



## 乌江鱼类种类组成及多样性

王雪<sup>1,2\*</sup>, 吕振宇<sup>1,2</sup>, 曾圣<sup>1,2</sup>, 王伟<sup>1,2</sup>, 黄福江<sup>1,2</sup>,  
闵文武<sup>1,2</sup>, 向燕<sup>1,2</sup>, 刘伟<sup>1,2</sup>

(1. 贵州省农业科学院水产研究所, 贵州 贵阳 550025;

2. 贵州省特种水产工程技术中心, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:** 为了解乌江鱼类本底资源数据, 实验对乌江鱼类种类组成及多样性进行了分析, 2017—2021年, 先后在贵州省乌江流域进行野外调查12次。对收集到的5 065尾、约204 kg渔获物进行统计, 共鉴定出107种, 隶属于6目22科73属, 其中鲤科鱼类最多, 有53种, 占采集总数的49.53%。乌江鱼类物种多样性G-F指数为0.57, 上、中、下游G-F指数分别为0.40、0.47和0.45, 上游鱼类科属间的多样性小于中、下游。乌江中游鱼类群落Shannon-Wiener多样性指数( $H'$ )、Margalef丰富度指数( $D$ )和Pielou均匀度指数( $J'$ )分别为3.54、9.63和0.81。渔获物分析结果显示, 中华倒刺鲃、尼罗罗非鱼、蛇鲷、鲫和鲮的重量和数量占比均位于渔获物前十。将IRI值大于500的列为乌江优势种, 则有鲫、鲮、中华倒刺鲃和馬口鱼。研究表明, 乌江梯级水电的开发对流域鱼类种类组成和渔获物组成产生了一定影响, 作为长江全面禁捕前开展的调查, 研究结果丰富了乌江鱼类资源本底数据, 将对长江“十年禁渔”效果评估提供重要的数据支撑。

**关键词:** 鱼类; 种类组成; 多样性; 保护; 贵州省; 乌江

中图分类号: S 931

文献标志码: A

乌江是长江右岸最大支流, 也是贵州省流域面积最广的河流, 发源于贵州省西部高原乌蒙山脉东麓威宁县香炉山, 位于104°18'~109°22'E, 26°07'~30°22'N。流域总面积87 920 km<sup>2</sup> (贵州境内66 800 km<sup>2</sup>), 干流全长1 044 km (贵州境内802 km), 涉及云南、贵州、湖北、重庆四省(市)的61个县(市、区)。从河源至化屋基为上游, 河长325.6 km, 流域面积19 923 km<sup>2</sup>; 化屋基至思南为中游, 河长366.8 km, 流域面积33 132 km<sup>2</sup>; 思南至河口为下游, 河长344.6 km (贵州境内河长181.8 km)。乌江在贵州省集水面积1 000 km<sup>2</sup>以上的支流有16条, 主要有三岔河、六冲河、猫跳河、

偏岩河、石阡河、洪渡河、芙蓉江等<sup>[1]</sup>。

乌江鱼类种类组成调查多集中在局部地区或个别支流<sup>[2-10]</sup>, 《贵州鱼类志》是第一部对贵州省内鱼类种类和分布进行最为全面记录的书籍, 该书收录了乌江鱼类106种<sup>[11]</sup>。2022年, 《贵州鱼类》一书收录乌江鱼类129种<sup>[12]</sup>。

为保护和恢复长江鱼类, 《中华人民共和国长江保护法》于2021年3月1日起实施, 长江流域开展为期十年的禁渔, 渔民全部转产转业上岸, 全面禁止天然渔业资源的生产性捕捞。本研究基于2017—2021年的研究结果, 分析乌江鱼类种类组成及分布、外来种组成、渔获物结构等, 研究

收稿日期: 2022-09-16 修回日期: 2023-01-16

资助项目: 农业农村部财政专项“长江渔业资源与环境调查(2017—2021)”; 贵州省农业科学院青年基金(2019-26)

通信作者: 王雪(照片), 从事鱼类分类与进化研究, E-mail: z1829475wx@163.com



结果丰富了乌江鱼类资源本底数据, 对长江十年禁渔效果评估、流域生物多样性保护和生态系统状况评价提供支撑, 对于针对性制订和实施长江上游水生生物保护对策、促进全流域渔业资源保护和生态建设具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 样点设置与标本采集

鱼类种类组成以流动性调查为主, 分别于2017年5月、9月、11—12月, 2018年3—4月、7月、10月, 2019年5月、8月、11月, 2020年4—5月、12月, 2021年6月, 先后对乌江流域进行12次调查, 调查时间涵盖了繁殖期、育肥期和越冬期, 调查范围基本覆盖了乌江的所有干、支流, 共计采样点135个(图1)。对于可涉水河段, 采用电鱼机、手抄网等方式自主捕捞; 不可涉水河段, 主要雇佣专业渔民进行捕捞, 渔具主要为刺网和底置笼网, 同时, 通过走访市场、餐馆或码头等间接方式收集鱼类标本。收集到的标本当场进行种类鉴定, 测量全长、体长(精确至1 mm)和体重(精确至0.1 g)等生物学数据, 并记录采集地等相关信息。测量后的活体样本放回原水域, 死亡个体用10%福尔马林溶液固定, 带回实验室内复核。标本保存于贵州省水产研究所标本室。

