

# 山西历山国家级自然保护区猕猴栖息地 优势树种生态位特征\*

铁军<sup>1,2\*\*</sup> 李燕芬<sup>3</sup> 金山<sup>1,2</sup> 陈艳彬<sup>1</sup> 张桂萍<sup>1,2</sup> 茹文明<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>长治学院生物科学与技术系, 山西长治 046011; <sup>2</sup>太行山生态与环境研究所, 山西长治 046011; <sup>3</sup>山西师范大学生命科学学院, 山西临汾 041004)

**摘要** 采用 Shannon 生态位宽度指数和 Levins 生态位重叠指数算法, 分析了历山国家级自然保护区猕猴栖息地森林 22 个主要优势树种(包括 12 种乔木和 10 种灌木)的生态位特征。结果表明:(1) 乔木层中生态位宽度最大的为鹅耳枥(3.477), 其次为千金榆(3.340)、野核桃(3.194)和蒙古栎(3.123), 最低为榆树(1.039); 在灌木层中连翘的生态位宽度(3.491)最大, 三裂绣线菊(3.017)、珍珠梅(1.938)、胡颓子(1.759)和葱皮忍冬(1.593)次之, 大花溲疏(1.131)最低, 说明它们具有较好的环境适应性, 在竞争中占有优势地位;(2) 22 个优势种的生态位普遍产生重叠, 但重叠程度均较小, 优势种生态位相似性为 0.10~0.30, 表明历山猕猴栖息地优势种间竞争并不激烈;(3) 生态位重叠与生态位宽度之间的关系并不是绝对的正相关, 这可能是由物种所处生境的异质性决定的。

**关键词** 优势种; 生态位宽度; 生态位重叠; 生态位相似性; 猕猴; 栖息地

**中图分类号** Q948.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2015)3-0634-08

**Niche characteristics of dominant tree species in *Macaca mulatta* habitat of Lishan National Nature Reserve, Shanxi.** TIE Jun<sup>1,2\*\*</sup>, LI Yan-fen<sup>3</sup>, JIN Shan<sup>1,2</sup>, CHEN Yan-bin<sup>1</sup>, ZHANG Gui-ping<sup>1,2</sup>, RU Wen-ming<sup>1,2</sup> (<sup>1</sup> Department of Biological Sciences and Technology, Changzhi College, Changzhi 046011, Shanxi, China; <sup>2</sup> Ecological and Environmental Research Institute of Taihang Mountain, Changzhi 046011, Shanxi, China; <sup>3</sup> College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen 041004, Shanxi, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2015, **34**(3): 634-641.

**Abstract:** The niche characteristics of 22 dominant species, including 12 trees and 10 shrubs, in *Macaca mulatta* habitat of Lishan National Nature Reserve were analyzed by using Shannon's niche breadth and Levins's niche overlap indices. The results indicated that: (1) *Carpinus turczaninowii* had the largest niche breadth (3.477), followed by *Carpinus cordata* (3.340), *Juglans cathayensis* (3.194), *Quercus mongolica* (3.123), and *Ulmus pumila* had the least niche breadth (1.039) in the tree layer. In the shrub layer, the niche breadth value of *Forsythia suspensa* was the largest (3.491), followed by *Spiraea trilobata* (3.017), *Sorbaria sorbifolia* (1.938), *Elaeagnus pungens* (1.759), *Lonicera ferdinandii* (1.593), and *Deutzia grandiflora* had the least (1.131). The results suggested that these shrubs had strong adaptability to the environment and competition for the resources. (2) There were low niche overlaps among 22 trees. The niche similarity coefficients were from 0.10 to 0.30, suggesting that interspecific competition among those trees was relatively weak. (3) There was no complete positive correlation between the niche breadth and niche overlap, and this result may be determined by the heterogeneity of the habitat.

**Key words:** dominant species; niche breadth; niche overlap; niche similarity; *Macaca mulatta*; habitat.

\* 山西省自然科学基金项目(2012011034-6, 2010011041-2)和长治学院博士启动基金项目资助。

\*\* 通讯作者 E-mail: tiejun74@163.com

收稿日期: 2014-08-29 接受日期: 2014-11-18

栖息地是野生动物长期活动和游荡的区域,其大小取决于动物个体的能量需求与生态或环境因子之间的相互作用,其中包括栖息地质量(Elchuk *et al.*, 2003)。野生动物栖息地的质量结构主要由食物、水和隐蔽物三大因子组成(Bailey, 1984)。对于树栖性较强的非人类灵长类动物而言,栖息地内的植被类型和组成与灵长类动物的食性(Julliot, 1996; McConkey, 2002)、时间分配(Li *et al.*, 2004)和栖息地选择(Enstam *et al.*, 2004)等方面有着密切联系,尤其是食源植物的分布、种类、数量及质量直接影响着它们的行为、生存和繁衍。栖息地内优势树种为树栖灵长类动物的活动和觅食提供主要场所(Enstam *et al.*, 2004)。因此,研究栖息地内优势树种的生态位特性,不仅可以了解栖息地森林群落内各种群对资源的利用情况,而且有助于掌握种群的适应性、种群之间的相互作用机理(铁军等, 2009),对进一步揭示栖息地森林优势树种与树栖灵长类之间的协同进化关系具有重要意义。

