2018, 37(2): 332–338. doi: 10.13292/j.1000-4890.201802.031.

[4] WANG T L, WANG G Y, INNES J, et al. Climatic niche models and their consensus projections for future climates for four major forest tree species in the Asia-Pacific region [J]. For Ecol Manag, 2016, 360: 357–366. doi: 10.1016/j.foreco.2015.08.004.

[5] CARVALHO M C, GOMIDE L R, SANTOS R M D, et al. Modeling ecological niche of tree species in Brazilian tropical area [J]. Cerne, 2017, 23(2): 229–240. doi: 10.1590/01047760201723022308.

[6] MEINER E, DEVILLE A S, GRÉMILLET D, et al. Combining correlative and mechanistic habitat suitability models to improve ecological compensation [J]. Biol Rev, 2015, 90(1): 314–329. doi: 10.1111/brv.12111.

[7] WANG H C, ZHU H, LI Y F, et al. Potential distribution and ecological characteristic of chinese endemic species *Cerasus xueluoensis* [J]. J Trop Subtrop Bot, 2020, 28(2): 136–144. doi: 10.11926/jtsb.4102.

王华辰, 朱弘, 李涌福, 等. 中国特有植物雪落樱桃潜在分布及其生态特征 [J]. 热带亚热带植物学报, 2020, 28(2): 136–144. doi: 10.11926/jtsb.4102.

[8] ZHU D H, LIU J F, HONG W, et al. Studies on regeneration niche of main species in *Pinus taiwanensis* community in Daiyun Mountain [J]. J Trop Subtrop Bot, 2012, 20(6): 561–565. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2012.06.004.

朱德煌, 刘金福, 洪伟, 等. 戴云山黄山松群落主要树种更新生态位研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2012, 20(6): 561–565. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2012.06.004.

[9] CHEN R G, FAN S H, LIU G L, et al. Niche characteristics of dominant species of rattan accompanying community in secondary lowland rain

