

八大公山自然保护区地栖性小兽多样性初步研究

谢文华^{1,2} 杨锡福^{1,2} 李俊年¹ 陶双伦¹ 肖治术^{2*}

1 (吉首大学生物资源与环境科学学院, 湖南吉首 416000)

2 (中国科学院动物研究所农业虫害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 湖南省八大公山自然保护区自1982年设立以来, 尚未进行过兽类资源的深入研究。为此, 作者于2012年9–10月, 采用笼捕法、陷阱法和红外相机法等对保护区内森林动态永久监测样地及周边常见植被类型中的地栖性小型兽类多样性进行了初步研究。共捕获小型兽类12种, 其中啮齿目8种, 食虫目4种。结合以往记录, 该保护区现已记录的小型兽类有20种, 而本次调查新增分布记录物种6种, 即黑腹绒鼠(*Eothenomys melanogaster*)、猪尾鼠(*Typhlomys cinereus*)、中华姬鼠(*Apodemus draco*)、四川短尾鼯(*Anourosorex squamipes*)、灰黑齿鼯(*Blarinella griselda*)和藏鼯(*Sorex thibetanus*)。陷阱法所捕获个体的体重显著小于笼捕法。此外, 不同生境类型对小兽多样性有重要影响。建议综合采用多种调查方法对整个保护区兽类多样性资源进行深入监测与研究。

关键词: 地栖性小型兽类, 生物多样性, 笼捕法, 陷阱法, 八大公山国家级自然保护区

A preliminary study of the biodiversity of ground-dwelling small mammals in Badagongshan National Nature Reserve, Hunan Province

Wenhua Xie^{1,2}, Xifu Yang^{1,2}, Junnian Li¹, Shuanglun Tao¹, Zhishu Xiao^{2*}

1 College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou, Hunan 416000

2 State Key Laboratory of Integrated Pest Management, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

Abstract: Little is known about the diversity patterns of mammals in the Badagongshan National Nature Reserve, Hunan Province, although the reserve was established in 1982. During September and October of 2012, the diversity of ground-dwelling small mammals was investigated using live traps, pitfalls and camera traps in a permanent forest dynamics plot and other nearby vegetation types. We captured 12 species of ground-dwelling small mammals, including eight species of Rodentia and four species of Insectivora. Presently, there are 20 species of ground-dwelling small mammals recorded in the Badagongshan National Nature Reserve, including six new species recorded in this study, i.e., *Eothenomys melanogaster*, *Typhlomys cinereus*, *Apodemus draco*, *Anourosorex squamipes*, *Blarinella griselda*, and *Sorex thibetanus*. The body mass of the individuals captured by live traps was much larger than that of the individuals captured by pitfall traps. Our study also indicates that the diversity patterns of ground-dwelling small mammals are affected by the habitat types. Therefore, we recommend that a combination of different methods be used to effectively monitor mammal diversity in the Badagongshan National Nature Reserve.

Key words: small mammals, diversity monitoring, live traps, pitfall traps, Badagongshan National Nature Reserve

生物多样性监测与评价是生物多样性保护与管理的前提和基础(马克平, 2011)。小型兽类物种多,

生物量大, 多数陆地生态系统均有分布, 在食物链和养分循环中起着极为重要的作用(张知彬, 1994;

收稿日期: 2013-07-03; 接受日期: 2013-12-02

基金项目: 中国科学院知识创新重要方向项目(KSCX2-EW-N-05)、“十二五”国家科技支撑项目(2012BAD19B02)、国家自然科学基金(31240470)、湖南省和吉首大学生研究性学习和创新性实验计划项目(JSU-CX-2011-39)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xiaozs@ioz.ac.cn

肖治术等, 2002)。小型兽类对环境变化敏感, 其群落组成和空间分布特征与栖息环境以及人类活动干扰的关系十分密切, 一直是生物多样性监测与评价的重要类群(张知彬等, 1997)。

