

DOI: 10.12264/JFSC2020-0595

中国西南区水域增殖放流回顾与对策研究

叶志祥^{1,2}, 张辉^{1,2}, 吴金明², 杜浩², 杨海乐², 邹巧林^{2,3}, 危起伟^{1,2}

1. 长江大学动物科学学院, 湖北 荆州 434025;

2. 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;

3. 华中农业大学水产学院, 湖北 武汉 430070

摘要:水生生物增殖放流作为修复渔业资源和水生生物多样性的的重要手段,在我国西南区域已持续开展多年,但目前尚缺乏全面系统的总结分析。本文基于全国水生生物资源养护信息采集系统中的数据,对2016—2019年西南区增殖放流情况进行了总结分析。结果显示:(1)2016—2019年西南区共对其56处江河、湖、水库进行了增殖放流活动,涉及95种水生生物,包括鱼类92种,两栖类1种,龟鳖类2种,隶属于8目15科54属。(2)4年间总计放流53890.15万尾,投入资金27128.16万元,其中鲤科鱼类居多。(3)放流的水生生物中以鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)为主;放流的珍稀濒危水生生物中以胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)为主。(4)放流的规格大多为1~15 cm,放流的时间集中在秋末冬初。(5)从西南区4年间总体放流种类与数量来看,其放流的目的以促进渔民增收及生物净水为主;从西南区各水域放流种类来看,其主要目的是保护特有鱼类。结果表明,西南区2016—2019年增殖放流活动中在放流种类的选择、时间、规格、效果评估、社会宣传等方面还有待进一步改进。针对以上问题,本研究从制定放流规划到放流效果评估整个增殖放流过程提出了在新形势下西南区开展增殖放流的建议,以期为我国后续开展增殖放流提供参考依据。

关键词:西南区;水生生物;增殖放流;效果评估;政策建议

中图分类号: S931

文献标志码: A

文章编号: 1005–8737–(2021)07–0819–13

结合中国不同水域的特点及水生生物资源现状,以省级行政单元为基础,将中国内陆水域划分为东北区、华北区、长江中下游区、东南区、西南区和西北区6个区^[1]。其中西南区包括中国西南部的重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区共五个省市自治区,其总面积约233万km²,占中国陆地国土面积的24.5%。中国西南区地势复杂,拥有着我国5个基本地貌类型,包括盆地、高原、丘陵、平原、山地,其地势西高东低^[2]。西南区地形独特,多急流,降水量丰富,海拔落差大^[3]。正是由于西南区独特的地理位置,孕育出了许多河流与湖泊,主要河流有雅鲁藏布江、怒江、

澜沧江、元江、珠江流域上游支流及长江上游等;主要湖泊有星云湖、杞麓湖、抚仙湖、阳宗海、洱海、程海、滇池等。地处西南区的水系由于其特殊的地理位置使其形成了特有水生生物群落,其中西藏地区有鱼类63个种和8个亚种,隶属于3目5科和4亚科、22个属,约占整个青藏高原鱼类(108种)的58.3%。西藏地区鱼类大致由三大类群组成:鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)的裂腹鱼亚科(Schizothoracinae),鳅科(Cobitidae)的条鳅亚科(Nemacheilinae),鲇形目(Siluriformes)的鮡科(Sisoridae)。其中裂腹鱼亚科有39种(亚种),占西藏鱼类总数的54.9%,条鳅亚科16种占

收稿日期: 2020-12-22; **修订日期:** 2021-02-23.

基金项目: 农业农村部长江流域渔政监督管理办公室政府购买服务项目“黄河流域以南水域增殖放流总结与政策建议”。

作者简介: 叶志祥(1997–),男,硕士研究生,专业方向为渔业资源保护, E-mail: 75926125@qq.com;

张辉(1982–),共同第一作者,男,研究员,专业方向为渔业水声学与河流鱼类栖息地, E-mail: zhanghui@yfi.ac.cn

通信作者: 危起伟,研究员,专业方向为水生动物多样性与保护. E-mail: weiqw@yfi.ac.cn

22.5%, 鲴科 11 种占 15.5%^[4-5]。四川地区鱼类包括 241 种(亚种), 隶属于 9 目 20 科 107 属^[6]。贵州省的鱼类资源有 232 种(亚种), 隶属 7 目 21 科 104 属, 其中贵州省特有种 18 种, 濒危鱼类 11 种^[7]。云南省鱼类资源非常丰富, 共有鱼类资源 629 种, 隶属于 13 目 43 科 199 属。其中云南省特有种 255 种, 土著种 549 种, 外来种 35 种。云南鱼类种数占中国淡水鱼类种数的 39.93%, 种数位居全国各省第一, 其中变色鲊科(Badidae)、粒鲃科(Akysidae)、锡伯鲃科(Schilbidae)、鲢科(Pangasiidae)、囊鳃鲃科(Heteropneustidae)及双孔鱼科(Gyrinocheilidae)等 6 科仅见于中国云南^[8]。重庆市江河鱼类 151 种, 隶属于 7 目 19 科 86 属, 鲤形目居多 116 种, 占总数的 76.8%^[9]。

中国西南区水资源和水能资源丰富, 水资源占全国水资源的 29.4%; 理论上的水能资源蕴藏量约 3.1 亿 kW, 占全国的 44%^[10]。正是由于其丰富的水能资源, 西南区建设了大量的水电站, 阻碍了许多洄游鱼类的洄游通道, 如长江上游的乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝、三峡大坝等 21 座大型梯级水电站^[11-13]。再加上受过度捕捞、湖泊围垦、水质污染、采石挖沙、外来鱼类入侵和人们对水产品的需求日益增加等影响下, 西南区

自然水域生态环境遭到严重破坏、渔业资源日益衰退, 这使得许多水生生物多样性减少^[14-25]。为恢复渔业资源、改善水域生态环境和促进渔业资源的可持续发展, 2016—2019 年期间, 西南区依据《关于做好“十三五”水生生物增殖放流工作的指导意见》^[1]开展了水生生物增殖放流相关工作。

1 材料与方法

1.1 研究区域

中国西南区包括重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区共五个省市自治区。参照《关于做好“十三五”水生生物增殖放流工作的指导意见》^[1], 2016—2019 年对西南区的雅鲁藏布江、怒江、澜沧江、元江、珠江流域上游支流、长江上游等 56 处江河、湖、水库进行增殖放流活动, 其放流地点见图 1。

1.2 数据来源与处理

2016—2019 年西南地区增殖放流原始数据来源于全国水生生物资源养护信息采集系统(<http://zyyh.cnfm.com.cn>), 所投入资金也是根据该系统中数据分析所得。该系统由农业农村部渔业渔政管理局主办, 全国水产技术推广总站承办。通过 Excel 2003 及 Origin 2018 软件对西南区

