

西江鱼类群落多样性及其演变

李捷^{1,3}, 李新辉¹, 贾晓平², 李跃飞¹, 何美峰¹, 谭细畅¹, 王超¹, 蒋万祥⁴

(1. 中国水产科学研究院珠江水产研究所; 农业部珠江中下游渔业资源环境重点野外科学观测试验站, 广东 广州 510380; 2. 广东省渔业资源生态环境重点实验室, 广东 广州 510300; 3. 中国水产科学研究院内陆渔业生态环境和资源重点开放实验室, 无锡 214081; 4. 枣庄学院生命科学系, 山东 枣庄 277160)

摘要: 2005–2008 年对珠江下游西江江段 6 个采样点进行鱼类多样性调查, 共采集鱼类 96 种, 隶属于 13 目 29 科 75 属, 辐斑虫纹东方鲀(*Takifugu vermicularis*)、南方波鱼(*Rasbora steineri*)、西江鲇(*Silurus gilberti*) 等 8 种为西江新记录鱼类。西江鱼类群落多度大于 1% 的种类有 17 种, 前 5 位依次是鲢(*Cirrhina molitorella*)、鳙(*Hemiculter leucisxulus*)、赤眼鳟(*Squaliobarbus curriculus*)、广东鲂(*Megalobrama hoffmanni*)、子陵吻虾虎鱼(*Rhinogobius giurinus*); 多度小于 0.1 的有 28 种。西江鱼类群落以定居性、杂食性种类为主; 与历史比较杂食性、定居性鱼类种类所占百分比上升, 肉食性、洄游性、半洄游性鱼类所占比例下降。聚类分析发现西江鱼类群落可以分为 3 个类群, 即: 上游类群、中游类群和下游河口类群; 物种组成差异分析结果表明, 不同江段鱼类群落有明显的差异, 相同生境类型江段的鱼类物种相似性较高; 上游的物种多样性明显高于下游。通过个体生态学指数(autecology index)分析, 西江鱼类群落底层生活、口下位、喜急流生活、肉食性种类受影响程度大, 而口端位、杂食性、喜缓流的种类演变成优势种群。航道整治、大规模无序挖沙、河口水体污染、过度捕捞等因素是影响西江鱼类群落变动的主要原因。[中国水产科学, 2010, 17(2): 298–311]

关键词: 西江; 鱼类群落; 多样性; 个体生态学

中图分类号: S97

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2010)02-0298-14

西江源出云南沾益马雄山, 是珠江下游的江段, 流经贵州入广西, 在梧州与桂江汇合后进入广东境内始称西江。西江在广东境内的支流主要有贺江、罗定江和新兴江, 流至三水市河口与北江汇合, 下接珠江三角洲河网后入海。西江地处亚热带, 气候温和, 雨量充沛, 河水丰盈, 上游带来的泥沙、矿物质和有机物含量较大, 饵料资源丰富, 生态环境适合鱼、虾、蟹、贝类生长, 鱼类资源十分丰富, 分布有多种珍稀、特有鱼类。20 世纪 80 年代初期, 珠江水产研究所等单位对西江渔业资源进行系统调查, 记录鱼类 136 种^[1-4], 并对西江主要经济鱼类种群生物学特性、产卵场等进行了分析^[2,4]。

鱼类群落是指具有一定的种类组成, 并与环境之间彼此影响、相互作用, 具有一定的形态结构和营养结构, 并具特定功能的生物集合体。鱼类群落多样性研究始于 20 世纪 60 年代^[5-6], 而在中国至 20 世纪 80 年代才见报道^[7]。鱼类是水生生态系统中较高级的消费者, 通过上、下行效应与环境间存在着紧密的相互关系, 鱼类群落的演替过程及其机制主要受环境条件变动的影响。鱼类栖息地的改变可通过影响群落内的各个成分、群落功能、物种多样性和相对丰度而使群落构成发生改变。由于水工建设、过度捕捞、水体污染等因素导致生态环境恶化, 鱼类群落组成受到影响, 进而使河流生态系统功能受到

收稿日期: 2009-09-27; **修订日期:** 2009-11-10.

基金项目: 科技部公益专项资助项目(2005DIB3J023); 广东省渔业资源环境重点实验室开放基金资助项目(LFE-2009-01); 中国水产科学研究院内陆渔业生态环境和资源重点开放实验室开放基金资助项目(YM2007-05); 公益性行业(农业)专项资助项目(200903048)。

作者简介: 李捷(1979-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事鱼类分类及生态研究. E-mail: lijie1561@163.com

通讯作者: 李新辉, 研究员. E-mail: lxhui01@tom.com

影响^[8-10]。近30年有关西江鱼类资源调查仅有少量报道^[11-13],而有关西江鱼类群研究未见报道,因此本研究开展西江鱼类群落多样性调查,了解西江鱼类群落组成、变化及演替规律,旨在对西江河流生态系统功能、鱼类生物多样性保护、河流综合开发与利用提供基本依据。

1 材料与方法

1.1 数据采集方法

2005–2008年,在西江进行鱼类资源采样调查,采样站点(图1),采样工具为虾笼、三层刺网(网

眼大小为1.5 cm–7 cm–1.5 cm)、撒网(网眼大小为6 cm)、延绳钓钩,采样方法主要依据《内陆水域渔业自然资源调查手册》^[14],2005年5月、2006年5月采用科考船从三水至梧州对沿江的渔船进行统计,每个采样点每次每种网具各统计5船次,2007年10月—2008年9月每个点每月每种网具各统计2船次。4年来累计调查816船次共统计标本27 473尾,重约3 874 kg,采集到的标本现场拍照、称重、测体长、取鳞片、穿标签后带回实验室分析、保存。鱼类鉴定依据广东淡水鱼类志^[3]与广西淡水鱼类志^[15]。

