

~~~~~  
综述  
~~~~~

# 淡水鱼类种质资源生态库的研究 现状与展望

曾一本

(中国水产科学研究院, 北京 100039)

## PROSPECTS AND STATUS OF STUDIES ON GENETIC CONSERVATION OF FRESHWATER FISHES IN CHINA

Zeng Yiben

(Chinese Academy of Fisheries Science, Beijing 100039)

**关键词** 淡水鱼类, 种质资源, 生态库

**Key words** Freshwater fishes, Genetic resources, Genetic conservation

水生生物种质资源是水产增养殖业发展的重要物质基础。发达国家都十分重视水生种质资源的研究。我国自80年代以来开始淡水鱼类种质资源的研究,先后在长江水系进行了淡水鱼类种质资源天然生态库、人工生态库(含冷冻库)建设,同时进行了不同流域间淡水鱼类的考种,淡水鱼类种质鉴定技术、标准参数及种质标准研究,取得了较好的进展。本文以这些科技攻关项目的研究成果为主,概述我国在淡水鱼类种质资源生态库建设方面的研究现状与进展。

### 1 淡水鱼类种质资源天然生态库的研究进展

**1.1 天然生态库自然环境研究** 淡水鱼类种质资源天然生态库,包括天鹅洲通江型故道和老江河封闭型故道“四大家鱼”种质资源库,以及淤泥湖团头鲂种质资源天然生态库。天鹅洲<sup>[1]</sup>位于湖北省石首市,因1972年长江自然改道而形成,形状如马蹄铁,故道上口当长江水位36m时与长江相通,下口常年与长江相通,水面面积约1 466—2 666hm<sup>2</sup>。老江河<sup>[2]</sup>位于湖北省监利县,因1901年长江主河道自然截弯取直而形成的牛轭湖。1958年在老江河的上、下通江口人工筑坝建闸与江河隔断,现有水面1 840hm<sup>2</sup>。淤泥湖<sup>[3,4]</sup>面积1 650hm<sup>2</sup>,座落在湖北省公安县,因80年代柯鸿文等报道了淤泥湖团头鲂的经济性状优于

本文承蒙张兴忠、李思发先生审阅并提出意见,在此表示感谢。

1997-12-01收到; 1999-01-08修回。

其它湖泊的团头鲂，引起国内水产界瞩目。

经调查<sup>[6]</sup>，天鹅洲—老江河故道水域均属中-富营养类型，各项理化指标保持了长江水质特点，符合渔业用水标准，水质优良，主要离子含量稳定；淤泥湖水中三氮含量和过去相比有增高的趋势而磷明显下降，污染性指标硫化物、挥发性酚及重金属仍未检出，表明该湖仍为中营养型湖泊。

三个生态库的鱼类生物饵料资源都十分丰富<sup>[7-10]</sup>。天鹅洲有水生生物 306 种，其中浮游植物 155 种，浮游动物 114 种，底栖动物 26 种，水生高等植物 9 种；应用 Wilhm 公式研究表明，故道水生生物多样性指数较高，其中浮游植物为 1.47，浮游动物 1.74，底栖动物 1.34，高等水生植物 0.70。这些丰富的饵料资源为鱼类生长和发育提供了物质基础，其鱼产力达 963t。老江河故道浮游植物 94 种，浮游动物 63 种，底栖动物 32 种，水生植物 27 种。淤泥湖浮游植物有 57 属，浮游动物有 29 属，底栖生物常见种类有 17 种，水生植物共 41 种。

