

DOI: 10.12264/JFSC2021-0211

澜沧江西藏段鱼类群落结构及多样性

朱挺兵, 胡飞飞, 龚进玲, 王旭歌, 陈康, 杜红春, 杨德国, 吴兴兵

中国水产科学研究院长江水产研究所, 农业农村部淡水生物多样性保护重点实验室, 湖北 武汉 430223

摘要: 为了解澜沧江西藏段鱼类群落现状, 于 2017—2019 年对澜沧江西藏段干流及主要支流的鱼类资源进行了实地调查, 并分析和评价了鱼类群落的结构特征及多样性。结果显示, 澜沧江西藏段现有鱼类 2 目 5 科(亚科) 13 种, 其中土著鱼类 9 种, 外来鱼类 4 种; 摄食生态类型包括杂食性(占比 92.3%)和肉食性(占比 7.7%)2 种; 栖息类型包括 3 种, 其中底栖缓流性鱼类物种数比例最高, 占 61.5%; 群落优势种为光唇裂腹鱼(*Schizothorax lissolabius*)、澜沧裂腹鱼(*Schizothorax lantsangensis*)、裸腹叶须鱼(*Ptychobarbus kaznakovi*)和前腹裸裂尻鱼(*Schizopygopsis anteroventris*); 鱼类群落的 Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数和 Margalef 丰富度指数的变化范围分别为 0.570~1.249、0.585~0.901 和 0.504~1.423。总体而言, 澜沧江西藏段鱼类群落结构较为简单, 但处于稳定状态, 所有有历史记录土著鱼类均采集到样本, 所有外来鱼类均是首次记录。为保护澜沧江西藏段土著鱼类资源, 建议加强土著鱼类栖息地保护和人工驯养繁育, 并重视对外来鱼类的防控。

关键词: 澜沧江; 西藏; 鱼类资源; 群落结构; 多样性

中图分类号: S932

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2022)02-0304-10

澜沧江是一条发源于青藏高原的大型国际河流, 自北向南流经青海、西藏、云南三省区。澜沧江地势北高南低, 源头和下游较宽阔, 上游、中游则狭窄, 地形起伏剧烈、复杂多变, 汇聚了高山草甸、峡谷激流、热带雨林等多种自然景观, 同时也孕育了丰富的鱼类生物资源。根据《中国动物志 硬骨鱼纲》^[1-3]、《中国鲤科鱼类志》^[4]、《云南鱼类志》^[5-6]、《中国条鳅志》^[7]、《青藏高原鱼类》^[8]、《西藏鱼类及其资源》^[9]、《横断山区鱼类》^[10]、《云南湖泊鱼类资源》^[11]和《澜沧江水生生物物种资源调查》^[12]等文献资料记载, 澜沧江流域共分布有鱼类 10 目 28 科 99 属(亚属) 174 种。尽管澜沧江流域鱼类的多样性非常高, 但是空间差异明显, 总体表现为中下游的云南段多样性极高, 而青海、西藏段的多样性相对较低。

对于澜沧江西藏段的鱼类资源, 过去开展过零星的调查和研究, 缺乏系统的鱼类资源数据。20 世纪以前, 仅有《青藏高原鱼类》^[8]、《西藏鱼类及其资源》^[9]、《横断山区鱼类》^[10]等学术资料报道过少量澜沧江西藏段的鱼类分布。进入 21 世纪以来, 仅见李斌等^[13]报道了 2008 年在澜沧江西藏段新采集记录鲴科鱼类 1 种, 以及刘绍平等^[12]报道了 2010 年夏季和 2011 年夏季澜沧江西藏段部分江段的鱼类种类组成情况, 距今已有十几年。与云南段相比, 澜沧江西藏段的生态系统结构更为简单, 生物种群也更为脆弱。开展澜沧江西藏段鱼类群落结构及多样性研究, 不仅是及时掌握资源现状的需要, 同时也可对澜沧江西藏段鱼类资源的保护与利用提供科学依据。

收稿日期: 2021-05-08; **修订日期:** 2021-06-16.

基金项目: 农业财政专项(西藏重点水域渔业资源与环境调查); 财政部和农业农村部现代农业产业技术体系专项资金项目(CARS-46); 中国水产科学研究院院级创新团队项目(2020TD57).

作者简介: 朱挺兵(1987-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事鱼类生态学研究. E-mail: zhutb2008@163.com

