

综 述

我国湖泊水库银鱼移植增殖生态及技术

THE ECOLOGY AND TECHNIQUE ON TRANSPLANTATION AND ENHANCEMENT OF SALANGIDAE TO LAKES AND RESERVOIRS IN CHINA

秦 伟

(苏州大学水产学院, 215151)

QIN Wei

(Aquaculture College of Suzhou University,
215151)

贾文方

(江苏省太湖渔业生产管理委员会, 苏州 215004)

JIA Wen-Fang

(Administration of Fisheries Supervision of Taihu,
Jiangsu Province, Suzhou 215004)

杭雪花

(苏州大学科研处, 215006)

HANG Xue-Hua

(Science and Research Division of Suzhou University, 215006)

关键词 银鱼, 移植, 增殖, 水库, 湖泊

KEYWORDS Salangidae, transplantation, enhancement, reservoir, lake

中图分类号 S931.5

银鱼是一群以其终生保持软骨的幼态持续为特征的小型名贵经济鱼类,自始新世以来适应着特殊生境生息繁衍至今,在太湖等自然水域和移植水域形成地域性渔业,并达到一定产业规模。近年又成为湖库渔业经济新的增长点。成鱼体长33~220mm,喜生活于敞水区内的中、上层。其软骨颅骨化少,脊索永存,没有骨化,缺乏椎体,无鳍棘,腹鳍腹位,鳍条多于6,鳞已消失,仅成熟雄鱼有一行臀鳞,卵膜丝发达,下颌前端之缝前突为骨质突起。但不同的种之间以不同适盐一产卵场的分异和不同适温一产卵期的分异,分居于同一水域不同的小生境中,从而保证在狭窄地域中种间生殖上得以充分隔离,保证了银鱼种质的稳定性。因此,未发现过自然杂种。银鱼属鲑形目胡瓜鱼亚目银鱼科(Salangidae),全世界现共有6属19种。多分布于亚洲东

部的日本、朝鲜、越南、前苏联及中国的近海和内陆水域。尤以我国种类最多,有3亚科6属15种[张玉玲 1991]。

1 繁殖生态学

银鱼主要为河口种类,太湖银鱼则属适应缓流和静水湖泊的陆封定居类型,能在湖区及其附属水体中自然繁殖完成生命周期,银鱼大多数春季产卵,也有秋、冬季繁殖的。卵圆形、粘性,成熟卵的卵膜表面大部分被卵膜丝包缠,卵受精遇水后利用卵膜丝粘附于它物之上,同时借细丝缓冲风浪使其不致埋于泥中。产卵后的亲鱼即死亡,寿命为1龄。雌鱼卵巢2个。左侧在前,右侧在后且窄小,发育比左卵巢稍超前,位于消化道两侧,前后交错排列,由鳔隔开。雄鱼精巢很小,单个位于消化道后腹部右侧。

1.1 栖息规律

大银鱼最大体长可达280mm,体重35g。能作蛇形游动,下颌稍长于上颌,两颌连接疏松、张开似蛇口的结构,因下颌能脱开,故能吞下较大的超过自身的鱼虾,只要水域中有丰富的野杂鱼虾资源,移植后能迅速生长并旋即成为优势种群。其仔、幼鱼多生活于浅水沿岸带,成鱼多生活于敞水区。夏秋季多活动在湖库上中游浅水饵料生物丰富的河汉。冬季则栖息在中下游避风向阳、溶氧充足的深水区。汛期洪水入库,银鱼有逆水而上回避急流的习性。7月~11月黄昏前后及黎明后活动频繁,其昼夜活动规律是夜间靠岸,白天移向深水区,作水平和垂直洄游。但在夏秋季早晨4点~9点,下午4点~9点,群体在沿岸浅水区觅食,此时沿岸库边捕捞产量较高;上午10点~下午2点,产量均很低,此时多潜伏在深水层停食歇憩。12月~翌年1月集群作生殖洄游,喜徘徊在库坝附近或避风向阳、砂石底质、水质清新、有零星水草、水深1.5~2m的浅水区产卵。阴雨天产卵活动较少,晴天活动增强。清晨产卵活动频繁,后渐平息减弱;下午2点以后直到4点~5点达到一日的高峰[秦伟 1996b]。

1.2 繁殖时期、群体类型及个体大小

据太湖、鄱阳湖的有关报道,太湖新银鱼分为春群(春宗、新口)和秋群(秋宗、老头)两个生态群,前者在3月~5月产卵,盛产期4月,后者9月~11月产卵,盛产期水温分别为11.8~15.4℃和18.2~20.0℃,平均为15℃和20℃左右,但在滇池其春群经数年繁衍成三个生殖群体,一年繁殖3次,即春群3月~5月,4月上旬为盛产期;秋群8月~11月,10月上旬为盛产期;冬群12月~翌年1月。且个体较大,雌性以80~89mm体长组为主。雌鱼最大体长92mm,重6.1g,最小成熟雌鱼体长52mm,重1g。成熟雄鱼最大体长84mm,重4.8g,最小体长56mm,重0.9g,随种群密度增加,成熟个体有逐渐变小的趋势。太湖春型生殖群体为53~70mm,雌雄差异不大,太湖秋群个体略小于春型。太湖新银鱼卵径为0.68~0.79mm,受精卵沉性,水温为16~23℃时,经4d孵化。幼鱼生长较快,新口银鱼到秋季平均体长达53mm,老口银鱼到翌年春平均体长达到47mm,最大个体可达80mm左右。但近年来秋群产卵群体渐趋减小[王文滨等 1980、1982,朱成德 1984、1993,陈国华和张本 1990、1991,王玉芬和蒋全文 1992,庄玉兰等 1996,刘正文和朱松泉 1994,余文荣等 1996,张开期等 1982,张开期 1985,徐信 1962,徐信和陆厚基 1965,陈宁生 1956,陈佩薰和黄鹤年 1963]。近太湖新银鱼的繁殖季节为春夏季的3月~5月,产卵盛期

