

棘腹蛙生物学特性及资源保护研究进展

徐世博 徐敬明 杨帆 陈宏 王震 肖川*

重庆文理学院园林与生命科学学院/特色植物研究院, 重庆珍稀濒危水产资源保护与开发研究中心 重庆 402160

摘要: 棘腹蛙 (*Quasipaa boulengeri*) 是无尾目 (Anura) 叉舌蛙科 (Dicroglossidae) 棘胸蛙属的两栖动物。因其以农业和森林害虫为食且对生存环境要求高的特点, 故有保护和监测环境的生态功能。但由于生态环境恶化和过度捕捉等原因, 造成野生棘腹蛙数量急剧下降, 被《中国脊椎动物红色名录》列为易危种。本文从棘腹蛙的习性、生存环境特征、系统进化、人工养殖和资源保护等方面进行了综述, 为进一步研究棘腹蛙提供基础资料和理论依据。

关键词: 棘腹蛙; 习性; 系统进化; 人工繁殖; 资源保护

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2020) 01-105-05

Research Progress on the Biological Characteristics and Resource Conservation of *Quasipaa boulengeri*

XU Shi-Bo XU Jing-Ming YANG Fan CHEN Hong WANG Zhen XIAO Chuan*

College of Landscape Architecture and Life Science/Institute of Special Plants, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing
Research Centers of Conservation and Development on Rare and Endangered Aquatic Resources, Chongqing 402160, China

Abstract: *Quasipaa boulengeri* is the amphibian of Anura, Dicroglossidae. Due to the characteristics of eating the pests of agriculture and forest as well as its demand on high environment quality, this species has been protected and also using as indicator species on the environment quality. However, its population size decreased sharply due to the both of ecological environment deterioration and over used by human beings. This species has been listed as the “vulnerable” species by the Red List of China’s Vertebrates. In this paper, we overviewed its survival situations based on its habit requirement, phylogenetic analysis, artificial breeding and reproduction, as well as its conservation to provide the basic data and theoretical basis for further study on this frog species.

Key words: *Quasipaa boulengeri*; Habits; Phylogenetic analysis; Artificial breeding and reproduction; Resource conservation

棘腹蛙 (*Quasipaa boulengeri*) 是无尾目 (Anura) 叉舌蛙科 (Dicroglossidae) 棘胸蛙属的两栖动物, 俗称石蛙、石梆 (费梁等 2012)。棘腹蛙体型肥大且粗壮, 一般体长 50 ~ 110 mm,

基金项目 重庆市社会事业与民生保障科技创新专项 (No. cstc2017shms-xdny80056);

* 通讯作者, E-mail: xiaochuanapple@163.com;

第一作者介绍 徐世博, 男, 本科生; 研究方向: 动物生态、行为与保护生物学; E-mail: zxc_9330@163.com。

收稿日期: 2019-07-22, 修回日期: 2019-12-02 DOI: 10.13859/j.cjz.202001014

雄蛙较大,体长在 90 mm 左右,雌蛙略小,体长约为 80 mm,雄蛙与雌蛙体长之比为 1.08 (洪燕等 2019)。棘腹蛙头长约为 43~52 mm,头宽约为 47~54 mm,故棘腹蛙头宽而扁。吻钝圆且吻棱不明显。两眼间有一黑褐色横纹,瞳孔呈菱形,深棕色,眼间距小于鼻间距,咽喉部有较多棕色花斑。皮肤粗糙,四肢背部有深色横纹,成体背部多为棕褐色并有成行排列的不规则窄长疣,长疣间有极多具有黑刺的圆疣粒或细颗粒状突起,腹部色浅光滑。棘腹蛙趾间全蹼,指长序为 3、1、2、4,其中第一指基部最为粗壮,内侧三指有锥形黑刺(费梁等 2012)。

棘腹蛙常生活在人迹罕至的山谷溪涧,对生存环境要求高,故有保护和监测环境的生态学功能。但由于生态环境恶化和过度捕捉等原因,造成野生棘腹蛙数量急剧下降,棘腹蛙已被《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等 2016)列为易危种。本文从棘腹蛙的习性、生存环境特征、系统进化、人工养殖和保护等方面进行了综述,为进一步研究棘腹蛙提供基础资料和理论依据。

