DOI:10.15928/j.1674-3075.202206060215

大渡河金川至丹巴河段干、支流鱼类资源及其多样性分布

张志明[1],梁炆汉[2],张东亚[3],周 武[4],杨 洋[1],程 睿[1],熊 文[5],常秀岭[1],陈 锋[1]

(1.湖北省水生态保护与修复工程技术研究中心,水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室,水利部中国科学院水工程生态研究所,湖北 武汉 430079;
2.长江河湖建设有限公司,湖北 武汉 430015;
3.中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司,北京 100024;
4.中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司,浙江 杭州 310014;
5.湖北师范大学生命科学学院,湖北 黄石 435002)

摘要:为进一步了解大渡河金川至丹巴河段干、支流鱼类群落结构及其多样性分布特征,2020年5和9月及2021年7月,对大渡河上游金川电站坝址至猴子岩电站库尾111.5 km干流及区间主要支流进行了系统的鱼类资源调查。结果显示,研究河段共分布鱼类18种,隶属2目6科10属;鲤形目有15种,占总种数的83.33%;鲇形目3种,占16.66%。土著鱼类主要为裂腹鱼亚科、高原鳅属和爬鳅属等适应高山峡谷流水生境、特化程度较高的鱼类;大渡软刺裸裂尻鱼(*Schizopygopsis malacanthus chengi*)、细尾高原鳅(*Triplophysa stenura*)和齐口裂腹鱼(*Schizothorax prenanti*)为研究河段的优势种。渔获物统计及多样性分析表明,小金川、革什扎河、东谷河及勒乌沟等支流与干流土著鱼类组成较为相似,但干流与支流以及各支流间鱼类资源及其多样性差异明显。研究表明,金川至丹巴河段鱼类群落组成简单,生态脆弱性较高,且大部分土著鱼类为珍稀濒危和特有鱼类,种群资源一旦遭到破坏将很难恢复。大渡河上游鱼类正面临严重的外来鱼类入侵威胁,需引起高度关注。

关键词: 鱼类资源;优势种;多样性指数;大渡河上游

中图分类号:Q145 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2023)03-0054-08

大渡河为长江一级支流岷江的最大支流,全长1 062 km,流域面积77 400 km²。通常称泸定以上为上游,泸定至铜街子为中游,铜街子以下为下游(曹娜和毛占坡,2017)。大渡河金川至丹巴河段属大渡河上游,河长111.5 km,海拔落差283 m,河床平均比降0.3%,多年平均流量为521~623 m³/s。该河段支流分布众多,其中流域面积大于1 000 km²的有3条(革什扎河、东谷河和小金川)。中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司(2003)提交的《大渡河干流水电规划调整报告》和中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司(2008)提交的《四川省大渡河金川至丹巴河段梯级开发方案研究总报告》,推荐大渡河金川至丹巴河段采取安宁、巴底和丹巴三级开发方案。梯级开发将导致水生生境、水文情势发生明显改变,流水生境萎缩,进而影响鱼类的栖息与繁衍。采取相应的保护对策及措施可在一定程度上缓解水电开发给鱼类资源带来的不利影响。

根据保护生物学的观点,栖息地保护是维持鱼类多样性最直接和最有效的手段(普里马克,2009)。掌握拟开发河段干支流鱼类资源现状是开展鱼类栖息地保护与修复规划设计的前提与依据。然而,大渡河金川至丹巴河段干、支流鱼类多样性及其资源分布现状尚不明晰。何斌等(2021)对大渡河上游金川县沙耳乡至泸定得妥镇河段鱼类资源进行了调查,指出该河段共分布有鱼类24种,但仅在金川至丹巴干流河段布设1个调查点位,研究结果难以准确、全面反映该河段的鱼类群落结构及多样性分布情况;叶少荣和傅天佑(1987)提出了大渡河上游(丹巴以上,包括河源区)有16种鱼的观点。由于该研究开展较早,而受水电开发、过度捕捞、鱼类放生、城乡发展及农村建设等人类活动影响,大渡河上游鱼类资源已发生较大改变(杨育林等,2010)。本研究对大渡河金川至丹巴河段干

收稿日期:2022-06-06 **修回日期:**2022-10-26

基金项目:水利部重大科技项目(SKR-2022015);水电工程鱼类栖息地保护监测和信息化管理关键技术研究与示范应用(DJ-ZDXM-2020-02);国家重点研发计划课题(2022YFC3202102);国家重大科技专项第二次青藏高原综合科学考察研究(2019QZ-KK05010304)。

作者简介:张志明,1985年生,男,副研究员,主要从事鱼类生态学、水利水电工程水生态影响评价和鱼类繁育生物学研究。E-mail: zhangzm@mail.ihe.ac.cn