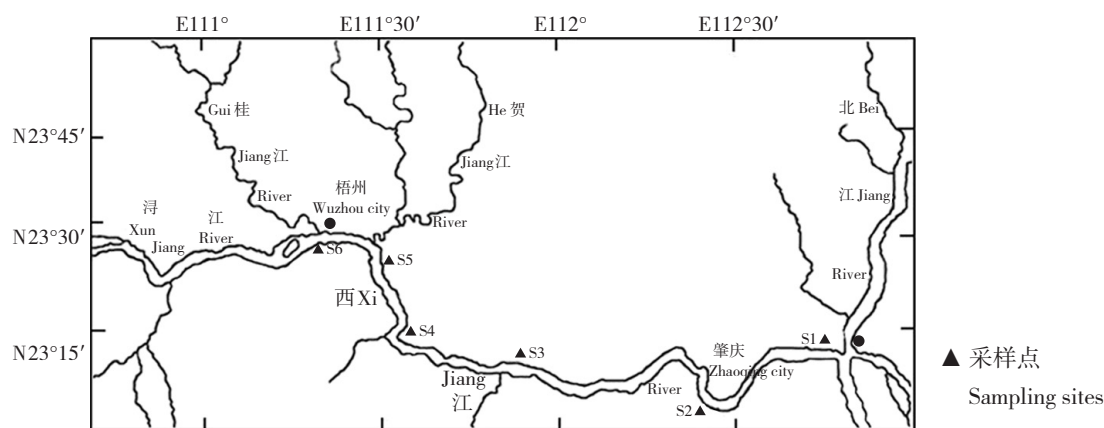


图1 西江鱼类资源调查采样点分布图
Fig. 1 Map of sampling stations in Xi River

1.2 计算方法

相对多度(D_R):

$$D_R = \frac{N_i}{N} \times 100\%, N \text{ 为样品中总个数, } N_i \text{ 为样品}$$

中属于第*i*种的个体比例。

Jaccard's 种类相似性指数(I)计算式为: $I = j / (a + b - j)$, j 是两个江段共有的鱼类种数, a 是其中一江段记录到的鱼类种数, b 是另一江段记录到的鱼类种数。当 I 为 0~0.25 时,为极不相似; 0.25~0.5 为中等不相似; 0.5~0.75 为中等相似; 0.75~1.0 为极相似。

Shannon-Wiener 多样性指数(H')计算式为: $H' = -\sum P_i \log_2 P_i$, P_i 为群落中第*i*种的个体数占

所有物种总个体数的比例。

Margalef 丰富度指数(D)计算式为: $D = (S-1) / \log_2 N$, S 为样品中的种类总数; N 为样品中的生物个体总数。

Pielou's 均匀性指数(E)计算式为: $E = H / \log_2 S$, S 为样品中的种类总数。

鱼类个体生态学指数^[16](R)计算式为: $R = S \times A / n_s$, S 为鱼类群落矩阵, A 为鱼类生态矩阵, n 为鱼类群落种类数, R 为鱼类群落对环境需求矩阵。鱼类个体生态学指数包括了群落中每种鱼类已知生态学特征如生活史、产卵条件、相应得水质要求等,然后把收集的鱼类生态学特征根据要达到的目的进行整理、筛选,以此来评价鱼类群落变化与环境之间的关

系。个体生态学指数首先是应用在伊利诺州的水质管理信息系统,孙建平把该方法应用于研究台湾北部鱼类和 Dahan 河鱼类群落^[16]。

数理统计,文中数据分析和作图所采用的软件为 Microsoft Excel, Pc-ord 4.0 和 SigmaPlot 10.0。

2 结果与分析

2.1 鱼类种类组成及变化

2.1.1 鱼类组成 2005–2008 年采集鱼类标本 13 736 尾,计鱼类 96 种,分属于 13 目 29 科 75 属,(附录 1)。其中辐斑虫纹东方鲀、南方波鱼、台细鲃、西江鲃、桂林鳅鲈、棒花鱼、似鲃、攀鲈 8 种为西江新记录种,麦瑞加拉鲈、条纹鲃脂鲤、短盖巨脂鲤、斑点叉尾鲷是西江新记录外来种。西江纯淡水土著鱼类以鲤形目最多,有 54 种,占西江淡水鱼类总种数的 56.3%,其次是鲈形目 15 种,占总数的 15.6%,鲇形目 13 种占总数的 14.6%。鲤科 48 种,占总种数的 50%,其次是鳊科 8 种(8.3%),鳅科 6 种(6.3%)。可见西江鱼类种类组成以鲤科占显著优势,其次种类较多的依次是鳊科、鳅科,这与珠江水系鱼类的区系组成一致^[1]。中国鲤科鱼类的 12 个亚科,西江有 11 个,以鲃亚科最多 12 种(占鲤科总数的 25%),其

次鲃亚科 8 种(16.7%),野鲮亚科 6 种(12.5%)、雅罗鱼亚科 5 种,鲴亚科 3 种,鲤亚科、鲃亚科各 3 种,鲴亚科、鲃亚科、鲃亚科各 2 种,鳅鲈亚科 1 种。西江鱼类鲃亚科、鲃亚科、野鲮亚科种类较多的特点与广东省鱼类区系组成相吻合^[3]。

2.1.2 种类组成变化 本部分采用历史资料记载,近年调查未采集到的种类为分析数据,这些鱼类共 52 种,根据喜急流、缓流生活、产漂浮性卵、产黏性卵、肉食性、杂食性、植食性、底层、中下层、中上层、广盐性、口端位、口下位等 13 个生态学特征建立鱼类个体生态学矩阵(autecology matrix)(表 1)。鱼类群落环境需求矩阵中, *R* 表示该鱼类群落对环境需求因子的需求度。在表 1 矩阵中,鱼类适宜底层生活的 *R* 最大值为 0.67,其次是喜急流 0.58,再次为口下位 0.50,第四为肉食性的 *R* 值为 0.44。由此推断,西江鱼类群落中底层生活、口下位、喜急流的种类如鲃亚科、野鲮亚科、鲃亚科鱼类受影响最大,近几年调查显示,具备这些生态习性的种类如倒刺鲃、似鲃、卷口鱼、东方墨头鱼等在西江已经十分稀少。同样以目前西江鱼类种类多度大于 1% 的种类结合上述 13 个生态学特征建立矩阵,分析表明杂食性、口端位、喜缓流生活的种类如赤眼鲈、鲈、鲮、鲤等却演变成西江的优势种群。

表 1 西江未采集到鱼类及稀有种鱼类个体生态学矩阵(2005–2008)
Tab. 1 Fish autecology matrix of uncollected species of Xijiang River (2005–2008)

种类 Species	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
赤虹 <i>D.akajei</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
中华鲟 <i>A. sinensis</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
大海鲢 <i>M. cyprinoides</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
鲢 <i>M. reevesi</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
鲟 <i>L. macrocephalus</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
翘嘴红鲌 <i>E. ilishaeformis</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
黑尾鲈 <i>H. nigromarginis</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
圆吻鲴 <i>D. tumirostris</i>	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
光倒刺鲃 <i>B. caldwelli</i>	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
似鲃 <i>F. vivus</i>	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
半刺光唇鱼 <i>A. hemispinus</i>	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
髯虾虎鱼 <i>T. barbatus</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0

注: E1: 急流型; E2: 缓流型; E3: 产漂浮性卵; E4: 产黏性卵; E5: 肉食性; E6: 杂食性; E7: 植食性; E8: 底层; E9: 中下层; E10: 中上层; E11: 广盐性; E12: 口端位; E13: 口下位。
Note: E1: Riffle; E2: Slow current; E3: Lay floating eggs; E4: Lay glutinous eggs; E5: Carnivore; E6: Omnivore; E7: Herbivore; E8: Sub-stratum; E9: Mid &sub stratum; E10: Mid &super stratum; E11: Be able to bare salt water; E12: With terminal mouth; E13: With inferior mouth.

