

辽宁沈阳发现韩国林蛙

周圣博^{①②③} 于梦竹^④ 苗青^{①②} 翟强^{①③} 徐树军^⑤ 关萍^{①②③*}

① 沈阳农业大学生物科学技术学院, 辽宁省全球变化与生物入侵重点实验室 沈阳 110866;

② 辽宁双台河口湿地生态系统国家定位观测研究站 盘锦 124112; ③ 辽宁盘锦湿地生态系统国家野外科学观测研究站 盘锦 124112; ④ 瓦房店农业技术推广中心 大连 116300; ⑤ 沈阳农业大学国有资产管理处 沈阳 110866

摘要: 2021年11月在沈阳市辽中区蒲河湿地公园(41°30'55" N, 122°78'30" E, 海拔30 m)采集到2号无尾两栖类标本, 经形态特征比较确认为无尾目(Anura)蛙科(Ranidae)蛙属(*Rana*)物种, 基于线粒体16S rRNA基因对蛙属19个物种的亲缘关系及系统发育进行分析, 其与韩国及中国山东文登昆嵛山分布的韩国林蛙(*R. coreana*)遗传距离最近, 并在最大似然树中聚为一支, 应属种内关系。综合形态分析和系统发育比较, 确定采集到的标本为韩国林蛙, 系辽宁省两栖动物分布新记录种。本次发现将辽宁省分布的蛙属物种增至5种。

关键词: 韩国林蛙; 辽宁省; 蛙属; 两栖动物; 分布新记录种

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 06-944-07

Rana coreana found in Shenyang, Liaoning

ZHOU Sheng-Bo^{①②③} YU Meng-Zhu^④ MIAO Qing^{①②} ZHAI Qiang^{①③}
XU Shu-Jun^⑤ GUAN Ping^{①②③*}

① College of Bioscience and Technology, Shenyang Agricultural University, Key Lab of Global Changes and Biological Invasions, Liaoning Province, Shenyang 110866; ② Liaoning Panjin Wetland Ecosystem National Observation and Research Station, Panjin 124112; ③ Liaoning Shuangtai Estuary Wetland Ecosystem Research Station, Panjin 124112; ④ Wafangdian Agricultural Technology Extension Center, Dalian 116300; ⑤ State-owned Asset Management Office of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China

Abstract: In November, 2021, 2 amphibians were collected from Puhe Wetland Park, Liaozhong District, Shenyang (41°30'55" N, 122°78'30" E, elevation 30 m). After comparison of morphological characteristics, they were confirmed as species of *Rana*, Ranidae and Anura. In order to determine the taxonomic relationship of this species and further determine their distribution characteristics, we conducted in-depth research and analysis on them. We used second high-throughput sequencing to sequence the mitochondrial 16S rRNA gene, and constructed a phylogenetic tree to analyze the phylogeny of 19 species of *Rana* (Table 1). This species of *Rana* has the closest genetic distance to *R. coreana* from Korea and Kunyu Mountain in Shandong Province,

基金项目 2021年辽宁省普通本科高等学校校际合作项目-资源共享(2021-57), “辽宁盘锦湿地生态系统野外科学观测研究站”建设项目;

* 通讯作者, E-mail: 492508453@qq.com;

第一作者介绍 周圣博, 男, 本科生; 研究方向: 两栖爬行动物多样性与演化; E-mail: shengbo122@163.com.

收稿日期: 2022-03-29, 修回日期: 2022-08-14 DOI: 10.13859/j.cjz.202206015

China, and clustered into a branch in maximum likelihood tree, which suggested an intraspecies relationship (Fig. 2 and Table 2). Based on morphological analysis and phylogenetic comparison, it was determined that the collected specimen was *R. coreana* (Fig. 1). *R. coreana* is a new record of amphibians in Liaoning Province. The discovery brings the number of frog species in Liaoning province to 5.