通信作者: 杨德国, 研究员, 主要从事鱼类保护生物学研究. E-mail: yangdg@yfi.ac.cn

1 材料与方法

1.1 研究区域

研究区域为澜沧江西藏段干流和主要支流。

共设置8个调查样点, 其中干流4个样点(曲孜卡、如美、卡若、扎曲), 支流4个样点(金河、麦曲、昂曲、热曲)(图1)。

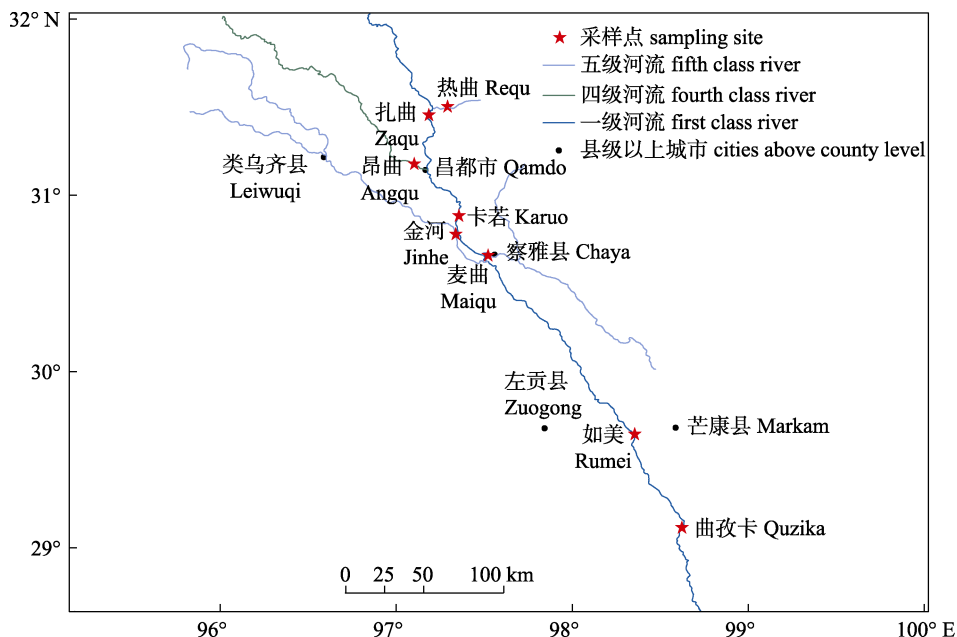


图1 澜沧江西藏段鱼类采集样点示意图

Fig. 1 Sampling stations of fish in the Tiber reach of the Lancang River

1.2 调查时间

共开展了7次野外调查, 时间分别为2017年4月、2017年9月、2018年4月、2018年7月、2018年10月、2019年4月和2019年9月。

1.3 调查方法

采取现场捕捞调查的方式, 在澜沧江西藏段干支流各样点采集鱼类。捕捞网具为三层丝网, 网长10 m, 高1.5 m, 内网网目2.5 cm, 外网网目7 cm。每次调查在每个样点布设6~8张网, 放置时间约12 h。对于采集到的鱼类样本, 参考《西藏鱼类及其资源》^[9]进行现场种类鉴定、拍照, 然后测量全长(精确到0.1 cm)、体长(精确到0.1 cm)和体重(精确到0.01 g)。对于现场无法鉴定的种类, 先进行编号、测量, 然后用福尔马林溶液固定, 带回实验室做进一步鉴定。

1.4 数据处理

现场调查时, 支流昂曲和麦曲因不可控因素采集到的鱼类样本数量过少, 不具备代表性, 因此在最终的数据分析中予以剔除。

1.4.1 资源量估算 以单位捕捞努力渔获量(CPUE)作为相对渔业资源量的评价参数。具体以每张网每小时渔获物的重量表示, 计算公式如下:

$$CPUE = \frac{\text{总渔获量}(C)}{\text{渔网数量}(n) \times \text{捕捞小时数}(h)}$$

1.4.2 优势种分析 采用相对重要性指数(IRI)对采集到的鱼类群落优势种进行分析, 计算公式如下:

$$IRI = (N + W)F$$

式中, N 为某种类的个体数占总渔获个体数的百分比; W 为某种类重量占总渔获重量的百分比; F 为有某种类出现的样点数占总调查样点数的比例。设定 $IRI \geq 1000$ 的物种为优势种; $100 \leq IRI < 1000$ 的物种为重要种; $10 \leq IRI < 100$ 的物种为常见种; $IRI < 10$ 的物种为偶见种。

1.4.3 鱼类多样性 鱼类多样性采用香农-威纳(Shannon-Wiener)指数(H')、Pielou 均匀度指数(J)和 Margalef 丰富度指数(D)来评价。

2 结果与分析

2.1 种类组成

共调查到鱼类 13 种, 分属于 2 目 5 科(亚科) 9 属(表 1), 其中土著鱼类 9 种, 占鱼类种类总数的 69.2%。有历史记录的 9 种鱼类均采集到样本。区域特有鱼类 5 种, 分别为澜沧裂腹鱼(*Schizothorax lantsangensis*)、前腹裸裂尻鱼(*Schizopygopsis anteroventris*)、细尾鲃(*Pareuchiloglanis gracilicaudata*)、无斑褶鲃(*Pseudecheneis immaculatus*)、德钦纹胸鲃(*Glyptothorax deqinensis*)。新记录鱼类 4 种, 均为外来鱼类, 包括鲫(*Carassius auratus*)、鲇(*Silurus asotus*)、异齿裂腹鱼(*Schizothorax oconnori*)和拉萨裂腹鱼(*Schizothorax waltoni*)。列入《国家重点保护野生动物名录》的有拉萨裂腹鱼。

列入《中国物种红色名录》的鱼类有 4 种, 其中濒危物种有澜沧裂腹鱼和细尾鲃, 易危物种有光唇裂腹鱼(*Schizothorax lissolabiat*)和裸腹叶须鱼(*Ptychobarbus kaznakovi*)。被《中国生物多样性红色名录》评为濒危等级的鱼类有 3 种, 分别是澜沧裂腹鱼、德钦纹胸鲃、细尾鲃; 评为易危等级的鱼类也有 3 种, 分别是拉萨裂腹鱼、裸腹叶须鱼、无斑褶鲃。

2.2 鱼类分布特征

从分布范围上看, 澜沧裂腹鱼和光唇裂腹鱼分布最为广泛, 在所有调查样点均出现; 高原鳅类主要出现在支流; 德钦纹胸鲃、无斑褶鲃主要分布在海拔较低的如美和曲孜卡; 外来鱼类全部采集自卡若(表 2)。从各样点来看, 卡若有 10

表 1 澜沧江西藏段鱼类种类组成名录
Tab. 1 Species composition of fishes in the Tibet reach of the Lancang River