2.2 鱼类生态类型及变化

2.2.1 鱼类群落生态类型 按生态习性将西江鱼类分为洄游性、半洄游性和定居性 3 种生态类型；按营养结构(食性)分为滤食性、植食性、肉食性和杂食性 4 种(图 2)。从生态习性分,西江鱼类群落种类个体数和生物量以定居性鱼类为主,其次是半洄游性鱼类,洄游性鱼类所占比例最低,定居性鱼类群落优

势类群有：鲮、赤眼鲮、鲤、鲮、子陵吻虾虎鱼等；半洄游性鱼类群落主要以广东鲮、黄尾鲮、银鲮、鳊为主；而洄游性鱼类群落花鲢占绝对优势地位。从营养结构分析,西江鱼类群落主要以杂食性和肉食性鱼类为主,杂食性鱼类群落优势物种有：花鲢、赤眼鲮、广东鲮、鲮、鲤等,肉食性鱼类主要以子陵吻虾虎鱼、条纹鲮、斑纹舌虾虎鱼为主(附录 1)。

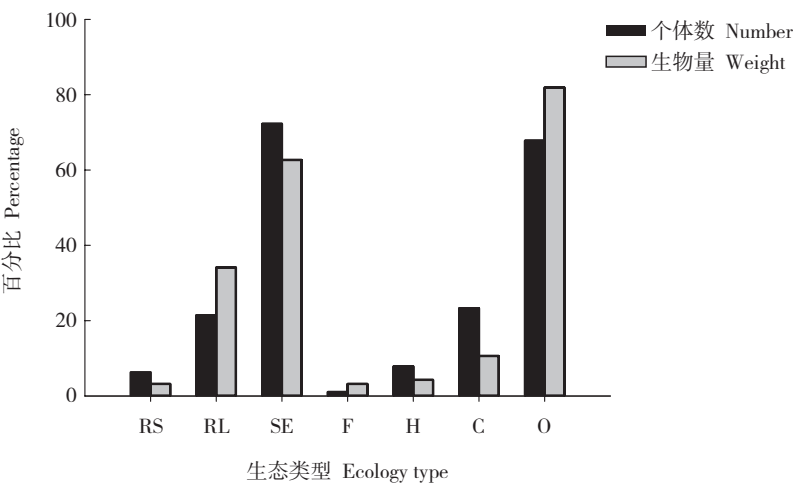


图 2 西江鱼类群落组成
F: 滤食性; C: 肉食性; H: 植食性; O: 杂食性; RS: 江海洄游性; RL: 河湖洄游性; SE: 定居性.
Fig. 2 Fish assemble composition in Xijiang River
C: Carnivore; F: Filter-feeder; H: Herbivore; O: Omnivore; RS: River-sea migratory; RL: River-lake migratory; SE: Sedentary.

2.2.2 生态类型变化 与 20 世纪 80 年代调查结果相比,西江鱼类生态类型发生显著变化,整个鱼类群落相似性指数为 0.57。其中洄游性鱼类变化最为明显,历史记录洄游性种类有 22 种,近年调查仅发现 10 种,相似性指数仅为 0.39,其次是肉食物性种类,相似性指数为 0.48 (表 2)。从各个时期不同生态

类型所占比例进行比较(图 3),从生活类习性分析,洄游性、半洄游性鱼类种类所占比例下降,而定居性鱼类所占比例上升;从鱼类食性分析,西江鱼类群落肉食性鱼类群落种类所占百分比降低,而杂食性、植食性鱼类所占比例有所上升。

表 2 西江鱼类种类组成变化及其种类相似性
Tab. 2 Variation of species composition and comparability of fish in Xijiang River

指标 Indicator	RS	RL	SE	F	H	C	O	全类群 Whole community
1981–1985 年种类数 Species number in 1981–1985	22	25	91	2	9	58	67	136
2006–2008 年种类数 Species number in 2006–2008	10	15	71	2	7	35	54	96
共有种数 Number of common species	9	14	61	2	6	30	48	84
种类相似性指数 Jaccard similarity coefficient of species	0.39	0.58	0.60	1.00	0.6	0.48	0.66	0.57

注: F: 滤食性; C: 肉食性; H: 植食性; O: 杂食性; RS: 江海洄游性; RL: 河湖洄游性; SE: 定居性;
Note: C: Carnivore; F: Filter-feeder; H: Herbivore; O: Omnivore; RS: River-sea migratory; RL: River-lake migratory; SE: Sedentary

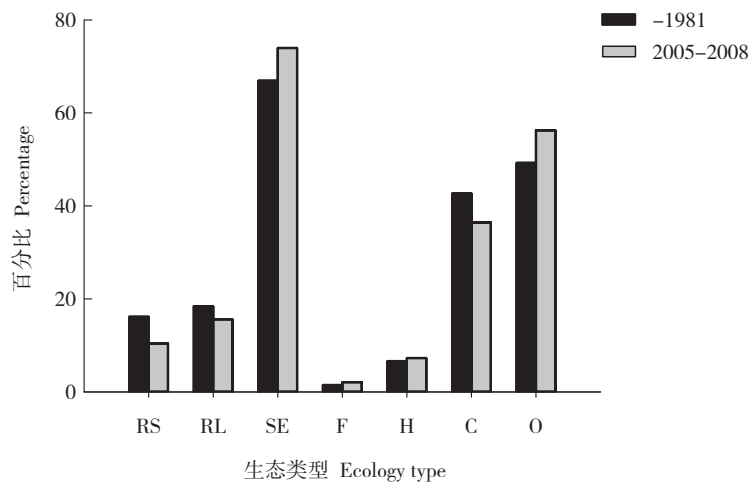


图3 西江不同时期鱼类种类组成

F: 滤食性; C: 肉食性; H: 植食性; O: 杂食性; RS: 江海洄游性; RL: 河湖洄游性; SE: 定居性.