1 生存环境特征

棘腹蛙是我国特有土著物种,主要分布在山西、陕西、甘肃、四川、贵州、广西、江西、云南、湖北、湖南省和重庆市等地(费梁等 2012),其中湖南、湖北、四川和贵州四省交界的武陵山区是棘腹蛙的重要分布区(袁凤霞等 1989)。棘腹蛙为群居动物,除繁殖季节外,活动范围相对固定,常在海拔约 400~1 900 m 区域活动。因棘腹蛙畏光、怕声、喜阴凉,故多栖息于人迹罕至、群山密布、草木葱郁且水流舒缓的山溪中或山溪旁的水塘内,环境水温为 14~26 °C,最适温度为 16~23 °C(吴选忠等 1986,费梁等 2012)。

2 习性

2.1 食性

棘腹蛙蝌蚪肠的长度为体长的 8.16 倍,蝌

蚪以藻类为主要食物,包括硅藻、隐藻、绿藻和蓝藻等门的 24 个属,其中主要以硅藻为食,占棘腹蛙蝌蚪所摄食藻类的 70%(袁凤霞等 1990);此外,棘腹蛙蝌蚪还食用原生动物以及水生植物的叶、花和种子。棘腹蛙成体的消化道全长约为体长的 2.5~4.0 倍,以摄取动物性饵料为主,在其食物中的总占比达 90%以上,昆虫为其食物组成的总体,占总量的 80%左右,棘腹蛙成体还摄食植物以及两栖类动物,植物性食物大多为植物碎叶片、花和种子等(袁凤霞等 1989)。与其他蛙类的显著区别是,这些植物性食物普遍存在于棘腹蛙的消化道中(舒琥等 1993)。

2.2 繁殖特性

棘腹蛙每年 4 月左右出蛰,当水温达到 12~16 °C 时,便开始进行繁殖。5 月到 9 月为繁殖时期,6~7 月时繁殖率达最大。棘腹蛙生殖系统发育良好,雌性卵粒很大,一半呈黄色一半呈黑色,充满卵巢,输卵管前端膨大,约为体长的 1.75~4.00;雄性精巢很大,第二性征明显(舒琥等 1993,费梁等 2012)。

棘腹蛙卵的直径约 4 mm,卵外有 3 层厚胶质膜,卵为单层排列且有黏性,能粘附在石块、水生植物上并不易脱落,故棘腹蛙多在溪边水坑中产卵,有时也在山溪石下或水塘石下产卵。棘腹蛙虽产卵多,但孵化率低,约为 50%左右,成活率更是只有 20%~30%。蛙卵一般在成蛙产卵 20 d 后在 17.0~21.5 °C 的水温中孵化为蝌蚪,之后蝌蚪在水中落叶下过冬,待第二年水温回升时逐步变态成蛙(刘承钊等 1961,邓一德等 2000,费梁等 2012)。

人工饲养的棘腹蛙蝌蚪相比野生蝌蚪颜色略浅。人工饲养的变态蝌蚪以及幼蛙均小于野生棘腹蛙。人工饲养的棘腹蛙蝌蚪当年就会发生变态,而野生的蝌蚪一般在第二年甚至第三年才会变态(陈高鹏 2010)。

3 系统进化

对棘腹蛙线粒体和核等位基因标记分析,

揭示了相对气候变化来说，地质运动在推动棘腹蛙种群演化方面发挥着更大的作用（Yan et al. 2013）。对棘腹蛙 28 个种群 290 号样本的线粒体基因组重排高变区进行测序和系统发育分析，发现了棘腹蛙线粒体基因重排的初始状态，支持了串联重复-随即丢失的线粒体基因重排机制（Xia et al. 2016）。另外，研究者们也已经通过高通量测序和多种高效拼接技术完成了棘腹蛙线粒体基因组图谱（Yuan et al. 2016, Zhang et al. 2018）。这些研究，为棘腹蛙遗传物质中，代表母系遗传经典遗传物质“线粒体基因组”进化研究奠定了基础。

