

抚河源自然保护区鱼类群落结构及主要物种生长特征

陈旭 刘雄军 孙威威 徐阳 杨丽敏 吴小平 欧阳珊

**FISH COMMUNITY STRUCTURE AND GROWTH CHARACTERISTICS IN THE FUHEYUAN NATURE RESERVE, JIANGXI PROVINCE**

CHEN Xu, LIU Xiong-Jun, SUN Wei-Wei, XU Yang, YANG Li-Min, WU Xiao-Ping, OUYANG Shan

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.7541/2020.099>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

吴城鄱阳湖自然保护区鱼体重金属的富集及安全性评价

HEAVY METAL CONTENT AND SAFETY EVALUATION OF FISHES NATURE RESERVE IN WUCHENG SECTION OF POYANG LAKE, CHINA

水生生物学报. 2017, 41(4): 878–883 <https://doi.org/10.7541/2017.109>

安庆西江长江江豚迁地保护基地河岸带植物群落结构特征

CHARACTERISTICS OF RIPARIAN PLANT COMMUNITY IN YANGTZE FINLESS PORPOISE EX-SITU RESERVE IN XIJIANG OXBOW, ANQING CITY

水生生物学报. 2019, 43(3): 623–633 <https://doi.org/10.7541/2019.075>

武汉东湖夏冬两季浮游动物物种多样性及群落结构研究

SPECIES DIVERSITY AND COMMUNITY STRUCTURE OF ZOOPLANKTON IN SUMMER AND WINTER IN THE EAST LAKE, WUHAN

水生生物学报. 2020, 44(4): 877–894 <https://doi.org/10.7541/2020.105>

渭河陕西段鱼类群落结构组成及变化研究

CHARACTERISTICS OF FISH COMMUNITY STRUCTURE IN THE WEIHE RIVER OF SHAANXI SECTION

水生生物学报. 2019, 43(6): 1311–1320 <https://doi.org/10.7541/2019.155>

新疆伊犁河不同河段鱼类的物种多样性和优势种

SPECIES DIVERSITY AND DOMINANT FISH SPECIES IN DIFFERENT REACHES OF THE ILI RIVER, XINJIANG

水生生物学报. 2017, 41(4): 819–826 <https://doi.org/10.7541/2017.102>

广东沿海洛氏角毛藻复合群物种多样性的探究

PRELIMINARY STUDY ON THE SPECIES DIVERSITY OF *CHAETOCEROS LORENZIANUS* COMPLEX FROM GUANGDONG COASTAL WATERS

水生生物学报. 2017, 41(6): 1282–1290 <https://doi.org/10.7541/2017.159>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

doi: 10.7541/2020.099

## 抚河源自然保护区鱼类群落结构及主要物种生长特征

陈旭<sup>1</sup> 刘雄军<sup>2</sup> 孙威威<sup>1</sup> 徐阳<sup>1</sup> 杨丽敏<sup>1</sup> 吴小平<sup>1,2</sup> 欧阳珊<sup>1</sup>

(1. 南昌大学生命科学学院, 南昌 330031; 2. 南昌大学资源环境与化工学院, 南昌 330031)

**摘要:** 基于2018年5月和7月对江西省抚河源自然保护区的鱼类资源调查数据, 研究了该保护区鱼类群落结构及主要物种生长特征。结果显示, 该保护区鱼类共有4目9科18属20种, 其中鲤形目鱼类最多, 占总种数的55%。优势种为侧条光唇鱼(*Acrossocheilus parallens*)、鲫(*Carassius auratus*)、宽鳍鱮(*Zacco platypus*)。保护区主要以肉食性和杂食性、底层性、定居性鱼类为主。物种多样性分析显示, 杨溪港鱼类多样性指数和丰富度指数最高( $H'=1.52$ ;  $D=2.07$ ), 天井溪鱼类多样性指数和丰富度指数最低( $H'=0.84$ ;  $D=0.99$ )。主要鱼类的体长体重线性回归拟合方程式分析显示, 侧条光唇鱼( $b=2.903$ )、鲫( $b=3.039$ )和馬口鱼(*Opsariichthys bidens*) ( $b=2.994$ )呈等速增长, 银鮡(*Squalidus argentatus*,  $b=2.459$ )和宽鳍鱮( $b=3.398$ )呈异速增长。 $\beta$ 多样性分析显示, 杨溪港与桐斜河( $\beta_r=12.3$ )、横路河( $\beta_r=10.8$ )、天井溪( $\beta_r=11.6$ )间的生境差异较大, 鱼类物种分化较大。相似性分析显示, 洪水坑与桐斜河( $C_j=0.09$ )、天井溪( $C_j=0.13$ )、胡洋溪( $C_j=0.14$ )间的鱼类物种组成相似性较低。研究结果补充了保护区鱼类群落结构和主要鱼类生长特征的基础资料, 为抚河源自然保护区鱼类资源的保护和管理提供理论依据。

**关键词:** 抚河源自然保护区; 鱼类群落结构; 物种多样性; 生长特征

**中图分类号:** S932.4      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3207(2020)04-0829-09

抚河源自然保护区位于江西省东南部, 广昌县西南部的武夷山脉余脉北坡与雩山山脉西南坡, 总面积为81.9 km<sup>2</sup>。保护区属亚热带季风湿润气候, 雨量充沛, 阳光充足, 四季分明, 十分有利于动植物的繁衍生息。保护区水系属抚河流域, 区内有姚西河、坪背河、招禾河、麻坑河、桐斜河、横路河等河流汇集形成抚河发源地及源头区。抚河是江西省的第二大河流, 拥有丰富的鱼类资源, 对鄱阳湖流域鱼类资源的补充和维持具有重要意义<sup>[1]</sup>。鱼类具有重要的经济与社会价值, 也是世界上受威胁较严重的类群之一<sup>[2, 3]</sup>。近年来, 由于过度捕捞、水体污染、涉水工程等人类活动及极端气候的影响, 抚河流域鱼类多样性正面临多重威胁<sup>[4, 5]</sup>。关于抚河鱼类研究主要集中在抚河中下游<sup>[1, 6-8]</sup>, 而抚河源头区, 即抚河源自然保护区的鱼类缺乏系统研究, 作者结合抚河源自然保护区科学考察, 调查了保护区的鱼类资源, 以

期掌握保护区鱼类群落结构和主要鱼类生长特征。研究结果能为该保护区鱼类资源的保护、利用与管理提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 标本采集