Fig. 3 Species composition of fishes in different periods in Xijiang River

C: Carnivore; F: Filter-feeder; H: Herbivore; O: Omnivore; RS: River-sea migratory; RL: River-lake migratory; SE: Sedentary.

2.3 鱼类群落组成

2.3.1 优势种 将采样鱼类按数量和生物量汇总,以渔获物数量计算,前10位依次是鲮、鲮、赤眼鲮、广东鲮、子陵吻虾虎鱼、条纹鲮、银鲮、黄尾鲮、花鲮、银鲮,这些种占西江鱼类群落总个体数的68.34%;以渔获物生物量计算,前10位依次是赤眼鲮、广东

鲮、鲮、鲤、鲮、黄尾鲮、鲮、鲮、银鲮,这些种类占西江鱼类群落总生物量的80.84%,各优势种群按数量和生物量所占比例见表3。多度小于0.1的有28种,占总种类数的29.17%,其中辐斑虫纹东方鲮、鲮、三线舌鲮、台细鲮多度小于0.01,这些种类在西江数量已经十分稀少。

表3 西江鱼类前10位种组成
Tab. 3 Composition of top ten species in Xijiang River

以渔获数量计 Count by number		以渔获重量计 Count by weight	
种类 Species	百分比 /% Percentage	种类 Species	百分比 /% Percentage
鲮 <i>Cirrhina molitorella</i>	13.33	赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	21.82
鲮 <i>Hemiculter leucisxulus</i>	10.24	广东鲮 <i>Megalobrama hoffmanni</i>	20.33
赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	9.86	鲮 <i>Cirrhina molitorella</i>	14.74
广东鲮 <i>Megalobrama hoffmanni</i>	9.34	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	9.08
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	5.44	鲮 <i>Hemiculter leucisxulus</i>	3.27
条纹鲮 <i>Leiocassis virgatus</i>	4.60	黄尾鲮 <i>Xenocypris davidi</i>	2.73
银鲮 <i>Squalidus argentatus</i>	4.37	鲮 <i>Elopichthys bambusa</i>	2.63
黄尾鲮 <i>Xenocypris davidi</i>	4.04	鲮 <i>Parabramis pekinensis</i>	2.41
花鲮 <i>Clupanodon thrissa</i>	3.59	鲮 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	2.30
银鲮 <i>Xenocypris argentea</i>	3.53	银鲮 <i>Xenocypris argentea</i>	1.53
合计 Total	68.34	合计 Total	80.84

2.3.2 群落多样性 分析西江鱼类群落多样性指数(表4),发现越往上游,Shannon-Wiener 多样性指数、Margalef 多样性指数、物种丰富度 Richness 值越高,均

匀度指数各江段差异较小。生物多样性指数提供了有关群落方面的信息,多用来指示环境变化,由此我们推断西江上游水生生态环境要优于中下游江段。

表 4 不同江段鱼类多样性比较
Tab. 4 Comparison of fish diversity index among five different catching tool

项目 Item	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	2.80	2.78	2.99	3.06	3.34	3.47
Margalef 多样性指数 Margalef diversity index	3.97	5.19	6.27	6.07	6.71	7.16
均匀度指数 Evenness index	0.74	0.67	0.69	0.70	0.75	0.77
物种丰富度 Species richness	45.00	65.00	75.00	77.00	84.00	90.00

2.3.3 鱼类群落差异 各调查江段鱼类种类相似性(表 5), S1 江段与 S5、S6 江段鱼类种类相似性指数为小于 0.50, 鱼类种类呈中等不相似; S3 与 S4、S4 与 S5、S4 与 S6、S5 与 S6 种类相似性指数大于 0.75, 他们之间为极为相似; 其他各江段鱼类种类相似性指数 0.56 ~ 0.71, 为中等相似。

以各采样江段鱼类群落个体数对各调查江段鱼类群落进行聚类分析(图 3), 西江鱼类群落可以分为 3 个类群, S4、S5、S6 聚在一起成一个类群, S2、S3 成一个群, S1 单独成一个类群。鱼类群落 S4 与青皮塘江段 S6 最为相似, 其次是 S4、S6 与 S5, S1 与其他群落最不相似。

表 5 西江各站点鱼类物种组成的区域差异
Tab. 5 Regional differences of fish species composition in the various areas of Xijiang River

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1		0.61	0.58	0.54	0.47	0.48
S2	42		0.74	0.69	0.65	0.65
S3	44	60		0.88	0.77	0.79
S4	43	59	71		0.84	0.84
S5	41	59	69	72		0.87
S6	44	61	73	76	81	

注：对角线上方为 Jaccard 相似性指数, 对角线下方共有种数
Note: Jaccard similarity coefficient of species in the top right corner and common species in below left corner

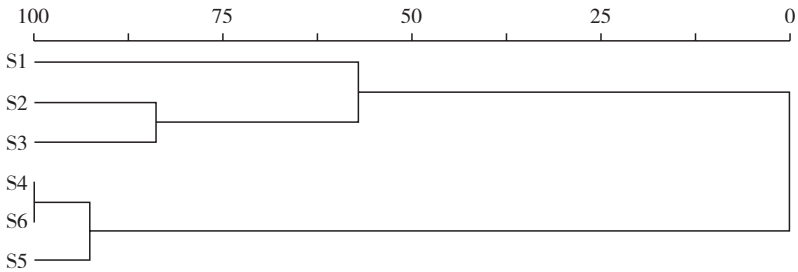


图 4 西江鱼类群落结构聚类
Fig. 4 Cluster of fish assemble in Xijiang River

3 讨论

3.1 西江鱼类群落组成演变特点

与历史资料比较发现, 西江鱼类种类、种群数

量发生较大变化。(1)种类减少。20 世纪 80 年代初期调查西江分布有有鱼类 136 种, 此次调查只采集到 96 种, 有 52 种鱼类在近年调查中未采集到标本, 多种珍稀物种如中华鲟、赤鲃、鲃鱼、鲸、似鳃