为4月上旬和5月上旬。移植的最适时期为4月上旬[王卫民等 1996, 张训蒲等 1994]。大银鱼属亚冷水性鱼类,对寒冷的忍耐力及适应性强,属冬季低温繁殖产卵型,生殖群体体长为110~220mm,产卵期12月~翌年3月,盛期为12月下旬~1月上旬(翌年),其繁殖、幼鱼生长及亲鱼成熟均在湖库进行,应属定居鱼类。产卵水温2~8℃,产卵场在硬底且有浮泥的敞水区和湖湾。卵径0.91~1.06mm,水温2~10℃,经30d左右孵化,水温4~12℃约需要25d。幼鱼经2个多月的生长,全长可达40mm。经四五个月就能成为捕捞对象,进入5月以后生长尤快,性成熟雌鱼体长14.3(9.0~21.0)cm,体重6.9(2.6~35.0)g,雄鱼则分别是12.1(9.0~17.5)cm和7.3(3.1~20.5)g。乔氏新银鱼产卵期为3月中旬至5月中旬,而短吻间银鱼稍早,在3月上旬产卵[朱成德 1985,孙帼英 1985,孙帼英和周忠良 1989,张开翔等 1981, 张开翔 1985、1992,陈大刚和董景岳 1987]。

1.3 雌雄比例

大银鱼生殖群体雌雄比例为1:1~2,且随产卵进行而变化,前期雌雄比为1:2,后期雌性明显增加。太湖新银鱼春群雌多于雄,为1.3:1,且雌性随着产卵季节的推迟而增加。秋群产卵期雌雄比为1:3。滇池太湖新银鱼产卵期性比接近1:1,产卵早期则雌多于雄,产卵盛期则雄多于雌,后期二者又接近1:1。

1.4 性腺发育周期及产卵类型

太湖新银鱼春型性腺发育周期,6月~8月为Ⅰ期,9月~11月为Ⅱ期,12月~翌年1月为Ⅲ期,2月后很快从Ⅲ~Ⅳ期过渡为Ⅴ期。产卵期3月上旬~5月中旬,盛产期4月上中旬(水温约15℃)。秋型群体1月~5月为Ⅰ期,6月~7月为Ⅱ期,8月可达Ⅲ期,9月中上旬Ⅳ~Ⅴ期,其繁殖期或延至11月,盛产期多在10月上、中旬(水温约20℃)。大银鱼性腺发育周期,显著短于其它鱼类,10月处于Ⅰ期,11月至Ⅱ~Ⅲ期,12月上旬处在Ⅳ期中,12月中旬转为Ⅴ期末,雄鱼性腺成熟早于雌鱼,约10~20d,12月下旬至翌年1月上旬为其集中产卵盛期(仅3~5d),1月下旬至2月上旬为次盛产期(约2~3d,水温2~6℃或稍低)。南北方产卵期稍有早迟,相差约10~20d。11月下旬即有少数个体产卵,副性征渐增多。在同一批渔获物中有发育不同期的个体,同一个体的卵巢中有处于不同时期的卵母细胞,属多次分批产卵类型。历时40~50d。大银鱼、太湖新银鱼、近太湖新银鱼属无亲体护卫型中层产卵型,卵沉性。产卵、排精在中、上层进行。由于受精卵沉底有被淤泥覆盖之险,自然状态其受精率和孵化率均较低,严重影响子代种群数量的增殖。如江苏横山水库多次移植均未获成功原因恐也在此。乔氏新银鱼和短吻间银鱼属草上产卵亚型、卵粘性,产卵后分散借卵膜丝粘附缠绕在水草上发育,常在沉水植物茂盛的湖湾或河口有微流的区域产卵。

1.5 怀卵量

太湖产太湖新银鱼春群绝对怀卵量1076~2940粒/尾,平均1604粒/尾,相对怀卵量1024~2100粒/克,平均1380粒/克,秋型为1000~1500粒/克。而滇池太湖新银鱼冬群绝对怀卵量2180~5280粒/尾,平均3573~3727粒/尾,相对怀卵量866~1112粒/克,平均1021~1031粒/克,产卵盛期水温为11℃左右;而秋群产卵期水温20~22℃。大银鱼怀卵量3090~34520粒/尾,平均11437粒/尾。相对怀卵量528~1254粒/克,平均886粒/克,成熟系数20.00%~53.50%,平均

38%。而天津营城水库绝对繁殖力为3092~17395粒,相对怀卵量为533~994粒/克,成熟系数6.37%~10.11%(11月5日至11月21日)、13.80%~58.12%(11月25日至12月10日)、0.18%~0.33%(12月中旬以后)。

1.6 产卵群体

性成熟个体在初次生殖之后全死亡,均属于一年生单生殖周期的鱼群,其种群由一个世代组成。每年补充群体数量的多寡,决定翌年生殖鱼群的数量。几个世代的丰歉就会影响整个种群基数,所以波动剧烈,过度捕捞,资源易受影响。对其产卵亲鱼的捕捞应有一定的限制,但资源群体数量遭破坏后的恢复能力很强。银鱼生命周期1年但可延至15个月,尽管个体绝对繁殖力相对较低,但其个体相对繁殖力较高,所以补充群体和前一代种群基数尤雌鱼数是决定翌年种群数量大小的主要因子。

1.7 孵化时间

孵化时间及总积温均与水温呈反相关。胚胎发育在水温0.9~10.1℃情况下,大银鱼自受精至仔鱼孵出历时33d18h54min。在盐度43以下适温范围内,温度越高,孵化速度越快,反之则慢。胚胎发育适温为0.5~16℃,水温2~10℃孵化日数约为30d;4~12℃,约25d;1.7~5℃为63~65d;3~4℃历时45d;孵化积温4320~4500℃×h。最适孵化温度2~8℃,积温4200℃×h左右。水温上限18℃,温差不应超过摄氏二、三度。在1~8℃温差摄氏六度半,孵化率仅为7.9%。随覆盖底泥厚度增加,孵化率降低,底泥厚达3cm以上,则卵全部死亡。刚孵化的仔鱼全身透明,肌肉清晰可见。水温7.2~11.8℃,初长4~5mm。卵黄囊长条形,占体长的32.25%~58.63%,平均为50.56%,附于肠管下方。具较多微血管,有利于仔鱼对卵黄吸收利用。孵出3d的仔鱼,全长6.68mm,活泼游动于水层。水温7~10℃经10~14d卵黄囊消失后方能平游,具有较长的混合营养阶段,这些有利于仔鱼成活率的提高。大银鱼胚胎在0.45以下盐度水体中可正常孵化,上限盐度0.9。在10盐度水体中孵化率仍可达45%,但孵出的仔鱼畸形率高达94%,盐度18.2则孵化率为0。