作者在抚河源自然保护区主要溪流设置了8个采样点: 即驿前镇赤岭村招禾河洪水坑、西港, 分别用ZHR1、ZHR2表示; 驿前镇姚西村姚西河胡洋溪、天井溪, 分别用YXR1、YXR2表示; 桐斜村关刀口桐斜河(TXR); 横路村横路河(HLR); 坪背村坪背河(PBR); 杨溪乡东坑村杨溪港(YXG, 图1)。分别于2018年5月和7月, 在保护区工作人员和当地渔民协助下, 采用丝网、地笼以及少量电捕等方式对8个样点进行标本采集, 现场对标本拍照, 测量体长(cm)和体重(g)。将采集的标本用10%福尔马林溶液固定, 带回实验室。标本鉴定参照鱼类志<sup>[9, 10]</sup>等

收稿日期: 2019-07-16; 修订日期: 2020-03-10

基金项目: 抚河源自然保护区综合科学考察项目资助 [Supported by the Funding for Fuheyuan Nature Reserve Comprehensive Scientific Investigation Project]

作者简介: 陈旭(1995—), 女, 硕士研究生; 主要从事鱼类分类与生态研究。E-mail: 1069725315@qq.com

通信作者: 欧阳珊(1963—), 女, 教授, 硕士生导师; E-mail: ouys1963@qq.com

资料。采样同时用GPS定位系统测定各采样点的经度、纬度等。

## 1.2 数据处理

**鱼类采样完整性分析** 基于Inext Online网站的丰富度稀释性曲线方法,对研究区域鱼类的采样完整性进行分析<sup>[11]</sup>。

**优势种确定** 相对重要性指数(Index of Relative Importance, *IRI*)综合了个体数,生物量和出现频率3个因素,因此选择相对重要性指数(*IRI*)对群落优势种进行区分<sup>[12]</sup>。

$$IRI = (N\% + W\%)F\% \quad (1.1)$$

式中,*N*为某一种鱼类的尾数占总尾数的比例,*W*为某一种鱼类的生物量占总生物量的比例,*F*为某一种鱼类出现的采样点占总采样点的比例。*IRI*>1000为优势种<sup>[13]</sup>。

**多样性分析** 采用以下多样性特征值分析群落多样性:

Margalef 丰富度指数<sup>[14]</sup>:

$$D = (S - 1)/\ln N \quad (1.2)$$

Shannon-Wiener 多样性指数<sup>[15]</sup>:

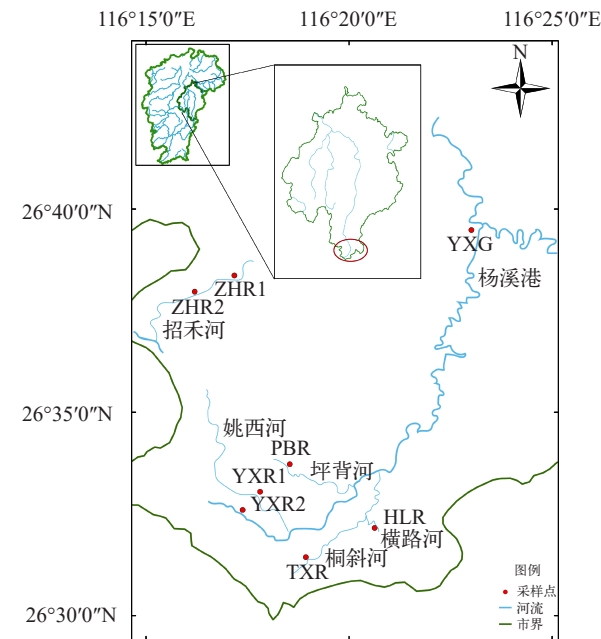


图1 抚河源自然保护区鱼类采样示意图

Fig. 1 Sampling sites in the Fuheyuan Nature Reserve

ZHR1和ZHR2分别代表招禾河洪水坑和西港采样点;YXR1和YXR2分别代表姚西河胡洋溪和天井溪采样点;TXR代表桐斜河;HLR代表横路河;PBR代表坪背河;YXG代表杨溪港

ZHR1. Hongshuikeng in the Zhaoheshi River; ZHR2. Xigang in the Zhaoheshi River; YXR1. Huyangxi in the Yaoksi River; YXR2. Tianjingxi in the Yaoksi River; TXR. Tongxie River; HLR. Henglu River; PBR. Pingbei River; YXG. Yangxigang River

$$H' = -\sum (P_i \cdot \ln P_i) \quad (1.3)$$

Pielou 均匀度指数<sup>[16]</sup>:

$$J' = H'/\ln S \quad (1.4)$$

式中,*S*为一个取样中的物种总数,*N*为一个取样中总尾数,*P<sub>i</sub>*为第*i*种占总尾数的比例。

**β多样性指数** Cody指数( $\beta_c$ )表示不同区域间的生境差异和变化<sup>[17]</sup>。

$$\beta_c = (g + l) / 2 \quad (1.5)$$

式中,*g*表示区域A有,区域B没有;*l*表示区域B有,区域A没有。

Routledge指数( $\beta_r$ )表示不同区域间的鱼类分化和隔离程度<sup>[18]</sup>。

$$\beta_r = [S^2 / (2r + S)] - 1 \quad (1.6)$$

式中,*S*为A和B两个区域总的鱼类物种数,*r*表示A和B两个区域共有的鱼类物种数。

**相似性分析** Jaccard相似性系数(*C<sub>j</sub>*):

$$C_j = j / (a + b - j) \quad (1.7)$$

式中,*j*为两区域共有鱼类物种数,*a*、*b*分别为区域A、B的鱼类物种数。当*C<sub>j</sub>*为0—0.25时为极不相似;0.25—0.50为中等不相似;0.50—0.75为中等相似;0.75—1.00为极相似<sup>[19]</sup>。

**体长体重的相关性** 使用Microsoft excel 2007软件对重要鱼类的体长和体重等测量参数进行统计和分析,并作体长和体重分布图,对鱼类体长和体重的关系进行曲线拟合<sup>[20]</sup>,公式如下:

$$W = aL^b \quad (1.8)$$

式中,*W*为鱼类个体体重,*L*为鱼类个体体长,*a*和*b*为待定拟合方程常数。当*b*值接近于3时,鱼类种群呈等速增长。当*b*值不等于3时,鱼类种群呈异速增长<sup>[21]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 采样点生境特征

抚河源自然保护区河流主要为溪流,各采样点海拔为252—319 m,河流宽度为0.8—10.0 m,水深为0.1—2.5 m。水质整体较为清澈,水流时而湍急,时而平缓,深潭与浅滩交错。河床底质主要为泥沙和砾石,一些溪流有岩石分布(表1)。杨溪港建有杨溪水库;保护区溪流沿途大多有村民居住,村民主要种植莲和水稻。