通信作者:陈锋,1981年生,男,研究员,主要从事鱼类生态学、水利水电工程水生态影响评价研究。E-mail: chenfeng@mail.ihe.ac.cn

支流鱼类群落结构及其多样性分布进行了系统调查，可为制定有针对性的保护对策措施提供参考，有利于大渡河流域土著鱼类资源及其多样性保护。

1　材料与方法

1.1　调查时间和点位

2020 年 5 月和 9 月及 2021 年 7 月对大渡河金川至丹巴干流河段及区间新扎沟、勒乌沟、独松沟、色斯满沟、卡撒沟、曾达沟、沈足沟、骆驼沟、革什扎河、东谷河、小金川 11 条支流鱼类资源进行了系统调查；共设置 22 个调查河段，干流 8 个，支流 14 个（图 1）。

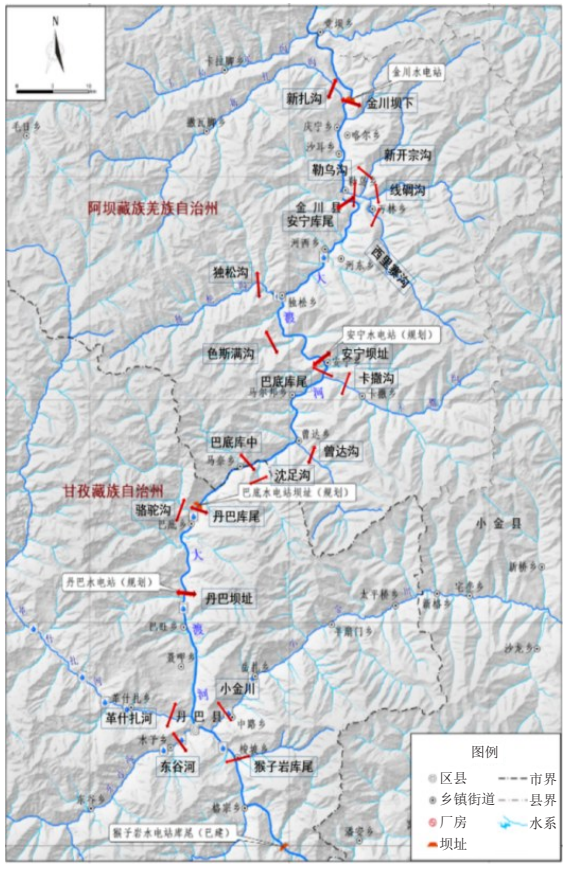

图 1　2020–2021 年大渡河金川至丹巴河段鱼类采集点位

Fig.1　Location of the fish collection sites on the Dadu River from Jinchuan to Danba (2020 – 2021)

1.2　鱼类样本采集

鱼类样本采集参考《渔业生态环境监测规范》（SC/T 9102.3–2007）、《生物多样性观测技术导则内陆水域鱼类》（HJ 710.7–2014）、《内陆水域渔业自然资源调查手册》（张觉民，1991）等标准和技术规范。根据调查点位水文情势及生境特点，选择相应的渔具和捕捞方式，水深较浅、流速较小的河段采用地笼、定置刺网、手撒网取样，水深较深、流速较大的河段采用流刺网、钩钓等方式；其中，地笼及刺网放置时间约 12 h（18:00–06:00）。以上捕捞方式可采集到不同类型水体、不同体型和大小的鱼类，确保调查结果的全面性和代表性。

1.3　鱼类标本鉴定及处理

现场对采集的鱼类新鲜样本进行种类鉴定及体长（SL）、体重（BW）等形态学指标测量，其中体长精确到 1.0 mm，体重精确到 0.1 g。种类难以鉴定的保存于 10% 福尔马林溶液或 95% 无水乙醇中，带回实验室做进一步鉴定。种类鉴定及分类主要参考相关文献（丁瑞华，1994；乐佩琦等，2000；伍汉霖等，2017）以及 Fishbase 数据库（Froese & Pauiy,2003）。

1.4　数据分析

采用相对重要性指数（IRI）对鱼类群落优势度进行划分（Cortes，1997）。计算公式如下：

$$IRI=(N+W)\times F \quad ①$$

式中：N 为某种鱼在渔获物中的数量百分比值，W 为某种鱼在渔获物中的重量百分比值，F 代表某种鱼采集断面数占总断面数的百分比值。IRI≥1000 为优势种；1000> IRI≥100 为常见种；100 >IRI≥10 为一般种；IRI<10 为偶见种。

采用 Shannon–Wiener 多样性指数（H'）、Pielou 均匀度指数（J'）、Margalef 丰富度指数（D）对鱼类多样性进行分析（Margalef，1957；Pielou，1975；Wilhm，1968；邓旭艳等，2020）。计算公式如下：