**1.2 “四大家鱼”和团头鲂渔产量及种群数量** 研究表明天鹅洲故道水域中鱼类共有 18 科 77 种，以鲤形目为主，常见种有“四大家鱼”、鲤、鲫等 31 种，1991—1993 年故道水域鱼产量分别为 718、702 和 658t，经济鱼类种群数量和生物量分别占总渔获量的 62.67% 和 82.96%。并查明了天鹅洲故道“四大家鱼”的洄游、数量生长变动规律：长江水位涨落和水流流速是刺激“四大家鱼”进出故道的主要原因之一；故道中“四大家鱼”的资源量为 16.71 万尾，生物量为 72.8t，种群补充量为 26.06 万尾；在长江和故道两种环境里鱼类的生长无显著差异，故道中鱼类肥满度略高，鱼类总死亡率和总死亡系数分别为 0.77、1.58，明显高于长江鱼类；年龄结构研究结果为，“四大家鱼”种群中 1 龄鱼占绝大部分，平均为 78.15%，2 龄鱼占 16.23%，3 龄以上鱼仅占 5.62%。故道水域捕捞强度过大，造成了该水域“四大家鱼”种群年龄结构简单和低龄化。

老江河和淤泥湖水域鱼类区系组成特点<sup>[11,12]</sup>与长江中下游湖泊基本一致，老江河现有鱼类 87 种，隶属于 9 目 19 科 59 属，淤泥湖的鱼类共有 14 科 53 种，一半以上为鲤科鱼类。老江河水体不具备“四大家鱼”繁殖所要求的生态条件，其产量主要依靠人工放养后捕捞而得，群体年龄组成鲢以 1 龄鱼为主占 73.9%，鳙、草鱼、青鱼以 2 龄为主，分别占 52.9%、73.1 和 47.4%。对淤泥湖团头鲂的生长研究表明，其体长与体重的回归方程为  $W = 0.2091L^{2.3783}$ ,  $n = 55$ ,  $r = 0.9412$ ，生长拐点为 5.5。其绝对繁殖力均值为 198371，绝对繁殖力和相对繁殖力仍高于 50 年代梁子湖团头鲂，这对于保持淤泥湖团头鲂群体的相对稳定是十分重要的<sup>[4]</sup>。

首次在国内对内陆水域鱼类多样性指数进行了研究<sup>[14]</sup>，结果天鹅洲故道鱼类群落的 Shannon 指数 ( $H'$ ) 3.70, Wilhm 改进指数 ( $H''$ ) 4.19, Simpson 指数 (D) 及均度 (E) 分别为 0.89 和 0.66，表明天鹅洲故道具有较高的鱼类多样性，群落及群落内种间关系稳定。

**1.3 “四大家鱼”和团头鲂种群遗传结构的研究** 采用乳酸脱氢酶 (LDH)、苹果酸脱氢酶 (MDH)、6-磷酸葡萄糖脱氢酶 (G6PDH) 和脂酶 (EST) 对天鹅洲故道青鱼、草鱼、鲢、鳙的种群遗传结构进行了研究<sup>[13]</sup>。仅在鳙、草鱼肝脏 LDH 样品中各检测到一例变异等位基因，鲢心肌 G6PDH 虽具有三种表型，尚难判断为变异等位基因产物，初步表明天鹅洲故道“四大家鱼”均属遗传结构较为稳定的群体。

采用 mtDNA 限制性内切酶酶切技术分析了<sup>[15,16]</sup>老江河水域草鱼、鲢、鳙群体的遗传

结构,三种鱼均未发现 mtDNA 酶切片长度多态现象,表明老江河水域内草鱼、鲢、鳙等三种鱼群体内未发现遗传变异,其遗传背景是单一的。采用该技术查明淤泥湖团头鲂遗传结构有明显的多态现象,以一种基因型为主,其 mtDNA 分子大小为 16.21Kb,并有一尾鱼的 mtDNA 明显小于其它鱼类,为 15.51Kb,这在鲤科鱼类中属首次报道,说明 mtDNA RFLP 分析技术对一些遗传变异低的种(如团头鲂)或种群分析可能是较为有效的手段。

**1.4 “四大家鱼”和团头鲂种群数量调控的研究** 天鹅洲生态库根据长江“四大家鱼”进出故道洄游规律及其规格,故道水文变化特点,设计、安装了长 4 519m,网目 2a = 4cm 的拦网,既使长江“四大家鱼”天然苗种能自由地进入故道,又有效地防止了“四大家鱼”外逃,1994 年“四大家鱼”产量已达 91t。通过研究提出对“四大家鱼”的捕捞强度应控制在 0.3—0.5,开捕年龄定为 3 龄,年产量 300t。

