

蛇蛙研究丛书十八

辽宁蝌蚪研究

李丕鹏 廉 静 陆宇燕 著



蛇蛙研究丛书十八

辽宁蝌蚪研究

李丕鹏 廉 静 陆宇燕 著

沈阳师范大学特聘教授科研启动专项(2004-2010)

国家自然科学基金(No.30470206,30870276)

辽宁省优秀人才支持计划项目(2008-2010)

辽宁省高校科研计划项目(2008-2010)

科学出版社

北 京

内 容 简 介

我国辽宁省自然地理环境较为复杂,境内河流和湿地纵横而繁多,分布有两栖动物6科8属15种。鉴于国内对无尾两栖类蝌蚪的研究时间短和专门深入研究少的实际,本书作者以近年来在辽宁各地采集的蝌蚪标本和室内研究资料为基础,系统整理撰写成《辽宁蝌蚪研究》一书。

本书共分四章,概述了蝌蚪的研究历史和现状,详细描述了辽宁省12种蝌蚪的外形、口部及口腔的形态结构特征,分析了其进化和生态形态学特点。为便于两栖动物资源调查和种群监测,进行保育研究,还专门介绍了蝌蚪采集固定技术及蝌蚪量度和口部及口腔形态描述语与研究方法。

本书可供两栖爬行动物研究部门和人员,高等学校生物学相关专业师生及从事野生动物保护的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

辽宁蝌蚪研究/李丕鹏,廉静,陆宇燕著. —北京:科学出版社, 2011

(蛇蛙研究丛书:18)

ISBN 978-7-03-029876-8

I. ①辽… II. ①李…②廉…③陆… III. ①蝌蚪—研究—辽宁省 IV. ①Q959.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第263357号

责任编辑:侯沈生 / 责任校对:袁海滨

责任印制:李延宝 / 封面设计:汤志海

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丹东印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年5月第 版 开本:B5(720×1000)

2011年5月第一次印刷 印张:9

印数:1-2 000 字数:141 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

序 一

最古老的脊椎动物是圆口鱼类和鱼类，起源于水中，它们繁衍出来的形形色色后裔至今仍保持在水环境中生活。3.5 亿年前的泥盆纪时期，淡水生活中被称为“总鳍鱼类”的一支，由于它们生活的某些淡水水域逐渐变干，其中的总鳍鱼类不得不在干涸的环境中爬行。它们的后裔长期适应这一新的生活方式的结果，其胸鳍和腹鳍逐渐发达有力，经过亿万年的进化发展，最终演变成适应陆地生活的四肢，以及其它一些器官、系统的变化发展，于是出现了原始两栖动物的祖先。

现生两栖动物的个体生活史，可以反映出它们祖先进化发展的过程。如蛙类的卵产在水环境里，孵化出能在水内游泳觅食的蝌蚪（幼体）。蝌蚪长出后肢和前肢，尾也逐渐萎缩吸收而消失，以及内部器官的一系列变化，最终形成能上陆生活的蛙（成体）。

我国蛙类现已知近三百种，它们的幼体蝌蚪也是形形色色，千姿百态。我曾将加拿大专家 Wassersag 教授赠送我的关于蝌蚪研究论文转赠给李丕鹏和陆宇燕教授，激起了他们研究蝌蚪的兴趣，在沈阳师范大学的支持下，他们到全国 20 多个省、市、自治区收集蝌蚪及其生物学资料。今天，我很高兴地看到他们已完成《辽宁蝌蚪研究》一书的原稿。

在本书中，作者不仅对辽宁省蛙类蝌蚪的外部形态、口器及口咽腔形态结构进行了全面描述，并对系统发生做了初步分析。此书图文



并茂，对蝌蚪基础研究具有指导意义，也为两栖动物保护中的种群监测和物种分布调查指明了方向。因此，应作者之邀，我乐于为之作序。

2010年10月21日

赵尔宓，中国科学院院士，中国科学院成都生物研究所研究员，从事两栖爬行动物分类学研究。曾参加“青藏高原综合科学考察”，“横断山综合科学考察”，和“西藏南迦巴瓦峰登山科学考察”等项目，并到川、陕、黔、琼、皖、新、甘、青、辽等十余省（区）调查，已发表两栖爬行动物新种34种和新属2个，发表论文160余篇，主编或参加编写专著、论文集、工具书等共30余种，其中与美国K. Adler教授合作编写的英文版《Herpetology of China（中国两栖爬行动物学）》（1993）在世界范围内被广泛应用并获得高度评价。