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad ②$$

$$J' = H'/\ln S \quad ③$$

$$D = (S-1)/\ln N \quad ④$$

式中：P_i 代表第 i 种鱼类个体数占所有物种总个体数的比例，S 代表鱼类总种数，N 代表鱼类总尾数。

2　结果与分析

2.1　种类及区系组成

3 次调查共采集到鱼类 18 种，其中土著鱼类 13 种（表 1）。18 种鱼类隶属 2 目 6 科 10 属，其中鲤形目 4 科 8 属 15 种，占总种数的 83.33%；鲇形目 2 科 2 属 3 种，占 16.66%。鱼类种类数由高至低依次为：干流（18 种）>小金川（11 种）>勒乌沟和革什扎河（9 种）>新扎沟和东谷河（7 种）>卡撒沟（6 种）>曾达沟（3 种）>独松沟（2 种）>骆驼沟（1 种），色斯满沟和沈足沟未采集到样本。

表 1 2020−2021 年大渡河金川至丹巴河段鱼类种类组成及分布

Tab.1 Fish species composition and distribution in the Dadu River from Jinchuan to Danba, (2020 − 2021)

物种名	现场采集	分布情况									
		干流	新扎沟	勒乌沟	独松沟	卡撒沟	曾达沟	骆驼沟	革什扎河	东谷河	小金川
鲇形目 Siluriformes											
鮡科 Sisoridae											
爬鮡属 *Euchiloglanis*											
1. 青石爬鮡 *E. davidi**	+	+	-	+		+			+		+
2. 黄石爬鮡 *E. kishinouyei**	+	+	+	+	+				+	+	+
鲇科 Siluridae											
鲇属 *Silurus*											
3. 南方大口鲇 *S. meridionalis*	+	+								+	+
鲤形目 Cyprinifomes											
鲤科 Cyprinidae											
裂腹鱼属 *Schizothorax*											
4. 齐口裂腹鱼 *S. prenanti**	+	+	+	+		+	+				+
5. 重口裂腹鱼 *S. davidi**	+	+	-	+					+	+	+
6. 长须裂腹鱼 *S. prenanti**	+	+						+	+	+	+
裸裂尻鱼属 *Schizopygopsis*											
7. 大渡软刺裸裂尻鱼 *S. malacanthus chengi**	+	+	-	+		+					
8. 软刺裸裂尻鱼 *S. malacanthus*	+	+									
鲤属 *Cyprinus*											
9. 鲤 *C. carpio*	+	+									
鲫属 *Carassius*											
10. 鲫 *C. auratus*	+	+									+
平鳍鳅科 Balitoridae											
华吸鳅属 *Sinogastromyzon*											
11. 大渡河华吸鳅 *S. daduheensis**	+	+							+	+	+
条鳅科 Nemacheilidae											
高原鳅属 Triplophysa											
12. 斯氏高原鳅 *T. stoliczkae**	+	+	+	+					+		+
13. 东方高原鳅 *T. orientalis**	+	+				+	+		+	+	+
14. 短尾高原鳅 *T. brevicanda**	+	+	+			+	+		+	+	+
15. 细尾高原鳅 *T. stenura**	+	+		+	+	+			+		
16. 麻尔柯河高原鳅 *T. markehenensis**	+	+		+							
山鳅属 *Claea*											
17. 戴氏山鳅 *C. dabryi**	+	+		+							
鳅科 Cobitidae											
副泥鳅属 *Paramisgurnus*											
18. 大鳞副泥鳅 *P. dabryanus*	+	+									
合计/种	18	18	7	9	2	6	3	1	9	7	11

注：+表示现场采集种，-表示文献记录种，*表示土著种。

Note:+: Field collection species, -: Documentary species, *: Endemic species.

18种鱼可归为3个类群，即中亚山地区系复合体11种，占总种数的57.89%，为研究河段第一大类群；南方山地区系复合体3种，占15.79%；晚第三纪早期区系复合体4种，占21.05%。

2.2　生态类型划分

从流水依赖性、洄游习性、产卵类型、食性以及栖息水层5个方面对13种土著鱼类的生态类型进行了划分（表2）。结果表明，研究河段分布的土著鱼类全部为喜流水生境（喜急流种占46.15%，喜缓流种占53.85%）、栖息于水体中下层（30.77%）或底层（69.23%）、于浅水缓流区产沉粘性卵鱼类；同时，多数鱼类具有洄游产卵习性（53.85%），以底栖动物或浮游动、植物为食。