1.8 初孵仔鱼生活方式

一般银鱼从沉性或粘性卵中孵出,属底生型或吸附型,沉于水底部或籍头部特殊粘附器官,粘附在水生植物上发育。仔鱼待主动巡游方式建立之后,在浮游动物丰富的水层生活一周许,嗣作蛇形运动自由生活。研究表明,新银鱼约经3个多月,大银鱼约经5个多月生长,都能进入商业捕捞群体规格,说明大多湖库饵料资源丰富,并未显示不足或构成对其生长的限制因子。

2 银鱼移植增殖生态及技术

实践表明,银鱼是适合我国南北方内陆大中型水域移植的种类,适宜盐度10~25。银鱼属中国起源的广盐性鱼类,是一种适应范围广、繁殖力强、食物链短、增殖潜力大、经济价值高的小型鱼类,其肉嫩味美、营养丰富,国内市场和出口创汇前景广阔。水库移植银鱼投入少、见效迅速、效益丰厚,是节粮节地节能型高效创汇渔业。只要选好湖库,科学管理,便能一次投放持

久见效,符合经济学、地理学、生物学和生态学准则。

2.1 移植水域自然条件

对移植已获成功的湖库调查表明,其一般要求如下:湖面海拔1503~1974m(洱海);面积200hm²以上,水位要比较稳定,平均水深2.5~87m(抚仙湖,5~15m最好)。最好为乐砂底质。年积温5721~6370℃×h;水温0~31.8℃,年平均水温10.9~17.6℃,以15~17.5℃最好。透明度20~838cm(25~100cm最适)。溶氧4.5mg/L以上,pH 6.5~9.2(程海、杞麓湖);矿化度275.3~1704.34mg/L(程海);总碱度1.458~13.773mg/L(程海);总硬度1.803~6.080mg/L(程海),硝酸盐氮0.076~0.244mg/L,磷酸盐0.015~0.288mg/L,硅酸盐1.09~7.74mg/L,浮游生物丰富且较多小鱼虾。中上层凶猛鱼类不宜超过渔获量的15%,水体年均鱼产量以0.8~18.4kg/hm²为宜。这表明太湖新银鱼和大银鱼适应性强,既适应于贫营养型的深水湖泊和矿化度较低的淡水湖泊,也适应于矿化度高达1704.34mg/L的盐化湖。具体实施前要做到:①减少鲢、鳙尤其鳙的投放量;②调查小型野杂鱼(含银鱼)种类及其生物量;③除去危害银鱼的鮡亚科鱼类。目前,银鱼移植有成体移植和受精卵移植两种方法。

2.2 成体移植

在产卵盛期来临前捕捞成鱼,移植到新水体中。经过一段时间适应之后,成体即可产卵,次年形成一定产量。如天津市黄港二库1993年12月从北塘水库移入成熟的大银鱼亲鱼221kg,计35360尾,每公顷平均45尾,雌雄比1:1.27,运输成活率100%(水利部银鱼协作组资料)。成体移植使种群数量迅速提高,技术关键是:①移植要选择在11月中下旬至12月中下旬。时值大银鱼繁殖产卵期之前,有利于很快增殖;②水温6~8℃;③为确保亲鱼成体鲜活不受损伤,一般用银鱼拖网或围网捕获成鱼。拖网后附带一个小网箱,使被捕的成体进入箱内,每隔10~20min取鱼一次,放入水桶暂养;④捕到的成体安排雌雄1:1.5~2配比计数为妥,雌雄分开装箱;⑤可采用帆布筒、木桶或塑料袋充氧密封运输,运输密度可根据路途远近、温度状况和耗氧情况而确定,并采用气泵沙滤器等增氧设备充氧。每袋装成体1.5kg,加水10kg,充氧后在5h之内运到目的地,成活率94%以上。11月份气温较高,可在塑料袋中适当加冰降温。

2.3 受精卵移植

2.3.1 亲鱼捕捞暂养

在产卵盛期进行,太湖新银鱼春型产卵群体多于秋型,且个体较大,故一般捕捞春型亲鱼,产卵盛期4月上中旬,水温15℃。大银鱼产卵盛期一般为12月下旬~翌年1月上旬(水温2~8℃)的寒冷冰封季节,北方地区稍早为入冬与开春前后,用抬网、拉网、小兜网、目大1.6~2.2cm单层流刺网、拖网或用拖虾网捕获亲鱼,一般30~60min取鱼1次。尽量保持活体暂养。虽然大银鱼产卵期可持续2~3个月,但产卵高峰期仅3~7d,次盛产期2~3d,因此,准确把握其产卵盛期对所获亲鱼的数量和受精卵质量至关重要。产卵期将临,应及时进行水温监测和试捕,掌握产卵群体动态,不失时机地进行捕捞,亲鱼的成熟度鉴别是以副性征明显,将体尾柄向上抬起后,两侧卵巢下垂,精卵从生殖孔自动外流为理想。所以若个体不足10cm的可放入5m×5m×2m网目为0.5m的普通网箱内,并同时放入一定数量的活体小鱼虾,每隔10d左右放一次活鱼虾,若近成熟的则可放入网目为0.5cm左右的游动式暂养箱中暂养,暂养规格可根据需要确

定,每箱50kg左右。

2.3.2 人工授精

(1) 操作技术要点。选取腹部膨大、柔软、卵粒饱满透明、大小均匀、轻压鱼腹,卵粒呈游状态顺畅流出的雌鱼。雄鱼臀鳍较大呈扇形,有臀鳞,心脏附近呈橘红色,拭干鱼体,对太湖新银鱼先用尖头镊子从肛门向前剖开雄鱼腹部,挑去肠,在后肠泄殖腔前右侧挑取扁平长形的白色月牙状精巢,置于擦干的玻璃器皿中,捣碎、研散,然后和卵子授精或用左手挤压,使其精液或卵粒流出体外,雌雄比例为1:2~3。大银鱼则将精卵同时挤入采卵袋,并用鱼的尾鳍及时搅拌精卵,使其混合均匀,然后加生理盐水或过滤湖库清水,稍晃动后静置2~3min,而后反复用清水冲洗几次,用镊子吸管将杂质清除掉,换上现场新鲜水,最后集中于大型的培养缸内静水进行培养孵化并移植待运,此时,受精卵由于吸水并开始膨胀,外现晶莹透明,水液清澈。静置2~3min后,取样观察,如卵细胞膨胀,形成清晰的卵周隙,表明授精成功。如放入水中下沉速度慢,水液、卵细胞浑浊,未见清晰、均匀的卵粒周隙,表明授精失败,弃之。