1988年获中国科学院竺可桢野外科学工作奖；1988-1997年当选第七、八两届全国人民代表大会代表；1999年当选全国归侨侨眷先进个人；2002年被授予四川省第四次民族团结进步模范个人。现任国际生物多样性计划中国国家委员会科学咨询委员会委员，《中国动物志》编辑委员会委员，《四川动物》和《Asian Herpetological Research》杂志名誉主编。

赵尔宓在国际学术界有很高的声誉。1983年应邀担任世界两栖爬行动物学大会执行委员；1987年应美国美中学术交流委员会邀请到康乃尔大学作高级访问教授；1988年当选美国Sigma Xi自然科学荣誉学会会员（终身）；1989年当选美国加州科学院荣誉院士（终身）；1989年获英国皇家学会资助赴英参加首次世界两栖爬行动物学大会，并应邀作大会报告（共10人之一），会后当选连任大会第二届执行委员；1991年应邀担任美国Berkeley加州大学客座教授；1991-2000年担任IUCN/SSC中国两栖爬行动物专家组第一至三届主席；2003年当选美国两栖爬行动物学家联盟（HL）荣誉会员（终身）。

（摘编自中国科学院成都生物研究所网站院士专家介绍栏 <http://www.cib.cas.cn/yjdw/yszj/>）

序 二

今年（2010）元月，英國《自然》雜誌（Nature）刊出一篇論文，為兩生類的演化投下一顆震撼彈，把四足類動物的登陸時間比往昔所推估的時間再往前推移了六千萬年，波蘭的科學家在三億九千萬年前的地層上發現了清晰的足跡，理所當然是已登陸生活的兩生類祖先所留下的，或許就是魚石螈。

兩生類之所以為兩生類，是以現生物種的生活史來說明的。現生的兩生類具有獨特的幼體期，多數能在水中獨立生活，經變態之後登上陸地生活。這樣的生活史型態，是否在魚石螈及其往後的古老後裔也皆如此？因為鮮少有化石遺跡可印證，兩生類何時有二階段的生活史實難推斷。然而，至少在中國這塊土地上，在晚侏羅紀的道虎溝化石層中，出現了蝌蚪化石（可能只是印痕）以及有尾類的幼體化石（或許是幼態持續現象的古代例證），發現這些屬於熱河生物群的位置就在遼寧境內。

兩生類的幼體和成體的呼吸方式、行動、捕食方式與食物種類完全不一樣，幼體與成體使用二套獨立的資源，基本上不會互相競爭。蛙類是陸生的肉食動物，而蝌蚪則大多為植食性，蝌蚪有些特化的形質並沒保留在成蛙上，意味著同一物種的不同時期得適應不同的環境變化，兩者所面臨的自然選擇壓力迥異。這樣的生活史在漫漫的演化路途上，究竟有什麼自然選擇上的優勢？實難一語道盡。然而，就現在所知，蝌蚪的生命型式與生活方式，比起蛙類複雜多了。例如，同樣生活在同一條溪流裏，能適應激流的蝌蚪當中，有的配備著腹部吸盤，或具有多數的唇齒列，可吸附在岩石表面上而不會被急流沖走；



急流蝌蚪多有流線型的體態和強力的尾肌；甚至在溪流靜水域覓食漂浮粒子的蝌蚪，除了口盤長在頭頂上且呈漏斗狀，也有流線型的體態和強力的尾肌，蝌蚪的形態與生態是那麼深具相關性。反之，這些奇形怪狀的蝌蚪形態也反應出一條溪流有不同的微棲境，以致於能提供諸多不同的蝌蚪各自開發自己所需的資源，在自己的生態職位上存在著。從這兒，我們就必須衍生一個思維，保持自然環境的多樣，就是維護生物多樣性的根本。

我們常聽說，某種蛙類莫名其妙就消失了。長久以來，科學界對蝌蚪的瞭解遠不如蛙；換言之，對於兩生類的研究瞭解，其實只是「半知半解」，難怪某種蛙在不明的狀況下就消失了。當知道李教授要出版「遼寧蝌蚪研究」一書時，我就非常欣慰，亦極力給予鼓舞，因為全世界對蝌蚪的知識仍然在奮力開發與積累當中，瞭解本地蝌蚪的點點滴滴，一來可喂入饑渴的全球蝌蚪資料庫當中，二來可增進瞭解本地蝌蚪群落生態的重要基礎資料，三來這將是地方物種保育無可取代的重要工作。期盼讀者在捧閱此書之時，心中也有這樣的思想格局，共同為兩生類的保育而努力。