猕猴(*Macaca mulatta*)是我国特有的珍稀物种,国家Ⅱ级野生保护动物(汪松等, 1998)。目前我国陕西、四川、甘肃、湖北、广西、广东、云南、河南及山西等地分布(宋朝枢等, 1996),其中河南省与山西省交界处的太行山及中条山南段为该物种分布的最北界(张荣祖等, 1997)。在山西历山国家级自然保护区内有猴群7群,约580只(刘荣等, 2004)。自2012年8月至2014年5月,对保护区猕猴栖息地植被类型及植物种类进行调查,分析优势树种的生态位宽度和生态位重叠特性,旨在揭示优势树种在群落内的地位、作用和对资源的利用能力,为该保护区猕猴栖息地的保护与管理提供理论依据。

## 1 研究地区与研究方法

### 1.1 研究区概况

历山国家级自然保护区位于山西省南部中条山山脉东段(35°16'30"N—35°27'20"N, 111°51'10"E—112°5'35"E),地处于运城、晋城、临汾三市的翼城、沁水、阳城、垣曲四县交界地带。保护区总面积24200 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率80.9%,最高海拔(舜王坪)2358 m,相对高差2058 m。该地区属于暖温带大陆性季风气候,年均温度8~12℃,年均相对湿度70%,年降水量600~800 mm,一般集中在7月和8月,无霜期150~180 d。地带性土壤为褐土,土壤类型随海拔、地形、坡度、水文和植被类型的变化而变化,由山

顶到山基依次为山地草甸土、棕色森林土、山地淋溶褐土和山地褐土(茹文明等, 2006;李豪等, 2013)。

历山国家级自然保护区地形复杂,水热资源丰富,植被覆盖完好,该区在中国植被区划上属暖温带落叶阔叶林地带,以辽东栎为主的栎类植物群落,是本区的地带性原始植被类型(茹文明等, 2006;李豪等, 2013)。在猕猴栖息地内植物生长茂盛,主要植被类型有华山松(*Pinus armandii*)林、鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii*)林、栎树(*Koelreuteria paniculata*)林、元宝槭(*Acer truncatum*)林、栓皮栎(*Quercus variabilis*)林和蒙古栎(*Q. mongolica*)林等。此外,还有荆条(*Vitex negundo* var. *heterophylla*)灌丛、酸枣(*Ziziphus jujube* var. *spinosa*)灌丛、连翘(*Forsythia suspensa*)灌丛、六道木(*Abelia biflora*)灌丛和三裂绣线菊(*Spiraea trilobata*)灌丛等。

### 1.2 研究方法

2012年8月至2014年5月,4次对历山国家级自然保护区猕猴栖息地植被类型进行了实地调查,确定其植被类型、植物种类、种群密度和栖息地地形地貌等特征。根据猕猴活动范围和栖息地森林的分布情况,在海拔1400~1700 m,设置38个20 m×20 m的大样方。在每1个大样方内采用系统取样法设置5个5 m×5 m的小样方。根据大样方收集乔木数据、小样方收集灌木数据,取其平均值作为该样地的变量值(铁军等, 2009)。采集相关植物标本室内鉴定种类。

由于猕猴为树栖性灵长类动物,所以本文未统计草本层因子。在样方内,乔灌木相关数据的收集、记录等参照铁军等(2009)的方法。乔灌木以每个样地中总盖度和密度最大的确定为优势种。猕猴食源植物种类来源于实地痕迹调查和文献资料两部分(铁军等, 2014)。

### 1.3 数据处理

#### (1) 重要值

重要值(importance value)是以综合数值来表示群落中不同植物的相对重要性,计算公式为:

$$IV_{乔木} = (\text{相对密度} + \text{相对高度} + \text{相对优势度}) / 3$$

$$IV_{灌木} = (\text{相对密度} + \text{相对高度}) / 2$$

式中:相对密度为样方内某一物种的个体数占全部物种个体数的百分比;相对高度为样方内某一物种的高度和占全部物种高度之和的百分比;相对优势度为样方内某一树种的胸高断面积之和占所有物种胸高断面积之和的百分比(柴宗政等, 2012;毛空

等,2013)。

## (2) 生态位宽度

生态位宽度采用 Shannon 指数计算,公式为:

$$B_i = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \ln P_{ij}$$

式中: $B_i$ 为物种*i*的生态位宽度, $P_{ij} = n_{ij}/N_{ij}$ ,它代表物种*i*在第*j*个资源状态下的个体数占该种所有个体数的比例。 $n_{ij}$ 为种群*i*利用资源状态*j*的数量, $N_{ij}$ 为种群*i*的总数量, $r$ 为样方数(张峰等,2004;史红文等,2007;铁军等,2009)。

