

文章编号: 1674-5566(2010)03-0364-08

我国喀斯特洞穴鱼类研究进展

张晓杰, 代应贵

(贵州大学动物科学学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:我国喀斯特洞穴鱼类物种多样性极为丰富,到目前为止,我国已发现喀斯特典型洞穴鱼类48种。喀斯特洞穴鱼类研究是喀斯特洞穴生物学研究的重要组成部分。阐述了我国喀斯特洞穴鱼类的生态类型,其中以赵亚辉、张春光为代表的生态类型划分较为成熟,将喀斯特洞穴鱼类分为典型洞穴鱼类、非典型洞穴鱼类和偶入洞穴鱼类3种类型。总结了我国喀斯特洞穴鱼类具有种类多、类群集中、分布区域狭窄和种群数量少等特点;分析了我国喀斯特洞穴鱼类适应特殊的洞穴环境而演变形成的适应性特征,这些特征主要表现在视觉器官、侧线器官、头部结构、体表鳞片、鳍和体色等方面。最后,对我国喀斯特洞穴鱼类进行了科学价值和社会价值两方面的评价,并提出了合理开发利用和保护的建议。

关键词:喀斯特; 洞穴鱼类; 金线鲃属; 高原鳅属

中图分类号: Q 145 S932.4 **文献标识码:** A

Review for the studies on the Karst cave fishes in China

ZHANG Xiaojie DAI Yinggui

(College of Animal Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: A total of 48 species of fishes had been identified to live in the Karst cave in China so far. The concept and ecological types of the Karst cave fishes in China were elaborated in this paper. According to Yahuizhao and Chun-guang Zhang, the Karst cave fishes in China were divided into 3 ecological types respectively including typical cave fishes, atypical cave fishes and casual cave fishes. Also, the characteristics of Karst cave fishes in China were summarized, and the morphological characters of these fishes were analyzed. The Karst cave fishes in China belong only to 2 genera in cyprinidae but show high species diversity, and each of these fishes has a small population with a narrow distributional area in China. The Karst cave fishes in China were characterized by their special eyes, lateral line organs, fins, scales, body colour and organs on their head which were originated from their adaptation to the environment in the Karst cave. Finally, the scientific and social value of the Karst cave fishes in China were evaluated, and the strategy of utilization and protection of these species were discussed.

Key words: Karst cave fishes; *Sinocyclocheilus*; *Triplophysa*

收稿日期: 2009-08-16

基金项目: 国家自然科学基金(30760189和30960297); 贵州省科学技术基金项目[黔科合字(2007)2062]; 贵州省省长基金项目[黔省专合字(2005)347]

作者简介: 张晓杰(1985-), 女, 硕士研究生, 专业方向为鱼类种质资源研究。E-mail: xj48128@163.com

通讯作者: 代应贵, E-mail: daiyngui@163.com

喀斯特 (Karst) 一词源于斯洛文尼亚共和国 Istria 半岛的碳酸岩高原, 当地称为 “Kars”, 意为岩石裸露的地方。19 世纪末, 地理学家 斯威茨 将此类地貌命名为 “Karst”, 即喀斯特地貌^[1]。世界上典型的喀斯特地带有欧洲中南部喀斯特地带 (阿尔卑斯山、俄罗斯乌拉尔山地)、北美东部喀斯特地带 (美国印地安州、肯塔基州)、我国西南喀斯特地带 (云贵高原、湘桂丘陵、青藏高原)^[2]。喀斯特地区的一大特点就是拥有数量众多的溶洞和暗河, 并且在其中栖息着种类繁多的生物群体。

洞穴鱼类是喀斯特洞穴中一类重要而独特的生态类群, 科学家们已对它们进行了大量的探索和研究。我国喀斯特地区蕴藏着丰富的洞穴鱼类资源, 多年来发现了大量的洞穴鱼类种类, 研究成果较多。近年来, 随着研究技术水平的提高和研究手段的日益丰富, 喀斯特洞穴鱼类已逐渐成为新兴的研究热点。本文拟对我国喀斯特地区洞穴鱼类的研究概况进行综述, 以为洞穴鱼类的研究提供基础资料和参考。

1 我国喀斯特洞穴鱼类的概念与生态类型划分

洞穴动物分为真洞穴动物 (Troglabites)、半洞穴动物 (Troglaphiles) 和洞栖动物 (Troglaxenes)^[3]。长期以来, 关于洞穴鱼类概念和生态类群划分争议较多, 目前主要有以下 5 种观点。

1.1 以周解为代表

周解^[4]根据眼睛退化的程度、对光的敏感程度和分布范围将洞穴鱼类划分为: (1) 真洞穴鱼类: 眼睛完全退化, 体色素淡化, 对光不敏感, 但对外界环境条件变化非常敏感, 这类鱼多栖息于落水洞, 如无眼平鳅 (*Oreonectes anophthalmus*); (2) 洞穴鱼类: 眼睛发生了不同程度的变异, 对光不甚敏感, 但对外界环境条件变化反应敏感, 体色较淡, 这类鱼多栖息于洞穴和地下河深处, 如陆良金线鲃 (*Sinocyclocheilus macrocaulus*); (3) 拟洞穴鱼类: 各器官和体色没有明显的变异, 对外界环境的适应能力较强, 分布较广, 如越南鲃 (*Silurus ochinchinensis*) 等。以眼睛退化程度为依据的分类方法有失偏颇, 例如有些种类洞穴鱼类不同种群甚至同一种群不同个体眼睛的退化

