

·生物分类·

DOI:10.16605/j.cnki.1007-7847.2023.05.0158

湖南省两栖类新记录——桂北琴蛙及其系统发育分析

马艺涵¹, 李辉¹, 朱乐强¹, 刘佳昱¹, 刘五洲², 张荣华², 聂美红², 张志强^{3*},
莫小阳^{1*}

(1. 湖南师范大学 生命科学学院, 中国湖南 长沙 410081; 2. 湖南南山国家公园管理局 金童山自然保护区管理处, 中国湖南 邵阳 422500; 3. 中南林业科技大学 野生动植物保护研究所, 中国湖南 长沙 410004)

摘要: 2023年4月21日, 在湖南南山国家公园开展野生动物多样性调查过程中, 于白云湖(26°18'36.23"N, 110°20'05.43"E; 海拔606 m)采集到2号蛙类标本(1雌1雄), 经初步形态鉴定, 其与桂北琴蛙(*Nidirana guibeiensis*)特征相似。对采集标本的线粒体16S rRNA进行PCR扩增测序后, 构建琴蛙属(*Nidirana*)部分物种贝叶斯系统发育树, 结果显示该蛙类标本与桂北琴蛙聚为一支, 且具有较高的支持率(1.00); 基于Kimura双参数模型估算, 该标本与广西兴安县采集的桂北琴蛙标本间的遗传距离为0, 远小于琴蛙属不同种间的遗传距离(3.2%~8.7%)。经形态特征鉴定和系统发育分析, 确定该蛙类标本为无尾目(Anura)蛙科(Ranidae)琴蛙属(*Nidirana*)桂北琴蛙, 为湖南省两栖动物新记录种。

关键词: 桂北琴蛙; 新记录种; 南山国家公园; 湖南省

中图分类号: Q958.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-7847(2024)02-0159-06

A New Amphibian Record from Hunan Province — *Nidirana guibeiensis* and Its Phylogenetic Analysis

MA Yihan¹, LI Hui¹, ZHU Leqiang¹, LIU Jiayu¹, LIU Wuzhou²,
ZHANG Ronghua², NIE Meihong², ZHANG Zhiqiang^{3*}, MO Xiaoyang^{1*}

(1. College of Life Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, Hunan, China; 2. Jintong Mountain Nature Reserve Management Office, Hunan Nanshan National Park Administration, Shaoyang 422500, Hunan, China; 3. Institute of Wildlife Conservation, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstract: During the wildlife diversity survey in Nanshan National Park, Hunan Province, two amphibian samples (one female and one male) were collected from Baiyun Lake (26°18'36.23"N, 110°20'05.43"E, 606 m above sea level) on April 21, 2023. The morphological traits of the samples suggested that they were related to *Nidirana guibeiensis*. After PCR amplification and sequencing of mitochondrial 16S rRNA gene fragments from the collected samples, a Bayesian phylogenetic tree of some *Nidirana* species was constructed. The results showed that the samples were clustered into one branch with *N. guibeiensis* and had a high support rate (1.00). The genetic distances between the collected *Nidirana* samples and those from Xing'an County, Guangxi Province, as determined by the Kimura two-parameter model, were 0, much less than the genetic distances among *Nidirana* species (3.2%~8.7%). Based on these analyses, the samples were identified as *N. guibeiensis*, a new record species of amphibian in Hunan Province.

收稿日期: 2023-05-22; 修回日期: 2023-08-05; 网络首发日期: 2024-01-02

基金项目: 湖南省国家重点野生动植物保护补助资金项目(2021-326); 湖南城步苗族自治县县域生物多样性资源调查项目(2021-326-430529); 湖南金童山国家级自然保护区2022年中央财政资金补助项目(2022-34)