湖南省八大公山国家级自然保护区(以下简称八大公山保护区)位于武陵山脉北端, 保存了亚热带完整的常绿阔叶林, 生物多样性极为丰富, 是我国生物多样性就地保护的理想区域(卢志军, 2011)。自1982年建立以来, 有关八大公山保护区的生物多样性调查和研究开展得十分有限, 且主要涉及植物区系组成与分布(祁承经等, 1994; 曹铁如等, 1997; 汪正祥等, 2006; 金晓玲等, 2012)、土壤动物多样性(向国昌等, 2000)、鸟类多样性(王德良等, 2005)和昆虫多样性(何振等, 2007)等。2010年, 在八大公山保护区天平山保护站以亮叶水青冈(*Fagus lucida*)为优势种的常绿落叶阔叶混交林内, 由中国科学院武汉植物园建立了一个25 ha的森林动态永久监测样地(大样地), 并对该区域的植物、兽类、两栖爬行类等类群的生物多样性陆续展开了监测与研究。

八大公山保护区内兽类物种较为丰富, 已记录61种, 其中有云豹(*Neofiles nebulosa*)、豹(*Panthera pardus*)和林麝(*Moschus berezovskii*)等3种国家I级重点保护野生动物, 黑熊(*Ursus thibetanus*)、水獭(*Lutra lutra*)、大灵猫(*Viverra zibetha*)等14种国家II级重点保护野生动物(据未发表资料)。虽然开展过一些兽类多样性资源调查, 但自保护区建立以来无任何正式发表的兽类数据和资料。结合森林动态监测样地生物多样性监测和研究的开展, 我们采用了多种方法来调查和监测八大公山保护区内兽类多样性资源, 如红外相机、问卷调查、痕迹调查、笼捕法和陷阱法等, 但不同调查方法对兽类多样性监测结果影响较大。与笼捕法和陷阱法等相比, 红外相机法对大中型兽类有良好的取样效果, 并拍摄到了珀氏长吻松鼠(*Dremomys pernyi*)、隐纹松鼠(*Tamiops swinhoei*)和赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)等多种小型兽类。结合以往调查记录, 本研究采用笼捕法、陷阱法(掉落式陷阱)和红外相机法等, 在八大公山保护区天平山保护站森林动态监测样地及周边常见植被类型内开展地栖性小型兽类多样性调查, 调查结果将为八大公山保护区兽类资源提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

八大公山保护区位于湖南省张家界市桑植县境内, 地理坐标为29°39'18"-29°49'48"N, 109°41'45"-110°09'50"E, 由斗篷山、杉木界和天平山3个保护站组成, 总面积约232 km²。区内岭高谷深, 坡陡顶平, 为溶岩发育的崎岖山原地貌, 海拔395.0-1,890.4 m。八大公山属于北亚热带山地湿润季风气候, 具有北亚热带向温带过渡的气候特点: 年平均气温11.5℃; 冬季长达165 d, 夏季仅57 d, 无霜期190 d; 年平均降水量2,105.4 m, 以5-8月雨量最高, 年均相对湿度90%以上(卢志军, 2011)。

保护区属侵蚀溶蚀山原, 地形崎岖, 一般海拔在1,000 m以上。目前保护区内的3个保护站仅天平山保护站开放了科研实验区。因此, 本次调查主要集中在天平山保护站进行。根据植被类型、地形特征和人为干扰程度等的差异, 共选择了8块样地进行地栖性小型兽类的调查。

样地1(面积约1 ha)与样地2(面积约1 ha)均为原生林, 位于森林动态监测样地内, 是植被保存较为完好的林分。乔木层有亮叶水青冈、长蕊杜鹃(*Rhododendron stamineum*)、川杜鹃(*R. sutchuenense*)、细叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*)、多脉青冈(*C. multinervis*)等, 灌木层有薄叶山矾(*Symplocos anomala*)、黄丹木姜子(*Litsea elongata*)等, 草本仅有零星分布, 以箭竹(*Fargesia spathacea*)为主。

