

DOI:10.3969/j.issn.1003-5710.2024.03.006

杨鑫宇, 唐依萍, 刘陈义, 刘昕, 刘慧, 黄杰, 张自亮, 张佑祥, 吴涛. 湖南高望界国家级自然保护区两栖类多样性及海拔分布格局 [J]. 湖南林业科技, 2024, 51 (3): 44-51.

YANG X Y, TANG Y P, LIU C Y, LIU X, LIU H, HUANG J, ZHANG Z L, ZHANG Y X, WU T. Diversity and elevation distribution pattern of amphibians in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve [J]. Hunan Forestry Science & Technology, 2024, 51 (3): 44-51.

湖南高望界国家级自然保护区两栖类多样性及海拔分布格局

杨鑫宇¹, 唐依萍¹, 刘陈义¹, 刘昕¹, 刘慧¹, 黄杰¹,
张自亮², 张佑祥¹, 吴涛¹

(1. 吉首大学生物资源与环境科学学院, 湖南 吉首 416000; 2. 湖南高望界国家级自然保护区管理局, 湖南 古丈 416300)

摘要: 为掌握湖南高望界国家级自然保护区两栖类多样性及分布格局, 促进区域的生物多样性保护和监测, 于2022年4月—2023年5月通过样线法对两栖动物进行了调查研究。结果显示: (1) 共记录两栖类动物25种, 隶属2目8科17属; 其中新种1种——高望界疣螈 (*Tylotriton gaowangjienensis*), 保护区新纪录种13种。(2) 保护区优势种有川村陆蛙 (*Fejervarya kawamurai*) 和黑斑侧褶蛙 (*Pelophylax nigromaculatus*), 国家重点保护野生动物有虎纹蛙 (*Hoplobatrachus chinensis*)。(3) 科、属、种的丰富度在海拔梯度上的分布格局大致相同, 随海拔升高丰富度在 ≤ 250 m和 $> 550 \sim 650$ m范围有较大峰值。(4) 不同生境中山间溪流的物种多样性最高; 在海拔 ≤ 250 m的区间物种多样性最高。(5) 不同海拔段的物种数量之间存在显著差异; 山间溪流与其他生境之间在物种数量上均存在显著差异。摸清了保护区两栖动物多样性本底, 查明了区域内生物多样性保护中存在的问题和威胁因素, 为该区域生物多样性保护工作的开展提供了基础资料。

关键词: 两栖类; 物种多样性; 生境; 海拔分布; 湖南高望界国家级自然保护区

中图分类号: Q959 文献标识码: A 文章编号: 1003-5710 (2024) 03-0044-08

Diversity and elevation distribution pattern of amphibians in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve

YANG Xinyu¹, TANG Yiping¹, LIU Chenyi¹, LIU Xin¹, LIU Hui¹,
HUANG Jie¹, ZHANG Ziliang², ZHANG Youxiang¹, WU Tao¹

(1. College of Biological Resources and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou 416000, Hunan, China; 2. Hunan Gaowangjie National Nature Reserve Administration, Guzhang 416300, Hunan, China)

Abstract: In order to grasp the amphibian diversity and distribution pattern in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve, and promote the protection and monitoring of regional biodiversity, the amphibians were investigated by line transect method

收稿日期: 2024-02-03

基金项目: 湖南高望界国家级自然保护区管理局项目“湖南高望界国家级自然保护区陆生脊椎动物调查与小灵猫种群监测与研究”; 古丈县林业科技项目“湖南省古丈县生物多样性调查与研究”; 湖南省大学生创新创业训练计划“高望界国家级自然保护区两栖动物多样性及其分布格局”

第一作者: 杨鑫宇 (2003—), 女, 本科生, 生物科学专业; E-mail: 1149466286@qq.com

通信作者: 吴涛, 讲师; E-mail: 623725242@qq.com

from April 2022 to May 2023. The results showed that a total of 25 species of amphibians belonging to 17 genera, 8 families and 2 orders, including one new species—*Tylotriton gaowangjienensis*, and 13 species newly-recorded in the reserve. The dominant species in the reserve were *Fejervarya kawamurai* and *Pelophylax nigromaculatus*, and the national key protected wild animal was *Hoplobatrachus chinensis*. The richness of families, genera and species were distributed in the same pattern on the altitude gradient, and the richness peaked at altitude ≤ 250 m and >550 to 650 m. The species diversity of mountain streams was the highest in the habitat, and the species diversity was the highest in the altitude ≤ 250 m. There were significant differences in the number of species at different altitudes; there were significant differences in the number of species between streams and other habitats. The ecological background of amphibian diversity within the reserve were investigated, and the prevailing issues and threatening factors in biodiversity conservation were identified, which furnished basic data for biodiversity conservation in the reserve.