作者简介: 马艺涵(2000—), 女, 河南平顶山人, 硕士研究生, E-mail: 2784482657@qq.com; 马艺涵和李辉对本文的贡献相同, 为本文共同第一作者; *通信作者: 张志强(1981—), 男, 河北任丘人, 博士, 副教授, 主要从事野生动植物保护与利用研究, E-mail: csfuzzq@126.com; 莫小阳(1971—), 男, 湖南常德人, 博士, 教授, 主要从事野生动物保育与利用研究, E-mail: moxiaoyang@hunnu.edu.cn。

Key words: *Nidirana guibeiensis*; new record species; Nanshan National Park; Hunan Province

(*Life Science Research*, 2024, 28(2): 159–164)

琴蛙属(*Nidirana*)隶属于无尾目(Anura)蛙科(Ranidae),是东洋界特有类群,广泛分布于东亚和东南亚地区^[1]。目前,该属已报道19种^[2],所有种在中国都有分布^[3],湖南省内分布有4种:弹琴蛙(*N. adenopleura*)、粤琴蛙(*N. guangdongensis*)、湘琴蛙(*N. xiangica*)和雷山琴蛙(*N. leishanensis*)。弹琴蛙在湖南省内广泛分布^[4];粤琴蛙在湖南省东南部山区八面山等地有分布^[5];湘琴蛙分布在湘江流域,如双牌阳明山、浏阳大围山等地^[5];雷山琴蛙分布在湖南省西南部通道县^[6]。

2023年4月21日,在湖南南山国家公园开展野生动物多样性调查期间,于白云湖(26°18'36.23"N, 110°20'05.43"E;海拔高度606 m)采集到2只蛙类标本(1雌1雄,标本号见表1),经形态学初步鉴定为琴蛙属物种,系统发育分析将其进一步鉴定为桂北琴蛙(*Nidirana guibeiensis*),为湖南省两栖动物分布新记录种。本文描述了采集标本的形态特征,并分析了本研究标本与桂北琴蛙新种地模标本^[7]以及琴蛙属其他物种的形态与系统发育关系,进一步丰富了湖南省琴蛙属的物种多样性。标本现保存于湖南师范大学生命科学学院两栖爬行类动物标本室。

1 材料与方法

1.1 材料

剪取标本部分肌肉组织保存于95%乙醇溶液中,用做系统发育分析;浸制标本浸泡于10%福尔马林溶液中,保存于湖南师范大学生命科学学院两栖爬行类动物标本室。

1.2 形态测量与鉴定

采用游标卡尺(德力西电器,量程200 mm,精度0.01 mm)对所采集标本的17项形态指标进行测量,按照《中国两栖动物检索及图解》^[8]《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》^[9]和《湖南动物志 两栖纲》^[4]进行物种形态鉴定。

1.3 系统发育分析

基于16S *rRNA* 基因的高保守性且易于PCR扩增的特点,使用引物L3975、H4551^[10]扩增并测定2只琴蛙标本(HNNU2342101和HNNU2342102)的16S *rRNA* 部分片段,扩增产物的长度分别为579 bp、576 bp (GenBank 编号: OQ924622、OQ92-

4623)。从GenBank数据库中下载18个琴蛙属物种的16S *rRNA* 基因编码序列,选择四川湍蛙(*Amolops mantzorum*)和绿臭蛙(*Odorrana margaretae*)为外群物种^[11](表1)。

采用软件PhyloSuite v1.2.3对所有序列进行分析比对,构建琴蛙属物种贝叶斯系统发育树。使用PhyloSuite软件中的ModelFinder确定GTR+F+G4模型为最适核苷酸替代模型。用MEGA v6.0软件中的Kimura双参数模型计算琴蛙属物种间的遗传距离^[12]。

2 结果

2.1 形态描述

本次采集的2号蛙类标本中,成体雄性(HN-NU2342101)体型较大,成体雌性(HNNU2342102)体型较小。雄性头体长48.38 mm,雌性头体长26.42 mm。具体量度见表2。

