

鱼类学论文集

第五辑

TRANSACTIONS OF THE CHINESE
ICHTHYOLOGICAL SOCIETY

No. 5

中国鱼类学会 编辑

科学出版社 出版



鱼类学论文集

第五辑

TRANSACTIONS OF THE CHINESE
ICHTHYOLOGICAL SOCIETY

No. 5

中国鱼类学会 编辑

科学出版社

1986

内 容 简 介

本书是中国鱼类学会会刊,刊登鱼类形态解剖、分类区系、资源生态、生理遗传、组织胚胎和古鱼类等基础学科的学术论文。

1984年7月中国海洋湖沼学会在青岛召开了第四届会员代表大会及有关二级学会的学术年会。会前鱼类学会为这次会议准备了论文,本辑刊载了其中一部分,即:“葛洲坝枢纽下游中华鲟繁殖生态的研究”、“秦岭地区的鱼类区系及其动物地理学特征”、“中国鲤科鱼类染色体组型的研究(VIII) 鲃亚科15种鱼的核型及其系统演化”、“丁基黄原酸钠对鱼类的毒性效应”等共14篇学术论文。

本书可供海洋湖沼、水生生物、渔业科技人员,大专院校生物系、水产系、养殖系有关专业的师生参考。

鱼 类 学 论 文 集

第 五 辑

Transactions of the Chinese

Ichthyological Society

No. 5

中国鱼类学会 编辑

(中国科学院水生生物研究所 武汉)

责任编辑 高峰

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1986年9月第一版 开本:787×1092 1/16

1986年9月第一次印刷 印张:9 3/4 插页:6

印数:0001—1,570 字数:225,000

统一书号:13031·3275

本社书号:5048·13—6

定价: 2.80 元

鱼类学论文集 (第五辑)

(1986)

目 录

葛洲坝水利枢纽下游中华鲟繁殖生态的研究.....	
.....余志堂、许蕴珩、邓中彝、周春生、向 阳 (1)	
普通鲮鱼视网膜组织学研究.....	徐永淦、何大仁、郑美丽、柴敏娟 (17)
黄鳝垂体腺嗜碱性细胞组织化学的研究.....	王良臣、阎家本、刘修业 (29)
珠江银色颌须鲛的产卵习性 & 胚胎发育.....	梁秩桑、常剑波、陈 华 (35)
东海大陆架外缘及大陆坡深海鱼类区系研究.....	
.....许成玉、邓思明、詹鸿禧、黄克勤 (47)	
秦岭地区的鱼类区系及其动物地理学特征.....	
.....陈景星、许涛清、方树森、宋世良、王香亭 (65)	
鸭绿江的鱼类区系.....	解玉浩 (91)
珠江口七丝鲚和凤鲚仔、稚鱼的形态特征.....	陈真然、魏淑珍 (101)
东海舵鲔属 (<i>Auxis</i>) 的后期仔鱼的研究.....	孙继仁、吴光宗、庞鸿艳 (111)
中国鲤科鱼类染色体组型的研究 (VIII) 鲃亚科 15 种鱼的核型及其系统演化.....	
.....桂建芳、李渝成、李 康、周 瞰 (119)	
皱唇鲨和白斑星鲨生殖期的初步研究.....	王者茂 (131)
新丰江水库大眼鲈生物学及其最大持续渔获量的初步研究.....	
.....叶富良、陈 军、周天柱 (137)	
丁基黄原酸钠对鱼类的毒性效应 (I) 丁基黄原酸钠对鱼类胚胎的毒性效应...	
.....张甫英、尹伊伟 (153)	
丁基黄原酸钠对鱼类的毒性效应 (II) 丁基黄原酸钠对叉尾斗鱼 (<i>Macropodus opercularis</i>) 的亚致死效应.....	尹伊伟、张甫英 (159)

TRANSACTIONS OF THE CHINESE ICHTHYOLOGICAL SOCIETY (No. 5)

(1986)