样地3(面积约0.5 ha)、样地4(面积约0.3 ha)和样地5(面积约0.15 ha)均为次生林。样地3位于山涧河谷旁, 微生境和植被类型等均与样地4、样地5存在一定差异。乔木有多脉青冈、头状四照花(*Dendrobenthamia capitata*)、吊钟花(*Enkianthus quinqueflorus*)等。灌木层比较丰富, 主要以西南山茶(*Camellia pitardii*)、贵州连蕊茶(*C. costei*)为主。草本植物有楼梯草(*Elatostema involucratum*)、韩信草(*Scutellaria indica*)、蕨类等。样地4和样地5的植物均以天然更新为主。乔木层有多脉青冈、细齿稠李(*Padus obtusata*)、光亮山矾(*Symplocos lucida*)、茅栗(*Castanea seguinii*)、红果山胡椒(*Lindera erythrocarpa*)等, 样地4灌木层丰富, 主要有铁山矾(*Symplocos pseudobarberina*)、蝴蝶荚蒾(*Viburnum*

plicatum)、棱果海桐(*Pittosporum trigonocarpum*)等。样地5只分布有少量的灌木,主要为铁山矾。样地4和样地5草本植物丰富,主要有小花人字果(*Dichocarpum franchetii*)、楼梯草、黄金凤(*Impatiens sicutifer*)、蕨类等。

样地6为篾竹(*Phyllostachys nidularia*)林,面积约0.1 ha。林下视野开阔,只有少量的蔷薇(*Rosa* sp.)分布,竹林与样地5交界,人为干扰少。

样地7为人工厚朴(*Magnolia officinalis*)林,面积约0.25 ha。厚朴林内只有零星的灌木分布,草本层物种丰富,主要有蔓赤车(*Pellionia scabra*)、齿叶冷水花(*Pilea fasciata*)、黑鳞耳蕨(*Polystichum makinoi*)等,人为干扰少。

样地8为人工柳杉(*Cryptomeria fortunei*)林,面积约1.2 ha。林下无灌木层,地上枯枝落叶层较厚,有零星的蕨类分布。当地居民经常砍伐柳杉,人为干扰较大。

1.2 地栖性小型兽类多样性调查

2012年9–10月,采用笼捕法和陷阱法对上述8个样地的小型兽类进行调查。根据样地面积大小,每个样地设置2–5条样线,布设鼠笼25个(长27 cm×宽14 cm×高14 cm),样线间和鼠笼间的间距均约10–15 m。以新鲜板栗作诱饵,第1天布设鼠笼,次日清晨检查动物进笼情况,连捕3 d,所有样地共计600笼日。对捕获的个体测量体重,记录性别和繁殖情况,并采用不同颜色进行标记后原地释放。

在布设鼠笼后,于每一样地按3×3布设9个陷阱,尽量设置在枯倒木边缘,样线间和陷阱间的间隔均为15–25 m。每个陷阱放置1个圆筒形垃圾桶(高24.0 cm,上口直径22.5 cm),陷阱口缘略低于地面,并与地面紧贴,桶内加水4–5 cm,以防止捕获物逃离或动物之间相互残杀。布设陷阱的次日清晨检查捕获情况,连捕3 d,8个样地共计216陷阱日。捕获的个体带回实验室鉴定到种,记录体重、头体长、尾长、性别和繁殖情况,并用酒精保存作为凭证标本保存于中国科学院动物研究所。

2012年7月底起,在八大公山森林动态监测样地及其附近区域布设了30台红外相机,对保护区内的兽类多样性进行监测。相机布设密度为1台/2 ha,覆盖面积约60 ha。

1.3 数据分析

小型兽类多样性特征主要采用Shannon-Wiener

多样性指数, Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数等(Hill, 1973),

Shannon-Wiener多样性指数(H'):