外部形态特征如图1所示。吻端钝圆,明显突出超过下颚;鼻孔椭圆形,比眼睛更靠近口鼻部,鼻间距大于眼间距;瞳孔横置,呈黑色且边缘为橘红色,虹膜淡黄色;眼睛直径接近鼓室直径,鼓膜明显,呈圆形。前臂细长,指长顺序为II<IV<I<III,除了指I之外的所有指末端略微膨大,有腹侧沟。后肢长且细,左右跟部不重叠,后肢贴体前伸时跗关节可伸达眼鼻之间,趾长短顺序为I<II<V<III<IV,趾尖略膨大呈圆盘状,有腹侧沟,近关节的小瘤突出呈椭圆形;趾蹼较发达,趾腹关节下瘤明显,第一、二趾各1个,第三、五趾各2个,第四趾3个关节下瘤,内跖突椭圆形。上唇边缘有一乳白色条纹,从吻尖沿上唇至前臂上方。背前部较为光滑,后部有疣粒。喉部、胸部表面略呈灰色,下腹部乳白色,背部中间有一条不连续的锈色中线,后肢有6条不等灰色横纹。雄性具有内声囊1对,婚垫位于第一指侧。

2.2 系统发育和遗传距离

PCR扩增和测序结果表明,所采集蛙类标本的线粒体16S *rRNA* 基因片段的长度分别为579 bp、576 bp。贝叶斯系统发育树支持本研究采集的蛙类标本与广西兴安县采集的桂北琴蛙标本聚为一支,且支持率为1.00(图2)。

Kimura双参数模型的计算结果显示,本研究

表 1 本研究所用标本及 GenBank 中的基因序列信息
Table 1 The samples used in this study and their gene sequence information in GenBank

| Species | Locality | Voucher number | 16S <i>rRNA</i> GenBank accession number |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------|--|
| Collected specimen | Nanshan National Park, Hunan | HNNU2342101 | OQ924622 |
| Collected specimen | Nanshan National Park, Hunan | HNNU2342102 | OQ924623 |
| <i>N. guibeiensis</i> | Xing'an, Guangxi | NNU 00867 | ON985183 |
| <i>N. guibeiensis</i> | Xing'an, Guangxi | NNU 00919 | ON985182 |
| <i>N. adenopleura</i> | Mt Wuyi, Fujian | CIB20180827001 | MK293805 |
| <i>N. chapaensis</i> | Sapa, Laocai | MNHN2000.485 | KR827711 |
| <i>N. daunchina</i> | Mt Emei, Sichuan | SYS a004594 | MF807822 |
| <i>N. guangdongensis</i> | Yingde, Guangdong | SYS a005768 | MN946407 |
| <i>N. guangxiensis</i> | Mt Daming, Guangxi | NHMG 202007001 | MZ677222 |
| <i>N. hainanensis</i> | Mt Diaoluo, Hainan | SYS a007669 | MN946451 |
| <i>N. leishanensis</i> | Mt Leigong, Guizhou | SYS a007908 | MN946453 |
| <i>N. lini</i> | Jiangcheng, Yunnan | SYS a003968 | MF807819 |
| <i>N. mangveni</i> | Mt Dapan, Zhejiang | SYS a006311 | MN946425 |
| <i>N. nankunensis</i> | Mt Nankun, Guangdong | SYS a005718 | MF807839 |
| <i>N. occidentalis</i> | Mt Gaoligong, Yunnan | SYS a003775 | MF807816 |
| <i>N. pleuraden</i> | Kunming, Yunnan | SYS a007858 | MT935683 |
| <i>N. okinawana</i> | Ryukyu Islands | Unknown | NC022872 |
| <i>N. shiwandashanensis</i> | Shangsi, Guangxi | NNU00239 | MZ787978 |
| <i>N. xiangica</i> | Mt Dawei, Hunan | SYS a006491 | MN946433 |
| <i>N. yaoica</i> | Mt Dayao, Guangxi | SYS a007021 | MK882277 |
| <i>N. yaeae</i> | Tongzi, Guizhou | CIB TZ20190608005 | MN295228 |
| <i>O. margaretae</i> | Hongya, Sichuan | HNNU1207003 | NC024603 |
| <i>A. mantzorum</i> | Mt Xiling, Sichuan | Unknown | NC024180 |

