DOI:10.15928/j.1674-3075.2018.05.008

阿海电站4种土著鱼标志放流效果初报

梁 祥[1],史 笃[2],冷 云[1],倪静洁[2],李光华[1],罗永新[1],宋建宇[1],
贺伟平[1],张建斌[1],缪祥军[1],左鹏翔[1],钟文武[1],王志飞[1],崔丽莉[1]

(1.云南省渔业科学研究院,云南 昆明 650111;
2.云南华电金沙江中游水电开发有限公司,云南 昆明 650228)

摘要:为了减缓金沙江阿海段水工建筑对水生生物的影响,开展土著鱼人工增殖放流并对其放流效果进行评估。采用T型标对阿海电站2011年度增殖放流的鲈鲤(*Percocypris pingi pingi*)、四川裂腹鱼(*Schizothorax kozlovi*)、细鳞裂腹鱼(*Schizothorax chongi*)和齐口裂腹鱼(*Schizothorax prenanti*)进行标志放流,通过集中捕捞与渔民反馈的方式进行了重捕调查,集中捕捞每隔2月进行1次,捕捞水域为石鼓-阿海-鲁地拉江段。结果表明,标志个体在阿海电站库区、金安桥电站库区、龙开口电站库区均有捕获,其中渔获量为:阿海库区>金安桥库区>龙开口库区;在正常捕捞强度下,鲈鲤、四川裂腹鱼、细鳞裂腹鱼、齐口裂腹鱼的回捕率分别为0.19%、0.42%、0.37%、0.72%;捕获标志个体在自然水域正常生长。建议在后期的增殖放流活动中,在坝上和坝下选择多点放流,扩大人工增殖群体的分布水域,对增殖对象的资源量变动和遗传渗透开展进一步的研究。

关键词:阿海电站;土著鱼类;标志放流;效果评价

中图分类号:S932.4 **文献标志码**:A **文章编号**:1674-3075(2018)05-0055-05

阿海水电站是金沙江中游河段水电规划"一库八级"的第4个梯级,装机容量200万kW,总库容8.85亿m^3,调节库容2.38亿m^3。电站水库形成后,坝前水位抬升约96 m,水体流态由急流变为缓流,水面、水深、流速、透明度、底质、水温等水文情势发生一定的变化,大坝形成阻隔,加之上下游梯级电站的相继建成,不同程度地改变鱼类的栖息环境,进而对鱼类资源造成影响(倪静洁,2013)。

环评报告预测,适应急流生活的鲈鲤(*Percocypris pingi pingi*)、四川裂腹鱼(*Schizothorax kozlovi*)、细鳞裂腹鱼(*Schizothorax chongi*)及齐口裂腹鱼(*Schizothorax prenanti*)等鱼类则向库区各支流转移,因其生存空间缩小,种群也相应减小(陈宜瑜,1998;朱雪莲等,2006;何德奎等,2007);一些珍稀或特有鱼类由于对原生境有较强的依赖性,环境改变将导致其一时难以适应甚至灭绝(李庆彪等,1991)。因此,环境影响报告书批复意见指出,须于大江截流前在业主营地附近沿江滩地建成鱼类增殖站,对影响鱼类进行增殖放流,并通过监测适时调整放流种类与数量,切实保证增殖放流效果。本研究以此为目标,采用标志重捕法,对阿海水电站增殖放流的4种土著鱼类的放流效果进行评估。

1 材料与方法

1.1 标志对象

阿海水电站2011年度增殖放流的鲈鲤、四川裂腹鱼、细鳞裂腹鱼、齐口裂腹鱼共17万尾。放流前随机采用T型标志对10%的个体进行标志,每种鱼随机取样30尾测个体全长。因暂养死亡及标志脱落,放流时实际标志个体数量如表1所示。