在性染色体进化研究方面，通过性别位点的染色体定位、染色体涂染荧光原位杂交技术（fluorescence in situ hybridization, FISH）和性别标记克隆测序等技术，对覆盖我国川西盆地、南部和东部地区的棘腹蛙的 16 个种群 687 号样本进行了分析，突破性发现棘腹蛙 X 染色体发生了易位重排，并呈现出明显的形态变化，以二态形式存在于种群中，并预测 X 染色体发生的结构改变，可能促进了重组抑制和性染色体分化（Yuan et al. 2018a）。进而，再通过对这些样本的性别位点筛检和扩增发现：（1）发生染色体重排的区域，正常核型和重排核型的个体都有 X-Y 性别分化，表明 X-Y 性别分化与重排无关；（2）在遗传的多样性方面，重排区域的性染色体的有效种群大小较常染色体发生了降低。这两方面的结论，证明染色体易位重排不是染色体重组抑制的根本原因，但可以加速性染色体分化（Yuan et al. 2018b）。这些进展对研究棘腹蛙性染色体进化来说意义重大。

4 人工养殖

棘腹蛙的人工养殖从对其驯养开始，首先，棘腹蛙应在 3 月或 9 月时进行引入驯养，这样可以避开其繁殖期，以提高其驯养成功率，并在驯养过程中注意控制棘腹蛙的密度（徐敬明 2012）。在养殖棘腹蛙的过程中，应建立蓄水池、蝌蚪池、成蛙池进行分池饲养，在池中布置适

宜棘腹蛙生存的仿生环境；搭建遮阳网，控制池高在 0.7 ~ 1.0 m，防止成蛙跳出或天敌捕食（李美健等 1991，徐敬明 2012）；同时，控制温度和 pH 值为棘腹蛙生长的最适温度（21 °C）和最适 pH（5.0 ~ 7.5），在此条件下棘腹蛙体内的淀粉酶和脂肪酶活性最大，各项生长指标最优，变态率也较高（秦海燕等 2011，夏丹丹等 2012，徐敬明等 2018）。此外，饵料的选择对人工养殖棘腹蛙也很重要，刚孵化的蝌蚪可投喂熟蛋黄，7 d 后可投喂植食性饵料，如绿藻；孵化 20 d 左右，即可投喂动物性饵料，如蟹（*Hemiculter leucisclus*）、沼虾等（徐敬明 2012）；幼蛙的适宜饵料为摇蚊幼虫（陈高鹏等 2010）；成蛙的适宜饵料为蚯蚓与家蚕（廖常乐等 2011）。棘腹蛙的人工养殖，既能拯救濒危动物，又能提升经济效益，所以棘腹蛙繁殖特性及人工养殖技术的系统研究，为棘腹蛙的养殖环境，饵料选择和配制等方面奠定了理论基础，为日后规模化人工养殖提供了有效参考。

5 棘腹蛙的保护建议

棘腹蛙属于无尾目叉舌蛙科棘胸蛙属，为我国土著两栖动物，目前被列为易危种（蒋志刚等 2016）。研究发现两栖动物受威胁物种具有明显的生境偏好，80%以上分布在林区和流水环境中，容易受到环境的影响，且迁移能力较弱，栖息地退化或丧失、环境污染、捕捉是两栖动物受威胁的 3 大主要致危因子（江建平 2016）。

棘腹蛙多分布于人烟稀少的山间小型溪流或山溪旁的水塘内，随着城市化、土地利用方式发生改变和旅游资源开发，大量居民生活废水、牲畜粪便、农药化肥、冶矿企业废水和废渣违规排放，导致棘腹蛙栖息地环境恶化和污染，成为其栖息地退化的主要因素（龚大洁等 2009，江建平等 2016）。棘腹蛙肉质鲜美、营养丰富，还具有药用价值（邓一德等 2000，温安祥等 2001），驱使部分人对野生棘腹蛙过度捕杀，同样是导致其成为易危物种的一个重要