表 2 湖南南山国家公园桂北琴蛙成体标本形态量度
Table 2 Morphological measurements on *N. guibeiensis* adult specimens from Nanshan National Park, Hunan

| Morphological index | | Voucher number | |
|---------------------|---------------------------|----------------|-------------|
| Chinese name | English name | HNNU2342101 | HNNU2342102 |
| 头体长 | Snout-vent length | 48.38 | 26.42 |
| 头长 | Head length | 16.18 | 9.04 |
| 头宽 | Head width | 17.81 | 7.46 |
| 吻长 | Snout length | 7.53 | 3.76 |
| 鼻间距 | Internasal space | 5.10 | 2.88 |
| 眼间距 | Interorbital space | 4.50 | 2.45 |
| 眼径 | Eye diameter | 5.54 | 3.03 |
| 上眼睑宽 | Upper eyelid width | 3.34 | 1.89 |
| 鼓膜径 | Tympanum diameter | 4.94 | 2.21 |
| 前臂及手长 | Lower arm and hand length | 20.55 | 8.48 |
| 前臂宽 | Lower arm width | 4.37 | 1.41 |
| 股长 | Thigh length | 24.83 | 10.82 |
| 胫长 | Tibia length | 25.26 | 12.13 |
| 胫宽 | Tibia width | 7.66 | 1.89 |
| 跗足长 | Foot and tarsus length | 26.86 | 11.38 |
| 足长 | Foot length | 35.24 | 16.50 |
| 后肢长 | Hindlimb length | 82.27 | 49.63 |

采集的蛙类标本与广西兴安县采集的桂北琴蛙标本间的遗传距离为 0, 远小于琴蛙属物种间的遗传距离 3.2%~8.7% (表 3)。

形态特征和系统发育分析结果表明, 此次采集于湖南南山国家公园的蛙类标本为桂北琴蛙, 系湖南省两栖动物分布新记录种。

2.3 生境描述

本文所述的 2 号桂北琴蛙标本采集于湖南南山国家公园白云湖旁(26°18'36.23"N, 110°20'05.43"E; 海拔 606 m)的一处农田内, 该处为针阔混交林, 周围植被类型较为复杂, 农田中一部分为水稻田, 另一部分为生长杂草的荒地, 农田下方多为低矮

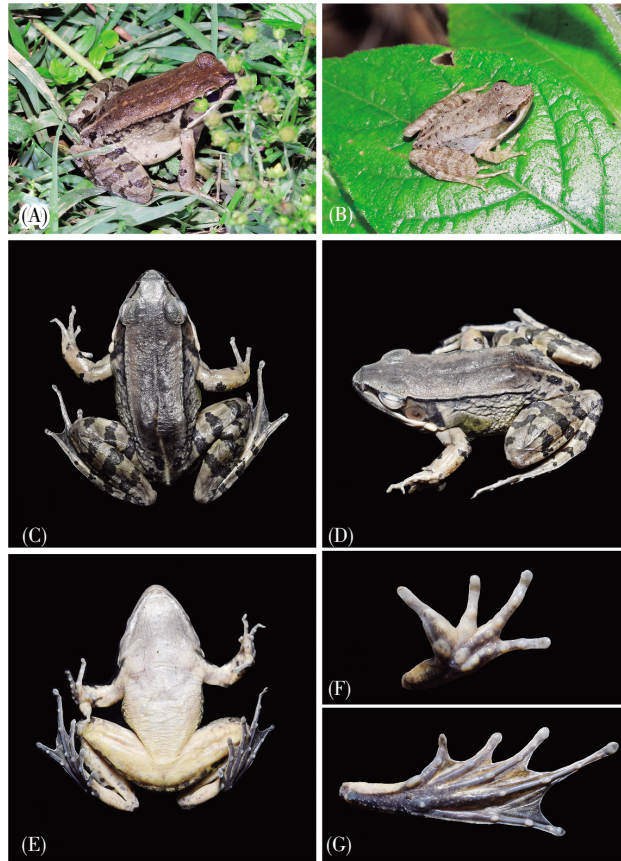


图1 湖南南山国家公园桂北琴蛙的生活照及局部照

(A) 雄性(♂)生活照; (B) 雌性(♀)生活照; (C) 背面观(♂); (D) 侧面观(♂); (E) 腹面观(♂); (F) 手腹面观(♂); (G) 脚腹面观(♂)。