Key words: amphibians; species diversity; habitat; elevation distribution; Hunan Gaowangjie National Nature Reserve

生物多样性的保护与人类福祉息息相关, 在改善人类的生存环境、促进经济发展以及保证生态安全等方面扮演着不可或缺的角色。开展生物多样性调查对加强物种保护、弄清资源本底、培养专业人才都具有重要意义。两栖动物作为连接水生与陆生生态系统的关键类群, 具有水陆双重特性, 成为揭示水生向陆生演化过程的关键物种^[1]; 其特有的生理结构对环境变化非常敏感^[2-3], 因此被作为环境健康监测的重要指示类群。虽然近年来两栖动物不断有新种发表, 但总的数量却呈现出明显的下降趋势^[4-5]。我国两栖动物正面临城市化建设、农药使用、基层民众保护意识淡薄等多重威胁, 因此, 开展两栖动物多样性的调查与保护刻不容缓^[6-7]。

湖南高望界国家级自然保护区位居武陵山脉核心地带, 被列为中国 17 个关键生物多样性地区之一, 同时也是全球 200 个生态重点保护区域之一。近二十年来, 保护区主要在植物资源、种群分布、群落特征和多样性等多个方面进行了深入的研究^[8-15]; 在动物研究领域, 也涉及有鸟兽^[16-18]和昆虫的多样性调查工作^[19-22]。对于保护区内两栖动物的现状研究相对欠缺。因此, 深入开展保护区内两栖动物的研究, 一方面对于及时应对环境挑战、维持生态平衡及推进生物多样性保护具有重要的意义, 另一方面可为该保护区域两栖动物保护、监测和管理决策的制定提供科学依据与基础资料。

1 研究区概况

湖南高望界国家级自然保护区地处武陵山脉南坡中段 (110°00'29"—110°14'26"E, 28°38'00"—28°45'35"N), 总面积 17 169.8 hm², 海拔 170.0 ~ 1 146.2 m^[19]。在动物地理区划上属东洋界华中区

西部山地高原亚区。气候温暖湿润, 属于中亚热带季风湿润气候类型^[13,17]。因未遭受第四纪冰川侵袭, 植被丰茂, 生境类型复杂多样, 为两栖动物的生存繁衍提供了得天独厚的优良栖息场所。

2 研究方法

2.1 调查方法

在前期查阅文献和实地调研的基础上, 依据《湖南省陆生脊椎动物资源调查技术导则(试行)》的要求, 在保护区内共设置 54 条调查样线, 样线长度为 500 m, 样线宽度为 5 ~ 10 m, 于 2022 年 4 月—2023 年 5 月对每条样线共进行两轮调查。三人一组, 持手电于 18:00—24:00 沿样线行走, 对样线及周围的两栖动物(活体、尸体及卵泡)^[23]进行拍照、录像和采样, 并记录下物种种类、个体数量、海拔和经纬度等关键信息。

对野外采集的标本, 测量其体长、吻长、头宽等数据, 并依据《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》《湖南动物志: 两栖纲》等参考资料^[24-26]对观测到的物种进行鉴定。在分类体系和物种名称上, 主要参照 LYU 等^[27]、王凯等^[28]的研究成果, 并结合中国两栖类数据库^[29]以及近年相关文献。

对于那些外形特征难以鉴别的两栖动物, 提取其肝脏或肌肉等组织进行基因测序, 并在 BLAST 网站上对数据进行比对, 以实现物种鉴定。

本研究根据生境经典性原则^[30], 参照前人研究^[16,31-32], 设置山地森林、山间溪流、农田、居住地等 4 种生境。

2.2 统计分析

按照物种多样性分析方法^[33], 计算 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):

$$J = H' / \ln S \quad (2)$$

物种相对多度 (I_{RD}):

$$I_{RD} = (N_i / N) \times 100\% \quad (3)$$

式 (1) ~ (3) 中: S 为物种数, N_i 为第 i 个物种的个体数, N 为全部物种的个体数, P_i 为 N_i 与 N 的比值。

物种丰富度指群落中物种数目的多寡, 以物种数 (S) 表示。物种相对多度经对数转化后用 TBtools 构建高望界两栖类相对多度聚类热图, 以判断各物种在不同生境下的物种优势度及不同生境与物种之间的聚类情况。

3 结果与分析

3.1 物种组成

通过本次野外调查, 并结合文献及考察报告等资料, 对保护区两栖动物进行综合分析, 共记

录到 34 个物种, 隶属于 2 目 9 科 20 属 (表 1); 其中本次野外调查记录到 25 个物种 (隶属于 2 目 8 科 17 属), 历史记录共 21 种 (隶属于 2 目 8 科 18 属)。记录到无尾目 (Anura) 7 科 18 属 32 种, 有尾目 (Caudata) 2 科 2 属 2 种; 其中有尾目中发现了 1 个新种——高望界疣螈 (*Tylotriton gaowangjienensis*)。

本次调查整理出的 34 个物种中, 以东洋界物种为主, 共 27 种, 占总种数的 79.41%。生态类型以陆栖—静水型为主, 共 14 种, 占总种数的 41.18%; 流水型和陆栖—流水型次之, 各 7 种, 各占 20.59%; 树栖型 5 种, 占 14.71%; 静水型最少, 仅 1 种, 占 2.94%。根据《中国脊椎动物红色名录》^[34], 本次调查到的物种中, 有极危物种 1 种, 有濒危物种 2 种, 有近危级物种 3 种, 有易危物种 1 种, 有无危物种 23 种, 还有 4 种未予评估; 国家二级保护野生动物有 3 种, 具重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物有 9 种, 湖南省重点保护野生动物有 6 种。

表 1 湖南高望界国家级自然保护区两栖类物种名录
Tab. 1 List of amphibian species in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve

目	科	物种	动物区系	濒危等级	保护级别	生态类型	数据来源
有尾目 (Caudata)	蝾螈科 (Salamandridae)	高望界疣螈 (<i>Tylotriton gaowangjienensis</i>)	C	NE		TQ	调查
	隐鳃鲵科 (Cryptobranchida)	大鲵 (<i>Andrias davidianus</i>)	W	CR	II	R	文献
	雨蛙科 (Hylidae)	三港雨蛙 (<i>Hyla sanchiangensis</i>)	CS	LC		A	调查/文献
		华西雨蛙 (<i>Hyla annectans</i>)	C	LC		A	文献
	叉舌蛙科 (Dicroglossinae)	虎纹蛙 (<i>Hoplobatrachus chinensis</i>)	CS	EN	II	TQ	调查/文献
		棘腹蛙 (<i>Quasipaa boulengeri</i>)	W	VU	ii	R	调查/文献
		川村陆蛙 (<i>Fejervarya kawamurai</i>)	W	LC		TQ	调查/文献
	姬蛙科 (Microhylidae)	小弧斑姬蛙 (<i>Microhyla heymonsi</i>)	CSSW	LC		TQ	调查/文献
		饰纹姬蛙 (<i>Microhyla fissipes</i>)	W	LC		TQ	调查/文献
		粗皮姬蛙 (<i>Microhyla butleri</i>)	CSSW	LC		TQ	调查
无尾目 (Anura)	角蟾科 (Megophryidae)	崇安髭蟾瑶山亚种 (<i>Vibrissaphora liui yaoshanensis</i>)	C	NT	i ; ii	TR	调查
		峨眉髭蟾 (<i>Vibrissaphora boringii</i>)	C	EN	II ; i	TR	文献
		雪峰山角蟾 (<i>Boulenophrys xuefengmontis</i>)	C	NE		TR	调查
	树蛙科 (Rhacophoridae)	小角蟾 (<i>Boulenophrys minor</i>)	CS	LC	i	TR	文献
		宽头短腿蟾 (<i>Brachytarsophrys carinense</i>) ^①	CSSW	NE	i	TR	文献
		武陵掌突蟾 (<i>Leptobranchella wulingensis</i>)	C	NE	i ; ii	TR	调查
		布氏泛树蛙 (<i>Polypedates braueri</i>)	CSSW	LC	i	A	调查
	蟾蜍科 (Bufonidae)	斑腿泛树蛙 (<i>Polypedates megacephalus</i>)	CSSW	LC	i ; ii	A	文献
		大树蛙 (<i>Rhacophorus dennysi</i>)	W	LC	i ; ii	A	调查
		中华蟾蜍指名亚种 (<i>Bufo gargarizans gargarizans</i>)	W	LC	i ; ii	TQ	调查/文献

续表 1 湖南高望界国家级自然保护区两栖类物种名录
Continued Tab. 1 List of amphibian species in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve

目	科	物种	动物区系	濒危等级	保护级别	生态类型	数据来源
		徂徕林蛙 (<i>Rana culaiensis</i>)	CS	LC		TQ	调查
		寒露林蛙 (<i>Rana hanluica</i>)	CS	NT		TQ	调查
		镇海林蛙 (<i>Rana zhenhaiensis</i>)	CS	LC		TQ	调查/文献
		峨眉林蛙 (<i>Rana omeimontis</i>)	C	LC		TQ	调查
		中华湍蛙 (<i>Amolops sinensis</i>)	CS	LC		R	调查
		崇安湍蛙 (<i>Amolops chunganensis</i>)	CSW	LC		R	文献
	蛙科 (Ranidae)	黄岗臭蛙 (<i>Odorrana huanggangensis</i>)	CS	LC		TR	调查/文献
		大绿臭蛙 (<i>Odorrana graminea</i>)	CS	LC		R	调查/文献
		花臭蛙 (<i>Odorrana schmackeri</i>)	CS	LC		R	调查
		绿臭蛙 (<i>Odorrana margaretae</i>)	CSW	LC		R	文献
		沼水蛙 (<i>Hylarana guentheri</i>)	CSSW	LC		TQ	调查/文献
		阔褶水蛙 (<i>Sylirana latouchii</i>)	CS	LC		TQ	调查
		黑斑侧褶蛙 (<i>Pelophylax nigromaculatus</i>)	W	NT	ii	TQ	调查/文献
		弹琴蛙 (<i>Nidirana adenopleura</i>) ^①	CSW	LC		Q	文献