(2) 注意事项:①暂养亲鱼随用随捞,并尽量在短期内(10~30min)处理完,以免死亡太久影响受精率;②盛卵的器皿或食品袋尽量保持无水,采精时鱼体擦干,防止水和尿液混入,精卵挤出后,及时搅拌。因为精子在原精液中呈休止状态,当用淡水稀释时,精子便马上进入急剧激活状态,据实验观察证明,在经过过滤的湖库水和蒸馏水中,精子遇水后出现快速游动时间一般仅约在15~45s之间,存活最长仅约1min。而在7%的生理盐水中,精子快速游动时间可达45~180s。可存活近4min。接着经旋回、颤动等形式,丧失受精能力。激活的卵子卵膜孔张开使游动的精子入卵受精,受精作用瞬间完成。如果在无水条件下先将精卵搅拌均匀,然后再加水激活,显然会增加精卵互相接触的机会,而使受精率提高。但大规模采卵,很难做到器皿无水,因为在挤出精液和卵的同时,总有少量的水随鱼体带入。因此要求每次采集精卵后都要用鱼尾鳍及时将精卵混匀。这样,即使有小部分精卵被激活,也可顺利完成受精过程;③采卵授精要在避光条件下进行,以减少紫外线对精卵的损害,因日光照射数小时对受精卵有致死的作用,散射光亦有不良影响,卵对光线的抵抗力在发眼前后最弱;④选择成熟度好的雌鱼采卵,卵粒透明晶莹具光泽并微带黄色。挤出后卵粒结团不分离的不成熟卵或黄中透红失去晶莹光泽的过熟卵不能采用;⑤尽量采用7%的生理盐水搅拌鱼卵以提高受精率;⑥据作者观察表明,死亡不久的雌鱼可用于采卵,但精液必须采自活鱼;⑦受精卵存放时应平铺一层,尽量不重叠,以保持充足的溶氧;⑧机械震动对受精卵有致死作用,发眼之前,要防止过强的振动。并每隔3~4日用 5×10^{-6} 孔雀石绿消毒1次,以控制死卵水霉菌的着生。

(3) 提高人工授精技术水准。大银鱼的繁殖亲体采集及人工授精技术是获取高质量受精卵和移植成败的关键所在。如从太湖移放到北京海子水库的大银鱼受精卵仅为11%。受精率低的原因有:①以往参照太湖新银鱼的方法利用研碎精巢采精从而获得精卵,但一般仅50%成活,且精子活力明显较挤出精液差,受精效果不好。因此建议采取挤精液的方法;操作前要保证手、鱼体表面以及盛卵容器的干燥。将成熟卵粒挤到容器中,看清雄鱼泄殖腔前左方的乳白色的精液,慢慢挤出。这时精液粘于体外,然后连同雄鱼一起放入容器中,迅速用生理盐水将精卵混合,搅拌1.5~2min,静置3~5min。再用过滤的库水漂洗3次,用羽毛剔除剩余组织和杂质;②受精方法不当,操作技术不熟练。大银鱼精子遇水后保持受精能力仅15~45s左右,故一定要先使精卵充分混合后再加水晃动容器使鱼卵快速均匀受精。亲鱼雌雄比为1:3,采用干法授精,用6~10%生理盐水以提高受精率,可随船作业;③非产卵受精,精液本身质量不好,尤其精液

数量不足,发育不成熟,造成不受精空卵;④受精率鉴别方法有误差,未受精卵当成受精卵,移植时尤其是买进卵时更为重要,受精率的高低直接关系到引种的成本高低和成功与否。不成熟的卵不吸水,卵不受精一般是不分裂的或有分裂也是不均匀的假分裂。所以,可依此粗略估算受精率,即卵裂在16~32细胞时期分裂正常均匀者为受精卵,否则为非受精卵。科学的是受精卵发育到原肠期才能计算受精率。

2.3.3 受精卵的暂养与管理

将晶莹圆润的受精卵移到盛有清水较大的平底容器中。要避免分布不匀成堆,长期蓄养污物积累等造成发育敏感期(如原肠期、胚孔封闭发期等)的胚胎大量死亡。孵化中每隔1~2h搅动受精卵1次,以增加溶氧。经常清除发白、发霉的死卵。每天换水2~3次,每次换水2/3,镜检受精卵的胚胎情况。发现出膜要及时挑出放入另外的干净容器中。水温要保持2~8℃并通风良好,有漫射光。北方地区如低于0℃,要采取升温措施。受精后约7d,发育至原肠期时计算受精率。大银鱼冬季孵化比高温孵化更易控制水温,尤其北方因都有取暖设备,降低水温只要适当开窗即可。水温以1~6℃为好,温度过高鱼卵发育太快,平泳时饵料生物也未很好繁殖。冬季可用维斯孵化瓶微流水孵化。为简化操作,也可静水孵化,在室内用砖块和塑料薄膜围成10cm高的浅池,盛水5cm左右,鱼卵均匀地放在水底,存卵密度100~150万粒/m²,水浅是为了增大水面和体积比,以增加氧气的溶入。随时吸除死卵,防治水霉病。平泳时把水温调到与库水相差不超过摄氏一二度即可放苗。