目 order	科(/亚科) family (/subfamily)	属 genus	种名 species
鲤形目 Cypriniformes	裂腹鱼亚科 Schizothoracinae	裂腹鱼属 <i>Schizothorax</i>	1. 澜沧裂腹鱼▲ <i>Schizothorax lantsangensis</i>
			2. 光唇裂腹鱼▲ <i>Schizothorax lissolabiat</i>
	鲃科 Sisoridae	叶须鱼属 <i>Ptychobarbus</i>	3. 异齿裂腹鱼★ <i>Schizothorax oconnori</i>
			4. 拉萨裂腹鱼★ <i>Schizothorax waltoni</i>
		裸裂尻鱼属 <i>Schizopygopsis</i>	5. 裸腹叶须鱼▲ <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>
			6. 前腹裸裂尻鱼▲ <i>Schizopygopsis anteroventris</i>
		鲃属 <i>Pareuchiloglanis</i>	7. 细尾鲃▲ <i>Pareuchiloglanis gracilicaudata</i>
			8. 无斑褶鲃▲ <i>Pseudecheneis immaculatus</i>
		褶鲃属 <i>Pseudecheneis</i>	9. 德钦纹胸鲃▲ <i>Glyptothorax deqinensis</i>
			10. 细尾高原鳅▲ <i>Triplophysa stenura</i>
鲇形目 Siluriformes	条鳅亚科 Nemacheilinae	高原鳅属 <i>Triplophysa</i>	11. 短尾高原鳅▲ <i>Triplophysa brevicauda</i>
			12. 鲫★ <i>Carassius auratus</i>
			13. 鲇★ <i>Silurus asotus</i>

注: ★为外来鱼类, ▲为历史记录鱼类。
Note: ★ indicates exotic fishes, ▲ indicates historical fishes.

表 2 澜沧江西藏段鱼类的空间分布
Tab. 2 Spatial distribution of fishes in the Tibet reach of the Lancang River

种名 species	曲孜卡 Quzika	如美 Rumei	卡若 Karuo	扎曲 Zaku	热曲 Requ	金河 Jinhe
澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	+	+	+	+	+	+
光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiat</i>	+	+	+	+	+	+
异齿裂腹鱼 <i>Schizothorax oconnori</i>			+			
拉萨裂腹鱼 <i>Schizothorax waltoni</i>			+			
裸腹叶须鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>			+	+	+	+
前腹裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis anteroventris</i>			+	+	+	+
细尾鲃 <i>Pareuchiloglanis gracilicaudata</i>		+	+	+		
无斑褶鲃 <i>Pseudecheneis immaculatus</i>	+	+				
德钦纹胸鲃 <i>Glyptothorax deqinensis</i>	+					
细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>			+		+	+
短尾高原鳅 <i>Triplophysa brevicauda</i>					+	+
鲫 <i>Carassius auratus</i>			+			
鲇 <i>Silurus asotus</i>			+			

种鱼类分布, 热曲、金河均有 6 种鱼类分布, 扎曲有 5 种鱼类分布, 曲孜卡、如美均有 4 种鱼类分布。

2.3 鱼类生态类型

从摄食类型划分, 除鲇为肉食性以外, 其他鱼类几乎都是杂食性。

从栖息环境看, 可将调查到的鱼类分为 3 类:

(1) 底栖缓流型鱼类: 体型多侧扁或细长, 包括裂腹鱼属、叶须鱼属、裸裂尻鱼属和高原鳅属的鱼类。

(2) 底栖急流型鱼类: 体型多侧扁或头胸部扁平且有吸着器, 包括鲃属、褶鲃属和纹胸鲃属的鱼类。

(3) 底栖静水型鱼类: 一般栖息于静水水域, 持续游泳能力较弱。包括鲫、鲇等。

2.4 资源现状

2.4.1 渔获物组成 2017—2019 年共采集到鱼类 670 尾, 78.8 kg, 其中优势种类有光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼和前腹裸裂尻鱼(表 3)。

表 3 澜沧江西藏段渔获物组成情况(2017–2019 年)
Tab. 3 Fish catches in the Tibet reach of the Lancang River (2017–2019)

种类 species	尾数 number	重量/g weight	百分比/% percentage	相对重要性指数 IRI	群落地位 community status
光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiatu</i> s	210	31090.05	39.46	7080	I
澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	153	20429.11	25.93	4876	I
裸腹叶须鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>	126	17909.33	22.73	2374	I
前腹裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis anteroventris</i>	91	7028.2	8.92	1286	I
鲫 <i>Carassius auratus</i>	2	551.94	0.70	14	III
异齿裂腹鱼 <i>Schizothorax oconnori</i>	1	418.4	0.53	10	III
拉萨裂腹鱼 <i>Schizothorax waltoni</i>	1	417.8	0.53	10	III
细尾鲃 <i>Pareuchiloglanis gracilicaudata</i>	10	394.59	0.50	85	III
细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	52	214.13	0.27	344	II
德钦纹胸鲃 <i>Glyptothorax deqinensis</i>	7	132.59	0.17	17	III
鲇 <i>Silurus asotus</i>	1	92.25	0.12	4	IV
无斑褶鲃 <i>Pseudecheneis immaculatus</i>	8	86.29	0.11	37	III
短尾高原鳅 <i>Triplophysa brevicauda</i>	8	24.16	0.03	35	III
合计 total	670	78789	100		

注: I 表示优势种; II 表示重要种; III 表示常见种; IV 表示偶见种。
Note: I indicates dominant species; II indicates important species; III indicates common species; IV indicates occasional species.