Fig.1 Living individual and locality photographs of *N. guibeiensis* from Nanshan National Park, Hunan

(A) Living individual of male (♂); (B) Living individual of female (♀); (C) Dorsal view (♂); (D) Lateral view (♂); (E) Ventral view (♂); (F) Ventral view of hand (♂); (G) Ventral view of foot (♂).

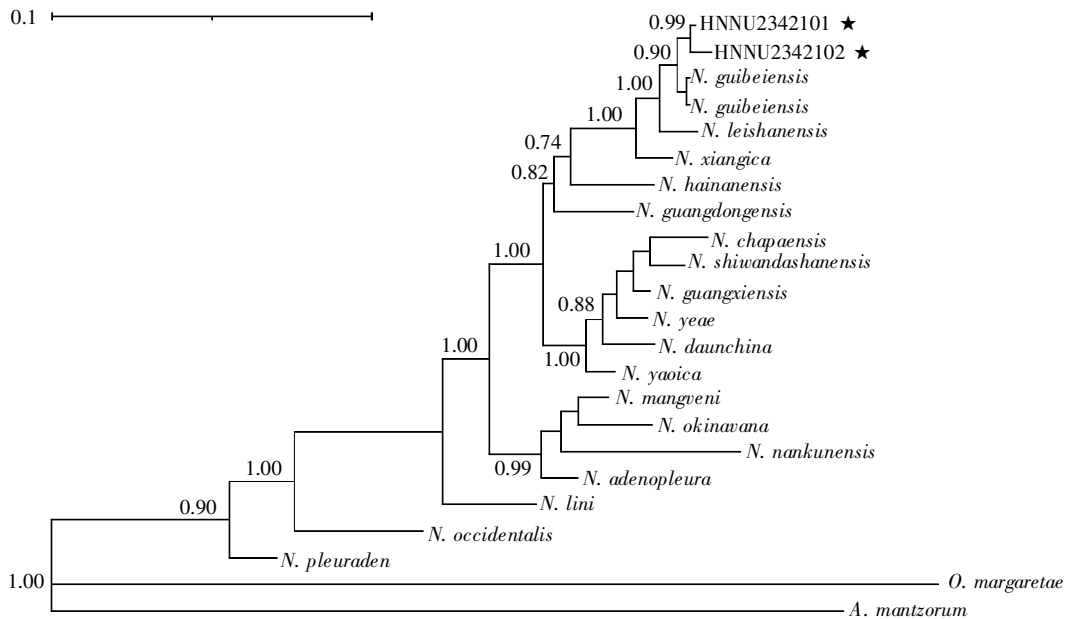


图2 琴蛙属部分物种的贝叶斯系统发育树

节点附近的数字表示贝叶斯后验概率, ★表示本研究标本。

Fig.2 Bayesian phylogenetic tree of *Nidirana*

Values above each node indicate the Bayesian posterior probability, and ★ indicates the specimen of this study.