注: 1. 动物区系: C 为华中区种; CS 为华中-华南区种; CSW 为华中-西南区种; CSSW 为华中-华南-西南区种; W 为广布种。

2. 濒危等级: CR 为极危; EN 为濒危; VU 为易危; NT 为近危; LC 为无危; NE 为未评估。

3. 保护级别: II 为国家二级重点保护野生动物; i 为“三有”野生动物; ii 为湖南省重点保护野生动物。

4. 生态类型: R 为流水型; TQ 为陆栖-静水型; TR 为陆栖-流水型; Q 为静水型; A 为树栖型。

① 表示在湖南省分布存疑。

3.2 调查物种与历史记录物种比较分析

与 2014 年高望界保护区科考报告相比较, 本次调查未记录到的物种有 9 个, 包括大鲵 (*Andrias davidianus*)、宽头短腿蟾 (*Brachytarsophrys carinense*)、峨眉髭蟾 (*Vibrissaphora boringii*)、弹琴蛙 (*Nidirana adenopleura*)、崇安湍蛙 (*Amolops chunganensis*)、华西雨蛙 (*Hyla gongshanensis*)、绿臭蛙 (*Odorrana margaretae*)、斑腿泛树蛙 (*Polypedates megacephalus*)、小角蟾 (*Boulenophrys minor*)。最新研究资料显示^[35], 小角蟾在湖南省没有分布记录, 而宽头短腿蟾和弹琴蛙属于存疑种。通过访问调查了解, 大鲵曾经在该区域有分布, 但由于其生境遭受破坏, 野生大鲵已基本消失。通过对所有采集标本的形态学鉴定及 DNA 测序, 本次调查新增记录了蝾螈科 (Salamandridae)、蛙科 (Ranidae) 等的物种 13 种, 有崇安髭蟾瑶山亚种 (*Vibrissaphora liui yaoshanensis*)、雪峰山角蟾 (*Boulenophrys xuefengmontis*)、武陵掌突蟾 (*Leptobranchella wulingensis*)、布氏泛树蛙 (*Polypedates braueri*)、粗皮姬蛙 (*Microhyla butleri*)、徂徕林蛙 (*Rana culaiensis*)、寒露林蛙 (*Rana hanluica*)、峨眉林蛙 (*Rana omeimontis*)、大绿臭蛙 (*Odorrana graminea*)、黄岗臭蛙

(*Odorrana huanggangensis*)、中华湍蛙 (*Amolops sinensis*)、阔褶水蛙 (*Sylirana latouchii*) 等。其中斑腿泛树蛙与布氏泛树蛙、绿臭蛙与花臭蛙 (*Odorrana schmackeri*)、弹琴蛙与沼水蛙 (*Hylarana guentheri*)、崇安湍蛙与中华湍蛙、华西雨蛙与三港雨蛙 (*Hyla sanchiangensis*) 在外形上相似, 在野外不好辨别, 这可能导致了以往记录中的鉴别错误, 也有可能 2022 年天气干旱、调查样线没有全覆盖、时间有限等因素导致这些物种未被发现。

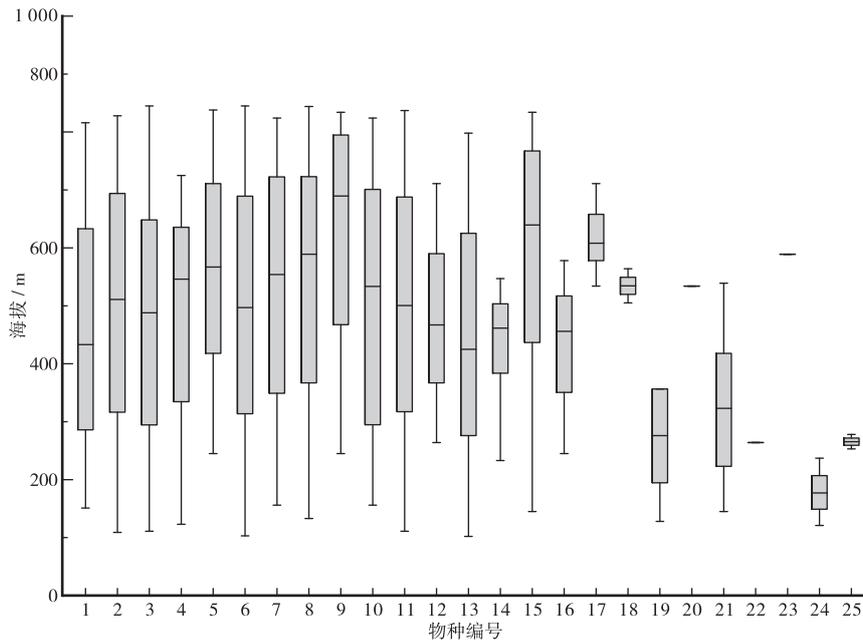
3.3 海拔分布格局

3.3.1 单个物种的垂直分布

保护区内两栖类动物分布范围覆盖了 150 ~ 850 m 的海拔区间 (图 1)。其中大绿臭蛙和虎纹蛙 (*Hoplobatrachus chinensis*) 主要分布在较低海拔地区; 粗皮姬蛙、阔褶水蛙、高望界疣螈、黄岗臭蛙、武陵掌突蟾和虎纹蛙分布范围比较狭窄; 粗皮姬蛙分布的海拔相对较高, 其最低分布海拔也在 500 m 以上。

3.3.2 不同海拔区间不同分类阶元的丰富度比较

在海拔梯度上, 科、属、种的丰富度显现出大体一致的分布模式, 在海拔 ≤ 250 m、> 450 ~ 550 m 和 > 550 ~ 650 m 区间, 种、属和科的丰富度较高 (图 2)。从整个海拔梯度来看, 科、属、种