### 2.2 鱼类种类组成及分布

本次采样共获得鱼类标本286尾,经鉴定,抚河源自然保护区鱼类隶属于4目9科18属20种(表2)。其中鲤形目最多,11种,占总种数的55%,其次为鲇

形目和鲈形目, 分别为4种, 各占总种数的20%; 合鳃鱼目最少, 1种, 占总种数的5%。以科水平看, 鲤科种类最多, 有9种, 占总种数的45%。物种数分布显示, 杨溪港的物种数最多, 有11种; 其次为桐斜河, 有9种; 横路河最少, 仅4种(表2)。基于较高的采样完整性和Chao I值超过95%, 说明研究区域鱼类的采样深度足够, 能代表保护区鱼类多样性(图2)。

### 2.3 鱼类生态类型

从食性来看, 肉食性与杂食性鱼类各10种, 分别占总种数的50%, 未发现植食性鱼类。从栖息水层来看, 底层鱼类最多, 12种, 占总种数的60%; 中下层鱼类次之, 6种, 占总种数的30%; 中上层鱼类最少, 2种, 占总种数的10%。从生活习性来看, 定居性鱼类最多, 12种, 占总种数的60%; 山溪性鱼类, 8种, 占总种数的40%; 未发现洄游性鱼类(表2)。

### 2.4 鱼类濒危状况

根据中国脊椎动物红色名录<sup>[22]</sup>评估抚河源自然保护区鱼类濒危状况(表2), 无危鱼类最多, 16种, 占总种数的80%; 数据缺乏的鱼类4种, 占总种数的20%。IUCN评估分析显示, 无危鱼类最多, 11种, 占总种数的55%; 数据缺乏的鱼类有3种, 占总种数的15%; 未评估的鱼类有4种, 占总种数的20%; 濒危鱼类为黑尾鲃(*Liobagrus nigricauda*); 易危鱼类为鲤(*Cyprinus carpio*)。

### 2.5 鱼类群落结构分析

IRI分析显示, 抚河源自然保护区鱼类优势种为侧条光唇鱼、鲫、宽鳍鱮( $IRI > 1000$ , 表3)。

### 2.6 鱼类物种多样性的空间变化

抚河源自然保护区鱼类多样性指数分析显示(表4), 杨溪港、坪背河、胡洋溪和西港的物种多

样性较高, 洪水坑、天井溪、桐斜河和横路河的多

### 2.7 $\beta$ 多样性指数

$\beta_c$ 指数分析显示, 杨溪港与横路河、桐斜河、天井溪和胡洋溪的 $\beta_c$ 指数较高, 说明这些河流间鱼类的生境差异较大。洪水坑与横路河、胡洋溪、天井溪、坪背河间的 $\beta_c$ 指数较低, 说明这些河流间鱼类的生境差异较小。 $\beta_r$ 指数分析显示, 杨溪港与桐斜河、天井溪、横路河间的 $\beta_r$ 指数较高, 说明这些河流间鱼类物种出现一定的分化现象。洪水坑与横路河、坪背河、胡洋溪间的 $\beta_r$ 指数较低, 说明这些河流间鱼类物种分化不明显(表5)。

### 2.8 鱼类相似性分析

鱼类物种相似性分析显示(表6), 西港、坪背河与杨溪港间的鱼类物种组成相似性较高, 洪水坑与桐斜河间的鱼类物种组成相似性较低。

### 2.9 抚河源自然保护区主要鱼类生物学特征

5种主要鱼类宽鳍鱮(71尾)、侧条光唇鱼(29尾)、银鲃(40尾)、鲫(43尾)、马口鱼(36尾)生物学特征分析显示, 其优势体长分别为4.2—5.2、6.5—8.1、5.2—5.8、4.9—6.0和7.4—8.6 cm(图3); 优势体重分别为0.8—3.7、5.5—10.3、2.3—3.1、1.8—6.8和0.9—4.2 g(图4)。

### 2.10 抚河源自然保护区鱼类体长体重关系

抚河源自然保护区鱼类的体长( $L$ )和体重( $W$ )回归拟合分析结果(图5)显示, 5种鱼类的体长和体重呈幂函数关系。鱼类体长和体重相关拟合公式如下:

$$\text{宽鳍鱮: } W=0.006L^{3.398} \quad (N=71, R^2=0.978)$$

$$\text{侧条光唇鱼: } W=0.022L^{2.903} \quad (N=29, R^2=0.990)$$

$$\text{银鲃: } W=0.035L^{2.459} \quad (N=40, R^2=0.866)$$

表1 抚河源自然保护区采样点的生境特征

Tab. 1 Habitat characteristics of sampling sites in the Fuheyuan Nature Reserve

调查水域 Collecting site	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude (m)	河床底质 Sediment	水流 Current	水质 Water quality	水深 River depth (m)	河宽 River width (m)
ZHR1	E: 116°16'11.96"	N: 26°37'58.28"	319	泥沙、砾石、 岩石	急流、水潭	清澈	0.2—0.8	2.0—5.0
ZHR2	E: 116°17'10.67"	N: 26°38'22.08"	272	泥沙、砾石	缓流	清澈	0.2—0.8	1.0—2.0
YXR1	E: 116°17'48.69"	N: 26°33'02.83"	305	砾石、泥沙	缓流	浑浊	0.1—0.8	0.8—1.5
YXR2	E: 116°17'22.78"	N: 26°32'36.01"	304	砾石、泥沙	缓流	清澈	0.5—0.8	1.0—2.0
TXR	E: 116°18'56.34"	N: 26°31'26.31"	290	泥沙、砾石	急流	清澈	0.2—0.6	1.0—2.5
HLR	E: 116°20'37.95"	N: 26°32'09.48"	278	泥沙、岩石	缓流	清澈	0.2—1.2	1.0—5.0
PBR	E: 116°18'32.48"	N: 26°33'43.05"	277	泥沙、砾石	缓流、水潭	清澈 浑浊	0.1—0.6	1.0—3.0
YXG	E: 116°23'00.72"	N: 26°39'29.14"	252	泥沙、砾石	急流、缓流、 水潭	清澈 浑浊	0.2—2.5	2.0—10.0

注: ZHR1和ZHR2分别代表招禾河洪水坑和西港采样点; YXR1和YXR2分别代表姚西河胡洋溪和天井溪采样点; TXR代表桐斜河; HLR代表横路河; PBR代表坪背河; YXG代表杨溪港

Note: ZHR1. Hongshuikeng in the Zhaohe River; ZHR2. Xigang in the Zhaohe River; YXR1. Huyangxi in the Yaoxi River; YXR2. Tianjingxi in the Yaoxi River; TXR. Tongxie River; HLR. Henglu River; PBR. Pingbei River; YXG. Yangxigang River

鲫:  $W=0.028L^{3.039}$  ( $N=43, R^2=0.989$ ) 的体长体重关系曲线来看, 相关系数 $R^2$ 的变化在  
 马口鱼:  $W=0.016L^{2.994}$  ( $N=36, R^2=0.985$ ) 0.866—0.990, 最大的为侧条光唇鱼, 0.990; 最小的  
 从宽鳍鱲、侧条光唇鱼、银鮡、鲫、马口鱼 为银鮡, 0.866。b值为 2.459—3.398, 其中侧条光唇