周文豪

识于台中 2010 年 5 月

周文豪 (Chou Wen-Hao)，动物学博士，两栖爬行动物学家，台湾自然科学博物馆动物学组研究员、学术副馆长兼代馆长，东海大学兼任教授，台北艺术大学暨自然科学博物馆博物馆研究所合聘教授，“人与自然”丛书主编，主要从事博物馆搜藏管理、民族动物学、地方志与动物学、两栖爬行动物的生态与演化等方面研究，著有《Tadpoles of Taiwan》(台湾的蝌蚪)、《凤凰谷的爬虫类图说》和《自然科学博物馆之搜藏经营与管理》等著作，其中《台湾的蝌蚪》已成为全世界研究蝌蚪的重要参考文献之一。

致 谢

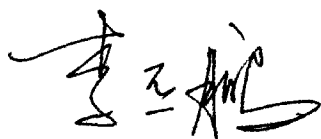
《中国蝌蚪研究》项目“东北和环渤海部分”的完成和本书的出版，得到了多方面的关心、鼓励、支持和帮助。

感谢沈阳师范大学、国家自然科学基金委员会、辽宁省科技厅和教育厅等的支持和资助。

感谢台湾自然科学博物馆代馆长周文豪研究员惠赠专著《Tadpoles of Taiwan》，在百忙中阅读本书初稿并为之作序。感谢中国科学院院士、成都生物研究所研究员赵尔宓先生转赠加拿大 Wassersag 关于蝌蚪的研究论文，并为本书作序。感谢中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物研究室主任王跃招研究员、李成博士和赵蕙副研究员等惠赠重要文献或提供帮助。感谢蝌蚪研究领域的前辈学者，他们开拓性的研究为我们的工作提供了丰富的参考文献。

感谢我实验室同事和研究生周正彦、董丙君、王晶琦、于凤兰、王丽、周兵、邵帅和米世阳，以及鲁东大学生命科学学院刘新海同志和崔希芝同学和我的儿子李昂，他们参与了本项目的部分野外或个别物种的前期室内工作。

此外，本工作的完成还得到了国内外一些同行和好友的诸多帮助，再次深表感意！

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to the author, Li Jie. The characters are fluid and connected, with a prominent '李' (Li) on the left and '杰' (Jie) on the right.

2010 年 10 月 26 日

前 言

蝌蚪是两栖动物生长发育过程中一个重要的阶段，也是脊椎动物中唯一与成体在形态结构和生命活动等方面有着显著不同的一种生命形式。大约有四分之三的两栖动物在其发育的一定阶段都具有自由生活的蝌蚪这一特殊发育时期。蝌蚪不仅对研究两栖动物分类和系统演化具有重要价值，而且还是发育生物学研究的重要对象，更是环境监测和两栖动物资源调查等方面的指示对象。因此，对蝌蚪的研究历来受到生物学家的重视，国外对蝌蚪的研究文献浩如烟海。但我国在这方面的研究则历史较短，涉及领域较局限。

蝌蚪的外部形态、口部和口腔结构是两栖动物分类学、进化与生态形态学以及种群监测等学科的重要内容，虽然研究历史悠久，但却方兴未艾，国际动物分类学方面的刊物——《Zootaxa》每年都有数十篇这方面的研究论著。在全球性两栖动物种群处于严重衰减的今天，开展蝌蚪的生态形态学和多样性研究显得尤为重要。

鉴于此，我们成立了《中国蝌蚪研究》项目组。近年来多方收集研究资料，采集实验材料，完成了区域性的研究工作。现将对辽宁蝌蚪的形态学研究结集成册，奉献给大家。辽宁省位于中国东北地区的南部，南邻黄海和渤海，周边由西经北向东分别与河北省、内蒙古自治区、吉林省交界，并以鸭绿江与北朝鲜隔江相望。辽宁省是东北地区两栖爬行动物多样性最为丰富的省份，分布有无尾两栖动物5科7属12种，其中既有广布种，如中华蟾蜍、花背蟾蜍和黑斑侧褶蛙等，也有在中国只分布于东北或者辽宁的史氏蟾蜍、东北粗皮蛙和桓仁林蛙等。