2.3　渔获物统计

现场调查共采集到鱼类18种，共计2 336尾，重65 148.8 g（表3）。数量百分比以大渡软刺裸裂尻鱼占比例最高，为44.14%；其次为细尾高原鳅，占29.24%；齐口裂腹鱼占5.52%；其他鱼类的数量百分比低于3.47%。重量百分比以大渡软刺裸裂尻鱼占比最高，为43.10%；其次为齐口裂腹鱼，占26.59%；细尾高原鳅、长须裂腹鱼和重口裂腹鱼分别占8.27%、7.60%和5.48%；其他鱼类数量百分比低于2.10%。

表2　鱼类生态习性划分统计

Tab.2　Ecological grouping of fish species in the Dadu River from Jinchuan to Danba

鱼名	流水依赖性		产卵类型	食性		洄游习性		栖息水层	
	急流水	缓流水	产沉粘性卵	底栖动物	杂食性	洄游	定居	中下层	底层洞穴
青石爬鮡	√		√	√		√			√
黄石爬鮡	√		√	√		√			√
齐口裂腹鱼	√		√		√	√		√	
重口裂腹鱼	√		√	√		√		√	
长须裂腹鱼	√		√	√		√		√	
大渡软刺裸裂尻鱼	√		√		√	√		√	
大渡河华吸鳅		√	√		√	√			√
斯氏高原鳅		√	√		√		√		√
东方高原鳅		√	√		√		√		√
短尾高原鳅		√	√		√		√		√
细尾高原鳅		√	√		√		√		√
麻尔柯河高原鳅		√	√		√		√		√
戴氏山鳅		√	√		√		√		√
合计/种	6	7	13	4	9	7	6	4	9
百分比/%	46.15	53.85	100.00	30.77	69.23	53.85	46.15	30.77	69.23

表3　2020–2021年大渡河金川至丹巴河段渔获物统计

Tab.3　Statistics on the fish catches in Dadu River from Jinchuan to Danba (2020–2021)

编号	种类	样本/尾	数量比/%	体长/cm		体重/g			重量比/%
				范围	均值	范围	均值	合计	
1	大渡软刺裸裂尻鱼	1031	44.14	4.0~27.5	12.5	0.7~302.9	37.6	28077.9	43.10
2	细尾高原鳅	683	29.24	2.5~19.9	8.8	0.4~20.5	6.7	5387.8	8.27
3	齐口裂腹鱼	129	5.52	7.3~36.7	16.8	5.0~1115.0	132.5	17322.9	26.59
4	重口裂腹鱼	81	3.47	4.8~37.5	11.3	1.1~1089.6	53.9	3570.2	5.48
5	戴氏山鳅	72	3.08	5.1~11.5	7.6	1.4~16.0	4.9	352.1	0.54
6	麻尔柯河高原鳅	64	2.74	6.0~12.1	10.1	2.2~22.4	11.3	719.1	1.10
7	青石爬鮡	59	2.53	7.5~14.5	11.2	4.5~112.7	22.6	1367.2	2.10
8	长须裂腹鱼	45	1.93	10.0~29.2	16.6	16.7~520.0	110.7	4953.3	7.60
9	黄石爬鮡	44	1.88	8.2~16.4	11.3	8.5~74.3	23.0	980.2	1.50
10	斯氏高原鳅	44	1.88	8.6~11.6	9.9	8.1~18.0	10.5	509.3	0.78
11	短尾高原鳅	35	1.50	4.8~9.2	6.9	1.0~9.0	3.8	275.0	0.42
12	东方高原鳅	30	1.28	7.7~13	10.4	5.7~20.3	10.4	345.4	0.53
13	大鳞副泥鳅	13	0.56	9.0~16.5	12.2	8.5~36.9	18.0	231.7	0.36
14	大渡河华吸鳅	2	0.09	4.7~6.1	5.4	1.6~3.2	2.4	4.8	0.01
15	软刺裸裂尻鱼	1	0.04	23.4	23.4	153.2	153.2	153.2	0.24
16	鲤	1	0.04	14.8	14.8	137.6	137.6	137.6	0.21
17	鲫	1	0.04	17.0	17.0	163.3	163.3	163.3	0.25
18	南方大口鮎	1	0.04	38.0	38.0	597.8	597.8	597.8	0.92
	合计	2336	100.00					65148.8	100.00

2.4 鱼类群落优势度

优势度一定程度上反映了鱼类在群落中的重要性。鱼类群落IRI计算结果见图2。大渡河金川至丹巴河段优势种有3种，占总种数的15.79%，分别为大渡河裸裂尻鱼、细尾高原鳅和齐口裂腹鱼，IRI值分别为8 846.5、2 948.9和2 542.8；常见种有7种，占36.84%，分别为重口裂腹鱼、青石爬鮡、黄石爬鮡、长须裂腹鱼、戴氏山鳅、麻尔柯河高原鳅和短尾高原鳅；一般种占21.05%，包括斯氏高原鳅、东方高原鳅、大鳞副泥鳅；软刺裸裂尻鱼、鲫、鲤、大渡河华吸鳅为偶见种，占26.32%，IRI值均低于3.3。其中，川陕哲罗鲑在调查中未采集。