2.3.4 受精卵的无水运输

鲑形目鱼类最适于移植的发育阶段是受精卵,对于生命周期短,寒冬季节集中采卵的大银鱼尤其如此,其优点是结合汛捕采集受精卵经济方便,受精卵孵化时间长(2~10℃,30~40d),对新的水域环境变化的适应能力强,在胚胎发育期间进入移植水体可塑性大,具有很强的生命力,易于大批量长距离运输,可避免传染病传播且方法简单易行,成活率高,移植易于取得成功,受精卵运输一般发育到原肠期后,最好是发眼卵,切忌过早,因在发眼期,受精卵已稳定发育且对外界环境的适应能力最强,以后的孵化率和成活率都较高。如山东省丹河水库移植未获成功的唯一原因是在受精卵敏感期(原肠中期之前)运输。故作者认为,受精卵的运输一定要避开敏感期,即是在受精1星期以后方可运输。太湖新银鱼起运时间根据孵化水温而定。若水温较低(1~4℃以下),暂养2~3d后起运;水温15℃以上,经1d暂养起运。如起运过迟受精卵在途中破膜出苗,则死亡率高。大银鱼繁殖期水温较低,孵化期较长,不存在因水温高而早出苗的问题。其起运时间主要根据胚胎发育和准备工作而定,最好在受精后5~7d,原肠晚期以后运输。采用充氧或不充氧进行水运、陆运、空运。如量少,距离短,一般可不充氧,以敞口容器或塑料桶运输。使用经120目筛绢网或脱脂棉过滤的湖水,1L水可放受精卵300~5000粒。如果受精卵多,距离远,则充氧密封,空运为妥,数量为10万粒/袋,视运输长短等具体情况酌情增减。途中要使水温与孵化时一致,保持温度不超过8℃,如温度过高,要适当加冰。防止破袋及剧烈振动。有敞口大容器带水运输(20~60万粒/m³)、低温无水运输(湿润低温运输,加冰、淋水,0~2℃)、受精卵滤水充氧加冰聚乙烯塑料袋运输(0~2℃)和敞口10磅保温瓶运输(0~2℃)等方法,应根据具体情况妥善选择。大银鱼受精卵运输的基本关键是保持适宜的温度、湿度和空气流通等条件,使受精卵有一良好的小环境,既不影响其正常发育,又不致在途中早孵化,影响质量[秦伟 1993a,1993b,1994a,1994b,1995b]。优点是温度1~4℃,这不仅是胚胎发育的最适温度,而且低温耗氧量少,运输时间长,鱼卵不会生水霉菌、孵化率高,技术管理较为简便,且携带

管理极为方便。依据低温可使鱼卵处于休眠状态,使胚胎生理机能暂时停止,胚胎发育停滞或推迟的机理,采取受精卵在 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 条件下无水运输。大银鱼胚胎发育对低温适应较强,温度愈低($0\sim 2^{\circ}\text{C}$),则保存持续时间愈长,并不影响其孵化率。其适应方式是延缓或停滞发育,可看作是对寒冷产卵生态条件的适应。在不利条件下胚胎长时间发育停滞的适应,特别在昆虫、两栖类常见,在鱼类鲜见报道。这说明鱼类个体发育的各种适应特征与个体发育各阶段中种的固有生存条件密切相关。

(1)运输准备。受精卵起运前首先用 5×10^{-6} 孔雀石绿液等洗刷消毒运卵器具,然后漂除分离卵中消化道、发白而不透明的死霉卵等污物,捡除死胚,装换等温的过滤湖库水。每个塑料袋装受精卵 $5\sim 10$ 万粒,充氧双层密封运输。袋内适宜水温为 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$,最适宜温度为 $2\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。运输途中勤检查,勤观察,避免强烈震动,将粘附在袋四周的鱼卵及时冲入水中,水温严格控制在 $2\sim 8^{\circ}\text{C}$,若路途遥远历时较长可作途中重新置换新水充氧再行起运,确保途中受精卵的安全,做到万无一失。运卵前根据当前的具体条件和可能,选择一个最经济可靠的交通运输工具,在转运地点作好人力物力接运安排和受精卵移放等一系列准备工作。盛卵器具可选择木箱、鱼篓、木桶、保温杯、瓶等。其中以木箱为最好,保温又保湿,运输方便。其形状可圆可方,大小视需要而定,箱底开有小孔,用以排水,侧壁上小孔利于空气流通。其他如温度计、淋水壶及保温壶等,应根据需要携带。

(2)鱼卵装运。装运鱼卵必须准确掌握受精卵发育孵化期和过程,起运一般多在受精卵发眼前进行,因这时对氧气的要求较低。先清除发白不透明的死卵,可用清水反复漂洗或人工拣卵作业。受精卵经过冲洗充分膨胀后,将水滤干,称量计数装入双层尼龙袋内,排出袋内空气,迅速充氧,封口后再套一层塑料袋。或直接放入保温瓶内垫板上(使卵和容器底留有空间,容纳途中冰化的水),上面盖上报纸等作隔离层,然后再放上冰块。加冰时根据气温、容器容积大小确定,最后加盖密封起运。温度控制在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 为宜,途中随时检查温度,将冰块化的水倒出,另加些冰,但切忌温度降至零度以下,以免冰害损失鱼卵。运输箱等可设计成多种规格,大小不一,分为层式和盒式两种。层式箱可把卵直接装入盛卵盘中或包裹于盛卵盘上的湿纱布中,最上层装盛碎冰块,途中融冰下渗,使各层卵保持湿润和一定低温。铁路运输或空运时,箱底不留排水孔,最下层不装卵。盒式运卵箱,把卵分装于孔径小于 1mm 的多孔聚乙烯袋中,聚乙烯袋放箱内,并在袋之间填塞海绵碎块,箱子经捆扎后,即可长途运输。

(3)途中护理。中途必须保持充分湿度及低温。一般每隔 $30\sim 60\text{min}$ 淋水一次。铁路运输,夜间气温低, $60\sim 90\text{min}$ 淋水一次即可。淋水水温与卵箱内的温度相差不能过大,如果天气冷,气温较低,距离较近,则淋水次数可适当减少。如气温高的情况下运输,途中可补放些冰。要防止阳光直射温度过高,保持装卵容器内 $2\sim 8^{\circ}\text{C}$,务必始终保持湿润低温,达到盛器内不留积水又不干燥过度。途中应注意:①严格控制温度,应根据当时气候、运输距离,将温度控制在银鱼受精卵胚胎发育的最适宜范围 $2\sim 10^{\circ}\text{C}$,但为了延缓其发育进程,可降低至 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。铁路运输车厢温高,为了减低发育速度和代谢作用在盛卵器内加冰降温,但车厢接头处温度较低,应注意防止结冰,使胚胎发育畸形或死亡;②防止机械损伤。车运时,在车厢内铺软草或把盛卵器置于软座上,避免剧烈振动。卵裂期是对震动的敏感期,低温无水保存延迟其发育,且活动范围小能减免对震动的敏感性;③长途运输最好用保温车,保持温度、湿度相对稳定,夜间行车效果更好。此法特点是体积小,携带方便,易于远距离大量运输。若运输时间长,则粘着率有所降低。但失去粘性的鱼卵可置于大孔号筛绢网箱孵化放流,仍可正常发育孵化出仔鱼。这样经运输后