1. 中华蟾蜍指名亚种 (*Bufo gargarizans gargarizans*); 2. 黑斑侧褶蛙 (*Pelophylax nigromaculatus*); 3. 川村陆蛙 (*Fejervarya kawamurai*); 4. 徂徕林蛙 (*Rana culaiensis*); 5. 布氏泛树蛙 (*Polypedates braueri*); 6. 寒露林蛙 (*Rana hanluica*); 7. 镇海林蛙 (*Rana zhenhaiensis*); 8. 棘腹蛙 (*Quasipaa boulengeri*); 9. 峨眉林蛙 (*Rana omeimontis*); 10. 大树蛙 (*Rhacophorus dennysi*); 11. 中华湍蛙 (*Amolops sinensis*); 12. 小弧斑姬蛙 (*Microhyla heymonsi*); 13. 沼水蛙 (*Hylarana guentheri*); 14. 饰纹姬蛙 (*Microhyla fissipes*); 15. 崇安髭蟾瑶山亚种 (*Vibrissaphora liui yaoshanensis*); 16. 三港雨蛙 (*Hyla sanchiangensis*); 17. 粗皮姬蛙 (*Microhyla butleri*); 18. 阔褶水蛙 (*Sylvirana latouchii*); 19. 大绿臭蛙 (*Odorrana graminea*); 20. 高望界疣螈 (*Tylotriton gaowangjienensis*); 21. 花臭蛙 (*Odorrana schmackeri*); 22. 黄冈臭蛙 (*Odorrana huanggangensis*); 23. 武陵掌突蟾 (*Leptobranchella wulingensis*); 24. 虎纹蛙 (*Hoplobatrachus chinensis*); 25. 雪峰山角蟾 (*Boulenophrys xuefengmontis*)。

图1 高望界两栖动物海拔分布情况

Fig.1 Altitude distribution of amphibians in the High altitude kingdom

的丰富度呈现先下降后升高再降低的模式。种的丰富度在基带到海拔 350 m 之间出现明显下降，之后逐渐上升，但在海拔 >450 ~ 650 m 区间保持相对平稳，随后开始逐渐下降。而属的丰富度在基带到海拔 350 m 处出现下降，之后开始上升，在海拔 >450 ~ 650 m 区间保持相对平稳，随后逐渐下降。科的丰富度在基带到海拔 350 m 处出现下降，然后开始上升，在海拔 >450 ~ 650 m 区间保持相对平

稳，随后缓慢下降，并在海拔 >750 ~ 850 m 区间略有上升。这一分布模式反映了该保护区不同海拔层次对生物多样性的影响，揭示了生物多样性在不同海拔区间的变化规律。

3.4 物种优势度

四种不同生境中各物种相对多度聚类热图显示，不同生境条件下的优势种存在差异 (图 3)。在山地森林生境中，优势种为寒露林蛙和川村陆蛙 (*Fejervarya kawamurai*)，相较于其他物种优势度显著；在居住地和农田生境中，优势种为川村陆蛙和黑斑侧褶蛙 (*Pelophylax nigromaculatus*)，其次为中华蟾蜍指名亚种 (*Bufo gargarizans gargarizans*)；在山间溪流生境中，优势种为花臭蛙和中华湍蛙，但是，相较于其他物种，其优势度不显著，说明山间溪流生境中的各物种分布较均匀。

3.5 物种多样性分析

由表 2 可知，在不同生境类型中，山间溪流的物种多样性指数 (2.375) 和均匀度指数 (0.757) 均最高，其次是山地森林的，物种多样性指数和均

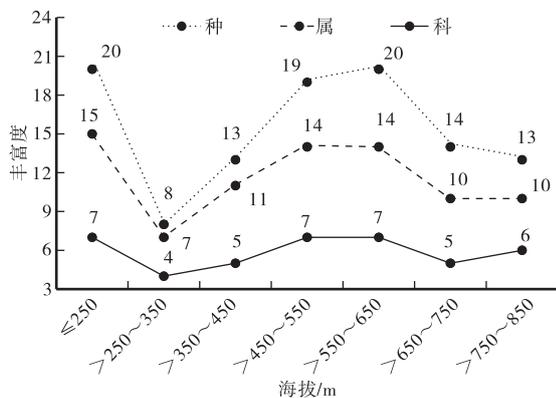


图2 科、属、种丰富度的海拔梯度格局

Fig.2 Patterns of family, genus, and species richness along altitudinal gradients