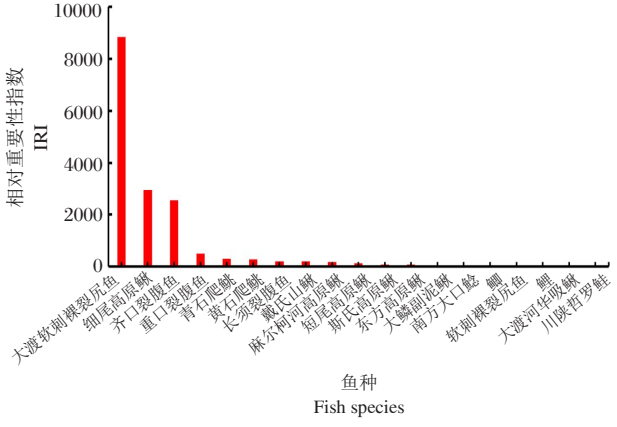

图2 大渡河金川至丹巴河段鱼类群落优势种组成

Fig.2 Dominance analysis of the fish community in the Dadu River from Jinchuan to Danba (2020-2021)

2.5 鱼类多样性及资源分布

研究河段鱼类多样性及渔获物统计结果见表4。在河段分布的13种土著鱼类中，大渡河华吸鳅的资源量极少，3次调查仅采集到2尾，且为该河段首次采集到，因此认为常见土著鱼类仅有12种。干流常见土著鱼类均有分布，渔获物总数和总重分别为1 197尾和44 318.8 g，明显高于各支流；多样性指数在所有调查点位中均为较高水平，其中丰富度指数最高(2.40)，多样性指数为次高(1.79)。

支流常见土著鱼类种类分布最多的为小金川，有11种(91.67%)；其次为革什扎河和勒乌沟，均有9种(75.00%)；其余支流较少，低于33.33%。小金川、革什扎河和东谷河渔获物总量较高，总数在236~456尾，总重在3 331.0~8 213.9 g；其余支流渔获物总量较小，总数在3~38尾，总重在76.3~751.2 g。多样性方面，勒乌沟的多样性指数、均匀度指数和丰富度指数均为最高，分别为1.88、0.86和2.20，其他支流在0.52~0.86；卡撒沟和独松沟均匀度指数较高，分别为0.83和0.75，其他支流在0.25~0.55；卡撒沟、新扎沟、小金川和革什扎河丰富度指数较高，分别为1.89、1.67、1.63和1.53，其他支流在0.91~1.24；骆驼沟仅采集到大渡软刺裸裂尻鱼，各项指标无统计意义。

3 讨论

3.1 鱼类种类组成单一且特化程度较高

根据相关文献报道，历史上国家一级保护鱼类川陕哲罗鲑(*Hucho bleereri*)在研究河段也有分布，1960年以前，川陕哲罗鲑在大渡河干流的分布范围下限可达峨边县城附近(丁瑞华等，2010)；至1980年前后，其主要分布范围已缩减至丹巴以上(茹辉军等，2015)。近年来，受环境恶化、过度捕捞以及水电开发等人类活动影响，川陕哲罗鲑的种群资源量锐减，目前大渡河川陕哲罗鲑栖息地和产卵场主要集中在足木足河以上部分干流及支流(孙大东等，2005；申志新等，2014)。

从流域层面来看，大渡河金川至丹巴河段鱼类组成较简单(18种)，明显少于中游(石棉段)的30种(邓旭艳等，2020)及下游(乐山段)的57种(雷电等，2002)。与其他高原河流相比，研究河段鱼类种类数与黄河上游的22种(牛乐等，2020)、雅鲁藏布江中上游的25种(杨汉运和黄道明，2011)较为接近。由此可见，河流鱼类群落组成及其复杂性不仅仅取决于海

表4 2020-2021年大渡河金川至丹巴河段鱼类多样性及资源分布

Tab.4 Fish diversity and resource distribution in the Dadu River from Jinchuan to Danba (2020-2021)

指标	干流	新扎沟	勒乌沟	独松沟	卡撒沟	曾达沟	骆驼沟	革什扎河	东谷河	小金川
总数/尾	1197	6	38	3	14	5	17	364	236	456
总重/g	44318.8	420.6	390.5	76.3	460.4	261.0	751.2	8213.9	3331.0	6925.1
总采样/种	18	4	9	2	6	3	1	10	7	11
土著鱼类/种	12	4	9	2	6	3	1	9	7	11
土著种比例/%	100.00	33.33	75.00	16.67	50.00	25.00	8.33	75.00	58.33	91.67
多样性指数	1.79	0.72	1.88	0.52	1.49	0.52	0.00	0.57	0.86	1.33
均匀度指数	0.62	0.52	0.86	0.75	0.83	0.47	0.00	0.25	0.44	0.55
丰富度指数	2.40	1.67	2.20	0.91	1.89	1.24	0.00	1.53	1.10	1.63

