



Herpetologica
Sinica

计翔◎主编

两栖爬行动物学 研究

(第12辑)

东南大学出版社

两栖爬行动物学研究

(第12辑)

东南大学出版社

内容摘要

本书收集了两栖爬行动物学研究的最新成果,内容涉及两栖爬行动物的区系与分类、形态学、生理学、生态学、分子生物学等方面。可供大专院校以及科研院所的相关研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

两栖爬行动物学研究. 第12辑/计翔主编. —南京:东南大学出版社,2010.5

ISBN 978-7-5641-2217-1

I. ①两… II. ①计… III. ①两栖纲—中国—文集
②爬行纲—中国—文集 IV. ①Q959.5-53②Q959.6-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第078593号

两栖爬行动物学研究(第12辑)

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市四牌楼2号(邮编:210096)
出版人 江汉
责任编辑 杨小军(025-83790586; bioyangxj@126.com)
经 销 江苏省新华书店
印 刷 江苏凤凰扬州鑫华印刷有限公司
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 26.25 彩插8面
字 数 651千字
版 次 2010年5月第1版 2010年5月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-2217-1
定 价 68.00元

* 东大版图书若有印装质量问题,请直接联系读者服务部,电话:(025)83792328。

目 录

区系、分类和系统学

- 蛙科 Ranidae 系统关系研究进展与分类 费 梁 叶昌媛 江建平(1)
- 杭州地区两栖动物多样性及其受胁现状 陈苍松 范忠勇 陈水华
蔡春抹 陆祎玮 刘立伟 方一峰 杨 佳 钱周兴 陈 莹(44)
- 河北衡水湖国家级自然保护区两栖爬行动物资源调查及区系分析
..... 费冬波 杨道德 谷颖乐 莫吉炜 蒋志刚 马 卫 吴军梅 刘蒙蒙(50)
- 新平哀牢山东坡两栖类物种资源调查研究
..... 李红梅 王 林 饶定齐 张宏雨(57)
- 宁陕齿突蟾蝌蚪在河南的分布及其意义 陆宇燕 李丕鹏 周正彦 王 勇(61)
- 中国蛇类名录订正及其分布 罗 键 高红英 刘颖梅 徐 玲 罗 颖(67)
- 九顶山两栖爬行类动物资源多样性研究
..... 王 戈 喻晓钢 简基伦 赵 敏 钟基民(92)
- 河南安山森林公园两栖动物多样性初报 王新卫 徐振中 陈晓虹(97)
- 广西蛇类的分类研究 张玉霞 武正军 高 楠 李海兵 章 毅(101)
- 浙江省瑞安市红双林场两栖爬行动物多样性及区系特点
..... 周化斌 张永普 苏仕贤 胡一潇 许丰瑞(106)

形态学

- 蝌蚪的形态多样性及其生物学意义 李 成 江建平(114)
- 棘蛙族(Tribe Painei)精子形态研究 章丽梅 郑中华 谢 锋 江建平(128)
- 蛇岛蝮蛇雄性性腺发育的组织学观察
..... 王立平 杜 敏 李建立 王 杰 庞 滨(135)
- 凹耳臭蛙及其同域分布 3 种蛙口腔底壁的比较解剖
..... 熊荣川 王 斌 谢 锋 江建平(141)
- 中国姬蛙科 Microhylidae 精子形态比较 郑中华 江建平 谢 锋 刘炯宇(146)
- 云南黑眶蟾蜍元江和南涧种群染色体核型分析 周 伟 李明会 何海艳(153)

生理生化

- 东北林蛙皮肤活性肽对 SAH 水解酶活性的抑制作用
..... 柴龙会 肖向红 韩彤彤 刘 畅 张晶钰 孙 芳(160)
- 尖吻蝮蛇消化道 5-羟色胺免疫活性细胞的分布与形态学观察
..... 曹 雷 吕晓慧 李淑兰 赵文阁(166)

重金属 Cu^{2+} 对两种无尾两栖类蝌蚪的急性毒性	耿宝荣 姚丹 张秋金 黄浩(172)
丁草胺对镇海林蛙蝌蚪抗氧化系统的影响	林玲 陈晗丹 钟碧瑾 耿宝荣(177)
中国大鲵子二代胚胎发育及胚胎耗氧率的研究	刘鉴毅 章龙珍 庄平 何新梁 何新堂(183)
反应温度和 pH 对中国水蛇蛋白酶活力的影响	萧云朴 周化斌 沈李 张永普(193)
锌对中华大蟾蜍蝌蚪生长发育、SOD 活性及 MDA 含量的影响	杨峰 黄德军 张迎梅(199)
敌敌畏对多疣狭口蛙蝌蚪死亡率和行为的影响	杨红燕 张庆 何海艳 周伟 朱彦(205)
东北林蛙两株新肠道菌的分离鉴定	杨颖 许凯 秦藕菊 王晓龙(212)
扬子鳄鳞片角蛋白电泳谱型分析	叶长江 吴孝兵 王朝林 汪仁平 朱红星(218)
10 种金属离子对黑斑蛙消化道蛋白酶和淀粉酶活力的影响	张盛周 李昌春 詹厅 王波 邓雯(223)
北草蜥消化道内分泌细胞的免疫组织化学定位	张志强 吴孝兵(228)