因素。据调查,贵州每年至少有 30 000 kg 的棘胸蛙 (*Q. spinosa*) 和棘腹蛙被非法捕捉,偷贩出境,尽管贵州省相关部门也曾制定《贵州省水产资源繁殖保护条例和实施细则》等相关保护条例和乡规民约,禁止捕捉蛙类,在棘腹蛙保护方面取得了一定成效,但仍有法律意识淡薄者在利益的趋势下铤而走险(桂庆平 1999)。

基于以上现状,行业专家提出以下建议,用以加大对棘腹蛙资源的保护力度。(1) 在促进棘腹蛙重要栖息地保护方面:制定和发布更全面的棘腹蛙保护行动计划,在我国建立囊括棘腹蛙最小生存种群的保护网络,并制定相应的定点管理计划和检测网络,加强对棘腹蛙重要栖息地的保护(江建平等 2016);(2) 在环境污染治理方面:划定棘腹蛙自然保护区,做好造林护林工作,对污染的环境进行治理,改善水质,为棘腹蛙提供良好的栖息环境(叶昌媛 1993);(3) 在降低棘腹蛙过度捕杀方面:建立健全的棘腹蛙的相关保护法规,加大违法滥捕的处罚力度,并设置专业的管理机构和团队监督;再通过增殖放流和人工养殖增加棘腹蛙的数量,满足人们对棘腹蛙的食用及药用需求(叶昌媛 1993, 桂庆平 1999)。另外,还可以组建一支高水平的科研团队,通过加强对棘腹蛙致危因子(环境污染、疾病、气候变化和外来物种等)和致危机制的研究,以及棘腹蛙变态和繁殖等生命过程的科学研究,来提高保护措施的高效性(江建平等 2016)。

综上所述,近年来研究人员对棘腹蛙的系统进化、人工养殖和资源保护做出了大量的研究。其中,对棘腹蛙线粒体和核等位基因的研究,为代表母系遗传经典遗传物质“线粒体基因组”进化奠定了基础,并且揭示了地质运动在推动棘腹蛙种群演化方面发挥的重要作用;对棘腹蛙性染色体进化方面的研究,证明了染色体易位重排不是染色体重组抑制的根本原因,但可以加速性染色体分化;在棘腹蛙人工养殖方面,研究者对其养殖过程中如何营造饲养环境和选择饵料等问题给出了建议;在棘腹

蛙资源保护方面,行业专家基于其栖息地退化或丧失、环境污染和捕捉等主要致危因子,提出了划分棘腹蛙自然保护区、加强栖息地的保护、加大违法滥捕处罚力度和建立高水平科研团队等措施来加强对棘腹蛙的保护。但到目前为止,在棘腹蛙仿生、大规模养殖和资源保护措施具体实施方面,还需进行深入的探究,可在今后的研究中进一步展开。