表 3 琴蛙属物种间遗传距离
Table 3 Genetic distances of *Nidirana* species used in this study

| Species | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 HNNU2342101 (collected specimens) | | | | | | | | | | | |
| 2 HNNU2342102 in this study) | 0 | | | | | | | | | | |
| 3 <i>N. guibeiensis</i> | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| 4 <i>N. guibeiensis</i> | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 5 <i>N. adenopleura</i> | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | | | | | | | |
| 6 <i>N. chapaensis</i> | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.043 | | | | | | |
| 7 <i>N. daunchina</i> | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.046 | 0.024 | | | | | |
| 8 <i>N. guangdongensis</i> | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.043 | 0.035 | 0.032 | | | | |
| 9 <i>N. guangxiensis</i> | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.035 | 0.013 | 0.011 | 0.021 | | | |
| 10 <i>N. hainanensis</i> | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.038 | 0.032 | 0.029 | 0.024 | 0.018 | | |
| 11 <i>N. leishanensis</i> | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.043 | 0.049 | 0.046 | 0.043 | 0.035 | 0.032 | |
| 12 <i>N. lini</i> | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.040 | 0.040 | 0.029 | 0.038 | 0.049 |
| 13 <i>N. mangveni</i> | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.008 | 0.046 | 0.049 | 0.046 | 0.038 | 0.040 | 0.043 |
| 14 <i>N. nankunensis</i> | 0.071 | 0.071 | 0.071 | 0.071 | 0.054 | 0.077 | 0.086 | 0.086 | 0.074 | 0.077 | 0.077 |
| 15 <i>N. occidentalis</i> | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.060 | 0.072 | 0.064 | 0.066 | 0.061 | 0.069 | 0.084 |
| 16 <i>N. pleuraden</i> | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.063 | 0.066 | 0.066 | 0.080 | 0.063 | 0.072 | 0.081 |
| 17 <i>N. okinavana</i> | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.013 | 0.046 | 0.049 | 0.049 | 0.038 | 0.040 | 0.046 |
| 18 <i>N. shiwandashanensis</i> | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.043 | 0.016 | 0.019 | 0.029 | 0.008 | 0.027 | 0.043 |
| 19 <i>N. xiangica</i> | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.032 | 0.032 | 0.029 | 0.026 | 0.019 | 0.027 | 0.027 |
| 20 <i>N. yaoica</i> | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.046 | 0.024 | 0.021 | 0.032 | 0.011 | 0.029 | 0.040 |
| 21 <i>N. yaeae</i> | 0.029 | 0.029 | 0.029 | 0.029 | 0.035 | 0.018 | 0.016 | 0.027 | 0.005 | 0.024 | 0.040 |
| 22 <i>O. margaretae</i> | 0.190 | 0.190 | 0.190 | 0.190 | 0.182 | 0.186 | 0.190 | 0.179 | 0.179 | 0.179 | 0.194 |
| 23 <i>A. mantzorum</i> | 0.197 | 0.197 | 0.197 | 0.197 | 0.181 | 0.192 | 0.203 | 0.210 | 0.192 | 0.199 | 0.200 |

| Species | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 HNNU2342101 (collected specimens) | | | | | | | | | | | |
| 2 HNNU2342102 in this study) | | | | | | | | | | | |
| 3 <i>N. guibeiensis</i> | | | | | | | | | | | |
| 4 <i>N. guibeiensis</i> | | | | | | | | | | | |
| 5 <i>N. adenopleura</i> | | | | | | | | | | | |
| 6 <i>N. chapaensis</i> | | | | | | | | | | | |
| 7 <i>N. daunchina</i> | | | | | | | | | | | |
| 8 <i>N. guangdongensis</i> | | | | | | | | | | | |
| 9 <i>N. guangxiensis</i> | | | | | | | | | | | |
| 10 <i>N. hainanensis</i> | | | | | | | | | | | |
| 11 <i>N. leishanensis</i> | | | | | | | | | | | |
| 12 <i>N. lini</i> | | | | | | | | | | | |
| 13 <i>N. mangveni</i> | 0.035 | | | | | | | | | | |
| 14 <i>N. nankunensis</i> | 0.066 | 0.046 | | | | | | | | | |
| 15 <i>N. occidentalis</i> | 0.058 | 0.060 | 0.087 | | | | | | | | |
| 16 <i>N. pleuraden</i> | 0.058 | 0.060 | 0.083 | 0.046 | | | | | | | |
| 17 <i>N. okinavana</i> | 0.035 | 0.005 | 0.046 | 0.060 | 0.060 | | | | | | |
| 18 <i>N. shiwandashanensis</i> | 0.038 | 0.046 | 0.083 | 0.066 | 0.072 | 0.046 | | | | | |
| 19 <i>N. xiangica</i> | 0.032 | 0.037 | 0.077 | 0.061 | 0.063 | 0.040 | 0.027 | | | | |
| 20 <i>N. yaoica</i> | 0.040 | 0.049 | 0.086 | 0.072 | 0.069 | 0.049 | 0.019 | 0.029 | | | |
| 21 <i>N. yaeae</i> | 0.029 | 0.038 | 0.069 | 0.055 | 0.063 | 0.038 | 0.013 | 0.024 | 0.016 | | |
| 22 <i>O. margaretae</i> | 0.190 | 0.185 | 0.181 | 0.188 | 0.163 | 0.182 | 0.186 | 0.183 | 0.176 | 0.179 | |
| 23 <i>A. mantzorum</i> | 0.196 | 0.178 | 0.177 | 0.169 | 0.153 | 0.181 | 0.196 | 0.193 | 0.185 | 0.199 | 0.190 |