生态学

饲养条件下鳄蜥的活动范围与日活动面积	蔡凤金 武正军 刘绍俊 何南 黄乘明(236)
两种外在因素诱导印度蜓蜥运动表现种内变异	丁国骅 王金 傅天宝 周宗师 林隆慧 计翔(243)
中国瘰螈形态特征的两性异形和雌体生育力	樊晓丽 林植华 邱月 赵丽华 马小浩 计翔(250)
波动孵化温度对两种蜥蜴幼体形态特征的作用	冯佳华 杜卫国(255)
昆明多疣狭口蛙食性与环境中昆虫相的关系	李明会 周伟 张庆 郑维超(260)
华西蟾蜍产卵地利用	廖文波 卢欣(270)
吐鲁番沙虎洞穴结构和微生境选择	宋玉成 刘洋 时磊(279)
海南岛稻田泽陆蛙的食性分析	王伟 程立生(286)
蛇岛蝮能量代谢的研究	王小平 杜敏 李建立 孙立新 王立平 邱磊(303)
文县疣螈生态习性的再观察	闫礼 龚大洁 田果 漆朝晖(307)
商城肥鲵分布区调查与肢体残畸现象初报	张保卫 史文博 赵凯 徐兴 陈军林 刘彬(311)
温度对昭觉林蛙胚胎发育的影响	张庆 杨红燕 郭祖燕 周伟(318)
荒漠沙蜥 (<i>Phrynocephalus przewalskii</i>) 两个种群繁殖的比较	赵伟 王雅娟 于楠楠 刘迺发(327)

昆明城区三种蛙类生境选择比较	朱彦 张庆 周伟(332)
断尾对蓝尾石龙子(<i>Eumeces elegans</i>)幼体的运动表现、选择体温、表面活动与食物同化无重要影响	舒霖 施林强 张秀琴 余慧娟(340)

分子生物学

蛙类的线粒体基因控制区	黄建伟 刘忠权 韩德民(351)
商城肥鲩两碱基微卫星位点的初步筛选	
.....	王慧 沈菲菲 常青 韩德民 张保卫(357)
有尾两栖类线粒体基因组之基因重排	夏云 彭锐 曾晓茂(363)
基于 mtDNA 控制区序列的棘胸蛙种群遗传结构	
.....	章芸 路庆芳 张加勇 郑荣泉(372)
花背蟾蜍转录因子 Pax6 variant 的原核表达和多克隆抗体制备	
.....	李杰 宋德潇 张蕊 巨富荣 赵元琳 高岚(378)

综 述

无尾目动物线粒体基因组及基因重排的研究进展	
.....	李小强 张曼 王亦舒 吴孝兵(387)
裸趾虎类动物系统学研究进展	时磊 赵尔宓(395)
隆肛蛙属系统学及进化研究进展	王斌 江建平(404)

书 评

《广西爬行动物》出版	(409)
------------------	-------

Contents

Fauna and Taxonomy

- Phylogenetic systematic of Ranidae
..... FEI Liang, YE Chang-Yuan, JIANG Jian-Ping(1)
- Diversities and threats to the amphibians in Hangzhou, Zhejiang
..... CHEN Cang-Song, FAN Zhong-Yong, CHEN Shui-Hua, CAI Chun-Mo,
LU Yi-Wei, LIU Li-Wei, FANG Yi-Feng, YANG Jia, QIAN Zhou-Xing, CHEN Yin(44)
- Survey and fauna analysis on amphibians and reptiles in Hengshui Lake National Nature Reserve of Hebei Province FEI Dong-Bo, YANG Dao-De, GU Ying-Le,
MO Ji-Wei, JIANG Zhi-Gang, MA Wei, WU Jun-Mei, LIU Meng-Meng(50)
- Investigation to the species' resources of amphibian of Ailaoshan east slope in Xinping County
..... LI Hong-Mei, WANG Lin, RAO Ding-Qi, ZHANG Hong-Yu(57)
- Distribution and implication of *Scutiger ningshanensis* tadpoles in Henan Province
..... LU Yu-Yan, LI Pi-Peng, ZHOU Zheng-yan, WANG Yong(61)
- A revised checklist and distribution of Chinese snakes
..... LUO Jian, GAO Hong-Ying, LIU Ying-Mei, XU Ling, LUO Ying(67)
- A preliminary report of amphibian diversity in Anshan Forest Park, Henan Province
..... WANG Xin-Wei, XU Zhen-Zhong, CHEN Xiao-Hong(97)
- A taxonomic study of snakes in Guangxi
..... ZHANG Yu-Xia, WU Zheng-Jun, GAO Nan, LI Hai-Bin, QIN Yi(101)
- Biodiversity and faunal characteristics of amphibians and reptiles in Hongshuang Forest Centre of Rui'an, Zhejiang Province ZHOU Hua-Bin, ZHANG Yong-Pu,
SU Shi-Xian, HU Yi-Xiao, XU Feng-Rui(106)

Morphology

- Diversity of larval morphology and its ecological significance in the anuran tadpole
..... LI Cheng, JIANG Jian-Ping(114)
- Sperm Morphology of Tribe Paini
..... QIN Li-Mei, ZHENG Zhong-Hua, XIE Feng, JIANG Jian-Ping(128)

Histological observations on the male gonad development of <i>Gloydius shedaoensis</i> Zhao	WANG Li-Ping, DU Min, LI Jian-Li, WANG Jie, PANG Bin(135)
Comparative anatomy of mouth floor of <i>Odorrana tormotus</i> and its sympatric three frogs	XIONG Rong-Chuan, WANG Bin, XIE Feng, JIANG Jian-Ping(141)
Sperm Morphology of Microhylidae from China	ZHENG Zhong-Hua, JIANG Jian-Ping, XIE Feng, LIU Jiong-Yu(146)
Karyotypes comparison of <i>Bufo melanostictus</i> from Yuanjiang and Nanjian, Yunnan	ZHOU Wei, LI Ming-Hui, HE Hai-Yan(153)