从空间上看, 干流的卡若、如美, 以及支流热曲的渔获量较高, 而干流曲孜卡、扎曲和支流金河的渔获量较低(表 4)。曲孜卡、如美、卡若和扎曲的主要渔获种类为澜沧裂腹鱼和光唇裂腹鱼, 金河的主要渔获种类是细尾高原鳅、裸腹叶须鱼和前腹裸裂尻鱼, 热曲的主要渔获种类为裸腹叶须鱼(表 4)。

2.4.2 单位努力捕捞量 澜沧江西藏段的平均单位努力捕捞量(CPUE)为 28.4 g/网时。从时间上看, 2017 年 4 月至 2019 年 9 月, CPUE 呈先下降后上升的趋势, 其中 2019 年 4 月的 CPUE 最高, 为 47.1 g/网时; 2018 年 7 月的 CPUE 最低, 为 13.7 g/网时(图 2)。从空间上看, 金河的 CPUE 最高, 为 68.9 g/

网时; 扎曲的 CPUE 最低, 为 12.0 g/网时(图 3)。

2.4.3 优势鱼类个体大小分布 根据相对重要性指数确定的澜沧江西藏段优势鱼类有 4 种, 包括光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼和前腹裸裂尻鱼, 对它们的个体大小分布进行了分析。

光唇裂腹鱼的体长范围 10.7~36.7 cm, 其中优势体长分布区间为 16~22 cm, 占比 44.76%; 澜沧裂腹鱼的体长范围 9.4~38.0 cm, 其中优势体长分布区间为 12~24 cm, 占比 72.55%; 裸腹叶须鱼的体长范围 9.8~46.7 cm, 其中优势体长分布区间为 10~20 cm, 占比 65.87%。前腹裸裂尻鱼的体长范围 3.3~30.3 cm, 其中优势体长分布区间为 14~20 cm, 占比 51.65% (图 4)。

表 4 澜沧江西藏段不同样点的渔获物情况

Tab. 4 Fish catches of different sampling sites in the Tibet reach of the Lancang River

采样点 site	种类 species	数量 number	重量/g weight	占比/% percentage
曲孜卡 Quzika	澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	16	2045.35	50.54
	光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiatu</i>	17	1821.99	45.02
	德钦纹胸鲃 <i>Glyptothorax deqinensis</i>	7	132.59	3.28
	无斑褶鲃 <i>Pseudecheneis immaculatus</i>	5	47.13	1.16
	合计 total	45	4047.06	
如美 Rumei	光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiatu</i>	125	13730.87	77.15
	澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	39	3972.05	22.32
	细尾鲃 <i>Pareuchiloglanis gracilicaudata</i>	1	54.81	0.31
	无斑褶鲃 <i>Pseudecheneis immaculatus</i>	3	39.16	0.22
	合计 total	168	17796.89	
金河 Jinhe	裸腹叶须鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>	27	859.36	34.73
	澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	7	565.43	22.85
	光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiatu</i>	4	502.39	20.30
	前腹裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis anteroventris</i>	26	398.85	16.12
	细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	46	145.14	5.87
	短尾高原鳅 <i>Triplophysa brevicauda</i>	1	3.27	0.13
	合计 total	111	2474.44	
卡若 Karuo	澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	81	12737.86	44.64
	光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiatu</i>	52	11333.37	39.71
	前腹裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis anteroventris</i>	7	1726.76	6.05
	裸腹叶须鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>	4	1057.29	3.70
	鲫 <i>Carassius auratus</i>	2	551.94	1.93
	异齿裂腹鱼 <i>Schizothorax oconnori</i>	1	418.4	1.47
	拉萨裂腹鱼 <i>Schizothorax waltoni</i>	1	417.8	1.46
	细尾鲃 <i>Pareuchiloglanis gracilicaudata</i>	4	139.05	0.49
	鲃 <i>Silurus asotus</i>	1	92.25	0.32
	细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	5	62.87	0.22
	合计 total	158	28537.59	
扎曲 Zaqu	光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiatu</i>	8	2081.68	62.90
	澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	6	626.3	18.92
	裸腹叶须鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>	2	209.96	6.34
	细尾鲃 <i>Pareuchiloglanis gracilicaudata</i>	5	200.73	6.07
	前腹裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis anteroventris</i>	1	190.86	5.77
	合计 total	22	3309.53	
热曲 Requ	裸腹叶须鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>	93	15782.72	69.76
	前腹裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis anteroventris</i>	57	4711.73	20.83
	光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabiatu</i>	4	1619.75	7.16
	澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lantsangensis</i>	4	482.63	2.13
	短尾高原鳅 <i>Triplophysa brevicauda</i>	7	20.89	0.09
	细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	1	6.12	0.03
	合计 total	166	22623.84	

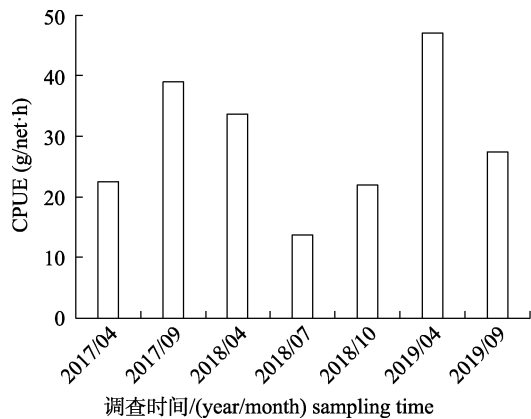


图 2 澜沧江西藏段鱼类单位努力捕捞量 (CPUE)的时间分布

Fig. 2 Temporal distribution of CPUE of fishes in the Tibet reach of the Lancang River

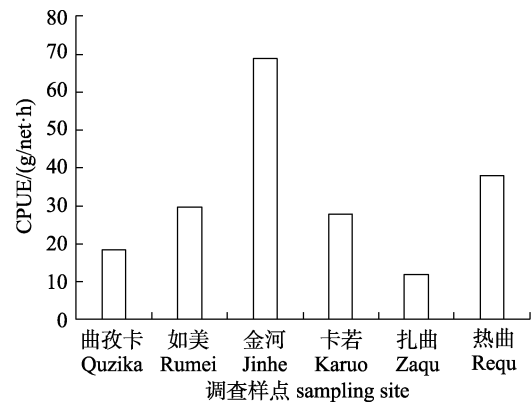


图 3 澜沧江西藏段鱼类单位努力捕捞量 (CPUE)的空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of CPUE of fishes in the Tibet reach of the Lancang River

