

福建省花臭蛙复合体组成及 天目臭蛙分布新记录记述

王秋亚 朱艳军 陈卓 申惠君 陈晓虹*

河南师范大学生命科学学院 新乡 453007

摘要: 由于没有明显的地理阻隔, 闽浙丘陵地带花臭蛙复合体 (*Odorrana schmackeri* species complex) 的物种组成、分布界限、分布格局存在争议。2016年9月至10月对闽浙交界地带福建省宁德市屏南县和南平市浦城县进行野外考察、样本收集, 通过扩增样本线粒体12S rRNA和16S rRNA基因并与黄岗臭蛙 (*O. huanggangensis*)、天目臭蛙 (*O. tianmuyii*) 和花臭蛙 (*O. schmackeri*) 的序列进行比对, 构建系统发生关系、计算遗传距离, 结合形态学鉴定和形态量度分析, 对福建省花臭蛙复合体组成进行了研究。结果显示, 福建省花臭蛙复合体包括黄岗臭蛙和天目臭蛙, 其中黄岗臭蛙分布于武夷山山区、闽江和九龙江流域, 天目臭蛙仅分布于衢江(钱塘江主要支流)的次源地——浦城县管厝乡东北部, 为福建省臭蛙类分布新记录种。本研究增添了福建省两栖动物多样性并细化了黄岗臭蛙和天目臭蛙在该省分布范围的认识, 但是浦城县西北端长江流域的花臭蛙复合体的物种组成仍需进一步确认。水系和流域是否影响花臭蛙复合体物种分化和分布格局以及这些近缘物种的物种形成机制有待进一步研究。

关键词: 花臭蛙复合体; 分布格局; 天目臭蛙; 分布新记录种; 福建省

中图分类号: Q959.53 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2019) 04-501-08

The Composition of the Piebald Odorous Frog (*Odorrana schmackeri* Species Complex) in Fujian Province and a New Record of *Odorrana tianmuyii*

WANG Qiu-Ya ZHU Yan-Jun CHEN Zhuo SHEN Hui-Jun CHEN Xiao-Hong*

College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China

Abstract: The Chinese endemic piebald odorous frogs *Odorrana schmackeri* species complex are widely distributed in Southern China. However, their taxonomy is still unresolved to date. Previous analyses indicated the existence of many cryptic species in this complex. Due to the absence of obvious geographical barrier and morphological similarities, there are still some controversies on the species composition, distribution boundaries, geographical distribution patterns of the *Odorrana schmackeri* species complex in Fujian and

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31372164, 31572245, 31601848);

* 通讯作者, E-mail: xhchen-xx@sohu.com;

第一作者简介 王秋亚, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物分类与系统进化; E-mail: wangqiuya123@outlook.com。

收稿日期: 2019-01-23, 修回日期: 2019-05-26 DOI: 10.13859/j.cjz.201904007

Zhejiang hill regions. Here, field surveys were conducted in Pingnan County of Ningde City and Pucheng County of Nanping City, Fujian Province from September to October in 2016 (Fig. 1). Species delimitation analyses were first conducted based on the data of both morphological characteristics and comparisons (Table 2). In addition, the mitochondrial 12S and 16S rRNA gene fragments were amplified, sequenced and aligned with both sequences from *O. tianmuisi*, *O. huanggangensis* and *O. schmackeri*. Molecular phylogenetic analyses and the genetic distance estimation were then conducted based on these data. The topology of phylogenetic tree indicated that samples from Pingnan county were clustered with *O. huanggangensis* from Wuyi mountain of Fujian province with strong supports, with genetic distance less than 0.1% (Fig. 3, Table 3). In addition, phylogenetic analyses strongly supported the clustering of samples from Pucheng county with *O. tianmuisi* from Tianmu mountain in Zhejiang province with genetic distance of 0.4% (Fig. 3, Table 3). Therefore, the *Odorrana schmackeri* species complex distributed in Fujian province consist of two cryptic species, i.e., *O. huanggangensis* and *O. tianmuisi*. *O. huanggangensis* is mainly distributed in Wuyi mountain, Minjiang River and Chiu-lung River basin, whereas *O. tianmuisi* is only distributed in northeast Guancuo Town in Pucheng County, where is the second headstream of Qujiang River and one of the main tributaries of Qiantang River. The distribution of *O. tianmuisi* in Fujian province revealed in this study is a new record, and the results here further enriched the species diversity of amphibian in Fujian Province. Further studies should be focused on the species composition of the *O. schmackeri* species complex in the Yangtze River basin of northwest Pucheng County and whether the river systems and drainage basins influenced the species differentiation and speciation.