表1 标志放流的鱼种数量及基本参数

Tab.1 Quantity and basic parameters of tagged and released fish

鱼种	平均全长/cm	平均体重/g	放流总数/尾	标志放流数/尾
鲈鲤	8.5±0.20	9.3±1.58	20000	2038
四川裂腹鱼	10.9±0.15	12.9±0.28	50000	4902
细鳞裂腹鱼	11.6±0.15	13.5±0.29	50000	4885
齐口裂腹鱼	11.2±0.15	13.2±0.30	50000	4963

收稿日期:2017-03-13

基金项目:金沙江中游阿海水电站鱼类增殖站2011年度放流效果评价合同(AH2011/S20);国家水产种质资源共享服务平台(2018DKA30470);云南省技术创新人才培养专项(2013HB125)。

作者简介:梁祥,1986年生,男,助理研究员,研究方向为鱼类资源与生态。E-mail:kmlxiang@126.com

通信作者:冷云,1970年生,男,研究员,研究方向为水产资源保护与开发。E-mail:lengyun871@126.com

1.2 标志放流

标志采用聚乙烯高分子材料 ultra-fine 型号“T”型标，重量为0.0374 g，全长37 mm，标牌长23 mm，标牌上印有“阿海＋手机号码”，以便沿江渔民捕获到标志个体后向放流单位反馈。2011年9月24－25日，对拟放流的个体进行标志抽样，标志完的个体放回增殖站鱼池暂养，观测标志个体的应激状况及脱标率。2011年9月28日，塑料充氧袋包装后运往阿海水电站库区码头集中放流。

1.3 回捕调查

根据人工增殖放流规模与金沙江中游河谷地理环境、经济社会现状特点，通过组织捕捞与渔民反馈的方式进行回捕调查。放流前，在阿海电站上下游沿江村庄进行了宣传，发放了宣传单，要求捕获到标志个体的渔民及时拍照并用酒精保存，反馈捕获标志个体的时间和地点；组织捕捞时统一收集渔民捕获的样本，并给予一定的奖励。

组织捕捞调查的范围为金沙江中游石鼓段-金沙江中游鲁地拉段的干支流水域，每次持续15 d。调查时在获得当地渔政部门的同意后，根据水域实际环境状况选择刺网或撒网进行调查。每次采集渔获样品后，测量基本生物学指标，用75%酒精溶液固定保存。分别于2011年12月、2012年3月、6月、9月组织捕捞4次。回捕与走访水域位于金沙江石鼓－A(26°52′23.04″N；99°57′32.13″E)与鲁地拉－B(26°12′5.90″N；100°48′57.35″E)之间，江段长度为402 km(图1)。

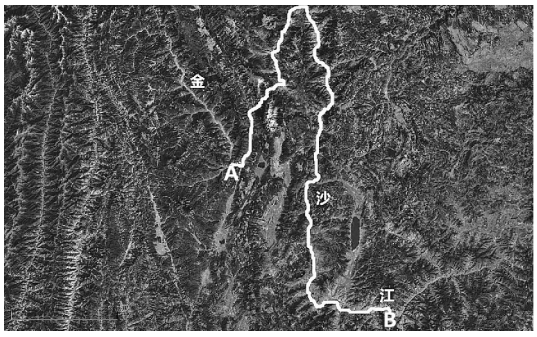


图1 金沙江鱼类标志放流研究回捕水域

Fig.1 Location river reaches for fish mark-release research in Jinsha River

1.4 评估指标

1.4.1 回捕率 以当年回捕的标志放流苗种数量与标志苗种总数的比值表示：回捕率＝(标志鱼回捕尾数/标志放流总尾数)×100%。

1.4.2 标志个体分布 放流群体渔获分布区域是检验增殖放流消减大坝阻隔不利因素的关键指标之一，水域环境改变后，土著鱼类对新生境重新适应，通过回捕地点图示，客观真实反映人工增殖放流实际效果。