表 2 抚河源自然保护区鱼类名录、分布、生态类型和濒危状况

Tab. 2 Species composition, distribution, ecological types and endangered status of fish in the Fuheyuan Nature Reserve

	生态类型 Ecological types									濒危状况 Endangered status			
	ZHR 1	ZHR 2	YXR 1	YXR 2	TX R	HLR	PBR	YXG	食性 Feeding habits	栖息水层 Habitat charac- teris- tics	生活习 性 Life habits	蒋志刚 (2016)	IUCN
<b>I. 鲤形目 Cypriniformes</b>													
<b>i. 鲤科 Cryprinidea</b>													
1. 侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	O	L	MS	LC	LC
2. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>		+	+		+			+	O	DE	SE	LC	VU
3. 鲫 <i>Carassius auratus</i>		+	+	+			+	+	O	DE	SE	LC	LC
4. 高体鲂 <i>Rhodeus ocellatus</i>		+			+		+	+	O	L	SE	LC	DD
5. 马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>							+	+	C	U	MS	LC	LC
6. 宽鳍鱲 <i>Zacco platypus</i>		+	+	+	+	+		+	C	U	MS	LC	NE
7. 麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>					+		+		O	L	MS	LC	LC
8. 银鮡 <i>Squalidus argentatus</i>							+		O	L	SE	LC	DD
9. 花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>								+	C	DE	SE	LC	NE
<b>ii. 平鳍鲂科 Homalopteridae</b>													
10. 平舟原缨口鳅 <i>Vanmnernia pinchowensis</i>	+						+		O	DE	MS	LC	LC
<b>iii. 鲃科 Cobitidae</b>													
11. 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+	+						+	O	DE	SE	LC	LC
<b>II. 鲇形目 Siluriformes</b>													
<b>iv. 鲃科 Bagridae</b>													
14. 切尾拟鲃 <i>Pseudobagrus struncatus</i>					+				O	DE	SE	DD	NE
15. 黄颡鱼 <i>Tachysurus lvidraco</i>								+	C	DE	SE	LC	LC
<b>v. 钝头鮠科 Amblycipitidae</b>													
13. 黑尾鮠 <i>Liobagrus nigricauda</i>			+						O	DE	SE	DD	EN
<b>vi. 鲇科 Siluridae</b>													
12. 鲇 <i>Silurus asotus</i>								+	C	L	SE	LC	LC
<b>III. 鲈形目 Perciformes</b>													
<b>vii. 斗鱼科 Belontiidae</b>													
16. 叉尾斗鱼 <i>Macropodus opercularis</i>			+		+				C	L	SE	LC	LC
<b>viii. 虾虎鱼科 Gobiidae</b>													
17. 林氏吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius lindbergi</i>					+	+			C	DE	MS	DD	NE
18. 褐吻虾虎鱼 <i>Ctenogobius brunneus</i>					+				C	DE	MS	DD	DD
19. 子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>					+				C	DE	MS	LC	LC
<b>IV. 合鳃鱼目 Synbranchiformes</b>													
<b>ix. 合鳃鱼科 Synbranchidae</b>													
20. 黄鳝 <i>Monopterus albus</i>		+			+			+	C	DE	SE	LC	LC

注: “+”号表示鱼类在该采样点出现过。食性: C-肉食性; H-植食性; O-杂食性。栖息水层: DE-底层性; L-中下层性; U-中上层性。生活习性: SE-定居性; M-洄游性; MS-山溪性。濒危状况: CR-极危; EN-濒危; VU-易危; NT-近危; LC-无危; DD-数据缺乏; NE-没有评估

Note: “+”. fish were found in the sampling sites; Life habits, SE. Settlement fish; MS. Mountain streams fish; M. Migration fish; Habitat characteristics, LL. Lower layer fish; DE. Demersal fish; UL. Upper layer fish; Feeding habits, O. Omnivorous; C. Carnivorous; H. Herbivorous. Endangered categories, DD. Data Deficient; LC. Least Concern; NT. Near Threatened; VU. Vulnerable; EN. Endangered; CR. Critically Endangered

表 3 抚河源自然保护区鱼类相对重要性指数分析

Tab. 3 The Index of Relative Importance of fish in the Fuheyuan Nature Reserve

物种Species	N (%)	W (%)	F (%)	IRI
侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i>	16.74	36.35	100.00	5309.00
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	0.57	0.52	50.00	54.50
鲫 <i>Carassius auratus</i>	13.16	15.37	62.50	1783.13
高体鲮 <i>Rhodeus ocellatus</i>	1.86	0.57	50.00	121.50
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	12.88	12.52	25.00	635.00
宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	40.34	25.16	75.00	4912.50
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	0.86	0.17	25.00	25.75
银鮡 <i>Squalidus argentatus</i>	6.01	2.43	12.50	105.50
花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>	0.14	0.41	12.50	6.88
平舟原缨口鳅 <i>Vanmernia pinchowensis</i>	0.57	0.56	25.00	28.25
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	2.00	1.15	50.00	157.50
切尾拟鲿 <i>Pseudobagrus truncatus</i>	0.14	0.19	12.50	4.13
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidrac</i>	0.29	0.23	12.50	6.50
黑尾鳊 <i>Liobagrus nigricauda</i>	0.14	0.22	12.50	4.50
鲢 <i>Silurus asotus</i>	0.29	0.58	12.50	10.88
叉尾斗鱼 <i>Macropodus opercularis</i>	0.43	0.17	25.00	15.00
林氏吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius lindbergi</i>	1.29	0.48	25.00	44.25
褐吻虾虎鱼 <i>Ctenogobius brunneus</i>	0.14	0.05	12.50	2.38
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	1.00	0.37	12.50	17.13
黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	1.14	2.49	37.50	136.13

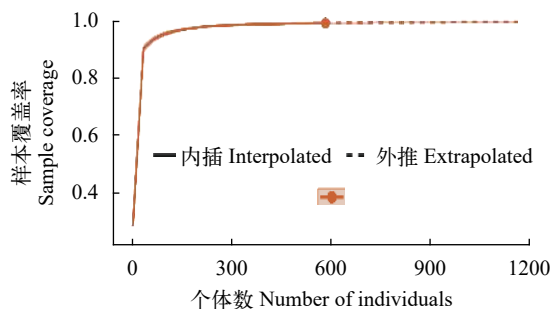


图 2 抚河源自然保护区鱼类采样完整性分析

Fig. 2 Analysis of fish sampling completeness of fish in the Fuheyuan Nature Reserve