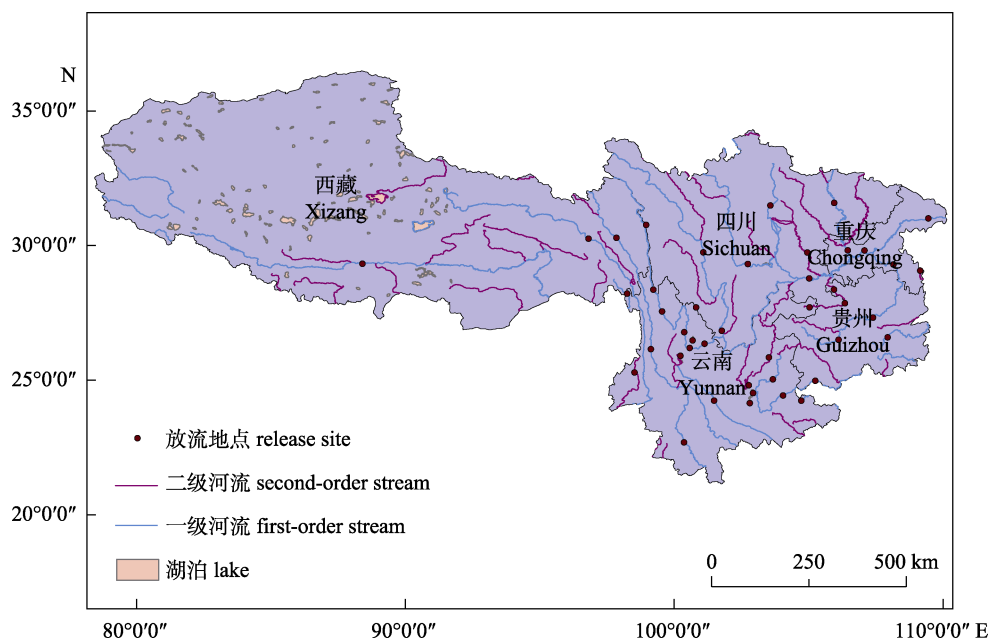


图 1 2016—2019 年中国西南区水域增殖放流位点示意图

Fig. 1 Stock enhancement sites in Southwest China from 2016 to 2019

2016—2019 年增殖放流数据进行分析制表绘图; 采用 ArcGIS 对放流地点进行作图。

2 结果与分析

2.1 放流情况总述(种类/数量/投入资金)

西南区从 2016 年到 2019 年来, 共计放流水生生物 95 种, 包括鱼类 92 种, 两栖类 1 种, 龟鳖类 2 种, 隶属于 8 目 15 科 54 属, 其中鲤科鱼类居多, 占放流种类的 76.8%, 其次为鲿科(Bagridae)占 5.2%。

通过对全国水生生物资源养护信息采集系统中 2016—2019 年西南地区增殖放流原始数据进行分析整理, 可知 4 年间在西南区累计放流水生生物 53890.15 万尾, 累计投入资金 27128.16 万元。各年放流数量及投入资金见图 2, 从图 2 可看出, 自 2016 年来放流数量与投入资金明显增加, 这充分证明了颁布《农业部关于做好“十三五”水生生物增殖放流工作的指导意见》后, 我国西南区对水生生物增殖放流的重视程度越来越高。

2.2 放流种类分析

2.2.1 经济种放流情况 西南区 2016—2019 年共计放流水生生物 53890.15 万尾, 其中放流数量

位居前三的水生生物分别为鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*) (表 1)。由表 1 可知, 4 年间西南区增殖放流的数量持续增加, 放流的水生生物以鲢、鳙、草鱼为主, 均为经济鱼类, 主要放流的经济种数量占放流总数的 73%。西南区 4 年间放流的种类虽有 95 种, 但除了鲢、鳙、草鱼外, 其余放流数量相对较少。

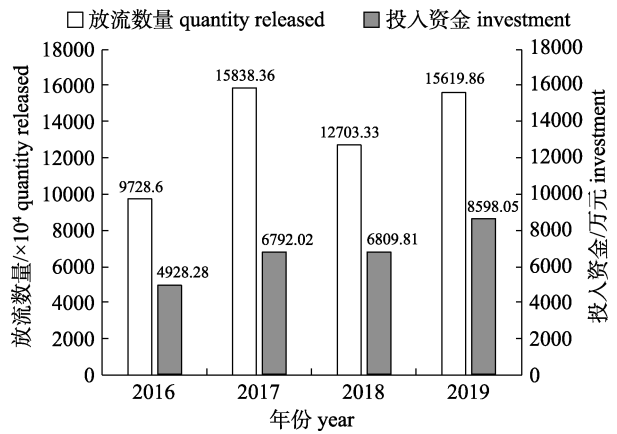


图 2 2016—2019 年中国西南区水域人工增殖放流数量及投入资金

Fig. 2 Quantity and investment of artificial stock enhancement in Southwest China from 2016 to 2019

表 1 2016—2019 年中国西南区水域主要放流的水生生物数量
Tab. 1 Quantity of hydrobiontes of main released in Southwest China from 2016 to 2019

年份 year	种类 species			
	鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	其他 others
2016	3949.21	2182.52	856.58	2740.29
2017	7673.44	3286.22	1051.21	3827.49
2018	5661.99	3210.65	762.94	3067.74
2019	5915.74	3516.88	1091.01	5096.23
总计 total	23200.38	12196.27	3761.74	14731.75

2.2.2 珍稀濒危种放流情况 为保护生物多样性, 西南区 2016—2019 年间共计放流珍稀濒危水生生物 21 种, 其中鱼类 19 种, 两栖类 1 种, 龟鳖类 1 种, 隶属于 5 目 8 科 16 属。4 年间共放流珍稀濒危水生生物 2418.95 万尾, 其中放流最多的为胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*) 728.96 万尾, 占放流珍稀濒危种的 30%; 最少的为山瑞鳖(*Palea steindachneri*)仅有 0.05 万尾(附录 1)。由附录 1

和图 3—图 4 可知, 相比于其他放流种西南区对珍稀濒危种的增殖放流重视程度较低。

由图 3 可看出, 2017 和 2018 年增殖放流数量及投入资金相对于 2016 和 2019 年来说较少, 说明 2016 年的增殖放流在一定程度上补充了生物多样性, 而 2019 年增殖放流数量加大, 笔者推测先前放流的生物可能受自身因素(摄食能力、躲避敌害能力、游泳能力等)和外界因素(放流地点不

适宜、偷捕等)的影响,造成存活率降低,因此 2019 年加大了对珍稀濒危水生生物的增殖放流力度。

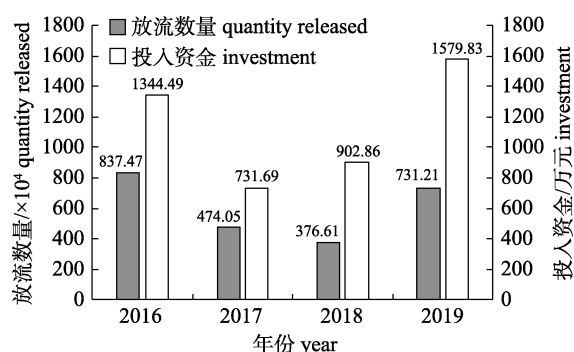
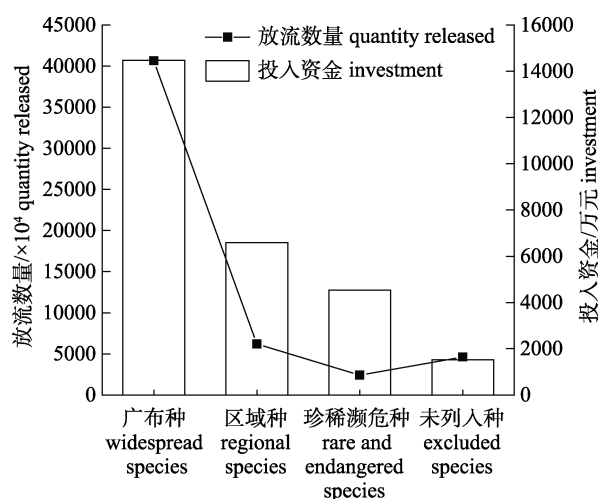


图 3 2016—2019 年中国西南区水域珍稀濒危水生生物增殖放流数量及投入资金

Fig. 3 Stock enhancement quantity and investment of rare and endangered hydrobiontes in Southwest China, 2016–2019

2.2.3 放流物种类别分析 依照《农业部关于做好“十三五”水生生物增殖放流工作的指导意见》,西南区增殖放流的种类可分为 4 种,分别为广布种、区域种、珍稀濒危种及未列入该指导意见的物种,其中广布种 14 种、区域种 45 种、珍稀濒危种 21 种及未列入该指导意见的物种 15 种,4 年来各种增殖放流数量及投入资金见图 4。