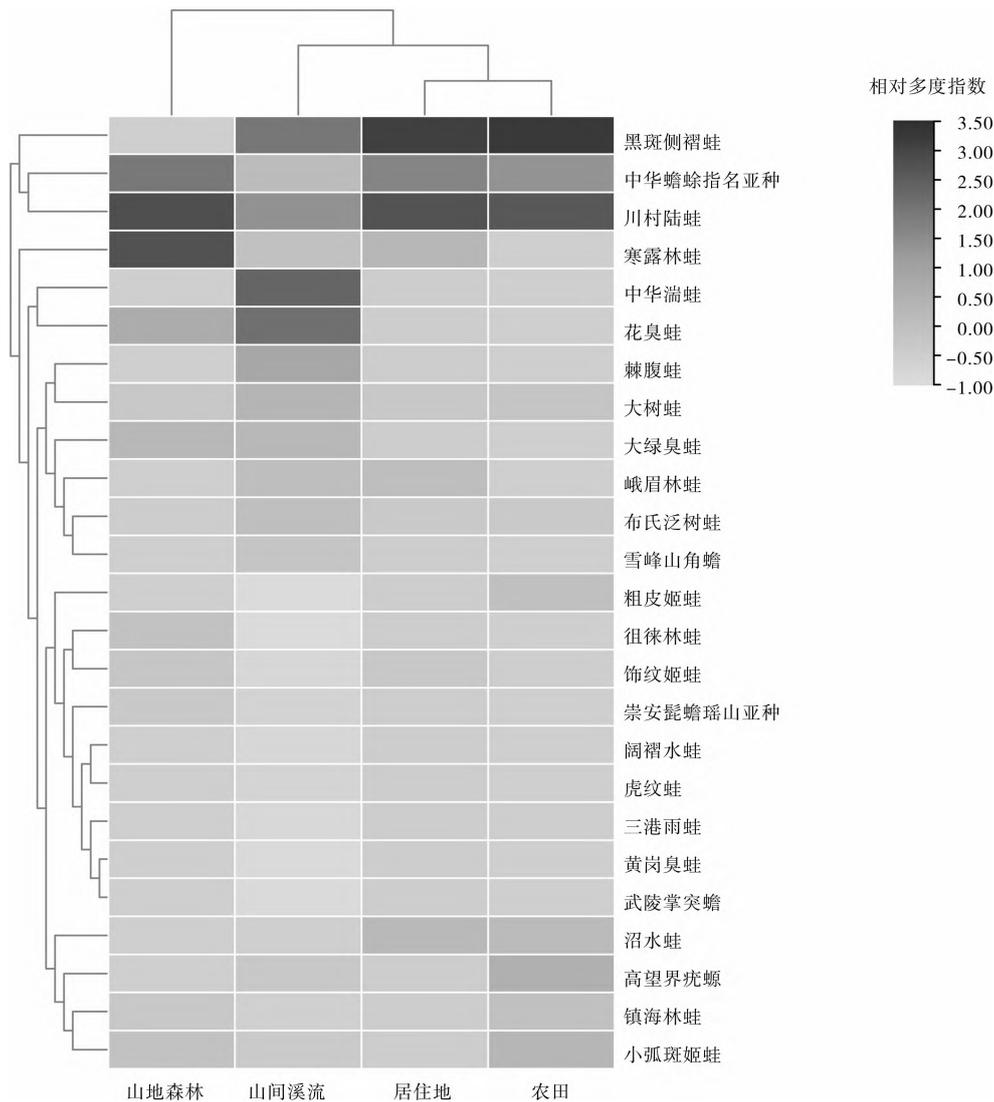


图 3 湖南高望界国家级自然保护区两栖类相对多度聚类热图

Fig. 3 Relative abundance clustering heat map of amphibians in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve

表 2 湖南高望界国家级自然保护区不同生境类型的物种多样性指数与均匀度指数

Tab. 2 Species diversity index and evenness index of different habitat types in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve

生境类型	个体数量/只	物种数量/个	H'	J
山地森林	263	12	1.722	0.692
山间溪流	942	23	2.375	0.757
农田	1 041	12	1.391	0.559
居住地	550	9	1.356	0.617

均匀度指数分别为 1.722 和 0.692, 农田和居住地生境的物种多样性指数和均匀度指数均较低。在调查的生境类型中, 山间溪流生境的物种多样性最为丰富, 一方面这可能与保护区水资源受到污染相对较少有关; 另一方面调查样线中的小溪流速较慢, 为

两栖类提供了适宜的繁殖和发育环境^[36]。相比之下, 农田和居住地的多样性较低, 可能与人类活动的干扰密切相关; 同时, 农田和居住地的植物类型单一和空间异质性低, 两栖类在此生境中缺少栖息地和食物来源, 农药的使用也可能对两栖类产生不利影响^[15,37]。

根据表 3 数据显示, 在 ≤ 250 m 和 $> 450 \sim 550$ m 海拔区间的物种多样性指数和均匀度指数均较高, 多样性指数分别为 2.243 和 2.181, 均匀度指数分别为 0.749 和 0.741。在 $> 250 \sim 350$ m 海拔区间的物种多样性指数和均匀度指数分别为 1.199 和 0.576, 均为最低, 这可能与该海拔段人类活动较多有关。尽管不同海拔梯度的物种多样性存在差异, 但对于主要物种的组成而言, 海拔梯度的影响似乎较为有限。

表3 湖南高望界国家级自然保护区不同海拔区间的物种多样性指数与均匀度指数

Tab.3 Species diversity index and evenness index of different elevations in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve

海拔/m	个体数量/只	物种数量/个	H'	J
≤250	609	20	2.243	0.749
>250~350	252	8	1.199	0.576
>350~450	338	13	1.625	0.634
>450~550	193	19	2.181	0.741
>550~650	719	20	1.784	0.595
>650~750	273	14	1.803	0.683
>750~850	412	13	1.896	0.739

4 结论与讨论

通过本次调查,共记录两栖类动物25种,发现两栖动物新种1种,保护区新纪录13种,这些发现进一步扩展了我们对该保护区两栖动物种类资源的认识。然而,由于多种因素的制约,仍有大量区域未被详尽调查,这些区域可能隐藏着尚未被发现的潜在物种。因此,开展更为全面和深入的调查研究,对于理解保护区的生物多样性、整理资源底蕴具有极其重要的价值和深远的意义。