表 4 抚河源自然保护区内鱼类多样性空间变化

Tab. 4 Spatial changes of fish diversity in the Fuheyuan Nature Reserve

指标Index	采样地点Sampling site							
	ZHR1	ZHR2	YXR1	YXR2	TXR	HLR	PBR	YXG
$H'$	0.42	1.31	1.39	0.84	0.79	0.86	1.40	1.52
$J'$	0.39	0.63	0.86	0.47	0.36	0.62	0.78	0.63
$D$	0.53	1.75	1.67	0.99	1.71	0.66	1.07	2.07

鱼、鲫、马口鱼的  $b$  值分别为 2.903、3.039、2.994, 表明这 3 种鱼在抚河源自然保护区呈等速增长, 银鮡的  $b$  值为 2.459, 呈负异速增长, 宽鳍鱮  $b$  值为 3.398, 呈正异速增长。

### 3 讨论

#### 3.1 抚河源自然保护区鱼类种类组成

抚河源自然保护区鱼类共计 4 目 9 科 20 种, 以鲤形目为主, 与武夷山脉其他保护区鱼类群落结构相似。与武夷山脉其他保护区物种数比较<sup>[23-25]</sup>, 该保护区鱼类物种数较多, 仅次于武夷山和马头山自然保护区(图 6)。鱼类对水生态环境的变化极为敏感, 特别是侧条光唇鱼、宽鳍鱮、马口鱼等物种, 体长较小、适应于山区急流或溶氧丰富的源头或上游的生态环境<sup>[26, 27]</sup>。抚河源自然保护区优势种为侧条光唇鱼、宽鳍鱮、马口鱼等小型鱼类, 说明该保护区为溪流鱼类的生存和繁衍提供了良好的栖息地。另外, 体长与体重相关性分析显示, 侧条光唇鱼、鲫、马口鱼呈等速增长, 说明该保护区适宜鱼类生存, 这与该保护区的生境特征有关, 保护区河床多砾石, 河道弯曲起伏多,

表 5 抚河源自然保护区区域间鱼类  $\beta$  多样性分析, 左下角 ( $\beta_c$ ) 和右上角 ( $\beta_r$ )Tab. 5 Analysis of  $\beta_c$  (below diagonal) and  $\beta_r$  (above diagonal) diversity in the Fuheyuan Nature Reserve

	ZHR1	ZHR2	YXR1	YXR2	TXR	HLR	PBR	YXG
ZHR1		7.1	5.4	6.4	9.3	3.5	5.2	9.9
ZHR2	3.5		7.0	8.8	9.7	8.0	7.9	9.9
YXR1	2.5	2.5		6.1	7.9	5.2	7.1	9.7
YXR2	2.5	4.0	2.5		9.7	6.1	8.0	11.6
TXR	4.5	3.5	3.0	4.5		8.9	9.7	12.3
HLR	1.5	3.5	2.5	2.5	4.5		6.1	10.8
PBR	2.5	3.0	3.5	3.0	4.5	3.5		8.0
YXG	3.0	2.5	4.0	4.0	5.0	5.5	3.5	

表 6 抚河源自然保护区鱼类相似性分析

Tab. 6 Analysis of similarity of fish in the Fuheyuan Nature Reserve

	ZHR1	ZHR2	YXR1	YXR2	TXR	HLR	PBR	YXG
ZHR1								
ZHR2	0.22							
YXR1	0.14	0.44						
YXR2	0.13	0.27	0.38					
TXR	0.09	0.42	0.40	0.25				
HLR	0.40	0.20	0.29	0.25	0.18			
PBR	0.29	0.40	0.22	0.20	0.25	0.25		
YXG	0.17	0.58	0.33	0.21	0.33	0.15	0.50	