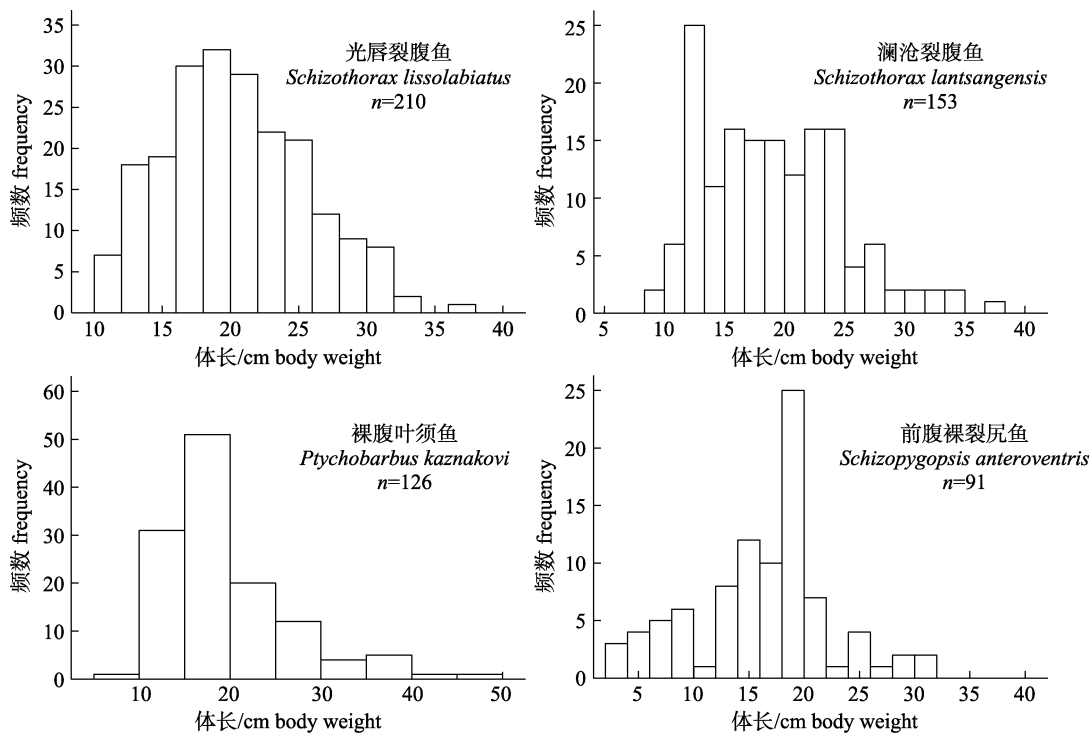


图 4 澜沧江西藏段主要优势鱼类的体长频数分布

Fig. 4 Frequency of body length of the dominant fish species in the Tibet reach of the Lancang River

光唇裂腹鱼的体重范围 15.80~684.4 g, 其中优势体重分布区间为 0~150 g, 占比 65.71%; 澜沧裂腹鱼的体重范围 12.07~907.84 g, 其中优势体重分布区间为 0~200 g, 占比 81.05%; 裸腹叶须鱼的体重范围 13.64~1433 g, 其中优势体重分布区间为 0~100 g, 占比 66.67%。前腹裸裂尻鱼的体重范围 0.50~359.89 g, 其中优势体重分布区间为 0~100 g, 占比 81.32% (图 5)。

2.5 多样性分析

从总体上看, 澜沧江西藏段鱼类的多样性偏低, Shannon-Wiener 指数(H')变化范围为 0.570~1.249, 其中卡若、扎曲和金河的多样性相对较高; Pielou 均匀度指数(J)变化范围为 0.585~0.901, 其中扎曲、金河的均匀度指数相对较高; Margalef 丰富度指数(D)的变化范围为 0.504~1.423, 其中卡若、扎曲和金河的丰富度相对较高(表 5)。