## (3) 生态位相似性

生态位相似性( $C_{ih}$ )是指2个物种利用资源的相似程度,计算公式为:

$$C_{ih} = 1 - 1/2 \sum_{j=1}^r |P_{ij} - P_{hj}| = \sum_{j=1}^r \min(P_{ij}, P_{hj})$$

式中: $C_{ih}$ 为物种*i*与物种*h*之间的生态位相似程度,且有 $C_{ih} = C_{hi}$ ,具有域值[0,1]; $P_{ij}$ 和 $P_{ij}$ 分别为物种*i*和物种*h*在资源位*j*上的重要值百分率(刘金福等,1999;史小华等,2007;铁军等,2009)。

## (4) 生态位重叠

生态位重叠是指一定资源序列上,2个物种利用同等级资源而相互重叠的情况,计算公式为:

$$L_{ih} = B_{(L)i} \sum_{j=1}^r P_{ij} \times P_{hj}$$

$$L_{hi} = B_{(L)h} \sum_{j=1}^r P_{ij} \times P_{hi}$$

式中, $L_{ih}$ 为物种*i*重叠物种*h*的生态位重叠指数; $L_{hi}$ 为物种*h*重叠物种*i*的生态位重叠指数; $B_{(L)}$ 为 Levins 的生态位宽度指数; $B_{(L)i}$ 和 $B_{(L)h}$ 具有域值[1/ $r$ ,1]; $L_{ih}$ , $L_{hi}$ 具有域值[0,1](刘金福等,1999;史小华等,2007;铁军等,2009)。

## 2 结果与分析

### 2.1 栖息地森林优势树种重要值

从表1可见,栖息地乔木层中重要值最大的是鹅耳枥(11.12),其次为千金榆(*Carpinus cordata*)(8.69)、野核桃(*Juglans cathayensis*)(7.12)、蒙古栎(2.94)、漆(*Toxicodendron vernicifluum*)(1.93)、红桦(*Betula albo-sinensis*)(1.43)和青榨槭(*Acer davidii*)(1.27),重要值最小的是榆树(*Ulmus pumila*)(0.07)。表明鹅耳枥、千金榆、野核桃、蒙古栎、漆、红桦和青榨槭等树种为历山国家级自然保护区猕猴栖息地森林群落乔木层的优势树种。在猕猴栖息地

表1 历山猕猴栖息地森林优势树种的重要值与生态位宽度

Table 1 Importance value and niche breadth of dominant tree species in *Macaca mulatta* habitat of Lishan National Nature Reserve

植被类型	序号	种名	重要值 (IV)	生态位宽度 ( $B_i$ )
乔木层	q1	+鹅耳枥 <i>Carpinus turczaninowii</i>	11.12	3.477
	q2	+千金榆 <i>Carpinus cordata</i>	8.69	3.340
	q3	+野核桃 <i>Juglans cathayensis</i>	7.12	3.194
	q4	+蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	2.94	3.123
	q5	+青榨槭 <i>Acer davidii</i>	1.27	2.664
	q6	+红桦 <i>Betula albo-sinensis</i>	1.43	2.616
	q7	+元宝槭 <i>Acer truncatum</i>	0.71	2.334
	q8	+华山松 <i>Pinus armandii</i>	0.82	2.216
	q9	漆 <i>Toxicodendron vernicifluum</i>	1.93	1.948
	q10	+栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i>	0.71	1.889
	q11	+白桦 <i>Betula platyphylla</i>	0.19	1.166
	q12	+榆树 <i>Ulmus pumila</i>	0.07	1.039
灌木层	g1	+连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	23.06	3.491
	g2	三裂绣线菊 <i>Spiraea trilobata</i>	6.23	3.017
	g3	珍珠梅 <i>Sorbaria sorbifolia</i>	0.05	1.938
	g4	+胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i>	1.32	1.759
	g5	葱皮忍冬 <i>Lonicera ferdinandii</i>	0.79	1.593
	g6	+卫矛 <i>Euonymus alatus</i>	1.42	1.361
	g7	+美丽胡枝子 <i>Lespedeza formosa</i>	0.85	1.311
	g8	刚毛忍冬 <i>Lonicera hispida</i>	2.66	1.269
	g9	海州常山 <i>Clerodendrum trichotomum</i>	0.28	1.221
	g10	大花溲疏 <i>Deutzia grandiflora</i>	0.80	1.131

+为猕猴食源植物。

灌木层中重要值最大为连翘(23.06),其次为三裂绣线菊(6.23)、刚毛忍冬(*Lonicera hispida*)(2.66)、卫矛(*Euonymus alatus*)(1.42)和胡颓子(*Elaeagnus pungens*)(1.32),重要值最小的是珍珠梅(*Sorbaria sorbifolia*)(0.05),说明连翘、三裂绣线菊、刚毛忍冬、卫矛和胡颓子在灌木层占有很大优势,为该层的优势物种。