老江河通过各种措施使凶猛鱼种群维持一定规模,主要凶猛鱼类鮰类和鳡鱼在渔获物中的比例由 1991 年的 22.2% 下降到 1994 年的 10.2%,小杂鱼数量亦呈下降趋势。根据老江河故道饵料生物基础和“四大家鱼”生长情况,适当增加了草鱼的放养量,扩大鲢、鳙的放养量并提高鳙的放养比例,使“四大家鱼”在渔获物中的比例由 1991 年的 51.9% 增至 64.2%,1994 年产量达 215t,渔获物中鲢、鳙的比例也由 1991 年的 17.3% 和 15.4% 调整为 1994 年的 15.1% 和 24.6%,取得了明显的经济效益<sup>[11]</sup>。

淤泥湖通过控制投放草鱼种并加大其捕捞量和人工移植水草等措施,使其水草资源得到较好的恢复,水生植物生物量达到 25 670g / m<sup>2</sup>,比“七五”期间增加近 4 倍,为团头鲂的生长、自然产卵和蔽敌提供了良好的生境<sup>[4,10-12]</sup>。在渔产量稳步上升的同时(1994 年为 315t,比 1991 年 240t 提高了 31.25%),团头鲂的产量有了明显的增长,从 1991 年的 12t 增加到 23.3t。目前,淤泥湖的团头鲂亲鱼(包括后备亲鱼)产量达到 20t 以上,年繁殖团头鲂苗种的能力为 1.2—1.5 亿尾。

## 2 淡水鱼类种质资源人工生态库的研究进展

人工生态条件下保存淡水鱼类种质资源,是根据拟保存鱼类的种质标准,从自然环境引进原种进入池塘等人工水域(人工生态库),提供优质生境条件,使其繁育,以保持种质稳定的优良性状。

**2.1 淡水鱼类种质资源人工生态库** 在荆州市建立了 20.6hm<sup>2</sup>淡水鱼类种质资源人工生态库,完成了配套项目的设计与建设,青、草、鲢、鳙、银鲫、团头鲂、镜鲤、兴国红鲤、尼罗非鲫、奥利亚罗非鲫、淡水鲳、彭泽鲫、斑点叉尾鮰及黄河鲤等 14 种原(良)种鱼类已入库保存。较系统地研究了人工生态库环境因子的变化规律和它们对鱼类生长发育的影响,对库内的十四种主要经济鱼类的繁育、纯化与复壮进行了系统的研究,提出了有利于保存种质资源的水质标准等重要参数、人工生态条件下保存鱼类种质资源与原种生产技术与工艺。经形态学测定及与标准参数对比,证明人工生态库中保存的鱼类仍保持着原(良)种的优良性状。目前该生态库保存有 14 种 2710 组鱼类,原(良)种鱼苗年生产能力达 1 亿尾,近 5 年内已向社会提供鱼苗鱼种 2.8 亿尾,生产亲鱼和后备亲鱼达 14.2t,并向社会提供 7.8t。

在进行保存鱼类的同功酶分析中,发现长江中链酯酶同功酶有 9 种生化类型,已筛选

出两种生长快的类型。研究表明, 鲢肝脏酯酶同工酶区带多, 等位基因呈杂合状态的类型, 其一般生长较快, 以酯酶为遗传标志, 指导长江鲢的原种保存和人工繁殖以及优良品系的选育, 有一定的理论意义和应用价值, 将在“九五”期间深入研究<sup>[17]</sup>。