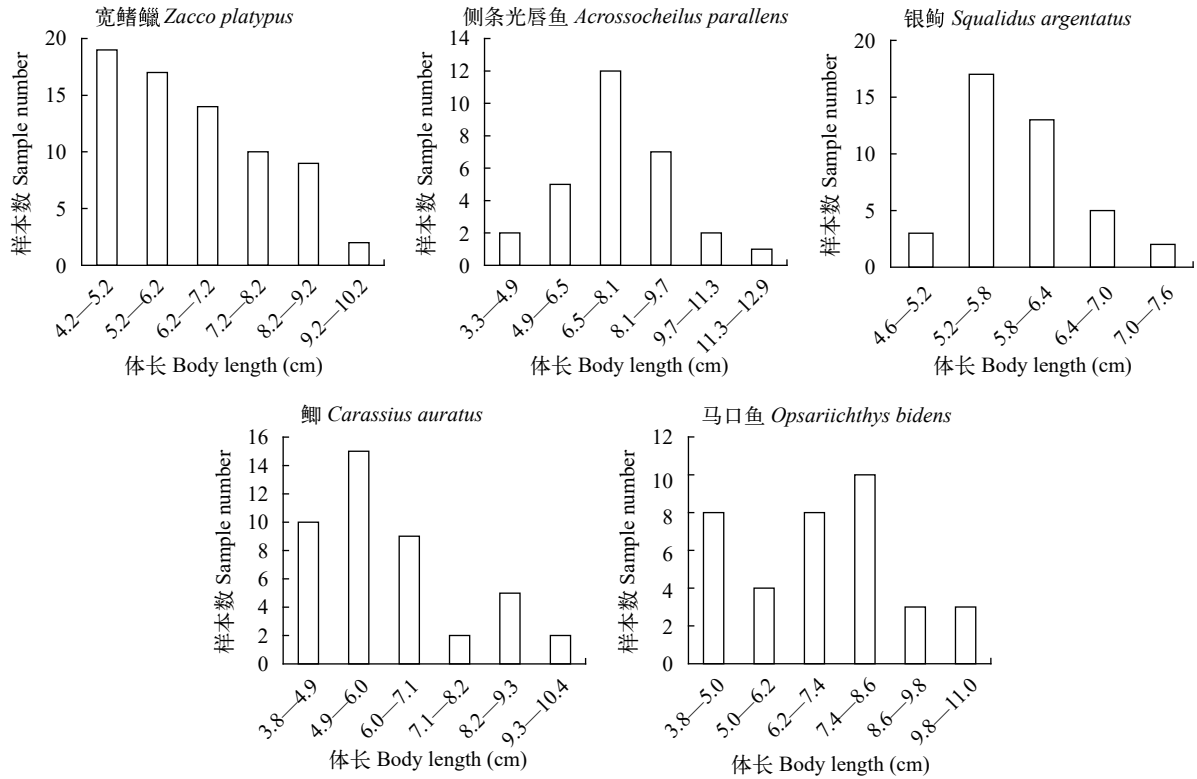


图3 抚河源自然保护区主要鱼类体长分布

Fig. 3 Distribution of fish body length of fish in the Fuheyuan Nature Reserve

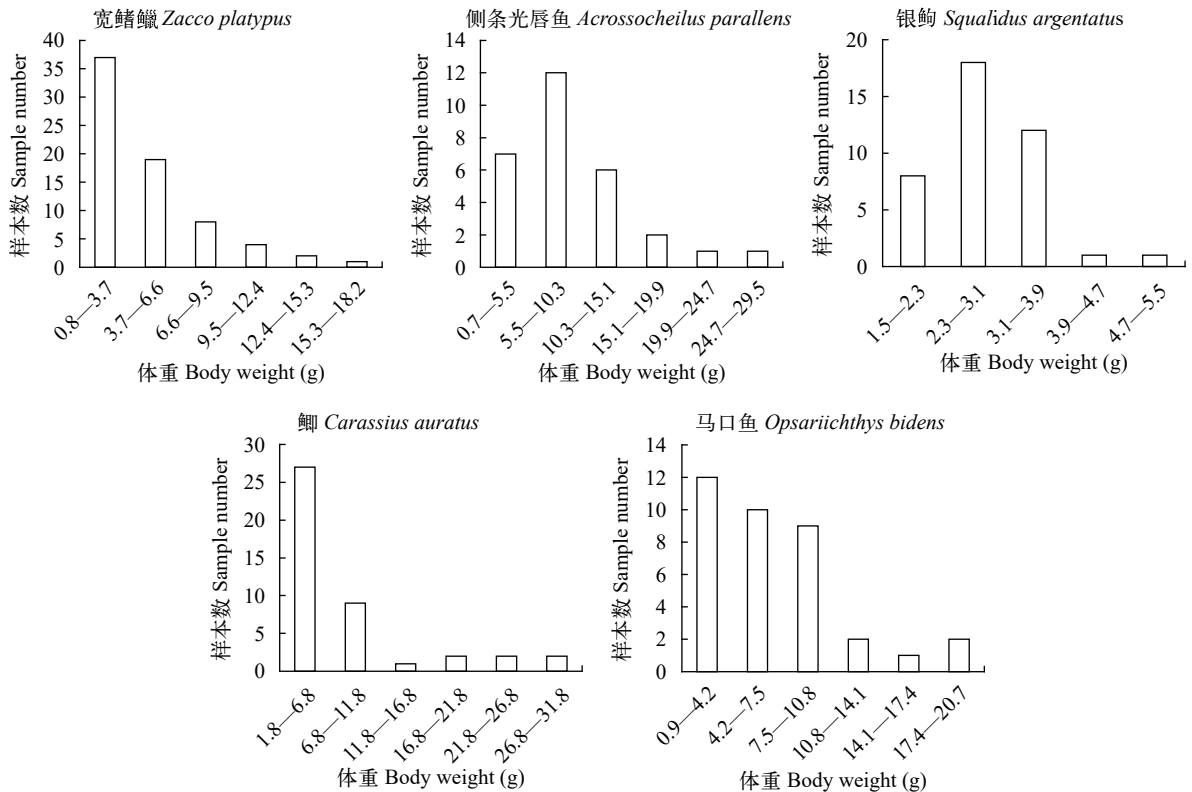


图4 抚河源自然保护区主要鱼类体重分布

Fig. 4 The distribution of fish body weight of fish in the Fuheyuan Nature Reserve



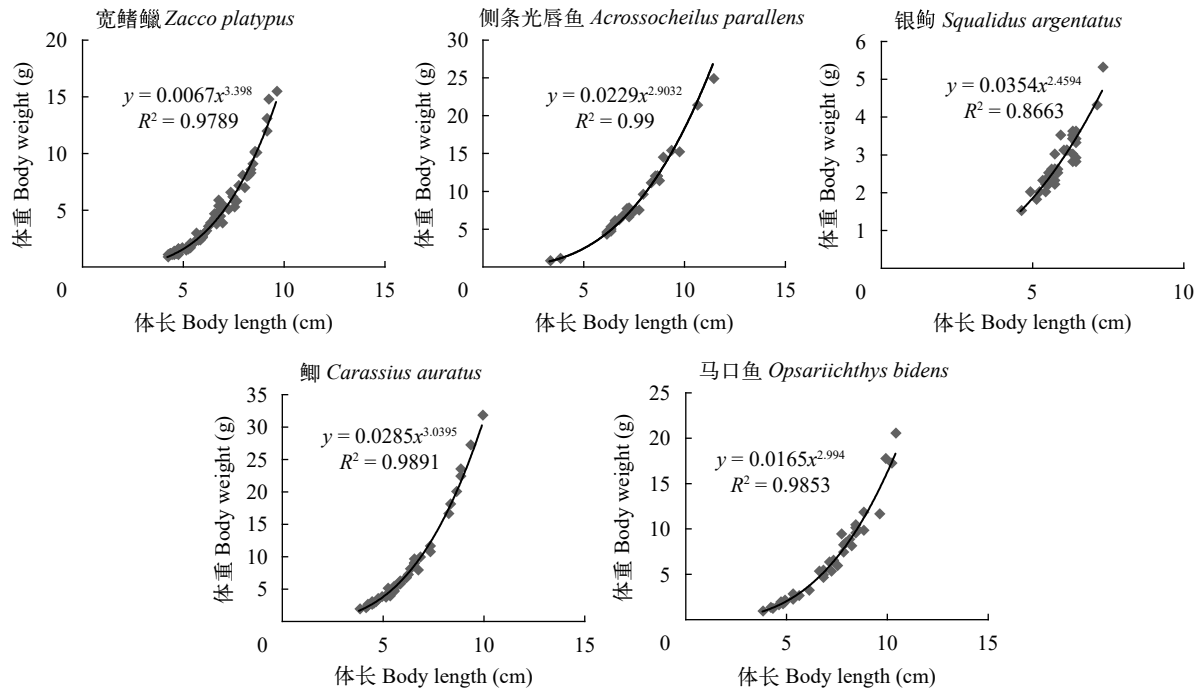


图 5 抚河源自然保护区鱼类体长体重关系

Fig. 5 The relationship between fish body length and body weight of fish in the Fuheyuan Nature Reserve

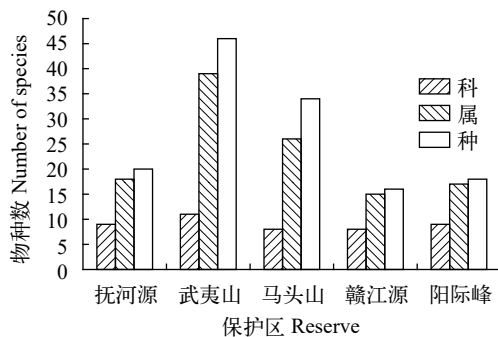


图 6 抚河源自然保护区与其他保护区鱼类物种数的比较

Fig. 6 Comparison of the number of fish species in Fuheyuan Nature Reserve and other reserves