《辽宁蝌蚪研究》主要涉及蝌蚪外形、口部和口腔的形态结构的描述，以及进化与生态形态学的简要分析。为了便于读者对蝌蚪研究的历史及对本书中蝌蚪形态结构及其术语的了解，在第一章中专门介绍了有关内容。为了便于读者研究和比较分析，专门列一章介绍了蝌蚪的采集固定和研究技术等，比较详细的介绍了蝌蚪量度和口部形态描述术语及方法。为了使得本研究在本地两栖动物资源调查、种群动态监测、珍稀濒危物种保育和研究中发挥更好的作用，特编制了蝌蚪检索表，供实际应用参考。



本书第二、三章为主体内容，详细描述了辽宁省 12 种蝌蚪的外形、口部及口腔的形态结构等，并辅之以精美的线描示意图；分析总结了蝌蚪的进化 - 形态学和生态 - 形态学特征。

此外，由于两栖动物的分类系统近 20 年来一直处于修订和完善之中，尤其是在科、属分类介元上更是“百花齐放百家争鸣”。为了便于众多读者阅读和使用，我们在科、属、种名称等方面以《中国动物志 - 两栖纲》所记载为据。蝌蚪唇齿式的表述以北美学者通用的为主，同时附列《中国动物志 - 两栖纲》所采用的表达式，这样既兼顾了与《志》书的统一，也利用了北美的表达式在唇齿行表述上的简洁便利之优点。凡此种种，只是希望能给读者提供更明了的阅读条件。

本书如能达到周文豪先生在《序》中之期盼，为全球蝌蚪数据库提供数据，增进对辽宁本地蝌蚪种群生态的基础数据，为辽宁蛙类保护工作添砖加瓦，那就是对我几多通宵达旦辛劳的慰藉。

由于国内尚无蝌蚪口腔方面的中文专门论著，加之本人学识有限，虽几易其稿，但不当之处和谬误在所难免，敬请读者指正。

2010 年 6 月 3 日

目 录

序一	iii
序二	v
致谢	vii
前言	viii
第一章 绪论	1
1.1 欧美学者对蝌蚪的科学研究历史	1
1.1.1 对蝌蚪的科学认识	1
1.1.2 蝌蚪形态结构的进化与生态适应研究	2
1.1.3 蝌蚪的整合生物学研究	4
1.1.4 蝌蚪在分类鉴定、保护与监测中的作用	4
1.2 中国人对蝌蚪的认识和科学研究概况	5
1.2.1 古人对蝌蚪的认识——蝌蚪的名号	5
1.2.2 蝌蚪的药用价值	5
1.2.3 中国学者对蝌蚪的科学研究概况	6
1.3 蝌蚪的个体发育与形态结构	7
1.3.1 蝌蚪的个体发育与分期	7
1.3.2 蝌蚪的形态结构	8
1.4 辽宁自然和蝌蚪研究概况	13
1.4.1 自然概况	13
1.4.2 无尾两栖动物多样性特点及分布	14
1.4.3 辽宁蝌蚪的研究概况	15
第二章 辽宁蝌蚪的种群与分布和形态结构	16
2.1 铃蟾科 (BOMBINATORIDAE)	16
2.1.1 东方铃蟾 <i>Bombina orientalis</i> (Boulenger, 1890) 蝌蚪	16
2.2 蟾蜍科 (BUFONIDAE)	19
2.2.1 中华蟾蜍 <i>Bufo gargarizans</i> Cantor, 1842 蝌蚪	19
2.2.2 花背蟾蜍 <i>Bufo raddei</i> Strauch, 1876 蝌蚪	22
2.2.3 史氏蟾蜍 <i>Bufo stejnegeri</i> Schmidt, 1931 蝌蚪	25
2.3 雨蛙科 (HYLIDAE)	29
2.3.1 东北雨蛙 <i>Hyla ussuriensis</i> Nikolsky, 1918 蝌蚪	29