灌丛。本研究中的 2 号蛙类标本分别发现于田埂湿生植物和灌丛叶片上。与其同域分布的两栖类有黑斑侧褶蛙(*Pelophylax nigromaculatus*)、粗皮姬蛙(*Microhyla butleri*)、饰纹姬蛙(*Microhyla fissipes*)和斑腿泛树蛙(*Polypedates megacephalus*)，爬行类有赤链蛇(*Lycodon flavozonatus*)和尖吻蝾(*Deinagkistrodon acutus*)。

3 讨论

琴蛙属目前已报道 19 种，湖南省记录 4 种。琴蛙属内大多数物种的形态较为相似，难以直接通过形态观察进行区分。随着分子生物学相关技术的广泛使用，越来越多的学者通过形态特征和系统发育分析相结合的方法对物种进行鉴定^[13-15]。

在形态上,本次在南山国家公园采集的蛙类标本与湖南省目前已经记录的4种琴蛙^[4-6]存在一定的差异。此次采集标本趾间具2/3蹼迹,和雷山琴蛙1/3蹼迹有明显区别;后肢贴体前伸时跗关节可伸达眼鼻之间,这一点可以与弹琴蛙后肢贴体前伸时跗关节达眼,以及粤琴蛙后肢贴体前伸时跗关节达鼻孔区别开来;而左右跟部不重叠、背部一条不连续的锈色中线,可与湘琴蛙左右跟部相遇、背部无中线的特征相区分。

此外,本次采集的琴蛙与桂北琴蛙模式产地标本也存在一定的形态差异:采集于湖南南山国家公园的雄性标本(HNNU2342101)体型较大,背部的不连续中线呈锈色,雌性标本(HNNU2342102)体型小,尚未长出明显中线,而模式产地标本为乳白色不连续中线。由于本次采集仅有2号标本,该物种在形态特征及生态习性方面是否还存在其他适应性特征,仍有待进一步深入调查研究。

琴蛙属物种的分类地位一直存有争议。长期以来,琴蛙属被认为是蛙科的一个亚属,最早记录物种为弹琴蛙,模式产地为中国台湾南投县,目前该属在我国福建、台湾、浙江、江西、重庆、安徽、湖南、广东、广西、云南地区有分布^[3,7]。2017年,Lyu等^[1]基于大规模物种采样,综合形态学、分子分析和生物声学数据将其认定为一个独立的属。近几年来,琴蛙属的物种数量从7种急剧增加到19种^[2-3],该属在国内的扩散范围主要在长江以南地区。