图 4 表明,放流数量最多的为广布种,共计



放流种类的划分 classification of releasing types

图 4 2016—2019 年中国西南区水域各物种增殖放流数量及投入资金

Fig. 4 Quantity and investment of stock enhancement of each species in Southwest China from 2016 to 2019

放流 40659.74 万尾,占放流总数的 75.45%;最少的为珍稀濒危种,共计 2418.95 万尾,占放流总数的 4.49%。由此可知,4 年间对珍稀濒危种的增殖放流数量不高,但珍稀濒危种的放流数量与投入资金的比例为 1:2,而广布种的放流数量与投入资金的比例为 2.4:1,虽然珍稀濒危种的放流数量不多,但其投入资金相对较高,由此可知西南区对珍稀濒危种增殖放流的重视程度不低。

2.2.4 物种放流目标分析 从放流种类的划分来看,可将其功能分为促进渔民增收、生物净水、恢复种群、保护生物多样性及保护特有鱼类。其中珍稀濒危种的功能为保护生物多样性,广布种与区域种的功能见图 5。由图 5 可知,广布种的主要功能为促进渔民增收,区域种的主要功能为保护特有鱼类。结合表 1、图 4 和图 5 可知,从西南区 2016—2019 年增殖放流的种类及数量来看,其主要目的是促进渔民增收及生物净水。

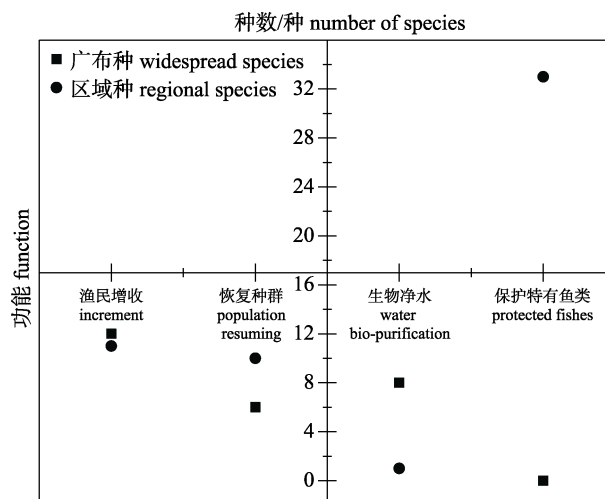


图 5 广布种与区域种的功能分析

Fig. 5 Function analysis of widespread species and regional species

2.3 放流规格

西南区 2016—2019 年各规格放流尾数见表 2,由表 2 可知,放流水生生物的规格多为 1~15 cm,占放流总数的 95%。而规格大于 30 cm 的水生生物仅有 1.52 万尾,有岩原鲤(*Procypris rabaudi*)、胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)、长吻鲢(*Leiocassis longirostris*)、中华鳖(*Trionyx Sinensis*)及长江鲟(*Acipenser dabryanus*),大多为珍稀鱼类。

表 2 2016—2019 年中国西南区水域各规格鱼类放流数量
Tab. 2 Stock enhancement quantity of various specifications in Southwest China from 2016 to 2019

年份 year	体长/cm specification			
	1–15	16–30	31–45	>45
2016	9659.95	68.65	0.00	0.00
2017	15063.42	774.20	0.03	0.70
2018	11840.73	542.77	0.02	0.01
2019	14885.98	733.87	0.00	0.00
总计 total	51450.08	2119.49	0.05	0.71

放流种的规格直接影响到放流的效果。一般情况下,放流种规格越大存活率越高。但经人工培育后的大规格鱼种会增加饲养及运输成本,降

低其对天然水域的适应能力,并容易抢占野生鱼种的生态位。因此,要根据放流的种类、放流区域及成本等来选择合适的放流规格。

2.4 放流时间

由图 6 可知,西南区 2016—2019 年各月均有涉及增殖放流活动,但主要集中在秋末冬初。西南区秋末冬初时的水温较低,水环境变化范围小,放流的水生生物又处于半休眠状态易于运输及投放,不易对水生生物造成损伤,降低其发病率,提高放流水生生物的存活率。另外此时可让放流的水生生物在新水域中起一个过渡作用,以便春季迅速生长。

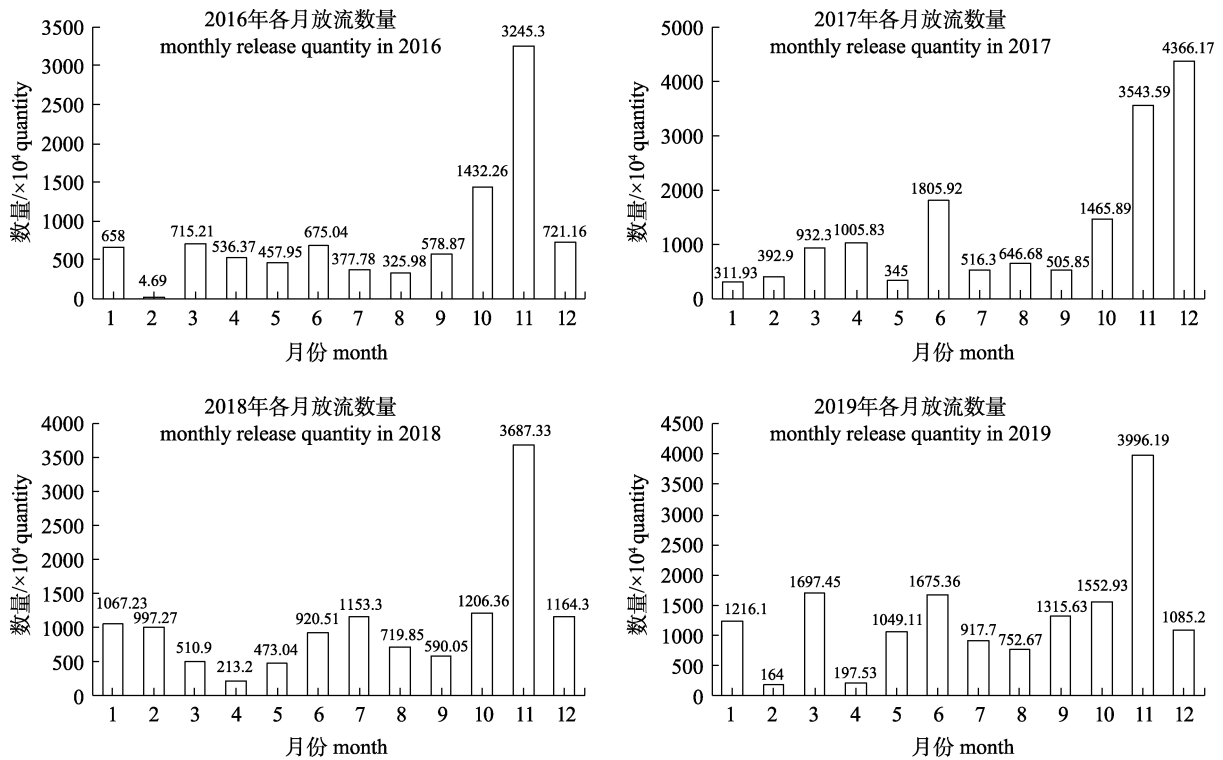


图 6 2016—2019 年中国西南区水域各月增殖放流数量
Fig. 6 Quantity of stock enhancement in the Southwest China in each month from 2016 to 2019

2.5 各水域增殖放流情况

2016—2019 年共对西南区 56 处江河、湖、水库进行了增殖放流活动,其放流水域及其放流种类数量详见表 3。由表 3 可知,单个水域中长江上游放流的种类最多,共计 49 种,隶属于 6 目 9 科 32 属,其中区域种的种类最多达 23 种。各水域放流的水生生物均以鲤科鱼类居多。西南区因