程度都不一致, 而且第二类洞穴鱼类与总的洞穴鱼类概念易混淆, 故该生态类群划分标准被采用较少。

1.2 以李维贤为代表

根据洞穴鱼类与洞穴关系的亲疏程度来划分^[5]。(1) 永久性洞穴鱼类: 整个生命活动均在洞穴水域中进行, 包括觅食生长、寻偶繁殖和越冬等生命活动, 例如犀角金线鲃 (*Sinocyclocheilus rhinoceros*); (2) 季节性洞穴鱼类: 一年中的特定季节在洞穴中生活, 如抚仙金线鲃 (*Sinocyclocheilus tingi*) 等湖泊型金线鲃必须在洞穴中繁殖后代, 而曲靖金线鲃 (*Sinocyclocheilus qujingensis*) 等河流型金线鲃则集群于洞穴过冬; (3) 偶然性洞穴鱼类: 鱼类因偶然机会进入洞穴, 突遇黑暗环境, 眼球鼓起外凸, 被群众称为“龙眼鱼”, 如麦穗鱼 (*Pseudorasbora parva*)。这种分类方法除在李维贤本人的报道中有提到, 其他研究者均未采用。

1.3 以冉景丞为代表

根据对洞穴环境的依赖程度, 冉景丞^[6]将洞穴鱼类分为: (1) 真洞穴鱼类: 是洞穴水体中特有的鱼类, 由于长期适应洞穴水体环境, 身体色素退化, 整个身体呈肉红色半透明状, 活体时能看清椎骨、心脏、鱼卵等内部器官或内容物, 鼻须、吻须相对发达、头较长、头顶骨及皮肤相对较薄、体鳞退化或无鳞, 如荔波盲高原鳅 (*Triplophysa lipoensis*); (2) 好洞穴性鱼类: 这类鱼对洞穴地下水有一种特殊的依赖性, 在洞穴中完成其整个生命周期, 但如有相似的水体即使有光照也不会死亡; (3) 外来性洞穴鱼类: 在洞穴鱼类中占绝大多数, 它们不是在洞中完成整个生命史, 可以在洞外生活, 只是一段时间或偶然在洞内生活, 以躲避严寒、酷暑或完成繁殖活动。该划分方法由于在实际工作中缺乏可操作性, 所以也很少被应用。

1.4 以陈银瑞、杨兴君为代表

陈银瑞、杨兴君^[7]以种群适应性特征与洞穴环境周期性关系为依据将洞穴鱼类分为 3 类: (1) 全洞穴鱼类, 指种群的生命周期活动均在封闭或半封闭的洞穴系统内进行, 形态上具有一系列穴居适应性的特点, 如眼睛退化, 体表色素的消退等, 例如无眼金线鲃 (*Sinocyclocheilus anophthalmus*);

(2)半穴居鱼类,指种群在生命周期中的某一环节营周期性的穴居生活,并成为种族延续的需要,例如滇池金线鲃(*Sinocyclocheilus grahami*);(3)拟穴居鱼类,通常是地表种类的部分个体非周期性或偶然进入开放的洞穴,形态上不呈现穴居环境的适应性特征,例如西江鲃(*Silurus gilberti*)。这种生态类群的划分方法现已被很多学者所接受^[8-9]。

1.5 以赵亚辉、张春光为代表

根据缺少洞穴或地下水环境时鱼类生活史能否正常完成为依据的生态类群划分方法^[10]。

(1)典型洞穴鱼类:终年生活于洞穴或地下水环境中并表现出一系列适应性特征的鱼类,这些特征可能包括眼睛的退化、色素的消失、鳞片数目的减少、感觉系统的高度发达等,如透明金线鲃(*Sinocyclocheilus hyalinus*)和无眼金线鲃等;(2)非典型洞穴鱼类:生活中经常频繁出现于洞穴或地下水环境中并利用这一环境和资源的鱼类,它们在形态上没有出现明显的适应性变化,体形正常,如分布于我国长江以北的多鳞白甲鱼(*Onychostoma macrolepis*),做为对北方寒冷气候的适应,多鳞白甲鱼在其生活史中存在周期性的洞穴生活时期,每年都有近6个月的时间需要在洞内生活^[11];(3)偶入洞穴鱼类:因为偶然因素进入洞穴或地下水体的鱼类,在离开洞穴或地下水体环境后,其生命过程不受影响,形态上更没有因洞穴生境而产生特化,如曾在洞穴水体中发现的虹彩光唇鱼(*Acrossocheilus iridescens*)和异华鲮(*Parasinibaeo assimilis*)等^[6]。这种划分方法沿袭了Schine的方法,显得比较全面,已趋于成熟。