Key words: *Rana coreana*; Liaoning Province; *Rana*; Amphibians; New record

韩国林蛙 (*Rana coreana*) 隶属于无尾目 (Anura) 蛙科 (Ranidae) 蛙属, 多栖息于海拔 400 m 左右的山区, 以各类昆虫为食 (费梁等 2012)。2015 年以前它们在我国山东分布的种群曾被作为一个独立的物种“昆崙林蛙 (*R. kunyuensis*)” (陆宇燕等 2002), 后经形态及系统发育分析, 被归并为韩国林蛙 (Zhou et al. 2015)。其模式产地为韩国, 此前在国内仅报道分布于山东半岛 (费梁等 2009)。辽宁省沈阳市的辽中区, 位于辽宁省中部, 沈阳市西南部, 为东北首个国家级生态县, 境内有辽河、浑河、蒲河和绕阳河 4 条河流过境, 属典型冲积平原, 整体地势平坦 (孙周平等 2019)。辽中区物种多样性丰富, 共分布有 10 余种两栖爬行动物 (陈晓璠 2017)。

本文作者于 2021 年 11 月在沈阳市辽中区蒲河湿地公园 (41°30'55" N, 122°78'30" E, 海拔 30 m) 采集到 2 号无尾两栖类标本, 通过形态学检视和线粒体 16S rRNA 基因分子鉴定, 确定为韩国林蛙 (1 成体 1 亚成体), 为韩国林蛙在辽宁省的首次记录。

1 材料与方 法

2 号标本取肌肉组织保存于 95% 的乙醇溶液, 整体标本浸泡于 75% 的乙醇溶液中, 保存于沈阳农业大学生物科学技术学院标本室 (标本号 SYAU BAA000019 雄性成体, SYAU BAA000020 亚成体)。

1.1 形态测量与鉴定

对 1 号成体标本用 10 分度游标卡尺 (Mitutoyo 牌, 量程 0 ~ 150 mm, 精度 0.1 mm) 测量形态特征。测量依据《中国两栖动物检索及图鉴》 (费梁等 2005), 鉴定依据《中国动物

志: 两栖纲 (下卷) 无尾目》中“昆崙林蛙”的形态特征 (费梁等 2009)。

1.2 分子生物学及分子系统学方法鉴定

取所采集林蛙的肌肉组织, 使用试剂盒 DP304 (天根生化科技有限公司) 提取总 DNA。利用 PCR 扩增并测定线粒体 16S rRNA 基因部分片段。基因扩增引物参照 Simon 等 (1994) 的 16S-1 (5'-CGC CTG TTT ACC AAA AAC AT-3') 和 16S-2 (5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC ACG T-3')。PCR 反应体系为 20 μ l, 其中包含 10 \times Ex *Taq* buffer 2.0 μ l, 2.5 mmol/L dNTP Mix 1.6 μ l, 106 U/L *Taq* 0.2 μ l, 上、下游引物各 1 μ l (10 μ mol/L), DNA 模板 0.5 μ l (100 nmol/L), 去离子灭菌超纯水 13.7 μ l。PCR 反应条件为, 95 $^{\circ}$ C 5 min; 95 $^{\circ}$ C 30 s, 56 $^{\circ}$ C 30 s, 72 $^{\circ}$ C 90 s, 25 个循环; 72 $^{\circ}$ C 10 min。PCR 产物送至南昌科物生物工程有限公司进行测序, 所得序列上传到 GenBank。

选取 GenBank 中蛙属部分物种的 16S rRNA 基因序列与本研究测定序列进行分子系统发育分析, 以侧褶蛙属黑斑侧褶蛙 (*Pelophylax nigromaculatus*) 为外群 (表 1)。所有序列在 Clustal X1.8 (Thompson et al. 1997) 中进行比对, 采用默认配置, 比对后的序列进行人工校对, 利用 MEGA7.0 软件对齐后, 将 16S rRNA 基因序列截去部分多余序列, 取保守片段拼接成 1 段长序列, 对于部分物种基因序列缺失的部分用 gap 将其补齐。构建最大似然 (maximum likelihood, ML) 树前, 利用 jModeltest 2 (David 2008) 基于赤池信息准则 (Akaike information criterion, AIC) 选择最适核苷酸替代模型 (TIM2 + F + R2)。最大似然树在 PhyML 3.0 (Guindon et al. 2010) 中构建, 并进行 1 000 次 bootstrap