### 2.2 栖息地森林优势树种生态位宽度

生态位宽度是反映物种对环境资源利用状况的尺度,同时也反映物种的生态适应性和分布幅度。一般来说,物种的生态位宽度越大,表明其对环境的适应能力越强,对资源的利用就越充分且在所处环境中处于优势地位。反之,如果物种的生态位宽度越小,则在资源的竞争中处于劣势。

从表1可知,历山猕猴栖息地森林乔木层中生态位宽度值最高的为鹅耳枥(3.477),千金榆(3.340)、野核桃(3.194)和蒙古栎(3.123)次之,最低的是榆树(1.039)。在灌木层中,生态位宽度值最高的是连翘(3.491),三裂绣线菊(3.017)、珍珠梅(1.938)、胡颓子(1.759)和葱皮忍冬(*L. ferdinandii*)

(1.593)次之,最低的是大花溲疏(*Deutzia grandiflora*)(1.131)。鹅耳枥、千金榆和蒙古栎等乔木是历山猕猴栖息地植被的主要建群种,而且在海拔 1500 m 以上的栖息地中分布较广,在 85%的样方中都存在,因而其生态位宽度较大。灌木层中连翘、葱皮忍冬和三裂绣线菊等广泛分布于海拔 1400 m 左右的高山栖息地乔木层下,且密度较大,因而其生态位宽度值也较大。

本研究发现,历山猕猴栖息地重要值排名前 31 位的树种中,24 种为食源植物,占总种数的 77.42%;在生态位宽度>1 的优势树种中(12 种乔木、10 种灌木),有 15 种是食源植物,占食源植物总数的 22.06%。这些树种不仅是栖息地森林重要的组成树种,而且是猕猴的主要食源植物。

### 2.3 栖息地森林优势树种生态位重叠

从表 2 和表 3 可知,栖息地森林乔木优势种中,生态位重叠的种对有 63 对,占总数的 95.45%。生

态位重叠值>0.40 的有 1 对种群,在 0.10~0.40 的有 10 对种群,在 0.05~0.09 的有 28 对种群,其余 24 对种群的生态位重叠值<0.05。其中,生态位重叠值>0.10的种对是栖息地森林最重要的组成树种,也是最高层次的树种,如鹅耳枥、千金榆、蒙古栎和栓皮栎等。栖息地森林灌木优势种中,生态位重叠的种对有 44 对,占总数的 97.77%。生态位重叠值>0.20 的有 2 对种群,在 0.10~0.20 的有 4 对种群,在 0.05~0.09 的有 12 对种群,其余生态位重叠值<0.05。其中,生态位重叠值>0.10 的种对是栖息地森林灌木层的主要组成树种,如连翘、三裂绣线菊、刚毛忍冬等。两个种的生态位发生重叠则必然导致竞争的发生,而且生态位重叠值越大,2 个种之间发生的竞争可能就越剧烈。可见,历山自然保护区猕猴栖息地森林高层次乔木优势种的生境高度相似,但种间竞争不激烈。

生态位重叠值的大小与生态位宽度的大小有

表 2 历山保护区猕猴栖息地森林乔木层优势树种生态位重叠

Table 2 Niche overlap of dominant abor species in *Macaca mulatta* habitat of Lishan National Nature Reserve

物种	$L_{ih}$											
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	q11	q12
$L_{hi}$	q1	0.092	0.079	0.076	0.087	0.079	0.090	0.105	0.035	0.091	0.067	0.049
	q2	0.088	0.049	0.084	0.092	0.078	0.129	0.056	0.063	0.040	0.021	0.150
	q3	0.073	0.053	0.081	0.064	0.088	0.047	0.078	0.039	0.095	0.118	0.033
	q4	0.068	0.080	0.084	0.081	0.086	0.060	0.075	0.062	0.127	0.076	0.171
	q5	0.067	0.073	0.053	0.069	0.038	0.156	0.022	0.038	0.186	0.012	0.066
	q6	0.059	0.061	0.072	0.072	0.037	0.047	0.104	0.024	0.004	0.409	0.069
	q7	0.061	0.090	0.034	0.045	0.136	0.041	0.004	0.023	0.033	0.000	0.066
	q8	0.067	0.039	0.059	0.054	0.019	0.088	0.004	0.014	0.028	0.126	0.034
	q9	0.020	0.037	0.024	0.039	0.028	0.018	0.019	0.013	0.004	0.008	0.057
	q10	0.049	0.023	0.056	0.077	0.132	0.003	0.027	0.024	0.004	0.000	0.009
	q11	0.023	0.007	0.043	0.029	0.005	0.182	0.000	0.066	0.005	0.000	0.000
	q12	0.015	0.047	0.011	0.057	0.026	0.027	0.029	0.016	0.030	0.005	0.000