水能资源丰富,建设了大量的水电站,导致许多特有鱼类减少甚至消失。结合图 4 和表 3,从西南区种类来看,区域种的种类最多,其次为广布种和珍稀濒危种,因此其主要目的为保护特有鱼类,其次为促进渔民增收和保护生物多样性。由此可推测其各水域放流的主要动因为水电站的生态补偿。

表 3 西南区 2016—2019 年放流水域组成及增殖放流的种类数量
Tab. 3 Composition of the released waters and the number of species of stock enhancement in the Southwest China from 2016 to 2019

放流水域 released waters	放流种类划分 classification of releasing species			
	广布种 widespread species	区域种 regional species	珍稀濒危种 rare and endangered species	未列入种 excluded species
长江上游水系: 金沙江、雅砻江、岷江、沱江、嘉陵江、乌江、长江上游干流	12	23	9	5
珠江流域: 北盘江、南盘江、红水河、驮娘河	4	3	2	4
元江: 百都河、红河水系	5	2	—	4
澜沧江	3	7	4	3
怒江	2	1	—	—
雅鲁藏布江	—	8	5	2
湖泊: 洱海、程海、滇池、抚仙湖、星云湖、阳宗海、杞麓湖、泸沽湖	10	11	4	6
水库: 红枫水库、洪潮江水库、澜沧江库区、三峡库区、雅砻江二滩水库、金沙江库区、瀑布沟水库	18	21	16	4
总计 total	54	76	40	28

注: “—”表示无。
Note: “—” means none.

3 讨论

3.1 西南区水域增殖放流现状分析

中国于 20 世纪 50 年代开始进行渔业资源增殖放流活动^[26], 以恢复天然水域渔业资源和种群数量为目的增殖放流活动始于 20 世纪 70 年代, 最先在黄海、渤海开展了中国对虾增殖放流活动^[27]。20 世纪 80 年代初开始对近海进行渔业增殖放流活动并取得了良好的经济效益, 目前中国已对许多水生生物开展了增殖放流活动^[28]。自 2006 年国务院颁布《中国水生生物资源养护行动纲要》^[26]以来, 中国各地均积极参与到增殖放流的活动来。据统计 2015 年底, 全国对内陆重要的江河湖泊和近海海域进行了增殖放流活动, 累计放流各类水生生物苗种 1600 多亿单位, 累计投入资金近 50 亿元^[29]。按照《中国水生生物资源养护行动纲要》^[26], 截至 2020 年全国放流的水生生物苗种数量预计达 3000 亿单位左右。

近年来中国西南区也积极开展人工增殖放流活动, 如 2005—2014 年澜沧江累计放流叉尾鲂(*Wallago attu*)、云南华鲮(*Sinilabeo yunnanensis*)、丝尾鲮(*Mystus wyckioides*)和中国结鱼(*Tor sinensis*)等土著鱼类 530 万尾^[30], 2009—2016 年西藏各

水域累计放流黑斑原鲃(*Glyptosternum maculatum*)、异齿裂腹鱼(*Schizothorax oconnori*)、拉萨裸裂尻鱼(*Schizopygopsis younghusbandi*)、拉萨裂腹鱼(*Schizothorax waltoni*)等土著鱼类 800 多万尾^[31]; 2010—2014 年星云湖累计放流土著鱼类大头鲤(*Cyprinus pellegrini*)寸片 300 多万尾及大规格大头鲤近 10 t, 2014 年还放流星云白鱼(*Anabarilius andersoni*)3.12 万尾^[32]; 2010—2020 年, 赤水河云南段累计放流长薄鳅(*Leptobotia elongata*)、中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)、岩原鲤和胭脂鱼等珍稀特有鱼类 200 多万尾^[33]; 2016 年来滇池累计放流土著鱼类滇池金线鲃(*Sinocyclocheilus grahami*)和滇池高背鲫(*Carassius auratus*)超 1 亿尾^[34]; 2018 年于长江上游对国家一级保护动物长江鲟进行增殖放流, 其放流苗种超 8 万尾、2020 年 5 月于四川举行长江鲟增殖放流活动, 共放流长江鲟苗种 6 万尾^[35-36]。由此可看出西南区放流的水生生物大多为土著鱼类。综上所述及结合相关文献^[2-9,31,37-39], 我国西南区地势地貌复杂多样, 河流落差大, 多急流, 其水生生物组成以喜急流鱼类、喜岩石底质鱼类、底栖鱼类和高原鱼类等为主。

2016—2019 年来, 西南区共对其 56 处水域放

流了 95 种水生生物, 其中鲤科鱼类居多, 占放流种类的 76.8%, 4 年间在西南区累计放流水生生物 53890.15 万尾, 累计投入资金 27128.16 万元。从 4 年间总体放流数量来看, 鲢、鳙、草鱼居多占放流总数的 73%, 主要是以渔民增收和生物净水为目的; 从各水域放流种类来看, 以区域种居多, 主要目的是保护特有鱼类。

3.2 西南区水域增殖放流活动存在的问题

3.2.1 放流物种/区域缺乏系统规划 由于放流前对放流水域未进行生态调查、放流生态风险评估、生物适应性调查和生态容量调查等^[40-41], 在这种情况下放流容易造成物种入侵、破坏生态系统及改变生活习性等, 例 2019 年在金沙江中游库区(包括梨园阿海金安桥龙开口鲁地拉观音岩 6 座水库)放流的圆口铜鱼(*Coreius guichenoti*), 由于库区水流较平缓, 而圆口铜鱼喜湍急水流且需在流水环境下产卵, 这严重影响了其生存及繁殖习性。

西南区 2016—2019 年共计放流 95 种水生生物, 虽然放流的种类丰富, 但是由表 1 可知, 仅鲢、鳙、草鱼就占了放流总数的 73%, 其他水生生物放流数量较少。单一物种放流数量较多, 对恢复种群、保护生物多样性及保护特有鱼类的作用较低。

3.2.2 放流时间与规格缺乏科学研究 有关研究表明^[42], 选择适宜的时间来进行增殖放流, 能明显提高水生生物的存活率。2016—2019 年, 在长江上游对长江鲟进行了 10 次增殖放流, 放流时间集中在 5—11 月, 而此间长江流域未进行全面禁捕, 长江上游禁渔期为 2—4 月, 在非禁渔期实施长江鲟的增殖放流容易出现大量误捕现象, 降低对其资源量恢复效果; 而 4 年间共放流 95 种水生生物, 但涉及 4 个季度均有放流的水生生物有 26 种, 占 27.3%, 没有选择合适的时间进行增殖放流, 大大降低了其存活率。

西南区 2016—2019 年共计放流胭脂鱼 728.9591 万尾, 其中 99.9% 的胭脂鱼全长不超过 15 cm, 仅 0.015 万尾的胭脂鱼全长为 40 cm, 据回捕及监测表明, 增殖放流的胭脂鱼幼鱼存活率低, 对资源恢复不明显。据吴金明等^[43]研究, 2011—

2018 年, 在长江上游共放流全长低于 15 cm 的胭脂鱼幼鱼超 10 万尾, 但通过效果分析, 其放流幼鱼存活率低, 对胭脂鱼种群重建的作用不明显。

3.2.3 对放流效果的评价不足 增殖放流效果评估是增殖放流体系中极其重要的组成部分, 通过效果评估可检验增殖放流发挥的作用。目前, 我国在水生生物增殖放流试验中, 主要通过对放流物种的标记, 然后对其进行回捕、监测等手段来进行放流效果评估。但标记技术在我国水生生物增殖放流的应用程度较低, 且标记方法还存在许多的局限性, 因此很多增殖放流活动都未对放流水生生物进行标记, 这使得增殖放流效果评估难以完成^[26]。西南区 2016—2019 年未对增殖放流的水生生物进行标记回捕, 因此无法对其增殖放流效果进行评估。