Key words: The *Odorrana schmackeri* species complex; Distribution patterns; *Odorrana tianmuisi*; New record; Fujian Province

福建省位于亚洲大陆东南部、太平洋西岸，东与台湾省隔台湾海峡相望，东北邻浙江，北及西北与江西省以武夷山脉为界，西南与广东省接壤。省内地形以山地丘陵为主，地势西北高、东南低；气候属亚热带湿润季风气候，雨量充沛；水系发达、河网密度大、水资源丰富，主要河流闽江、九龙江、晋江等独流入海（杜秀荣等 2004）。鹫峰山、戴云山、博平岭等山脉自西北向东南纵穿福建中部，从海拔 2 000 m 左右的西北山地逐渐倾斜至海拔 500 m 以下的东南丘陵。复杂的地形地貌、适宜的气温、充沛的降水量，为两栖动物提供了适宜的栖息环境。截至 2009 年，福建省记录了 3 种臭蛙，分别为小竹叶臭蛙 (*Odorrana exiliversabilis*)、大绿臭蛙 (*O. graminea*) 和花臭蛙 (*O. schmackeri*)（费梁等 2009）。2010 年福建省及邻近的浙江省分别发现两个臭蛙类新物种

——黄岗臭蛙 (*O. huanggangensis*) 和天目臭蛙 (*O. tianmuisi*)（陈晓虹等 2010a, b）。进一步研究显示，黄岗臭蛙不仅分布于福建和江西武夷山区，还广泛分布于福建（北部、西部、南部、西南部和中部）、湖南（南部、西南部和北部的张家界武陵源区）、广西东北部、广东（北部、东北部至南部）以及贵州（东部和东南部）；天目臭蛙除模式产地浙江天目山外，分布于浙江钱塘江和瓯江流域、安徽南部、江苏南部以及江西东北部（Li et al. 2015, 朱艳军 2016, 何玉晓等 2017, 李寒玉等 2017）。然而福建东北部与浙江近邻地区原记录的花臭蛙是否也属于黄岗臭蛙或者是天目臭蛙，尚不清楚。为此，本文对福建东北部南平市浦城县和宁德市屏南县的花臭蛙进行分类归属研究，以期澄清天目臭蛙和黄岗臭蛙的分布范围和分布界限。

1 材料与方法

1.1 考察时间与地点

2016 年 9 月至 10 月，对福建省宁德市屏南县双溪镇（27°02'12.42"N，119°02'24.18"E）和南平市浦城县管厝乡（28°03'12.42"N，118°39'24.24"E）进行野外考察（图 1）。

1.2 样本收集

徒手或用抄网采集臭蛙标本，取第 4 趾端

末节保存于无水乙醇后就地释放，少量形态鉴定用标本用 10% 甲醛溶液固定。

1.3 形态鉴定和测量

物种鉴定和形态学量度依据《中国两栖动物检索及图解》（费梁等 2005）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁等 2012），并补充鼻吻距、鼻眼距、眼前角距、眼后角距、鼓膜眼距、手长、内蹠突长、内蹠突宽、IV 趾吸盘