表 1 本研究所用的物种及序列信息

Table 1 The sequences used in this study

物种 Species	产地 Localities	标本号 Voucher No.	16S rRNA 基因号 Gene No. of 16S rRNA
韩国林蛙 <i>Rana coreana</i>	中国辽宁沈阳 Shenyang, Liaoning, China	SYAU BAA000019	OM730290
		SYAU BAA000020	OM730291
	韩国 South Korea*	MMS 223	KX269202
	中国山东昆嵛山 Mt Kunyu, Shandong, China	SYNU 08090641	MT409004
黑龙江林蛙 <i>R. amurensis</i>	中国黑龙江太阳岛 Taiyang Island, Heilongjiang, China	SYNU 11100267	KF020589
中亚林蛙 <i>R. asiatica</i>	中国新疆 47 兵团 47 团, Xinjiang, China	KIZ XJ0251	KX269200
昭觉林蛙 <i>R. chaochiaoensis</i>	中国四川昭觉 Zhaojue, Sichuan, China*	SYS a001815	MT409007
中国林蛙 <i>R. chensinensis</i>	中国陕西户县 Huxian, Shaanxi, China*	KIZ RD05SHX01	KX269186
徂徕林蛙 <i>R. culaiensis</i>	中国山东徂徕山 Mt Culai, Shandong, China*	KIZ SD080501	KX269190
大别山林蛙 <i>R. dabieshanensis</i>	中国安徽大别山 Dabie Mountains area, Anhui, China*	AHU 2016R001	MF172963
东北林蛙 <i>R. dybowskii</i>	俄罗斯滨海边疆区哈桑斯基 Khasanskii, Primorye, Russia	MSUZP-IVM-1d	KX269188
寒露林蛙 <i>R. hanluica</i>	中国湖南阳明山 Mt Yangming, Hunan, China*	SYS a001137	MT408956
日本林蛙 <i>R. japonica</i>	日本千叶县 Chiba Prefecture, Isumi-shi, Japan	KIZ YPX11775	KX269220
借母溪林蛙 <i>R. jiemuxiensis</i>	中国湖南借母溪 Jiemuxi, Hunan, China*	SYS a004318	MT408975
九岭山林蛙 <i>R. jiulingensis</i>	中国江西关山 Mt Guanshan, Jiangxi, China*	SYS a005519	MT408985
越南趾沟蛙 <i>R. johnsi</i>	越南林东洛克宝 Loc Bao, Lam Dong, Vietnam	ABV 00203	KX269182
高原林蛙 <i>R. kukunoris</i>	中国青海青海湖 Qinghai Lake, Qinghai, China*	KIZ CJ06102001	KX269185
长肢林蛙 <i>R. longicrus</i>	中国台湾台北 Taipei, Taiwan, China*	-	AB058881
峨眉林蛙 <i>R. omeimontis</i>	中国四川峨眉山 Mt Emei, Sichuan, China*	SYS a005304	MT408982
桑植蛙 <i>R. sangzhiensis</i>	中国湖南天平山 Hunan Mt Tianping China*	SYS a004286	MT408972
梭德氏蛙 <i>R. sauteri</i>	中国台湾高雄 Kaohsiung, Taiwan, China*	SCUM 0405175CJ	KX269204
镇海林蛙 <i>R. zhenhaiensis</i>	中国浙江镇海 Zhenhai, Zhejiang, China*	KIZ 0803271	KX269218
黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax nigromaculatus</i> (外群 Outgroup)	中国辽宁沈阳 Shenyang, Liaoning, China	SYAU BAA00005	OL752650

* 模式产地。* Type locality.

重抽样分析, 检验各节点置信度。

参照 Tamura 等 (2013) 报道的方法, 用 MEGA 6.0 的 Kimura 双参数模型计算表 1 所列蛙属物种间的遗传距离。

2 结果

2.1 形态描述

本次采集到的标本为 1 成体雄性和 1 亚成体, 两号标本的体和四肢背面呈淡橘黄色, 斑纹甚少; 上颌缘至前肢基部有一条醒目的金黄

色细条纹, 颞部有褐色三角形斑块; 背侧褶和颞褶表面的痣粒呈黄色, 体背部和体侧小疣粒红色; 腹部淡黄色, 具棕红色碎斑, 四肢腹面均呈肉红色 (图 1)。

对成体标本 (SYAU BAA000019, 雄性) 形态指标数据检视, 体长 39.8 mm, 头长 12.9 mm, 头宽 12.3 mm, 吻长 5.0 mm, 鼻间距 3.0 mm, 眼间距 2.8 mm, 眼径 4.9 mm, 前臂及手长 18.1 mm, 鼓膜长 2.5 mm, 前臂宽 3.9 mm, 后肢长 75.1 mm, 胫长 21.9 mm, 胫