2.4 姬蛙科 (MICROHYLIDAE)	32
2.4.1 北方狭口蛙 <i>Kaloula borealis</i> (Barbour, 1908) 蝌蚪	32
2.5 蛙科 RANIDAE	35
2.5.1 黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax nigromaculatus</i> (Hallowell, 1861) 蝌蚪	35
2.5.2 金线侧褶蛙 <i>Pelophylax plancyi</i> (Lataste, 1880) 蝌蚪	38
2.5.3 黑龙江林蛙 <i>Rana amurensis</i> Boulenger, 1886 蝌蚪	41
2.5.4 东北林蛙 <i>Rana dybowskii</i> Günther, 1876 蝌蚪	44
2.5.5 桓仁林蛙 <i>Rana huanrenensis</i> Liu, Zhang and Li, 1993* 蝌蚪	48
2.5.6 东北粗皮蛙 <i>Rugosa emeljanovi</i> (Nikolskyi, 1913) 蝌蚪	51
第三章 辽宁蝌蚪的进化与生态形态学分析	55
3.1 多样性特点与分类和系统发育关系	55
3.1.1 形态结构的一致性	55
3.1.2 分类特征	56
3.1.3 口腔内部形态结构的特征	62
3.1.4 聚类分析及系统发育探讨	66
3.2 蝌蚪的生态适应	68
3.2.1 生态适应	69
3.2.2 生态形态类型	70
第四章 蝌蚪的采集、固定和研究方法	72
4.1 蝌蚪的采集与固定	72
4.1.1 蝌蚪的采集	72
4.1.2 蝌蚪的固定	72
4.1.3 蝌蚪的携带与饲养	74
4.2 研究技术和方法	74
4.2.1 研究技术	74
4.2.2 测量标准及描述用语	77
4.3 辽宁蝌蚪的采集	84
参考文献	85
彩色图版	92
索引	97
附录 辽宁蝌蚪检索表	98
蛇蛙研究丛书	99
后记	100

第一章 绪 论

蝌蚪在不同语言中有着不同的名字, 英语中最常用的为 Tadpole (音译成汉语为泰婆), 由 tadde—toad (蟾蜍) 和 pol—head (头) 组合而成, 意为蟾蜍的头。但也有 polliwog、pollywog、polliwig、polwig、purwiggy、pollywigggle、polliwiggle、polwiggle 和 porwiggle 之称, 由 pol—head 和 wiglen—to wiggle (摆动) 组合而成, 意为摆动的头。希伯来语为 טאדפול , 阿拉伯语为 الشرغوف, 德语为 Kaulquappe, 法语为 têtard, 俄语为 Головастик, 意大利语为 Girino, 日语为 おたまじゃくし, 韩语为 올챙이……

1.1 欧美学者对蝌蚪的科学研究历史

蝌蚪是无尾两栖类动物个体发育过程中的一个重要阶段, 绝大部分自由生活的蝌蚪具有一系列适应水环境的形态特征, 与成体截然不同。自由生活的蝌蚪 (在本书以后章节, 为了表述的简便, 一概称为“蝌蚪”), 易于寻觅和采集, 是野外调查无尾两栖动物多样性、环境毒理、种群动态变化和环境监测等工作的上乘对象。蝌蚪的形态结构不仅能够确定无尾类的系统发育关系, 而且反映了与生活习性相适应的特点, 在两栖类分类学和系统学、发育生物学、环境毒理学、保护生物学和生态学等研究领域具有重要作用。

对蝌蚪的科学研究, 始于欧洲学者, 后多由北美学者得以发扬光大。McDiarmid 和 Altig 在《Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae》一书的绪论中对蝌蚪的研究历史作了回顾。在此, 主要根据他们的总结, 作一概述。

1.1.1 对蝌蚪的科学认识

对蝌蚪的科学研究, 始于文艺复兴之后的 17 世纪末期和 18 世纪早期生物学作为一门科学出现之时的欧洲。18 世纪中叶, Jan Swammerdam (1737 – 1738) 在其著作中最先描述并绘制了蝌蚪口部的形态结构。此时, 正是影响生物分类学至今的林奈专著《自然系统 (Systema Naturae)》正式出版之际。Rösel von Rosenhof (1753 – 1758) 发表了在欧洲蛙类研究上具有重要历史意义的成果, 他第一次描绘了几种欧洲蛙 (重点是 *Rana esculenta* *) 从卵到成体的发育过程的系列图。但

* 现在归隶 *Pelophylax* 属, 认为是 *Pelophylax lessonae* 和 *Pelophylax ridibundus* 的杂交体 (Frost, 2009)