物种序号见表 1。

表 3 历山保护区猕猴栖息地森林灌木层优势树种生态位重叠

Table 3 Niche overlap of dominant shrub species in *Macaca mulatta* habitat of Lishan National Nature Reserve

物种	$L_{ih}$									
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10
$L_{hi}$	g1	0.080	0.059	0.073	0.058	0.070	0.086	0.012	0.105	0.059
	g2	0.312	0.043	0.067	0.078	0.003	0.054	0.004	0.050	0.094
	g3	0.147	0.110	0.020	0.196	0.020	0.188	0.279	0.020	0.020
	g4	0.164	0.156	0.053	0.001	0.002	0.187	0.003	0.013	0.001
	g5	0.120	0.166	0.474	0.003	0.015	0.027	0.039	0.015	0.093
	g6	0.116	0.005	0.035	0.004	0.032	0.001	0.001	0.027	0.042
	g7	0.145	0.093	0.374	0.384	0.057	0.003	0.037	0.001	0.002
	g8	0.020	0.007	0.537	0.007	0.081	0.002	0.083	0.000	0.001
	g9	0.165	0.081	0.037	0.025	0.030	0.057	0.002	0.001	0.272
	g10	0.086	0.142	0.035	0.002	0.172	0.083	0.003	0.002	0.560

物种序号见表 1。

关。一般而言,生态位宽的种群之间以及生态位宽与生态位窄的种群之间能产生较大的生态位重叠,而生态位窄的种群之间则不会产生较大的生态位重叠。本研究发现,乔木层中生态位宽的红桦(2.616)与生态位窄的白桦(*Betula platyphylla*)(1.166)之间的生态位重叠较大,重叠值  $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  分别为 0.409 和 0.182;生态位窄的榆树(1.039)与生态位窄的白桦和栓皮栎(1.889)之间的重叠值较小,重叠值  $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  均  $<0.01$ ;但生态位宽的鹅耳枥(3.477)与千金榆(3.340)、野核桃(3.194)和蒙古栎(3.123)等树种之间的重叠值较小,均低于 0.10,这可能与这些物种所处生境的异质性有关。灌木层中,生态位宽的连翘(3.491)与三裂绣线菊(3.017)之间的生态位重叠较大,重叠值  $L_{ih}$  为 0.312;生态位宽的珍珠梅(1.938)与生态位窄的刚毛忍冬(1.269)之间的生态位重叠较大,重叠值  $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  分别为 0.537 和 0.279;而生态位窄的大花溲疏(1.131)与刚毛忍冬之间的重叠值则较小,低于 0.05。另外,大花溲疏(1.131)与海州常山(*Clerodendrum trichotomum*)(1.221)的生态位均较窄,但二者之间却产生了较大的生态位重叠

( $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  分别为 0.560 和 0.272),这是由于在个别样方内这 2 种植物集中出现所致。

从生态位重叠分布格局来看,在历山猕猴栖息地内,不论乔木层优势种还是灌木层优势种的  $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  生态位重叠值主要集中在 0~0.10;生态位重叠值  $>0.10$  的乔木层优势种只有 14 个种对, $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  所占的比例分别为 6.06%和 15.15%,灌木层优势种有 17 个种对, $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  所占的比例分别为 24.44%和 13.33%。由此可见,历山猕猴栖息地林群落中的乔灌木优势种间的生态位重叠程度较小,表明各优势种群对群落环境资源的共享比较充分,不同层次种群间的竞争相对较弱,再次说明历山猕猴栖息地林乔木层和灌木层群落将保持相对稳定状态。

## 2.4 栖息地森林优势树种生态位相似性

从表 4 和表 5 可知,栖息地内 12 种乔木优势树种的生态位相似性  $>0.60$  的有 1 对,在 0.50~0.60 的有 3 对,0.40~0.50 的有 8 对,0.30~0.40 的 7 对,0.20~0.30 的有 14 对。生态位相似性  $>0.30$  的共有 19 对,占全部种对的 28.79%。在 10 种灌木优势树种中,生态位相似性  $>0.30$  的有 2 对,0.10~0.30 的

表 4 历山保护区猕猴栖息地主要树种中乔木生态位相似性

Table 4 Niche similarity of dominant arbor species in *Macaca mulatta* habitat of Lishan National Nature Reserve

物种	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	q11	q12
q1	0.645	0.519	0.481	0.410	0.393	0.297	0.354	0.150	0.219	0.123	0.052
q2		0.392	0.508	0.443	0.417	0.428	0.243	0.292	0.143	0.110	0.152
q3			0.485	0.267	0.367	0.182	0.274	0.131	0.252	0.115	0.050
q4				0.392	0.396	0.234	0.242	0.313	0.248	0.114	0.187
q5					0.271	0.511	0.121	0.232	0.402	0.094	0.101
q6						0.214	0.262	0.164	0.048	0.473	0.113
q7							0.052	0.123	0.128	0.015	0.129
q8								0.067	0.090	0.160	0.062
q9									0.034	0.067	0.139
q10										0.004	0.033
q11											0.024