1.5 数据分析

采用 Excel 2016、SPSS 22.0 处理分析数据，基于 Google Earth 和 ArcGIS 10.0 获得不同采集地点的坐标和距离并作图。

2 结果

2.1 标志脱落率

对放流前对标志鱼进行观测并统计标志脱落情况，如表2。

表2 4种标志鱼的脱标情况统计

Tab.2 Tag shedding statistics of the four fish species prior to release

鱼种	标志数/尾	脱标数/尾	死亡数/尾	脱标率/%
鲈鲤	2100	33	29	2.95
四川裂腹鱼	5100	113	85	3.88
细鳞裂腹鱼	5100	121	94	4.22
齐口裂腹鱼	5200	136	101	4.56

2.2 回捕率

捕获放流标志鱼79尾，累计回捕率为0.45%(图2)。渔获鲈鲤标志鱼4尾，回捕率为0.19%，其中阿海电站库区3尾，金安桥电站库区1尾，过坝标志鱼占渔获标志鱼25%；渔获四川裂腹鱼标志鱼21尾，回捕率0.42%，过坝标志鱼占渔获标志鱼的42.86%，主要捕获自阿海电站库区，在金安桥电站库区和龙开口电站库区都有捕获，表明越过了阿海电站和金安桥电站大坝；分别在阿海电站库区和金安桥电站库区捕获细鳞裂腹鱼标志鱼18尾，回捕率0.37%，其中金安桥库区渔获量占33%；渔获齐口裂腹鱼标志鱼捕获36尾，回捕率为0.72%(图3)，

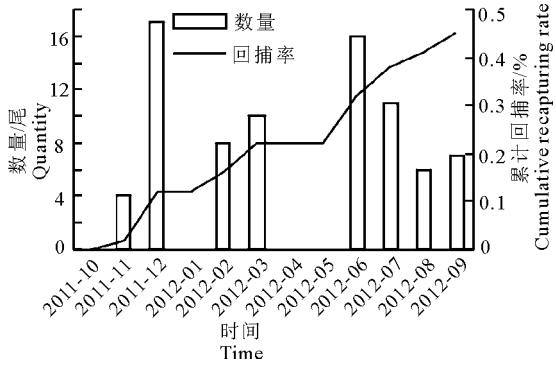


图2 不同时间渔获量与累计回捕率的关系

Fig.2 Number of fish recaptured during each collection period and the cumulative recapture rate

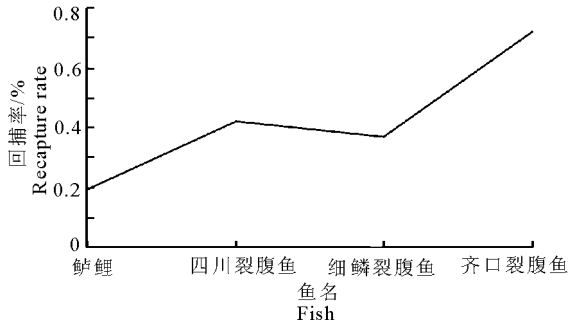


图 3　4 种标志鱼的回捕率

Fig.3　Recapture rate of the four tagged fish species

分布于 3 个库区的 6 个地点，较初始放流时已越过阿海大坝和金安桥大坝。

2.3　标志个体分布

渔获标志鱼分别分布于阿海电站库区、金安桥电站库区、龙开口电站库区。渔获点集中于金安桥水电站坝下平安大桥（26°47′46.90″N；100°25′47.08″E）、金安桥水电站库区码头（26°48′40.45″N；100°26′43.61″E）、玉龙县奉科乡奉联村桥头（27°36′36.48″N；100°26′36.40″E）、宁蒗县翠玉乡下岩可（27°26′22.41″N；100°26′56.66″E）、玉龙县鸣音乡江凹村（27°24′27.61″N；100°31′9.37″E）以及宁蒗县翠玉乡牛克席村（27°23′56.16″N；100°31′40.95″E），分别距阿海大坝 76.71、73.72、36.38、16.47、7.55、6.26 km（图 4）。