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (1)$$

Pielou均匀度指数(J):

$$J = H' / H'_{\max}, \quad H'_{\max} = \ln S \quad (2)$$

Simpson优势度指数(D):

$$D = \sum_{i=1}^S (P_i)^2 \quad (3)$$

式中: $P_i = n_i/N$, n_i 为物种*i*的个体数, N 为样本的总个体数, S 为群落的物种数。计算每个物种的捕获率,即该物种捕获的数量占笼日(陷阱日)数的百分比。

采用配对样本*t*检验分析笼捕法与陷阱法所调查小型兽类的物种丰富度以及多样性特征(多样性指数、均匀度指数、优势度指数)等参数之间的差异;采用独立样本*t*检验分析笼捕法与陷阱法所调查小型兽类体重的差异。所有数据分析均在SPSS 13.0软件(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)上进行。

2 结果

2.1 小型兽类物种组成

笼捕法和陷阱法共捕获小型兽类10种111只,其中笼捕法捕获小型兽类4种66只,捕获率为11.0%;陷阱法捕获小型兽类9种45只,捕获率为20.8%(表1)。两种采集方法捕获的10种小型兽类隶属于啮齿目与食虫目。啮齿目6种,其中鼠科3种,仓鼠科、刺山鼠科和松鼠科各1种;食虫目4种,均属鼯鼯科(表2)。红外相机法共记录到6种小型兽类,含松鼠科3种和鼠科3种,其中隐纹松鼠和赤腹松鼠未被上述两种方法所捕获(表3)。

从不同生境内捕获的小型兽类个体数量来看,以人工厚朴林最高(5种: 21只),其次是次生林1(7种: 18只),原生林1(3种: 4只)最低(表1)。与《八大公山脊椎动物资源调查报告》中的小型兽类物种记录(共14种)对比发现,本次调查捕获的黑腹绒鼠(*Eothenomys melanogaster*)、猪尾鼠(*Typhlomys cinereus*)、中华姬鼠(*Apodemus draco*)、四川短尾鼯(*Anourosorex squamipes*)、灰黑齿鼯(*Blarinella griselda*)和藏鼯(*Sorex thibetanus*)等6个种类为八大公山保护区的首次分布记录种(表3)。

表1 不同生境下小型兽类捕获数量(No.)和捕获率(%)

Table 1 Number of captured individuals (No.) and trapping success (%) of small mammals in different habitats

物种 Species	原生林1 Primary forest 1		原生林2 Primary forest 2		次生林1 Secondary forest 1		次生林2 Secondary forest 2		次生林3 Secondary forest 3		竹林 Bamboo forest		厚朴林 Plantation of <i>Magnolia officinalis</i>		柳杉林 Plantation of <i>Cryptomeria fortunei</i>	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
笼捕法 Live traps																
针毛鼠 <i>Niviventers fulvescens</i>	-	-	2	2.67	8	10.67	4	5.33	10	13.33	11	14.67	15	20.00	5	6.67
社鼠 <i>N. confucianus</i>	-	-	2	2.67	1	1.33	2	2.67	2	2.67	-	-	-	-	2	2.67
中华姬鼠 <i>Apodemus draco</i>	-	-	-	-	1	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>	-	-	-	-	-	-	1	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-
合计 Total	-	-	4	5.34	10	13.33	7	9.33	12	16.00	11	14.67	15	20.00	7	9.33
陷阱法 Pitfalls																
针毛鼠 <i>Niviventers fulvescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7.40	1	3.70
社鼠 <i>N. confucianus</i>	-	-	-	-	1	3.70	1	3.70	-	-	-	-	-	-	-	-
中华姬鼠 <i>Apodemus draco</i>	2	7.40	4	14.81	3	11.11	-	-	1	3.70	-	-	1	3.70	1	3.70
黑腹绒鼠 <i>Eothenomys melanogaster</i>	-	-	-	-	-	-	1	3.70	-	-	-	-	-	-	-	-
猪尾鼠 <i>Typhlomys cinereus</i>	1	3.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
灰麝鼩 <i>Crocidura attenuata</i>	1	3.70	4	14.81	-	-	1	3.70	2	7.40	-	-	1	3.70	-	-
藏鼯鼠 <i>Sorex thibetanus</i>	-	-	3	11.11	2	7.40	2	7.40	-	-	-	-	2	7.40	-	-
灰黑齿鼯鼠 <i>Blarinella griselda</i>	-	-	-	-	2	7.40	3	11.11	-	-	-	-	-	-	-	-
四川短尾鼯鼠 <i>Anourosorex squamipes</i>	-	-	1	3.70	-	-	2	7.40	-	-	-	-	-	-	-	-
合计 Total	4	14.81	12	44.44	8	29.62	10	37.04	3	11.10	0	0	6	22.22	2	7.40