等已经多年未见踪迹。(2)渔获物中重要经济鱼类种类减少。历史记载西江的主要渔业对象有鲮、花鲮、青鱼、草鱼、赤眼鳟、海南红鲮、广东鲂、鳊、倒刺鲃、鲮、卷口鱼、唇鲮、鲤、鲢、鳙、珠江长臀鲮、斑鳊和大眼鳊等^[2],目前西江的主要渔业对象为:广东鲂、赤眼鳟、鲮、花鲮、黄尾鲮、鳊和鲮条,鲮、唇鲮在西江已多年未见标本,珠江长臀鲮、倒刺鲃、青鱼、卷口鱼等重要经济鱼类资源量大幅度下降,目前已经很难捕到。(3)洄游性、半洄游性鱼类种类大大减少。西江资料记载有洄游性鱼类22种,近年调查只发现10种,中华鲟、赤鲟、鲮、大海鲢、卵鲟、花鲟、印度鲟、爪氏鲟20世纪80年代在西江能见到,目前已经难寻踪迹。20世纪80年代前西江鲮鱼、三线舌鲟、日本鳊、七丝鲟、花鲮等能形成渔汛,现在除了花鲮、弓斑东方鲟还有较大种群数量,其他种类如三线舌鲟、鲮等数量十分稀少。西江记录有半洄游性种类25种,近年调查只发现15种,鲟、似鲟、倒刺鲃、南方白甲鱼、瓣结鱼、异华鲮、细鳞鲟等种类在西江已经很难找到,鳊近4年只采到少数几尾标本,历史上“四大家鱼”青、草、鲢、鳙是西江的主要捕捞对象,目前除草、鲢还有一定数量外,青、鳙鱼数量较少,青鱼近年调查只发现8尾标本。(4)定居性鱼类种类所占比例增加,由历史的66.9%增加到73.9%。(5)肉食性鱼类种类所占比例与历史相比下降,而杂食性、草食性鱼类种类所占比例上升(图3),西江肉食性鱼类种类由历史的42.6%下降为36.5%,杂食性鱼类种类所含比例由49.3%上升至56.3%。据Karr^[17-18]的研究结果,鱼类物种减少、肉食性鱼类比例下降、杂食性鱼类比例上升是河流环境质量下降的典型表现,由此推断西江环境质量下降。(6)西江口下位、适应底栖沙砾、急流、洞穴生活的种类和种群数量减少,具备这些特征的种类如鲃亚科由原来的9种减少到3种,能见到的倒刺鲃、条纹二须鲃、侧条光唇鱼在西江是稀有种,多度小于0.1。野鲮亚科的桂华鲮、伍氏盆唇华鲮、唇鲮在西江已经多年未见标本,其他种类如异华鲮、东方墨头鱼数量也十分稀少。鲃亚科种类由原来的13种下降为8种,现存种类中除银鲃外,其他种类都数量稀少。福建纹胸

鲃仅在上游采集到少数几条标本。目前而口端位、喜缓流生活、杂食性种类如鲤、赤眼鳟、鲮等演变为西江优势种群。(7)外来种增加,西江历史记录外来种6种,此次调查共发现10种,其中,麦瑞加拉鲮、罗非鱼、斑点叉尾鲟在渔获物中占有较大比例,在西江形成了一定的种群。

3.2 群落多样性影响因素及对策

鱼类群落演替的过程及原因主要受环境条件变动的影响^[19]。造成西江鱼类多样性下降的主要原因有:(1)河口水体严重污染。使耐污能力低的种类难以生存,导致河口鱼类种类、数量减少,另一方面河口污染形成污染屏障阻碍鱼类洄游通道,从而导致西江洄游性鱼类大大减少。(2)航道整治、大规模无序挖沙。西江是重要的航运通道,航道整治过程中进行了较大规模的炸礁疏浚,并在不同江段修建了众多丁坝,炸礁疏浚、大规模挖沙破坏河床结构和水体中的水草,礁石、水草是鱼类繁殖、栖息的理想场所,底质因素与生物完整性指标之间存在明显的相关性,其中底质颗粒越大,生物完整性指数越高^[20];丁坝建设减缓水流速度,使原来多样的生境变得单一,对适宜底层生活、口下位、喜急流鱼类造成较大影响。(3)水坝建设,西江干流梧州建立了长州水利枢纽,其最大支流贺江已建成了一系列梯级水坝,水坝建设阻碍鱼类上溯、下行通道,改变了鱼类繁殖所必需的水文条件,对西江半洄游性鱼类造成较大影响,“四大家鱼”数量在西江十分稀少,青鱼已很难发现。(4)不合理捕捞也是影响西江鱼类多样性的一个原因,每到鱼类繁殖季节,大批渔民在西江青皮塘和罗旁两个大型产卵场下游张网捕捞繁殖群体,对鱼类补充群体造成较大影响。

针对以上鱼类资源胁迫因素,提出以下鱼类生物多样性保育建议:(1)控制网眼规格大小、延长禁渔时间、扩大禁渔江段。(2)大力开展西江珍稀特有鱼类繁殖研究,补充珍稀鱼类的天然种群数量。(3)开展人工渔巢、渔礁研究,为西江稀有鱼类提供良好的繁殖、栖息场所,近些年来,肇庆市渔政支队在西江肇庆江段进行了人工渔巢实验,为产草黏性卵鱼类提供理想的繁殖场所,实验江段产草黏性卵

鱼类如鲤、鳊等资源量明显增加。(4)加强西江已有渔业保护区的管理,建立渔业自然保护区是保护鱼类多样性及生态环境最有效的措施之一,近年调查结果表明,西江受保护的江段鱼类种类、多样性要高于非保护江段,肇庆市渔政支队于1992年在西江广东鲂产卵期对产卵场实施禁渔保护,经过10多年的保护,广东鲂资源不断得到恢复,目前已经成为西江中下游江段的主要渔业对象之一。

3.3 鱼类多样性与栖息地关系

一般情况下鱼类群落多样性和生活环境呈正相关,鱼类群落的结构主要受空间和生境复杂性的影响^[21],栖息地结构的复杂程度是决定栖息地丰富度与多样性的一个重要因素^[22],其原因可能是栖息地的复杂性能在一定程度上降低物种之间的竞争和捕食^[23-25]。鱼类群落结构与生境的异质性密切相关,在相似的生境中鱼类群落组成也非常相似,许多鱼类仅在特定的生境中出现,S4、S5、S6位于西江中上游,水受污染程度相对较轻,这3个江段水文动力条件独特,鱼类栖息地结构复杂,河床、河岸有大小不等的砾石堆积,暗礁、洞孔、缝隙很多,河中央有大的沙洲,水草相对丰富,这些条件能够为鱼类栖息、繁殖、逃逸提供优良条件,在调查中发现,这些江段小型杂鱼种类相对较多;其二S4、S5、S6位于贺江、桂江、浔江与西江交汇处,是不同河流集中鱼类处,鱼类种类相对多样;另一方面,这3个江段分布有鳊、广东鲂等鱼类大型产卵场,当地政府对这些江段重点保护,受人类破坏程度相对少,因而这几个江段鱼类种类、群落多样性指数相对要高。S2、S3位于西江中下游游,河面宽阔,水流缓慢,河床结构简单,小型杂鱼种类相对较少,鱼类多样相对较低。S1位于珠江三角洲河口段,受人类活动影响最大,水环境受污染程度严重,小型鱼类和耐污、耐盐性差的种类很难适宜在此江段生存,因而此江段鱼类种类数、多样性最低。