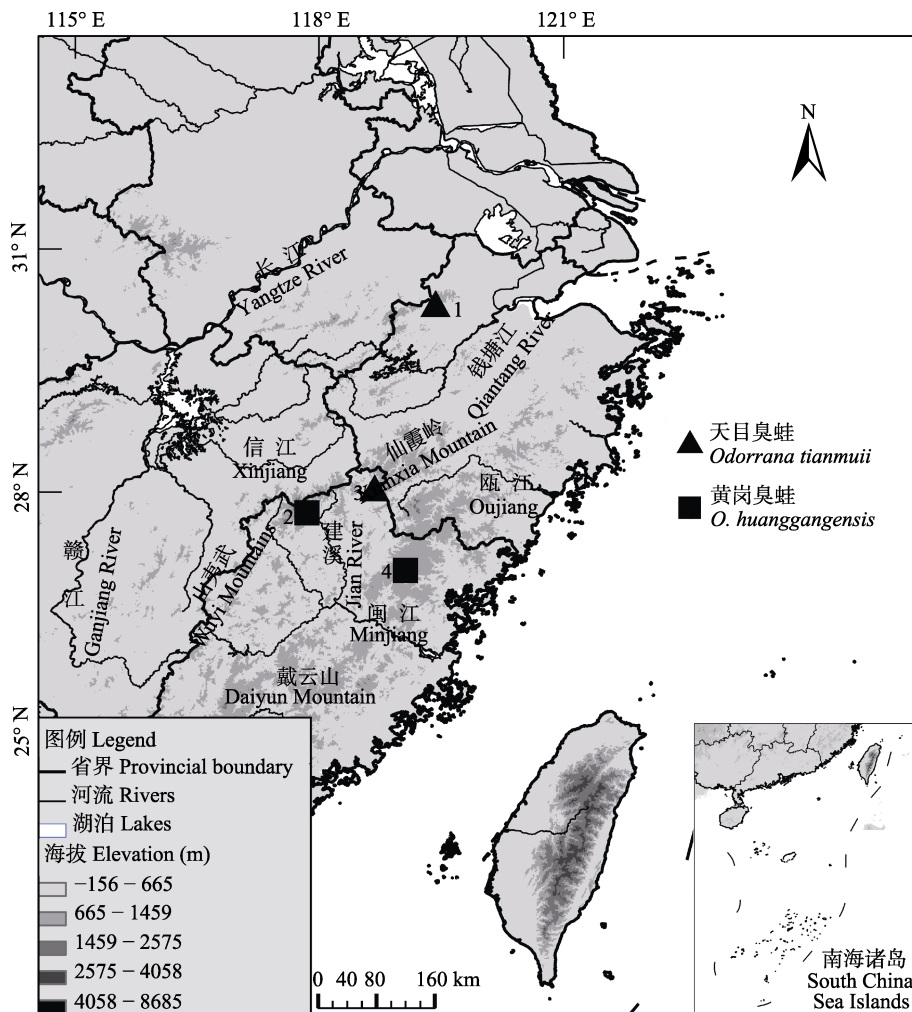


图 1 本研究天目臭蛙与黄岗臭蛙样本采集地及两种臭蛙模式产地

Fig. 1 Sampling localities of *O. tianmui* and *O. huanggangensis* in this study and their type localities

数字代表样本采集地和模式产地：1. 浙江天目山（天目臭蛙模式产地）；2. 福建武夷山（黄岗臭蛙模式产地）；3. 福建省浦城县；4. 福建省屏南县。

Numbers indicate sampling localities and type localities: 1. Tianmu Mountain, Zhejiang (the type locality of Tianmu Odorous Frog); 2. Wuyi Mountain, Fujian (the type locality of Huanggang Odorous Frog); 3. Pucheng county, Fujian province; 4. Pingnan county, Fujian province.