表2 笼捕法与陷阱法所调查小型兽类体重和捕获率

Table 2 Body mass (g) and trapping success of ground-dwelling mammals from live traps and pitfall traps

物种 Species	笼捕法 Live traps		陷阱法 Pitfalls	
	体重 Body mass (g)	捕获率 Trapping success (%)	体重 Body mass (g)	捕获率 Trapping success (%)
啮齿目 Rodentia				
针毛鼠 <i>Niviventers fulvescens</i>	45.9 ± 16.9	9.17	46.9 ± 8.4	1.39
社鼠 <i>N. confucianus</i>	54.9 ± 12.4	0.83	31.2 ± 20.2	0.93
中华姬鼠 <i>Apodemus draco</i>	16.8 ± 4.6	0.83	19.8 ± 12.2	5.56
黑腹绒鼠 <i>Eothenomys melanogaster</i>			24.9	0.46
猪尾鼠 <i>Typhlomys cinereus</i>			11.0	0.46
珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>	190.0	0.16		
食虫目 Insectivora				
灰麝鼩 <i>Crocidura attenuata</i>			5.7 ± 1.2	4.17
藏鼯鼠 <i>Sorex thibetanus</i>			6.1 ± 0.8	4.17
灰黑齿鼯鼠 <i>Blarinella griselda</i>			7.3 ± 0.9	2.31
四川短尾鼯鼠 <i>Anourosorex squamipes</i>			20.1 ± 3.9	1.39
合计/平均 Sum/mean	46.6 ± 25.2	11.00	14.5 ± 13.3	20.83

2.2 笼捕法和陷阱法的比较

笼捕法和陷阱法所捕获小型兽类的物种组成存在显著差异, 仅针毛鼠(*Niviventers fulvescens*)、社鼠(*N. confucianus*)和中华姬鼠3种为2种方法所共同捕获。笼捕法捕获到个体较大的珀氏长吻松鼠, 而

陷阱法捕获了4种食虫目种类和黑腹绒鼠, 以及猪尾鼠等稀有鼠种(表2)。然而, 笼捕法所捕获动物的体重(46.6 ± 25.2 g, n = 66)显著大于陷阱法所捕获动物的体重(14.5 ± 13.3 g, n = 45) (t = 7.628, df = 109, P = 0.0001) (表2)。

表3 湖南八大公山自然保护区不同方法采集地栖性小兽物种名录比较

Table 3 Species list of ground-dwelling mammals captured by different methods in the Badagongshan National Nature Reserve, Hunan Province