致谢:在鱼类资源调查过程中,肇庆渔政支队、梧州渔政站、封开大队、德庆大队、郁南大队在人力物力上提供了大力支持,并提供捕捞日志,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 郑慈英. 珠江鱼类志 [M]. 北京: 科技出版社, 1989.
- [2] 陆奎贤. 珠江水系渔业资源 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1990.
- [3] 潘炯华. 广东淡水鱼类志 [M]. 广东: 广东科技出版社, 1991.
- [4] 冯启新, 王金潮, 尤炳赞, 等. 广东鲂产卵场调查报告 [J]. 淡水渔业, 1986, 134 (6): 1-5.
- [5] Bechtel TJ, Copeland B J. Fish species diversity indices as indicator of pollution in Galveston Bay, Texas [J]. Contr Mar Sci Univ-Texas, 1970, 15: 103-132.
- [6] Hillman R E., Davis N W, Wennemer J. Abundance, diversity and stability in shore-zone fish communities in an area of Long Island Sound affected by the thermal discharge of a nuclear power station [J]. Estu, Coas-Mar Sci., 1977, 5: 355-382.
- [7] 费鸿年, 何宝全, 陈国铭. 南海北大陆架底栖鱼群聚的多样性及优势种区域和季节变化 [J]. 水产学报, 1983, 5 (1): 1-20.
- [8] 宋天祥, 张国华, 常剑波等. 洪湖鱼类多样性研究 [J]. 应用生态学报, 1999, 10 (1): 86-90.
- [9] 邵晓阳, 黎道丰, 蔡庆华. 香溪河鱼类群落及资源评价 [J]. 水生生物学报, 2006, 30 (1): 70-74.
- [10] 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变化 [J]. 生物多样性, 2008, 16 (2): 191-196.
- [11] 谭细畅, 李新辉, 陶江平等. 西江肇庆江段鱼类早期资源时空分布特征研究 [J]. 淡水渔业, 2007, 37 (4): 37-40.
- [12] 李跃飞, 李新辉, 谭细畅等. 西江肇庆江段渔业资源现状及其变化 [J]. 水利渔业, 2008, 28 (1): 80-83.
- [13] 李捷, 李新辉, 谭细畅, 等. 西江广东肇庆珍稀鱼类省级自然保护区鱼类多样性 [J]. 湖泊科学, 2009, 21 (4): 445-451.
- [14] 张觉民, 何志辉. 内陆水域渔业资源调查手册 [M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [15] 广西壮族自治区水产研究所, 中国科学院动物研究所. 广西淡水鱼类志第2版 [M]. 南宁: 广西人民出版社, 2005.
- [16] Suen J P, Edwin E. Herricks. Investigating the causes of fish community change in the Dahan River (Taiwan) using an autecology matrix [J]. Hydrobiologia, 2006, 568: 317-330.
- [17] Karr J R. Assessment of biotic integrity using fish communities [J]. Fisheries, 1981, 6: 21-27.
- [18] Karr J R. Assessing biological integrity in running waters: A method and its rationale [M]. Illinois Natural History Survey Special Publication, 1986, 5: 28.
- [19] 夏建宏, 陆剑锋, 周保春, 等. 上海苏州河鱼类群落的初步研究 [J]. 湖泊科学, 2009, 21 (4): 538-546.

- [20] 殷名称. 鱼类生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 220–221.
- [21] Ornellas A B, Coutinho R. Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal Sargassum bed, Cabo Frio Island, Brazil [J]. J Fish Biol, 1998, 53: 198–208.
- [22] Bell S S, McCoy E D, Mushinsky H R. Habitat structure: the physical arrangement of objects in space [M]. London: Chapman and Hall, 1991.
- [23] MacArthur R H, Levins R. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. [J] Am Nat, 1967, 101: 377–385.
- [24] Babbitt K J, Tanner G W. Effects of cover and predator size on survival and development of *Rana utricularia* tadpoles [J]. Oecologia, 1998, 114: 258–262.
- [25] Sih A, Kats L B, Moore R D. Effects of a predatory sunfish on the density, drift, and refuge use of stream salamander larvae [J]. Ecology, 1992, 73: 1418–1430.

Evolverment and diversity of fish community in Xijiang River

LI Jie^{1,3}, LI Xinhui¹, JIA Xiaoping, LI Yuefei¹, HE Meifeng¹, TAN Xichang¹, WANG Chao¹, JIANG Wangxiang⁴

(1. Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Key Field Station of Observation and Research for Fishery Resource and Environment in Middle-Lower Reaches of Pearl River, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China; 2. Key Laboratory of Fishery Ecology and Environment, Guangdong Province, Guangzhou 510300, China; 3. Key Laboratory of Ecological Environment and Resources of Inland Fisheries, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China; 4. Department of Life Sciences, Zaozhuang University, Zaozhuang 277160, China)

Abstract: The survey was made in Xijiang River from 2005 to 2008. Ninety species belonging to 13 orders, 29 families and 75 genera were collected from 6 sampling spots. Eight species including *Takifugu vermicularis*, *Rasbora steineri* and *Silurus gilberti* were newly recorded in Xijiang River. There is 17 species whose relative density >1, relative density of 28 species < 0.1. The top 5 species in relative density were *Cirrhina moitorella*, *Hemiculter leucisxulus*, *Squaliobarbus curriculus*, *Megalobrama hoffmanni* and *Rhinogobius giurinus*. Fish communities were dominated by sedentary species and omnivore species. Compared with the historic data, the proportion of omnivore and sedentary species increased. For carnivore, migratory and half-migratory species declined in number. The fish community of Xijiang River can be distinguished as three cluster, upriver cluster, middle reach cluster and downriver cluster. The results indicated that fish species diversity in Xijiang River were significantly different among different sections. Fish species in similar habitats had higher similarity. The diversity of species in the upper stream is higher than that in the downstream. It also showed that these fish species living at downstream of the river with inferior mouth, relishing riffle, decreased greatly in number especially for the carnivore through the individual ecology index. While these with terminal mouth, omnivore, adept to slow current become the dominated species. It is recognized that sea-route renovation, digging sand without control, water pollution and excessive catching is the key factors to impact fish assemble in Xijiang River. [Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17 (2): 298–311]