2 我国喀斯特洞穴鱼类的特点

2.1 种类多

至2005年,全世界拥有典型洞穴鱼类分布的30个国家共发现分布有洞穴鱼类约107种^[10]。据估算,目前全世界已发现洞穴鱼类140余种^[10]。到目前为止,我国已发现喀斯特典型洞穴鱼类48种。可见,我国喀斯特洞穴鱼类物种多样性极为丰富。

2.2 类群集中

我国喀斯特典型洞穴鱼类集中在鲤形目

(Cypriniformes)2科2属——鲤科(Cyprinidae)金线鲃属(*Sinocyclocheilus*)和鳅科(Cobitidae)高原鳅属(*Triplophysa*)。其中,金线鲃属是我国特有属,几乎所有金线鲃属鱼类都有营洞穴生活的习性。这2属鱼类分化强烈,形态变异显著,进而形成了较多的洞穴鱼类种类。这一方面是因为受青藏高原隆升运动的影响,我国喀斯特洞穴鱼类产生了强烈的适应辐射分化^[58]。另一方面,由于穴居环境造成的小区域地理隔离,金线鲃属鱼类物种分化极为频繁^[59]。

2.3 分布区域狭窄

我国分布的喀斯特典型洞穴鱼类,除湘西高原鳅(*Triplophysa xiangxiensis*)分布于湖南省^[44],其它已知种类均分布于我国云南、广西和贵州三省(表1)。其中,云南和广西各18种,占我国典型洞穴鱼类的37.5%;贵州11种,占总数的22.92%;湖南1种,占总数的2.08%。这是因为我国喀斯特地貌发育最为充分的地区主要集中在广西、云南、贵州3省。喀斯特洞穴地下河网为洞穴鱼类生存提供了天然的保护网^[60]。喀斯特地下河流附近多样的生物类群,为洞穴鱼类的生存和繁衍提供了重要的食物来源。

多数典型洞穴鱼类仅仅局限于某个独立水体或单一洞穴。例如无眼金线鲃只在云南宜良九乡麦田河边的洞穴中被发现^[17];透明金线鲃仅在云南省泸西县阿庐古洞中被采集到^[24];双角金线鲃(*Sinocyclocheilus bicornutus*)仅分布于贵州省兴仁县高武乡的地下伏流中^[27]。由于洞穴水体的相对隔离限制了鱼类分布的扩散,从而使一个洞穴环境只演化形成一种洞穴鱼类。

2.4 种群数量少

一般喀斯特典型洞穴鱼类种群绝对数量较小,这与洞穴的特殊环境有着直接的关系。由于洞穴中常年没有光线而不能进行光合作用,使得水体中的可供鱼类食用的食物极少,并主要来自于与地表水的交流,这样的食物供应很难给鱼类的大量繁衍提供充足的营养,所以至今发现的喀斯特洞穴鱼类种群数量均非常少,如透明金线鲃^[24]。

表 1 我国喀斯特典型洞穴鱼类分布
Tab 1 Distribution of typical cave fishes in the Karst region in China