分类地位、物种名称 Taxonomic status, Species	笼捕法 Live traps	陷阱法 Pitfalls	红外相机 Camera traps	夹捕法① Snap traps
I 啮齿目 RODENTIA				
(一) 鼠科 Muridae				
1 针毛鼠 <i>Niviventers fulvescens</i>	+	+	+	+
2 社鼠 <i>N. confucianus</i>	+	+	+	+
3 巢鼠 <i>Micromys minutus</i>				+
4 中华姬鼠 <i>Apodemus draco</i> *	+	+	+	
5 黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i>				+
8 小泡巨鼠 <i>Leopoldamys edwardsi</i>				+
6 小家鼠 <i>Mus musculus</i>				+
7 黄胸鼠 <i>Rattus tanezumi</i>				+
9 褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>				+
10 大足鼠 <i>R. nitidus</i>				+
(二) 仓鼠科 Cricetidae				
11 黑腹绒鼠 <i>Eothenomys melanogaster</i> *		+		
(三) 刺山鼠科 Platacanthomyidae				
12 猪尾鼠 <i>Typhlomys cinereus</i> *		+		
(四) 松鼠科 Sciuridae				
13 隐纹松鼠 <i>Tamiops swinhoei</i>			+	+
14 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>			+	+
15 泊氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>	+		+	+
II 食虫目 INSECTIVORA				
(五) 鼯鼠科 Soricidae				
16 灰麝鼯 <i>Crocidura attenuata</i>		+		+
17 喜马拉雅水鼯 <i>Chimmarogale himalayica</i>				+
18 四川短尾鼯 <i>Anourosorex squamipes</i> *		+		
19 藏鼯鼠 <i>Sorex thibetanus</i> *		+		
20 灰黑齿鼯鼠 <i>Blarinella griselda</i> *		+		
物种数 No. of species	4	9	6	14

①数据来自《八大公山脊椎动物资源调查报告》(未发表); +表示调查到的物种; *新分布记录物种(加粗). ① from *Investigation Report of Badagongshan Vertebrate Resources* (unpublished reports); + Trapped by a given method; * New recorded species in bold.

表4 不同生境下小型兽类的群落多样性

Table 4 Community diversity of small mammals in different habitats

生境 Habitat	物种数 No. of species	物种多样性指数 Species diversity index (<i>H</i>)	均匀度 Evenness (<i>J</i>)	优势度 Dominance (<i>D</i>)
原生林1 Primary forest 1	3	1.0397	0.9463	0.3750
原生林2 Primary forest 2	6	1.7002	0.9488	0.1953
次生林1 Secondary forest 1	5	1.4339	0.8909	0.2376
次生林2 Secondary forest 2	9	2.0685	0.9414	0.1419
次生林3 Secondary forest 3	3	0.9882	0.8995	0.4844
竹林 Bamboo forest	1	0	0	1.0000
厚朴林 Plantation of <i>Magnolia officinalis</i>	4	0.6849	0.4941	0.6689
柳杉林 Plantation of <i>Cryptomeria fortunei</i>	3	0.8485	0.7723	0.5061

2.3 生境对小型兽类多样性的影响

根据不同生境内所捕获小型兽类的种类和数

量,发现次生林2的多样性指数最高(2.0685),其次是原生林2(1.7002)和次生林1(1.4339),竹林的多样

性指数最低(仅捕获到针毛鼠1种)。但次生林2(0.9414)的均匀度却小于原生林2(0.9488), 竹林的均匀度指数最低, 而优势度最高(1.0000)(表4)。

3 讨论

本次调查共捕获12种小型兽类, 其中啮齿目8种, 食虫目4种(表3)。与《八大公山脊椎动物资源调查报告》(未公开发表)中的小型兽类记录对比发现, 本次调查所捕获的黑腹绒鼠、猪尾鼠、中华姬鼠、四川短尾鼯、灰黑齿鼯和藏鼯6个种类为八大公山保护区的首次分布记录种。本次调查与《八大公山脊椎动物资源调查报告》(未公开发表)所捕获物种不同的原因可能在于二者所涉及的调查区域、调查强度和调查方法等均存在较大差异。本次调查仅限于八大公山保护区天平山保护站, 而《八大公山脊椎动物资源调查报告》中的调查区域还包括杉木界、斗篷山和五道水等区域。虽然本次调查区域未覆盖整个保护区, 但通过采用多种小型兽类调查方法却捕获到了多个新分布记录种, 因此在八大公山保护区可能还有其他小型兽类种类有待进一步调查发现。此外, 《八大公山脊椎动物资源调查报告》中主要采用夹捕法来捕获小型兽类, 捕获的种类主要为针毛鼠、社鼠和小泡巨鼠(*Leopoldamys edwardsi*)等个体较大的种类, 但对个体较小的啮齿类和食虫类动物则极少捕获(表2)。因此, 本次调查表明, 该保护区内的地栖性小型兽类可能远比所记录的种类要丰富, 覆盖整个保护区有关小型兽类和其他兽类多样性调查仍有待深入开展。