拔、气温、溶氧等环境要素，而是地理屏障、进化历史和生态过程等生物、地理、环境多方面因素共同作用的结果（李雪健等，2020）。

研究河段土著鱼类主要为中亚山地区系复合体鱼类，包括裂腹鱼亚科、条鳅亚科高原鳅属和鮡科爬鮡属等，适应高山峡谷流水生境、特化程度较高。鱼类在长期的进化过程中，形成了与高山峡谷流水生境相适应的形态、行为、生物及生理特性。如裂腹鱼的祖先为近似鲃亚科原始属的种类，其体鳞退化、下咽齿行数减少、触须退化等，是随着高原隆起而发生的适应性改变（曹文宣等，1981）。爬鮡类胸鳍大而阔，呈吸盘状，喜流水底层生境，并以大型无脊椎动物为食，充分体现其对峡谷急流生境的适应性。

3.2　干支流鱼类组成相似但资源量差异明显

从种类组成来看，干流常见土著鱼类种类最多。支流中，小金川、革什扎河和勒乌沟、东谷河和卡撒沟等土著鱼种类分布也较为丰富，占干流的50%以上。多样性指数方面，干流各指标均处于较高水平；支流勒乌沟各项指标均为最高，卡撒沟、小金川、革什扎河鱼类多样性较丰富；其余支流鱼类种类及多样性指数均较低。总体来讲，干流与小金川、革什扎河、东谷河及勒乌沟等支流土著鱼类的种类组成较为相似。

干流渔获物总量明显高于各支流，渔获物总数为1 197尾，总重为44 318.8 g。各支流中渔获物总数和总重最高的分别为小金川（456尾）和革什扎河（8 212.9 g）。理论上来讲，渔获物总量与调查时间及频次、捕捞方式和持续时间等密切相关。本研究所采取的捕捞方式与调查时间一致，渔获物总量能够较好地反映各支流鱼类资源状况。根据现场调查来看，干流渔获物种类组成及其资源量均明显高于各支流，且渔获物中大个体样本占比较高；支流方面，革什扎河、小金川和东谷河3条大型支流渔获物总量明显高于其他支流。

3.3　鱼类生态脆弱性高而保护意义重大

研究河段土著鱼类主要为裂腹鱼亚科、鮡科爬鮡属及条鳅科高原鳅属鱼类，上述鱼类栖息和繁殖对流水生境依赖程度较高，且多具有洄游产卵习性，在浅水缓流区产沉、粘性卵。金川至丹巴河段属大渡河上游，海拔在1 800 m以上，河流水温较低，鱼类生长缓慢、性成熟较晚、繁殖力偏低（张金平等，2015；胡仁云等，2020）。意味着上述鱼类种群资源一旦遭到破坏，将很难恢复。然而，大渡河上游梯级开发程度较高，大坝建设导致河流连通性受阻、流水生境萎缩、水文情势明显改变，加之城乡建设、挖沙、采石以及修建防洪护坡等人类活动，将会给鱼类栖息繁衍造成严重的不利影响。研究河段分布的18种鱼类中，珍稀保护及特有鱼类就有8种，占总种数的44.44%（表5）。包括国家二级及四川省保护鱼类2种；长江上游特有鱼类8种；列入《中国脊椎动物红色名录》的鱼类6种（蒋志刚等，2016）。因此，研究河段鱼类多样性及其种群资源保护在全流域乃至全国都具有重要意义。

表5　大渡河金川至丹巴河段现场采集的珍稀保护鱼类

Tab.5　Endangered and protected fish species collected in Dadu River from Jinchuan to Danba

编号	鱼名	国家级保护鱼类	省级保护鱼类	长江上游特有鱼类	红色名录
1	青石爬鮡	II级	△	●	©
2	黄石爬鮡			●	©
4	长须裂腹鱼			●	©
5	齐口裂腹鱼			●	©
6	重口裂腹鱼	II级	△	●	©
7	大渡软刺裸裂尻鱼			●	©
13	麻尔柯河高原鳅			●	
15	戴氏山鳅			●	
	合计/种	2	2	8	6