物种序号见表 1。

表 5 历山保护区猕猴栖息地主要树种中灌木生态位相似性

Table 5 Niche similarity of dominant shrub species in *Macaca mulatta* habitat of Lishan National Nature Reserve

物种	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10
g1	0.484	0.306	0.251	0.094	0.128	0.129	0.043	0.102	0.075
g2		0.212	0.190	0.150	0.030	0.095	0.012	0.069	0.095
g3			0.075	0.142	0.011	0.139	0.177	0.014	0.003
g4				0.014	0.018	0.260	0.031	0.016	0.012
g5					0.032	0.144	0.136	0.030	0.253
g6						0.011	0.005	0.060	0.176
g7							0.185	0.006	0.021
g8								0.008	0.007
g9									0.004

物种序号见表 1。

有 16 对。生态位相似性  $>0.10$  的共有 18 对,占全部种对的 40.00%。

一般而言,生态位宽的种群之间相似性较大,生态位窄的种群之间相似性较小。如生态位宽的鹅耳枥与千金榆(0.645)、鹅耳枥与野核桃(0.519)、蒙古栎与千金榆(0.508),连翘与三裂绣线菊(0.484)和连翘与珍珠梅(0.306)的生态位相似性值较大;而生态位窄的白桦与榆树(0.024)、海州常山与大花溲疏(0.004)的生态位相似性较小。由此可以看出,生态位宽度较大的 2 个树种间的相似性也较高,其中一个原因可能是与二者占据相同资源位有关,即两个或两个以上物种对的生态位宽度越大,则它们占据的相同资源位就会越多,导致物种对利用资源的相似程度越高;另一方面可能是与种群生物学特性有关,如果该物种对在利用资源上优势互补,则出现相同资源位的可能性将增大。

### 3 讨论

#### 3.1 栖息地森林优势种生态位宽度

**3.1.1 栖息地森林乔木层优势种生态位宽度** 物种生态位宽度是反映物种对环境资源利用状况的尺度,它不仅与物种的生态学和进化生物学特征有关,而且与种间的相互适应及相互作用有密切的联系(张峰等,2004;铁军等,2009)。生态位宽度越大,表明物种对环境的适应能力越强,对各种资源的利用越充分,而且在群落中往往处于优势地位(张峰等,2004;刘巍等,2011)。

鹅耳枥在乔木层中生态位最宽,这是因为鹅耳枥是历山猕猴栖息地落叶阔叶林的先锋树种之一,喜阴、耐严寒,对环境的适应性较强,在调查的样方中出现 35 次,分布较为广泛。千金榆和蒙古栎是阳性树种,较为耐寒,是历山猕猴栖息地落叶阔叶林的建群种之一,在海拔 1500 m 以上的栖息地中分布较广,盖度较大,因而它们的生态位宽度也较大。紫椴和栎树的生态位宽度相对较小,就整个研究区范围来看,它们亦为喜温性针阔叶混交林乔木层的建群种,但仅分布于海拔 1600 m 以上的区域,与其他优势种相比分布范围较窄。

#### 3.1.2 栖息地森林灌木层优势种生态位宽度

在灌木层中,连翘的生态位宽度较大,这是因为连翘是历山猕猴栖息地广泛分布的山地中生灌木,为林下灌木层常见植物之一,且在 69 个样方中出现,对环境具有较强的适应性。三裂绣线菊、珍珠梅、胡颓

子和葱皮忍冬的生态位皆较宽。它们都具有喜光、耐半阴的特性,在疏林下长势较好,广泛分布于海拔 1400 m 左右的高山栖息地乔木层下,且密度较大,因而其生态位宽度值也较大。石生悬钩子的生态位最窄,原因在于石生悬钩子是山地中生落叶灌木,为阳生植物,林下的光照难以满足其生存需求,故分布范围较小。

#### 3.2 栖息地森林群落优势种生态位重叠

生态位重叠不仅可以表征不同物种利用相同资源产生的竞争关系,也可以反映物种在生态因子需求上的相似性。若两个种的生物学特性比较相似,则生态位重叠程度较大(史作民等,1999)。一般认为,生态位较宽的物种之间生态位重叠程度较大(柴宗政等,2012)。原因是生态位宽度大的种,在环境中分布幅度较大,它们对共同资源产生竞争的机会也就较多;反之,则较少(刘巍等,2011)。

##### 3.2.1 栖息地森林乔木层优势种生态位重叠

在乔木层中,生态位宽的红桦与生态位窄的白桦产生了较大的生态位重叠,重叠值  $L_{ih}$  和  $L_{hi}$  分别为 0.409 和 0.182,这与它们具有相似的生物学特性有关,二者均喜光、耐寒,对资源环境的要求比较相似。生态位宽的鹅耳枥与千金榆、野核桃和蒙古栎等树种之间均无较大的重叠 ( $<0.10$ ),这说明生态位重叠与生态位宽度的关系并不是绝对的正相关(毛空等,2013)。其原因为鹅耳枥是喜光、耐严寒,对环境的适应性较强,千金榆和野核桃是喜光,耐严寒性不强,但蒙古栎是耐阴、耐寒,是阴性树种,它们的生物学特性有一定的分化,对生境因子的要求不一致;此外,野核桃最高可分布在海拔 1400 m 的区域,而千金榆、鹅耳枥和蒙古栎的分布区域均在海拔 1500 m 以上,生境存在明显差异,从而导致它们的生态位重叠程度较小(张峰等,2004)。