成活率可达89%以上,孵化率可达80%。

2.4 选择放卵地点

根据大银鱼的生活习性,其选择放卵地点基本要求是:①水质肥沃,食料生物(轮虫、枝角类、桡足类等)丰富的湖库湾汊内。山谷型水库应投放在浅水河滩处。最好选择若干个投放点。北方湖库结冰,要事先每5~10m打一口冰眼,每一冰眼放受精卵3~5万粒。投放点与容器的水温差超过摄氏二百度须调节,升温速率要控制在1℃/h以下。降温速率要控制在0.25℃/h以下;②水域中上游水质清晰,水域宽阔,水位稳定,无污染源,避风向阳,离岸一定距离,风浪较小使受精卵平顺发育;③水深约1.5~2.5m,敌害鱼较少,砂砾底质或少泥底质;④受精卵放入水库后,便于昼夜看护,并在放卵区能禁止捕鱼作业的区域放卵孵化,目的是使鱼苗孵化后,既有适口而充足的天然饵料,又有安静舒适的栖息环境,且不会受水位涨落的影响。

2.5 设置孵化台和孵化箱

早期银鱼的移植把卵撒布于硬质水底了事。鱼卵没有防御能力,长期暴露于水底任凭泥沙掩埋、鱼虾吞食、水霉感染,成活率降低。如已放有公鱼,成活率将更低。因为公鱼冰下并不停食,而大银鱼在低温下孵化期很长,鱼卵被吃掉的机率更大。根据大银鱼对孵化环境的要求,尤其是底质情况不明时,可设置若干孵化台和孵化箱,宜选择在水深1.5~3m左右的浅水区域,鱼卵均匀入箱,且最好营造石砌台基并用粗砂填平石缝,然后把孵化箱架在孵化台上或直接放入网箱内;7~10d洗刷一次。出苗后放流至大水域。亦可直接将受精卵多点投放在铺沙的库底区域或沙石底质的自然区域内让其自然孵化。如山东省许家崖水库1992年撒布受精卵于库底孵化获得巨大成功[屈忠湘等1995]。但底质为淤泥,或在长江流域及其以南水温较高的地区,宜采用孵化箱孵化或其它放入网箱隔离孵化方式,如江苏省横山水库移植失败就在于撒布方式不适宜,由于库底为淤泥,卵因风浪搅动被底泥覆盖住甚或卷入淤泥而窒息死亡[秦伟1996a]。

2.6 放卵孵化及仔鱼放流

据多次试验,耳石出现期的受精卵和内外混合营养阶段的仔鱼,水温剧降到6~8.5℃,均可正常孵化和生活。受精卵运抵目的地以后,轻轻取出,再次除去死卵,在背阴处静置片刻,以平衡温差,当卵温与水温接近时,将卵从袋中倒出加水搅拌,再次放入封闭网箱中保护孵化。为了提高孵化率,可用盐水(2~4)浸泡鱼卵5~10min。此时如尚未发眼,可继续在阴暗处用淋水法处理,使发眼。入箱时,卵箱与鱼卵温差不能过大。先加4℃左右的湖库水调整温差至6℃,实践证明,这种方法接近原产地人工放流孵化率。大银鱼受精卵在2~10℃胚胎发育适温范围内能持续30d左右。将受精卵徐徐放入预先设置的孵化箱内,让其自然孵化。鱼卵投放后设专人负责管理,严禁在投卵水域内捕鱼,以确保其不受人为了干扰。若水质不受污染,不受敌害,受精卵经30~40d陆续孵化出苗,孵化率可达80%。刚孵化的鱼苗,侧卧水底,后主动上游。体长5~8mm出现黑色眼点时即可平游。破膜后5~7d卵黄囊基本消失,始摄食。影响孵化率的因素是搬运、风浪冲刷、淤泥覆盖和被鱼吞食。

2.7 移植年限、密度

移植银鱼受精卵的年限一般为2年,也有1年和3年。有经济实力的可1年(1次)引进所需受

精卵,有困难的可2年或3年(2次或3次)引足。移植密度和数量主要根据水域营养类型,尤其是鳙的生产量,鲤、鲫等增殖鱼类和小型野杂鱼类的生物量与生产量,经济实力和计划形成产量的时间等决定。一般的标准是:成体1.5尾/hm²以上,受精卵(受精率70%~80%)500~1000粒/hm²,仔鱼300~600尾/hm²。一般移植密度大则潜伏期短,形成产量快。

2.8 移植效应及移植放流效果跟踪观察评估

水域中的饵料和环境因子是移植受精卵能否正常形成种群生产力的关键。所以在银鱼移入投放后,要定期测定移入水域的水位、温度、透明度、pH、硬度等非生物环境因子,同时对饵料生物、鱼类区系组成、水体营养类等也要定期采样分析。同步进行银鱼多点试捕,分析银鱼种群形成规律和原因。当年移植后的5、6月份其全长约达到3cm或4、5cm,是检测太湖新银鱼和大银鱼成活与生长的最好时间。发现有银鱼个体说明移植成功。网具为圆锥形拖网,网口直径1.5m左右,用直径2cm左右圆锥钢制网口圈,拖网后端直径0.4m左右,拖网长2.5m。尤其在繁殖季节要检查其生长发育。当银鱼移入新水体后,能在新水体中存活,有部分个体成熟后自然繁殖后代,即产生了生物学效应、前期效应。在移入当年或第二年即可出现。银鱼在新水体中繁殖后代,形成具有一定捕捞价值的种群数量,称为生产效应。太湖新银鱼一般需3年,个别为2年,大银鱼则需2年,个别为3年。生产效应出现后,应于第2年用生产网具试捕,按一般鱼类资源评估方法估计银鱼资源量。