落差大, 水流时而湍急, 时而平缓, 深潭与浅滩交错, 是溪流鱼类的适宜生境。

### 3.2 保护区鱼类多样性的空间特征

相似性分析显示抚河源自然保护区不同区域间鱼类物种组成差异较大。杨溪港、坪背河和胡洋溪鱼类物种多样性较高, 洪水坑和桐斜河鱼类物种多样性较低。鱼类物种多样性变化与栖息地生境有关, 也与流速、深度和河床底质等河流特征有关<sup>[27-29]</sup>。 $\beta$ 多样性指数分析显示杨溪港与桐斜河、横路河、天井溪间鱼类的生境差异较大, 洪水坑与横路河间鱼类的生境差异较小。抚河源自然保护区不同河流间生境异质性高, 其中招禾河和桐斜河水的流速较急, 适宜宽鳍鱮和马口鱼等喜急流生境的鱼类。杨溪港生境复杂, 河面宽阔, 两岸水草茂

盛, 营养物质丰富, 鱼类物种更加多样化。

### 3.3 抚河源自然保护区受威胁因子及保护对策

抚河源自然保护区人口较多, 生活和生产对保护区鱼类的生境产生威胁, 水电站的建设也对鱼类生存和繁殖不利。作者现场调查后提出保护对策如下: (1)保护区溪流沿线多有居民生活, 应加强居民保护环境意识, 不随意向保护区河道排放生活垃圾和污水; (2)广昌大面种植白莲, 下肥、打药时注意不要污染溪水; (3)杨溪港上游引水式水电站拦截了下游来水, 为保障杨溪港丰富的鱼类栖息和繁殖, 应确保下游的生态需水流量。

### 参考文献:

- [1] Liu S P. Investigation on fish resources in Fuhe river basin of Jiangxi province [J]. *Journal of Jiangxi University (Natural Science Edition)*, 1985(1): 68-71. [刘世平. 江西省抚河流域鱼类资源调查 [J]. 江西大学学报 (自然科学版), 1985(1): 68-71.]
- [2] Arthington A H, Dulvy N K, Gladstone W, *et al.* Fish conservation in freshwater and marine realms: status, threats and management [J]. *Aquatic Conservation Marine & Freshwater Ecosystems*, 2016, **26**(5): 838-857.
- [3] Liu X J, Hu X Y, Ao X F, *et al.* Community characteristics of aquatic organisms and management implications after construction of Shihutang Dam in the Gangjiang River, China [J]. *Lake and Reservoir Management*, 2017, **34**(1): 42-57.
- [4] Huang L L, Wu Z Q, Li J H. Fish fauna, biogeography and conservation of freshwater fish in Poyang Lake

- Basin, China [J]. *Environmental Biology of Fishes*, 2013, **96**(10): 1229-1243.
- [5] Liu X J, Qin J J, Xu Y, *et al.* Biodiversity pattern of fish assemblages in Poyang Lake Basin: Threat and Conservation [J]. *Ecology and Evolution*, 2019, **9**(20): 11672-11683.
- [6] Guo Z Z, Liu R L. The fishes of Jiangxi province [J]. *Journal of Nanchang University (Science Edition)*, 1995, **19**(3): 222-232. [郭治之, 刘瑞兰. 江西鱼类的研究 [J]. 南昌大学学报(理科版), 1995, **19**(3): 222-232.]
- [7] Fu J F, Huang S L, Tong S M, *et al.* Investigation report on fish resources in Fuzhou area [J]. *Jiangxi Fishery Science and Technology*, 1996(2): 5-9. [傅剑夫, 黄顺林, 童水明, 等. 抚州地区鱼类资源调查报告 [J]. 江西水产科技, 1996(2): 5-9.]
- [8] Fu J F. Protection measures of fish resources from the survey of fish resources in Fuzhou [J]. *Jiangxi Agricultural Economy*, 1996(1): 38-39. [傅剑夫. 从抚州地区鱼类资源调查情况谈鱼类资源保护举措 [J]. 江西农业经济, 1996(1): 38-39.]
- [9] Zhu S Q. Systematic Retrieval of Freshwater Fishes in China [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1995: 1-549. [朱松泉. 中国淡水鱼类系统检索 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995: 1-549.]
- [10] Chen Y Y. Fauna of China, Osteichthyes: Cypriniformes (middle) [M]. Beijing: Science Press, 1998: 1-531. [陈宜瑜. 中国动物志, 硬骨鱼纲, 鲤形目(中) [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 1-531.]
- [11] Chao A, Ma K H, Hsieh T C. iNEXT (iNterpolation and EX Trapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Program and User's Guide published at [http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/). 2016.
- [12] Pianka E R. Ecology of the agamid lizard *Amphibolurus isolepis* in Western Australia [J]. *Copeia*, 1971(3): 527-536.
- [13] Yin M C. Fish Ecology [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1995: 1-295. [殷名称. 鱼类生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 150-215.]
- [14] Sun R Y, Li Q F, Niu C J. Basic Ecology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2002: 143-144. [孙儒泳, 李庆芬, 牛翠娟. 基础生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 143-144.]
- [15] Parry G D R, Johnson M S, Bell R M, *et al.* Ecological Methodology [M]. Springer US: Planning and Ecology, 1984: 37-98.
- [16] Pielou E C. Ecological Diversity [M]. New York: Wiley, 1975: 1-318.
- [17] Cody M L, Diamond J M. Cody M L. Towards a Theory of Continental Species Diversities: Bird Distributions Over Mediterranean Habitat Gradients [M]. Ecology and Evolution of Communities. Cambridge: Harvard University Press, 1975: 214-257.
- [18] Routledge R D. On Whittaker's components of diversity [J]. *Ecology*, 1977, **58**(5): 1120-1127.
- [19] Chen X H, Li X P, Chen X. Spatial-temporal distribution of fish assemblages in the up streams of Huangpu River and Suzhou Creek [J]. *Biodiversity Science*, 2008, **16**(2): 191-196. [陈小华, 李小平, 程曦. 黄浦江和苏州河上游鱼类多样性组成的时空特征 [J]. 生物多样性, 2008, **16**(2): 191-196.]
- [20] Vaslet A, Bouchon N Y, Louis M, *et al.* Weight-length relationships for 20 fish species collected in the mangroves of Guadeloupe (Lesser Antilles) [J]. *Journal of Applied Ichthyology*, 2008, **24**(1): 99-100.
- [21] Xing Y C, Zhao Y H, Zhang J, *et al.* Growth and diets of *Zacco platypus* distributed in Beijing [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 2007, **53**(6): 982-993. [邢迎春, 赵亚辉, 张洁, 等. 北京地区宽鳍鱮的生长及食性 [J]. 动物学报, 2007, **53**(6): 982-993.]
- [22] Jiang Z G, Jiang J P, Wang Y Z, *et al.* Red list of China's vertebrates [J]. *Biodiversity Science*, 2016, **24**(5): 500-551. [蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 中国脊椎动物红色名录 [J]. 生物多样性, 2016, **24**(5): 500-551.]
- [23] Zhu Y H, Yuan R B, Zou Z A, *et al.* A study on fish diversity connectivity in western Wuyi Mountains [J]. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2017(5): 93-100. [祝于红, 袁荣斌, 邹志安, 等. 武夷山脉西坡鱼类生物多样性流研究 [J]. 海洋湖沼通报, 2017(5): 93-100.]
- [24] Hu M L, Wu Z Q, Li Q, *et al.* Preliminary study on fish species diversity in Ganjiangyuan Nature Reserve in Jiangxi province [J]. *Sichuan Fauna*, 2011, **30**(3): 467-470. [胡茂林, 吴志强, 李晴, 等. 江西赣江源自然保护区鱼类物种多样性初步研究 [J]. 四川动物, 2011, **30**(3): 467-470.]
- [25] Guo S. Preliminary survey of fish in Yangjifeng Nature Reserve, Jiangxi Province [J]. *Journal of Water Ecology*, 2011, **32**(3): 142-144. [郭声. 江西阳际峰自然保护区的鱼类 [J]. 水生态学杂志, 2011, **32**(3): 142-144.]
- [26] Deng F Y, Zhang C G, Zhao Y H, *et al.* Diversity and community structure of the fishes in the headstream region of the Dongjiang River [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2013, **48**(2): 161-173. [邓风云, 张春光, 赵亚辉, 等. 东江源头区域鱼类物种多样性及群落组成的特征 [J]. 动物学杂志, 2013, **48**(2): 161-173.]
- [27] Qin J J, Liu X J, Xu Y, *et al.* Beta diversity patterns of fish and conservation implications in the Luoxiao Mountains, China [J]. *Zoo Keys*, 2019, **817**(22): 73-93.
- [28] Babbitt K J, Tanner G W Effects of cover and predator size on survival and development of *Rana tricolor* tadpoles [J]. *Oecologia*, 1998, **114**(2): 258-262.
- [29] Jiang G Z, Cao L, Zhang E. Spatio-temporal variations of fish assemblages in the Dongting Lake [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2019, **43**(S1): 42-48. [蒋忠冠, 曹亮, 张鄂. 洞庭湖鱼类的群落结构及其时空动态 [J]. 水生生物学报, 2019, **43**(S1): 42-48.]