是,此后几乎一个世纪,对两栖动物的研究集中在成体方面,而对蝌蚪则再无报导。直到1831年, Saint - Ange 再次描述了蝌蚪的口部,以及1834年 Dugès 在进行两栖动物骨骼肌肉的比较研究中描述并部分的绘制了蝌蚪的口部形态, Vogt (1842) 对蝌蚪唇齿和角质颌的发育进行了组织学研究。Van Bambeke (1863) 首先将包括口部在内的蝌蚪的主要特点作为分类特征,并第一次注意到欧洲蛙类不同种间蝌蚪的差异。从此开始,对欧洲蛙类的蝌蚪研究不断增多。其中 Leydig (1876) 对蝌蚪口部的结构变化作了研究, Lataste (1879) 研究了 *Discoglossus pictus* 蝌蚪的唇齿结构。1888年, Keiffer 和 Schulze 分别讨论了 *Alytes obstetricans* 和 *Pelobates fuscus* 蝌蚪唇齿的发育和分布。Gutzeit (1898) 扩展了这些比较研究,并对角质颌的发育进行了专门论述。Héron - Royer 和 Van Bambeke (1881, 1889) 描述并比较了22种蛙蝌蚪口部的结构和形成,并在 Van Bambeke 早期工作的基础上,他们认识到蝌蚪的一些显著的形态学特征可用于区分不同种类的蝌蚪,指出蝌蚪的这些特征还可用于属和科分类阶元上。Boulenger (1892) 认识到蝌蚪的分类价值,编制了用蝌蚪特征进行物种鉴别的大纲。他确证并扩展了早期的研究结论,进一步肯定了出水孔位置和肛管在区分不同类群中的价值,讨论了诸如色斑等在物种描述中的价值,并首先提出了一种唇齿式 (labial tooth row formula) 的表达式,讨论了侧线系统的神经丘 (neuromast) 在物种鉴别特征中的相对价值,编制了欧洲10种无尾类蝌蚪的检索表^{**}。Boulenger 这一工作对后来的蝌蚪研究具有重要的影响。

几乎与 Héron - Royer 和 Van Bambeke 同时,新大陆的学者 Mary Hinckley (1880) 也开始对马萨诸塞州的蝌蚪进行研究。她不仅描述了7种蝌蚪的口部,而且紧接着开始了两种其它蛙蝌蚪的发育研究 (Hinckley, 1882, 1884)。A. H. Wright (1914, 1932) 发表了对纽约和乔治亚无尾类蝌蚪的详细描述、蝌蚪照片和口部线描图。1929年,他描述、绘图并制订了美国东部和南部38种蝌蚪的检索表。此后,Orton 和 Altig 等对美国、加拿大和墨西哥的蝌蚪进行了系统的研究,编制了检索表 (Orton, 1952; Altig, 1970, 1987; Altig et al., 1998)。

1.1.2 蝌蚪形态结构的进化与生态适应研究

从时空 (进化与生态适应) 角度对蝌蚪形态特征的研究不仅可以追溯到100多年以前,而且也是目前的研究热点之一 (Pugener et al., 2003; Bell and Wassersurg, 2003; Echeverría, 2003; Peter et al., 2003)。Lataste (1879) 根据蝌蚪出水孔的特点建立了超科 (如 Mediogyrinidae [腹中出水孔, midventral spiracle] 和 Laevogyrinidae [左侧出水孔, sinistral spiracle])。20世纪早期,著名两栖动物学

^{**} Boulenger 当时记述了19种欧洲蛙类蝌蚪,现在认为其涉及欧洲15种和非洲2种蛙。

家、影响两栖动物研究半个多世纪的经典名著《Biology of Amphibia》(1931)的作者——Noble 对蝌蚪形态特征的分类价值和种、属关系等进行了探讨,并讨论了蝌蚪的适应性形态类型与不同水生生境的关系。他认为蝌蚪的一些形态特征(如肛管的位置,唇齿行的增多等)在确定系统关系上不是非常有用。