调查显示,该保护区两栖动物主要分布在海拔150~850 m的区域,其物种丰富度在不同海拔区间表现出明显的分布规律。在众多生境类型中,山间溪流生境的物种多样性最为丰富。相比之下,农田和居民区的生境物种多样性较低,这可能与人类活动的影响有关。通过对物种多样性的细致分析和优势度的比较,我们能够更深入地洞察保护区内两栖动物的生态特征及其分布格局,这将为未来的保护措施和管理策略的制定提供坚实的科学依据。

两栖动物在不同海拔下的分布格局和成因一直是生态学研究的热点问题^[38]。由于两栖动物对生态环境要求较高,其生存受温度和水分条件的影响较大,因此在地理位置和分布范围上存在明显差异^[39]。研究表明,两栖动物的海拔分布格局多样,有单峰格局、先平台后递减的格局、双峰格局等^[1]。而本次保护区两栖动物多样性随海拔分布呈双峰格局,即在低海拔段和中海拔段分别出现一个峰值,这种海拔分布格局的形成可能受多种多样因素的影响,包括温度、降水、植被类型等^[40]。具体是什么因素导致该分布格局的形成,还需进一

步研究。

在此次调查中,川村陆蛙和黑斑侧褶蛙为优势种。川村陆蛙的繁殖期长达5~6个月,产卵盛期为4月中旬至5月中旬和8月上旬至9月,雌蛙多次产卵,产卵量大。而黑斑侧褶蛙则因其较强的繁殖能力和适应性而成为优势种,其繁殖季节主要在3月下旬至4月^[41]。两者繁殖期与稻田灌水季节相近,种群数量剧增,优势度明显。优势种与生境特点和资源分配之间存在密切关系,川村陆蛙偏好湿润陆地环境,而黑斑侧褶蛙则倾向于水栖环境,两者作为优势种资源分配之间冲突较少。

两栖类分布受温度、水环境及人为活动的影响较大。山间溪流生境提供了丰富水体和高湿度环境,人为干扰极小,便于隐藏,满足各类两栖动物栖息的需求,因而生物多样性高^[42]。相比之下,农田与居住地生境空间异质性低,受人为活动影响较大,生物多样性低。此外,在海拔>250~350 m区间的物种多样性较低,可能与该海拔梯度人类活动频繁有关。

调查发现,保护区内的两栖动物受交通、农药、居民保护意识弱等多方面的威胁,如被车碾压、被农药毒害或者遭受非法捕捉等,一些物种的种群数量急剧减少,甚至有些物种已难以寻觅,如大鲵。为了有效地保护两栖动物及其栖息地环境,应考虑到不同两栖类物种的时空生态位差异,采取相应的保护措施。同时,通过科学规划和合理布局,营造适宜两栖动物生存的生态环境,促进生物多样性的保护与发展^[1]。建议在关键地区设置两栖类观测与科研样地,长期开展系统性监测研究,增加对栖息地环境的保护力度,减少树木砍伐、过度放牧、农药使用等行为;同时,呼吁加强相关宣传工作,提高民众对两栖动物的保护意识,促进生物多样性的保护。

参考文献:

- [1] 刘高慧,饶定齐,史娜娜,等. 澜沧县两栖动物多样性及海拔分布格局[J]. 生态学报, 2022, 42(7): 2593-2604.
- [2] 梁国付,李成蹊,白鑫,等. 农业景观中环境因素对两栖类生物分布的影响[J]. 应用生态学报, 2019, 30(1): 301-308.
- [3] 李成,谢锋,车静,等. 中国关键地区两栖爬行动物多样性监测与研究[J]. 生物多样性, 2017, 25(3): 246-254.
- [4] BLAUSTEIN A R, HAN B A, RELYEA R A, et al. The