值得一提的是,生态位窄的榆树与白桦和栓皮栎之间也没有产生较大的重叠,其原因可能为,榆树为喜光、耐旱耐寒,在历山猕猴栖息地内分布在海拔 1400 m 以下的区域,而白桦和栓皮栎为耐阴、耐寒,是阴性树种,主要分布在海拔 1400~1700 m 的区域。另外,白桦与栓皮栎虽然均是喜阳、耐寒树种,二者在垂直分布上可能出现分化,导致它们的生态位不重叠。

##### 3.2.2 栖息地森林灌木层优势种生态位重叠

在灌木层中,生态位重叠较大的有:窄-窄生态位(大花溲疏与海州常山,0.560)、宽-窄生态位(珍珠梅与刚

毛忍冬, 0.537) 和宽-宽生态位(连翘与三裂绣线菊, 0.312); 而生态位窄的大花溲疏与刚毛忍冬之间重叠较小( $<0.05$ )。比较它们的生物学特性可知, 大花溲疏、海州常山、珍珠梅和刚毛忍冬、连翘、三裂绣线菊皆具有喜阳、耐阴的特性, 它们对环境资源有相似的要求, 对同一资源产生竞争的几率增加, 导致生态位重叠程度较大(刘巍等, 2011)。大花溲疏与刚毛忍冬生态位不产生较大重叠, 原因是刚毛忍冬比大花溲疏要相对耐阴, 大花溲疏为阳生植物, 常处于蒙古栎林等群落的边缘, 而刚毛忍冬常出现在鹅耳枥、红桦林的灌木层; 二者生物学特性和适应性的分化, 导致对生境因子的需求产生了较大分化, 从而生态位重叠较低。

根据历山猕猴栖息地优势树种生态位特征, 可以发现: 生态位宽度较大的种, 生态位重叠却并不大。例如, 鹅耳枥、千金榆、连翘、三裂绣线菊的生态位均较宽, 但鹅耳枥与千金榆生态位重叠值仅为 0.092, 连翘与三裂绣线菊的重叠值也只有 0.080。另一种现象是, 生态位窄的种, 生态位重叠程度也不大, 有的种对重叠值甚至为 0, 比如栓皮栎与白桦。由此进一步说明, 生态位重叠与生态位宽度并不具有绝对的正相关性(毛空等, 2013)。

### 3.3 栖息地森林优势树种生态位与猕猴取食植物的关系

对野生动物来说, 获取食物和躲避捕食者是它们生存策略的主要组成部分(Lima *et al.*, 1990)。有研究表明, 猕猴的食性具有明显的季节性变化。在春夏两季, 猕猴取食植物的芽和嫩叶, 还有少量花、果实和种子; 在秋季仍取食植物叶片、果实和种子; 在冬季, 猕猴的食物以华山松、油松(*P. tabuliformis*) 和栓皮栎的果实以及部分植物的树皮和根为食(吕九全等, 2002; 郭相保等, 2002)。据统计, 在海拔 1400~1700 m 的历山猕猴栖息地调查样方内所记录的 102 种植物(木植物种类)中, 68 种为猕猴的食源植物, 隶属于 16 科 53 属, 占总种数的 66.67%。重要值排名前 31 位的树种中, 24 种为食源植物, 占总种数的 77.42%; 在生态位宽度 $>1$  的 12 种乔木和 10 种灌木优势树种中, 有 15 种是食源植物, 占食源植物总数的 22.06%。这些树种不仅是栖息地重要森林组成树种, 还是猕猴主要食源植物种类。

历山猕猴栖息地森林优势树种为猕猴提供完成觅食、取食、移动、休息和玩耍等重要日常活动的的环境。在野外调查中发现, 海拔 1400~1700 m 的栖息

地森林中, 除了个别老龄猴和成年雄猴在高大乔木上放哨外, 相当一部分的成年雌猴和幼猴在地面上取食、行走、玩耍和休息。该区域森林郁闭度在 40%~50%, 林冠具有一定的间隙, 主要由树高约 15 m, 胸径在 20~35 cm 的鹅耳枥、千金榆、野核桃、蒙古栎、红桦、青榨槭等生态位较宽的优势乔木和连翘、三裂绣线菊、珍珠梅、胡颓子、葱皮忍冬和卫矛等生态位较宽的优势灌木组成。实地调查还发现, 栖息地内的鹅耳枥、蒙古栎、红桦、青榨槭、连翘和卫矛等优势树种的叶片、嫩芽、果实和种子可满足猕猴在不同季节取食的需要。此外, 栖息地内的高大乔木优势树种不但为猴群提供足够的活动空间和宽阔的视野, 还减少了在地面行动时的障碍。猴群一旦遭遇紧急情况, 在地面活动的个体会迅速爬到树上, 可以有效地保护自身; 高大乔木优势种的树冠直径较长, 树冠间距小, 可减少猕猴在树间玩耍跳越、长距离迁徙或逃避敌害时能量的消耗。这充分说明, 栖息地森林内的优势树种既是猕猴活动的安全庇护场, 也是猕猴重要的食物资源库。