长和IV趾吸盘宽等 10 项指标, 共计 28 项量度指标。形态测量采用数显游标卡尺(广陆牌, 量程 0~200 mm, 精度 0.01 mm), 所有标本均由一人测量。

1.4 DNA 提取、扩增及测序

采用改进的酚-氯仿法抽提组织样本总 DNA(李佳璇等 2015)。选取线粒体 12S rRNA 和 16S rRNA 基因的部分片段进行分子鉴定。引物序列和 PCR 扩增条件参照 Chen 等(2013)。扩增产物经电泳检测后送生工生物工程(上海)有限公司双向测序。

1.5 系统发生关系和遗传距离分析

选取宁德市屏南县和南平市浦城县臭蛙样本各 3 号与黄岗臭蛙和天目臭蛙模式标本、花臭蛙地模标本, 基于联合线粒体 12S rRNA 和 16S rRNA 基因序列(表 1)进行系统发生关系构建和遗传距离分析。使用 MAFFT 软件(Kato et al. 2013)进行序列比对, 用 SequenceMatrix 1.7.8 软件(Vaidya et al. 2011)将两个基因进行序列合并, 然后用 PartitionFinder 2 软件(Lanfear et al. 2017)选择最优的碱基替代模型。运用 IQ-tree 软件(Nguyen et al. 2015)以最大似然法(maximum likelihood, ML)构建系统发育树。遗传距离分析在软件 MEGA 6.0(Tamura et al. 2013)中进行。

2 结果

2.1 形态特征分析

福建浦城县天目臭蛙雄性头体长(42.01 ± 2.32) mm ($n = 3$), 雌性头体长(75.96 ± 2.76) mm ($n = 25$)(表 2)。头长大于头宽, 吻端钝尖, 头顶扁平; 鼓膜约为眼径的 2/3。皮肤光滑, 背部和四肢背面有小痣粒, 体侧有大小不一的扁平疣, 疣粒在背部沿背侧褶部位排成两纵列, 无背侧褶。前臂粗壮, 前臂及手长小于体长的 1/2; 后肢较长, 胫长超过体长之半, 左右跟部重叠较多; 无外跖突, 无跗褶。趾间全璞, 第 4 趾两侧蹼在末节以缘膜达趾吸盘基部, 第 1、5 趾外侧缘膜达吸盘基部。生活时背面黄绿色, 背部有褐色稀疏斑, 形状、大小、排列均不规则, 斑点周围无浅色边缘(图 2 a, b)。雄性前臂粗壮, 繁殖季节胸部有细小白刺群, 第一指具有乳白色婚垫; 有一对咽侧下外声囊; 仅背侧有肉粉色雄性线。

2.2 分子系统发育和遗传距离分析

经过序列比对、校正, 得到长度为 1 831 bp 的序列(12S rRNA 为 767 bp、16S rRNA 为 1 064 bp), AICc 标准选择的最适核酸替代模型为“GTR + I + G”。使用 IQ-tree 软件得到的最大似然系统发育树显示, 屏南县臭蛙样本与来自福建武夷山的黄岗臭蛙以高支持率聚为一支, 浦

表 1 本研究所选样本信息表

Table 1 Voucher information of specimens in this study and GenBank accession numbers for their sequences

物种名称或样本编号 Species or the specimen No.	采集地 Locality	来源 Source	GenBank 号 GenBank accession numbers	
			12S rRNA	16S rRNA
HNNU1609001	福建屏南 Pingnan, Fujian	本研究 This study	MK650091	MK650097
HNNU1609002			MK650092	MK650098
HNNU1609003			MK650093	MK650099
HNNU1610001	福建浦城 Pucheng, Fujian		MK650094	MK650100
HNNU1610002			MK650095	MK650101
HNNU1610003			MK650096	MK650102
黄岗臭蛙 <i>Odorrana huanggangensis</i>	福建武夷山 Wuyi Mountain, Fujian	Chen et al. 2013	KF185023	KF185059
天目臭蛙 <i>O. tianmuyi</i>	浙江临安 Lin'an, Zhejiang		KF185004	KF185040
花臭蛙 <i>O. schmackeri</i>	湖北宜昌 Yichang, Hubei		KF185011	KF185047

表 2 福建浦城县天目臭蛙形态量度 (单位: mm)

