

峨眉山及周边区域脆蛇蜥种群状况 及其生境选择

刘丰菁^{①②} 许兴如^② 刘星宇^② 梁东^③ 张晋东^{②*} 蔡波^{①*}

① 中国科学院成都生物研究所 成都 610041; ② 西华师范大学生命科学学院 南充 637009;

③ 峨眉山林业管理所 乐山 614203

摘要: 脆蛇蜥 (*Dopasia harti*) 是主要分布在中国的受胁爬行动物, 为国家二级重点保护野生动物。到目前为止, 脆蛇蜥野生种群资源和生境偏好尚缺乏系统研究。作者在 2020 年对峨眉山及周边区域的居民进行了问卷调查, 2023 年根据问卷调查结果在脆蛇蜥出现地点进行了实地调查, 设置样方以探究脆蛇蜥的生境选择。对调查问卷结果及实地调查的各生境因子占比进行统计分析, 并对生境因子进行主成分分析后发现: 在峨眉山及其周边地区, 脆蛇蜥野生种群数量因人为捕捉和栖息地变化等原因普遍下降, 其分布已退缩至峨眉山市高桥镇、绥山镇、龙池镇、黄湾镇, 夹江县华头镇和眉山市洪雅县柳江镇。峨眉山地区脆蛇蜥偏向选择位于中低海拔地区 (主要为 800 ~ 1 200 m)、半阴半阳坡、距离水源大于 50 m、草本高度大于 6 cm 且植被覆盖率为 10% ~ 75% 土壤疏松的阔叶林中。根据此次调查, 脆蛇蜥受到的干扰因子主要为道路建设和种植业。在脆蛇蜥保护方面, 建议优化道路建设, 避免破坏脆蛇蜥栖息地; 推广生态友好产品种植, 推广自然生态旅游, 减少对脆蛇蜥栖息地的破坏; 以及加强对周边民众的科普教育, 提高人们的保护意识。

关键词: 脆蛇蜥; 野生资源; 生境选择; 峨眉山; 实地调查

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 04-527-09

The Population Situation and Habitat Selection of *Dopasia harti* in Mt. Emei and the Surrounding Region

LIU Feng-Jing^{①②} XU Xing-Ru^② LIU Xing-Yu^②
LIANG Dong^③ ZHANG Jin-Dong^{②*} CAI Bo^{①*}

① Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041; ② College of Life Science, China

West Normal University, Nanchong 637009; ③ Mt. Emei Forestry Management Institute, Leshan 614203, China

Abstract: [Objectives] *Dopasia harti* is a threatened reptile mainly distributed in China, and is a national secondary key protected wild animal. So far, there is a lack of systematic studies on the resources and habitat

基金项目 质兰基金项目 (No. 2022100541A), 阿拉善 SEE 青年学者资助项目 (No. SEE-B-3709);

* 通讯作者, E-mail: zhangjd224@163.com, caibo@cib.ac.cn;

第一作者介绍 刘丰菁, 女, 本科生; 研究方向: 保护生物学; E-mail: liufj106@163.com.

收稿日期: 2023-09-08, 修回日期: 2024-02-06 DOI: 10.13859/j.cjz.202423171

preferences of the wild population of the *D. harti*. **[Methods]** This paper conducted a questionnaire survey of residents in Mt. Emei and the surrounding areas in 2020, and according to the results of the questionnaire, a field survey was conducted in spots where the *D. harti* have been found, and quadrats were set up to explore the habitat selection of *D. harti* in 2023. The results of the questionnaire and the proportion of each habitat factors in the field survey were statistically analyzed, and the habitat factors were analyzed using principal component analysis. **[Results]** The results showed that: due to habitat changes and human capture, the population of *D. harti* in Mt. Emei and its surrounding areas has generally declined (Table 1). The distribution of *D. harti* has been retreated to Gaoqiao Town, Suishan Town, Longchi Town, Huangwan Town in Emeishan City, Huatou Town in Jiayang County, and Liujiang Town in Hongya County, Meishan City. In Mt. Emei area, the *D. harti* preferred to live in the evergreen broad-leaved forest of loose soil in the middle and low altitude areas (mainly 800 - 1 200 m), semi-shady and semi-sunny slope, more than 50 m from water source and more than 6 cm from herbaceous height, and the vegetation coverage rate was 10% - 75% (Table 3). **[Conclusion]** According to the survey, most of the disturbance factors are road construction and planting. For the protection of *D. harti*, road construction should be optimized to avoid destroying the habitats of *D. harti*. We should also promote the cultivation of eco-friendly products and natural eco-tourism to increase the income of local people; and strengthen the popular science education of the surrounding people and improve people's awareness of protection.