本次研究发现, 不同生境内小型兽类的物种组成存在显著差异, 可能原因与不同生境的环境异质性有关。原生林和次生林植被类型丰富, 湿度大, 对环境的调控能力强, 适合森林型鼠类(如针毛鼠和食虫类动物)的生存繁衍, 因此这些生境内的物种相对丰富。次生林3相对于次生林2来说, 虽然林区地表植被丰富, 但林分分层不明显, 林内空旷, 隐蔽条件较差, 地栖小兽易被天敌抓获, 并且林内优势种(针毛鼠占66.67%)明显, 因此丰富度指数小于次生林2。人工厚朴林和人工柳杉林的乔木层优势明显, 物种单一, 林下基本无结实植物分布, 林内空旷, 隐蔽条件较差, 因此丰富度指数相对较小。竹林植被单一, 林下开阔, 环境异质性低可能是该生境物种丰富度较低的原因。

选择适当的调查方法对有效监测兽类多样性至关重要(Silveira *et al.*, 2003)。已有研究表明, 笼捕法和夹捕法对个体较大的地栖型小兽有较好的捕获效率(Mengak & Guynn, 1987; Umetsu *et al.*, 2006; Caceres *et al.*, 2011), 而陷阱法则能有效捕获食虫目种类和个体较小的鼠种(Andrzejewski & Rajska, 1972; Williams & Braun, 1983; Nicolas & Colyn, 2006; Umetsu *et al.*, 2006)。与以往调查结论相似, 本次调查中笼捕法所捕获的种类主要有针毛鼠、社鼠等个体较大的种类, 而陷阱法主要捕获了灰麝鼯(*Crocidura attenuata*)、四川短尾鼯和灰黑齿鼯等个体较小的种类, 同时还捕获到了猪尾鼠等稀有物种。此外, 红外相机还捕获上述2种方法未捕获的啮齿动物, 如赤腹松鼠和隐纹松鼠。这些调查显示同一地区采用不同的兽类调查方法所得结果亦存在较大差异, 因此有必要采用多种调查方法在保护区内开展兽类资源调查, 以便相互补充。

致谢: 中国科学院动物研究所马勇研究员协助兽类标本鉴定; 在野外调查中得到了中国科学院武汉植物园和八大公山国家级自然保护区管理处的有关工作人员大力支持, 特此表示感谢。

参考文献

- Andrzejewski R, Rajska E (1972) Trappability of bank vole in pitfalls and live traps. *Acta Theriologica*, **17**, 41–56.
- Caceres NC, Napoli RP, Hannibal W (2011) Differential trapping success for small mammals using pitfall and standard cage traps in a woodland savannah region of southwestern Brazil. *Mammalia*, **75**, 45–52.
- Cao TR (曹铁如), Qi CJ (祁承经), Yu XL (喻勋林) (1997) Studies on species diversity of *Fagus lucida* communities on the Badagong Mountain, Hunan. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **5**, 112–120. (in Chinese with English abstract)
- He Z (何振), Yang DD (杨道德), Tong XW (童新旺), Wang BL (王帮利), Gu ZR (谷志容) (2007) Species diversity of insects in Badagongshan National Nature Reserve of Hunan Province. *Journal of Central South University of Forestry & Technology* (中南林业科技大学学报), **27**, 61–65. (in Chinese with English abstract)
- Hill MO (1973) Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, **54**, 427–432.
- Jin XL (金晓玲), Liu HY (刘海洋), Gu ZR (谷志荣), Zhang RQ (张日清) (2012) Community structure and species diversity of *Davidia involucre* in Badagongshan National Nature Reserve. *Chinese Agricultural Science Bulletin* (中国农学通报), **28**, 101–106. (in Chinese with English ab-