目前,广西境内的琴蛙属物种丰富度最高,此次琴蛙标本的采集地位于湖南南山国家公园,系首次在广西境外发现该物种的分布记录。在系统发育树上,湘琴蛙、桂北琴蛙、雷山琴蛙聚为一支,3个物种所分布的地理位置也相近——湘琴蛙分布于湘江流域,桂北琴蛙分布于越城岭山脉,雷山琴蛙分布于苗岭山脉^[5,7,11]。因此,本文丰富了桂北琴蛙的分类系统学及谱系地理学信息。

参考文献(References):

- [1] LYU Z T, ZENG Z C, WANG J, *et al.* Resurrection of genus *Nidirana* (Anura: Ranidae) and synonymizing *N. caldwelli* with *N. adenopleura*, with description of a new species from China[J]. *Amphibia-Reptilia*, 2017, 38(4): 483-502.
- [2] FROST D, the American Museum of Natural History. Amphibian Species of the World 6.1, an online reference: names assigned to genus *Nidirana*[DB/OL]. [2023-05-16]. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/Amphibia/Anura/Ranidae/Nidirana>.
- [3] 中国科学院昆明动物研究所. 中国两栖类[DB/OL]. [2023-05-16]. <http://www.amphibiachina.org>.
- [4] 沈猷慧, 杨道德, 莫小阳, 等. 湖南动物志: 两栖纲[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社(SHEN Youhui, YANG Daode, MO Xiaoyang, *et al.* Fauna Hunan: Amphibia[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press), 2014: 236-240.
- [5] LYU Z T, DAI K Y, LI Y, *et al.* Comprehensive approaches reveal three cryptic species of genus *Nidirana* (Anura, Ranidae) from China[J]. *ZooKeys*, 2020, 914: 127-159.
- [6] 刘京, 程彦林, 周铝, 等. 湖南通道发现雷山琴蛙[J]. 动物学杂志(LIU Jing, CHENG Yanlin, ZHOU Lü, *et al.* *Nidirana leishanensis* found in Tongdao, Hunan[J]. *Chinese Journal of Zoology*), 2022, 57(1): 105-111.
- [7] CHEN W C, YE J P, PENG W X, *et al.* A new species of *Nidirana* (Anura, Ranidae) from Northern Guangxi, China[J]. *ZooKeys*, 2022, 1135: 119-137.
- [8] 费梁, 叶昌媛, 黄永昭, 等. 中国两栖动物检索及图解[M]. 成都: 四川科学技术出版社(FEI Liang, YE Changyuan, HUANG Yongzhao, *et al.* An Illustrated Key to Chinese Amphibians[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press), 2005: 119-121.
- [9] 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(FEI Liang, YE Changyuan, JIANG Jianping. Colored Atlas of Chinese Amphibians and Their Distributions[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press), 2012: 203-207.
- [10] SIMON C, FRATI F, BECKENBACH A, *et al.* Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primers[J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1994, 87(6): 651-701.
- [11] LI S Z, WEI G, XU N, *et al.* A new species of the Asian music frog genus *Nidirana* (Amphibia, Anura, Ranidae) from Southwestern China[J]. *PeerJ*, 2019, 7: e7157.
- [12] TAMURA K, STECHER G, PETERSON D, *et al.* MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0[J]. *Molecular Biology and Evolution*, 2013, 30(12): 2725-2729.
- [13] 沈拓, 李仕泽, 刘京, 等. 贵州贞丰发现茅索角蟾[J]. 野生动物学报(SHEN Tuo, LI Shize, LIU Jing, *et al.* A new distribution record of *Xenophrys maosonensis* in Zhenfeng, Guizhou Province[J]. *Chinese Journal of Wildlife*), 2022, 43(3): 863-868.
- [14] CHEN W C, PENG W X, LI P, *et al.* A new species of *Nidirana* (Anura, Ranidae) from Southern Guangxi, China[J]. *Asian Herpetological Research*, 2022, 13(2): 109-116.
- [15] LYU Z T, HUANG Z, LIAO X W, *et al.* A new species of music frog (Anura, Ranidae, *Nidirana*) from Mt Daming, Guangxi, China[J]. *ZooKeys*, 2021, 1059: 35-56.