Physiology

Activity detection of secretions from northeast forest frogs effect on S-adenosyl-L-homocysteine hydrolase	CHAI Long-Hui, XIAO Xiang-Hong, HAN Tong-Tong, LIU Chang, ZHANG Jing-Yu, SUN Fang(160)
Distribution and morphological observation of 5-HT immunoreactive endocrine cells in digestive tracts of <i>Deinagkistrodon acutus</i>	CAO Lei, LU Xiao-Hui, LI Shu-Lan, ZHAO Wen-Ge(166)
Acute toxicity of heavy metal Cu^{2+} to the tadpoles of two anurans species	GENG Bao-Rong, YAO Dan, ZHANG Qiu-Jin, HUANG Hao(172)
Effects of the herbicide butachlor on the antioxidant system of <i>Rana zhenhaiensis</i> tadpoles	LIN Ling, CHEN Han-Dan, ZHONG Bi-Jin, GENG Bao-Rong(177)
Research on embryonic development and embryo oxygen consumption rate of Chinese Giant Salamander F_2	LIU Jian-Yi, ZHANG Long-Zhen, ZHUANG Ping, HE Xin-Liang, HE Xin-Tang(183)
Effects of reaction temperature and pH on the activity of protease in <i>Enhydryis chinensis</i>	XIAO Yun-Pu, ZHOU Hua-Bin, SHEN Li, ZHANG Yong-Pu(193)
The effects of zinc on development, SOD activity and MDA content in <i>Bufo gargarizans</i> tadpoles	YANG Feng, HUANG De-Jun, ZHANG Ying-Mei(199)
Mortality and behavior influence of Dichlorvos on <i>Kaloula verrucosa</i> tadpoles	YANG Hong-Yan, ZHANG Qing, HE Hai-Yan, ZHOU Wei, ZHU Yan(205)
Isolation and identification of two new bacteria from the intestine of <i>Rana dybowskii</i>	YANG Ying, XU Kai, QIN Ou-Ju, WANG Xiao-Long(212)
Electrophoretic patterns analysis of keration in <i>Alligator sinensis</i>	YE Chang-Jiang, WU Xiao-Bing, WANG Chao-Lin, WANG Ren-Ping, ZHU Hong-Xing(218)
Effects of ten metal ions on the activities of protease and amylase in the digestive tract of <i>Pe-</i>	

- lophylax nigromaculata* ZHANG Sheng-Zhou,
LI Chang-Chun, ZHAN Ting, WANG Bo, DENG Wen(223)
- Immunohistochemical localization of endocrine cells in the digestive tract of *Takydromus septentrionalis* ZHANG Zhi-Qiang, WU Xiao-Bing(228)

Ecology

- The range and daily activity area of *Shinisaurus crocodilurus* in captivity
CAI Feng-Jin, WU Zheng-Jun, LIU Shao-Jun, HE Nan, HUANG Cheng-Ming(236)
- Within population variation in locomotor performance in *Sphenomorphus indicus* induced by two external factors DING Guo-Hua, WANG Jin,
FU Tian-Bao, ZHOU Zong-Shi, LIN Long-Hui, JI Xiang(243)
- Sexual dimorphism in morphological traits and female fecundity in the Chinese Warty Newt, *Paramesotriton chinensis* FAN Xiao-Li, LIN Zhi-Hua,
QIU Yue, ZHAO Li-Hua, MA Xiao-Hao, JI Xiang(250)
- The effect of fluctuating incubation temperature on hatchling morphological traits in two species of lizards FENG Jia-Hua, DU Wei-Guo(255)
- The relationship between diet of *Kaloula verrucosa* and insects of habitat in Kunming area LI Ming-Hui, ZHOU Wei, ZHANG Qing, ZHENG Wei-Chao(260)
- Spawning habitats used by Andrew's toads (*Bufo andrewsi*)
LIAO Wen-Bo, LU Xin(270)
- Burrowing characters and microhabitat selection of the lizard *Teratoscincus roborowskii* Gekkonidae SONG Yu-cheng, LIU Yang, SHI Lei(279)
- An analysis on feeding habits of *Fejervarya multistriata* (Hallowell) in paddyfield in Hainan Island WANG Wei, CHENG Li-Sheng(286)
- The research of energy metabolism of *Gloydus shedaoensis* Zhao
WANG Xiao-Ping, DU Min, LI Jian-Li, SUN Li-Xin, WANG Li-Ping, QIU Lei(303)
- Observing the ecological feature of the *Tylototriton wenxianensis*
YAN Li, GONG Da-Jie, TIAN Guo, QI Zhao-Hui(307)
- A preliminary investigation of *Pachyhynobius shangchengensis* distribution, with remarks on the injury and malformation phenomena ZHANG Bao-Wei,
SHI Wen-Bo, ZHAO Kai, XU Xing, CHEN Jun-Lin, LIU Bin(311)
- Effect of temperature on development of *Rana chaochiaoensis* ZHANG Qing,
YANG Hong-Yan, GUO Zu-Yan, ZHOU Wei(318)
- Reproduction of two *Phrynocephalus przewalskii* populations

- ZHAO Wei, WANG Ya-Juan, YU Nan-Nan, LIU Nai-Fa(327)
 A comparison of habitat selection among three species of frogs in Kunming
- ZHU Yan, ZHANG Qing, ZHOU Wei(332)
 Tail loss has no important effects on locomotor performance, selected body temperature, surface activity and food assimilation in juvenile blue-tailed skinks, *Eumeces elegans*
- SHU Lin, SHI Lin-Qiang, ZHANG Xiu-Qin, YU Hui-Juan(340)

Molecular Biology

- The mitochondrial control region of frogs
- HUANG Jian-Wei, LIU Zhong-Quan, HAN De-Min(351)
 Isolation and characterization of dinucleotide microsatellite loci in *Pachyhynobius shangchengensis*
- WANG Hui, SHEN Fei-Fei,
 CHANG Qing, HAN De-Min, ZHANG Bao-Wei(357)
 Characteristics of mitochondrial gene rearrangement in Caudata
- XIA Yun, PENG Rui, ZENG Xiao-Mao(363)
 Genetic structure of giant spiny frogs inferred from mtDNA control region
- ZHANG Yun, LU Qing-Fang, ZHANG Jia-Yong, ZHENG Rong-Quan(372)
 Prokaryotic expression and polyclonal antibody preparation of the transcription factor Pax6 variant of *Bufo raddei* Strauch
- ... LI Jie, SONG De-Xiao, ZHANG Rui, JU Fu-Rong, ZHAO Yuan-Lin, GAO Lan(378)