- forest in Hainan Island, China [J]. *Acta Bot Boreali-Occid Sin*, 2017, 37(6): 1226–1233. doi: 10.7606/j.issn.1000-4025.2017.06.1226.
- 陈瑞国, 范少辉, 刘广路, 等. 海南岛次生低地雨林棕榈藤伴生群落优势种生态位研究 [J]. *西北植物学报*, 2017, 37(6): 1226–1233. doi: 10.7606/j.issn.1000-4025.2017.06.1226.
- [10] BAI X H, ZHANG J T. Niche analysis of dominant species of forest community in Xiaowutai Mountain, China [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2017, 28(12): 3815–3826. doi: 10.13287/j.1001-9332.201712.002.
- 白晓航, 张金屯. 小五台山森林群落优势种的生态位分析 [J]. *应用生态学报*, 2017, 28(12): 3815–3826. doi: 10.13287/j.1001-9332.201712.002.
- [11] XU N, LIN K M, WU P P, et al. Niche of main species in the tree layer of old-growth Chinese fir forest [J]. *J For Environ*, 2017, 37(3): 330–335. doi: 10.13324/j.cnki.jfcf.2017.03.014.
- 许诺, 林开敏, 吴培培, 等. 杉木老龄林乔木层主要树种生态位研究 [J]. *森林与环境学报*, 2017, 37(3): 330–335. doi: 10.13324/j.cnki.jfcf.2017.03.014.
- [12] WU Z L, CHEN J T, ZHOU X N, et al. Effects of selective cutting intensities on niche of six dominant species populations on arbor layer in natural secondary forest [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2013, 21(2): 161–167. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2013.02.010.
- 巫志龙, 陈金太, 周新年, 等. 择伐强度对天然次生林乔木层 6 种优势种群生态位的影响 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2013, 21(2): 161–167. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2013.02.010.
- [13] LIU Y Y, GU B, WANG L. Species diversity of plant community and the niche of dominant species in Beichuan after earthquake engineering [J]. *Chin J Ecol*, 2019, 38(2): 309–320. doi: 10.13292/j.1000-4890.201902.027.
- 刘尧尧, 辜彬, 王丽. 北川震后植被恢复工程植物群落物种多样性及优势种生态位 [J]. *生态学杂志*, 2019, 38(2): 309–320. doi: 10.13292/j.1000-4890.201902.027.
- [14] DING S, OUYANG J, LÜ D, et al. Niche characteristics of dominant species populations in *Castanopsis fargesii* forest in Jinggang Mountain National Nature Reserve [J]. *J CS Univ For Technol*, 2014, 34(7): 99–103. doi: 10.14067/j.cnki.1673-923x.2014.07.019.
- 丁松, 欧阳杰, 吕丹, 等. 井冈山国家自然保护区栲树林优势种群生态位特征 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2014, 34(7): 99–103. doi: 10.14067/j.cnki.1673-923x.2014.07.019.
- [15] FU W G, WANG F K, YIN Q L, et al. Niche dynamics of species in succession process in the Wetland of Yangtze Rivers Lower Reach, China [J]. *Plant Ecol Evol*, 2015, 148(1): 43–51. doi: 10.5091/plecevo.2015.956.
- [16] MARTORELL C, ALMANZA-CELIS C A I, PÉREZ-GARCÍA E A, et al. Co-existence in a species-rich grassland: Competition, facilitation and niche structure over a soil depth gradient [J]. *J Veg Sci*, 2015, 26(4): 674–685. doi: 10.1111/jvs.12283.
- [17] ROCES-DÍAZ J V, JIMÉNEZ-ALFARO B, ÁLVAREZ-ÁLVAREZ P, et al. Environmental niche and distribution of six deciduous tree species in the Spanish Atlantic Region [J]. *iFor-Biogeog For*, 2015, 8(2): 214–221. doi: 10.3832/for1183-008.
- [18] HUANG H R, DONG Q Y, YANG Y H, et al. Study on physical and chemical properties of different stands in Qingyun Forest Park of Wengyuan County [J]. *Subtrop Plant Sci*, 2015, 44(2): 135–139. doi: 10.3969/j.issn.1009-7791.2015.02.010.
- 黄华蓉, 董奇好, 杨亚慧, 等. 广东翁源青云森林公园 6 种林分土壤理化特性分析 [J]. *亚热带植物科学*, 2015, 44(2): 135–139. doi: 10.3969/j.issn.1009-7791.2015.02.010.
- [19] LEI Y H, PAN J, LI Y S. Reform measures of low yield timber forest in Wengyuan County [J]. *Guangdong For Sci Technol*, 1993(2): 36–39, 35.
- 雷永汉, 潘坚, 黎运枢. 浅谈翁源县低产用材林的改造措施 [J]. *广东林业科技*, 1993(2): 36–39, 35.
- [20] CONDIT R. Research in large, long-term tropical forest plots [J]. *Trends Ecol Evol*, 1995, 10(1): 18–22. doi: 10.1016/S0169-5347(00)88955-7.
- [21] LI J Q. *Forest Ecology* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006: 45–60.
- 李俊清. *森林生态学* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 45–60.
- [22] LEVINS R. *Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations* [M]. Princeton: Princeton University Press, 1968: 75–87.
- [23] ZHANG J T. *Quantitative Ecology* [M]. Beijing: Science Press, 2004: 58–81.
- 张金屯. *数量生态学* [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 58–81.
- [24] ZHANG D M, ZHAO W Z, LUO W C. Niche and interspecific association of dominant plant species in saline-alkaline soils of desert steppe zone [J]. *Chin J Ecol*, 2018, 37(5): 1307–1315. doi: 10.13292/j.1000-4890.201805.027.
- 张东梅, 赵文智, 罗维成. 荒漠草原带盐碱地优势植物生态位与种间联结 [J]. *生态学报*, 2018, 37(5): 1307–1315. doi: 10.13292/j.1000-4890.201805.027.
- [25] TANG Y B, LIAO Y B, SHOU L, et al. Intertidal zone of the Nanji Islands is a niche for dominant species of the macrobenthic community [J]. *Acta Ecol Sin*, 2016, 36(2): 489–498. doi: 10.5846/stxb201310202532.
- 汤雁滨, 廖一波, 寿鹿, 等. 南麂列岛潮间带大型底栖动物群落优势种生态位 [J]. *生态学报*, 2016, 36(2): 489–498. doi: 10.5846/stxb201310202532.