Table 2 Morphometric measurements of *Odorrana tianmuui* in Pucheng County of Fujian Province (unit: mm)

形态指标 Morphological parameter	雌性 Females (n = 25)			雄性 Males (n = 3)		
	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	百分比 (%) Percentage	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	百分比 (%) Percentage
头体长 Snout-vent length	70.46 ~ 81.80	75.96 ± 2.76		39.39 ~ 43.79	42.01 ± 2.32	
头长 Head length	23.58 ~ 28.63	26.26 ± 1.05	34.57	15.32 ~ 17.13	16.36 ± 0.94	38.94
头宽 Head width	23.30 ~ 27.34	25.67 ± 1.20	33.79	13.71 ~ 15.96	15.11 ± 1.22	35.97
吻长 Snout length	9.97 ~ 12.76	11.43 ± 0.73	15.05	6.48 ~ 7.90	7.21 ± 0.71	17.16
鼻吻距 Nasal-snout length	4.32 ~ 6.87	5.57 ± 0.62	7.33	3.37 ~ 3.69	3.49 ± 0.17	8.31
鼻眼距 Nasal-eye length	5.33 ~ 7.30	6.24 ± 0.51	8.21	3.20 ~ 4.02	3.68 ± 0.42	8.76
鼻间距 Nasal space	7.27 ~ 8.85	8.04 ± 0.46	10.58	4.44 ~ 5.56	5.03 ± 0.56	11.97
眼间距 Interorbital space	4.35 ~ 8.61	6.15 ± 0.92	8.10	3.28 ~ 3.76	3.57 ± 0.26	8.50
眼前角距 Distance between front corner of eyes	11.73 ~ 14.79	13.08 ± 0.85	17.22	7.18 ~ 8.96	8.12 ± 0.89	19.33
眼后角距 Distance between back corner of eyes	16.03 ~ 20.97	18.89 ± 1.11	24.87	11.26 ~ 12.92	12.10 ± 0.83	28.80
眼径 Diameter of eye	5.37 ~ 9.19	7.43 ± 0.87	9.78	4.49 ~ 6.20	5.39 ± 0.86	12.83
上眼睑宽 Width of upper eyelid	5.08 ~ 7.54	5.97 ± 0.55	7.86	3.28 ~ 4.36	3.95 ± 0.59	9.40
鼓膜 Diameter of tympanum	3.72 ~ 4.85	4.24 ± 0.33	5.58	2.95 ~ 4.10	3.71 ± 0.66	8.83
鼓膜-眼距 Tympanum-eye length	1.79 ~ 3.32	2.56 ± 0.42	3.37	0.94 ~ 1.47	1.27 ± 0.29	3.02
前臂及手长 Length of lower arm and hand	30.78 ~ 35.80	33.57 ± 1.23	44.19	18.13 ~ 20.18	18.82 ± 1.18	44.80
前臂宽 Width of lower arm	5.02 ~ 7.08	5.91 ± 0.59	7.78	3.40 ~ 3.99	3.78 ± 0.33	9.00
手长 Hand length	18.81 ~ 22.94	20.88 ± 0.95	27.49	11.90 ~ 12.76	12.33 ± 0.43	29.35
内掌突长 Length of internal metacarpal	3.91 ~ 5.80	4.59 ± 0.46	6.04	2.86 ~ 3.1	2.95 ± 0.13	7.02
内掌突宽 Width of internal metacarpal	1.50 ~ 2.86	2.10 ± 0.31	2.76	1.38 ~ 1.51	1.46 ± 0.07	3.48
腿长 Leg length	124.38 ~ 140.24	132.59 ± 5.16	174.55	73.03 ~ 77.24	74.99 ± 2.12	178.51
胫长 Tibia length	40.92 ~ 45.71	43.06 ± 1.52	56.69	23.73 ~ 25.50	24.53 ± 0.9	58.39
胫宽 Tibia width	8.63 ~ 11.28	10.02 ± 0.69	13.19	5.27 ~ 6.25	5.61 ± 0.55	13.35
跗足长 Length of foot and tarsus	51.39 ~ 63.89	56.99 ± 2.76	75.03	31.25 ~ 34.49	32.44 ± 1.78	77.22
足长 Foot length	34.66 ~ 43.92	38.09 ± 2.06	50.14	20.89 ~ 22.46	21.79 ± 0.81	51.87
内趾突长 Length of internal metatarsal tubercles	2.92 ~ 4.44	3.50 ± 0.42	4.61	1.66 ~ 2.25	1.99 ± 0.30	4.74
内趾突宽 Width of internal metatarsal tubercles	0.96 ~ 2.28	1.69 ± 0.32	2.22	0.88 ~ 1.08	0.98 ± 0.10	2.33
IV趾吸盘长 Fourth toe length	2.73 ~ 3.70	3.14 ± 0.28	4.13	1.68 ~ 1.97	1.81 ± 0.15	4.31
IV趾吸盘宽 Fourth toe disk diameter	1.71 ~ 3.00	2.25 ± 0.28	2.96	1.28 ~ 1.36	1.31 ± 0.04	3.12