物种	命名年份	模式标本产地	命名人
金线鲃属 <i>Sinoocybocheilus</i>			
裸腹盲鲃 <i>Typhlobarbus nudipetrus</i> ^[2]	1982	云南建水县	褚新洛等
软鳍金线鲃 <i>Sinoocybocheilus malacopterus</i> ^[3]	1985	云南罗平县	褚新洛等
鸭嘴金线鲃 <i>Sinoocybocheilus anatirostris</i> ^[4]	1986	广西凌云和乐业	林人端等
驼背金线鲃 <i>Sinoocybocheilus cythotergous</i> ^[15]	1988	贵州罗甸县	戴定远
粗壮金线鲃 <i>Sinoocybocheilus robustus</i> ^[6]	1988	贵州兴义	陈景星等
无眼金线鲃 <i>Sinoocybocheilus anophthalmus</i> ^[17]	1988	云南宜良县	陈银瑞等
小眼金线鲃 <i>Sinoocybocheilus microphthalmus</i> ^[18]	1989	广西凌云县	李国良
长须金线鲃 <i>Sinoocybocheilus longibarbus</i> ^[9]	1989	贵州荔波县	王大忠等
大鳞金线鲃 <i>Sinoocybocheilus macrolepis</i> ^[19]	1989	贵州荔波县	王大忠等
角金线鲃 <i>Sinoocybocheilus angularis</i> ^[20]	1990	贵州盘县	郑建州等
短身金线鲃 <i>Sinoocybocheilus brevius</i> ^[21]	1992	广西罗城县	陈景星等
侧条金线鲃 <i>Sinoocybocheilus lateritrus</i> ^[22]	1992	云南陆良	李维贤
麦田河金线鲃 <i>Sinoocybocheilus maotianheensis</i> ^[22]	1992	云南宜良	李维贤
高肩金线鲃 <i>Sinoocybocheilus altitudiniferus</i> ^[23]	1992	广西东兰	李维贤等
透明金线鲃 <i>Sinoocybocheilus hyalinus</i> ^[24]	1994	云南泸西县	陈银瑞等
犀角金线鲃 <i>Sinoocybocheilus rhinoceros</i> ^[25]	1994	云南罗平县	李维贤等
叉背金线鲃 <i>Sinoocybocheilus furcatoris</i> ^[26]	1997	广西天峨县	陈银瑞等
双角金线鲃 <i>Sinoocybocheilus bicornutus</i> ^[27]	1997	贵州兴仁县	王大忠等
白斑金线鲃 <i>Sinoocybocheilus alboguttatus</i> ^[28]	1998	广西乐业县	周石保等
广西金线鲃 <i>Sinoocybocheilus guangxiensis</i> ^[29]	1998	广西凌云和乐业	周石保等
长鳍金线鲃 <i>Sinoocybocheilus longifinus</i> ^[30]	1998	云南华宁县	李维贤等
凌云金线鲃 <i>Sinoocybocheilus lingyunensis</i> ^[31]	2000	广西凌云县	李维贤等
九圩金线鲃 <i>Sinoocybocheilus jiuwuensis</i> ^[32]	2003	广西河池地区	李维贤等
天峨金线鲃 <i>Sinoocybocheilus tianensis</i> ^[33]	2003	广西天峨县	李维贤等
巨须金线鲃 <i>Sinoocybocheilus hugelbarbus</i> ^[34]	2003	贵州荔波县	李维贤等
瓦状角金线鲃 <i>Sinoocybocheilus tilihome</i> ^[35]	2003	云南罗平县	卯卫宁等
驯乐金线鲃 <i>Sinoocybocheilus xunleensis</i> ^[36]	2004	广西环江县	蓝家湖等
田林金线鲃 <i>Sinoocybocheilus tianlinensis</i> ^[37]	2004	广西田林县	周解等
荔波金线鲃 <i>Sinoocybocheilus liboensis</i> ^[38]	2004	贵州荔波县	李维贤等
易门金线鲃 <i>Sinoocybocheilus yimenensis</i> ^[39]	2005	云南易门县	李维贤等
鹰喙角金线鲃 <i>Sinoocybocheilus aquihomes</i> ^[40]	2007	云南邱北县	李维贤等
宽角金线鲃 <i>Sinoocybocheilus broadhome</i> ^[41]	2007	云南石林县	李维贤等
高原鳅属 <i>Triplobyasa</i>			
个旧盲高原鳅 <i>Triplobyasa gejiuensis</i> ^[42]	1979	云南个旧市	褚新洛等
无眼平鳅 <i>Oreocetes anophthalmus</i> ^[43]	1981	广西武鸣县	郑葆珊
湘西盲高原鳅 <i>Triplobyasa xiangxiensis</i> ^[44]	1986	湖南龙山县	杨干荣等
云南高原鳅 <i>Triplobyasa yunnanensis</i> ^[45]	1990	云南宜良县	杨君兴
石林盲高原鳅 <i>Triplobyasa shilinensis</i> ^[46]	1992	云南石林县	陈银瑞等
南丹高原鳅 <i>Triplobyasa nandanensis</i> ^[47]	1995	广西南丹县	蓝家湖等
无眼原花鳅 <i>Paracobitis typhlops</i> ^[48-49]	1996	广西河池地区	蓝家湖等
透明间条鳅 <i>Hemionomachilus hyalinus</i> ^[49]	1996	广西河池地区	蓝家湖等
长须盲副鳅 <i>Paracobitis longibarbus</i> ^[50]	1998	贵州荔波县	陈银瑞等
阿庐高原鳅 <i>Triplobyasa aluensis</i> ^[51]	2000	云南省泸西县	李维贤等
贞丰高原鳅 <i>Triplobyasa zhenfengensis</i> ^[52]	2001	贵州贞丰县	王大忠等
天峨高原鳅 <i>Triplobyasa tianensis</i> ^[53]	2004	广西天峨县	陈小勇等
响水箐高原鳅 <i>Triplobyasa xiangshuiqingensis</i> ^[54]	2004	云南石林县	李维贤
后鳍盲副鳅 <i>Paracobitis posterodorsalis</i> ^[55]	2006	广西南丹县	冉景丞等
茂兰盲副鳅 <i>Paracobitis maolanensis</i> ^[56]	2006	贵州茂兰地区	李维贤等
邱北盲高原鳅 <i>Triplobyasa qiubeiensis</i> ^[57]	2008	云南邱北县	李维贤等

注: 表中典型洞穴鱼类根据赵亚辉、张春光为代表的分类方法所统计^[10], 截止 2008 年底。* 为易危种类。

3 我国喀斯特洞穴鱼类的适应性特征

洞穴鱼类从地表环境进入洞穴内或地下河流中定居,通过地理隔离和遗传变异,并经过自然选择和适应,产生适应性变化,一些适应洞穴生活的性状逐渐变得发达,如口须加长、体表无鳞片和顶骨变薄等,有利于在黑暗环境中感触食物和危险信号;而一些相对不重要的或不常用的器官如眼等则逐渐退化。

3.1 视觉器官

洞穴鱼类眼的构造变化与其所生活环境光线强弱呈明显的相关性。半穴居性种类经常在地表水体活动,环境光线较充足;眼睛明晰,但不如地表种类发达。穴居性种类整个生命活动基本上都在无光的地下伏流或较深的溶洞中完成,它们的眼睛很小,有的隐于皮下,有的甚至完全消失。李维贤对犀角金线鲃的眼球切片研究发现,眼球中没有视锥细胞,只有视杆细胞。室内驯养观察发现犀角金线鲃退化的小眼已对电筒光线无反应,并喜沿鱼缸边缘活动^[61-62]。说明小眼的感光功能已完全丧失,这是适应洞穴水域黑暗环境的结果。