3.2.4 对增殖放流的潜在风险认识不足 近年来随着我国对水生生物资源养护的重视程度越来越高, 人工增殖放流活动也越来越多。但增殖放流存在一定的风险, 增殖放流的水生生物对野生群体的影响一般有以下 3 点: (1)影响自然种群规模; (2)影响遗传多样性和遗传结构; (3)传播疾病^[44]。Kitada 等^[45]研究发现, 放流的人工繁育的苗种若超过水域承载能力, 放流的人工鱼苗就将取代野生鱼种。Li 等^[46]研究发现, 放流大量的大眼梭鲈(*Stizostedion vitreum*) 在明尼苏达州境内, 会使野生大眼梭鲈的平均体重呈下降趋势。McGinnity 等^[47]研究发现, 放流人工繁育的大西洋鲑苗种, 其存活率远远低于野生个体, 只占野生个体的 2%。因此, 增殖放流是一项长期而艰巨的工程, 在对水生生物进行人工增殖放流时, 须进行相关的生态调查、选取符合国家标准及体质健壮的苗种、放流数量不能超过水域承载能力、保证遗传多样性和遗传结构不会发生改变、确保自然种群的规模不会减小的前提下来恢复水生生物的资源量。

3.2.5 增殖放流的社会效益还需加强 我国在对水生生物进行增殖放流过程中, 很容易忽视公众的参与权、知情权及表达权。2016—2019 年, 西南区共计进行 2584 次放流活动, 而公众自筹的放流活动仅有 130 次, 占总放流次数的 5%, 其中 2016

—2019 各年公众自筹次数分别为 41 次、28 次、11 次和 50 次。增殖放流活动的宣传不足,很难让公众自愿参与到放流活动中来,这就难以意识到保护水生生物的重要性,难以发挥此活动的社会作用^[48]。

3.3 在西南区开展增殖放流的建议

3.3.1 科学制定增殖放流规划 增殖放流前应科学合理的制定增殖放流规划,才能保证增殖放流顺利的进行。增殖放流前需根据放流种的生物学特点及天然水域状况来选择最适宜的放流规格、放流地点、放流数量、放流时间等,以提高放流水生生物的存活率,使得增殖放流效果最大化。增殖放流活动应每年持续进行,才能保证增殖放流的效果,恢复其资源量,以提高经济、社会、生态效益^[49]。西南区增殖放流前可对放流区域进行系统性的调查,来确定适宜的放流种类、数量、时间及规格等,来最大化的对天然水域资源进行修复。西南区由于错综复杂的地势,形成了许多类型的河流,因此孕育了大量土著鱼类。而西南区 2016—2019 年放流的主要水生生物为鲢、鳙、草鱼,对土著鱼类的放流数量较少。在西南区渔业资源大幅减少的背景下,可加大对土著鱼类的修复。

目前,长江流域水生生物保护区已明令全面禁捕;长江流域重点水域已于 2021 年 1 月 1 日起正式实施十年禁渔^[50]。在“长江十年禁渔”的背景下,禁渔水域根据其水生生物种群数量及自然繁殖周期来进行合理的规划增殖放流活动。据曹文宣研究^[51],长江中“四大家鱼”性成熟年龄大多在 4 龄左右,通过长江的十年禁渔,在这期间其可进行 2 个或 3 个的繁衍周期,使其种群数量得到显著增加。因此,因减少或停止对性成熟年龄较短及种群规模较大的水生生物的增殖放流活动。但对于珍稀濒危及土著物种的增殖放流活动还应继续进行,保证其在禁渔期间的资源量得到恢复,保护生物多样性。

3.3.2 加强增殖放流效果评估 通过放流评估,相关部门能掌握准确的增殖放流效果,确定最终放流是否合理、是否改善生态环境及是否能有效的恢复渔业资源等相关信息。有关研究表明^[52-56],

增殖放流效果的评估是判断该放流活动是否成功的关键步骤。为进一步了解增殖放流水生生物的资源恢复情况、生活分布规律和生长速度等,必须开展增殖放流效果的评估。我国衡量增殖放流效果的主要手段是标志—回捕分析,标志方法直接影响了增殖放流效果的评估。因此应研究出最适宜的标志方法,才能对增殖放流效果进行科学严谨的评估。

3.3.3 完善渔业生态补偿机制 渔业生态补偿机制是指通过调节生态环境利益相关者的利益关系,从而达到恢复、改善、调节及保护生态系统的目的^[57]。目前,我国在渔业生态补偿机制建设中还存在许多的问题^[58]。因此,我国应从新形势下的水域特征、渔业资源现状及生态修复措施等方面入手,来针对性的完善渔业生态补偿机制,加大对各水域的生态补偿与保护力度^[25]。

3.3.4 强化资金投入和宣传力度 增殖放流是一项长期性的研究,必须要有雄厚的资金保障,才能保证增殖放流顺利的进行。相关部门除通过专项资金、国家财政资金等还可通过社会人士捐赠、非法捕捞罚款、水环境污染罚款等来增加放流资金。

增殖放流是一项公益性事业,必须要广大人民群众积极参与进来,让公众认识到增殖放流活动的重要性,才能发挥增殖放流的社会作用。在如今形势下,各渔政部门在增殖放流活动前可充分利用网络媒体功能如微信、微博、新闻、电视广播等来宣传增殖放流活动,还可通过张贴海报,悬挂横幅、定点科普讲解等来宣传,让更多的人民群众参与进来,提高人们保护环境、维护水生生物资源的意识^[27,31,48,59-62]。

3.3.5 加强水域生态环境系统保护 在增殖放流的研究中,不能忽视放流水域生态环境保护。必须加大对违法人员的惩罚力度,杜绝非法捕捞现象,非法捕捞会严重影响增殖放流的效果,加剧渔业资源枯竭;严格管理工业废水排放,工业会产生大量有毒有害物质,排放到水域中,造成水域污染,严重者还会造成大量水生生物死亡;进行科学合理的采沙活动,过度的采沙活动会破坏天然水域的生态环境,使得水生生物栖息地消失;

撤销围湖造田, 围湖造田会占据一定的水域面积, 使得水生生物的活动面积减少, 甚者导致消落区消失; 严格把控外来鱼种入侵, 不合理的引种会破坏当地生态环境、影响水生生物遗传多样性、侵占当地物种的生存空间等。因此, 增殖放流的研究必须与水域生态环境保护同步进行, 防止水域生态环境进一步恶化, 加大渔业资源修复难度。

参考文献:

- [1] The Ministry of Agriculture has issued guidelines on the proliferation and release of aquatic organisms during the 13th Five-Year Plan period[J]. *China Fisheries*, 2016(10): 11-13. [农业部发布“十三五”水生生物增殖放流工作指导意见[J]. 中国水产, 2016(10): 11-13.]
- [2] Zhang Z B, Yang Y, Zhang X P, et al. Wind speed changes and its influencing factors in Southwestern China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(2): 471-481. [张志斌, 杨莹, 张小平, 等. 我国西南地区风速变化及其影响因素[J]. 生态学报, 2014, 34(2): 471-481.]
- [3] Lin S Y, Miao R, Yi L Q. Hydrological features of rivers in southwest China[J]. *Journal of Mountain Science*, 1999, 17(3): 240-243. [林三益, 缪韧, 易立群. 中国西南地区河流水文特性[J]. 山地学报, 1999, 17(3): 240-243.]
- [4] Zhang C G, Xu T Q, Cai B, et al. Composition and distribution of fish and fishery regionalization in Tibet[J]. *Tibet Science and Technology*, 1996(1): 10-19. [张春光, 许涛清, 蔡斌, 等. 西藏鱼类的组成分布及渔业区划[J]. 西藏科技, 1996(1): 10-19.]
- [5] Zhang C, Li B H, Zhou J S, et al. Current situation, problems and countermeasures of fishery resources protection in Tibet[J]. *Chinese Journal of Fisheries*, 2014, 27(2): 68-72. [张驰, 李宝海, 周建设, 等. 西藏渔业资源保护现状、问题及对策[J]. 水产学杂志, 2014, 27(2): 68-72.]
- [6] Ding R H. Fish History of Sichuan[M]. Chengdu: Sichuan Scientific & Technical Publishers, 1994. [丁瑞华. 四川鱼类志[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994.]
- [7] Yang X, Yao J J, Yuan J M, et al. The plan of protection and utilization of aquatic resources in Guizhou[J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2008, 36(6): 123-126. [杨兴, 姚俊杰, 袁家谟, 等. 贵州省水生生物资源保护与利用的规划[J]. 贵州农业科学, 2008, 36(6): 123-126.]
- [8] Chen X Y. Checklist of fishes of Yunnan[J]. *Zoological Research*, 2013, 34(4): 281-337. [陈小勇. 云南鱼类名录[J]. 动物学研究, 2013, 34(4): 281-337.]
- [9] Xiong T S, Wang C S, Liu F G, et al. River fish in Chongqing[J]. *Journal of Chongqing Teachers College (Natural Science Edition)*, 1993, 10(2): 27-32. [熊天寿, 王慈生, 刘方贵, 等. 重庆江河鱼类[J]. 重庆师范学院学报(自然科学版), 1993, 10(2): 27-32.]
- [10] Zhang Z C. The influence of a large number of hydropower stations in southwest China[J]. *Science & Technology Information*, 2012(25): 128, 141. [张志川. 西南地区大量建设水电站的影响[J]. 科技信息, 2012(25): 128, 141.]
- [11] Chen J, Huang W, Zhang H. A preliminary study on the influence of hydropower development on the ecological environment of the upper Yangtze River basin[J]. *Water Resources Development Research*, 2006, 6(8): 10-13, 17. [陈进, 黄薇, 张卉. 长江上游水电开发对流域生态环境影响初探[J]. 水利发展研究, 2006, 6(8): 10-13, 17.]
- [12] Gong W T, Liu P. Relationship between water and energy for cascade hydropower stations in upper reaches of the Yangtze River[J]. *Journal of Water Resources Research*, 2020, 9(1): 106-114. [龚文婷, 刘攀. 长江上游梯级水电站群的水能宏观关系研究[J]. 水资源研究, 2020, 9(1): 106-114.]
- [13] Sun Z Y, Wang D C. Practical innovation of nature reserve management under hydropower development: Case of the National Rare and Endemic Fishes Nature Reserve in Upper Reaches of Yangtze River[J]. *Journal of Yangtze River Scientific Research Institute*, 2020, 37(11): 1-7. [孙志禹, 王殿常. 水电开发条件下自然保护区管理的实践创新——以长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区为例[J]. 长江科学院院报, 2020, 37(11): 1-7.]
- [14] Ding R H. Notes on fishes from upper Minjiang River and their protection[J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2006, 25(4): 819-822. [丁瑞华. 岷江上游鱼类及保护问题[J]. 四川动物, 2006, 25(4): 819-822.]
- [15] Ye M R, Fu T Y. Fish resources of Dadu River in Sichuan[J]. *Resource Development & Market*, 1987, 3(2): 37-40. [叶妙荣, 傅天佑. 四川大渡河的鱼类资源[J]. 资源开发与保护, 1987, 3(2): 37-40.]
- [16] Han J C, Liu G Y, Zhuge Y S, et al. Ecological protection of fishery resources based on development of hydropower in Yalona River[J]. *Journal of China Three Gorges University (Natural Sciences)*, 2009, 31(5): 15-19. [韩京成, 刘国勇, 诸葛亦斯, 等. 水电开发背景下雅砻江鱼类资源的生态保护[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2009, 31(5): 15-19.]
- [17] Investigation Team of Fish Resources in Jialing River in Sichuan Province. Investigation report on fish resources in Jialing River System of Sichuan Province[R]. Chengdu, 1980. [四川省嘉陵江水系鱼类资源调查组. 四川省嘉陵江水系鱼类资源调查报告[R]. 成都, 1980.]
- [18] Zeng Y, Zhou X Y. An analysis of ichthyologic fauna of Jialing River[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2012, 31(4): 506-511. [曾燊, 周小云. 嘉陵江流域鱼类区系分析[J]. 华中农业大学学报, 2012, 31(4): 506-511.]

- [19] Deng Q X, Du P R, Yang K Q. The calculation and proposals of the hydraulic structure's influence on the fish resource in the Jialing River[J]. Journal of the Sichuan Teachers College: (Natural Sciences), 1989, 10(4): 337-343. [邓其祥, 杜培荣, 阳坤琦. 嘉陵江水工建筑对鱼类资源影响的预测及建议[J]. 四川师范学院学报(自然科学版), 1989, 10(4): 337-343.]
- [20] Sun H Y, Sui X Y, He D K, et al. Fish systematic conservation planning in the Jinsha River basin[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2019, 43(S1): 110-118. [孙赫英, 隋晓云, 何德奎, 等. 金沙江流域鱼类的系统保护规划研究[J]. 水生生物学报, 2019, 43(S1): 110-118.]
- [21] Xu W Y, Miao X J, Qiu J R, et al. On the importance and measures of fish conservation in the Nu River[J]. Yunnan Agriculture, 2008(3): 24-27. [徐伟毅, 缪祥军, 邱家荣, 等. 论怒江鱼类保护的重要性及措施[J]. 云南农业, 2008(3): 24-27.]
- [22] He S P, Wang W, Chen Y R, et al. The preliminary investigation of fish biodiversity in middle and upper reaches of Lancangjiang River[J]. Yunnan Geographic Environment Research, 1999, 11(1): 26-29. [何舜平, 王伟, 陈银瑞, 等. 澜沧江中上游鱼类生物多样性现状初报[J]. 云南地理环境研究, 1999, 11(1): 26-29.]
- [23] Yang H Y, Huang D M. A preliminary investigation on fish fauna and resources of the upper and middle Yalu Tsangpo River[J]. Journal of Huazhong Normal University (Natural Sciences), 2011, 45(4): 629-633. [杨汉运, 黄道明. 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), 2011, 45(4): 629-633.]
- [24] Wang J, Su W, Yang S R, et al. Variation characteristics of fish biodiversity in Suijiang section before and after impoundment of first phase of Jinsha River hydropower project[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2017, 26(3): 394-401. [王俊, 苏巍, 杨少荣, 等. 金沙江一期工程蓄水前后绥江段鱼类群落多样性特征[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(3): 394-401.]
- [25] General Office of the State Council. Opinions of the General Office of the State Council on strengthening the protection of aquatic organisms in the Yangtze River[J]. China Fisheries, 2018(11): 11-13. [国务院办公厅. 国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见[J]. 中国水产, 2018(11): 11-13.]
- [26] Li L P, Huang S L. A study on management of stock enhancement in China[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2011, 20(5): 765-772. [李陆嫔, 黄硕琳. 我国渔业资源增殖放流管理的分析研究[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(5): 765-772.]
- [27] Shi J Q. Discussion on fishery resources stock enhancement[J]. Qinghai Science and Technology, 2009, 16(3): 21-22. [史建全. 浅谈渔业资源增殖放流[J]. 青海科技, 2009, 16(3): 21-22.]
- [28] Bo Z L, Zhou W X. Experiments on release and refishing of tagged juvenile grouper from Shenjiamen coastal waters of Zhejiang Province[J]. Journal of Fisheries of China, 1999, 23(3): 304-307. [薄治礼, 周婉霞. 浙江省沈家门沿岸水域石斑鱼幼鱼标志放流与重捕试验[J]. 水产学报, 1999, 23(3): 304-307.]
- [29] Scientific planning to fully implement the scientific and orderly development of aquatic proliferation and release—Interpretation of the National Master Plan for Aquatic Proliferation and Release (2011–2015)[J]. China Fisheries, 2011(2): 2-4. [科学规划全面落实促进水生生物增殖放流事业科学有序发展——《全国水生生物增殖放流总体规划(2011—2015年)》解读[J]. 中国水产, 2011(2): 2-4.]
- [30] Deng X M. Review and prospect on the stock enhancement of indigenous fish in Lancang River and Mekong River[J]. Yunnan Agriculture, 2014(3): 66-67. [邓秀梅. 澜沧江·湄公河土著鱼类增殖放流回顾与展望[J]. 云南农业, 2014(3): 66-67.]
- [31] Zhu T B, Liu H P, Li X M, et al. A preliminary review of fish stock enhancement in Tibet, China[J]. Freshwater Fisheries, 2017, 47(5): 34-39. [朱挺兵, 刘海平, 李学梅, 等. 西藏鱼类增殖放流初报[J]. 淡水渔业, 2017, 47(5): 34-39.]
- [32] Guan P, Huang G X. Current situation and suggestion of fishery stock enhancement in Xingyun Lake[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2014(18): 250, 256. [官鹏, 黄桂香. 星云湖渔业增殖放流现状及建议[J]. 现代农业科技, 2014(18): 250, 256.]
- [33] Tang Z R, Gui J H. Stock enhancement of fishery resources in Chishui River Basin (Yunnan section) — 200,000 *Schizothorax grahami* and *Acrossocheilus yunnanensis* settled down in Chishui River and multiplied and lived[J]. Yunnan Agriculture, 2020(10): 2. [唐志荣, 桂嘉鸿. 赤水河流域(云南段)渔业资源增殖放流活动——20万尾昆明裂腹鱼、云南光唇鱼在赤水河安家落户、繁衍生息[J]. 云南农业, 2020(10): 2.]
- [34] Luo Y T. Dianchi Lake fishery resources stock enhancement activities in 2016[J]. Yunnan Agriculture, 2016(9): 2. [罗予彤. 2016年滇池渔业资源增殖放流活动[J]. 云南农业, 2016(9): 2.]
- [35] Xinhua News Agency. Sichuan launched a rescue plan for *Acipenser dabryanus*, a giant panda in water[J]. Sichuan Agricultural Science and Technology, 2018(6): 44. [新华社. 四川开展“水中大熊猫”——长江鲟拯救行动计划[J]. 四川农业科技, 2018(6): 44.]
- [36] Sichuan Fisheries Bureau. Sichuan Province launch