3.4　应高度关注大渡河外来鱼类入侵现象

近年来，盲目引种、养殖逃逸和肆意放流等导致外来鱼类入侵不断加剧的报道屡见不鲜（陈锋，2009；巴家文和陈大庆，2012；唐文家和何德奎，2015；刘春池等，2021；丁慧萍等，2022）。外来鱼类可通过捕食、竞争、杂交、栖息地破坏、疾病传播等方式严重威胁土著鱼类的生存，继而破坏水生态系统结构和功能完整性及多样性（郦珊等，2016）。本次调查在大渡河金川至丹巴河段共采集到鲤、鲫、大鳞副泥鳅、南方大口鮎、软刺裸裂尻鱼共5种外来鱼类。需要说明的是，软刺裸裂尻鱼有3个亚种，分别为软刺裸裂尻鱼、大渡软刺裸裂尻鱼和宝兴裸裂尻鱼（*S. malacanthus baoxingensis*），3个亚种形态特征较为相似，但分布区域相对独立，其中软刺裸裂尻鱼分布在金沙江水系和雅砻江中上游的干支流及湖泊，大渡软刺裸裂尻鱼分布在大渡河中上游（乐佩琦等，2000；余春瑾，2007）。因此，软刺裸裂尻鱼被视为研究河段外来鱼类，本次采集样本可能为当地藏民从雅砻江或金沙江捕获并在本河段放生所致；此外，何斌等（2021）在金川至泸定河段还调查到了鳙、草鱼、花斑裸鲤、斑点叉尾鮰和云斑鮰5种外来鱼类。外来鱼类占土著鱼类比例之高，表明大渡河上游鱼类入侵现象已极为突出，应引起社会各界的高度关注。

参考文献

巴家文,陈大庆,2012. 三峡库区的入侵鱼类及库区蓄水对外来鱼类入侵的影响初探[J]. 湖泊科学, 24(2):185−189.

曹娜,毛占坡,2017. 大渡河干流水电开发中鱼类保护对策及建议[J]. 水利水电技术, 48(1):116−121.

曹文宣,陈宜瑜,武云飞,等,1981. 裂腹鱼类的起源和演化及其与青藏高原隆起的关系[C]//中国科学院青藏高原综合科学考察队.青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题.北京:科学出版社:118−130.

陈锋,2009. 雅鲁藏布江外来鲫的生活史对策研究[D]. 武汉:中国科学院水生生物研究所.

邓旭艳,王文君,方艳红,等,2020. 大渡河乐山段鱼类群落结构特征研究[J]. 水生态学杂志, 41(2):53−61.

丁慧萍,张志明,谢从新,等,2022. 鱼类入侵对雅鲁藏布江水域生态系统的影响及其防治对策[J]. 生态学杂志, 41(12):2440−2448.

丁瑞华,1994. 四川鱼类志[M]. 成都:四川科学技术出版社.

丁瑞华,桂林华,李明,等,2010. 虎嘉鱼及其保护生物学[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 28(2): 96−102.

何斌,颜涛,黄颖颖,等,2021. 大渡河上游鱼类资源现状[J]. 淡水渔业, 5(1):38−45.

胡仁云,罗武,曹柏平,等,2020. 黄石爬鮡的人工繁殖及鱼苗培育初探[J]. 水产养殖, 41(11):46−49.

蒋志刚,江建平,王跃招,等,2016. 中国脊椎动物红色名录[J]. 生物多样性, 24(5):501−551.

乐佩琦,单乡红,林人端,等,2000. 中国动物志:硬骨鱼纲:鲤形目(下卷)[M]. 北京:科学出版社.

雷电,彭徐,程华英,2002. 四川石棉鱼类资源调查报告[J]. 西昌学院学报(社会科学版), (2):109−111.

李雪健,贾佩尧,牛诚祎,等,2020. 新疆阿勒泰地区额尔齐斯河和乌伦古河流域鱼类多样性演变和流域健康评价[J]. 生物多样性, 28(4):422−434.

郦珊,陈家宽,王小明,2016. 淡水鱼类入侵种的分布、入侵途径、机制与后果[J]. 生物多样性, (6):672−685.

刘春池,牛建功,刘鸿,等,2021. 额尔齐斯河流域鱼类群落结构及外来鱼类分布[J]. 水产学杂志, 34(1):46−53.

牛乐,寇晓梅,张乃畅,等,2020. 黄河上游刘家峡以上河段水电开发对土著鱼类资源影响及保护措施体系分析[J]. 水电站设计, 36(3):73−76.

普里马克,2009. 保护生物学简明教程中文版[M]. 北京:高等教育出版社.

茹辉军,云峰,沈子伟,等,2015. 大渡河流域川陕哲罗鲑分布与栖息地特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 24(10):1779−1785.

申志新,王国杰,李柯懋,等,2014. 黄河龙羊峡上游鱼类资源现状及保护对策[J]. 水生态学杂志, 35(1):70−76.