Review

- Research progress on mitochondrial genomes and gene rearrangements in Anura
- LI Xiao-Qiang, ZHANG Man, WANG Yi-Shu, WU Xiao-Bing(387)
 A brief review of systematics of bent-toed geckos
- SHI Lei, ZHAO Er-Mi(395)
 A review on systematics and evolution of the Genus *Feirana*
- WANG Bin, JIANG, Jian-Ping(404)

蛙科 Ranidae 系统关系研究进展与分类*

费 梁 叶昌媛 江建平**

中国科学院成都生物研究所, 成都 610041

摘 要 本文记述了自 Günther(1858) 以来, 国内外主要学者有关蛙科 Ranidae 动物的形态分类和系统关系的研究简况及取得的进展。并与近年来蛙科分子系统学研究的结果进行了比较, 表明大多数的形态系统学与分子系统学的研究结果彼此能够相互印证, 同时也还存在一些尚待解决的问题。近期我们对蛙科动物进行了系统分类整理, 其结果表明原蛙科分为 13 科, 其中与中国有关的有叉舌蛙科、浮蛙科和蛙科。叉舌蛙科再分为 3 亚科 8 族 21 属、浮蛙科再分为 2 亚科 2 族 5 属、蛙科再分为 4 亚科 9 族 35 属, 其中共计建立 3 个新亚科、15 个新族、5 个新属。

关键词 蛙科 分类 系统发育 分子系统学

Phylogenetic systematic of Ranidae

FEI Liang, YE Chang-Yuan, JIANG Jian-Ping**

Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Science, Chengdu 610041, China

Abstract This work reviewed, in brief, on the proceedings of morphological taxonomy and relationships of the family Ranidae in the world since Günther treated this family in 1858. The results of molecular systematics have corroborated most of those morphological studies and discovered some issues unresolved, too, especially on taxonomy of them. Then, we worked up the classification of the family Ranidae and found that the members of Ranidae should be classified into 13 families, of which three families Dicroglossidae, Occidozygidae, and Ranidae were distributed in China, they can further be classified into three subfamilies, eight tribes, and 21 genera; two subfamilies, two tribes, and five genera; four subfamilies, nine tribes, and 35 genera; respectively. In all, three new subfamilies, 15 new tribes, and 5 new genera were established.

Key words Ranidae, Taxonomy, Phylogeny, Molecular systematics

蛙科 Ranidae 是两栖动物中的一个大科, 广布于全球, 仅南美洲南部、澳洲大部和南极洲没有分布; 其所隶成员及其分类与系统关系在不同时期或不同学者有不同的认识(特别是对其中的传统蛙属 *Rana*)。费梁等(1990)对蛙科分类系统作出了较大的变动, 曾引起国内外众多同行的关注。Dubois(1992)对蛙科的分系统提出了建议, 但 Inger(1996)等对其提出了异议。因此, 有必要采用更多的手段(包括分子系统学)作进一步研究, 以探讨蛙科物种的分类地位和相互间的关系。到目前为止, 蛙科的分子系统学研究已有较多报道,

* 国家自然科学基金项目(30670245, 30730029)和中国科学院分类及迁地保育项目(KSCX2-YW-Z-0905)部分资助

** 通讯作者: E-mail: jiangjp@cib.ac.cn

如 Marmayou et al. (2000)、Kosuch et al. (2001)、江建平(2001)、Roelants et al. (2004)、Jiang and Zhou (2005)、Jiang et al. (2005)、Chen et al. (2005)、Frost et al. (2006)、Che et al. (2007,2009)、Wiens et al. (2009)等。本文简明介绍了蛙科动物的研究进展,比较了蛙科形态学和分子系统学两方面的研究结果,进而提出蛙科所隶物种的系统分类建议。

1 形态系统学研究进展

(1) Günther(1858)在“*Catalogue of the Batrachia Salientia in the collection of the British Museum*”书内记载蛙科 13 属 45 种,其中蛙属 *Rana* 有 25 种。

(2) Boulenger(1882)在“*Catalogue of the Batrachia Salientia s. Ecaudata in the collection of the British Museum*”书内载蛙科有 19 属 293 种,其中蛙属 *Rana* 有 124 种。

(3) Cope(1889)在“*The Batrachia of North America*”书中记载蛙科 22 属,北美仅有蛙属,共有 13 种及 4 亚种。

(4) Boulenger(1890)在“*The fauna of British India including Ceylon and Burma. Reptilia and Batrachia*”书中记载该地区蛙科有 8 属 88 种,其中蛙属 *Rana* 共 41 种。

(5) Boulenger(1897)在“*The tailless batrachians of Europe*”记载欧洲蛙科仅有蛙属,共 7 种。

(6) Boulenger(1912)在“*A vertebrate fauna of the Malay Peninsula from the Isthmus of Kra to Singapore including the adjacent Islands. Reptilia and Batrachia*”记载该地区蛙科有 4 属 36 种,其中蛙属 *Rana* 有 22 种。

(7) Nikol'ski(1962 英文版,原版 1918)在“*Fauna of Russia and adjacent countries. Amphibians*”记载该地区蛙科仅有蛙属,共有 13 种及 5 个亚种。

(8) Boulenger(1920)的“*A monograph of the South Asian, Papuan, Melanesian and Australian frogs of the genus Rana*”是一部对蛙科动物研究较早而又系统的专著,他根据外部形态和骨骼特征将当时蛙属约 195 种分为 9 个亚属,其中亚洲有 5 个亚属 125 种,并阐述了各亚属间的关系(见图 1)。在我国境内有物种分布的亚属有蛙亚属 *Rana*、水蛙亚属 *Hylarana*、倭蛙亚属 *Nanorana*。