- Acipenser dabryanus* stock enhancement activities in 2020[J]. Sichuan Agricultural Science and Technology, 2020(6): 71. [四川省水产局. 四川省开展2020年长江鲟增殖放流活动[J]. 四川农业科技, 2020(6): 71.]
- [37] Zhang Z X, Wang J H, Li L H, et al. Construction and management of fish stock enhancement stations in Honghe and Nansha[J]. Yunnan Water Power, 2016, 32(1): 149-153. [张正雄, 王接辉, 李凌华, 等. 红河南沙鱼类增殖放流站的建设和管理[J]. 云南水力发电, 2016, 32(1): 149-153.]
- [38] Xue Z Q. A brief analysis on the exploitation and protection of the famous native fishes in the upper Yangtze River[J]. China Fisheries, 2007(3): 76-77. [薛治泉. 浅析长江上游名特土著鱼的开发与保护[J]. 中国水产, 2007(3): 76-77.]
- [39] Feng S T, Yang C Q, Zhan F. Impact prediction of the Beipanjiang river cascade development to fish resources & its countermeasures[J]. Guizhou Water Power, 2011, 25(1): 54-56. [冯顺田, 杨昌齐, 詹飞. 北盘江水电梯级开发对鱼类资源的影响预测与对策[J]. 贵州水力发电, 2011, 25(1): 54-56.]
- [40] Xu B Q. Study on the releasing of *Penaues chinensis* in coastal waters off Shandong[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2011. [徐炳庆. 山东近海中国对虾增殖放流的研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2011.]
- [41] Li X M, Wang W H, Zhang N, et al. Study on the strategy of stock enhancement of *Pseudopleuronectes yokohamae*[J]. China Fisheries, 2019(7): 58-60. [李秀梅, 王文豪, 张宁, 等. 黄盖鲿增殖放流策略探讨[J]. 中国水产, 2019(7): 58-60.]
- [42] McKinnell S M, Lundqvist H. Unstable release strategies in reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L[J]. Fisheries Management and Ecology, 2000, 7(3): 211-224.
- [43] Wu J M, Li F Y, Du H, et al. Movement of the matured Chinese sucker (*Myxocyprinus asiaticus*) after releasing in the Yangtze River[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2019, 26(6): 1239-1246. [吴金明, 李飞扬, 杜浩, 等. 胭脂鱼亲本放流长江后的运动特征[J]. 中国水产科学, 2019, 26(6): 1239-1246.]
- [44] Jiang Y Z, Lin N, Yang L L, et al. The ecological risk of stock enhancement and the measures for prevention and control[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2014, 21(2): 413-422. [姜亚洲, 林楠, 杨林林, 等. 渔业资源增殖放流的生态风险及其防控措施[J]. 中国水产科学, 2014, 21(2): 413-422.]
- [45] Kitada S, Kishino H. Lessons learned from Japanese marine finfish stock enhancement programmes[J]. Fisheries Research, 2006, 80(1): 101-112.
- [46] Li J Y, Cohen Y, Schupp D H, et al. Effects of walleye stocking on population abundance and fish size[J]. North American Journal of Fisheries Management, 1996, 16(4): 830-839.
- [47] McGinnity P, Prodöhl P, Ferguson A, et al. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon[J]. The Royal Society Proceedings B: Biological Sciences, 2003, 270(1532): 2443-2450.
- [48] Shen X Q, Zhou Y D. Enhancing release and effect assessment of fisheries resource in the yangze river estuary and Hangzhou bay[J]. Fishery Modernization, 2007, 34(4): 54-57. [沈新强, 周永东. 长江口、杭州湾海域渔业资源增殖放流与效果评估[J]. 渔业现代化, 2007, 34(4): 54-57.]
- [49] Zhang Q Y, Hong W S, Yang S Y, et al. Review and prospects in the restocking of the large yellow croaker (*Larimichthys crocea*)[J]. Modern Fisheries Information, 2010, 25(12): 3-5, 12. [张其永, 洪万树, 杨圣云, 等. 大黄鱼增殖放流的回顾与展望[J]. 现代渔业信息, 2010, 25(12): 3-5, 12.]
- [50] Zhang S L. The “ten-year ban on fishing” has benefited the present and future generations[N]. Yueyang Daily, 2021-01-14(3). [张善亮. “十年禁渔”功在当代利在千秋[N]. 岳阳日报, 2021-01-14(3).]
- [51] Cao W X. Status of resources and protection countermeasures of fish resources in Yangtze River[J]. Jiangxi Fishery Sciences and Technology, 2011(2): 1-4. [曹文宣. 长江鱼类资源的现状与保护对策[J]. 江西水产科技, 2011(2): 1-4.]
- [52] Wang J J. Evaluation of eco-economic effect of proliferation and discharge in Daya Bay[D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2019. [王九江. 大亚湾增殖放流生态与经济效果评价[D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2019.]
- [53] Svåsand T. Cod enhancement studies in Norway—Background and results with emphasis on releases in the period 1983–1990[J]. Bulletin of Marine Science, 1998, 62(2): 313-324.
- [54] Goldberg R, Pereira J, Clark P, et al. Population enhancement efforts for the bay scallop, *Argopecten irradians*, in the Niantic River estuary, Connecticut, USA[J]. Journal of Shellfish Research, 2000, 19: 572.
- [55] Grimes C B. Marine stock enhancement: Sound management or techno-arrogance?[J]. Fisheries, 1998, 23(9): 18-23.
- [56] Cowx I G. An appraisal of stocking strategies in the light of developing country constraints[J]. Fisheries Management and Ecology, 1999, 6(1): 21-34.
- [57] Yang W B, Li J L. Discussion on strengthening fishery ecological compensation in China[J]. China Fisheries, 2009(4): 14-15. [杨文波, 李继龙. 加强我国渔业生态补偿工作的探讨[J]. 中国水产, 2009(4): 14-15.]
- [58] Li H T. Legal thoughts on perfecting the fishery ecological compensation system in China[J]. Jianghuai Tribune,