Key words: Xijiang River; fish community; diversity; autecology

Corresponding author: LI Xinhui. E-mail: lxhui01@tim.com

附录 1 西江鱼类名录 (2005–2008)
 Tab. 1 Fish species of Xijiang River (2005–2008)

物种 Species	-1983	站位 Sampling spot						相对多度 Relative density	生态类型 Ecology type
		S1	S2	S3	S4	S5	S6		
鲢形目 Myliobatiformes									
鲟科 Dasyatidae									
赤鲟 <i>Dasyatis akajei</i> *	+								C; RS
鲟形目 Acipenseriformes									
鲟科 Acipenseridae									
中华鲟 <i>Acipenser sinensis</i> *	+								C; RS
海鲢目 Elopiformes									
大海鲢科 Megalopidae									
大海鲢 <i>Megalops cyprinoides</i> *	+								
鲱形目 Clupeiformes									
鲱科 Clupeidae									
花鲱 <i>Clupanodon thrissa</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	3.59	O; RS
鲱 <i>Macrura reevesi</i> *	+								C; RS
鲱科 Engraulidae									
七丝鲱 <i>Coilia grayi</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.56	O; RS
鲑形目 Salmoniformes									
银鱼科 Salangidae									
白肌银鱼 <i>Leucosoma chinensis</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.77	O; RS
鳗鲡目 Anguilliformes									
鳗鲡科 Anguillidae									
花鳗鲡 <i>Anguilla marmorata</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.04	O; RS
日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.27	O; RS
鲀形目 Tetraodontiformes									
鲀科 Tetraodontidae									
弓斑东方鲀 <i>Takifugu ocellatus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.69	O; RS
辐斑虫纹东方鲀 <i>Takifugu vermicularis</i>			▽					<0.01	O; RS
鲤形目 Cypriniformes									
鲤科 Cyprinidae									
宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	+			▽	▽	▽	▽	0.05	O; S
拟细鲫 <i>Nicholsicypris normalis</i>						▽	▽	0.05	O; S
南方波鱼 <i>Rasbora steineri</i>						▽		0.04	O; S
唐鱼 <i>Tanichthys albonubes</i> *	+								O; S
青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	+			▽	▽	▽	▽	0.03	C; RL
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.36	H; RL
赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	9.86	O; RL
鲮 <i>Ochetobius elongatus</i>	+					▽	▽	0.03	O; RL
鲟 <i>Luciobrama macrocephalus</i> *	+								C; RL
鳊 <i>Elopichthys bambusa</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.24	C; RL
红鳍原鲃 <i>Culter erythropterus Basilewsky</i>	+				▽	▽	▽	0.07	C; SE
海南红鲃 <i>Erythroculter recurviceps</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.29	C; SE
蒙古红鲃 <i>Erythroculter mongolicus</i>	+		▽	▽	▽	▽		0.09	C; SE
大眼红鲃 <i>Erythroculter hypselonotus</i> *	+								C; SE
翘嘴红鲃 <i>Erythroculter ilishaeformis</i> *	+								C; SE

续表

广东鲂 <i>Megalobrama terminalis</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	9.34	O; RL
团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>	+		▽				▽	0.02	O; RL
半鲈 <i>Hemiculterella sauvagei</i>	+			▽		▽	▽	0.09	O; SE
鲮 <i>Hemiculter leucisxulus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	10.24	O; SE
贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i> Warpachowsky*	+								O; SE
黑尾鲮 <i>Hemiculter nigromarginis</i>	+								O; SE
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	2.41	H; RL
海南似鲮 <i>Toxabramis houdemeri</i> Pellegrin	+				▽	▽	▽	0.11	O; SE
银似鲮 <i>Toxabramis argenfiber</i> Abbott*	+								O; SE
线细鳊 <i>Parabramis lineatus</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.07	H; RL
台细鳊 <i>Rarabramis formosae</i> Oshima						▽		<0.01	H; RL
飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i> Bleeker	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	1.06	O; SE
寡鳞飘鱼 <i>Pseudolaubuea engraulis</i> *	+								O; SE
黄尾鲮 <i>Xenocypris davidi</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	4.33	H; RL
银鲮 <i>Xenocypris argentea</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	3.53	H; RL
细鳞鲮 <i>Xenocypris microlepis</i> *	+								H; RL
圆吻鲮 <i>Distoechodon tumirostris</i> *	+								H; RL
鲮 <i>Aristichthys nobilis</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.15	F; RL
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.91	F; RL
唇鲮 <i>Hemibarbus labeo</i> *	+								O; SE
长吻鲮 <i>Hemibarbus longirostris</i>	+								O; SE
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.26	O; SE
黑鳍鲈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i> *	+								O; SE
点纹银鲈 <i>Squalidus wolterstorffi</i>	+			▽	▽	▽	▽	0.59	O; SE
银鲈 <i>Squalidus argentatus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	4.37	O; SE
胡鲈 <i>Huigobio chenhsienensis</i> *	+								O; SE
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.16	O; SE
长棒花鱼 <i>Abbottina elongata</i> *	+								O; SE
乐山小鰕鲯 <i>Microphysogobio kiatingensis</i>	+					▽	▽	0.07	O; SE
福建小鰕鲯 <i>Microphysogobio fukiensis</i>	+			▽	▽		▽	0.17	O; SE
似鲈 <i>Pseudogobio vaillanti vaillanti</i> *	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.2	O; SE
蛇鲈 <i>Saurogobio dabryi</i>	+			▽	▽	▽	▽	0.13	O; SE
高体鰕鲯 <i>Rhodeus ocellatus</i>	+				▽	▽	▽	0.13	O; SE
中华鰕鲯 <i>Rhodeus sinensis</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.19	O; SE
越南鰕 <i>Acanthorhodeus tonkinensis</i> Vaillant*	+								O; SE
兴凯鰕 <i>Acanthorhodeus.chankaensis</i> *	+								O; SE
斑条鰕 <i>Acanthorhodeus .taenianalis</i> *	+								O; SE
条纹二须鲃 <i>Capoeta semifasciolata</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.26	O; SE
倒刺鲃 <i>Pinibarbus hollandi</i>	+				▽	▽	▽	0.01	H; RL
光倒刺鲃 <i>Barbodes caldwelli</i> *	+								H; RL
似鲃 <i>Fustis vivus</i> *	+								C; RL
侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i>						▽	▽	0.03	O; SE
半刺光唇鱼 <i>Acrossocheilus hemispinus</i> *	+								O; SE
虹彩光唇鱼 <i>A.iridescens iridescens</i> *	+								O; SE
南方白甲鱼 <i>Varicorhinus gerlachi</i> *	+								O; RL
瓣结鱼 <i>Tor brevifilis brevifilis</i> *	+								O; RL