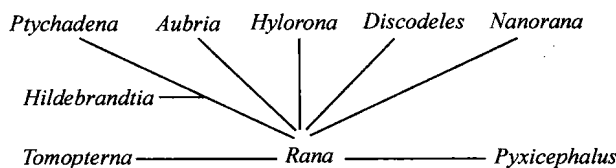


图 1 蛙属各亚属的关系图(自 Boulenger, 1920)

Fig. 1 The relationships among subgenera of the genus *Rana* (from Boulenger, 1920)

(9) van Kampen(1923)在“*The Amphibia of the Indo-Australian Archipelago*”书内载该地区蛙科有 11 属 117 种,其中蛙属 *Rana* 计 47 种,分为 4 个亚属,其中蛙亚属 *Rana*(*Rana*)有 10 种;显盘蛙亚属 *Rana*(*Discodeles*)有 4 种;扁手蛙亚属 *Rana*(*Platymantis*)有 7 种;水蛙亚属 *Rana*(*Hylarana*)有 26 种。

(10) Bourret(1942)在“*Les Batrachiens de L'Indochine*”中记载该地区蛙科有 5 属 67 种,其中蛙属 *Rana* 共分为 4 个亚属共 57 种,其中显盘蛙亚属 *Rana*(*Discodeles*)和沙巴蛙亚属 *Rana*(*Chaparana*)各 1 种,蛙亚属 *Rana*(*Rana*)计 27 种,水蛙亚属 *Rana*(*Hylarana*)有 28 种。

(11) Inger(1954)在“*Systematics & Zoogeography of Philippine Amphibia*”一书中记载菲律宾有蛙科5属26种,其中蛙属 *Rana* 共15种。

(12) Shannon(1956)在“*The Reptiles and Amphibians of Korea*”一书中记载朝鲜半岛蛙科仅1属,共计5种。

(13) Kirtisinghe(1957)在“*The Amphibia of Ceylon*”记载蛙科2属12种,其中蛙属 *Rana* 共有9种。

(14) Conant(1958)在“*Field Guide Reptiles and Amphibians of Eastern North America*”书中记载该地区蛙科仅有蛙属,共计15种(或亚种)。

(15) 在中国学者中,刘承钊和胡淑琴(1961)首次对蛙科动物进行了系统研究,记载中国的蛙科动物共计7属49种,其中蛙属 *Rana* 34种。根据该书作者对蛙属 *Rana* 所隶物种的外形及骨骼的系统研究,初步分析了它们之间的系统关系(图2),进而将其分为两大类,即趾末端没有横沟的为真蛙类 *Rana* 和趾末端有横沟的为水蛙类 *Hylorana*。真蛙类 *Rana* 包括真蛙群(Typicae)、虎纹蛙群(Tigrinae)、大头蛙群(Kuhlinae)、林蛙群(Temporariae)、棘蛙群(Spinosae)共5个群;水蛙类 *Hylorana* 包括臭蛙群(Luctuosae)、沼蛙群(Graciles)、纤蛙群(Erythraeae)共3个群。并指出“明显的成为自然类群者有林蛙群、棘蛙群、沼蛙群、纤蛙群”;还将指端无横沟的无指盘臭蛙归于臭蛙群;将泽蛙和虎纹蛙作为虎纹蛙群等。并认为:“根据一些相近类群中它们的某些特征的相似性,在一定程度上反映了它们之间的亲缘关系,可列为自然类群”。该书的分类基本上与 Boulenger(1920)所划分的类别相符合。

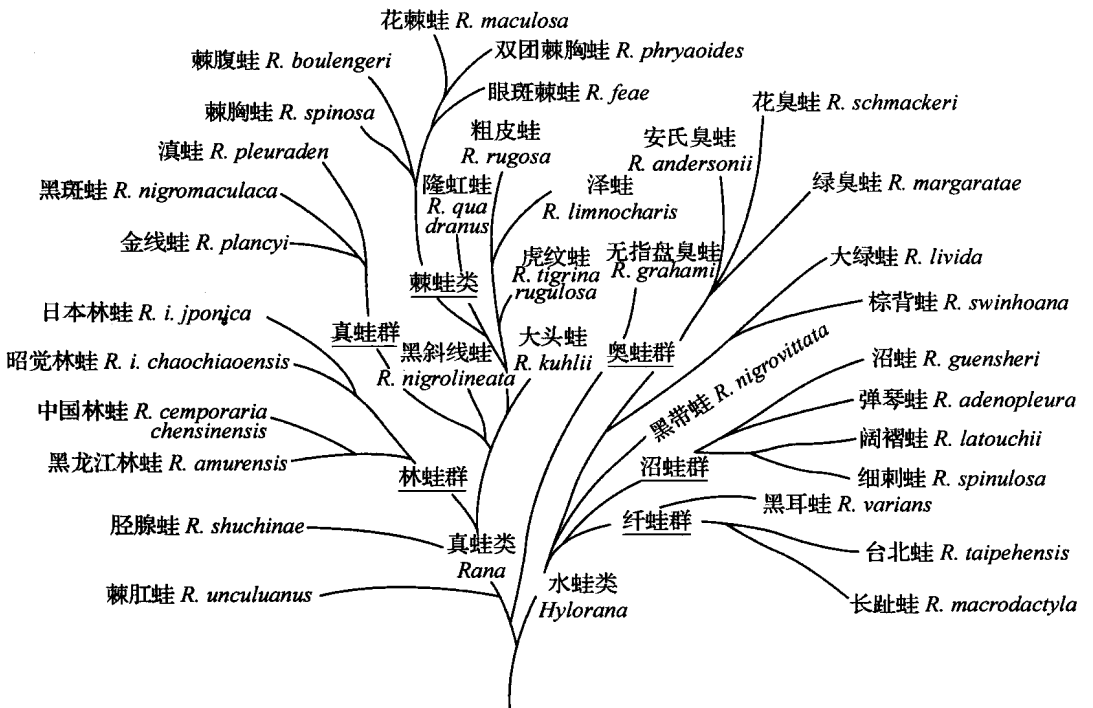


图2 我国蛙属34个种及亚种的系统关系示意图(自刘承钊和胡淑琴,1961)