3 移植后的资源增殖管理

鱼类种群结构反映着各个种群与环境之间的相互关系,具有适应性意义。性成熟个体在初次生殖之后全部死亡,从渔业经营的角度来说,若不及时捕捞,渔业效益便得不到体现,资源财富就付之东流。银鱼资源在环境及捕捞等影响下,种群数量容易产生大幅度的波动。如1952~1996年太湖新银鱼产量统计,最高年份(1986年)为2158.8t,其它年份1700t左右,最低年份(1996年)仅为200t,因此深入研究湖库中的生物因素和非生物因素对银鱼种群数量变化的影响,提出有效的资源增殖措施,显得尤为重要。保护银鱼资源是适应21世纪持续发展的要求,以持续生态渔业,逐步取代经济性甚至是掠夺性的开发。按生态系统原理和资源经济规律建立生态、经济和社会效益相统一的渔业生产体系。如合理配置银鱼网,规定网目标准;结合禁渔期、区制定可捕范围,最大限度地减少捕幼体和产卵群体的伤害;进行资源增殖,保障其更新与恢复;定期报告对资源数量和质量的监测,实施整体协调的大渔业科学管理。银鱼对湖库环境和过度捕捞的反映是积极的,但适应能力减弱,有局限性,主要表现在产卵群体基数大小对翌年种群数量关系甚大,对产卵季节以及对产卵场有一定要求。初孵仔鱼要求稳定的底栖环境,若沿岸区污染浓度高,会使胚胎发育停止或夭折。湖库银鱼繁殖保护和增殖管理应注意以下几个问题。

3.1 实行产卵繁殖保护、春汛隔年休渔

繁殖保护是移植银鱼增殖资源的保证持续利用的重要环节,是保证其受精卵度过原肠敏感期和早期发育成活。因此,除规定禁渔期外,还要设常年繁保区,使期限内有足够的数量亲鱼参加产卵。力排人为干扰,提供产卵基质植物,保护湖底环境,改善和恢复天然产卵场和索饵肥育

场。为科学增殖,保护渔民长远利益,1997年太湖区停止春汛银鱼捕捞,同时扩大繁保区,这是针对最近三年银鱼严重减产的严峻形势,为增殖资源,从治表又治本的角度而推出的重大举措。建议今后采取隔年春汛休渔使之休养生息坚持形成制度,并要坚决贯彻执行银鱼繁殖保护条例。近年来太湖银鱼繁保区约有220.11km²,占总面积的10%[秦伟等 1997]。湖库尤为水库的水位变幅较大,在繁殖期间保持水位相对稳定十分重要,大银鱼的卵为沉性卵,因水位下降受精卵会蒙受损失。水位变化与银鱼产量存在正相关关系,即银鱼产量有大小之分。这是因为春季雨水(桃花汛)较多,正是大银鱼幼鱼生长的主要季节,地表径流将丰富的有机物带入库内,促进了浮游生物的生长。显然,丰富的饵料生物和宽敞的水体有利于大银鱼种群的生长和繁殖[朱成德 1993]。

3.2 人工采卵授精,孵化放流增殖

黄渤海对虾和鱼类人工放流增殖资源成功的实践可资借鉴。尤其在连续干旱水位较低,自然繁殖受阻的情况下,推行人工繁殖大银鱼卵,室内孵化放流或直接人工放流发眼卵弥补子代数数量不足以扩大其种群数量。选择2~3个合适湖湾返湖放流试点,取得经验后逐步推广。银鱼自然繁殖受精率和孵化率都比较低,如太湖、江苏羽山水库大银鱼自然产卵后的天然受精率仅为7.08%和3.84%,顺利发育机率为16%[胡绍坤等 1992],应在自然增殖的基础上,在繁殖季节大规模、有步骤、有计划地采取人工采卵、授精的方法,以使资源迅速补充恢复。

3.3 限期治理污染,保护湖库生态环境,提高水体生产力水平

水污染是工业化和现代化带来的负效应,并且日趋严重,湖库生态环境尤为恶化,严重影响银鱼的生长和繁殖。氮、磷等大量入湖,使营养盐和pH值升高,加快了湖水的富营养化和碱性化进程,导致藻类异常增殖,深氧急剧降低,造成鱼类死亡,对以上问题决不能掉以轻心。太湖、滇池、巢湖是国家九五期间重点治污的三大湖泊。随着沿湖工农业发展,工业污水和生活污水大量排入渔业水域。表层沉积物中N、P、TN、TP和TOC的含量超标,引起了严重的缺氧。为此要对湖周日排污100m³、COD50kg以上污染严重的水污染源企业要及早关停,限期实现达标。实行目标管理责任制,推行无磷洗衣粉工程,对入湖污染物排放,应从浓度控制转向以总量双向控制。希望采取扎实有效措施,花大力气治理,使湖库变洁,维持良好的水质,保持营养盐类的一定水平,提高水质的初级生产力,给银鱼生长创造一个安全、舒适的环境。必要时采取施肥等调节水质措施,以增强食料基础。泄洪放水,注意防逃,以减少银鱼资源流失。

3.4 规定起捕规格,合理限额捕捞和加强渔政管理,保证种群的延续

影响银鱼产量变动的因素,归纳人为和自然因素两方面,前者主要是捕捞力量的影响。补充量R的大小是关系到来年资源量的一个重要关键,而其大小,则由两个因素决定:①发生量,亲鱼产卵数多少及受精率、孵化率;②生长量,即补充群体幼鱼的生长量。大银鱼移植成功后,要对其进行生长、食性、分布及繁殖等调查,分析种群变动规律,作出资源评估,确定合理捕捞限额。就目前资料来看,已按正常比例养鲢、鳙的水面移植大银鱼,每公顷水面可增产银鱼30kg左右;而对于放养不足或没有放养鲢、鳙的水域,每公顷可以获得银鱼75~105kg(如天津北塘水库银鱼产量为37.5~135kg/hm²,鲢、鳙产量为575kg/hm²左右)。确定捕捞限额是为了保证留有足够的产卵亲鱼,同时又能获得较高的鱼产量,使长远利益与短期效益结合起来。运

用灰色系统理论关联分析方法,据试捕产量、实际产量和汛后留湖量指数,用人工神经网络技术计算分析,确定春秋两汛期银鱼可捕量和留库种群数量[严小梅等 1996]。作者建议,留库量为资源总量的10%~20%左右为妥。大银鱼10月份后(8月龄)生长速度渐慢,应避开其快速生长阶段,捕捞安排在9~10月份,既可达商品规格,效益又高。适当减少鲢、鳙的放养量(鲢、鳙比例为2:1),采取强化捕捞,抑制鮠属、红鮠属等凶猛鱼类,以使大银鱼种群占优势。北京密云水库大银鱼和公鱼并存,这对于大银鱼的食物保证具有一定作用,值得借鉴。还要形成移植增殖、资源管理、合理捕捞、加工销售密切结合的科学系统。根据银鱼生长特点,并维护种群可持续繁衍发展,考虑捕捞现状和近期增加贸易收益,银鱼起捕规格应在65mm以上[秦伟等 1997]。实践证明,提高捕捞规格,严禁滥捕幼鱼及群众性张网偷捕,严格限制网具数量、长度和捕捞时间。实行兼业渔民捕捞制度及限额发放捕捞许可证,制定合理的禁渔期和禁止炸、毒、电等有害渔具渔法会取得相得益彰的效果。应进一步加强渔政经营管理力度,维护银鱼生产正常秩序。让银鱼资源为人类持续利用。