3.2 侧线器官

对洞穴中生活的鱼类来说,侧线系统是最重要的感觉器官。洞穴鱼类利用侧线系统感受外界环境的振荡波,使其在黑暗的环境中,能避开障碍,游泳自如。

金线鲃属鱼类的侧线器官除具有鲤科鱼类共有的管状系统外,侧线完全而且发达,沿侧线管上下的体表皮肤中明显有短的感觉管,尤其在头背面和颊部两侧感觉管十分发达^[63]。王大忠等^[59]指出,这种感觉管的最初演化可能和它们祖先的生活环境与喀斯特洞穴环境有着较为密切的联系,在适应过程中,它首先获得这个性状,并在后来的物种分化过程中遗传给了所有的后裔。

3.3 头部结构

洞穴中金线鲃属鱼类头部大都具有不同程度的突起,这也是适应洞穴特殊环境的表现。郑建州等^[64]认为头及背部的特殊突起是鱼类感觉器官特化的标志。李维贤等^[25]根据角状物顶端表面具有明显的碰撞面痕迹推测其为一种适应

洞穴环境的保护器,主要是对脑有保护作用。李维贤^[62]通过对犀角金线鲃头部角状突骨骼结构的解剖观察,发现了3块近似直角三角形的骨质薄片。这3块骨片作为犀角金线鲃头部角状突的支架,外包结缔组织和皮肤,基部有少许肌纤维,长角顶端有发达角质化死细胞层。由此表明,该角状物为保护器官。

在我国已发现的洞穴定居性的鱼类均具有发达的口须。据王大忠^[65]报道,生活在光照条件较好水体的半洞穴鱼类口须较为发达;生活在水体较为隐蔽环境中的半洞穴鱼类口须特别发达;真洞穴鱼类口须不发达。

3.4 体表鳞片演化

金线鲃属鱼类适应于洞穴环境的特征还表现在体表鳞片的变形与退化,这可能是洞穴中个体挤压与泥沙摩擦的进化结果,其优势在于更有利于洞穴群居生活^[66]。王大忠的研究表明^[59],金线鲃属鱼类体表鳞片较为发达的种类,鳞片较大,被覆整个躯干;鳞片较为退化的种类,鳞片不仅变薄变细而且隐于皮下,例如无眼金线鲃^[17];鳞片退化最极端种类,全身裸露无鳞,仅极为细薄的侧线鳞残留于皮下,例如透明金线鲃^[24]。鳞片退化可能是因为洞穴鱼类活动减弱,渐被加厚的皮肤所覆盖,直到完全消失。由于有侧线管的分布,侧线鳞的大小和形态还保持相对稳定,可见侧线鳞的退化速度明显慢于体表其它位置的鳞片。

3.5 鳍的演化

洞穴鱼类适应于阴暗的洞穴环境,其视觉不断丧失,对周围环境变化的感知速度也自然下降,从而导致其运动缓慢,胸鳍的平衡机能进一步加强,运动机能相对减弱。半穴居种类胸鳍较短,后伸一般不达腹鳍起点,例如华宁金线鲃(*Sinocyclocheilus huaningensis*)^[30]胸鳍后伸只达胸鳍起点至腹鳍起点距离的2/3;麻花金线鲃(*Sinocyclocheilus maculatus*)^[67]胸鳍短小,后伸只达胸鳍起点至腹鳍起点距离的一半,平均分支鳍条数约为15根^[59];穴居种类胸鳍较长,后伸接近、达到或超过腹鳍起点,例如荔波金线鲃(*Sinocyclocheilus liboensis*)^[38]、长鳍金线鲃(*Sinocyclocheilus longifinus*)^[39]和驯乐金线鲃(*Sinocyclocheilus xunleensis*)^[36],平均分支鳍条数约为13根^[59]。

3.6 体色的变化

洞穴鱼类随着对穴居生活依赖的程度不同,体色变化较大,由于缺乏光照,用来防止强烈的太阳紫外线辐射对内脏损伤的色素消退了,于是身体呈半透明状,内脏隐约可见,一些典型洞穴鱼类体色变得透明,如透明金线鲃^[24]。一般非典型洞穴鱼类呈浅黑褐色或深黑褐色。李楠^[68]对打捞的荔波盲高原鳅进行观察发现,打捞离洞 10 m 后,体色半透明;2 h 后,体色稍稍变深;4 h 后,体色已经明显变深。所以,可以推测穴居鱼类色素的消失,并不是因为色素基因的消失,而只是在无光的条件下,其表达受到了抑制。但是一些高度特化的种类褪尽的色素再也无法还原,如透明金线鲃。