种类鉴定主要参考《中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲤形目(中卷)》<sup>[13]</sup>、《中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲤形目(下卷)》<sup>[14]</sup>、《中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲇形目》<sup>[15]</sup>、《中国鲤科鱼类志(上卷)》<sup>[16]</sup>、《贵州鱼类志》<sup>[11]</sup>和《四川鱼类志》<sup>[17]</sup>等书籍, 物种分类阶元及拉丁名主要参考《中国内陆鱼类物种

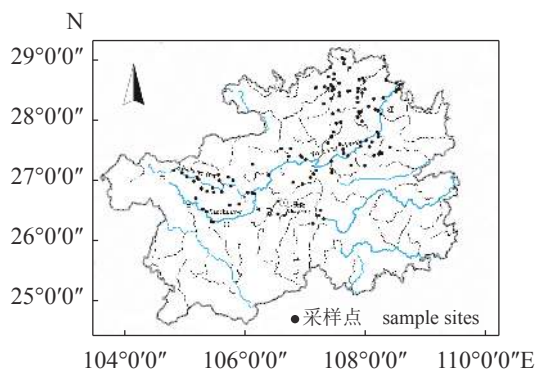


图1 采样点分布图

Fig. 1 Distribution of sampling sites

与分布》<sup>[18]</sup>和Fishbase数据库<sup>[19]</sup>。

### 1.2 数据分析

物种多样性测定 采用G-F指数分析法<sup>[20]</sup>测定物种多样性, 计算公式:

F指数 ( $D_F$ ):

$$D_F = \sum_{k=1}^m \frac{1}{S_k}, \quad D_{F_k} = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

式中,  $p_i = S_{ki}/S_k$ ,  $S_k$ 为名录中  $k$ 科中的物种数;  $S_{ki}$ 为名录中  $k$ 科  $i$ 属中的物种数,  $n$ 为  $k$ 科中的属数,  $m$ 为名录中鱼类的科数。

G指数 ( $D_G$ ):

$$D_G = \sum_{j=1}^p \frac{1}{s_j}, \quad D_{G_i} = -\sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$$

式中,  $q_j = s_j/S$ ,  $S$ 为名录中鱼类的物种数,  $s_j$ 为鱼类中  $j$ 属中的物种数,  $p$ 为鱼类中的属数。

$$\text{G-F指数: } D_{G-F} = 1 - \frac{D_G}{D_F}$$

式中, G-F指数为0~1的测度, 非单种科越多, G-F指数越高。

群落结构特征 分别使用Shannon-Wiener多样性指数 ( $H'$ )、Margalef丰富度指数 ( $D$ )和Pielou均匀度指数 ( $J'$ )表征鱼类多样性变化结构<sup>[21]</sup>, 计算公式:

Shannon-Wiener多样性指数 ( $H'$ )

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Margalef丰富度指数 ( $D$ )

$$D = (S) / \ln N$$

Pielou均匀度指数 ( $J'$ )

$$J' = H' / \ln S$$

式中,  $P_i$ 为第  $i$ 种鱼类个体数占总个体数的比例,  $N$ 为总个体数,  $S$ 为样点总鱼类种数。

鱼类相对重要性指数 (IRI)

$$\text{IRI} = (N + W) \times F$$

式中,  $N$ 为第  $i$ 种鱼类的尾数占总尾数的百分比,  $W$ 为第  $i$ 种鱼类的重量占总重量的百分比,  $F$ 为第  $i$ 种鱼类出现次数占总调查样点的百分比。

数据分析软件为Primer 5.0。

## 2 结果

### 2.1 种类组成

乌江(贵州境内)共分布有鱼类153种, 隶属于9目24科96属。本研究共统计渔获物5065尾, 约204 kg, 鉴定有107种, 隶属于7目21科73属(表1), 鲤形目(Cypriniformes)鱼类5科51属68种, 占总数的63.55%, 是绝对的优势类群;

表 1 2017—2021 年乌江流域采集到的鱼类名录

Tab. 1 List of fish species captured in Wujiang River (2017–2021)

种类 species	上游 upper stream	中游 middle stream	下游 lower stream
<b>鲟形目 Acipenseriformes</b>			
<b>鲟科 Acipenseridae</b>			
长江鲟 <i>Acipenser dabryanus</i>			
中华鲟 <i>Acipenser sinensis</i>			
杂交鲟* <i>Acipenser baerii</i> (♀)× <i>Acipenser schrenckii</i> (♂)		+	
<b>鳗鲡目 Anguilliformes</b>			
<b>鳗鲡科 Anguillidae</b>			
日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>			
<b>合鳃鱼目 Synbranchiformes</b>			
<b>合鳃鱼科 Synbranchidae</b>			
黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	+	+	+
<b>鲤形目 Cypriniformes</b>			
<b>胭脂鱼科 Catostomidae</b>			
胭脂鱼 <i>Mcyprinus asiaticus</i>		+	+
<b>鲤科 Cyprinidae</b>			
宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	+	+	+
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	+	+	+
中华细鲫 <i>Aphyocypris chinensis</i>			
尖头大吻鲃 <i>Rhynchocypris oxycephalus</i>			
丁鲃 <i>Tinca tinca</i> *		+	
青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	+	+	+
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+	+	+
赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>			
鳊 <i>Ochetobius elongatus</i>			
鳊 <i>Elopichthys bambusa</i>			
长臀华鳊 <i>Sinibrama longianalis</i>			
大眼华鳊 <i>Sinibrama macrops</i>		+	+
高体近红鲮 <i>Ancherythroculter kurematsui</i>			+
飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>			
寡鳞飘鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>			
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	+	+	+
贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>		+	
半鲮 <i>Hemiculterella sauvagei</i>		+	+
南方拟鲮 <i>Pseudohemiculter dispar</i>			
贵州拟鲮 <i>Pseudohemiculter kweichowensis</i>			
红鳍原鲮 <i>Cultrichthys erythropterus</i>		+	
翘嘴鲮 <i>Culter alburnus</i>	+	+	+
蒙古鲮 <i>Culter mongolicus</i>			
尖头鲮 <i>Culter oxycephalus</i>			
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>			
鲂 <i>Megalobrama skolkovii</i>			