文稿承蒙中国科学院南京地理与湖泊研究所张开翔教授、江苏省淡水水产研究所朱成德研究员、中国科学院水生生物研究所余志堂研究员审阅、修改,谨此致谢。

参 考 文 献

- 王卫民,杨干荣,张家波等. 1996. 徐家河水库陆封近太湖新银鱼的生长特性及渔业利用. 水产学报,20(1):18~24
- 王文滨,朱德成,钟瑄世等. 1980. 太湖短吻银鱼秋季人工授精、孵化和早期发育的研究. 水产学报,4(3):303~307
- 王文滨,朱德成,钟瑄世等. 1982. 太湖短吻银鱼春季早期胚胎发育以及温度与其孵化关系研究. 生态学报,2(1):67~76
- 王玉芬,蒋全文. 1992. 太湖短吻银鱼生长特性的研究. 湖泊科学,4(1):56~62
- 庄玉兰,冯焯华,李建华. 1996. 云南高原湖泊太湖新银鱼增殖生态研究. 水利渔业,83(3):16~20
- 刘正文,朱松泉. 1994. 滇池产太湖新银鱼食性与摄食行为的初步研究. 动物学报,40(3):253~261
- 朱成德. 1984. 不同温度对太湖短吻银鱼秋季孵化的试验研究. 生态学报,4(1):1~8
- 朱成德. 1985. 太湖大银鱼生长食性的初步研究. 水产学报,9(3):11~12
- 朱成德. 1993. 银鱼的移植及技术的探讨. 内陆水产,19(4):11~12
- 孙幅英. 1985. 大银鱼卵巢的成熟期和产卵类型. 水产学报,9(4):363~368
- 孙幅英,周忠良. 1989. 长江口及其邻近海域大银鱼生态的初步研究. 海洋湖沼通报,(4):76~79
- 严小梅,胡绍坤,施须坤. 1996. 太湖银鱼资源变动关联及资源测报方法探讨. 水产学报,20(4):307~313
- 余文荣,罗水新,罗恒明等. 1996. 云南高原湖泊太湖新银鱼的繁殖. 水利渔业,86(6):9~11
- 张玉玲. 1991. 新银鱼属系统发育的初步研究. 系统进化动物学论文集,1(1):75~82
- 张开翔,庄大栋,张立等. 1981. 洪泽湖所产大银鱼生物学及其增殖的研究. 水产学报,5(1):29~39
- 张开翔,高礼存,张立等. 1982. 洪泽湖所产太湖短吻银鱼的初步研究. 水产学报,6(1):9~16
- 张开翔. 1985. 试论太湖银鱼增殖. 淡水渔业,(2):5~8
- 张开翔. 1992. 大银鱼胚胎发育的观察. 湖泊科学,49(2):25~37
- 张训蒲,龚世园,吴育焯等. 1994. 淤泥湖近太湖新银鱼和寡齿新银鱼卵巢发育的研究. 华中农业大学学报,13(6):601~606
- 陈宁生. 1956. 太湖所产银鱼的初步研究. 水生生物学集刊,(2):324~335
- 陈大刚,董景岳. 1987. 南部大银鱼产卵群体渔业生物学特征的初步研究. 海洋湖沼通报,(2):49~59
- 陈国华,张本. 1990. 鄱阳湖产银鱼的繁殖生物学. 湖泊科学,2(1):59~67
- 陈国华,张本. 1991. 鄱阳湖产银鱼的生长研究. 江西科学,9(4):225~232
- 陈佩薰,黄鹤年. 1963. 长江三角洲面鱼的形态生态资料. 水生生物学集刊,(3):93~98
- 屈忠湘,周伯成,赵传水等. 1995. 许家崖水库大银鱼移植试验. 淡水渔业,25(4):11~14
- 周伟. 1991. 两种新银鱼卵膜表面的亚显微结构研究. 海洋与湖沼,22(1):93~95

- 胡绍坤,沈其璋,吴林坤. 1992. 太湖大银鱼卵子自然发育的观察. 水产养殖,46(3):23~24
- 秦 伟,沈其璋. 1993a. 银鱼的移植驯化及水库移植大银鱼的广阔前景. 水利渔业,67(5):12~24
- 秦 伟,沈其璋. 1993b. 大银鱼移植驯化操作技术要点. 水利渔业,68(6):44~45
- 秦 伟. 1994a. 我国湖泊水库银鱼移植现状及渔业发展的探讨. 水产科技情报,21(4):156~158
- 秦 伟. 1994b. 大银鱼受精卵采集,低温无水保存和运输的初步研究. 水利渔业,73(5):24~26
- 秦 伟. 1995a. 银鱼的捕捞技术与繁殖保护. 齐鲁渔业,12(1):36~37
- 秦 伟. 1995b. 银鱼的移植驯化与资源增殖技术. 中国渔业经济研究,(6):28~29,31
- 秦 伟. 1996a. 大银鱼的水库移植及资源增殖. 水产科技情报,23(2):84~87
- 秦 伟. 1996b. 银鱼在水库中的栖息活动及结构特性研究. 淡水渔业,26(4):15~17
- 秦 伟,梁守仁,贾文方. 1997. 太湖银鱼种群消长动态及其增殖措施. 淡水渔业,27(6):1~4
- 徐 信. 1962. 太湖短吻银鱼(*Neosalanx tangkahkeii* var *taihuensis*)性腺的周期观察. 动物生态及分类区系专业学术讨论会论文汇编,138
- 徐 信,陆厚基. 1965. 太湖短吻银鱼(*Neosalanx tangkahkeii* var *taihuensis*)性腺发育阶段分期及产卵期的探讨. 华东师范大学学报(自然科学版),(2):67~73