

# 回眸“十二五” 展望“十三五” ——中国水产科学研究院指导

长江口是我国最大的河口,涉及沪、苏、浙、皖四省市,河口海陆交汇,在全球生态系统中具有特殊地位。在渔业上,长江口具有产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道“三场一通道”的生态功能,起到“产房、幼儿园和生命通道”的作用,支撑着长江和东海渔业的可持续发展。

中华绒螯蟹、刀鲚、鳊鱼、暗纹东方鲀和中华鲟等“一蟹四鱼”是长江口的关键物种和重要渔业对象,曾占长江口渔业年总产值的90%以上。上世纪八十年代后,高强度开发和资源过度利用导致“三场一通道”遭受严重破坏,渔业资源枯竭、水域呈现“荒漠化”。中华绒螯蟹产卵场萎缩了81%,刀鲚产量不足原来的十分之一,中华鲟濒危。养护长江口渔业资源刻不容缓!

长江刀鲚是长江中珍稀名贵的生殖洄游性鱼类,以鲜、嫩、美而闻名,享有“长江三鲜”之首的美誉。上世纪七十年代长江刀鲚的汛期捕捞量一度高达3750吨,“春食江刀”成为重要的江南民俗。近年来,受水域生态环境恶化、过度捕捞和涉水工程建设等因素影响,长江刀鲚洄游群体数量急剧下降,2007年被列入首批“国家重点保护经济水生动植物资源名录”,2012年长江刀鲚捕捞量降至历史低点,仅为57.5吨。然而,刀鲚应激反应强烈,“出水即死”,且存在繁殖群体性腺发育不同步等问题,致其人工育苗与养殖技术属世界难题,亟待攻克。



▶林浩然院士(右一)指导刀鲚应激实验。

▼工作人员正在检查刀鲚鱼发育情况。



## 主要完成单位

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心,江苏中洋集团股份有限公司,江苏省淡水水产研究所,江阴市申港三鲜养殖有限公司

## 主要完成人

徐跑,顾若波,朱永祥,徐钢春,刘凯,杨健,郑金良,许志强,徐东坡,杜富宽

## 成果简介

2005年项目实施以来,取得了长江刀鲚种质资源、原种保存、人工驯养、全人工繁殖及生态养殖等系列成果,经鉴定评价,整体技术处于国际领先水平。

项目构建了长江刀鲚资源监测评估体系,支撑了“长江刀鲚国家级水产种质资源保护区”建设。近20年的监测数据揭示了长江刀鲚资源衰退的三大成因,筛选出刀鲚适宜的栖息地、产卵场,支撑建立了其种质资源保护区,为制定“长江下游春季禁渔制度”和“刀鲚特准捕捞制度”提供了科学依据。首创长江刀鲚的全人工繁殖及苗种规模化培育技术,开辟了刀鲚种质保存和资源养护新途径。阐明了刀鲚性腺发育规律,解析了其繁殖生理特征和应激反应机理,突破了刀鲚的生理催熟、应激调控、高效孵化、系列饵料、分级培育等关键技术,建立了其全人工繁殖技术,受精率达80.2%,出苗率为60%;筛选出最适开口饵料,揭示了早期生长发育规律,形成了刀鲚苗种生态培育技术,优化了饵料生物的培育技术,建立了苗种抗应激运输技术。建立了刀鲚生态养殖新技术,实现了长江刀鲚养殖的产业化技术示范。构建了“浮游动物+鳊鱼鱼苗+小虾”阶段式配套的生态养殖技术模式,形成浮性颗粒饲料驯养和病害防控技术,实现了刀鲚大规模商品鱼的人工养殖,并进行了产业化示范。系统比较分析了养殖刀鲚与其他生境类群刀鲚的品质差异。掌握了刀鲚耳石中生境元素的“指纹”特征,评价了长江及临近水域的刀鲚群体组成和洄游机制,建立了不同生境类群刀鲚的判别技术,系统研究了长江刀鲚的生境选择性。突破性发现长江中短颌刀鲚存在江海洄游的习性。

## 刀鲚“耳石中生境元素”

刀鲚为洄游性鱼类,平时生活在海里,繁殖季节结群由海入江,进行生殖洄游。产卵群体沿江上溯进入通江湖泊、支流,或在干流浅水弯道处产卵。幼鱼顺流而下至河口生长肥育,有些幼鱼在通江湖泊生活一段时间,待秋季水位下落时便顺流而下,径自回归入海,或在河口逗留后再入海。