在这方面,影响蝌蚪研究至今最重要的工作来自美国学者 Grace L. Orton。她根据蝌蚪口部形态结构特点和出水口位置等特征,将大约 600 种无尾类的蝌蚪归为四种类型(Orton, 1953),现一般称为蝌蚪的 Ortan 类型(Ortan types)。第一种类型(Type I)的特点是:无唇齿和角质颌,有 1 对出水孔。有些个体在嘴边带有简单的触须,嘴呈细长的裂口,仅分布于南美洲。第二种类型(Type II)和第一种有类似之处,即无唇齿和角质颌,但出水孔仅 1 个,位于肛管前腹中部。第三种类型(Type III)的特点是有唇齿和角质颌,出水孔 1 个,位于胸部。第四种类型(Type IV)和第三种的相似之处是也有唇齿、角质颌和 1 个出水孔,所不同之处是出水孔位于体左侧。她进一步在 Noble 观点的基础上,提出相似环境下不同类群的蝌蚪出现趋同性(Ortan, 1957)。在此基础上,Starrett (1973)从分类学角度将这 4 种蝌蚪类型分别定名为无唇齿双孔型无尾类(Type I, Xenanura)、无唇齿腹孔型无尾类(Type II, Scoptanura)、有唇齿腹孔型无尾类(Type III, Lemnanura)和有唇齿左孔型无尾类(Type IV, Acosmanura)。随后, Sokol (1975 - 1977)认为 Type III 和 IV 更接近于原始的无尾类蝌蚪类型,比 Type I 和 II 更原始, Type I 和 II 可能都由 Type IV 演化而来或者 Type I 和 II 分别由 Type III 和 IV 演化而来。Sokol 进一步针对 Ortan 和 Starrett 的蝌蚪类型提出了他称之为系统中性概念(Phyletically neutral terms)的假设:负子蟾类(对应 Type I, 无唇齿双孔型无尾类)、姬蛙类(Type II, 无唇齿腹孔型无尾类)、盘舌蟾类(对应 Type III, 有唇齿腹孔型无尾类)和蛙类(对应 Type IV, 有唇齿左孔型无尾类)。Altig 和 Johnston 在对自由生活的无尾类蝌蚪主要形态结构研究的基础上,从形态多样性的适应角度分析总结了蝌蚪发育模式、形态特征与栖息环境的关系(Altig and Johnston, 1987, 1989)。

上世纪后半叶以来,美国学者 Ronald Altig, Richard J. Wassersug, Robert F. Inger 等的研究工作极大地推动了这一领域的研究。Wassersug (1976, 1980) 和 Inger (1983, 1985) 关于蝌蚪外部形态和口腔内部形态特征的研究,揭示了无尾类蝌蚪口腔形态结构在不同类群、属和种间存在差异,具有显著的分类学和生态学意义,为澄清无尾类的一些分类学问题开辟了新的途径。Wassersug 的论著已经成为当今蝌蚪在这一领域研究的经典参考文献之一(Wassersug, 1976, 1980)。他还进一步对美国堪萨斯州 8 科 31 种蝌蚪的口内部结构进行描述,并结合功能、系统发育、进化和生态学等方面进行研究,探讨了蝌蚪口内部结构与水体和食性的密切关系(Wassersug, 1980)。Inger (1985) 应用扫描电镜等技术对婆罗洲森



林地分布的 5 科约 18 属 63 种蝌蚪外部形态和口内结构进行了深入研究。Wassersug 和 Heyer (1988) 对 Leptodactylid 科 34 属 52 种的蝌蚪进行了类似的研究。Grosjean (2005) 对黑带蛙 (*Rana nigrovittata*) 蝌蚪个体发育过程中外部形态变化和口腔结构变化进行详细比较研究, 探讨了蝌蚪形态特征在分类学和系统发育方面的价值。Haas (2003) 根据蝌蚪外部形态和口部结构以及繁殖方式等特征对无尾两栖动物的系统发育进行了支序分析, 探讨了蝌蚪这些特征在分类和系统发育研究中的重要性。

1.1.3 蝌蚪的整合生物学研究

两栖动物作为生活史中具有变态这一重要生物学现象的最高等动物, 对其蝌蚪及其变态的研究是动物生物学的一个重要内容。从上一世纪初开始, 伴随着内分泌学、免疫学、细胞生物学、生物化学、神经生物学等学科的发展, 欧美学者以蝌蚪为研究对象, 在生物学许多分支学科领域开展了大量的研究工作。美国学者 McDiarmid 和 Altig (1999) 从蝌蚪形态、解剖、发育、生理生化、行为、生态、进化和多样性等方面全面系统的总结了对蝌蚪的研究, 主编出版了专著 (*Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae*); 美国国家卫生研究院的华裔学者 Shi Yun ~ Bo (2000) 出版了两栖动物变态方面的专著 *《Amphibian Metamorphosis: From Morphology to Molecular Biology》*, 反映了一个世纪以来蝌蚪的整合生物学研究方面的发展历史和所取得的重要成果。

.....