- 2018(1): 77-85. [李海棠. 完善我国渔业生态补偿制度的法律思考[J]. 江淮论坛, 2018(1): 77-85.]
- [59] Yin Z Q, Zhang S Y. Reflection on the problem of fishery resources stock enhancement in China[J]. China Fisheries, 2008(3): 9-11. [尹增强, 章守宇. 对我国渔业资源增殖放流问题的思考[J]. 中国水产, 2008(3): 9-11.]
- [60] Zhu M S, Jiang J X, Zhu F M, et al. The effect of proliferation and release on water environment control in Taihu Lake and related policy suggestions[J]. Fishery Information & Strategy, 2017, 32(3): 191-196. [朱明胜, 蒋加新, 朱法明, 等. 增殖放流对太湖水环境治理的作用及相关政策建议[J]. 渔业信息与战略, 2017, 32(3): 191-196.]
- [61] Zhang H L, Wang H H, Feng G P. Stock enhancement of *Eriocheir sinensis* and Chinese sturgeon in the Yangtze River estuary and its effect evaluation[J]. Jiangxi Fishery Science and Technology, 2012(3): 45-48. [张航利, 王海华, 冯广鹏. 长江口中华绒螯蟹和中华鲟的增殖放流及其效果评估[J]. 江西水产科技, 2012(3): 45-48.]
- [62] Zheng B F. A brief discussion on fishery resources stock enhancement in Minjiang River Basin[J]. Journal of Fujian Fisheries, 2007, 29(4): 79-80. [郑炳锋. 浅谈闽江流域渔业资源增殖放流[J]. 福建水产, 2007, 29(4): 79-80.]
- [63] National Forestry and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. National Protection List[Z]. 2021-02-01. 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[Z]. 2021-02-01.]

Review on enhancement and release of aquatic organisms in Southwest China and further policy considerations

YE Zhixiang^{1,2}, ZHANG Hui^{1,2}, WU Jinming², DU Hao², YANG Haile², ZOU Qiaolin^{2,3}, WEI Qiwei^{1,2}

1. School of Animal Science, Yangtze University, Jingzhou 434025, China;
2. Key Laboratory of Freshwater Biodiversity Conservation, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuhan 430223, China;
3. College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract: The waters in Southwest China are rich ecological environments that provide fishery resources, with many endemic fish species. However, owing to ecological environment destruction and overfishing, such fishery resources in Southwest China have been greatly reduced in recent years. To improve and repair its resources, stock enhancement activities were recorded between 2016 and 2019 according to the Guidance on Doing a Good Job in the stock enhancement of Aquatic Organisms during the 13th period of the 5-year plan in Southwest China. The results showed the following: (1) in Southwest China, from 2016 to 2019, a total of 56 stock enhancement activities were carried out in rivers, lakes, and reservoirs, involving 95 species of hydrobionts, including 92 species of fish, one species of amphibian, and 54 turtle genera. (2) From 2016 to 2019, a total of 53890.15×10^4 fish were released, most of which were Cyprinidae, with an investment of $\text{¥}27128.1600 \times 10^4$. (3) *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, and *Ctenopharyngodon idellus* constituted the main hydrobionts used in stock enhancement. *Myxocyprinus asiaticus* represented the main rare and endangered hydrobiont. (4) Most of the released individuals measured 1–15 cm, and the release period was concentrated in late autumn and early winter. (5) From the quantity of the total released individuals in Southwest China between 2016 and 2019, the purpose of the releases can be assumed to be for promoting fishermen's income and biological water purification. The purpose of releasing the specific species was to protect endemic fish populations. This research shows that the selection, time, specification, effect evaluation, and social publicity of released species in stock enhancement activities in Southwest China from 2016 to 2019 need to be further improved. In view of the above problems, we put forward some suggestions to better carry out stock enhancements, to provide a reference basis for China to carry out future stock enhancements.

Key words: Southwest China; hydrobionts; stock enhancement; effect appraisal; policy suggestion

Corresponding author: WEI Qiwei. E-mail: weiqw@yfi.ac.cn

附录 1 Appendix 1

2016—2019 年中国西南区珍稀濒危水生生物增殖放流物种名录

List of enhancement and release species of rare and endangered hydrobiont in the Southwest China from 2016 to 2019

中文名 Chinese name	学名 Latin name	保护级别 protection level	放流数量/万尾 quantity released	投入资金/万元 investment/×10 ⁴ ¥	放流次数/次 release times
山瑞鳖	<i>Palea steindachneri</i>	Ⅱ	0.05	15.00	1
长鳍吻鮡	<i>Rhinogobio ventralis</i>	Ⅱ	0.20	1.40	2
斑鲮	<i>Mystus guttatus</i>	Ⅱ	0.28	10.00	1
大鲵	<i>Andrias davidianus</i>	Ⅱ	1.45	76.70	12
抚仙金线鲃	<i>Sinocyclocheilus grahami tingi</i>	Ⅱ	5.00	10.00	1
后背鲃	<i>Percocypris pingi retrodorsalis</i>	Ⅱ	3.30	21.80	4
黑斑原鲃	<i>Glyptosternum maculatum</i>	Ⅱ	6.00	60.00	2
多鳞白甲鱼	<i>Onychostoma macrolepis</i>	Ⅱ	7.00	14.25	2
巨鲃	<i>Bagarius yarrelli</i>	Ⅱ	7.00	35.00	3
长江鲟	<i>Acipenser dabryanus</i>	I	9.84	217.30	10
巨须裂腹鱼	<i>Schizothorax macropogon</i>	Ⅱ	29.50	30.92	6
长薄鳅	<i>Leptobotia elongata</i>	Ⅱ	41.73	134.47	18
滇池金线鲃	<i>Sinocyclocheilus grahami</i>	Ⅱ	65.04	201.00	8
尖裸鲤	<i>Oxygymnocypris stewartii</i>	Ⅱ	72.80	172.72	7
拉萨裂腹鱼	<i>Schizothorax waltoni</i>	Ⅱ	86.24	98.47	11
金沙鲃	<i>Percocypis pingi pingi</i>	Ⅱ	104.53	401.60	22
细鳞裂腹鱼	<i>Schizothorax chongi</i>	Ⅱ	278.64	862.42	32
大头鲤	<i>Cyprinus pellegrini</i>	Ⅱ	418.00	200.00	6
岩原鲤	<i>Procypris rabaudi</i>	Ⅱ	546.20	924.17	94
胭脂鱼	<i>Myxocyprinus asiaticus</i>	Ⅱ	728.96	1013.65	80

注: 珍稀濒危物种是指已列入《国家重点保护野生动物名录》^[63], 或已通过农业部濒危水生野生动植物种科学委员会论证, 拟列入《国家重点保护野生动物名录》的水生物种和《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录水生物种.

Note: Rare and endangered species refer to the aquatic species listed in the *National Protection List*^[63] or approved by the Scientific Committee on Endangered Aquatic Wild Fauna and Flora of the Ministry of Agriculture and to be included in the *List of Wildlife under Special State Protection* and the aquatic species under the Appendix of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.