Fig. 2 The relationships between 34 species (subspecies) of traditional genus *Rana* from China (Liu and Hu, 1961)

(16) Inger(1966)在“*Systematics and Zoogeography of the Amphibia Borneo*”书内记载婆罗洲蛙科有5属25种,其中蛙属 *Rana* 计16种。

(17) Okada(1966)在“*Fauna Japonica. Anura (Amphibia)*”一书中记载日本蛙科有2属,其中 *Babina* 属有2种,蛙属 *Rana* 有17种。

(18) Cogger(1975)在“*Reptiles and Amphibians of Australia*”仅记载澳洲蛙科仅有蛙属 *Rana*,1种。

(19) Dubois(1975)在 Boulenger(1920)一书之后将广义蛙属 *Rana* 中的棘蛙群(Spinosae)订立为新亚属——棘蛙亚属 *Rana (Paa)*; Dubois(1981)又将 *Rana (Paa)* 提升为棘蛙属 *Paa*,同时恢复水蛙属 *Hylarana* 和大头蛙属 *Limnonectes* 为有效属。

(20) 胡淑琴、费梁和叶昌媛(四川省生物研究所,1977)《中国两栖动物系统检索》一书共记述中国蛙科有6属72种,其中广义蛙属 *Rana* 有50种。

(21) Frost(1985)在“*Amphibian Species of the World*”书中记载蛙科 Ranidae 共分为3个亚科,即:曼蛙亚科 Mantellinae, 石蛙亚科 Petropedetinae, 蛙亚科 Raninae。Raninae 下辖24属:高山蛙属 *Altirana*, 湍蛙属 *Amolops**, 坳蛙属 *Aubria*, 南蛙属 *Batrachylodes*, 角蛙属 *Ceratobatrachus**(As), 谐蛙属 *Conraua**(Af), 显盘蛙属 *Discodeles*(As), 小舌蛙属 *Elachyglossa*(As), 希登蛙属 *Hildebrandtia*(Af), 蓝扎蛙属 *Lanzarana*(Af), 小岩蛙属 *Micrixalus**(As), 绢蛙属 *Nannobatrachus*(As), 儒蛙属 *Nannophrys*(As), 倭蛙属 *Nanorana*, 昏蛙属 *Nyctibatrachus**(As), 浮蛙属 *Occidozyga**(As), 掌蛙属 *Palmatorappia*(As), 扁手蛙属 *Platymantis*(As), 皱蛙属 *Ptychadena**(Af), 箱头蛙属 *Pyxicephalus**(Af), 蛙属 *Rana****, 瀑蛙属 *Stauroids***, 强肢蛙属 *Strongylopus*, 平跟蛙属 *Tomopterna**(Af-As)。其中广义的 *Rana* 共有272种,在 *Rana* 的评注中共含6个亚属,即 *Rana*, *Hylarana*, *Paa*, 水栖蛙属 *Euphlycys*, *Limnonectes*, *Babina*。并在多数物种中,记述了该物种暗含于所隶的亚属[但近期文献(Frost, 2007~2009)记载:除 *Rana* 和 *Stauroids* 两个属(有**者)仍保留在 Raninae 内,前述有*号的9个属均被提升或恢复为亚科或科级,即角蛙科 *Ceratobatrachidae**, 谐蛙亚科 *Conrauinae**, 小岩蛙亚科 *Micrixalinae**, 昏蛙亚科 *Nyctibatrachinae**, 皱蛙科 *Ptychadenidae**, 箱头蛙科 *Pyxicephalinae**, 湍蛙亚科 *Amolopinae**(费梁等,1990), 浮蛙亚科 *Occidozyginae**(费梁等,1990), 平跟蛙亚科 *Tomopterninae**(Dubois,1992),另外13个无*号的属分别被归入有*号的科或亚科以及叉舌蛙亚科 *Dicroglossinae* 内]。

(22) Dubois(1986)发表一个新属 *Ingerana* 和一个新亚属,即舌突蛙亚属 *Ingerana (Liurana)*,并恢复蟾舌蛙属 *Phrynoglossus* 为有效属。

(23) 费梁等(1990)《中国两栖动物检索》一书记载中国蛙科 Ranidae 动物共分为3个亚科:Raninae, Amolopinae, Occidozyginae(新亚科),20属93种,该书对蛙亚科动物,特别是对广义的蛙属 *Rana* 作了重大改变。蛙亚科 Raninae 共有73种隶18属(含3个亚属),除保留 *Rana*, *Altirana**, *Nanorana**, *Platymantis** = *Liurana*(see *Dicroglossinae*, Fei et al., 2005), *Micrixalus** = *Phrynoglossus*(see *Occidozyginae*, Fei et al., 2005)等属外。该书还订立了5个新属:趾沟蛙属 *Pseudorana*, 粗皮蛙属 *Rugosa*, 腺蛙属 *Glandirana*, 臭蛙属 *Odorrana*, 虎纹蛙属 *Tigrina*; 3个新亚属:纤蛙亚属 *Tenuirana*, 隆肛蛙亚属 *Quadrana*, 棘肛蛙亚属 *Unculuana*;恢复 *Euphlyctis*, *Hylarana*, *Limnonectes*, *Paa*, 侧褶蛙属 *Pelophylax* 为有效属。

(24) Dubois(1992)对费梁等(1990)一书的分类变动十分关注,他对蛙亚科分类系统作了大的调整,把原蛙亚科分成6个亚科即 *Dicroglossinae*(下分4个族 *tribe*、12个属,另