1.1.4 蝌蚪在分类鉴定、保护与监测中的作用

蝌蚪已成为分类鉴定、环境毒理学、物种保护和环境污染的监测等领域的一个重要研究对象 (Cooke, 1972; Pfennig, 1992; McDiarmid and Altig, 1999; Jelaso et al., 2002; Jung et al, 2002; Nomura, 2003; Haas, 2003; Púgener et al, 2003; Vejarano et al, 2006; Kolenci et al, 2008; Hothem et al., 2010; Ossana et al., 2010)。

气候变化、栖息地破坏及破碎化、疾病传染和环境污染等已经造成了全球性两栖动物种群迅速衰减和物种绝灭 (Alford et al, 2007; Becker et al, 2007; Pounds et al, 2006)。两栖动物的衰减, 也严重影响着生态系统的结构与功能 (Whiles et al, 2006)。对两栖动物种群动态的监测已经成为环境监测和保护生物学研究等领域的重要内容 (Nelson and Graves, 2004; Buckley and Beebe, 2004)。蝌蚪是两栖动物生命史中的一个重要时期, 大约有四分之三的两栖动物在其发育的一定阶段都有蝌蚪这一特殊发育时期。蝌蚪作为环境监测指示对象, 具有对环境因子敏感, 易于采集和试验, 便于在形态学、生理生化、行为学和生态学等方

面进行观察研究等的优势。

近年来,对蝌蚪的形态特征的研究逐渐成为了两栖动物分类学、系统学和保护生物学的一种重要内容 (Chou and Lin, 1997; Haas, 2003; Púgener et al, 2003; Vejarano et al, 2006; Kolenci et al, 2008; 李丕鹏等, 2007)。动物分类学杂志《Zootaxa》每年都有数十篇与分类有关的蝌蚪外部形态和口腔内部结构的研究论文发表。

1.2 中国人对蝌蚪的认识和科学研究概况

我国古人对蝌蚪就有着深刻而朴素认知,不仅给蝌蚪起了五花八门的字号,而且对其医药价值的了解颇具一些科学性。

1.2.1 古人对蝌蚪的认识—蝌蚪的名号

蝌蚪在中国古籍中有着各种各样的形象的名称。如中国最早的一部解释词义的书《尔雅》中释义蝌蚪为蛞斗、活东;先秦古籍《山海经》中称蝌蚪为活师;晋朝人崔豹对古代和当时各类事物进行解说诠释的著作《古今注》将蝌蚪叫虾蟆子、玄鱼、玄针豹;唐代陈藏器在《本草拾遗》认蝌蚪为虾蟆儿。到了宋代,罗愿在《尔雅翼》给蝌蚪起了很有意思的名字:聒子、虾蟆台、虾蟆粘。我国伟大的医药学家,明朝的李时珍(1518-1593)在《本草纲目》进一步明确了蝌蚪的称谓:悬针、水仙子。在中国民间,至今还保留着将蝌蚪称为“蛤蟆鱼”的习惯。

此外,李时珍还进一步对(蟾蜍)蝌蚪的形态特征、生活习性和变态过程进行了观察和总结:蝌蚪生水中,蛤蟆、青蛙之子也。二三月蛙、蟆曳肠于水际草上,缠缴如索,日渐黑点渐深,至春水时,鸣以聒之,则蝌蚪皆出,谓之聒子,所谓“蛤蟆声抱”是矣。蝌蚪状如河豚,头圆,身上青黑色,始出有尾无足,稍大则足生尾脱。这真可谓中国有记载的对蝌蚪的科学认识。

1.2.2 蝌蚪的药用价值

蝌蚪具有重要的药用价值,古人对此也早有认识。一般笼统的认为蝌蚪具有清热解毒的功效,主治热毒疮肿等症,常外用(捣敷,或经埋藏化水后搽敷)。现代生物医学研究表明蟾蜍蝌蚪对食道癌具有良好的疗效,蝌蚪提取液具有一定的抗肿瘤作用(白经修等, 1995; 杨红梅等, 1999)。

唐代陈藏器(741)在《本草拾遗》记载:虾蟆儿生水中,有尾如鲈鱼。取青胡桃子上皮和为泥,染髭发一染不变。主火飙热疮及疥疮,并捣碎敷之。《本草纲目》记载:俗三月三日,皆取小蝌蚪以水香之,云不生疮,亦解毒治疮之意