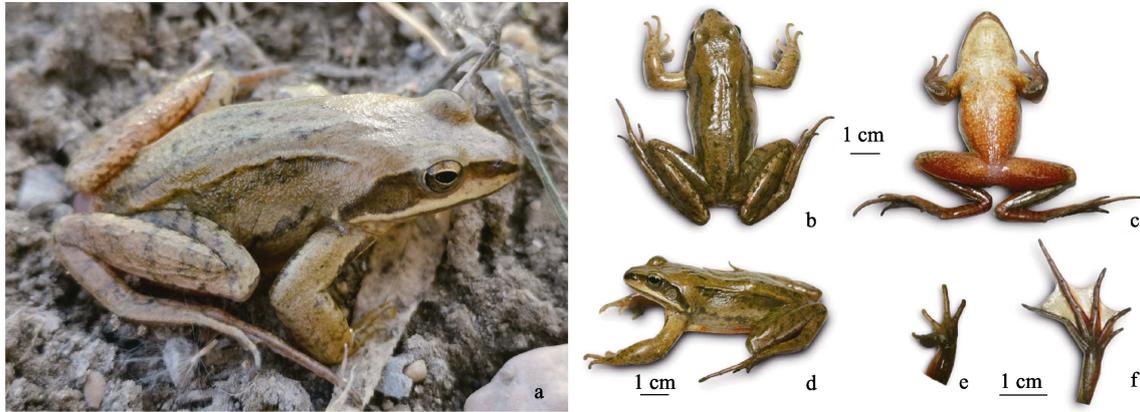


图 1 辽中区采集的韩国林蛙

Fig. 1 *Rana coreana* collected in Liaozhong District

a. 成体 SYAU BAA000019 生态照；b. 背面观；c. 腹面观；d. 侧面观；e. 手部；f. 足部。

a. Ecological photo of adult SYAU BAA000019; b. Back view; c. Belly view; d. Side view; e. Hand; f. Foot.

宽 8.4 mm，足长 25.1 mm，跗足长 37.7 mm。标本头扁平，头长略大于头宽，吻部钝尖，吻端突出于下唇，吻棱明显；鼻孔距吻端略近，鼓膜直径约为眼径之半；背侧褶细而明显，在鼓膜后上部斜向外侧，与颞褶上端相连，随后折向中线延伸至胯部；第一指基部婚垫发达，褐色，可分为两团，近指基部者小，远端者大；后肢细长，左右跟部重叠；关节下瘤明显，内趾突卵圆形，前端较尖，无外趾突（图 1）。

2.2 分子系统发育关系和遗传距离

PCR 扩增共获得两个体线粒体 16S rRNA 基因片段各 1 条，长度分别为 508 bp 和 511 bp。最大似然树显示，辽宁沈阳所采的林蛙标本与韩国林蛙模式产地（韩国）及此前记录的韩国林蛙在中国的分布地山东昆崙山的标本聚合构成单系（图 2），支持率为 100%；并共同与黑龙江林蛙（*R. amurensis*）构成姊妹群，且有较高的支持率（99%）。基于 Kimura 双参数模型估算的蛙属蛙亚属部分物种间的遗传距离（表 2）表明，本研究中所采用的蛙属物种间的平均遗传距离为 6.7%，辽宁所采林蛙标本与韩国林蛙模式产地标本间的遗传距离为 0.2% 和 0.4%，远小于蛙亚属物种间的遗传距离。分子系统发育分析和遗传距离结果均支持采集于辽宁沈阳

的林蛙标本为韩国林蛙。

2.3 生境描述

韩国林蛙秋冬季在辽宁沈阳蒲河湿地公园内主要分布于海拔 30 ~ 40 m 水域面积较大的静水域，常栖于水中蛰伏不动，准备进行冬眠（图 3）。与其同域分布的两栖动物有朝鲜侧褶蛙（*P. chosonicus*）、黑斑侧褶蛙、中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、北方狭口蛙（*Kaloula borealis*）和花背蟾蜍（*Strauchbufo raddei*）。并未发现其他蛙属物种与其同域分布。