CONTENTS

- Study on Reproductive Ecology of Zhonghua Sturgeon (*Acipenser sinensis* Gray)
in the Downstreams of Gezhouba Hydroelectric Project
Yu Zhitang, Xu Yungan, Deng Zhonglin, Zhou Chunsheng and Xiang Yang (14)
- Histological Study on the Retina of Grey Mullet (*Mugil cephalus*)
..... Xu Yonggan, He Daren, Zheng Meili and Chai Minjuan (26)
- A Histochemical Study on the Basophils in the Pituitary Gland of *Monopterus
albus* Wang Liangchen, Yan Jiaben and Liu Xiuye (33)
- The Spawning Habit and the Embryonic Development of Chinese Gudgeon
Gnathopogon argentatus (Sauvage et Dabry), in Pearl River
..... Liang Zhixin, Chang Jianbo and Chen Hua (45)
- Studies on the Fish Fauna of the Outer Region of the Continental Shelf and
the Continental Slope in the East China Sea
..... Xu Chengyu, Deng Siming, Zhan Hongxi and Huang Keqin (64)
- Fish-fauna in Qin Ling Mountain Area and its Zoogeographical Characteristics
..... Chen
Jingxing, Xu Taoqing, Fang Shumiao, Song Shiliang and Wang Xiangting (89)
- The Fish Fauna of the Yalu River Xie Yuhao (100)
- A Study on the Larvae of Grenadier Anchovies, *Coilia grayii* Richardson and
Coilia mystus (Linnaeus), in the Waters off Zhujiang (Pearl River) Mouth
..... Chen Zhenran and Wei Shuzhen (109)
- Description and Distribution of the Postlarvae of Frigate Mackerel, Genus *Auxis*
(Pisces) from the East China Sea
..... Sun Jiren, Wu Guangzong and Pang Hongyan (117)
- Studies on the Karyotypes of Chinese Cyprinid Fishes (VIII) Karyotypic Analyses
of Fifteen Species of Barbinae with a Consideration for their phyletic
Evolution..... Gui Jianfang, Li Yucheng, Li Kang and Zhou Tun (127)
- Preliminary Research on the Reproduction Period of the Koro and the Star-Spotted
Shark Wang Zhemao (136)
- Preliminary Study on the Biology of *Siniperca kneri* (German) with Reference
to the Problem of Maximum Sustained Yield in the Xingfengjiang Reservoir
..... Yie Fuliang, Chen Jun and Zhou Tianzhu (151)
- Toxic Effect of Butyl Sodium Xanthate on Fishes
(I) Toxic Effect of Butyl Sodium Xanthate on Fish Embryos
..... Zhang Fuyin and Yin Yiwei (157)
- Toxic Effect of Butyl Sodium Xanthate on Fishes
(II) Sublethal Effect of Butyl Sodium Xanthate on *Macropodus opercularis*
..... Yin Yiwei and Zhang Fuyin (162)

葛洲坝水利枢纽下游中华鲟 繁殖生态的研究*

余志堂 许蕴珩 邓中燊 周春生 向阳

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

本文报道 1981—1983 年间在宜昌以下的长江干流进行的中华鲟繁殖生态的调查结果。判断受葛洲坝枢纽阻隔而滞留于坝下江段的中华鲟性腺不但可以发育成熟,而且根据采集到的一批中华鲟鱼卵、鱼苗和幼鱼证实了在枢纽下游还能够自然繁殖,并初步确定了产卵场的位置。对坝下江段中华鲟的一些主要繁殖生物学特性与长江上游的资料进行比较后认为无显著差异。

讨论了葛洲坝枢纽兴建后在坝下江段发现中华鲟性腺发育成熟和自然繁殖对维护和发展中华鲟资源的意义。初步确定了中华鲟两次繁殖之间的间隔期,分析了个别个体卵巢退化的原因,并就如何保护和增殖长江中华鲟资源提出了具体的建议。