耳石是存在于大多数硬骨鱼类内耳中的钙质沉积结构,目前耳石信息分析技术

已广泛用于解决鱼类生态学中的诸多难题,如物种和群体识别、产卵场及洄游习性研究等。利用耳石元素化学分析技术,通过对刀鲚耳石中的元素“指纹”,特别是锶(Sr)钙(Ca)特征和类型的研究,解读耳石中Sr/Ca比值中所蕴含的生境信息,归纳出耳石中对应于淡水、河口半咸水和海水生境的判别标准,进而重建刀鲚的生活史特征,复原其洄游履历。

## “浮游动物+鳊鱼鱼苗+小虾”阶段式配套养殖模式

刀鲚的主要食物包括浮游动物(桡足类和枝角类)、虾类和鱼类等,且不同大小个体的食性不同,刀鲚幼鱼主要以桡足类、枝角类和端足类等浮游动物为食,体长7厘米~8厘米时兼食水生昆虫、糠虾和鱼苗等,体长15厘米以下主要摄食桡足类、枝角类和水生昆虫,体长25厘米以上则主要食鱼和虾为食。

构建了刀鲚池塘养殖中投喂“浮游动物+鳊鱼鱼苗+小虾(细足米虾、青虾)”3种

饵料生物的阶段式生态养殖技术,在刀鲚生长的不同阶段投喂相应的最适饵料,以浮游动物为刀鲚生长前期(体长小于10厘米~15厘米)配套饵料,鳊鱼鱼苗+小虾作为刀鲚生长后期(体长10厘米~15厘米以上至成鱼)的养殖配套饵料。该种养殖模式符合刀鲚的自然摄食习性,降低了养殖成本,显著提高了刀鲚养殖的产量并确保刀鲚摄食的适口性和食量,保证了养殖刀鲚的品质。

# 长江刀鲚规模化繁育关键技术研究与示范

二〇一五年江苏省科技进步一等奖

# 长江口重要渔业资源养护关键技术与应用

2011年上海市科技进步一等奖,2015年上海市技术发明一等奖,2015年江苏省科学技术一等奖

## 主要完成单位

主要完成单位:中国水产科学研究院东海水产研究所、中国水产科学研究院淡水渔业研究中心、上海市水产研究所、江苏中洋集团股份有限公司、上海海洋大学、上海市长江口中华鲟自然保护区管理处、全国水产技术推广总站

## 主要完成人

庄平、徐跑、张根玉、张涛、唐文乔、钱晓明、徐钢春、赵峰、施永海、刘凯、刘健、冯广朋、罗刚、侯俊利、刘鉴毅、徐东坡

## 成果简介

长江口重要渔业资源养护关键技术与应用项目在构建监测研究平台、找准资源衰退成因及其机制的基础上,一方面,针对关键栖息地,研发生境修复技术,确保“三场一通道”功能发挥;另一方面,针对珍稀物种,攻克人工救护和繁育难题,确保物种延续。通过“生境修复”和“物种养护”双管齐下,实现长江口渔业资源可持续发展和生态平衡。

技术。产卵场由56平方公里恢复至260平方公里。枯竭21年的蟹苗资源,近5年恢复并稳定在年均60亿只的历史最好水平。

世界河口联盟于2012年组织国际同行专程来上海,考察学习中华绒螯蟹产卵场修复和增殖的成效,认为该工作是国际上渔业资源恢复的成功范例。

### 第二、研发了“柔性鱼礁”中华鲟索饵场再造技术

柔性鱼礁是柔性、漂浮式的人工鱼礁,其目的是通过人为在水域中设置构筑物,以改善海域生态环境,营造海洋生物栖息的良好环境,为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所,达到保护、增殖和提高渔获量的目的。

长江口的潮间带滩涂水域是中华鲟幼鱼最为集中的索饵场所,常规的人工鱼礁方式难以适应由于潮汐作用所造成的干、枯环境。因此针对中华鲟幼鱼的自然分布及其摄食习性,针对潮间带水域的环境及饵料生物特点,开发研制了漂浮式柔性鱼礁索饵场再造技术。通过在索饵场附近水域培育柔性鱼礁上的附着生物,再将柔性鱼礁移植到索饵场,直接增加饵料生物;同时,柔性鱼礁还改善了索饵场的生态环境,增加了其它饵料生物资源。在19.6平方公里实验区内,中华鲟幼鱼的喜好饵料生物量和丰度分别增加49.2%和49.4%,保障了中华鲟幼鱼洄游至长江口期间的索饵生长需求。