3 讨论

蛙属广泛分布于欧洲、亚洲及北美洲北部，以欧亚大陆古北界种类最多，在中国多分布于南岭山脉以北地区（费梁等 2009）。形态特征同源性（morphological homoplasy）长期以来给蛙属的分类带来了困难，如从蛙属分出的趾沟蛙属（*Pseudorana*），后又重新归并（Yuan et al. 2016）。被学者广泛承认的蛙属物种此前在辽宁省共分布有 4 种，分别为中国林蛙、东北林蛙、黑龙江林蛙和桓仁林蛙（*R. huanrenensis*）（费梁等 2009）。

韩国林蛙形态与黑龙江林蛙较为相近，但在雄性线和胫跗关节前伸到达的部位可进行区

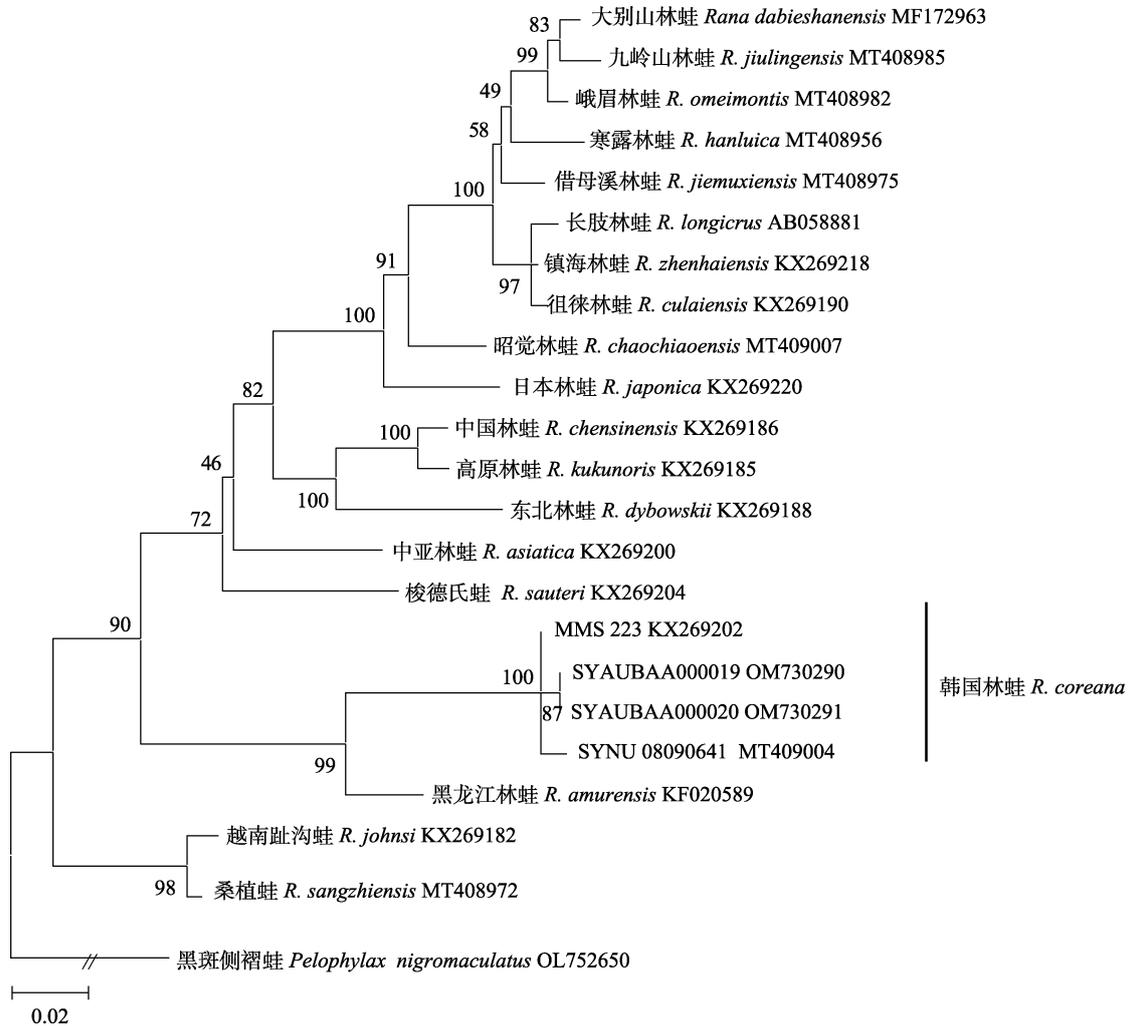


图 2 基于线粒体 16S rRNA 基因序列构建的蛙属最大似然系统发育树

Fig. 2 Maximum likelihood tree for *Rana* constructed based on 16S rRNA gene sequences