Key words: *Dopasia harti*; Wild resources; Habitat selection; Mt. Emei; Field survey

脆蛇蜥 (*Dopasia harti*) 是爬行纲有鳞目蜥蜴亚目 (Lacertilia) 蛇蜥科 (Anguidae) 亚洲脆蛇蜥属物种, 分布于越南北部和中国的江苏、浙江、福建、台湾、湖南、广西、四川、重庆、贵州、云南、江西、广东、安徽和海南 (Cai et al. 2022, Uetz et al. 2023, 李茂金等 2024)。脆蛇蜥在四川省曾分布于宝兴、古蔺、峨眉、都江堰、合江、洪雅、马边、沐川、屏边、天全、汶川、雅安、宜宾、安岳、成都和攀枝花 (蔡波 2023)。峨眉山及周边区域 (主要为乐山市的峨眉山市和夹江县, 以及眉山市洪雅县) 是脆蛇蜥在四川的集中分布地之一。脆蛇蜥多栖息在海拔 800 ~ 1 300 m 的低山中 (张含藻等 1991, 赵尔宓等 1999), 分布区与人类活动区域高度重叠。

在近 50 年里, 脆蛇蜥分布区域的生态环境变化剧烈, 一些脆蛇蜥生存的原始森林被人工林或农作物取代, 生境破碎化较为严重。2015 年, 环境保护部和中国科学院联合公布的《中国脊椎动物红色名录》将脆蛇蜥评估为濒危级

(Endangered, EN) (蒋志刚等 2016, 王跃招等 2021)。2021 年, 脆蛇蜥被列入新调整的《国家重点保护野生动物名录》, 为国家二级重点保护野生动物 (国家林业和草原局等 2021)。

四川区域脆蛇蜥种群状况多年来无人关注, 而近年来峨眉山及周边区域旅游等人类活动日益频繁, 农村全面建设全面开展, 脆蛇蜥生境受到严重威胁, 其种群生存现状缺乏系统的调查研究。本文通过实地调查, 探究峨眉山及其周边地区脆蛇蜥野生种群资源现状及其生境特点。

1 研究方法

1.1 调查范围

根据历史记录, 访问调查和实地调查主要集中在峨眉山及周边区域 (四川乐山市的峨眉山市和洪雅县), 包括峨眉山市高桥镇、绥山镇、龙池镇、黄湾镇和大为镇, 夹江县华头镇, 眉山市洪雅县高庙镇、柳江镇、东岳镇及七里坪镇。

1.2 调查问卷数据采集

2020年6月至9月,在峨眉山市高桥镇、绥山镇、龙池镇、大为镇以及眉山市洪雅县的高庙镇、柳江镇、东岳镇和夹江县华头镇8个城镇以不记名问卷形式开展访问调查。其中大部分信息按照问卷内容,以访谈形式获得。脆蛇蜥野生种群资源调查问卷共设12个问题,分为受访人信息、脆蛇蜥生境信息、脆蛇蜥近年种群变化情况和脆蛇蜥的利用情况四个部分。

1.3 生境信息数据采集

2023年5月至6月,在高桥镇、绥山镇、龙池镇、柳江镇、黄湾镇和七里坪镇进行实地生境调查。由当地居民带领到发现脆蛇蜥的具体位置,以脆蛇蜥出现的位置作为样方中心点设置一个 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的样方,记录样方中的13个生境因子,包括植被类型、土壤质地、海拔、坡向、坡度、石块径粒、距道路距离、距水源距离、植被覆盖率、灌木高度、灌木距离、草本高度和人为干扰。

根据野外调查实际情况并结合文献测定各生境因子并划分等级,具体方法如下。

植被类型:按植物的生长型和外貌分为阔叶林、灌丛和草丛三个类型(张德成 2014)。

土壤质地:根据晴天时土壤质地的疏松程度分为疏松、一般和较硬(夏玉国等 2011)。

海拔:用GPS直接测量样方中心位置的海拔,低于1000 m为低海拔,1000~1200 m为中海拔,超过1200 m为高海拔(夏玉国等 2011)。

坡向:用GPS测定样方所在山坡的朝向,分为阳坡、半阴半阳坡和阴坡。北半球以南为阳,北为阴,阳坡气温高;其中正北方向为阴坡,正南方向为阳坡,其余方向为半阴半阳坡。阳坡植被类型多,水分条件相对较差,阴坡反之(夏玉国等 2011)。