4 我国喀斯特洞穴鱼类的价值评价与利用

4.1 科学价值

洞穴鱼类是研究鱼类进化的活化石。在整个鱼类进化的历程中,它们是不可缺少的一部分。云南罗平的犀角金线鲃^[25]和建水的裸腹盲鳅 (*Typhlobaethas nudioeris*)^[12]至今仍残留有细小的眼点,这都证明了盲鱼是由地表具有正常眼的鱼类演化而来。同时,洞穴鱼类标本形态和生活习性的特异性,可以激发人们尤其是广大青少年学生对生物学、鱼类学的学习兴趣,具有重要的教学价值。

4.2 社会价值

多数洞穴鱼类无色素、无眼和具派生性状等特点,具有较高的观赏价值,可作为珍稀淡水观赏土著鱼资源开发利用。如犀角金线鲃、透明金线鲃均为极珍稀的观赏鱼,两者混养,一黑一白,观赏价值极为显著^[69]。一些洞穴鱼类所分布的洞穴已开发成洞穴旅游景点,而其中的洞穴鱼类则成为该景点特有的观赏内容。如云南的阿庐古洞中的透明金线鲃现已成为该洞旅游吸引游客的观赏热点,旅游效益显著。有些洞穴鱼类如大鳞金线鲃 (*Sinocyclocheilus macrolepis*)、长须金线鲃 (*Sinocyclocheilus longibarbatu*)等肉味鲜美,个体相对较大,可以通过人工驯养繁殖开发成为特色食品。

根据鱼类生命周期活动对水的依赖关系,洞

穴鱼类有可能成为寻找地下水源,监测水质变化的指示生物,为促进农业生产和人类环境学的研究开辟了一条新的途径^[8]。此外,石林盲高原鳅 (*Triplophysa shilinensis*)作为石林申报《世界自然遗产》的补充材料,得到了联合国教科文组织的高度评价,提高了石林的知名度^[7]。

5 我国喀斯特洞穴鱼类的保护

鱼类和洞穴共同演化至少有上万年的历史,所以洞穴鱼类对洞穴产生了一定的依赖性和适应性。然而,洞穴环境十分脆弱,对各种生态因子如温度、声音、光线和化学物质等的变化极为敏感。尤其是风景旅游区洞穴的开发,由于洞内外物质和能量的交换,促进了洞穴内生态环境的改变^[60],进而威胁着种群数量本来就较少的洞穴鱼类的生存。目前,我国洞穴鱼类中,鸭嘴金线鲃、驼背金线鲃、无眼金线鲃、小眼金线鲃、角金线鲃、透明金线鲃、犀角金线鲃、个旧盲高原鳅、云南高原鳅、石林盲高原鳅等已被列为易危鱼类^[70]。因此,开展洞穴鱼类的保护工作已刻不容缓。

地下洞穴环境形成了生态系统保护中的“岛屿效应”^[71],这种效应隔离和阻止了洞穴鱼类物种的迁移和基因的流动。从而,各个洞穴具有各自不同的洞穴鱼类种类。一旦某个洞穴的环境遭到破坏,就可能导致其所分布的鱼类种类灭绝。所以,建立相应的保护机制显得尤为迫切。2008年4月,广西建立了我国首个以洞穴珍稀鱼类为主要保护对象的自然保护区——广西凌云洞穴珍稀鱼类保护区,对该区域的洞穴珍稀鱼类及其生存环境实施了抢救性保护。

感谢贵州大学动物科学学院闫雷同学在本文资料收集整理中所提供的帮助。

参考文献:

- [1] Bogli A. Karst Hydrology and Physical Speleology [M]. Berlin Springer, 1980: 313-337.
- [2] 杨明德. 喀斯特流域水文地貌系统 [M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [3] Schiner JR. Fauna der Adelsberger Jueger und Magdalenen Grotte in Schmidl A., Die Grotten und Hohlen von Adelsberg Pannan und Lass J., Braunmiller, Viena, 1985: 231-272.