孙大东,吴明森,龙治海,等,2005. 大渡河四川境内虎嘉鱼的现状[J]. 淡水渔业, 35(5):33−34.

唐文家,何德奎,2015. 青海省外来鱼类调查(2001−2014 年)[J]. 湖泊科学, 27(3):502−510.

伍汉霖,邵广昭,赖春福,等,2017. 拉汉世界鱼类系统名典[M]. 青岛:中国海洋大学出版社.

杨汉运,黄道明,2011. 雅鲁藏布江中上游鱼类区系和资源状况初步调查[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 45(4): 629−633.

杨育林,文勇立,李昌平,等,2010. 大渡河流域电站建设对保护鱼类的影响及对策措施研究[J]. 四川环境, 29(6):65−70.

叶少荣,傅天佑,1987. 四川大渡河的鱼类资源[J]. 资源开发与保护杂志, 3(2):37−40.

余春瑾,2007. 软刺裸裂尻鱼(*Schizopygopsis malacanthus*)三个亚种的分子系统发育研究[D]. 成都:四川大学.

张觉民,1991. 内陆水域渔业自然资源调查手册[M]. 北京:科学出版社.

张金平,刘远高,冯德品,等,2015. 神农架齐口裂腹鱼繁殖生物学特征与人工繁殖技术[J]. 淡水渔业, 45(3):52−56.

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2003. 四川省大渡河干流水电规划调整报告[R]. 成都:中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司.

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司,2008. 大渡河金川至丹巴河段梯级开发方案研究总报告[R]. 杭州:中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司.

Cortes E, 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: Application to Elasmobranch fishes[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 54(3): 726−738.

Froese R, Pauly D, 2023. FishBase[EB/OL]. http://www.fishbase.org.

Margalef R, 1957. Information theory in ecology[J]. International Journal of General System, (3):36−71.

Pielou E C, 1975. Ecological diversity[M]. New York: John Wiley & Sons, lnc:46−49.

Wilhm J L, 1968. Use of biomass units in Shannon´s formula [J]. Ecology, 49:153−156.

(责任编辑 万月华)

Fish Resources and Diversity in the Mainstem and Tributaries of Dadu River from Jinchuan to Danba

ZHANG Zhi-ming[1], LIANG Wen-han[2], ZHANG Dong-ya[3], ZHOU Wu[4], YANG Yang[1], CHENG Rui[1], XIONG Wen[5], CHANG Xiu-ling[1], CHEN Feng[1]

(1. Hubei Engineering Research Center of Hydroecology Protection and Restoration, Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, P.R. China;
2. Changjiang Rivers and Lakes Construction Co., Ltd.,Wuhan 430015, P.R.China;
3. Power China Beijing Engineering Corporation Limited, Beijing 100024, P.R. China;
4. Power China Huadong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 310014, P.R. China;
5. College of Life Sciences, Hubei Normal University, Huangshi 435002, P.R. China)

Abstract: The section from Jinchuan to Danba is in the upper reaches of Dadu River, with a length of 111.5 km. In this study, fish resource surveys were conducted at 22 sampling sites in the mainstem and tributaries of the section in May and September of 2020, and July of 2021. Fish community structure and diversity were then characterized based on survey results. The aim of the study was to provide reference for developing and implementing a targeted conservation strategy for fish resources and alleviate the adverse impacts of cascaded hydropower development. A total of 18 fish species from 10 genera, 6 families and 2 orders were identified during the 3 surveys, consisting of 15 Cypriniformes species and 3 Caturiformes species, accounting for 83.33% and 16.66% of the total species. Among the 18 identified species, 13 species were indigenous, highly specialized and adapted to alpine valley type running water habitats that include Schizothoracinae, *Triplophysa* and *Euchiloglanis* species. *Schizopygopsis malacanthus chengi*, *Triplophysa stenura* and *Schizothorax prenanti* were the dominant species in the investigated river section, with relative importance indices of 8 846.5, 2 948.9 and 2 542.8, respectively. Statistics of the fish catches and analysis of the fish community diversity show that indigenous fish composition of the mainstem was similar with that for the tributaries such as Xiaojinchuan River, Geshiza River, Donggu River and Lewugou River, but there were significant differences in fish resources and diversity between the mainstem and tributaries, as well as among the tributaries. In conclusion, the fish community structure in the mainstem and tributaries of Dadu River, from Jinchuan to Danba, was simple, with high ecological vulnerability. Once destroyed, the fish resources would be difficult to restore, as most of the indigenous fishes are endemic, rare and endangered. Further, close attention should be given to invasive fish species that also pose a serious threat to the fish community in the upper reaches of Dadu River.

Key words: fish resource; dominant species; diversity index; upper reaches of the Dadu River