· 续表 1 ·

种类 species	上游 upper stream	中游 middle stream	下游 lower stream
团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i> *	+	+	+
银鲴 <i>Xenocypris argentea</i>			
黄尾鲴 <i>Xenocypris davidi</i>			
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	+	+
鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	+	+	+
唇鲮 <i>Hemibarbus labeo</i>	+	+	+
间鲮 <i>Hemibarbus medius</i>			
花鲮 <i>Hemibarbus maculatus</i>	+	+	+
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+
华鲮 <i>Sarcocheilichthys sinensis sinensis</i>			+
黑鳍鲮 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>		+	+
嘉陵颌须鲈 <i>Gnathopogon herzensteini</i>			
银鲈 <i>Squalidus argentatus</i>	+	+	+
点纹银鲈 <i>Squalidus wolterstorffi</i>	+	+	+
圆口铜鱼 <i>Coreius guichenoti</i>			
铜鱼 <i>Coreius heterodon</i>			
吻鲈 <i>Rhinogobio typus</i>			+
圆筒吻鲈 <i>Rhinogobio cylindricus</i>			
长鳍吻鲈 <i>Rhinogobio ventralis</i>			
片唇鲈 <i>Platysmacheilus exiguus</i>			
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	+	+	+
乐山小鰕鲂 <i>Microphysogobio kiatingensis</i>			+
蛇鲈 <i>Saurogobio dabryi</i>		+	+
宜昌鳅鲃 <i>Gobiobotia (Gobiobotia) filifer</i>			
高体鳊 <i>Rhodeus ocellatus</i>	+	+	+
彩石鳊 <i>Rhodeus lighti</i>		+	+
兴凯鳊 <i>Acheilognathus chankaensis</i>			
越南鳊 <i>Acheilognathus tonkinensis</i>			
大鳊 <i>Acheilognathus macropterus</i>		+	
宽头林氏鲃 <i>Linichthys laticeps</i>	+	+	+
多鳞四须鲃 <i>Barbodes polylepis</i>	+		
中华倒刺鲃 <i>Spinibarbus sinensis</i>	+	+	+
金沙鲃 <i>Percocypris pingi</i>	+		+
花鲃 <i>Percocypris regani</i>	+		+
多斑金线鲃 <i>Sinocyclocheilus multipunctatus</i>		+	
云南光唇鱼 <i>Acrossocheilus yunnanensis</i>	+	+	+
宽口光唇鱼 <i>Acrossocheilus monticola</i>		+	+
吉首光唇鱼 <i>Acrossocheilus jishouensis</i>		+	+
粗须白甲鱼 <i>Onychostoma barbata</i>		+	
白甲鱼 <i>Onychostoma simum</i>	+	+	+
四川白甲鱼 <i>Onychostoma angustistomata</i>			
卵形白甲鱼 <i>Onychostoma ovalis</i>			
瓣结鱼 <i>Foliter brevifilis</i>			

· 续表 1 ·

种类 species	上游 upper stream	中游 middle stream	下游 lower stream
长江孟加拉鲮 <i>Bangana rendahli</i>		+	+
变形直口鲮 <i>Rectoris mutabilis</i>			
泉水鱼 <i>Pseudogyrincheilus procheilus</i>	+	+	+
华缨鱼 <i>Sinocrossocheilus guizhouensis</i>			
云南盘鲃 <i>Discogobio yunnanensis</i>	+	+	+
短鳍盘鲃 <i>Discogobio brachyhysallidos</i>		+	
条纹异黔鲮 <i>Paraqianlabeo lineatus</i>		+	+
短须裂腹鱼 <i>Schizothorax (Schizothorax) wangchiachii</i>			
齐口裂腹鱼 <i>Schizothorax (Schizothorax) prenanti</i>	+		+
昆明裂腹鱼 <i>Schizothorax (Schizothorax) grahami</i>	+		
四川裂腹鱼 <i>Schizothorax (Racoma) kozlovi</i>	+		
灰裂腹鱼 <i>Schizothorax (Racoma) griseus</i>	+		+
岩原鲤 <i>Procypris rabaudi</i>	+	+	+
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	+	+	+
散鳞镜鲤 <i>Cyprinus carpio*</i>		+	
鲫 <i>Carassius auratus</i>	+	+	+
<b>条鲮科 Nemacheilidae</b>			
红尾副鲮 <i>Homatula variegatus</i>	+	+	+
短体副鲮 <i>Homatula potanini</i>		+	+
横纹南鲮 <i>Schistura fasciolata</i>			
戴氏山鲮 <i>Claea dabryi</i>			
贝氏高原鲮 <i>Triplophysa bleekeri</i>	+		
<b>花鲮科 Cobitidae</b>			
长薄鲮 <i>Leptobotia elongata</i>		+	
中华沙鲮 <i>Botia superciliaris</i>		+	+
花斑副沙鲮 <i>Parabotia fasciata</i>			+
泥鲮 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+	+	+
大鳞副泥鲮 <i>Paramisgurnus dabryanus*</i>		+	
<b>爬鲮科 Balitoridae</b>			
犁头鲮 <i>Lepturichthys fimbriata</i>			
中华金沙鲮 <i>Jinshaia sinensis</i>			
短身金沙鲮 <i>Jinshaia abbreviata</i>			
四川华吸鲮 <i>Sinogastromyzon szechuanensis</i>	+	+	
西昌华吸鲮 <i>Sinogastromyzon sichangensis</i>			+
峨眉后平鲮 <i>Metahomaloptera omeiensis omeiensis</i>		+	+
平舟原缨口鲮 <i>Vanmanenia pingchowensis</i>		+	+
四川爬岩鲮 <i>Beaufortia szechuanensis</i>	+		
贵州爬岩鲮 <i>Beaufortia kweichowensis</i>		+	+
<b>鲇形目 Siluriformes</b>			
<b>胡子鲇科 Clariidae</b>			
胡子鲇 <i>Clarias fuscus*</i>		+	
<b>叉尾鲷科 Ictaluridae</b>			
斑点叉尾鲷 <i>Ictaluru spunctatus*</i>	+	+	+