- stract)
- Lu ZJ (卢志军) (2011) Brief introduction of Badagongshan National Nature Reserve, Hunan. *Biodiversity Science* (生物多样性), **19**, 271. (in Chinese)
- Ma KP (马克平) (2011) Assessing progress of biodiversity conservation with monitoring approach. *Biodiversity Science* (生物多样性), **19**, 125–126. (in Chinese)
- Mengak MT, Guynn DC (1987) Pitfalls and snap traps for sampling small mammals and herpetofauna. *American Midland Naturalist*, **118**, 284–288.
- Nicolas V, Colyn M (2006) Relative efficiency of three types of small mammal traps in an African rainforest. *Belgian Journal of Zoology*, **136**, 107–111.
- Qi CJ (祁承经), Yu XL (喻勋林), Cao TR (曹铁如), Zhou JR (周健仁) (1994) Flora of Hunan Badagongshan Mountains and its phytogeographical significance. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **16**, 321–332. (in Chinese with English abstract)
- Silveira L, Jacomo ATA, Diniz-Filho JAF (2003) Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, **114**, 351–355.
- Umetsu F, Naxara N, Pardini R (2006) Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the Neotropics. *Journal of Mammalogy*, **87**, 757–765.
- Wang DL (王德良), Gu JF (辜娇峰), Gu Q (谷祺), Tian LC (田连成) (2005) Ornithological inventories and diversities at Mt. Badagongshan in summer. *Zoological Research* (动物学研究), **26**, 190–196. (in Chinese with English abstract)
- Wang ZX (汪正祥), Lei Y (雷耘), Fujiwara K, Liu LH (刘林翰), Xue YG (薛跃规) (2006) Community classification, species composition, and regeneration of *Fagus lucida* forests in subtropical mountains, China. *Biodiversity Science* (生物多样性), **14**, 29–40. (in Chinese with English abstract)
- Williams DF, Braun SE (1983) Comparison of pitfall and conventional traps for sampling small mammal populations. *The Journal of Wildlife Management*, **47**, 841–845.
- Xiang CG (向昌国), Li WF (李文芳), Yu DZ (于德珍) (2000) A preliminary study on diversity of soil animal communities in the forest of Badagong Mountain Nature Reserve. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **8**, 304–306. (in Chinese with English abstract)
- Xiao ZS (肖治术), Wang YS (王玉山), Zhang ZB (张知彬), Ma Y (马勇) (2002) Preliminary studies on the relationships between communities of small mammals and habitat types in Dujiangyan Region, Sichuan. *Biodiversity Science* (生物多样性), **10**, 163–169. (in Chinese with English abstract)
- Zhang ZB (张知彬) (1994) Role of small mammals in ecosystems. In: *Principle and Methodologies of Biodiversity Studies* (生物多样性研究的原理与方法)(eds Qian YQ (钱迎倩), Ma KP (马克平)), pp. 210–216. Chinese Science and Technology Press, Beijing. (in Chinese)
- Zhang ZB (张知彬), Zhu ZQ (朱兆泉), Yang JY (杨敬元), Wang FS (王福生), Hu ZL (胡振林), Sun X (孙忻) (1997) Animal fauna and resource of Shennongjia. In: *Ecological Environment and Sustainable Development* (生态环境与持续发展研究)(ed. Chen XF (陈晓峰)), pp. 9–14. Chinese Science and Technology Press, Beijing. (in Chinese)

(责任编辑: 蒋学龙 责任编辑: 闫文杰)