表中百分比指各形态测量值与头体长的比例。

The percentage in the table refers to the ratio of the measured values of each morphological item to the snout-vent length.

城县臭蛙样本与来自浙江临安天目山的天目臭蛙聚为一支 (图 3)。基于 Kamura 双参数的遗传距离显示, 屏南县臭蛙样本与黄岗臭蛙的遗传距离小于 0.1%、与天目臭蛙的遗传距离为 2.7%、与花臭蛙的遗传距离为 7.9%; 浦城县臭

蛙样本与天目臭蛙的遗传距离为 0.4%, 与黄岗臭蛙的遗传距离为 2.8%~2.9%、与花臭蛙的遗传距离为 7.9%~8.0% (表 3)。因此, 采自福建屏南县双溪镇的臭蛙标本为黄岗臭蛙, 浦城县管厝乡的臭蛙标本为天目臭蛙。



图 2 福建浦城县天目臭蛙

Fig. 2 Adult individuals of *Odorrana tianmuyi* in Pucheng County, Fujian Province

a. 雄性; b. 雌性; c, d. 生境。a. Male; b. Female; c, d. Habitat.

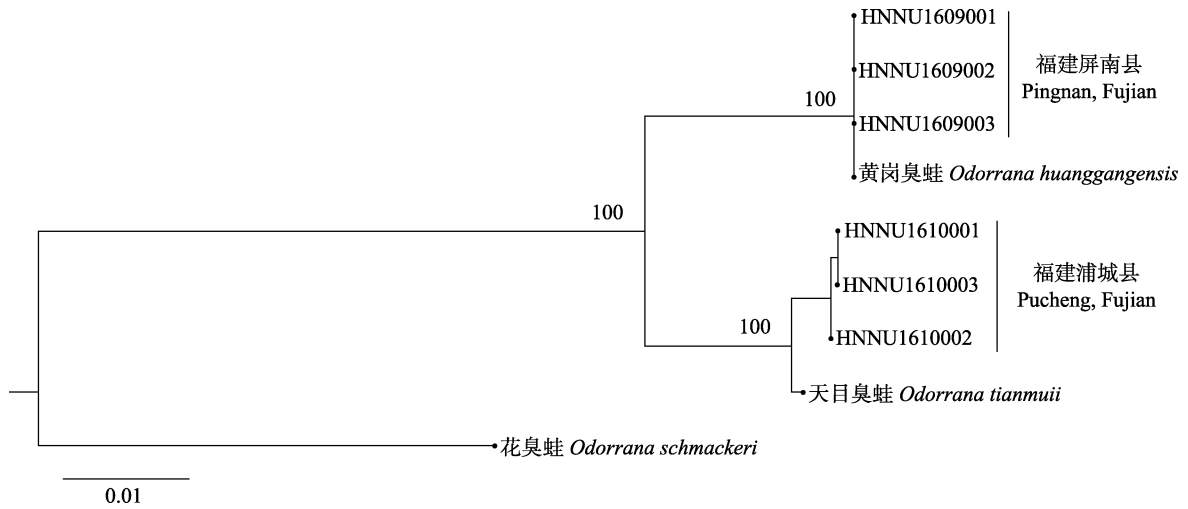


图 3 基于线粒体 12S rRNA 和 16S rRNA 联合序列构建福建花臭蛙复合体最大似然树

Fig. 3 Maximum likelihood tree of the *Odorrana schmackeri* species complex in Fujian Province based on the combined mitochondrial 12S rRNA and 16S rRNA gene sequences

图中分支节点旁的数值代表自展值, 支末端文本是样本编号或物种名称。HNNU1609001、HNNU1609002、HNNU1609003 是来自福建屏南的样本编号, HNNU161001、HNNU1610002、HNNU1610003 是来自福建浦城的样本编号。标尺表单位进化距离。

Numbers beside nodes indicate bootstrap values, species or the specimen numbers are located in the end of branches. HNNU1609001, HNNU1609002 and HNU1609003 are sample numbers from Pingnan county, Fujian province. HNNU1610001, HNNU1610002 and HNNU1610003 are specimens numbers from Pucheng county, Fujian province. The scale bar indicates the per unit evolution distance.