· 续表 1 ·

种类 species	上游 upper stream	中游 middle stream	下游 lower stream
<b>鲇科 Siluridae</b>			
大口鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	+	+	+
鲇 <i>Silurus asotus</i>	+	+	+
<b>鲌科 Sisoridae</b>			
中华纹胸鲌 <i>Glyptothorax sinense</i>	+	+	
福建纹胸鲌 <i>Glyptothorax fukiensis</i>			
长尾鲌 <i>Pareuchiloglanis longicauda</i>	+		
短鳍鲌 <i>Pareuchiloglanis feae</i>	+		
<b>钝头鲌科 Amblycipitidae</b>			
白缘鲌 <i>Liobagrus marginatus</i>	+		
黑尾鲌 <i>Liobagrus nigricauda</i>		+	
<b>鲮科 Bagridae</b>			
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	+	+
瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>		+	+
光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>		+	+
长须黄颡鱼 <i>Pelteobagrus upogon</i>		+	+
长吻鲮 <i>Leiocassis longirostris</i>		+	
粗唇鲮 <i>Leiocassis crassilabris</i>	+	+	+
白边拟鲮 <i>Pseudobagrus albomarginatus</i>		+	+
乌苏拟鲮 <i>Pseudobagrus ussuriensis</i>	+	+	+
凹尾拟鲮 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>			
切尾拟鲮 <i>Pseudobagrus truncatus</i>		+	+
短尾拟鲮 <i>Pseudobagrus brericaudatus</i>			
中臀拟鲮 <i>Pseudobagrus medianalis</i>		+	+
短须拟鲮 <i>Pseudobagrus brachyrhabdion</i>		+	+
细体拟鲮 <i>Pseudobagrus pratti</i>		+	+
大鳍鲮 <i>Hemibagrus macropterus</i>		+	+
<b>鲮形目 Cyprinodontiformes</b>			
<b>青鲮科 Adrianichthyidae</b>			
中华青鲮 <i>Oryzias latipes sinensis</i>			
<b>胎鲮科 Poeciliidae</b>			
食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i> *		+	
<b>鲈形目 Perciformes</b>			
<b>鲈鲈科 Percichthyidae</b>			
波纹鳊 <i>Siniperca undulata</i>			
大眼鳊 <i>Siniperca kneri</i>		+	+
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>		+	+
斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>		+	+
中国少鳞鳊 <i>Siniperca whiteheadi</i>			+
<b>沙塘鳢科 Odontobutidae</b>			
小黄鲈 <i>Micropercops swinhonis</i>	+	+	+
<b>虾虎鱼科 Gobiidae</b>			
波氏吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius cliffordpopei</i>	+	+	+

· 续表 1 ·

种类 species	上游 upper stream	中游 middle stream	下游 lower stream
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	+	+	+
<b>鱧科 Channidae</b>			
乌鱧 <i>Channa argus</i>	+	+	+
月鱧 <i>Channa asiatica</i>		+	+
<b>丽鱼科 Cichlidae</b>			
尼罗罗非鱼 <i>Oreochromis niloticus</i> *	+	+	+
吉利慈鲷 <i>Coptodon zillii</i> *		+	
<b>太阳鱼科 Centrarchidae</b>			
大口黑鲈 <i>Micropterus salmoides</i> *		+	+
蓝鳃太阳鱼 <i>Lepomis macrochirus</i> *	+	+	
<b>颌针鱼目 Beloniformes</b>			
<b>鱮科 Hemiramphidae</b>			
间下鱮 <i>Hyporhamphus intermedius</i> *			
<b>胡瓜鱼目 Osmerformes</b>			
<b>银鱼科 Salangidae</b>			
太湖新银鱼 <i>Neosalanx taihuensis</i> *	+	+	

注: +, 本研究采集到的种类; \*, 外来种

Notes: +, fish species captured in this study, \*, invasive species

鲇形目 (Siluriformes) 6 科 10 属 22 种, 占总数的 20.56%; 鲈形目 (Perciformes) 6 科 8 属 13 种, 占总数的 12.15%; 鲟形目 (Acipenseriformes)、合鳃鱼目 (Synbranchiformes)、胡瓜鱼目 (Osmerformes) 和鲢形目 (Cyprinodontiformes) 各 1 科 1 属 1 种, 所占比例很小。鲤科 (Cyprinidae) 是科级分类阶元中种类数量最多的, 有 10 亚科 53 种, 其中, 鲃亚科 (Barbinae) 和 鲟亚科 (Gobioninae) 种类最多, 均为 11 种。