# FISH COMMUNITY STRUCTURE AND GROWTH CHARACTERISTICS IN THE FUHEYUAN NATURE RESERVE, JIANGXI PROVINCE

CHEN Xu<sup>1</sup>, LIU Xiong-Jun<sup>2</sup>, SUN Wei-Wei<sup>1</sup>, XU Yang<sup>1</sup>, YANG Li-Min<sup>1</sup>, WU Xiao-Ping<sup>1,2</sup> and OUYANG Shan<sup>1</sup>

(1. School of Life Sciences, Nanchang University, Nanchang 330031, China; 2. School of Resource, Environment and Chemical Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

**Abstract:** The Fuheyuan Nature Reserve is located in the southeastern of Jiangxi Province. The surveys of fish resources were conducted in May and July 2018. A total of 20 fish species were recorded, belonging to 9 families and 4 orders. Cypriniformes are the greatest, accounting for 55% of total fish. Dominant fish species are *Acrossocheilus parallens*, *Carassius auratus* and *Zacco platypus*. Carnivorous, omnivorous, demersal and settlement fish were mainly ecological types. Fish diversity index was the highest in the YXG ( $H'=1.52$ ;  $D=2.07$ ) and the lowest in the YXR2 ( $H'=0.84$ ;  $D=0.99$ ). Analysis of the linear regression equation of fish body length and weight showed that *Acrossocheilus parallens* ( $b=2.903$ ), *Carassius auratus* ( $b=3.039$ ) and *Opsariichthys bidens* ( $b=2.994$ ) increased at the same rate, while *Squalidus argentatus* ( $b=2.459$ ) and *Zacco platypus* ( $b=3.398$ ) have different growth rates. There were great differences among the lower reaches of YXG, TXR, HLR and YXR2 based on beta diversity, indicating significant differences in fish species in these regions. Moreover, fish composition similarity between ZHR1, TXR, YXR2 and YXR2 is low. The research results supplement the basic data of the fish community structure and main fish growth characteristics in the reserve, and provide a theoretical basis for the protection and management of fish resources in the Fuheyuan Nature Reserve.

**Key words:** Fuheyuan Nature Reserve; Fish community structure; Diversity of species; Growth characteristics

## 《水生生物学报》编辑委员会

### EDITORIAL BOARD OF ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA

主 编	桂建芳 (院 士)			
副主编	缪 炜 (研究员)	解绶启 (研究员)		
水生生物多样性与资源				
责任编辑	毕永红 (研究员)	刘焕章 (研究员)		
委 员	陈宜瑜 (院 士)	曹文宣 (院 士)	陈毅峰 (研究员)	陈勇生 (教 授)
	何舜平 (研究员)	Martin Reichard	宋立荣 (研究员)	王克雄 (研究员)
	吴小平 (教 授)	徐旭东 (研究员)	张承才 (研究员)	朱新平 (研究员)
	庄 平 (研究员)			
水生态与环境				
责任编辑	王洪铸 (研究员)	周巧红 (研究员)		
委 员	唐启升 (院 士)	Annette Janssen	陈宇顺 (研究员)	韩博平 (教 授)
	黄邦钦 (教 授)	刘家寿 (研究员)	Ralf Aben	吴辰熙 (研究员)
	吴庆龙 (研究员)	吴振斌 (研究员)	谢 平 (研究员)	杨 军 (研究员)
	张 黎 (研究员)	赵亚乾 (教 授)	周炳升 (研究员)	周集中 (教 授)
渔业与生物技术				
责任编辑	肖武汉 (研究员)	周 莉 (研究员)		
委 员	麦康森 (院 士)	包振民 (院 士)	刘少军 (院 士)	艾庆辉 (教 授)
	段存明 (教 授)	葛 伟 (教 授)	何建国 (教 授)	胡 炜 (研究员)
	李创举 (研究员)	李富花 (研究员)	鲁义善 (教 授)	梅 洁 (教 授)
	聂 品 (研究员)	秦启伟 (教 授)	石连玉 (研究员)	宋林生 (教 授)
	徐 跑 (研究员)	殷 战 (研究员)	张永安 (教 授)	周志刚 (研究员)
	邹 钧 (教 授)			
编辑部	杜新征 (副编审)	余 茜 (编 辑)	叶文娟 (编 辑)	