- complexity of amphibian population declines: Understanding the role of cofactors in driving amphibian losses [J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2011, 1223: 108–119.
- [5] BUTTON S, BORZÉE A. An integrative synthesis to global amphibian conservation priorities [J]. *Global Change Biology*, 2021, 27 (19): 4516–4529.
- [6] 蔡波, 李家堂, 陈跃英, 等. 通过红色名录评估探讨中国爬行动物受威胁现状及原因 [J]. *生物多样性*, 2016, 24 (5): 578–587.
- [7] 江建平, 谢锋, 臧春鑫, 等. 中国两栖动物受威胁现状评估 [J]. *生物多样性*, 2016, 24 (5): 588–597.
- [8] 蒋能, 郭启言, 朱纯纯, 等. 高望界国家级自然保护区野生食用植物资源的调查和分析 [J]. *中国林副特产*, 2020 (3): 66–69, 72.
- [9] 曹巧, 曾德武, 刘娜, 等. 高望界国家级自然保护区野生观赏植物资源调查分析 [J]. *中国野生植物资源*, 2020, 39 (5): 58–62, 78.
- [10] 陈雅, 徐亮, 张代贵, 等. 湖南高望界自然保护区野菜资源调查及其开发利用 [J]. *中国林副特产*, 2012 (6): 80–85.
- [11] 王春晖, 陈昕, 王本忠, 等. 湖南高望界国家级自然保护区雪峰山梭罗种群结构与动态特征 [J]. *南京林业大学学报 (自然科学版)*, 2022, 46 (3): 57–64.
- [12] 王本忠, 刘辉华, 杨森, 等. 湖南高望界自然保护区雪峰山梭罗的群落特征 [J]. *吉首大学学报 (自然科学版)*, 2020, 41 (1): 73–79.
- [13] 张自亮, 龙菊美. 湖南高望界国家级自然保护区钟萼木种群分布原因初探 [J]. *湖南林业科技*, 2017, 44 (5): 88–93.
- [14] 李家湘, 但新球, 黄球, 等. 湖南高望界自然保护区维管束植物区系研究 [J]. *中南林业调查规划*, 2007, (4): 52–57.
- [15] 李传霞, 乔丽芳, 张毅川. 湖南高望界自然保护区植被特点 [J]. *安徽农业科学*, 2006, (8): 1656–1657.
- [16] 王秋盼, 张自亮, 王本忠, 等. 湖南高望界国家级自然保护区红腹锦鸡活动节律及生境选择研究 [J]. *湖南林业科技*, 2023, 50 (5): 46–51.
- [17] 刘芳, 宿秀江, 李迪强, 等. 利用红外相机调查湖南高望界国家级自然保护区鸟兽多样性 [J]. *生物多样性*, 2014, 22 (6): 779–784.
- [18] 王德良, 田连成, 龚家林. 高望界自然保护区鸟类多样性研究和资源评价 [J]. *中南林业学院学报*, 2005 (1): 50–55.
- [19] 向颖, 刘素群, 黄兴龙, 等. 湖南高望界国家级自然保护区及其周边蝶类多样性与影响因素 [J]. *生物多样性*, 2020, 28 (8): 940–949.
- [20] 洪玖. 湖南高望界自然保护区蝶类资源调查 [J]. *青春岁月*, 2017 (1): 262–265.
- [21] 范茜, 张佑祥, 彭乐, 等. 湖南高望界国家级自然保护区天蛾科昆虫区系特征 [J]. *环境昆虫学报*, 2013, 35 (5): 585–590.
- [22] 孙虹, 夏春兰. 湖南高望界自然保护区蝗虫类昆虫的物种多样性 [J]. *安徽农业科学*, 2012, 40 (27): 13352–13353.
- [23] 邓文静, 韦启浪, 彭琪, 等. 湖南雪峰山自然保护区两栖动物多样性调查及人为干扰研究 [J]. *生命科学研究*, 2021, 25 (4): 338–346.
- [24] 费梁, 叶昌媛, 江建平. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2012.
- [25] 费梁, 黄淑琴, 叶昌媛, 等. 中国动物志·两栖纲 (上卷) 总论 蝶螈目 有尾目 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [26] 沈猷慧. 湖南动物志: 两栖纲 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2014.
- [27] LYU Z T, QI S, WANG J, et al. Generic classification of Asian horned toads (Anura: Megophryidae: Megophryinae) and monograph of Chinese species [J]. *Zoological Research*, 2023, 44 (2): 380–450.
- [28] 王凯, 任金龙, 陈宏满, 等. 中国两栖、爬行动物更新名录 [J]. *生物多样性*, 2020, 28 (2): 189–218.
- [29] 中国科学院昆明动物研究所. “中国两栖类”信息系统 [EB/OL]. [2023–12–26]. <http://www.amphibiachina.org/>.
- [30] 陈浩, 冯朝波, 穆浪, 等. 仁怀市两栖爬行动物资源调查 [J]. *山地农业生物学报*, 2024, 43 (1): 55–63.
- [31] 彭海. 湖南高望界国家级自然保护区生态旅游SWOT分析及发展策略 [J]. *绿色科技*, 2022, 24 (15): 242–245.
- [32] 滕彩丽, 程宇萌, 刘晴, 等. 贫困地区农村庭院观赏植物种类调查分析 [J]. *南方农业*, 2020, 14 (8): 49–52.
- [33] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法 (下) [J]. *生物多样性*, 1994, 2 (4): 231–239.
- [34] 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 中国脊椎动物红色名录 [J]. *生物多样性*, 2016, 24 (5): 501–551, 615.
- [35] 高志伟. 湖南省两栖、爬行动物物种多样性及其受危等级评估 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2022.
- [36] 姚冲学, 王智红, 梁良, 等. 云南玉龙雪山两栖动物多样性时空格局的观测 [J]. *生态与农村环境学报*, 2020, 36 (6): 726–730.
- [37] 史娜娜, 郭宁宁, 刘高慧, 等. 北京市两栖爬行动物空间分布格局及影响因素 [J]. *生态学报*, 2022, 42 (9): 3806–3821.
- [38] 李梦佳, 何中声, 江蓝, 等. 戴云山物种多样性与系统发育多样性海拔梯度分布格局及驱动因子 [J]. *生态学报*, 2021, 41 (3): 1148–1157.
- [39] 郑智. 白水江自然保护区植物、两栖爬行动物物种多样性海拔分布格局的研究 [D]. 兰州: 西北师范大学, 2015.
- [40] 张跃, 雷开明, 张语克, 等. 植被、海拔、人为干扰对大中型野生动物分布的影响——以九寨沟自然保护区为例 [J]. *生态学报*, 2012, 32 (13): 4228–4235.
- [41] 张胜金戈, 陈睿, 刘小燕, 等. 黑斑侧褶蛙规模化繁育与苗种培育技术 [J]. *中国水产*, 2022 (11): 85–87.
- [42] 王存璐, 陈浒, 肖华, 等. 黔西北石漠化地区两栖动物多样性及其生境选择 [J]. *生物多样性*, 2020, 28 (4): 485–495.

(编辑: 蔡能)