坡度:使用目测法估计样方所在点与样方所在山的最高点或所在位置的制高点之间的连线与水平线间的夹角,平缓坡夹角小于 15° 、斜坡夹角 $15 \sim 40^\circ$ 、陡坡夹角超过 40° (夏玉国

等 2011)。

石块径粒:使用皮卷尺实际测量单个石块,量取石块最大直径,多个石块时选取最大的3块测量后计算平均值,小粒径为直径不超过5 cm、中粒径为直径 $5 \sim 10\text{ cm}$ 、大粒径为直径超过10 cm(石秀东等 2022)。

距道路距离:样方中心距最近道路(路宽超过1 m的人工道路)的距离,近为距离不超过20 m、中为距离 $20 \sim 50\text{ m}$ 、远为距离超过50 m(孙呈祥 2014)。

距水源距离:样方中心距最近水源的距离,近为距离不超过20 m、中为距离 $20 \sim 50\text{ m}$ 、远为距离超过50 m(孙呈祥 2014)。

植被覆盖率:采用目测估值的方法估计 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 样方内植被的覆盖面积,范围为 $0 \sim 100\%$,0即代表样方内无植被(石秀东等 2022)。其中低为植被的覆盖面积不超过10%、中为植被的覆盖面积 $10\% \sim 75\%$ 、高为植被的覆盖面积大于75%(夏玉国等 2011)。

灌木高度:用卷尺测量样方中灌木高度求平均值,测量范围以地表至植被冠层顶端为准,其中低为高度不超过0.4 m、中为高度 $0.4 \sim 0.7\text{ m}$ 、高为高度超过0.7 m(谭孟雨等 2019)。

灌木距离:样方中心点最近的灌木距离,其中低为距离不超过0.2 m、中为距离 $0.2 \sim 0.3\text{ m}$ 、高为距离超过0.3 m(谭孟雨等 2019)。

草本高度:用卷尺测量样方中随机3个点草本高度求平均值,其中低为高度不超过2 cm、中为高度 $2 \sim 6\text{ cm}$ 、高为高度超过6 cm(谭孟雨等 2019)。

人为干扰:使用GPS读取样方中心距居民地的直线距离以确定人为干扰强度,弱为直线距离超过3000 m,中为直线距离 $1000 \sim 3000\text{ m}$,强为直线距离不超过1000 m(夏玉国等 2011)。同时观察并记录样方及周围的人为干扰类型,包括道路建设、房屋、种植业、养殖业及旅游业。

1.4 数据分析

通过统计调查问卷数据各选项内容的比率

(选择该选项的人数占有所有调查人数的百分比),分析脆蛇蜥野生资源现状。通过统计脆蛇蜥所出现生境中生境因子各划分等级所占的百分比,比较 13 个生境因子所出现的频率,推测脆蛇蜥生境选择的一般特征(夏玉国等 2011)。使用拟和优度 χ^2 检验验证脆蛇蜥对各生境因子的选择性,再对 13 种生境因子进行主成分分析,求出各主要成分及贡献率(孙呈祥 2014),并取特征值大于 1,累计贡献率大于 70%,负荷系数绝对值大于 0.6 的显著性指标来确定主要环境因子。显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$,数据使用 SPSS 27.0 和 Excel 2016 进行处理。

2 结果

2.1 脆蛇蜥野生种群资源调查问卷信息

本次脆蛇蜥野生种群资源问卷调查,发放问卷 240 份,获得有效问卷共 240 份。

脆蛇蜥目击人数:有 17%的人在调查区域见过脆蛇蜥。见过脆蛇蜥的人年龄在 60 岁及以上的占 53%,未成年和青年仅占 8%。调查点中,大为镇无人见过脆蛇蜥。其他访问点中见过脆蛇蜥的人中有 42%来自柳江镇,高庙镇占 13%,华头镇占 11%,东岳镇、龙池镇和绥山镇各占 9%,高桥镇占 7%。

脆蛇蜥出现的时间和地点:46%的人在上午遇见脆蛇蜥,36%的人在中午遇见脆蛇蜥,18%的人在下午遇见脆蛇蜥。根据问卷调查结果,脆蛇蜥出现频率最高的地方是树林,占 30%,低小的灌木及菜地里也有其身影。