一、前 言

中华鲟(*Acipenser sinensis* Gray)是一种大型的溯河洄游性鱼类,最大的个体达 1,100 余斤。平时栖息于亚洲东部沿海的大陆架地带,成熟个体于 7—8 月间由海进入江河,性腺逐渐发育,至翌年秋季进行繁殖。长江中的中华鲟产卵场主要分布在金沙江下游和长江上游。据不完全统计,长江流域各地年捕捞量为 400—500 尾,产量在 12—15 万斤之间。

兴建葛洲坝枢纽,阻隔了中华鲟生殖洄游的通路,使其不能到达上游去繁殖。水利枢纽对中华鲟资源影响的问题,引起了普遍的关注。

关于葛洲坝枢纽可能对中华鲟产生的影响,我们曾根据鲟科鱼类特有的生态特点提出过预测性的评价。在指出枢纽对中华鲟造成的不利影响的同时,分析了葛洲坝枢纽下游长江干流的环境条件和水文特点,认为滞留于坝下江段的中华鲟,性腺可能发育成熟,存在着自然繁殖的可能性,并提出建立中华鲟人工繁殖场,繁殖和培育幼鲟放流,作为保护中华鲟资源的主要措施^[1]。

* 本文承曹文宣副教授审阅;黄琇、魏祥健、赵燕、谭德清、张晓良等同志参加部分野外工作;李万洲同志协助拍摄图片,作者一并致谢。本文由余志堂、许蕴珩二同志执笔。

1981年1月葛洲坝枢纽工程大江截流后,工程对鱼类的影响逐渐表现出来。因此,查明枢纽下游中华鲟的繁殖生态以及它们对变化了的环境条件的适应性反应,是正确评价枢纽的影响和提出适当的救护措施的前提。基于这一目的,我们在大江截流后的1981—1983年间开展了这项工作。

二、材料和方法

野外调查工作是1981年10月至1983年7月,在长江中游的宜昌至石首江段以及长江口地区进行的。调查研究的主要内容是:(1)中华鲟繁殖群体结构、年龄与生长和繁殖生物学;(2)坝下江段的环境条件和坝下中华鲟的自然繁殖;(3)中华鲟幼鱼降河洄游习性及其在长江口分布的特点。

1981年10—12月,在宜昌至石首江段观察了中华鲟洄游活动情况,并收集了有关繁殖群体组成特点、年龄结构和性腺发育的资料。1982年3—8月,在长江中游和河口地区采集初生幼鲟标本,了解葛洲坝枢纽截流以后中华鲟在长江中游的繁殖状况。10—12月除了继续在上述江段收集中华鲟繁殖生态材料外,还在宜昌至宜都江段内通过检查圆口铜鱼、铜鱼、江黄颡鱼、长吻鲶等底层鱼类肠道的内含物,以期获得中华鲟自然产出的卵粒。此外,还在宜昌和石首的某些江段上定点设置筛网捞取自然繁殖的中华鲟鱼苗,并在水生1、2号调查船上用圆锥形鱼苗网进行流动采集。1983年6—7月,又到崇明采集了幼鲟标本。

通过野外工作,共收集到中华鲟繁殖群体的样品247号,幼鱼标本188号,鱼苗标本30号,鱼卵3,040颗。同时,还调查了宜昌、宜都、龙洲、石首、崇明等地渔民捕捞中华鲟的情况,并考察了坝下江段石质河床的分布情况,记录了中华鲟繁殖期间产卵场的水温、水位、流量、含沙量等水文资料。

三、研究结果

1. 繁殖生物学

中华鲟的成鱼个体大,寿命长,并由于性成熟迟和性周期长,它的种群恢复及增殖能力甚低,在繁殖方面表现出鲟鱼类一般所特有的生物学属性。

(1) 繁殖习性:中华鲟摄食肥育期间,栖息于我国东南沿海及朝鲜半岛的西海岸,性成熟的个体,由海进入江河,溯游而上,翌年秋季在河流上游具有石质河床的江段产卵。在长江,产卵场分布在牛栏江以下的金沙江下游和重庆以上的长江上游,主要产卵场则集中在屏山县至宜宾县江段^[1]。繁殖后的亲鱼以及出生的幼鱼,降河到长江的河口地区和近海肥育。