**2.2 淡水鱼类种质冷冻库研究** 通过研究已基本建立了鱼类精液冷冻保存的整套实用技术, 并首次在中国水产科学研究院院长江水产研究所建立了鱼类冷冻精液库, 进一步完善了保存技术与生产工艺, 冷冻库库容量达到 1881—2850ml, 达到了渔业生产应用水平, 已有青、草、鲢、鳙、兴国红鲤、镜鲤、团头鲂和银鲫等 8 种鱼类的精液入库保存。这些鱼类的精液经在液氮中短期(数天)和长期(1—2 年)冷冻保存, 解冻后的精子活力可稳定在 60—70% 之间, 冻精受精率达 80% 以上, 孵化率达 75—90%。大口鲇、长吻𬶏精子的低温保存技术也接近生产应用水平<sup>[18]</sup>。鱼类卵子和胚胎冷冻保存技术研究所面临的困难较多, 一般还停留在 -30℃ 左右的低温保存水平。我国已筛选出 10 多种能形成玻璃化最低浓度的抗冻剂, 基本掌握了冷冻玻璃化技术及形成规律<sup>[19]</sup>。低温保存取得了鱼类胚胎 -196℃ 保存后存活率达 80% 的结果。还进行了卤虫胚胎和无节幼体冷冻保存试验, 为水生动物配子、胚胎超低温保存提供了参考依据。

**2.3 淡水鱼类种质标准参数和种质标准** 研究揭示了长江、珠江、黑龙江的鲢、鳙、草鱼种群间互有显著差别, 长江水系鲢、鳙鱼生长性能优于珠江水系鲢、鳙<sup>[20]</sup>。对鲢、鳙、草鱼、青鱼、团头鲂、兴国红鲤、德国镜鲤、方正银鲫、尼罗非鲫和奥利亚罗非鲫等 10 种鱼的形态特征、生长性能、繁殖性能、生化遗传、核型、DNA 含量及营养成分等方面, 在群体水平、细胞水平、分子水平三个层次上进行了研究, 构建了这十种鱼的框架结构, 提出了生产上“四大家鱼”亲鱼使用最佳年龄, 并制定了这 10 种鱼的种质标准<sup>[20, 21]</sup>。

**2.4 淡水鱼类种质资源数据库研究** “七五”期间, 已初步在中国水产科学研究院院长江水产研究所和淡水渔业研究中心建立了两个淡水鱼类种质资源数据库, 近年又进一步利用多媒体、视窗和数据库语言技术, 建立了淡水鱼类种质资源数据库人工智能决策系统, 原始数据和标准参数贮存量达 10 兆<sup>[22]</sup>。

### 3 分析和讨论

**3.1 淡水鱼类种质资源库在生物多样性保护中的作用** 近二十多年来, 生物多样性的保护及持续利用引起了国际社会的极大关注。我国对大熊猫、东北虎等珍稀濒危动物的保护, 一般采取建立自然保护区办法, 并有相应的动物园等配套<sup>[23]</sup>。全国已建成的各级自然保护区占国土面积的 1.7%。在水生野生动物方面建立了水生野生动物自然保护区 40 多处, 使海龟、儒艮、白暨豚、中华鲟、白鲟等珍贵稀有水生动物得到了一定的保护, 并建立了江西兴国红鲤、荷包红鲤、黑龙江方正银鲫等种类以池塘为主的原种基地。对江河洄游性经济鱼类, 利用水域自然生态环境建立鱼类种质资源天然生态库, 在种群水平保护和利用鱼类种质资源研究, 在国际上尚处探索研究阶段。实行遗传保护最理想途径是建立包括产卵场、育肥场在内的自然保护区, 美国对洄游性鱼类如美洲鲥的保护, 一般采用修建过鱼设施和人工放流相结合的方法<sup>[31—33]</sup>, 但难为我国目前的国力所承受。初步研究表明长江中下游的鲢、鳙、草鱼、青鱼各属一个没有显著遗传分化的种群<sup>[24—26]</sup>, 因此上述研究开辟了利用鱼类种质资源天然生态库保护和利用长江“四大家鱼”和团头鲂种质资源, 大规模