## 2.2 外来种

调查结果显示, 乌江共有外来种 14 种, 分别为团头鲂、斑点叉尾鲟、丁鲃、大鳞副泥鳅、吉利慈鲷、尼罗罗非鱼、大口黑鲈、胡子鲇、食蚊鱼、太湖新银鱼、间下鱮、蓝鳃太阳鱼、散鳞镜鲤和杂交鲟, 占物种总数的 9.15%。除间下鱮外, 其余 13 种均在此次调查中采集到, 占采集物种数的 12.15%。团头鲂、丁鲃、太湖新银鱼、间下鱮、大鳞副泥鳅在我国其他水域有分布, 属于引进乌江养殖的种类, 杂交鲟和散鳞镜鲤是养殖逃逸的品种, 在本研究中一并作为引进种记录。

## 2.3 珍稀特有鱼类

去除 13 种外来种, 共采集到乌江土著鱼类 94 种, 其中, 列入国家重点保护野生动物名录的

6 种: 长薄鳅、岩原鲤、多斑金线鲃、金沙鲈鲤、花鲈鲤、胭脂鱼, 保护等级均为二级<sup>[22]</sup>; 列入《中国濒危动物红皮书》3 种: 胭脂鱼、岩原鲤和长薄鳅, 评估等级均为易危 (VU)<sup>[23]</sup>。列入《中国物种红色名录》7 种: 长薄鳅、岩原鲤、灰裂腹鱼、昆明裂腹鱼、金沙鲈鲤、胭脂鱼 6 种评估等级为易危; 白缘鳅为濒危 (EN)<sup>[24]</sup>。列入《中国淡水鱼类红色名录》16 种: 胭脂鱼、黑尾鳅和中臀拟鲢 3 种评估等级为极危 (CR); 金沙鲈鲤、昆明裂腹鱼、长尾鲃、灰裂腹鱼和长薄鳅 5 种为濒危, 宽头林氏鲃、花鲈鲤、齐口裂腹鱼、四川裂腹鱼、岩原鲤、中华沙鳅、白缘鳅和细体拟鲢 8 种为易危<sup>[25]</sup>。

94 种采集到的土著鱼类中, 有长江上游特有种 15 种: 高体近红鲃、半鲎、多鳞四须鲃、宽口光唇鱼、长江孟加拉鲃、条纹异黔鲃、齐口裂腹鱼、昆明裂腹鱼、岩原鲤、短体副鳅、长薄鳅、西昌华吸鳅、四川华吸鳅、四川爬岩鳅、黑尾鳅, 占调查总数的 15.96%; 有贵州省特有种 3 种: 多鳞四须鲃、条纹异黔鲃、宽头林氏鲃。

## 2.4 鱼类物种多样性

调查在乌江上、中、下游分别采集到鱼类 55、88 和 79 种。从空间上看, 上游鱼类种类数量最

少, 乌江上游主要是三岔河和六冲河两条支流, 河流两岸多高山峡谷, 鱼类种类组成以山区急流性鱼类为主, 如裂腹鱼类、鲃类和鳅类等, 仅在上游采集到的有白缘鳅、长尾鳅、短鳍鳅、多鳞四须鲃、四川华吸鳅、四川爬岩鳅、贝氏高原鳅、四川裂腹鱼、昆明裂腹鱼, 除裂腹鱼类外, 其余均为小型鱼类。中、下游干流由于库区已经衔接, 渔获物种类较为相似, 以中华倒刺鲃、蛇鮈、黄颡鱼、鲤、鲫、鲇等经济鱼类为主, 支流则以小型鱼类为主, 如宽鳍鱲、马口鱼、虾虎鱼、鲂等。乌江上、中、下游鱼类物种多样性 G 指数、F 指数、G-F 指数见表 2, 可以看出, 中游和下游的科级分类阶元和属级分类阶元数量均高于上游, 说明中下游科级和属级多样性水平均高于上游; G-F 指数显示, 中游和下游基本相等, 说明各种类在中下游各科、属间的分布均匀度相近, 群落结构稳定性相似。

## 2.5 乌江中游鱼类群落多样性

统计了乌江中游 3 762 尾、约 158.78 kg 渔获物, 鱼类 Margalef 丰富度指数 ( $D$ )、Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H'$ )、Pielou 均匀度指数 ( $J'$ ) 分别为 9.63、3.54 和 0.81。

从数量上看, 占比前十的鱼类分别为鲈、尼罗罗非鱼、马口鱼、蛇鮈、鲫、云南光唇鱼、泥鳅、高体鲂、中华倒刺鲃和宽鳍鱲。其中, 以鲈的数量最多, 占比 13.16%, 占比在 5%~10% 的有马口鱼、尼罗罗非鱼和蛇鮈, 占比前十的鱼类数量占总渔获物数量的 56.27%。重量占比前十的种类分别为: 中华倒刺鲃、尼罗罗非鱼、蛇鮈、鲫、草鱼、鲈、鲢、鲇、杂交鲟和鳊。其中, 以中华倒刺鲃重量占比最大, 占渔获物重量的 16.47%, 其次为尼罗罗非鱼, 重量占比 10.57%, 重量占比在 5%~10% 的种类有蛇鮈、鲫、草鱼和鲈, 占比前十的鱼类数量占总渔获物的 68.75%。数量和重量占比均位于前十的种类有中华倒刺鲃、