- [4] 周解. 广西岩溶洞穴鱼类 [J]. 中国岩溶, 1985, (4): 377—386
- [5] 李维贤. 南盘江鱼类多样性的初步研究 [C] // 吴征镒. 云南生物多样性学术讨论会论文集, 昆明: 云南科技出版社, 1993: 163
- [6] 冉景丞. 荔波洞穴鱼类初步研究 [J]. 中国岩溶, 2000, 19(2): 327—332
- [7] 陈银瑞, 杨君兴. 洞穴旅游资源中鱼类的开发利用和保护 [M] // 宋林华. 喀斯特与洞穴风景旅游资源研究, 北京: 地震出版社, 1994: 149—153
- [8] 游隆信. 洞穴鱼类 [J]. 生物学教学, 2004, 29(9): 52—54
- [9] 蓝家湖, 杨君兴, 陈银瑞. 广西条鳅亚科鱼类二新种 (鲤形目: 鳅科) [J]. 动物分类学报, 1995, 20(3): 366—370
- [10] 赵亚辉, 张春光. 洞穴鱼类: 概念、多样性及研究进展 [J]. 生物多样性, 2006, 14(5): 451—460
- [11] 张春光. 多鳞铲颌鱼的生态适应性及地理分布成因的探讨 [J]. 动物学报, 1986, 32(3): 266—272
- [12] 褚新洛, 陈银瑞. 鲤科盲鱼一新属新种及其系统关系的探讨 [J]. 动物学报, 1982, 28(4): 383—388
- [13] 褚新洛, 崔桂华. 金线鲃属的初步整理及其种间亲缘关系 [J]. 动物分类学报, 1985, 10(4): 435—441
- [14] 林人端, 罗志发. 广西溶洞内生活的盲鱼——金线鲃属一新种 [J]. 水生生物学报, 1986, 10(4): 196—197
- [15] DaïD Y. Un nouveau poisson caveicole Guizhou Expq [J]. Spelunca Memiores, 1988, (16): 88—89
- [16] 陈景星, 赵执桴, 郑建州, 等. 中国鲃亚科 Barbinae 鱼类三新种 (鲤形目: 鲤科) [J]. 遵义医学院学报, 1988, 11(1): 88—93
- [17] 陈银瑞, 褚新洛, 罗泽雍, 等. 无眼金线鲃及其性状演化 [J]. 动物学报, 1988, 34(1): 64—70
- [18] 李国良. 中国金线鲃属一新种 [J]. 动物分类学报, 1989, 14(1): 123—126
- [19] 王大忠, 陈宜瑜. 贵州鲤科 Cyprinidae 鱼类三新种 (鲤形目) [J]. 遵义医学院学报, 1989, 12(4): 29—34
- [20] 郑建州, 汪健. 金线鲃属鱼类一新种 [J]. 动物分类学报, 1990, 15(2): 251—254
- [21] 陈景星, 蓝家湖. 广西鱼类一新属三新种 (鲤形目: 鲤科、鳅科) [J]. 动物分类学报, 1992, 17(1): 104—109
- [22] 李维贤. 金线鲃属三新种记述 [J]. 水生生物学报, 1992, 16(1): 51—67
- [23] 李维贤, 蓝家湖. 广西鲤科鱼类一新属三新种 [J]. 湛江水产学院学报, 1992, 12(2): 46—51
- [24] 陈银瑞, 杨君兴, 祝志刚. 云南金线鲃一新种及其性状的适应性 (鲤形目: 鲤科) [J]. 动物分类学报, 1994, 19(2): 246—253
- [25] 李维贤, 陶进能. 云南鲤科鱼类一新种——犀角金线鲃 [J]. 湛江水产学院学报, 1994, 14(1): 1—3
- [26] 陈银瑞, 杨君兴, 蓝家湖. 广西盲鱼一新种及其系统关系分析 (鲤形目: 鲤科: 鲃亚科) [J]. 动物分类学报, 1997, 22(2): 219—223
- [27] 王大忠, 廖吉文. 贵州金线鲃属一新种 [J]. 遵义医学院学报, 1997, 20(2—3): 1—3
- [28] 周石保, 李国良. 广西溶洞内金线鲃属鱼类一新种 (鲤形目: 鲤科: 鲃亚科) [J]. 天津自然博物馆论文集, 1998, 15: 9—12
- [29] 周石保, 李国良. 广西金线鲃属鱼类一新种 (鲤形目: 鲤科: 鲃亚科) [J]. 广西科学, 1998, 5(2): 139—141, 149
- [30] 李维贤, 武德方, 陈爱玲. 云南金线鲃属鱼类二新种 (鲤形目: 鲤科) [J]. 湛江海洋大学学报, 1998, 18(4): 1—5
- [31] 李维贤, 肖衢, 曾瑞光, 等. 广西金线鲃属一新种 [J]. 动物学研究, 2000, 21(2): 155—157
- [32] 李维贤, 蓝家湖, 陈善元. 广西洞穴金线鲃一新种——九圩金线鲃 [J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2003, 21(4): 84—85
- [33] 李维贤, 肖衢, 曾瑞光, 等. 广西洞穴金线鲃一新种 [J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2003, 21(3): 80—81
- [34] 李维贤, 冉景丞, 陈会明. 贵州洞穴金线鲃一新种及其性状的适应性 [J]. 吉首大学学报: 自然科学版, 2003, 24(4): 61—63
- [35] 卯卫宁, 卢宗民, 李维贤, 等. 云南洞穴金线鲃属鱼类 (鲤科) 一新种 [J]. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(3): 1—3
- [36] 蓝家湖, 赵亚辉, 张春光. 广西金线鲃属一新种 (鲤形目: 鲤科: 鲃亚科) [J]. 动物分类学报, 2004, 29(2): 377—380
- [37] 周解, 张春光, 何安尤. 中国广西金线鲃属盲鱼一新种及其生境 (鲤科: 鲃亚科) [J]. 动物分类学报, 2004, 29(3): 591—599
- [38] 李维贤, 陈会明, 冉景丞. 贵州洞穴金线鲃一新种 [J]. 湛江海洋大学学报, 2004, 24(3): 1—3
- [39] 李维贤, 肖衢, 金学礼, 等. 云南金线鲃属一新种——易门金线鲃 [J]. 西南农业学报, 2005, 18(1): 90—91
- [40] 李维贤, 杨洪福, 韩非, 等. 云南洞穴盲金线鲃一新种 (鲤形目: 鲤科) [J]. 广东海洋大学学报, 2007, 27(4): 1—3
- [41] 李维贤, 卯卫宁. 云南石林洞穴金线鲃一新种 (鲤形目: 鲤科) [J]. 动物分类学报, 2007, 32(1): 226—229
- [42] 褚新洛, 陈银瑞. 地下河中盲鱼一新种——个旧盲条鳅 [J]. 动物学报, 1979, 25(3): 285—287
- [43] 广西壮族自治区水产研究所, 中国科学院动物研究所. 广西淡水鱼类志 [M]. 南宁: 广西人民出版社, 1981: 162—163
- [44] 杨干荣, 袁凤霞, 廖荣谋. 中国鳅科鱼类一新种——湘西盲条鳅 [J]. 华中农业大学学报, 1986, 5(3): 219—223
- [45] 褚新洛. 云南鱼类志 (下册) [M]. 北京: 科学出版社, 1990: 56—57
- [46] 陈银瑞, 杨君兴, 徐国才. 云南石林盲高原鳅的发现及其分类地位的讨论 [J]. 动物学研究, 1992, 13(1): 17—23
- [47] 蓝家湖, 杨君兴, 陈银瑞. 广西条鳅亚科鱼类二新种 (鲤形目: 鳅科) [J]. 动物分类学报, 1995, 20(3): 366—372
- [48] 蓝家湖, 蓝浩东. 广西洞穴盲鱼一新属三新种 [J]. 广西水产科技, 1996, (2): 1—5
- [49] 蓝家湖, 杨君兴, 陈银瑞. 广西洞穴鱼类一新种 (鲤形目: 鳅科) [J]. 动物学研究, 1996, 17(2): 109—112
- [50] 陈银瑞, 杨君兴, 斯盖特, 等. 穴居盲副鳅及其性状演化 [J]. 动物学研究, 1998, 19(1): 59—63