表 3 基于线粒体 12S rRNA 和 16S rRNA 联合基因序列估算的福建花臭蛙复合体间 Kamura 双参数遗传距离

Table 3 Genetic distances of Kamura-2-Parameter model based on the concatenated datasets of 12S rRNA and 16S rRNA among the *Odorrana schmackeri* species complex in Fujian Province

物种名称或样本编号 Species or the specimen No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. HNNU1609001									
2. HNNU1609002	< 0.001								
3. HNNU1609003	< 0.001	< 0.001							
4. HNNU1610001	0.029	0.029	0.029						
5. HNNU1610002	0.028	0.028	0.028	0.001					
6. HNNU1610003	0.029	0.029	0.029	< 0.001	0.001				
7. 黄岗臭蛙 <i>Odorrana huanggangensis</i>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.029	0.028	0.029			
8. 天目臭蛙 <i>O. tianmüi</i>	0.027	0.027	0.027	0.004	0.004	0.004	0.027		
9. 花臭蛙 <i>O. schmackeri</i>	0.079	0.079	0.079	0.079	0.080	0.079	0.079	0.079	

2.3 生境描述

福建浦城县的天目臭蛙生活在植被茂密、水流平缓且开阔的山间溪流环境(图 2c, d), 溪中多石块, 成蛙栖息于溪边的石块、岩壁、岩缝或溪边灌丛。天目臭蛙白天多隐蔽于阴暗潮湿的林地、草丛或水下石缝中, 傍晚在水边石块或树枝上觅食。与其同域分布的有武夷湍蛙 (*Amolops wuyiensis*)、华南湍蛙 (*A. ricketti*) 和小竹叶臭蛙。

3 讨论

浦城县位于福建省最北端, 福建、浙江、江西三省交界处, 被称为福建的北大门。北部是武夷山脉和仙霞岭相衔接地带, 西部为武夷山及其支脉, 东部则为仙霞岭。浦城县属三江源头, 境内溪水分别流入闽江、长江和钱塘江, 北部渔梁岭和西部铸岭头是长江水系与闽江水系的分水岭。南浦溪自北向南纵贯浦城县, 入建溪, 为闽江水系; 西北端源自仙霞岭西麓的丰溪与发源于怀玉山的金沙溪汇合流入江西省信江后注入鄱阳湖, 为长江水系; 源自浦城县管厝乡东北大福罗峰(1 658 m) 为乌溪江的次源地, 溪水入乌溪江、经衢江入钱塘江, 为钱塘江水系(朱雯 2000)。此前对华东和东南花臭蛙复合体的研究显示, 天目臭蛙沿钱塘江和瓯江流域大小支流分布于安徽、江苏、浙江、