尼罗罗非鱼、蛇鮈、鲫和鲈。

计算 IRI 值, IRI>500 计为优势种, 则乌江中游优势种有 4 种: 鲫、鲈、中华倒刺鲃和马口鱼; 100<IRI<500 计为常见种, 包括尼罗罗非鱼、蛇鮈、云南光唇鱼、草鱼和鲇 5 种 (表 3)

## 3 讨论

本调查共采集到土著鱼类 94 种, 隶属于 4 目 13 科 61 属, 占采集鱼类总数的 87.85%, 占乌江鱼类总数的 61.43%。与历史记录相比, 新增采集到土著种 2 种: 短鳔盘鮈和花鲈鲤, 未采集到土著鱼类 45 种, 占乌江土著鱼类总数的 32.37%, 占乌江鱼类总数的 29.41%, 占未被采集到的长江历史记录鱼类的 33.33%<sup>[26]</sup>。未采集到的土著鱼类分析原因主要有以下几方面: ①无论是在现场调查还是在渔民走访过程中了解到, 均多年未见或已基本绝迹, 如中华鲟、长江鲟、日本鳗鲡、鳊、鳅, 2022 年 7 月, IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 正式宣布长江鲟野外灭绝<sup>[27]</sup>; ②受乌江梯级电站建设的影响, 乌江干流完全渠化, 不仅阻隔了乌江和长江干流之间鱼类的交流, 也阻隔了乌江各河段之间鱼类的流动, 生境的改变使得一些产漂流性卵或需要流水生存环境的鱼类在乌江变得罕见, 如鳊、赤眼鳟、飘鱼、寡鳞飘鱼、银鲴、黄尾鲴、圆口铜鱼、铜鱼、圆筒吻鮈、长鳍吻鮈、四川白甲鱼、卵形白甲鱼; ③首次报道后, 省内再无标本采集记录, 如华缨鱼、中华细鲫、长臀华鳊、贵州拟鲈、间鳍、嘉陵颌须鮈、片唇鮈、短须裂腹鱼。④本就偶见种, 因为调查强度不够未采集到种类: 尖头大吻鲃、南方拟鲈、宜昌鳅鲈、瓣结鱼、横纹南鳅、戴氏山鳅、犁头鳅、中华金沙鳅、短身金沙鳅、中华青鳉、波纹鳅、蒙古鮠、尖头鮠、鲂、凹尾拟鲃、短尾拟鲃、变形直口鲮、兴凯鲮、越南鲮、福建纹胸鲃。

调查共采集到外来种 13 种, 占乌江鱼类总

表 2 乌江不同区域鱼类物种多样性 G 指数、F 指数和 G-F 指数

Tab. 2 G-indexes, F-indexes, G-F-indexes of different areas of Wujiang River

区域 district	科 family	属 genus	种 species	F指数 F-index	G指数 G-index	G-F指数 G-F index
上游 upper stream	16	46	55	6.28	3.75	0.40
中游 midle stream	22	64	88	7.44	3.98	0.47
下游 lower stream	15	56	79	9.68	3.88	0.45
全流域 Wujiang River	22	72	106	8.98	4.12	0.57



表 3 渔获物分析  
Tab. 3 Analysis of the catch

种类 species	尾数 amount	占比/% proportion	重量/kg weight	占比% proportion	IRI
鲮 <i>H. leucisculus</i>	495	13.16	8.29	5.22	711.36
尼罗罗非鱼 <i>O. niloticus</i>	280	7.50	16.78	10.57	442.19
马口鱼 <i>O. bidens</i>	282	7.44	3.40	2.14	539.78
蛇鲷 <i>S. dabryi</i>	262	6.96	13.44	8.46	187.66
鲫 <i>C. auratus</i>	182	4.84	12.29	7.74	870.7
云南光唇鱼 <i>A. yunnanensis</i>	159	4.22	2.18	1.38	126.29
泥鳅 <i>M. anguillicaudatus</i>	131	3.48	1.18	0.74	74.80
高体鲮 <i>R. ocellatus</i>	127	3.38	0.54	0.34	80.47
中华倒刺鲃 <i>S. sinensis</i>	104	2.76	26.15	16.47	552.91
宽鳍鱮 <i>Z. platypus</i>	95	2.53	0.43	0.27	90.79
草鱼 <i>C. idellus</i>	33	0.88	12.16	7.66	112.53
鲢 <i>H. molitrix</i>	26	0.69	5.85	3.68	68.37
鲇 <i>S. asotus</i>	39	1.04	5.06	3.19	107.86
杂交鲟 <i>A. baerii</i> (♀)× <i>A. schrenckii</i> (♂)	45	1.20	4.63	2.91	20.77
鳙 <i>A. nobilis</i>	20	0.53	4.51	2.84	26.37
其他渔获物 others	1 482	39.39	41.89	26.39	