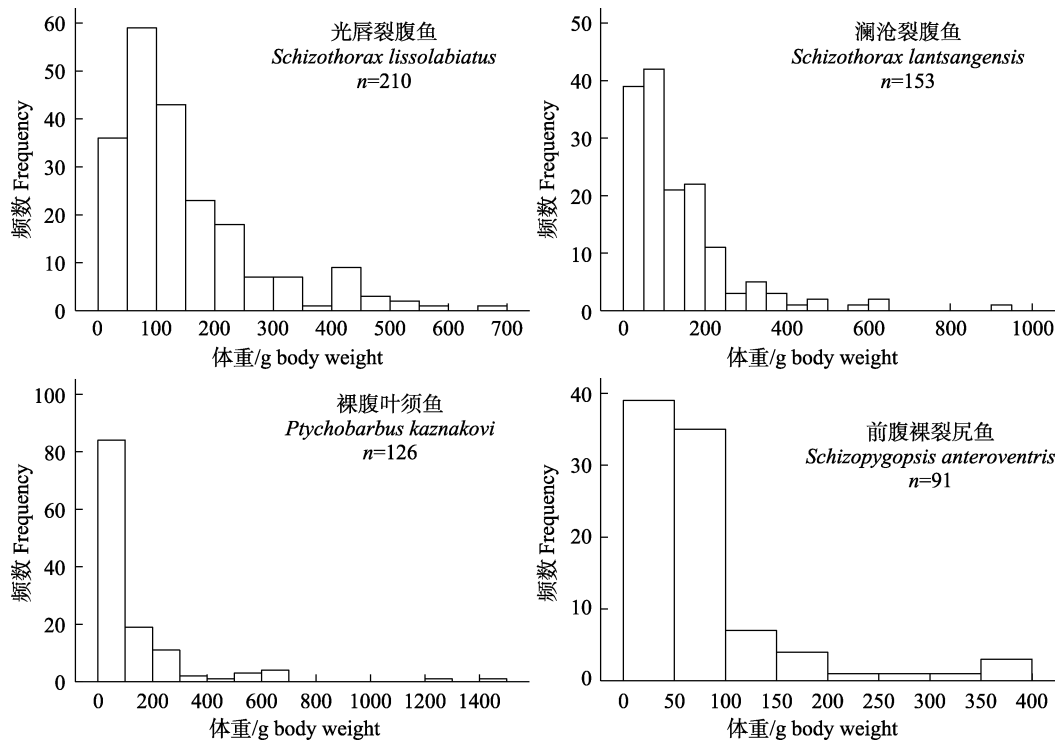


图 5 澜沧江西藏段主要优势鱼类的体重频数分布
Fig. 5 Frequency of body weight of the dominant fish species in the Tibet reach of the Lancang River

表 5 澜沧江西藏段鱼类群落的多样性指数
Tab. 5 Biodiversity indices of fish community in the Tibet reach of the Lancang River

样点 site	多样性指数 biodiversity index		
	H'	J	D
曲孜卡 Quzika	0.665±0.350	0.772±0.211	0.647±0.144
如美 Rumei	0.570±0.290	0.585±0.204	0.504±0.154
卡若 Karuo	1.158±0.263	0.782±0.134	1.173±0.371
扎曲 Zaqu	1.249±0.004	0.901±0.029	1.423±0.169
金河 Jinhe	1.157±0.260	0.814±0.045	1.060±0.370
热曲 Requ	0.760±0.349	0.763±0.255	0.612±0.328

注: H' 表示 Shannon-Wiener 指数; J 表示 Pielou 均匀度指数; D 表示 Margalef 丰富度指数。
Note: H' indicates Shannon-Wiener index; J indicates Pielou evenness index; D indicates Margalef richness index.

3 讨论

3.1 澜沧江西藏段鱼类群落结构及多样性特征

本研究表明, 澜沧江西藏段的鱼类群落结构总体符合青藏高原鱼类区系的典型结构特征, 即主要由裂腹鱼类、鲃类和高原鳅类三大类群组成。有关澜沧江西藏段鱼类的报道较少, 且大部分仅介绍了物种的分布情况。李斌等^[13]首次报道了无

斑褶鲃在澜沧江曲孜卡段有分布。刘绍平等^[12]在澜沧江如美段、扎曲、麦曲和金河共采集到鱼类 9 种, 均为土著鱼类, 包括光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鲃、德钦纹胸鲃、无斑褶鲃、细尾高原鳅和短尾高原鳅。本研究采集到了前述 9 种有历史报道的土著鱼类。另外, 本研究还报道了 4 种外来鱼类在澜沧江西藏段的首次记录。目前未见有澜沧江鱼类资源量的历史报道。就本研究结果而言, 澜沧江西藏段的土著鱼类在渔获物中占据绝对优势, 而外来鱼类多为偶然采集。这一结果表明澜沧江西藏段的土著鱼类资源总体上是比较稳定的, 外来鱼类入侵还处于早期阶段。从生态类型来看, 澜沧江西藏段的鱼类大多为杂食性, 且都是底栖型鱼类。这可能是适应高原水域饵料生物资源匮乏, 以及急流性环境的结果。从鱼类的空间分布上看, 澜沧江西藏段下游如美、曲孜卡分布的鱼类种类数明显低于上游干支流。这可能是因为如美、曲孜卡为峡谷急流, 过快的流速使得鱼类栖息的难度相对更大。从优势鱼类的个体大小分布来看, 光唇裂腹鱼、澜沧江裂腹鱼、裸腹叶须鱼和前腹

裸裂尻鱼的个体均偏小,说明种群出现了一定程度的衰退,但原因还有待于进一步调查和探讨。

澜沧江西藏段鱼类群落结构具有简单但基本稳定的特点。澜沧江西藏段鱼类的 Shannon-Wiener 指数(H')变化范围为 0.570~1.249, 低于 Magurran^[14]提出的多样性指数的一般范围(1.5~3.5)。物种丰富度指数和均匀度指数反映了水域中鱼类种类数与物种分布的情况,指数越低表明群落结构复杂度和稳定性越低^[15]。据此判断,澜沧江西藏段鱼类群落结构的复杂度较低,但稳定性处于正常水平。但这种稳定状态是十分脆弱的。因为这些高原鱼类大都具有生长缓慢、性成熟晚等特性,种群一旦受到外界过度干扰,将很难恢复^[9]。

3.2 澜沧江西藏段鱼类面临的主要威胁

(1) 工程建设等活动导致栖息地被破坏。由于澜沧江河谷是当地人口的主要生活和生产区,因此沿江公路、桥梁、采砂等工程建设活动较为密集。同时,澜沧江干支流都规划有梯级电站,部分已经建成发电。例如,澜沧江干流扎曲果多段建有果多水电站,支流金河建有金河水电站、瓦托水电站等水利工程。各类工程建设将导致澜沧江河道水文形势、地形等发生变化,河道采砂会改变河床形态、底质结构和水体流态等物理环境。这些环境变化也将直接改变鱼类及其饵料生物的生活环境,严重的可能会造成鱼类栖息场所功能的减弱甚至丧失。同时,水电大坝会对具有短距离洄游习性的光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼等鱼类的正常洄游活动造成影响。