生产和提供其原种的新途径。这些研究成果,不但对保护和利用长江丰富的天然苗种资源具有现实意义,而且具有重要的借鉴作用和潜在的推广价值。为了保护濒危物种和有潜在价值的优良养殖对象,还应在调查研究的基础上,建设一批流域性国家级的种质资源库,如北鮰、细鳞鱼、鲟鱼、鲤鱼、虎嘉鱼等冷水性鱼类自然保护区<sup>[27]</sup>,高原湖泊温水性、河川暖温性鱼类保护区,以及大鲵保护区等。

**3.2 淡水鱼类种质资源库在水产增养殖业中的作用** 我国的淡水和海水养殖业,近二十年来取得了显著成绩,但在主要养殖鱼类的繁育过程中,由于长期近亲交配、逆向选择,加上养殖环境恶化等原因,使我国传统的优良养殖对象出现了生长减慢、肉质变劣、抗病力下降、个体变小以及性成熟提早等经济性状严重衰退的现象。

上述研究初步建立了以天然生态库、人工生态库、低温保存库及种质标准和数据库相结合的,在种群、个体和细胞水平上比较配套的淡水鱼类种质资源保存和利用的技术体系,结合已建立的黄盖鲽、青鱼、草鱼、鲤、鲫、鳊、三角鲂等的基因文库<sup>[28,29]</sup>,进行原(良)种种质的近期及长期保存、检测、查询和开发利用,并在17个原(良)种场、10000多个水产种苗生产场(点)基础上,逐步建立、健全我国水产优良养殖对象苗种生产体系、管理体系、质量监督体系,促进水产养殖业的进一步发展具有重要意义。

**3.3 应完善水生动物种质资源生态库的建设** 目前,由于管理等原因,所建的一些淡水鱼类种质资源生态库未能很好发挥作用。为使该研究成果更好地用于生产,建议国家和地方的有关部门继续给予必要的支持,对天鹅洲故道、老江河故道、淤泥湖水域的“四大家鱼”和团头鲂天然生态库及人工生态库主要鱼类种群间和种群内的遗传结构,分析这些遗传结构及其变动情况的有效检测指标,继续进行系统深入的研究,并加强天鹅洲白暨豚与“四大家鱼”种质资源保护的相关研究<sup>[30]</sup>,以便采取合理和有效的保护措施并为建立新的保护区提供科学依据。同时对这些生态库应加强宣传,定期调拨原种到各良种场,使生产单位尽量采用大量不同来源的亲鱼进行人工繁殖,人为地避免或减少近交,以保持养殖鱼类的优良性状。此外,鉴于我国的胚胎冷冻保存技术已达到国际先进水平,应继续支持其研究,以获得进一步的突破。

## 参 考 文 献

- [1] 李思发、吕国庆、周碧云。长江天鹅洲故道“四大家鱼”种质资源天然生态库建库可行性研究。水产学报, 1995, 19(3): 193—201
- [2] 樊启学、张家波、王卫民等。老江河的水质理化特性及其渔业评价。华中农业大学学报, 1996, 15(6): 573—579
- [3] 朱江、刘敏、侯海英。淤泥湖团头鲂种质资源天然生态库的理化性状及其渔业评价。环境科学与技术, 1996(增刊): 149—152
- [4] 张兴忠、冯光化、张四明等。湖北淤泥湖团头鲂优良性状及种质研究。淡水渔业, 1991, (3): 12—16
- [5] 吕国庆、李思发。长江天鹅洲故道鲢、鳙、草鱼和青鱼种群特征与数量变动的初步研究。上海水产大学学报, 1993, 2(1): 6—16
- [6] 吴利桥、翟良安、李谷等。天鹅洲鱼类种质资源库环境质量评价。中国水产科学, 1996, 3(2): 94—102
- [7] 张征、翟良安、李谷等。长江天鹅洲故道浮游生物调查及鱼产力的估算。淡水渔业, 1995, 25(5): 16—18。
- [8] 陈大庆、邱顺林、刘绍平等。老江河水生植被。中国水产科学, 1998, 5(1): 62—67