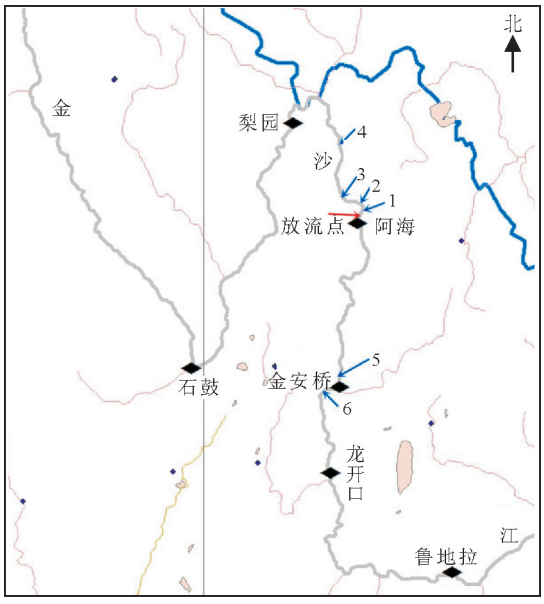
2.4　3 个库区的 4 种标志鱼分布差异

4 种标志鱼渔获分别分布于阿海电站库区（阿海）、金安桥电站库区（金安桥）、龙开口电站库区（龙开口）（图 5）。渔获标志鱼数量依次递减，阿海电站库区为初始放流水域，为放流鱼类的主要聚集区，金安桥电站库区则需要翻越阿海电站大坝，如在龙开口电站库区捕获，则需连续翻越阿海和金安桥电站大坝，12 月捕获数量最多，其次为 6 月，推测 12 月为枯水期，江水小、流速缓，便于丝网的操作，6 月为裂腹鱼、鲈鲤土著鱼类的刚刚产卵后，亟需补充营养物质，觅食活动频繁，便于较好捕获；每种标志鱼的回捕率不一，齐口裂腹鱼最高，鲈鲤最低，鲈鲤总标志鱼数量比 3 种裂腹鱼要少；同时，作为一种肉食性凶猛性鱼类，传统网具捕获的难度更高。

3　分析与讨论

3.1　影响回捕率的综合因素

自然水域的人工增殖放流效果评价在选取合适的标志物后，主要受制于回捕效果，大面积监测需要大协作（林元华，1985）；同时，渔获具有选择性。本



（梨园、阿海、金安桥、龙开口、鲁地拉为水电站大坝。渔获点：1－宁蒗县翠玉乡牛克席村；2－玉龙县鸣音乡江凹村；3－宁蒗县翠玉乡下岩可；4－玉龙县奉科乡奉联村桥头；5－金安桥水电站库区码头；6－金安桥水电站坝下平安大桥）

图 4　标志鱼捕获水域

（Liyuan，Ahai，Jin′an qiao，Longkaikou，Ludila represents the hydropower station dams. Fish release sites：1－Niukexi village，Cuiyu township，Ninglang County；2－Jiang′ao village，Mingyin township，Yulong County；3－Xiayanke，Cuiyu township，Ninglang County；4－Bridgehead of Fenglian village，Fengke township，Yulong County；5－Jin′anqiao Hydropower Station reservoir dock；6－Ping′an bridge，downstream of Jin′anqiao Hydropower Station）