支上的数字代表重抽样支持率; SYAU BAA000019 和 SYAU BAA000020 为本研究中沈阳所采样品标本号, SYNU 08090641 和 MMS 223 为山东和韩国产地韩国林蛙标本号, 其余物种序列信息见表 1。

The figure above represents re-sampling support; SYAU BAA000019 and SYAU BAA000020 were sample numbers collected in Shenyang, SYNU 08090641 and MMS 223 were sample numbers of Korean wood frog from other habitats, and the sequence information of other species was shown in Table 1.

别 (陆宇燕等 2002), 最大似然系统发育树显示, 韩国林蛙与黑龙江林蛙形成姊妹群, 证明其系统发育关系亦较近, 同属于黑龙江林蛙种组。基于 Wan 等 (2020) 所构建的系统发育树, 越南趾沟蛙和桑植蛙聚为单系, 而该支系与欧亚大陆其他林蛙群物种聚成的单系互为姐妹支, 本文所构建的分子发育树亦支持这一结果。

此前, 韩国林蛙在中国的分布记录为山东省的威海市和烟台市等区域 (Frost et al. 2021, AmphibiaWeb 2022), 此次韩国林蛙在辽宁省的发现, 扩大了对韩国林蛙在我国分布范围的认知。韩国林蛙在辽宁省的分布范围, 是否与其他蛙属物种有同域分布的问题, 有待进一步研究。

表 2 基于线粒体 16S rRNA 基因计算本研究中的蛙属部分物种间 Kamura-2-parameter 距离

Table 2 16S rRNA gene sequence-based genetic distance analysis of *Rana* species examined in this study

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
韩国林蛙	1 SYAU BAA000020																					
<i>Rana</i>		2 SYAU BAA000019																				
<i>coreana</i>			3 SYN0 08090641																			
				4 MMS 223																		
5 镇海林蛙	<i>R. zhenhaiensis</i>	0.069	0.067	0.110	0.092																	
6 梭德氏蛙	<i>R. sauteri</i>	0.069	0.068	0.105	0.097	0.075																
7 桑植蛙	<i>R. sangzhiensis</i>	0.065	0.063	0.103	0.102	0.082	0.083															
8 峨眉林蛙	<i>R. omeimontis</i>	0.070	0.068	0.110	0.104	0.024	0.088	0.085														
9 长肢林蛙	<i>R. longicrus</i>	0.063	0.063	0.065	0.063	0.007	0.058	0.052	0.017													
10 高原林蛙	<i>R. kukunoris</i>	0.062	0.060	0.106	0.100	0.077	0.069	0.076	0.086	0.069												
11 越南趾沟蛙	<i>R. johnsi</i>	0.067	0.066	0.107	0.096	0.079	0.080	0.017	0.091	0.056	0.078											
12 九岭山林蛙	<i>R. jiulingensis</i>	0.070	0.068	0.113	0.107	0.029	0.089	0.085	0.018	0.019	0.087	0.091										
13 借母溪林蛙	<i>R. jemuixiensis</i>	0.064	0.063	0.101	0.097	0.019	0.081	0.075	0.026	0.013	0.087	0.080	0.033									
14 日本林蛙	<i>R. japonica</i>	0.069	0.068	0.110	0.101	0.052	0.070	0.078	0.062	0.037	0.070	0.083	0.059	0.052								
15 寒露林蛙	<i>R. hanluica</i>	0.073	0.072	0.111	0.105	0.025	0.087	0.093	0.031	0.024	0.091	0.095	0.036	0.030	0.063							
16 东北林蛙	<i>R. dybowskii</i>	0.071	0.069	0.111	0.103	0.079	0.080	0.088	0.090	0.065	0.054	0.091	0.091	0.085	0.077	0.087						
17 大别山林蛙	<i>R. dabieshanensis</i>	0.071	0.070	0.111	0.100	0.031	0.081	0.085	0.013	0.019	0.080	0.083	0.016	0.030	0.057	0.033	0.084					
18 徂徕林蛙	<i>R. culaiensis</i>	0.069	0.067	0.111	0.098	0.006	0.079	0.082	0.027	0.007	0.080	0.079	0.032	0.023	0.055	0.029	0.080	0.033				
19 中国林蛙	<i>R. chensinensis</i>	0.063	0.062	0.103	0.098	0.077	0.072	0.083	0.088	0.069	0.015	0.081	0.091	0.089	0.070	0.093	0.056	0.080	0.078			
20 昭觉林蛙	<i>R. chaochiaensis</i>	0.077	0.075	0.104	0.100	0.042	0.077	0.082	0.050	0.035	0.077	0.084	0.050	0.049	0.046	0.050	0.077	0.049	0.045	0.076		
21 中亚林蛙	<i>R. asiatica</i>	0.060	0.059	0.089	0.085	0.075	0.060	0.078	0.084	0.045	0.067	0.078	0.087	0.074	0.072	0.085	0.073	0.080	0.075	0.067	0.070	
22 黑龙江林蛙	<i>R. amurensis</i>	0.036	0.036	0.038	0.036	0.044	0.063	0.059	0.049	0.041	0.071	0.063	0.047	0.040	0.059	0.049	0.065	0.044	0.074	0.059	0.048	