江西华东四省山区, 黄岗臭蛙广泛分布于福建、江西武夷山区、闽江、九龙江流域, 向西沿南岭至湖南和贵州, 而花臭蛙则分布于鄱阳湖、赣江以西、南岭以北的长江流域(朱艳军 2016, 何玉晓等 2017, 李寒玉等 2017)。本研究发现, 福建省花臭蛙复合体包括黄岗臭蛙和天目臭蛙, 黄岗臭蛙广泛分布于福建省闽江、九龙江流域山地丘陵, 天目臭蛙仅分布于浦城县管厝乡东北部仙霞岭山区, 属钱塘江流域, 为福建省臭蛙属分布新记录种。浦城县西北端、仙霞岭西麓长江流域的花臭蛙复合体物种的组成仍需进一步确认。水系和流域是否影响花臭蛙复合体的物种分化和分布格局以及这些近缘物种的物种形成机制有待进一步研究。

参 考 文 献

- Chen X H, Chen Z, Jiang J P, et al. 2013. Molecular phylogeny and diversification of the genus *Odorrana* (Amphibia, Anura, Ranidae) inferred from two mitochondrial genes. *Molecular Phylogenetic and Evolution*, 69(3): 1196–1202.
- Katoh K, Standley D M. 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution*, 30(4): 772–780.
- Lanfear R, Frandsen P B, Wright A M, et al. 2017. PartitionFinder 2: New methods for selecting partitioned models of evolution for molecular and morphological phylogenetic analyses. *Molecular Biology and Evolution*, 34(3): 772–773.
- Li Y, Wu X, Zhang H, et al. 2015. Vicariance and its impact on the molecular ecology of a Chinese ranid frog species complex

- (*Odorrana schmackeri*, Ranidae). PLoS One, 10(9): e0138757.
- Nguyen L T, Schmidt H A, von Haeseler A, et al. 2015. Iq-tree: a fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum-likelihood phylogenies. *Molecular Biology and Evolution*, 32(1): 268–274.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, et al. 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30(12): 2725–2729.
- Vaidya G, Lohman D J, Meier R. 2011. Sequencematrix: concatenation software for the fast assembly of multi-gene datasets with character set and codon information. *Cladistics-the International Journal of the Willi Hennig Society*, 27(2): 171–180.
- 陈晓虹, 周开亚, 郑光美. 2010a. 中国臭蛙属一新种. *动物分类学报*, 35(1): 206–211.
- 陈晓虹, 周开亚, 郑光美. 2010b. 中国臭蛙类一新种. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 46(5): 606–609.
- 杜秀荣, 唐建军. 2004. 中国地图集. 北京: 中国地图出版社, 122–127.
- 费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 等. 2009. 中国动物志: 两栖纲(下卷) 无尾目 蛙科. 北京: 科学出版社, 1196–1302.
- 费梁, 叶昌媛, 黄永昭, 等. 2005. 中国两栖动物检索及图解. 成都: 四川科学技术出版社, 6–7.
- 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, 391.
- 何玉晓, 朱艳军, 冯琦琦, 等. 2017. 湖南省花臭蛙复合体分类及分布格局. *动物学杂志*, 52(4): 607–619.
- 李寒玉, 陈卓, 朱艳军, 等. 2017. 华东四省天目臭蛙分类修订及分布格局. *四川动物*, 36(2): 131–138.
- 李佳璇, 陈卓, 朱艳军, 等. 2015. 一种简便高效提取两栖动物肌肉组织基因组 DNA 的方法. *天津师范大学学报: 自然科学版*, 35(3): 73–75.
- 朱雯. 2009. 浦城县国家重点保护野生植物现状分析. *林业勘察设计*, (1): 106–110.
- 朱艳军. 2016. 花臭蛙复合体遗传分化研究. 新乡: 河南师范大学硕士学位论文.