脆蛇蜥捕捉情况:在见过脆蛇蜥的人群中有 25%捕捉过脆蛇蜥。在 25%曾经捕捉过脆蛇蜥的人群中,有 40%将脆蛇蜥泡酒,40%将其出售,20%两者均有。在出售脆蛇蜥的人群中,有 43%卖给批发商,29%卖给药店,14%卖给本地村民,14%仅作为销售员出售脆蛇蜥而未参与捕捉。

脆蛇蜥分布:在 20 世纪 80 和 90 年代,峨眉山周边区域的高桥镇、绥山镇、龙池镇、高庙镇、柳江镇、花溪镇(现属柳江镇)、东岳镇

和华头镇,均有人见过或捕捉过脆蛇蜥。在 2019 年至 2020 年调查期间,峨眉山周边区域仅柳江镇、龙池镇、华头镇和绥山镇尚有脆蛇蜥野生种群分布。

脆蛇蜥种群数量:有 75%的人认为脆蛇蜥近两年种群数量减少,因为有 70%的人表示近两年极少遇见脆蛇蜥,一年内能多次遇见脆蛇蜥的人只有 20%。

脆蛇蜥种群数量减少的原因:有 73%的人认为是人们没有做好保护或其他未知因素,认为是人为捕捉或栖息地变化导致脆蛇蜥种群数量减少的人各占 23%,有 9%的人认为是环境变化导致脆蛇蜥种群数量下降。有 2%的人认为近年退耕还林政策实施后,当地生态环境改善,脆蛇蜥种群数量增加。

问卷调查结果显示,洪雅县柳江镇的脆蛇蜥遇见率高于其他区域。脆蛇蜥野生资源问卷调查详情见表 1。

2.2 脆蛇蜥的生境选择

2.2.1 脆蛇蜥生境选择的一般特征 此次脆蛇蜥生境实地调查共收集到 26 个样方的生境信息(表 2, 3),高桥镇、绥山镇、龙池镇、柳江镇和黄湾镇 5 个镇有脆蛇蜥生境实地调查样方分布,七里坪镇无样方分布且无当地居民发现过脆蛇蜥。通过 13 种生境因子差异显著性 χ^2 检验和分布频次百分比,表明脆蛇蜥生境中 10 个生境因子有统计学意义(表 2), (1) 植被类型:偏好阔叶林(占比 73.08%); (2) 土壤质地:偏好疏松土壤(占比 61.54%); (3) 海拔:偏好中低海拔(低海拔占比 38.46%,中海拔占比 57.69%); (4) 坡向:偏好半阴半阳坡(占比 73.08%); (5) 距道路距离:偏好距道路近的生境(占比 88.46%),避免距离道路远的生境; (6) 距水源距离:偏好距水源远的生境(占比 80.77%); (7) 植被覆盖率:偏好中等植被覆盖率生境(占比 80.77%),避免低植被覆盖率生境; (8) 灌木距离:偏好距离灌木远的生境(占比 80.77%),避免距离灌木近的生境; (9) 草本高度:偏好草高的生境(占比