- [51] 李维贤,祝志刚. 洞穴高原鳅一新种记述[J]. 云南大学学报:自然科学版, 2000 22(5): 396-398
- [52] 王大忠,李德俊. 贵州高原鳅属鱼类两新种(鲤形目:鳅科:条鳅亚科)[J]. 动物分类学报, 2001 26(1): 98-101.
- [53] 陈小勇,崔桂华,杨君兴. 广西高原鳅属鱼类一穴居新种记述[J]. 动物学研究, 2004 25(3): 227-231.
- [54] 李维贤. 云南鳅科鱼类 3新种记述[J]. 吉首大学学报:自然科学版, 2004 25(3): 93-96.
- [55] 冉景丞,李维贤,陈会明. 广西洞穴盲副鳅一新种(鲤形目:鲤科)[J]. 广西师范大学学报:自然科学版, 2006 24(3): 81-82.
- [56] 李维贤,冉景丞,陈会明. 贵州洞穴盲副鳅一新种[J]. 湛江海洋大学学报, 2006 26(4): 1-2.
- [57] 李维贤,杨洪福,陈宏,等. 中国云南高原鳅属洞穴盲鱼一新种——邱北盲高原鳅[J]. 动物学研究, 2008 29(6): 674-678.
- [58] 杨君兴. 喀斯特地区的活化石——洞穴鱼类[J]. 大自然, 2006 (1): 19-20.
- [59] 王大忠,陈宜瑜. 金线鲃属鱼类的起源及适应演化[J]. 水生生物学报, 2000 24(6): 630-634.
- [60] 宋林华. 喀斯特地貌研究进展与趋势[J]. 地理科学进展, 2000 19(3): 193-202.
- [61] 李维贤,武德方,陈爱玲. 犀角金线鲤的地理分布及其对穴居环境生态适应的初步研究[J]. 云南农业大学学报, 2000 5(1): 1-4.
- [62] 李维贤. 犀角金线鲃的局部解剖[J]. 云南农业大学学报, 2002 17(3): 207-209, 219.
- [63] 单乡红,乐佩琦. 金线鲃鱼类系统发育的研究[J]. 动物学研究, 1994 15(增刊): 34-36.
- [64] 郑建州,汪健. 金线鲃属鱼类一新种[J]. 动物分类学报, 1990 15(2): 251-254.
- [65] 王大忠,陈宜瑜,李学英. 金线鲃属的系统发育分析[J]. 遵义医学院学报, 1999 22(1): 1-6.
- [66] 李维贤. 中国金线鲃鱼类的体鳞研究[J]. 水产学杂志, 1997 10(1): 82-88.
- [67] 李维贤,宗祖国,依瑞斌,等. 云南金线鲃属鱼类一新种——麻花金线鲃[J]. 云南大学学报:自然科学版, 2000 22(1): 79-80.
- [68] 李楠. 贵州茂兰喀斯特洞穴鱼类与洞穴水环境的关系研究[D]. 贵阳:贵州师范大学, 2007.
- [69] 卢玉发,李维贤,卢宗民,等. 云南珍稀观赏金线鲃资源[J]. 水利渔业, 2007, 27(1): 53-54.
- [70] 汪松,解焱. 中国物种红色名录第一卷:红色名录[M]. 北京:高等教育出版社, 2004.
- [71] 许再富. 云南植物多样性保护有效性的若干问题探讨[Q]//吴征镒. 云南生物多样性学术讨论会论文集,昆明:云南科技出版社, 1993 202.