(2) 外来鱼类入侵挤占土著鱼类生存空间。由于对水产品需求的激增,加上活鱼运输技术的发展,越来越多的外来鱼类得以进入到西藏。但藏区群众有放生习俗,容易误将市场采购的外来鱼类放生到野外水体中,从而造成外来鱼类的入侵^[16]。高原土著鱼类种群普遍脆弱,在面对外来鱼类入侵时往往处于劣势。本研究共发现了鲫、鲇、异齿裂腹鱼和拉萨裂腹鱼 4 种外来鱼类,均是首次记录。由于鲫和鲇分别只采集到 2 尾和 1 尾样本,尚无法确定它们是否可以在调查区域内繁殖。但这两种鱼类都是入侵性极强的鱼类,应引起重

视。鲫的耐受力强,繁殖要求低,有可能在当地建立种群。鲇是肉食性鱼类,而澜沧江西藏段没有肉食性鱼类的自然分布,鲇的出现很有可能会占据食物链顶端,直接对土著鱼类产生巨大的威胁。异齿裂腹鱼和拉萨裂腹鱼仅自然分布于雅鲁藏布中游^[9],非专业人士易将它们当成是澜沧江西藏段土著裂腹鱼类而放生。由于分类地位和生态习性接近,异齿裂腹鱼和拉萨裂腹鱼可能与澜沧江西藏段的土著裂腹鱼类产生生态位竞争,同时也更有可能发生种间杂交,对澜沧江西藏段裂腹鱼类的遗传多样性造成干扰。

(3) 环境污染物倾泻和排放威胁鱼类健康。现场调查发现,部分江段存在垃圾直接倾泻入江,以及污水直排入江的现象。沿江两岸消落区内的植被上普遍挂有塑料袋、布料等各类垃圾,河漫滩则经常可见塑料瓶、玻璃瓶等废弃物。部分生活垃圾如塑料袋可能会被鱼类误食,而污水的排放则可能会造成鱼类体内有毒有害物质含量超标,进而危害鱼类正常的生长发育和健康。

3.3 澜沧江西藏段鱼类资源保护建议

针对澜沧江西藏段鱼类资源现状及主要威胁因素,建议采取以下保护措施:

(1) 加强鱼类重要栖息地保护。澜沧江西藏段鱼类的栖息地整体分布较为分散,但不同江段鱼类栖息地的栖息种类和数量有差异。根据本研究调查到的数据,澜沧江西藏段干流栖息的鱼类主要是裂腹鱼类和鲃类,支流栖息的鱼类主要是裂腹鱼类和高原鳅类。基于鱼类资源状况、典型性、保护可行性等因素考虑,建议重点保护干流卡若至麦曲汇口段、卡贡至如美段,以及支流热曲妥坝至干流汇口段的鱼类栖息地。其中,干流卡若至麦曲汇口段是本研究中鱼类资源量和种类最为丰富的江段,卡贡至如美段是人类活动最少的江段,适宜作为裂腹鱼类和鲃类的重要栖息地进行强化保护。支流热曲妥坝至干流汇口段是裸腹叶须鱼的主要栖息地,很有必要重点保护。条件成熟时,甚至可以考虑在这些江段建立鱼类保护区。

(2) 开展土著鱼类人工驯养繁育与增殖放流。当前澜沧江西藏段主要优势鱼类的种群都显示出衰退迹象,有必要开展人工驯养繁育与增殖放流,

以恢复自然种群。目前光唇裂腹鱼^[17-18]、澜沧裂腹鱼^[19-20]等鱼类的人工繁育技术已经取得初步突破,而其他大部分土著鱼类的人工繁育技术还是空白。建议将光唇裂腹鱼、澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼和前腹裸裂尻鱼列为近期重点保护对象,扩大人工驯养繁育规模,尽早开展增殖放流活动。

(3) 规范放流放生活动,降低外来鱼类入侵风险。建议设立放生活动报批制度,对放生的鱼类种类、数量、重量、来源、放生日期、放生地点等信息进行登记管理,由村-乡-县区-市逐级上报备案,严格禁止放生外来鱼类;加强科学放生宣传活动,建议通过与宗教活动相结合,宣传科学放生理念。

(4) 构建长期性的水生生态监测体系。开展长期性水生生态环境监测,是掌握渔业资源与环境现状及变化趋势的主要方式。监测结果可以为管理部门科学制定澜沧江西藏段鱼类资源保护措施及评价相关措施效果提供依据,从而使保护工作更为有效。建议在澜沧江干流和主要支流设立监测站位,依季节进行水环境、鱼类饵料生物资源、鱼类种类组成、鱼类资源和鱼类栖息地分布与规模等方面的监测。

参考文献:

- [1] Chen Y Y. Fauna Sinica, Osteichthyes: Siluriformes Cypriniformes II[M]. Beijing: Science Press, 1998. [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.]
- [2] Yue P Q. Fauna Sinica, Osteichthyes: Siluriformes Cypriniformes III[M]. Beijing: Science Press, 2000. [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.]
- [3] Chu X L, Zheng B S, Dai D Y, et al. Fauna Sinica, Osteichthyes: Siluriformes[M]. Beijing: Science Press, 1999. [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.]
- [4] Wu X W. Cyprinidae Fishes of China[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1982. [伍献文. 中国鲤科鱼类志(下卷)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.]
- [5] Chu X L, Chen Y R. The Fishes of Yunnan, China: Part I[M]. Beijing: Science Press, 1989. [褚新洛, 陈银瑞. 云南鱼类志(上册)[M]. 北京: 科学出版社, 1989.]
- [6] Chu X L, Chen Y R. The Fishes of Yunnan, China: Part II[M]. Beijing: Science Press, 1990. [褚新洛, 陈银瑞. 云南鱼类志(下册)[M]. 北京: 科学出版社, 1990.]
- [7] Zhu S Q. The Loaches of the Subfamily Nemacheilinae in China[M]. Nanjing: Phoenix Science Press, 1989. [朱松泉. 中国条鳅志[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989.]
- [8] Wu Y F, Wu C Z. The Fishes of the Qinghai-Xizang Plateau[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1991. [武云飞, 吴翠珍. 青藏高原鱼类[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1991.]
- [9] Bureau of Aquatic Products, Xizang Autonomous Region. Fishes and Fish Resources in Xizang, China[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995. [西藏自治区水产局. 西藏鱼类及其资源[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.]
- [10] Chen Y Y. The Fishes of the Hengduan Mountains Region[M]. Beijing: Science Press, 1998. [陈宜瑜. 横断山区鱼类[M]. 北京: 科学出版社, 1998.]
- [11] Gao L C, Zhuang D D, Guo Q Z, et al. Fishery Resources of Lakes in Yunnan Plateau[M]. Nanjing: Phoenix Science Press, 1990. [高礼存, 庄大栋, 郭起治, 等. 云南湖泊鱼类资源[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990.]
- [12] Liu S P, Liu M D, Zhang Y G, et al. Investigation and Protection of Aquatic Biological Species Resources in the Lancang River[M]. Beijing: Science Press, 2016. [刘绍平, 刘明典, 张耀光, 等. 澜沧江水生生物物种资源调查与保护[M]. 北京: 科学出版社, 2016.]
- [13] Li B, Yue X J, Wang Z J. A new record of Sisoridae in Tibet: *Pseudecheneis immaculatus* Chu[J]. Journal of Chongqing Normal University (Natural Science), 2010, 27(2): 18-19, 99. [李斌, 岳兴建, 王志坚. 西藏鲃科鱼类一新纪录种——无斑褶鲃[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2010, 27(2): 18-19, 99.][知网]
- [14] Magurran A E. Why diversity?[M]//Ecological Diversity and Its Measurement. Dordrecht: Springer, 1988: 1-5.
- [15] Wang Y P, Kuang Z, Lin D Q, et al. Community structure and species diversity of fish around the Xinzhou shoal in the Anqing section of the Yangtze River, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(7): 2417-2426. [王银平, 匡箴, 蔺丹清, 等. 长江安庆新洲水域鱼类群落结构及多样性[J]. 生态学报, 2020, 40(7): 2417-2426.]
- [16] Li B H, Zhu T B, Li L. Alien Fishes in Tibet, China[M]. Lhasa: The Tibet People's Publishing House, 2017. [李宝海, 朱挺兵, 李雷. 西藏的外来鱼类[M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 2017.]
- [17] Liu Y T, Wu J D, Li G H, et al. A study on artificial domestication of *Schizothorax lissolabiatu*s[J]. Journal of Hydroecology, 2012, 33(5): 123-126. [刘跃天, 吴敬东, 李光华, 等. 光唇裂腹鱼人工驯养研究[J]. 水生态学杂志,

- 2012, 33(5): 123-126.]
- [18] Shen A H, Li G H, Zhao S H, et al. Study on embryonic and early larval development of *Schizothorax lissolabiatu*s[J]. Journal of Hydroecology, 2013, 34(6): 76-80. [申安华, 李光华, 赵树海, 等. 光唇裂腹鱼胚胎发育与仔鱼早期发育的研究[J]. 水生态学杂志, 2013, 34(6): 76-80.]
- [19] Shen A H, Li G H, Wang H L, et al. A study on artificial domestication of *Schizothorax lantsangensis*[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2015(2): 272, 278. [申安华, 李光华, 王海龙, 等. 澜沧裂腹鱼人工驯养研究[J]. 现代农业科技, 2015(2): 272, 278.]
- [20] Ma Q, Xu C X. Successful artificial breeding of once endangered *Schizothorax lantsangensis*[J]. Fisheries Science & Technology Information, 2017, 44(6): 341. [马骞, 徐承旭. 一度濒危的澜沧裂腹鱼人工繁殖成功[J]. 水产科技情报, 2017, 44(6): 341.]

Community structure and species diversity of fishes in the Tibet reach of the Lancang River, China

ZHU Tingbing, HU Feifei, GONG Jinling, WANG Xuge, CHEN Kang, DU Hongchun, YANG Deguo, WU Xingbing

Key Laboratory of Freshwater Biodiversity Conservation, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Wuhan 430223, China

Abstract: Since decades, there have been no reports on the fish resource of the Tibet reach of the Lancang River, China. To gain a contemporary understanding of the corresponding fish communities, field surveys on fish resources were conducted in the main stream and major tributaries of the Tibet reach of the Lancang River in April and September 2017, April, July, and October 2018, and April and September 2019. Fish samples were caught using drifting gillnets (mesh size: 2.5 cm and 7.0 cm). A total of 13 fish species from 2 orders and 5 families (subfamilies) were collected with 9 indigenous fish species and 4 exotic fish species. Omnivorous and carnivorous fishes accounted for 92.3% and 7.7% of total fish, respectively. Benthic and slow-flowing fishes accounted for 61.5% of the fish species. *Schizothorax lissolabiatu*s, *S. lantsangensis*, *Ptychobarbus kaznakovi*, and *Schizogopsis anteroventris* were the dominant species. The Shannon-Wiener index, Pielou evenness index, and Margalef richness index of the fish community were 0.570–1.249, 0.585–0.901, and 0.504–1.423, respectively. In general, the fish community structure of the Tibet reach of the Lancang River was simple and stable. All historically recorded indigenous fishes were sampled, while all exotic fishes were recorded for the first time. To protect the indigenous fish resources in the Tibet reach of the Lancang River, it is suggested to strengthen the habitat protection, artificial domestication, and breeding of indigenous fishes, as well as to focus on the control of exotic fish populations and prevent invasion.

Key words: Lancang River; Tibet; fish resource; community structure; diversity

Corresponding author: YANG Deguo. E-mail: yangdg@yfi.ac.cn