各种洄游性的鲟鱼,开始溯河洄游的季节依种而异。例如,分布于苏联欧洲部分的俄国鲟大批入河时间自3月至10月^[2],栖息于北美西海岸的高首鲟向淡水洄游的时期,在南部地区大约在2月,北部地区较迟些^[6]。中华鲟是秋季产卵的种类,根据我们的调查,

1) 四川省长江水产资源调查组、湖北省长江水产研究所,1976。《长江鲟鱼类的研究》。

每年6、7月间在长江口可以陆续捕获到溯河繁殖的个体,在长江中游的石首江段和宜昌江段,从9月中、下旬开始形成渔汛,10—11月为捕鲟旺季。据此推测,中华鲟繁殖群体大批入河时间可能在7、8月份。

中华鲟在淡水中洄游和滞留期间基本上不摄食。检查247尾鱼的消化道,除在少数个体见到少量的着生藻类、有机碎屑以及在一尾雌鱼的胃中发现2尾小鱼(经鉴定为银鲴)外,其他都是空肠。因此,中华鲟在淡水中能量消耗和性腺发育所需的物质,主要是进入淡水前体内积累的大量脂肪体。这样,愈接近成熟的个体,身体愈消瘦。比较了在葛洲坝枢纽下游捕获的体长相近而性腺发育期不同的个体,丰满度有明显差异:体长274—276厘米的IV期卵巢雌鱼,丰满度为0.93—1.11,平均1.01;体长264—266厘米的III期卵巢雌鱼,丰满度为1.26—1.48,平均1.86。按照Трысов的分析,这种变异,是属于生理指标的正常变化,而非其他因素所致^[10]。

中华鲟的产卵季节在10月中旬至11月中旬,属于一次产卵类型的种类。1981年11月中旬,在石首江段曾获得3尾VI期卵巢的雌鱼,发现它们已基本产空,卵巢中除了白色小颗粒状的II时相卵母细胞外,仅残留极少量的IV时相卵母细胞,正处于解体 and 吸收过程中。

关于中华鲟产卵以后亲鱼的降河情况,目前所知甚少。1973年10月31日曾在九江发现一尾产后亲鲟¹⁾,证明产卵以后很快即开始降河。葛洲坝水利工程大江截流的当年11月11日至17日,在石首江段又发现3尾产后亲鲟,卵巢具备产后不久的特征。根据1982、1983年两个繁殖季节中坝下江段中华鲟的产卵活动均发生于11月上、中旬的情况,判断1981年发现的那3尾产后亲鲟在产卵以后也很快就离开了产卵场。所观察到的这些情况并由此作出的判断与苏联学者对闪光鲟的研究结果是一致的^[11]。

俄国鲟在伏尔加河的产卵活动是与洪水的到来及水位上涨同时发生的,在伏尔加格勒水电站的坝下江段,俄国鲟产卵出现在最高的水位条件下^[12]。中华鲟却不是这样的,它在秋季繁殖,产卵活动大多是在退水以后的情况下发生的,据文献记载,一般出现在最后一次涨水之后的大约半个月时间内。产卵时水温为17—20℃。1982年11月在葛洲坝枢纽下游,曾发现中华鲟产卵3次,水位均十分平稳。

中华鲟鱼卵产出数分钟后即具有粘性,粘附于岩石或砾石上面,成熟鱼卵卵径为3.7—4.9毫米,多数在4.6—4.8毫米的范围内。在水温为17—18℃的条件下,受精卵约经5、6昼夜孵化。刚孵出的鱼苗在水层中游动的范围很小,随后即营底栖生活,所以在江中的表层和中层极难发现。鱼苗孵出后约经10天时间开始摄食。长江中早期的中华鲟幼鱼的主要食物为摇蚊幼虫和寡毛类。翌年春季渐次降河入海,5、6月份在长江口一带捕捞到的幼鱼体长已达10—30厘米。