有 5 个亚属)、Ptychadeninae(下分 3 个属和 2 个亚属)、Pyxicephalinae(下分 2 个属)、Raninae(下分 2 个族、8 个属,另有 47 个亚属)、印度蛙亚科 Ranixalinae(下分 3 个属)、Tomopterninae(下分 1 个属和 2 个亚属)。并把 Boulenger(1920)蛙属中的 *Tomopterna* 亚属升为属级进而构成 Tomopterninae 亚科,还把蛙属中的 *Pyxicephalus* 和 *Aubria* 两个亚属都升为属级,进而构成 Pyxicephalinae 亚科,把 *Ptychadena* 和 *Hildebrandtia* 两个亚属都升为属级而归入 Ptychadeninae 亚科;把 *Discodeles* 亚属、蛙亚属中的六指蛙群 *Ranae hexadactylae*、*Ranae tigrinae*、新几内亚蛙群 *Ranae grunniens* 和 *Ranae kuhlianae* 共 4 个群归入 Dicroglossinae 亚科;把 *Hylorana*、*Nanorana*、蛙亚属中的棘蛙群 *Ranae liebighianae*、*Ranae typicae* 和 马拉巴尔蛙群 *Ranae malabaricae* 共 3 个群保留于蛙亚科。Dubois(1992)的蛙科分类系统基本上与费梁等(1990)相近,其不同点是他将 *Altirana*、陆蛙属 *Fejervarya*、*Glandirana*、*Feirana*、*Hylarana*、*Limnonectes*、*Odorrana*、*Pelophylax*、*Pseudorana*、*Rugosa* 等属均作为 *Rana* 的亚属。Dubois(1992)的以上分类改变,Inger(1996)、Emerson and Berrigan(1993)曾提出不赞同意见。

(25) 费梁等(2009)《中国动物志·两栖纲》(下卷)一书记载中国蛙科分为 4 个亚科 Raninae, Dicroglossinae, Amolopinae, Occidozyginae, 20 属(含 5 亚属)124 种。

近 10 多年来,费梁等(1990,1999,2005)的蛙科分类系统已得到较多学者的研究结果所支持和采用,如樊龙锁等(1998),张玉霞(2000),江建平等(2001),Jiang et al.(2005), Chen et al.(2005);李树深(2007),Che et al.(2007),Ngo et al.(2006),Frost(2007,2008,2009),赵文阁等(2008),Wiens et al.(2009)等。但也有不赞同意见,如赵尔宓(1994),赵尔宓等(2000)等。

从以上各学者的研究可见,蛙科动物的分类地位已有大的变化,特别是 20 世纪 80 年代以来,广义蛙属 *Rana* 动物的分类引起了较多学者的关注,已被不同学者先后分为多个亚属、属或亚科(见表 1)。

表 1 中国蛙科各亚科、属(亚属)的分类变动

Table 1 Taxonomic change of the subfamilies and genera, subgenera in the family Ranidae from China

刘承钊和胡淑琴, 1961	Dubois, 1981	Frost, 1985	Dubois, 1986	1. 费梁等, 1990	Dubois, 1992	1. 费梁, 1999	1. Frost, 2004
				2. 叶昌媛等, 1993		2. 费梁等, 2005	2. Frost, 2007
Ranidae	Ranidae: Raninae	Ranidae	Ranidae: Raninae	Ranidae: Raninae	Ranidae: Raninae	Ranidae: Raninae	1. Ranidae 2. Raninae
					Dicroglossinae	Dicroglossinae	2. Dicroglossinae
<i>Altirana</i> , <i>Nanorana</i>	<i>Altirana</i> , <i>Nanorana</i>	<i>Altirana</i> , <i>Nanorana</i>		<i>Altirana</i> , <i>Nanorana</i>	<i>Nanorana</i> , (<i>Nanorana</i>) (<i>Altirana</i>)	<i>Nanorana</i>	1. <i>Nanorana</i> 2. <i>Nanorana</i>
<i>Rana</i> : <i>Tigrinae</i> <i>R. limnocharis</i>		<i>Rana</i> (<i>Euphlyctis</i>)	<i>Limnonectes</i> (<i>Fejervarya</i>)	<i>Euphlyctis</i>	<i>Limnonectes</i> (<i>Fejervarya</i> .)	<i>Fejervarya</i> .	1. <i>Fejervarya</i> 2. <i>Fejervarya</i>
				<i>Glandirana</i>	<i>Rana</i> (<i>Glandirana</i>)	<i>Glandirana</i>	2. <i>Glandirana</i>