Fig.4　Locations of fish release and recapture sites

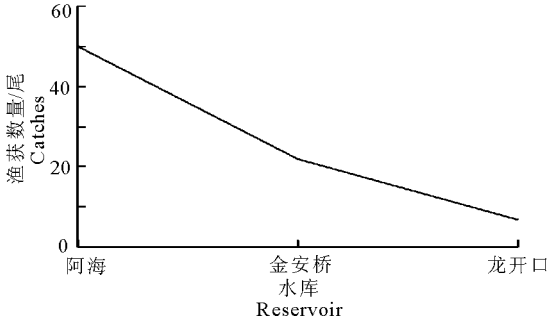


图 5　各库区标志鱼的渔获分布

Fig.5　Distribution of tagged fish recaptured at each reservoir

次研究采用外挂“T”型标的方法对当年人工增殖放流鱼类进行追踪，通过回捕调查与放流效果监测，对于金沙江中游河谷经济社会及科技信息欠发达地区，外挂标志易于发现的优势明显，一旦捕获标志鱼，就能及时进行信息反馈。本次研究中 4 种土著鱼标志鱼的回捕率为 0.45%，远低于近海海洋的定向增殖回捕率（吕红健，2013；张金浩，2013）；同时，本次研究中采用的回捕工具都是较原始的渔具（丝

网、刺网),较海洋大型渔船拖网定向捕捞的效率要低,大面积回捕调查对野生资源捕获的随机性、不可重复性,也是造成研究结果不确定因素的重大原因(刘奇,2009)。

3.2 放流个体的迁徙

截止2012年9月27日,阿海电站上游在玉龙县奉科乡奉联村桥头捕捞到标志放流的鱼类,下游在金安桥水电站坝下平安大桥捕捞到标志放流的鱼类,根据目前跟踪的结果,标记鱼类在梨园-阿海-金安桥-龙开口之间均有活动,说明标志鱼类能通过金安桥水电站大坝。

靠近放流码头两个地点回捕的标志鱼最多,其次为金安桥大坝库区附近的地点。自然水域中,由于库区的形成,越接近大坝,水位越深,生物饵料相对越丰富,杂食性的3种裂腹鱼在非产卵季节相对更易于聚集;在监测水域中,金安桥库区和龙开口库区都回捕到标志鱼,表明放流鱼类可以向下游迁移,初步判断可能是通过大坝的泄洪口顺流而下,通过水轮机存活的可能性较小,但回捕量也是向下递减,绝大多数应存活于放流点的库区,下游鱼类向上游移动的通道被阻断,只能向下单向移动(王龙涛,2015)。对4种人工扩繁增殖放流的土著鱼年度回捕监测的表明,每种鱼都能获取饵料并正常生长。需要指出的是,该研究采用的标志鱼是当年扩繁鱼类,放于库区生境中,虽能生长,但能否性成熟并自然繁殖还需长久监测;同时,在自然正常捕捞强度下,同种天然鱼类和放流鱼类行为学是否有差异尚未有研究报道。

由于放流的亲本来源于金沙江野生种,就遗传学角度看,在对长江中游草鱼亲本放流的增殖效果及遗传多样性影响的评估研究中,增殖放流在达到增殖目的同时,并没有影响野生子代的遗传性状(李树华,2014)。这种源于金沙江返回金沙江的放流模式是一种比较理想的模式。

应加强放流鱼种种质的检测,保证用于放流群体遗传多样性。由于金沙江渔业资源持续衰退,未来土著鱼增殖放流也会持续开展(李陆嫔,2011)。为确保增殖放流对自然渔业资源的补充,放流群体对野生群体的遗传渐渗将是今后这一领域的重要研究课题,即开展渔业资源增殖放流时,同步持续进行可靠的遗传监测,确保渔业资源的遗传多样性(杨君兴等,2013)。

参考文献

陈宜瑜,1998. 横断山区鱼类[M]. 北京:科学出版社.

何德奎,陈毅峰,2007. 高度特化等级裂腹鱼类分子系统发育与生物地理学[J]. 科学通报, 52(3): 303-312.

李陆嫔,2011. 我国水生生物资源繁殖放流的初步研究:基于效果评价体系的管理[D]. 上海:上海海洋大学.

李庆彪,李泽冬,1991. 放流增殖的基础:幼体生态与放流生态[J]. 海洋湖沼通报,(1):85-89.

李树华,2014. 长江中游草鱼亲本放流的增殖效果及遗传多样性影响评估[D]. 武汉:华中农业大学.