(2) 葛洲坝枢纽下游中华鲟繁殖群体的结构: 关于中华鲟繁殖群体的结构,在葛洲坝枢纽兴建之前已有记载,尽管收集材料的时间延续很长,每年的样品不多,数据又参差不齐,但还是大体反映了中华鲟繁殖群体的组成状况。1981—1982两年的繁殖季节,在葛洲坝枢纽下游的宜昌至石首江段收集了200余号标本,对长度、重量和年龄结构进行了分析^[5]。1981—1982两年的资料表明,中华鲟繁殖群体中雌鱼体长范围为213—321厘

1) 与2页脚注同。

米,数量最多的为240—300厘米,占总数的82.2%;雄鱼体长范围为161—264厘米,集中在180—230厘米之间,占总数的82.4%。繁殖群体中雌鲟的体重范围为120—410公斤,集中在180—300公斤,占总数的65.0%;雄鲟体重范围为50—194.5公斤,集中在70—125公斤之间,占总数的67.3%。繁殖群体的年龄范围雌鱼为14—33龄,以17—26龄的个体最多,占总数的88.3%;雄鲟为9—26龄,集中在10—16龄之间,占总数的82.2%。

(3) 卵巢发育情况:在苏联,对鲟鱼类的性腺成熟度等级进行了系统的研究,提出了详细的划分标准^[2,12,13]。枢纽兴建后,我们在坝下宜昌至石首江段收集的230号中华鲟性腺样品,依 Трусов, В. З. 的划分标准,见到在繁殖季节里可以同时出现性腺处于不同发育阶段的个体,大致可以区分为4种情况:①卵巢含有大量脂肪,卵母细胞大多数包埋于脂肪体中或者在卵巢表面稍有裸露,呈淡黄色或浅棕黄色,卵径大多数在3毫米以下,为III期卵巢,渔民称此种卵巢为“油籽”;②卵巢还保持有相当数量的脂肪,卵子为脂肪体所包裹,呈青灰色或棕黄色,卵径为2.6—3.8毫米,为III期向IV期过渡的卵巢;③卵巢的脂肪体极少或无,卵子黑褐色,极斑明显,卵径为3.7—4.9毫米,为IV期卵巢,渔民称此为“水籽”(图版I:1);④卵巢絮状,灰白色,充血,卵巢中除了具有大量的II时相卵母细胞外,还残存极少量未产出的IV时相卵母细胞,为VI期卵巢(图版I:2、3)。

在坝下捕获的中华鲟,性腺为III期的个体占多数,尤其是在石首江段。这些鲟鱼都是当年由海入江的个体,在溯河途中经过石首江段或受阻滞留于坝下江段而被捕获的。然而,1981年10月中旬至11月上旬,发现坝下江段确实有一部分个体性腺已发育成熟,初步判断,这可能是一些在大坝截流时被阻隔于坝下江段的个体,性腺由III期逐渐发育成熟。在1982年繁殖季节里,再次采集到性腺成熟的亲鱼,雌鱼卵巢发育到IV期末,雄鱼精巢发育至V期,捕起后自动地流出白色精液。成熟个体所占比例较1981年有所增加,并且还发现它们在坝下的宜昌江段自然繁殖。这些事实充分说明,受到葛洲坝枢纽阻隔而滞留于坝下江段的中华鲟,能够适应该江段的环境条件,性腺可以继续发育,以至成熟和产卵。同时还说明,洄游进入长江的中华鲟,冬季在河床深槽等适宜场所过冬,至翌年秋季性腺即可发育成熟。但是,根据 Трусов, В. З. 和 Г. А. Батычков (1961) 的资料,秋季洄游进入伏尔加河的俄国鲟,性腺的发育阶段是参差不齐的,包括了III期、III—IV期和IV期的个体。中华鲟是否也有类似的情况,即洄游到达长江中游时,性腺就处于IV期状态,这个问题有待今后深入调查研究。