<i>Rana</i> : Tigrinae, <i>R. rugulosa</i>			<i>Limnonectes</i> (<i>Hoplobatrachus</i>)	1. <i>Tigrina</i> 2. <i>Hoplobatrachus</i>	<i>Hoplobatrachus</i>	<i>Hoplobatrachus</i>	1. <i>Hoplobatrachus</i> 2. <i>Hoplobatrachus</i>
<i>Rana</i> : Spinosaee, <i>R. quadranus</i>				<i>Paa</i> (<i>Quadrana</i>)	<i>Chaparana</i> (<i>Feirana</i>)	1. <i>Paa</i> (<i>Feirana</i>) 2. <i>Feirana</i>	2. <i>Nanorana</i>
<i>Rana</i> : Graciles <i>R. guentheri</i> <i>R. adeno-pleura</i> <i>Rana</i> : Erythraeae <i>R. taipehensis</i>	<i>Hylarana</i>	<i>Rana</i> (<i>Hylarana</i>)	<i>Rana</i> (<i>Hylarana</i>)	<i>Hylarana</i> (<i>Hylarana</i>) (<i>Tenuirana</i>)	<i>Rana</i> (<i>Sylvirana</i>) (<i>Nidiarana</i>) (<i>Hylarana</i>)	1. <i>Hylarana</i> (<i>Hylarana</i>) 2. (<i>Nidiarana</i>) (<i>Tenuirana</i>)	1. <i>Rana</i> 2. <i>Hylarana</i>
<i>Rana</i> : Kuhlinae, <i>R. kuhlii</i>	<i>Limnonectes</i>	<i>Rana</i> (<i>Limnonectes</i>)		<i>Limnonectes</i>	<i>Limnonectes</i> (<i>Limnonectes</i>)	<i>Limnonectes</i>	1. <i>Limnonectes</i> 2. <i>Limnonectes</i>
			<i>Ingerana</i> (<i>Liurana</i>)	<i>Platymantis</i>	<i>Ingerana</i> (<i>Liurana</i>)	<i>Liurana</i>	1. <i>Ingerana</i> 2. <i>Ingerana</i>
<i>Rana</i> : Luctuosae, <i>R. schmackeri</i> 等				<i>Odorrana</i>	<i>Rana</i> (<i>Odorrana</i>)	2. <i>Odorrana</i> (<i>Odorrana</i>) (<i>Bamburana</i>)	1. <i>Rana</i> 2. <i>Odorrana</i>
<i>Rana</i> : Spinosaee, <i>R. spinosa</i> 等	<i>Paa</i>	<i>Rana</i> (<i>Paa</i>)	<i>Rana</i> (<i>Paa</i>)	<i>Paa</i>	<i>Paa</i> (<i>Paa</i>)	<i>Paa</i>	1. <i>Paa</i> 2. <i>Nanorana</i>
<i>Rana</i> : Typicae <i>R. nigromaculata</i>				<i>Pelophylax</i>	<i>Rana</i> (<i>Pelophylax</i>)	<i>Pelophylax</i>	1. <i>Rana</i> 2. <i>Pelophylax</i>
				<i>Pseudorana</i>	<i>Rana</i> (<i>Pseudorana</i>)	<i>Pseudorana</i>	2. <i>Pseudorana</i>
<i>Rana</i> : Temporariae <i>R. chensinensis</i> 等	<i>Rana</i>	<i>Rana</i> (<i>Rana</i>)	<i>Rana</i> (<i>Rana</i>)	1. <i>Rana</i> 2. <i>Rana</i>	<i>Rana</i> (<i>Rana</i>)	1. <i>Rana</i> 2. <i>Rana</i>	1. <i>Rana</i> 2. <i>Rana</i>

续表 1

<i>Rana:</i>				<i>Rugosa</i>	<i>Rana</i>	<i>Rugosa</i>	1. <i>Rana</i>
<i>Tigrinae</i>					(<i>Rugosa</i>)		2. <i>Glandirana</i>
<i>Rana</i>							
<i>rugosa</i>							
<i>Rana</i>				<i>Paa</i>	<i>Chaparana</i>	1. <i>Paa</i> (<i>Un-</i>	1. <i>Chaparana</i>
<i>Rana unculuanus</i>				(<i>Unculuana</i>)	(<i>Chaparana</i>)	<i>culuana</i>)	2. <i>Nanorana</i>
							2. <i>Unculuana</i>
				<i>Amolopinae</i>		<i>Amolopinae</i>	
<i>Amolops</i>	<i>Amolops</i>	<i>Amolops</i>	<i>Amolops</i>	<i>Amolops</i>	<i>Amolops</i>	<i>Amolops</i>	<i>Amolops</i>
						2. <i>Pseudoa-</i>	2. <i>Pseudoa-</i>
						<i>molops</i>	<i>molops</i>
				<i>Occidozyginae</i>		<i>Occidozyginae</i>	2. <i>Occidozy-</i>
							<i>ginae</i>
<i>Occidozyga</i>	<i>Occid-</i>	<i>Occidozyga</i>	<i>Occidozyga</i>	<i>Occidozyga</i>	<i>Occidozyga</i>	<i>Occidozyga</i>	<i>Occidozyga</i>
<i>O. lima</i>	<i>ozyga</i>						
<i>O. mantensi</i>			<i>Phrynoglossus</i>	<i>Occidozyga</i>	<i>Phrynoglos-</i>	1. <i>Occidozyga</i>	2. <i>Occidozyga</i>
					<i>sus</i>	2. <i>Phryno-</i>	
						<i>glossus</i>	

注:本表内科、亚科,真蛙类,水蛙类和群(group)的名称为正体;属和亚属学名为斜体;有括号者是亚属。

2 分子系统学研究进展

根据 Hillis et al. (1996)关于分子系统学的定义,其研究所依据的信息包括三个方面:染色体信息、蛋白多态性信息和 DNA(RNA)信息。在此,主要介绍应用 DNA(RNA)信息开展分子系统学研究的进展。

由于蛙科系统关系复杂,形态系统学的研究似不能满足其发展需要,对其开展分子系统学研究已是必须的。近几年来,蛙科的分类和系统关系受到学术界的广泛关注,不少国内外学者采用分子系统学研究方法,进行 DNA 序列分析在蛙科的系统分类方面已取得较大进展,不仅证明了大多数的形态系统学研究结果的科学性,同时完善了其中的一些不足;也发现了一些有待解决的问题。

2.1 亚科与科级单元的研究

Marmayou et al. (2000)采用 12S mtDNA 序列对蛙科的 4 个亚科的 28 种进行了系统关系分析,其结果表明浮蛙属 *Occidozyga* 和蟾舌蛙属 *Phrynoglossus* 聚为一支而最先与蛙科的其他类群分开。这一结果支持费梁等(1990:168)建立的浮蛙亚科,并表明树蛙科应为蛙科的一个亚科。Kosuch et al. (2001)的研究结果与上述相近。

江建平等(2001)和 Jiang and Zhou(2005)对中国蛙科系统学研究结果表明,中国的蛙科可以分为 2 个亚科,即蛙亚科和叉舌蛙亚科,不支持湍蛙亚科为亚科级。该研究没有浮蛙亚科材料。Che et al. (2007)的研究结果与上述类似。

Roelants et al. (2004)依据 Dubois(1992)的分类系统,对蛙科(包括树蛙科 Rhacophoridae)11 个亚科、43 属(亚属)60 种进行了分子系统发育分析(见图 3),其结果表明树蛙科