- [9] 罗远忠、付建军。淤泥湖浮游生物、底栖生物现存量及渔产概算。环境科学与技术, 1996(增刊): 153—161
- [10] 于丹、曾一本、张汉华等。淤泥湖退化水生植被恢复及其在湖泊资源天然生态库中作用的研究。应用生态学报, 1996, 7(4): 401—406
- [11] 张家波、樊启学、王卫民等。老江河的鱼类资源及其合理利用。华中农业大学学报, 1997(增刊), (总 25): 6—11
- [12] 方耀林、余来宁、郑卫东等。淤泥湖团头鲂的形态及生殖力研究。淡水渔业, 1990, (4): 26—28
- [13] 夏德全、杨弘、吴婷婷等。天鹅洲通江型长江故道“四大家鱼”种群遗传结构研究。中国水产科学, 1996, 3(4): 11—18
- [14] 凌去非、李思发。长江天鹅洲故道鱼类群落种类多样性。中国水产科学, 1998, 5(2): 1—5
- [15] 晏勇、张兴忠、龙华。草鱼线粒体 DNA 限制性内切酶分析。淡水渔业, 1994, 24(3): 30—31
- [16] 张四明、龙华。湖北淤泥湖团头鲂 mtDNA 限制性片段长度多态性的研究。水产学报, 1996, 20(4): 289—293
- [17] 余来宁、方耀林、宁宗德等。长江白鲢脂酶同工酶的类型与生长的相关性及其在原种保存中的应用。中国水产科学, 1995, 2(5): 8—14
- [18] 鲁大椿、刘宪亭、章龙珍。鱼类精液冷冻保存技术操作规程。淡水渔业, 1997, 27(4): 13—15
- [19] 章龙珍、刘宪亭、鲁大椿等。玻璃化液对鲢鱼胚胎成活的影响。淡水渔业, 1996, 26(5): 7—10
- [20] 李思发等。长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼、青鱼种质资源研究。上海: 上海科技出版社。1990
- [21] 余来宁等。主要淡水养殖鱼类种质研究。北京: 科学出版社。1991
- [22] 林康生、白连胜、姚红等。淡水鱼类种质人工智能信息系统。淡水渔业, 1994, 24(5): 3—5
- [23] 中国自然资源保护纲要编写委员会。中国自然资源保护纲要。北京: 中国环境科学出版社。1987
- [24] 李思发、周碧云、吕国庆等。长江鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼标准与检测的研究。水产学报, 1997, 21(2): 143—151
- [25] 赵金良、李思发。长江中下游鲢、鳙、草鱼、青鱼种群分化的同工酶分析。水产学报, 1996, 20(2): 104—110
- [26] 吴力钊、王祖熊。长江下游鳤鱼天然种群的生化遗传变异。水生生物学报, 1991, 15(1): 94—96
- [27] 张觉民。中国的冷水性鱼类及其开发利用。鲑鳟渔业。1990, 3(1): 1—20
- [28] 朱作言、何玲、谢岳峰等。鲤鱼和草鱼基因文库的构建及其生长激素基因和肌动蛋白基因的筛选。水生生物学报, 1990, 14(2): 176—178
- [29] 王朝元、汤伏生。主要淡水养殖鱼类基因文库的构建。中国水产科学, 1995, 2(2): 43—48
- [30] 张先锋、魏卓、王小强等。建立长江天鹅洲白暨豚保护区可行性研究。水生生物学报, 1995, 19(2): 110—123
- [31] Nicola G G, Elvira B, Almodovar A. Dams and fish passage facilities in the large rivers of Spain: Effects on migratory species. *Arch Hydrobiol*. 1996, 113(4): 375—379
- [32] Jungwirth M. Bypass channels at weirs as appropriate aids for fish migration in rhithral rivers. *Regul. Rivers Res. Manage*, 1996, 12(5): 483—492
- [33] Christine M, Moffitt, Boyd Kynard, Stephen G. Rideout. Fish passage facilities and anadromous fish restoration in the connecticut river basin. *Fisheries*, 1982, 7(6): 2—11