数的 8.5%，其中，太湖新银鱼、蓝鳃太阳鱼、尼罗罗非鱼、吉利慈鲷、大口黑鲈和丁鲷这 6 种为历史未记录种，是本次调查所获。调查在乌江各大库区均有发现斑点叉尾鲷、尼罗罗非鱼和大口黑鲈，太湖新银鱼在洪家渡库区和思林库区已形成稳定种群。尼罗罗非鱼自洪家渡库区以下乌江干流均有分布，且已成为思林库区优势种，由于水温等生长条件限制，个体较珠江水系小，市场价值不高，由于罗非鱼摄食其他鱼的鱼卵且鳍棘对捕捞网具的损伤大，禁捕前不受当地渔民所喜。除食蚊鱼外，乌江外来鱼类多为养殖种类，主要是养殖主动引进。外来鱼类入侵或许会成为影响乌江鱼类组成结构变化的原因之一，应重视。

(作者声明本文无实际或潜在的利益冲突)

参考文献 (References):

[ 1 ] 韩贵琳, 刘丛强. 贵州乌江水系的水文地球化学研究 [J]. *中国岩溶*, 2000, 19(1): 35-43.  
Han G L, Liu C Q. Hydrogeochemistry of Wujiang river water in Guizhou Province[J]. *Carsologica Sinica*, 2000, 19(1): 35-43 (in Chinese).  
[ 2 ] Tang D X. Fishes of Kweiyang, with description of two new genera and five new species[J]. *Lingnan Sci*,

1942(20): 147-166.  
[ 3 ] 吕克强. 贵阳地区鱼类调查报告[J]. *贵州农业科学*, 1980(6): 58-61.  
LÜ K Q. Investigation report of fishes in Guiyang[J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 1980(6): 58-61 (in Chinese).  
[ 4 ] 代应贵, 李敏, 王晓辉. 石阡河鱼类物种多样性研究[J]. *贵州农业科学*, 2005, 33(2): 57-59.  
Dai Y G, Li M, Wang X H. Study on the species diversity of fish in the Shiqian River[J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2005, 33(2): 57-59 (in Chinese).  
[ 5 ] 代应贵, 李敏. 梵净山及邻近地区鱼类资源的现状[J]. *生物多样性*, 2006, 14(1): 55-64.  
Dai Y G, Li M. Fish resources around Fanjing Mountain, Guizhou[J]. *Biodiversity Science*, 2006, 14(1): 55-64 (in Chinese).  
[ 6 ] 姚俊杰, 沈昆根. 花溪河生物多样性 [M]. 贵阳: 贵州大学出版社, 2012.  
Yao J J, Shen K G. Biological diversity of Huaxi River[M]. Guiyang: Guizhou University Press, 2012 (in Chinese).  
[ 7 ] 肖琼, 杨志, 唐会元, 等. 乌江下游干流鱼类物种多样性及其资源保护[J]. *生物多样性*, 2015, 23(4): 499-506.  
Xiao Q, Yang Z, Tang H Y, et al. Species diversity of

- fish and its conservation in the mainstream of the lower reaches of Wujiang River[J]. *Biodiversity Science*, 2015, 23(4): 499-506 (in Chinese).
- [8] 林人端, 张春光. 鲃亚科鱼类一新种(鲤形目: 鲤科)[J]. 动物分类学报, 1986, 11(1): 108-110.
- Lin R D, Zhang C G. Description of a new species of the barbinae genus *Barnodes* from China[J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 1986, 11(1): 108-110 (in Chinese).
- [9] Zhang E, Fang F. *Linichthys*: a new genus of Chinese cyprinid fishes (Teleostei: Cypriniformes)[J]. *Copeia*, 2005, 2005(1): 61-67.
- [10] 廖吉文, 王大忠, 罗志发. 南鳅属鱼类一新种及一新亚种(鲤形目: 鳅科: 条鳅亚科)[J]. 遵义医学院学报, 1997, 20(2-3): 4-7.
- Liao J W, Wang D Z, Luo Z F. A new species and a new subspecies of *Schistura* from Guangxi and Guizhou, China (Cypriniformes: Cobitidae: Noemacheilinae)[J]. *Acta Academiae Medicinae Zunyi*, 1997, 20(2-3): 4-7 (in Chinese).
- [11] 伍律. 贵州鱼类志 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1989.
- Wu L. Fishes of Guizhou Province[M]. Guiyang: Guizhou People's Publishing House, 1989 (in Chinese).
- [12] 杨兴, 李建光, 王艳艳, 等. 贵州鱼类 [M]. 北京: 科学出版社, 2022.
- Yang X, Li J G, Wang Y Y, *et al.* Fishes in Guizhou[M]. Beijing: Science Press, 2022 (in Chinese).
- [13] 陈宜瑜. 中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲤形目(中卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- Chen Y Y. Fauna Sinica: Osteichthyes: Cypriniformes (Volume II)[M]. Beijing: Science Press, 1998 (in Chinese).
- [14] 乐佩琦. 中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲤形目(下卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- Yue P Q. Fauna Sinica: Osteichthyes: Cypriniformes (Volume III)[M]. Beijing: Science Press, 2000 (in Chinese).
- [15] 褚新洛, 郑葆珊, 戴定远, 等. 中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲇形目 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- Chu X L, Zheng B S, Dai D Y, *et al.* Fauna Sinica: Osteichthyes: Siluriformes[M]. Beijing: Science Press, 1999 (in Chinese).
- [16] 伍献文. 中国鲤科鱼类志(上卷)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1964.
- Wu X W. The Cyprinid Fishes of China (Volume I)[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1964 (in Chinese).
- [17] 丁瑞华. 四川鱼类志 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994.
- Ding R H. The fishes of Sichuan, China[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1994 (in Chinese).
- [18] 张春光, 赵亚辉. 中国内陆鱼类物种与分布 [M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- Zhang C G, Zhao Y H. Species diversity and distribution of inland fishes in China[M]. Beijing: Science Press, 2016 (in Chinese).
- [19] Froese R, Pauly D. FishBase[EB/OL]. (2022-08). <http://www.fishbase.org>.
- [20] 蒋志刚, 纪力强. 鸟兽物种多样性测度的G-F指数方法 [J]. *生物多样性*, 1999, 7(3): 220-225.
- Jiang Z G, Ji L Q. Avian-mammalian species diversity in nine representative sites in China[J]. *Chinese Biodiversity*, 1999, 7(3): 220-225 (in Chinese).
- [21] 刘玥. 嘉陵江中游鱼类资源与垂钓渔业现状研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2021.
- Liu Y. The fish resources and angling fishery status in the middle reaches of Jialing River[D]. Chongqing: Southwest University, 2021 (in Chinese).
- [22] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家重点保护野生动物名录 [EB/OL]. [2021-02-01]. [http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/202102/t20210205\\_6361292.htm](http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/202102/t20210205_6361292.htm).
- National Forestry and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. List of National Key Protected Wild Animals[EB/OL]. [2021-02-01]. [http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/202102/t20210205\\_6361292.htm](http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/202102/t20210205_6361292.htm) (in Chinese).
- [23] 汪松, 郑光美, 王岐山. 中国濒危动物红皮书 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- Wang S, Zheng G M, Wang Q S. China Red Data Book of Endangered Animals[M]. Beijing: Science Press, 1998 (in Chinese).
- [24] 汪松, 解炎. 中国物种红色名录: 第三卷-无脊椎动物 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- Wang S, Xie Y. China Species Red List: Vol. III Invertebrates[M]. Beijing: Science Press, 2000 (in Chinese).
- [25] 蒋志刚, 张鹗, 曹文宣. 中国生物多样性红色名录: 第五卷 脊椎动物, 淡水鱼类 [M]. 北京: 科学出版社, 2021.