表 1 脆蛇蜥野生资源问卷调查结果

Table 1 Results of questionnaire on wild resources of *Dopasia harti*

问题 Questions	选项及人数占比 Options and the proportion of people				
年龄段 Age cohort	≤ 18 (0)	19 - 35 (8%)	36 - 59 (39%)	> 60 (53%)	
职业 Occupation	农民 (40%) Farmer (40%)	商人 (48%) Businessman (48%)	工人 (5%) Worker (5%)	其他 (7%) Other (7%)	
遇见时间段 Time period of encounter	上午 (10%) Forenoon (10%)	中午 (10%) Noontide (10%)	下午 (7%) Afternoon (7%)	傍晚 (0) Nightfall (0)	未知 (73%) Unknown (73%)
生境 (多选) Habitat (multiple choice)	草丛 (20%) Herbosa (20%)	灌丛 (13%) Shrub (13%)	树林 (30%) Timber (30%)	竹林 (7%) Bamboo forest (7%)	其他 (35%) Other (35%)
近两年遇见频率 The frequency of encounter in the past two years	1 周多次 (2.5%) Multiple times a week (2.5%)	1 月多次 (7.5%) Multiple times a month (7.5%)	一年多次 (20%) Multiple times a year (20%)	极少见 (70%) Very rare (70%)	
是否捕捉 Capture or not	是 (25%) Yes (25%)	否 (75%) No (75%)			
捕捉用途 (多选) Use of capture (multiple choice)	出售 (70%) Sale (70%)	制药 (70%) Pharmaceutical (70%)	好奇 (0) Curiosity (0)	其他 (0) Other (0)	
是否售卖 Sell or not	是 (13%) Yes (13%)	否 (87%) No (87%)			
售卖对象 The object of sale	批发商 (43%) Wholesaler (43%)	药店 (29%) Pharmacy (29%)	本地人 (14%) Local people (14%)	其他 (0) Other (0)	
种群数量变化 The fluctuation of the population number	增加 (2%) Increased (2%)	减少 (75%) Decreased (75%)	没变化 (13%) Unvaried (13%)	不清楚 (10%) Unknown (10%)	
种群减少原因 (多选) Reasons for the population decrease (multiple choice)	栖息地变化 (23%) Habitat change (23%)	人为捕捉 (23%) Human capture (23%)	农药使用 (0) Using pesticide (0)	环境变化 (9%) Environmental change (9%)	其他 (73%) Other (73%)
种群增加原因 Reasons for the population increase	人们保护意识增强 (0%) People's awareness of protection has increased (0%)	环境改善 (100%) Environmental improvement (100%)	其他 (0%) Other (0%)		

表 2 脆蛇蜥生境因子选择的卡方检验

Table 2 Chi-square test of ecological factor preferences of *Dopasia harti*

生境因子 Ecological factor	χ^2	df	P
植被类型 Vegetation type	19.000	2	< 0.05
土壤质地 Soil texture	10.231	2	< 0.05
海拔 Altitude	11.615	2	< 0.05
坡向 Aspect	18.538	2	< 0.05
坡度 Slope	4.692	2	> 0.05
石块径粒 Stone diameter grain	3.769	2	> 0.05
距道路距离 Distance from road	15.385	1	< 0.05
距水源距离 Distance from water	26.385	2	< 0.05
植被覆盖率 Vegetation coverage	9.846	1	< 0.05
灌木高度 Shrub height	5.154	2	> 0.05
灌木距离 Distance to shrub	9.846	1	< 0.05
草本高度 Herbage height	9.846	1	< 0.05
人为干扰 Human disturbance	15.385	1	< 0.05

80.77%), 避免选择草矮的生境; (10) 人为干扰: 大部分调查样方受到强人为干扰 (占比 88.46%); 对坡度、石块径粒和灌木高度这三个生境因子的选择无统计学意义 ($P > 0.05$)。

此外, 对样方及周围的人为干扰类型进行了统计。其中, 出现频率最高的为道路建设, 为 88.46%; 其次是种植业, 为 69.23%; 第三是房屋, 为 23.08%; 第四是养殖业, 为 15.38%; 最后是旅游业, 为 11.54%。

2.2.2 生境因子的主成分分析 对本次调查脆蛇蜥位点的 26 个样方中的 13 个生境因子进行主成分分析 (表 4, 5), 前 6 个主成分的累计贡献率已经达到了 71.816%, 其特征值均大于 1, 能较好地反映脆蛇蜥的生境特征。第 1 主成分的贡献率为 17.578%, 主要环境因子有

表 3 脆蛇蜥栖息生境中 13 种生境因子的分布频次百分比

Table 3 Distribution of 13 ecological factors of *Dopasia harti*

生境因子 Ecological factor	类型 Type	频次 Frequency	百分比 (%) Proportion	生境因子 Ecological factor	类型 Type	频次 Frequency	百分比 (%) Proportion
植被类型 Vegetation type	阔叶林 Broad-leaved forest	19	73.08	距水源距离 Distance from water	近 Near	2	7.69
	草地 Grassland	5	19.23		中 Middle	3	11.54
	灌丛 Shrub	2	7.69		远 Far	21	80.77
土壤质地 Soil texture	疏松 Porosity	16	61.54	植被覆盖率 Vegetation coverage	低 Low	0	0.00
	一般 General	7	26.92		中 Middle	21	80.77
	较硬 Hard	3	11.54		高 High	5	19.23
海拔 Altitude	低 Low	10	38.46	灌木高度 Shrub height	低 Low	14	53.85
	中 Middle	15	57.69		中 Middle	5	19.23
	高 High	1	3.85		高 High	7	26.92
坡向 Aspect	阳坡 Sunny slope	3	11.54	灌木距离 Distance to shrub	低 Low	0	0.00
	半阴半阳坡 Semi-shady slope and semi-sunny slope	19	73.08		中 Middle	5	19.23
	阴坡 Shady slope	4	15.38		高 High	21	80.77
坡度 Slope	平缓坡 Gentle slope	9	34.62	草本高度 Herbage height	低 Low	0	0.00
	斜坡 Clivus	13	50.00		中 Middle	5	19.23
	陡坡 Steep slope	4	15.38		高 High	21	80.77
石块径粒 Stone diameter grain	小 Small	13	50.00	人为干扰 Human disturbance	弱 Weak	0	0.00
	中 Middle	5	19.23		中 Middle	3	11.54
	大 Big	8	30.77		强 Strong	23	88.46
距道路距离 Distance from road	近 Near	23	88.46				
	中 Middle	3	11.54				
	远 Far	0	0.00				