SYAU BAA000019 和 SYAU BAA000020 为本研究中沈阳所采样品标本号, SYN0 08090641 和 MMS 223 为山东和韩国产地韩国林蛙标本号, 其余物种序列信息见表 1。

SYAU BAA000019 and SYAU BAA000020 were sample numbers collected in Shenyang, SYN0 08090641 and MMS 223 were sample numbers of Korean wood frog from other habitats, and the sequence information of other species was shown in Table 1.



图 3 蒲河湿地公园内韩国林蛙的生境

Fig. 3 The living environment of *Rana coreana* in Puhe Wetland Park

参 考 文 献

- AmphibiaWeb. 2022. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California: AmphibiaWeb. [DB/OL]. [2022-02-02]. <https://amphibiaweb.org/>.
- David P. 2008. jModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution*, 25(7): 1253–1256.
- Frost, D R. 2021. *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. Version 6.1. New York: American Museum of Natural History, [EB/OL]. [2021-12-02]. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>.
- Guindon S, Dufayard J F, Lefort V, et al. 2010. New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performances of PhyML 3.0. *Systematic Biology*, 59(3): 307–321.
- Simon C, Frati F, Beckenbach A, et al. 1994. Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primers. *Annals of the Entomological Society of America*, 87(6): 651–701.
- 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.
- Thompson J D, Gibson T J, Plewniak F, et al. 1997. The CLUSTAL-X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research*, 25(24): 4876–4882.
- Wan H, Lyu Z T, Qi S, et al. 2020. A new species of the *Rana japonica* group (Anura, Ranidae, *Rana*) from China, with a taxonomic proposal for the *R. johnsi* group. *ZooKeys*, 942(18): 141–158.
- Yuan Z Y, Zhou W W, Chen X, et al. 2016. Spatiotemporal diversification of the True Frogs (Genus *Rana*): A historical framework for a widely studied group of model organisms. *Systematic Biology*, 65(5): 824–842.
- Zhou Y, Yang B T, Li P P, et al. 2015. Molecular and morphological evidence for *Rana kunyensis* as a junior synonym of *Rana coreana* (Anura: Ranidae). *Journal of Herpetology*, 49(2): 302–307.
- 陈晓璠. 2017. 环渤海地区两栖爬行动物多样性及地理分布研究. 沈阳: 沈阳师范大学硕士学位论文.
- 费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 等. 2009. 中国动物志: 两栖纲(下卷): 无尾目. 北京: 科学出版社, 959–1847.
- 费梁, 叶昌媛, 黄永昭, 等. 2005. 中国两栖动物检索及图鉴. 成都: 四川科学技术出版社, 1–19.
- 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, 1–619.
- 陆宇燕, 李丕鹏. 2002. 山东昆崙山蛙属林蛙群一新种(两栖纲: 无尾目: 蛙科). *动物分类学报*, 27(1): 162–166.
- 孙周平, 余朝阁, 王永义. 2019. 辽宁省辽中区日光温室青秆直接还田番茄种植试验. *农业工程技术*, 39(28): 22–24.