- [26] BAI H H, WANG X F, XU J G. Nutrition ecological niche of dominant arbor species in natural *Pinus taiwanensis* community [J]. J Nanjing For Univ (Nat Sci), 2018, 42(2): 81–88. doi: 10.3969/j.issn.1000-2006.201706043.
- 白欢欢, 王雪峰, 徐建国. 天然黄山松群落主要树种营养生态位特征研究 [J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(2): 81–88. doi: 10.3969/j.issn.1000-2006.201706043.
- [27] MILNE G R, MASON C H. An ecological niche theory approach to the measurement of brand competition [J]. Mark Lett, 1990, 1(3): 267–281.
- [28] CHEN X X, SHEN C Q, HONG W J, et al. Niche of the Tree-layer Dominant Populations of *Loropetalum subcordatum* in Maolan [J]. J Fujian For Sci Technol, 2017, 44(3): 16–21, 81. doi: 10.13428/j.cnki.fjlk.2017.03.003.
- 陈晓熹, 申长青, 洪文君, 等. 茂兰四药门花群落乔木层优势种群生态位研究 [J]. 福建林业科技, 2017, 44(3): 16–21, 81. doi: 10.13428/j.cnki.fjlk.2017.03.003.
- [29] MARTORELL C, FRECKLETON R P. Testing the roles of competition, facilitation and stochasticity on community structure in a species-rich assemblage [J]. J Ecol, 2014, 102(1): 74–85. doi: 10.1111/1365-2745.12173.
- [30] MAESTRE F T, CALLAWAY R M, VALLADARES F, et al. Refining the stress-gradient hypothesis for competition and facilitation in plant communities [J]. J Ecol, 2009, 97(2): 199–205. doi: 10.1111/j.1365-2745.2008.01476.x.
- [31] SILVERTOWN J. Plant coexistence and the niche [J]. Trends Ecol Evol, 2004, 19(11): 605–611. doi: 10.1016/j.tree.2004.09.003.
- [32] 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 Ecol Sin, 2009, 29(7): 3670–3677. doi: 10.3321/j.issn:1000-0933.2009.07.027.
- 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): 3670–3677. doi: 10.3321/j.issn:1000-0933.2009.07.027.
- [33] LIU R H, CHEN L, TU H R, et al. Niche and interspecific association of main species in shrub layer of *Cyclobalanopsis glauca* community in karst hills of Guilin, southwest China [J]. Acta Ecol Sin, 2020, 40(6): 2057–2071. doi: 10.5846/stxb201904090689.
- 刘润红, 陈乐, 涂洪润, 等. 桂林岩溶石山青冈群落灌木层主要物种生态位与种间联结 [J]. 生态学报, 2020, 40(6): 2057–2071. doi: 10.5846/stxb201904090689.
- [34] ARELLANO G, CALA V, MACÍA M J. Niche breadth of oligarchic species in Amazonian and Andean rain forests [J]. J Veg Sci, 2015, 25(6): 1355–1366. doi: 10.1111/jvs.12180.
- [35] 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]. J NW For Univ, 2016, 31(2): 60–65. doi: 10.3969/j.issn.1001-7461.2016.02.11.
- 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. doi: 10.3969/j.issn.1001-7461.2016.02.11.
- [36] PAN G, ZHANG H P, PAN D. Niche characteristics of dominant populations within mixed broadleaf-conifer forest in Qingyanghu National Park [J]. J CS Univ For Technol, 2017, 37(2): 69–75. doi: 10.14067/j.cnki.1673-923x.2017.02.012.
- 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. doi: 10.14067/j.cnki.1673-923x.2017.02.012.