表 4 主成分中 13 个生境因子的贡献率

Table 4 Contribution rate of 13 ecological factors of principal component analysis

主成分序号 Principal Component Number	初始特征值 Initial eigenvalue			提取载荷平方和 Extract the load sum of squares		
	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate (%)	累计贡献率 Cumulative contribution rate (%)	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate (%)	累计贡献率 Cumulative contribution rate (%)
1	2.285	17.578	17.578	2.285	17.578	17.578
2	1.769	13.604	31.183	1.769	13.604	31.183
3	1.685	12.960	44.142	1.685	12.960	44.142
4	1.451	11.163	55.305	1.451	11.163	55.305
5	1.092	8.398	63.703	1.092	8.398	63.703
6	1.055	8.113	71.816	1.055	8.113	71.816
7	0.966	7.433	79.249	/	/	/
8	0.791	6.086	85.335	/	/	/
9	0.594	4.567	89.902	/	/	/
10	0.529	4.072	93.974	/	/	/
11	0.366	2.818	96.792	/	/	/
12	0.256	1.973	98.765	/	/	/
13	0.161	1.235	100.000	/	/	/

表 5 脆蛇蜥生境选择中特征向量的转置矩阵

Table 5 The rotated matrix of the eigenvector of the habitat selection by *Dopasia harti*

生境因子 Ecological factor	成分矩阵 Component matrix						旋转成分矩阵 Rotated component matrix					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
海拔 Altitude	0.714	-0.154	0.503	-0.012	-0.148	-0.042	0.201	-0.806	0.140	0.122	-0.082	0.283
土壤质地 Soil texture	0.673	0.272	-0.274	0.027	0.087	-0.023	0.728	-0.194	0.026	0.069	0.145	-0.133
灌木高度 Shrub height	-0.556	-0.434	0.268	0.197	0.350	0.123	- 0.759	0.192	0.178	0.258	0.176	-0.067
坡度 Slope	-0.551	0.330	-0.343	-0.159	0.159	0.317	-0.006	0.818	-0.052	-0.003	-0.068	0.076
植被类型 Vegetation type	0.540	-0.384	-0.254	0.289	0.222	0.209	0.224	-0.288	-0.193	0.441	0.499	-0.258
坡向 Aspect	-0.494	0.290	0.163	0.311	0.016	0.080	-0.293	0.373	0.237	-0.360	0.190	0.104
灌木距离 Distance to shrub	0.085	0.598	0.267	-0.189	0.397	-0.440	0.311	0.044	0.759	-0.153	-0.345	-0.074
距水源距离 Distance from water	0.080	0.596	0.379	0.117	-0.346	0.309	0.229	0.025	0.184	-0.449	0.188	0.641
石块粒径 Stone diameter grain	0.329	0.522	-0.211	-0.129	0.425	0.407	0.666	0.367	0.258	0.286	0.191	0.162
草本高度 Herbage height	-0.015	-0.038	-0.734	-0.271	-0.437	0.078	0.304	0.247	- 0.765	-0.071	-0.226	-0.131
距道路距离 Distance from road	0.000	-0.081	0.523	-0.492	-0.226	0.497	-0.149	-0.104	-0.055	0.261	-0.201	0.822
人为干扰 Human disturbance	0.151	0.071	-0.011	0.812	-0.016	0.313	0.024	-0.034	0.013	-0.214	0.859	-0.027
植被覆盖率 Vegetation coverage	0.168	-0.380	0.062	-0.405	0.405	0.283	-0.028	-0.039	0.020	0.748	-0.101	0.108

加粗部分表示该主成分中起主要作用的因子。Bold means that the factors play major roles in the principal component.