林元华,1985. 海洋生物标志放流技术的研究状况[J]. 海洋科学,9(5):54-58.

刘奇,2009. 褐牙鲆标志技术与增殖放流试验研究[D]. 青岛:中国海洋大学.

罗新,张其中,崔淼,2011. 草鱼标志技术的初步研究[J]. 水生态学杂志,32(6):135-140.

吕红健,2013. 许氏平鲉和褐牙鲆标志技术与标志放流追踪评价[D]. 青岛:中国海洋大学.

倪静洁,2013. 阿海水电站人工模拟鱼类产卵场的设计与实施[J]. 云南水力发电,(4):8-11.

王龙涛,2015. 怒江上游水电开发对鱼类栖息环境影响分析及保护[D]. 武汉:华中农业大学.

王茂元,黄洪贵,赖铭勇,等,2015. 鲢鱼增殖放流标志技术研究[J]. 江苏农业科学, 43(9):261-263.

杨德国,危起伟,王凯,等,2005. 人工标志放流中华鲟幼鱼的降河洄游[J]. 水生生物学报, 29(1): 26-30.

杨君兴,潘晓赋,陈小勇,等,2013. 中国淡水鱼类人工增殖放流现状[J]. 动物学研究, 34(4): 267-280.

张金浩,2013. 山东半岛南部海蜇增殖放流效果评价[D]. 烟台:烟台大学.

朱雪莲,王志勇,陈明茹,2006. 系统地理学的研究及其在鱼类上的应用[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版),25(2):183-191.

(责任编辑 万月华)

Assessment of Aboriginal Fish Release at Ahai Hydropower Station by the Mark-Recapture Method

LIANG Xiang[1], SHI Du[2], LENG Yun[1], NI Jing-jie[2], LI Guang-hua[1], LUO Yong-xin[1], SONG Jian-yu[1], HE Wei-ping[1], ZHANG Jian-bin[1], MIAO Xiang-jun[1], ZUO Peng-xiang[1], ZHONG Wen-wu[1], WANG Zhi-fei[1], CUI Li-li[1]

(1.Yunnan Academy of Fishery Sciences,Kunming 650111,P.R.China;
2.Yunnan Huadian Jinsha River Hydropower Development Co., LTD.,Kunming 650228,P.R.China)

Abstract: To mitigate the impact of hydraulic structures on aquatic life in the Ahai section of Jinsha River, four species of artificially bred native fish (*Percocypris pingi pingi*, *Schizothorax kozlovi*, *Schizothorax chongi*, and *Schizothorax prenanti*) were released. The effect of artificial propagation and release of indigenous fish was evaluated using the mark-recapture method. A total of 17 000 fish were released on September 28, 2011 at the Ahai Hydropower Station reservoir dock. Ten percent of the fish had a T-shaped mark and recapture was carried out in the Shigu and Ludila sections of the middle Jinsha River. Collection was carried out in December of 2011 and March, June and September of 2012, each over a period of 15 days and river length of 402 km and the data collected included feedback from fishermen. A total of 79 marked fish were caught in the reservoir areas of Ahai Hydropower Station, Jinganqiao Hydropower Station and Longkaikou Hydropower Station and the number of marked fish recaptured was in the order, Ahai Hydropower Station＞Jinganqiao Hydropower Station＞Longkaikou Hydropower Station. By species, the number of recaptured *Percocypris pingi pingi*, *Schizothorax kozlovi*, *Schizothorax chongi*, *Schizothorax prenanti* were, respectively, 4, 21, 18 and 36, giving recapture rates of 0.19%, 0.42%, 0.37% and 0.72%. Recaptured individuals had continued growing in natural waters after release. We recommend (1) expanding the area receiving artificially propagated fish by establishing additional release sites upstream and downstream of the dam and (2) continuing research on the fishery resource and penetration of genes from artificially bred fish into wild populations.

Key words: Ahai Hydropower Station; native fish species; mark and release; effect evaluation