续表

鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	3.08	O; SE
鲫 <i>Carassius auratus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.41	O; SE
须鲫 <i>Carassioides cantonensis</i> *	+								O; SE
华南鲤 <i>Cyprinus carpio rubrofusus</i> *	+								O; SE
纹唇鱼 <i>Osteichilus salsburyi</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.09	O; SE
鲮 <i>Cirrhina molitorella</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	13.33	O; SE
麦瑞加拉鲮 <i>Cirrhina mrigola</i>		▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.23	O; SE
露斯塔野鲮 <i>Labeo rohita</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.10	O; SE
异华鲮 <i>Parasinilabeo assimilis</i>	+			▽		▽	▽	0.03	O; RL
桂华鲮 <i>Sinilabeo decorus decorus</i> *	+								O; RL
伍氏盆唇华鲮 <i>Sinilabeo discognathoides</i> *	+								O; RL
唇鲮 <i>Semilabeo notabilis</i> *	+								O; RL
卷口鱼 <i>Ptychidio jordanii</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.22	O; SE
东方墨头鱼 <i>Garra orientalis</i>	+			▽	▽	▽	▽	0.08	O; SE
四须盘鮡 <i>Discogobio tetrabarbatus</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.37	O; SE
桂林鮡 <i>Gobiobotia guilinensis</i> *	+						▽	0.09	O; S
鳅科 Cobitidae									
美丽小条鳅 <i>Micronemacheilus puicher</i>	+			▽	▽	▽	▽	0.08	O; SE
横纹条鳅 <i>Nemacheilus fasciolatus</i> *	+								O; SE
无斑条鳅 <i>N. incertus</i> *	+								O; SE
平头岭鳅 <i>Oreonectes platycephalus</i> *	+								O; SE
壮体沙鳅 <i>Botia robusta</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	3.21	O; SE
美丽沙鳅 <i>Botia pulchra</i> *	+								O; SE
花斑副沙鳅 <i>Parabotia maculosa</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.19	O; SE
中华花鳅 <i>Cobitis sinensis</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	0.34	O; SE
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.35	O; SE
平鳍鳅科 Homalopteridae									
广西华平鳅 <i>Sinohomaloptera kwangsiensis</i>	+					▽	▽	0.06	O; SE
脂鲤目 Characiformes									
无齿脂鲤科 Curimatidae									
条纹鲮脂鲤 <i>Prochilodus lineatus</i>		▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.09	C; SE
脂鲤科 Characidae									
短盖巨脂鲤 <i>Colossoma brachypomun</i>		▽		▽			▽	0.04	C; SE
鲇形目 Siluriform									
鲇科 Siluridae									
鲇 <i>Silurus asotus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.66	C; SE
西江鲇 <i>Silurus gilberti</i>						▽	▽	0.01	C; SE
胡子鲇科 Clariidae									
胡子鲇 <i>Clarias fuscus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.31	C; SE
革胡子鲇 <i>Clarias gariepinus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.16	C; SE
鲿科 Bagridae									
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.29	C; SE
瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	1.27	C; SE
粗唇鲿 <i>Leiocassis crassilabris</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.40	C; SE
纵带鲿 <i>Leiocassis argentivittatus</i>	+			▽	▽	▽	▽	1.03	C; SE
条纹鲿 <i>Leiocassis virgatus</i>	+		▽	▽	▽	▽	▽	4.60	C; SE

续表

褐栉虾虎鱼 <i>Rhinogobius brunneus</i> *	+									C; SE
李氏栉虾虎鱼 <i>Rhinogobius leavelli</i> *	+									C; SE
髯虾虎鱼 <i>Triaenopogon barbctus</i> *	+									C; SE
攀鲈科 Anabantidae	+									
攀鲈 <i>Anabas testudineus</i>	+				▽	▽		0.04		C; SE
斗鱼科 Belontiidae	+									
歧尾斗鱼 <i>Macropodus opercularis</i>	+				▽	▽		0.08		O; SE
鳢科 Channidae										
斑鳢 <i>Channa maculata</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.27		C; SE
月鳢 <i>Channa asiatica</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.13		C; SE
刺鲃科 Mastacembelidae										
大刺鲃 <i>Mastacembelus armatus</i>	+	▽	▽	▽	▽	▽	▽	0.37		C; SE
鲉形目 Scorpaeniformes										
鲷科 Platycephalidae										
印度鲷 <i>Platycephalus indicus</i> *										C; RS
鲷形目 Pleuronectiformes										
鲆科 Bothidae										
花鲆 <i>Tephrinectes sinensis</i> *										C; RS
舌鳎科 Cynoglossidae										
三线舌鳎 <i>Cynoglossus trigrammus</i>	+		▽					<0.01		C; RS
鲷科 Soleidae										
卵鲷 <i>Solea ovata</i> *										C; RS
颌针鱼目 Beloniformes										
鱮科 Hemirhamphidae										
间下鱮 <i>Hemirhamphidae intermedius</i>	+				▽	▽	▽	0.05		C; RS
爪氏鱮 <i>Hemirhamphidae quogi</i> *	+									C; RS

注:“+”表示历史记录;“▽”表示近年采集的种;“*”表示历史记录而近年未采到的种. F: 滤食性; C: 肉食性; H: 植食性; O: 杂食性; RL: 河湖洄游性; RS: 江海洄游性; SE: 定居性.

Note:“+” means recorded species;“▽” means the species was collected in the recent years;“*” means the species was not collected in the recent years but historically recorded. C: Carnivore; F: Filter-feeder; H: Herbivore; O: Omnivore; RS: River-sea migratory; RL: River-lake migratory; SE: Sedentary.