土壤质地、灌木高度和石块径粒；第 2 主成分的贡献率为 13.604%，主要环境因子有海拔和坡度；第 3 主成分的贡献率为 12.960%，主要环境因子为灌木距离和草本高度；第 4 主成分的贡献率为 11.163%，主要环境因子为植被覆盖率；第 5 主成分的贡献率为 8.398%，主要环境因子为人为干扰；第 6 主成分的贡献率为 8.113%，主要环境因子为距水源距离和距道路距离。

3 讨论

3.1 脆蛇蜥野生资源情况

影响脆蛇蜥野生资源情况的因素是复杂的，除了其自身生存和繁殖的生境偏好，人类活动对其也有一定的影响。结合调查问卷和实地考察发现，在峨眉山及其周边地区，脆蛇蜥现分布区域已退缩至峨眉山市高桥镇、绥山镇、龙池镇和黄湾镇，以及夹江县华头镇及眉山市洪雅县柳江镇，且脆蛇蜥出现的地点都存在一定的人为干扰，如 20 世纪 90 年代和 21 世纪初大规模的捕杀脆蛇蜥、道路建设、种植业、杉树种植、养殖业及旅游业等，绝大部分地区受到其中的 2 或 3 种人为干扰因子的叠加影响，其中最主要的人为干扰为大规模的捕杀脆蛇蜥、道路建设和种植业。

野生资源问卷调查发现，在 20 世纪 90 年代和 21 世纪初，柳江镇供销社曾大规模收购脆蛇蜥，因其价格较高，且脆蛇蜥无毒又容易捕捉，周边村民积极加入到抓捕脆蛇蜥的行列之中。此类大规模的捕杀可能是该区域内脆蛇蜥种群数量稀少且分布范围大为缩小的首要原因。

公路是我国现代交通系统的重要组成部分，为满足日益增长的交通需求，公路建设数量和规模不断扩大（张爱云 2021）。调查发现，有 88.46% 的脆蛇蜥栖息地受到道路建设的影响。公路的建设不仅会占用其栖息地，脆蛇蜥还可能因为穿越公路而增加被天敌捕食和被车辆碾压的风险。

多年来，峨眉山市和洪雅县的中药材及杉

木林等种植增加，甚至部分占用了国有林或集体林地，蔓延到了部分脆蛇蜥的栖息地。残存的脆蛇蜥被局限在种植区域间隙中的杂木林或杂草地中。当地村民采用精耕细作方式种植中药材，精心除去了林间树木和杂草，使得脆蛇蜥原始栖息地被破坏，丧失了维持其生存的生态功能。杉木林成片种植时除去了林间杂木，降低了森林的生物多样性。成材之后的杉木林其林下缺乏灌丛和草丛，导致森林生态结构变得更为单一，生物多样性进一步降低，无法为脆蛇蜥提供足够的食物和栖息环境。

3.2 脆蛇蜥生境选择

野生动物的生境选择不仅受到种间关系的影响，还受到动物本身的生存与繁殖有关的环境因素的影响（魏辅文等 1998），选择最佳生境是野生动物能够长期生存与繁衍的关键（马驰等 2022）。经综合分析，峨眉山地区脆蛇蜥偏向选择位于 800 ~ 1 200 m 中低海拔地区、半阴半阳坡、距离水源大于 50 m、草本高度大于 6 cm 且植被覆盖率为 10% ~ 75% 的疏松土壤阔叶林中。

脆蛇蜥四肢退化，活动能力较弱，在野外环境中容易受到捕食者的威胁，但其偏好选择的阔叶林和较高草本植物的环境能够给其提供较好的地上隐蔽，减少被捕食者发现的机会。脆蛇蜥营地下洞穴生活，一般在地下 20 ~ 40 mm 处活动（沈猷慧等 2014）。本次调查发现脆蛇蜥偏好疏松土壤，可能因为疏松土壤的透气性较好，有利于其在地下活动。脆蛇蜥生境远离溪流、河流等地表径流，可减小水位涨落对其生存所造成的威胁。本次调查还发现脆蛇蜥偏好选择盖度中等、处于中低海拔和半阴半阳坡的生境。这类生境能够为其提供适宜的光照强度、温度和湿度，有利于其生存和繁衍。脆蛇蜥作为爬行动物，环境的光照强度、温度和湿度对其生存有一定的影响，且爬行动物胚胎发育过程要求环境中要有较高的湿度，孵化时环境的温度和湿度对其能否成功孵化有很大的影响（陈壁辉等 1990）。