参 考 文 献

- Xia Y, Zheng Y, Robert W M, et al. 2016. Intraspecific rearrangement of mitochondrial genome suggests the prevalence of the tandem duplication-random loss (TDLR) mechanism in *Quasipaa boulengeri*. *BMC Genomics*, 17(1): 965.
- Yan F, Zhou W W, Zhao H T, et al. 2013. Geological events play a larger role than Pleistocene climatic fluctuations in driving the genetic structure of *Quasipaa boulengeri* (Anura: Dicroglossidae). *Molecular Ecology*, 22(4): 1120–1133.
- Yuan S Q, Xia Y, Zheng Y C, et al. 2016. Next-generation sequencing of mixed genomic DNA allows efficient assembly of rearranged mitochondrial genomes in *Amolops chunganensis* and *Quasipaa boulengeri*. *PeerJ*, 4(3): e2786.
- Yuan X Y, Xia Y, Zeng X M. 2018a. Suppressed recombination of sex chromosomes is not caused by chromosomal reciprocal translocation in spiny frog (*Quasipaa boulengeri*). *Frontiers in Genetics*, 9: 288.
- Yuan X Y, Xia Y, Zeng X M. 2018b. Sex chromosomal dimorphisms narrated by X-chromosome translocation in a spiny frog (*Quasipaa boulengeri*). *Frontiers in Zoology*, 15: 47
- Zhang J Y, Zhang L P, Yu D N, et al. 2018. Complete mitochondrial genomes of *Nanorana taihangnica* and *N. yunnanensis* (Anura: Dicroglossidae) with novel gene arrangements and phylogenetic relationship of Dicroglossidae. *BMC Evolutionary Biology*, 18(1): 26.
- 陈高鹏. 2010. 人工环境下棘腹蛙生物学特性与生态饲养技术的研究. 长沙: 中南林业科技大学硕士学位论文.
- 陈高鹏, 王德良, 李文健, 等. 2010. 不同开口饵料对棘腹蛙幼蛙生长和存活的影响. *四川动物*, 29(4): 587–589, 592.
- 邓一德, 林静. 2000. 棘腹蛙的生物学特性及养殖技术. 贵州农业

- 科学, 28(2): 48–50.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平. 2012. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 成都: 四川科学技术出版社, 460–461.
- 龚大洁, 吴洪超, 侯峰, 等. 2009. 甘肃康县棘腹蛙种群资源调查与分析. 长江流域资源与环境, 18(12): 1162–1165.
- 桂庆平. 1999. 贵州蛙类资源现状. 野生动物, (6): 14–15.
- 洪燕, 郑荣泉, 吕卓云, 等. 2019. 棘腹蛙的两性异形及雌性繁殖特征. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 42(2): 174–178.
- 江建平, 谢锋, 臧春鑫, 等. 2016. 中国两栖动物受威胁现状评估. 生物多样性, 24(5): 588–597.
- 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): 500–551.
- 李美健, 李鸣, 李鹤鸣, 等. 1991. 湘西棘腹蛙人工饲养的初步研究. 吉首大学学报: 自然科学版, (1): 40–45.
- 廖常乐, 杨道德, 王慧颖. 2011. 棘腹蛙规模化养殖过程中饵料因子的讨论. 水产养殖, 32(7): 26–29.
- 刘承钊, 胡淑琴. 1961. 中国无尾两栖类. 北京: 科学出版社, 153–156.
- 秦海燕, 徐敬明. 2011. 棘腹蛙消化道脂肪酶的分布及 pH 和温度对脂肪酶活力的影响. 四川动物, 30(6): 890–892, 896.
- 舒璇, 李鹤鸣. 1993. 棘腹蛙系统解剖初探. 吉首大学学报: 自然科学版, (5): 57–63.
- 温安祥, 曾静康, 刘昌宇. 2001. 棘腹蛙肌肉中氨基酸含量的初步测定. 四川农业大学学报, 19(1): 97–99.
- 吴选忠, 李友禄. 1986. 棘腹蛙资源调查初报. 资源开发与保护, (3): 44–46.
- 夏丹丹, 徐敬明. 2012. 棘腹蛙消化道淀粉酶的分布及其活性与 pH 值和温度的关系. 黑龙江畜牧兽医, (7): 156–158.
- 徐敬明. 2012. 四面山棘腹蛙在渝西地区饲养繁殖初步研究. 重庆文理学院学报: 自然科学版, 31(1): 35–38.
- 徐敬明, 姜玉松, 樊汶樵. 2018. 不同温度对棘腹蛙宜宾种群蝌蚪生长发育的影响. 黑龙江畜牧兽医, (1): 207–210.
- 叶昌媛. 1993. 中国珍稀及经济两栖动物. 成都: 四川科学技术出版社, 273–277.
- 袁凤霞, 温小波. 1990. 鄂西棘腹蛙的生活习性及其食性的初步研究. 动物学杂志, 25(2): 17–21.
- 袁凤霞, 温小波, 姜新发, 等. 1989. 鄂西棘腹蛙生物学及人工繁殖技术. 淡水渔业, (1): 9–13.