- Jiang Z G, Zhang E, Cao W X. China's Red List of Biodiversity: Volume V, Vertebrates, Freshwater fishes[M]. Beijing: Science Press, 2021 (in Chinese).
- [26] 杨海乐, 沈丽, 何勇凤, 等. 长江水生生物资源与环境本底状况调查 (2017—2021)[J/OL]. 水产学报, 2022: 1-28. (2022-10-10). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1283.S.20221009.1234.004.html>.
- Yang H L, Shen L, He Y F, *et al.* Status of aquatic organisms resources and their environments in Yangtze River system (2017-2021)[J/OL]. Journal of Fisheries of China, 2022: 1-28. (2022-10-10). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1283.S.20221009.1234.004.html> (in Chinese).
- [27] Wei Q W. *Acipenser dabryanus*. The IUCN red list of threatened species[EB/OL]. [2021-02-01]. <https://www.iucnredlist.org/species/231/61462199>.

## Species composition and diversity of fish in the Wujiang River

WANG Xue<sup>1,2\*</sup>, LÜ Zhenyu<sup>1,2</sup>, ZENG Sheng<sup>1,2</sup>, WANG Wei<sup>1,2</sup>, HUANG Fujiang<sup>1,2</sup>,  
MIN Wenwu<sup>1,2</sup>, XIANG Yan<sup>1,2</sup>, LIU Wei<sup>1,2</sup>

(1. Academy of Agriculture Sciences, Guizhou Fisheries Research Institute, Guiyang 550025, China;

2. Engineering Center of Special Aquaculture of Guizhou Province, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** Wujiang River is the longest river in Guizhou province and one important tributary of Yangtze River. To explore the original data about species composition and diversity of fishes in Wujiang river, we conducted 12 field surveys at 135 sites in Guizhou province from 2017 to 2021. A total of 5 065 fish specimens (weight about 204 kg) were collected, and 107 species belonging to 6 orders, 22 families, 73 genera were identified. Cyprinidae had the largest number with 53 species, accounting for 49.53%. Species diversity G-F index of different areas of Wujiang River were 0.40, 0.47 and 0.45 from upper to lower reaches, showing that upper stream has lower species diversity within family and genus than middle or lower streams. In middle Wujiang River, the Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ ) was 3.54, Margalef richness index ( $D$ ) was 9.63, Pielou evenness index ( $J'$ ) was 0.81. Results showed that the first ten species with weight and number included: *Spinibarbus sinensis*, *Oreochromis niloticus*, *Saurogobio dabryi*, *Carassius auratus* and *Hemiculter leucisculus*. According to Index of Relative Importance, the dominant species (IRI>500) in middle reaches of Wujiang river were *C. auratus*, *H. leucisculus*, *S. sinensis* and *Opsariichthys bidens*. This study showed that construction of dams would be the main factor to impact species composition of Wujiang River. This study could provide important data for species composition and diversities of Wujiang River, and it would be valuable to evaluate the effect of ten-year fishing ban policy of Yangtze River.

**Key words:** fish; species composition; diversity; conservation; Guizhou Province; Wujiang River

**Corresponding author:** WANG Xue. E-mail: zi829475wx@163.com

**Funding projects:** Specific Financial Fund of Ministry of Agriculture, "Investigation of Fishery Resources and Environment in the Yangtze River (2017–2021)"; Youth Foundation from Guizhou Academy of Agricultural Sciences (2019-26)