3.3 保护建议

调查发现, 在保护野生动物方面, 越是远离城镇, 人们的保护意识越弱; 年龄越大, 保护意识越弱。这说明野生动物保护的宣传教育工作还需要更加深入, 特别是一些更接近自然的乡镇更应该重视。建议通过手机、电视、广播和标语等方法, 宣传《中华人民共和国野生动物保护法》, 争取让全民学法、懂法、守法, 以此提高人们的保护意识。

建议维持当地粗放的农业耕作模式, 减少农药使用, 加强执法力度, 控制中药材和杉木林等种植, 尽快恢复森林生态功能; 同时优化道路建设, 公路建设前应该详细调查工程覆盖区域的生物多样性, 并提前规划, 绕开脆蛇蜥分布区域, 或建立生物通道, 使用原生植物修复边坡, 限制大规模破坏脆蛇蜥栖息地的行为, 合理规划禽类养殖, 开发并推广当地生态友好农产品, 推广生态旅游, 在保证当地居民收入的同时也减少对脆蛇蜥栖息地的破坏。

致谢 感谢峨眉山市生态环境局吴丽芬、峨眉山风景名胜区管理委员会汤永进和北京市企业家环保基金会杨彪等人对本调查的指导和帮助。

参 考 文 献

Cai B, Ji X, Wang Y Y, et al. 2022. An annotated list of lizards (Sauria: Squamata) recorded from the People's Republic of China. *Asian Herpetological Research*, 13(1): 64–74.

Uetz P, Freed P, Aguilar R, et al. 2023. The Reptile Database. [DB/OL]. [2023-06-31]. https://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Dopasia&species=harti&search_param=%28search%3D%27Dopasia+harti%27%29%29.

蔡波. 2023. 四川省爬行动物识别手册. 北京: 科学出版社, 42–43.

陈壁辉, 孙燕琴. 1990. 爬行动物人工驯养的原理和方法. *野生动*

物, 11(1): 15–17.

国家林业和草原局, 农业农村部. 2021. 《国家重点保护野生动物名录》(2021年2月1日修订). *野生动物学报*, 42(2): 605–640.

蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 2016. 中国脊椎动物红色名录. *生物多样性*, 24(5): 501–551, 615.

李茂金, 王英永, 王力军, 等. 2024. 海南脆蛇蜥的分类地位研究. *动物学杂志*, 59(2): 233–244.

马驰, 初雯雯, 苏灿霞, 等. 2022. 阿尔泰山东部北山羊春季生境选择研究. *四川动物*, 41(5): 526–532.

沈猷慧, 叶贻云, 邓学建. 2014. 湖南动物志: 爬行纲. 长沙: 湖南科学技术出版社, 57–58.

石秀东, 姚忠祎, 文冠男, 等. 2022. 横断山区龙蜥属 (*Diploderma*) 物种生境偏好和形态分化. *生态学报*, 42(7): 2614–2625.

孙呈祥. 2014. 六盘山蝮种群数资源、生境选择及保护研究. 兰州: 西北师范大学硕士学位论文, 22–23.

谭孟雨, 隋璐璐, 张尚明玉, 等. 2019. 内蒙古贺兰山国家级自然保护区荒漠沙蜥春秋季节生境选择. *生态学报*, 39(18): 6889–6897.

王跃招, 蔡波, 李家堂. 2021. 中国生物多样性红色名录: 脊椎动物 第三卷 (爬行动物·上册). 北京: 科学出版社, 107–108.

魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 1998. 野生动物对生境选择的研究概况. *动物学杂志*, 33(4): 49–53.

夏玉国, 刘志涛, 赵文阁, 等. 2011. 大兴安岭东麓胎生蜥繁殖期的生境选择. *中国农学通报*, 27(10): 34–38.

张爱云. 2021. 我国公路交通安全设施标准化建设研究. *绿色环保建材*, (7): 93–94.

张德成. 2014. 捷蜥蜴的生境选择及生活史特征研究. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学硕士学位论文, 7–9.

张含藻, 胡周强, 张润林, 等. 1991. 脆蛇生物学及养殖的初步研究. *时珍国药研究*, 2(4): 175–177.

赵尔宓, 赵肯堂, 周开亚, 等. 1999. 中国动物志: 爬行纲 (第二卷) 有鳞目 蜥蜴亚目. 北京: 科学出版社, 199–201.