### 参考文献

- 柴宗政, 王得祥, 张丽楠, 等. 2012. 秦岭山地天然油松群落主要植物种群生态位特征. 生态学杂志, **31**(8): 1917-1923.
- 郭相保, 王振龙, 陈菊荣, 等. 2011. 河南太行山自然保护区猕猴冬春季食性分析. 生态学杂志, **30**(3): 483-488.
- 李豪, 李昱, 张直峰, 等. 2013. 历山青檀天然群落乔木层优势种种间关系. 生态学杂志, **32**(6): 1439-1444.
- 刘金福, 洪伟. 1999. 格氏栲群落生态学研究——格氏栲林主要种群生态位的研究. 生态学报, **19**(3): 347-352.
- 刘荣, 邢明亮, 杨东卫, 等. 2004. 山西历山国家级自然保护区猕猴分布及种群数量调查. 陕西林业科技, **32**(4): 26-27.
- 刘巍, 曹伟. 2011. 长白山云冷杉群落主要种群生态位特征. 生态学杂志, **30**(8): 1766-1774.
- 吕九全, 路纪琪, 李景原, 等. 2002. 太行山猕猴的食性. 生态学杂志, **21**(1): 29-31.
- 毛空, 张殷波, 张峰. 2013. 关帝山森林植被优势种群生态位. 生态学杂志, **32**(11): 2920-2925.
- 茹文明, 张金屯, 张峰, 等. 2006. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究. 应用生态学报, **17**(4): 561-566.
- 史红文, 江明喜, 胡理乐. 2007. 濒危植物毛柄小勾儿茶的生态位研究. 武汉植物学研究, **25**(2): 163-168.
- 史小华, 许晓波, 张文辉. 2007. 秦岭冷杉群落主要种群生态位研究. 植物研究, **27**(3): 345-349.

- 史作民,程瑞梅,刘世荣. 1999. 宝天曼落叶阔叶林种群生态位特征. *应用生态学报*, **10**(3): 265-269.
- 宋朝枢,瞿文元. 1996. 太行山猕猴自然保护区科学考察集. 北京:中国林业出版社.
- 铁 军,金 山,陈艳彬,等. 2014. 山西蟒河国家级自然保护区猕猴食源植物区系特征. *西北植物学报*, **34**(7): 1482-1488.
- 铁 军,张 晶,彭林鹏,等. 2009. 神农架川金丝猴栖息地优势树种生态位及食源植物. *植物生态学报*, **33**(3): 482-491.
- 汪 松,杨朝飞,郑光美,等. 1998. 中国濒危动物红皮书(兽类). 北京:科学出版社.
- 张 峰,上官铁梁. 2004. 翅果油树群落优势种群生态位分析. *西北植物学报*, **24**(1): 70-74.
- 张荣祖,金善科,全国强,等. 1997. 中国哺乳动物分布. 北京:中国林业出版社.
- Bailey JA. 1984. *Principles of Wildlife Management*. New York: John Wiley Sons Inc.
- Elchuk CL, Wiebe KL. 2003. Home-range size of northern flickers (*Colaptes auratus*) in relation to habitat and parental attributes. *Canadian Journal of Zoology*, **81**: 954-961.
- Enstam KL, Isbell LA. 2004. Microhabitat preference and vertical use of space by patas monkeys (*Erythrocebus patas*) in relation to predation risk and habitat structure. *Folia Primatologica*, **75**: 70-84.
- Julliot C. 1996. Fruit choice by red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a tropical rain forest. *American Journal of Primatology*, **40**: 261-282.
- Li ZY, Rogers E. 2004. Habitat quality and activity budgets of white-headed langurs in Fusui, China. *International Journal of Primatology*, **25**: 41-55.
- Lima SL, Dill LM. 1990. Behavioural decisions made under the risk of predation: A review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, **68**: 619-640.
- McConkey KR, Aldy F, Ario A, et al. 2002. Selection of fruit by gibbons (*Hylobates muelleri* × *agilis*) in the rain forests of Central Borneo. *International Journal of Primatology*, **23**: 123-145.
- 
- 作者简介 铁 军,男,1974年生,教授,博士,主要从事植物生态学和保护生物学研究,发表论文 20 余篇。E-mail: tiejun74@163.com
- 责任编辑 张 敏
-