### 第三、提出了鳊鱼洄游通道“一控二限”管控措施

沿海60%的鳊鱼经长江口进入淡水,长江口密集的网具阻断了鳊鱼的洄游通道,严重威胁鳊鱼的自然资源。项目创建了洄游通道保护“窗口”理论,提出了“一控二限”管控措施,推动了农业部制定长江口鳊鱼特准捕捞制度,使鳊鱼资源恢复到每年3000万尾。

## 创新点

攻克了珍稀鱼类养护技术,有效保护了珍稀濒危鱼类资源。积极开展人工繁育,实施增殖放流,有效保护珍稀物种。

### 第一、攻克了刀鲚“出水死”难题

刀鲚应激反应强烈,运输、拉网、操作等均极易引发死亡。通俗的讲,刀鲚应激会诱发血糖、血脂短时间内急剧升高,这种症状会诱发心脏的损伤和电位紊乱,造成猝死。

在应激反应研究的基础上,通过Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>等离子的对比试验,研究发现盐度10(NaCl)可以调节刀鲚的基础代谢水平、渗透压及钠离子通道的活性,从而抑制细胞凋亡及心脏膜电位的改变。该技术可以将刀鲚驯养成活率从不足20%,提高到95%以上。

### 第二、创建了刀鲚、暗纹东方鲀规模化人工繁育技术

洄游性鱼类性腺发育人工调控是世界性难题,项目首次阐明了性腺发育启动的3条信号通路,发明了营养强化和仿生微流调控技术,实现了刀鲚和暗纹东方鲀规模化人工繁育,制定国家标准2项,年产苗种2亿尾~3亿尾,实现了珍稀物种的增殖放流。日本九州大学专程来项目组学习刀鲚人工繁育技术。

### 第三、研发了受伤中华鲟救护成套技术

项目集成了自主研发的“鱼类电麻醉方法”、“鱼内窥镜”、“鲟鱼超声波性别鉴定方法”、“重伤大型中华鲟快速康复组剂”等专利技术,创建了受伤中华鲟诊疗和抢救专用技术平台,以及相应的操作技术规程。

## 创新点

构建了长江口集高密度、高精度、多目标为一体的监测评估体系,揭示了渔业资源衰退的成因及其机制,奠定了生态修复和资源养护理论基础。

在时间、空间和频次上高密度采集数据,年均获数据20万条,填补了基础数据空白,准确掌握了资源变动趋势。研发了专用卫星通讯标志和声纳标志专利技术,精准定位了产卵场、索饵场等关键栖息地位置和变迁,为生境修复提供了科学依据。有效数据回收率较国际平均水平提升45%。研发了具自主知识产权的应用软件,集智能分析、建模反演和预测预警等功能为一体,提高了长江口渔业资源研究和管理的科学水平。

揭示了渔业资源衰退的4大关键成因及其机制,即产卵场萎缩导致补充群体数量锐减、索饵场受损导致食物网破碎、洄游通道受阻破坏了生活史完整性、关键生态位物种缺失导致群落结构失衡。相关研究发表于本领域顶级国际期刊《Biological Conservation》。

## 创新点

创新生态修复方法,重点选择中华绒螯蟹产卵场、中华鲟索饵场、鳊鱼洄游通道等3类关键生境,研发了系列生境修复重建技术,恢复了长江口生态功能,重要渔业资源显著回升。

### 第一、发明了中华绒螯蟹产卵场“三合一”重建技术

长江口是中华绒螯蟹最大的产卵场,针对产卵场萎缩、繁育群体衰竭等问题,发明了“底播生物+漂浮湿地+增殖亲体”的“三合一”产卵场重建

## 应用推广成果

成果推动了农业部5项渔业管理政策出台,为9个保护区的建立提供了科学依据;开发的管理软件推广至沿江沿海12个省市渔业管理部门,提高了科学管理水平;成功修复了关键栖息地,增殖了渔业资源,促进了长江口生态平衡和可持续发展。优化了渔业群落结构,增加了优质水产品,社会效益显著;创建了河口渔业资源养护理论和技术,为我国渔业资源养护起到了科学示范作用;创建了“国家长江珍稀特有鱼类工程技术研究中心”等3个国家级平台,技术推广至全国16省市,推动了行业的科技进步。