(4) 成熟系数和繁殖力:成熟系数是衡量鱼类性腺发育程度的一个重要标志。但是,由于中华鲟个体不是每年都进行繁殖,所以用逐月统计成熟系数的方法不能衡量中华鲟性腺发育的周期性变化。1981—1982年期间,我们收集的189号成熟系数的资料(表1),反映出坝下江段中华鲟繁殖群体中不同发育阶段性腺重量与体重的比例关系及其变化的情况。与建坝前在长江上游所获得的资料作了比较,表明建坝后滞留坝下的中华鲟同一发育期的成熟系数实际上没有差别。

Трусов, В. З. 认为,根据卵巢成熟系数和卵粒重两者的增长情况,可以判断性腺发育是否正常^[10]。葛洲坝工程截流前,长江上游产卵场江段捕获的中华鲟亲鱼一粒卵重,III期的为10.65—16.02毫克(1—3月份);III—IV期的为17.10—22.00毫克(2—5月份);IV期的为33.58—49.70毫克(7—11月份)¹⁾。表2是我们在葛洲坝枢纽下游获得的统计

1) 柯薰陶等,1982。葛洲坝下中华鲟性腺发育调查和人工繁殖初步报告(讨论稿)。

表 1 葛洲坝枢纽下游中华鲟的成熟系数

Tab. 1 Maturation coefficient of zhonghua sturgeon in the downstream of Gezhouba Project

发育阶段	雌 鱼			雄 鱼		
	变动幅度	平均值	n	变动幅度	平均值	n
III	3.0—13.6	6.1	44	0.2—0.7/1.1—6.9*	0.31/3.3*	47/56
III—IV	4.4—11.0	7.0	30	—	—	—
IV	10.45—19.45	15.4	7	0.64	0.64	1
V	—	—	—	1.25—1.68/—	1.47/—	2
VI	3.0—3.5	3.3	2	—	—	—

* 包含精巢的脂肪体重量。

表 2 葛洲坝枢纽下游中华鲟卵母细胞的情况

Tab. 2 Oocyte condition of zhonghua sturgeon in the downstream of Gezhouba Project

发育阶段	卵径(毫米)*			一粒卵重(毫克)		一克卵数(粒)		
	变动幅度	平均值	n	变动幅度	平均值	变动幅度	平均值	n
III	2.28/2.04—2.99/2.71	2.63/2.39	35	5.42—13.42	8.93	74.5—184.4	118.6	16
III—IV	2.60/2.40—3.77/3.37	3.07/2.75	41	9.98—16.52	12.56	62.4—100.2	81.6	13
IV	4.11/3.77—4.64/4.27	4.53/4.12	6	37.26—79.37	52.24	12.6—26.8	20.3	6

* 分子表示鲟鱼卵的长径,分母表示鲟鱼卵的短径。

资料, III 期和 III—IV 期的卵粒重量略小于长江上游的数字,这主要是由于季节差别造成的(我们收集资料是鲟鱼入江当年的 10—11 月间,而上游的资料则是翌年的 1—3 月和 2—5 月),而 IV 期的数字则是相吻合的。

1981—1982 年的繁殖季节,在葛洲坝枢纽下游获得 7 尾卵巢已发育到 IV 期末的雌鲟,计算了它们的繁殖力(表 3)。根据 1973—1975 年在长江上游的宜宾至重庆江段的统计资料,中华鲟的绝对繁殖力波动于 30.6—130.3 万粒,平均为 64.5 万粒;相对繁殖力为 1.72—4.45 粒/克,平均为 2.99 粒/克。从表 3 可以看出,葛洲坝枢纽下游中华鲟的绝对和相对繁殖力仍然是在建坝前的变化幅度内,其平均值也十分接近。综上所述,葛洲坝枢纽下游中华鲟性腺的成熟系数、卵径、一粒卵重和繁殖力等指标与建坝前的资料比较无明显差异,表明在葛洲坝枢纽大江截流后,滞留于大坝下游的大多数亲鲟性腺发育是正常的。

(5) 初次性成熟的最小个体和年龄: 根据 Roussow, G. (1957) 的方法^[7], 依据胸鳍第一根鳍条的磨片和匙骨上生长的轮纹鉴定年龄, 研究了葛洲坝枢纽下游中华鲟繁殖群体中初次性成熟个体的年龄组成。结果表明, 初次性成熟的年龄, 雌鱼为 14 至 26 龄, 雄鱼为 9 至 18 龄。初次性成熟最小型雌鱼为 14 龄, 体长 213 厘米, 体重 120 公斤; 雄鱼则为 9 龄, 体长 171 厘米, 体重 50 公斤。

性成熟迟以及初次性成熟的年龄变异很大是鲟属鱼类的一个重要的生物学属性, 许多研究鲟鱼的学者所提供的资料都说明了这一事实。Шильов, В. И. 等认为, 春季产卵的伏尔加—里海流域的俄国鲟, 雌鱼体长在 90—125 厘米, 年龄在 11—35 龄; 雄鱼体长在 80—130 厘米, 年龄 10—31 龄时达到初次性成熟^[14]。而夏季产卵的俄国鲟初次性成熟时, 雌鱼体长为 90—143 厘米, 年龄为 13—30 龄; 雄鱼体长 80—146 厘米, 年龄为 10—26

表 3 葛洲坝枢纽下游中华鲟的繁殖力

Tab. 3 Reproduction capacity of zhonghua sturgeon in the downstream of Gezhouba Project

体 长 (厘米)	体 重 (公斤)	绝对繁殖力 (粒)	相对繁殖力 (粒/克)	年 龄
276	210.25	505260	2.40	21
274	227.5	661920	2.91	27
253		696600		24
241	146.5	612060	4.18	19
269	200.0	665190	3.33	22
263	167.5	469700	2.80	14
平 均 值		601788	3.12	

龄^[15]。Semakula, S. N. 等研究了加拿大弗雷塞河的高首鲟初次性成熟的年龄后认为,雄鱼为 11—22 龄,雌鱼为 11—34 龄^[8]。

初次性成熟的个体在整个繁殖群体中所占的比例,是判断资源利用状况的一个重要依据。因此,对于这方面的研究应该引起足够的重视。Коробочкина, З. С. 和 Павлов, А. В. (1967) 认为,春季产卵的伏尔加-里海俄国鲟初次性成熟的数量应占 50% 左右。根据 Шилов, В. И. 等对相同类型产卵群体的研究,初次性成熟的数量雌鱼仅占 40.8%,雄鱼仅占 23.1%^[14]。我们使用 218 个样品分析了葛洲坝枢纽下游中华鲟繁殖群体的年龄组成,初步确定,初次性成熟的雌鱼占 80%;雄鱼占 87%^[5]。在通常情况下,鲟属鱼类的剩余群体应该大于补充群体。但是,中华鲟的实际情况正好相反,繁殖群体中补充群体占了绝大多数。这表明多年以来在繁殖季节里过度捕捉产卵亲鱼引起资源衰退的后果是严重的。

(6) 性比:统计了葛洲坝枢纽下游中华鲟繁殖群体的雌雄比例。两年的资料都显示雌鱼略多于雄鱼,性比接近 1:1 (表 4)。Солдатов, В. К. 早在 1915 年就已指出,鲟鱼类

表 4 葛洲坝枢纽下游中华鲟繁殖群体的雌雄比例*

Tab. 4 Sex ratio of zhonghua sturgeon spawning population in the downstream of Gezhouba Project

年份	♀		♂		小 计	
	尾 数	%	尾 数	%	尾 数	%
1981	92	59.0	64	41.0	156	100.0
1982	74	51.4	70	48.6	144	100.0
合计	166	55.3	134	44.7	300	100.0

* 包括长江流域规划办公室提供的 53 尾中华鲟性别资料。

的雌雄比例接近 1:1。在 1965—1975 年间,四川省科研人员统计了宜宾地区中华鲟繁殖群体的雌雄比例,总数达 318 尾,其中雌鱼 162 尾,雄鱼 156 尾¹⁾,也反映出繁殖群体中雌雄数量大体是相等的。

2. 葛洲坝枢纽下游中华鲟的自然繁殖

1981 年秋季,从长江中游的宜昌-石首江段收集的样品中,发现一部分个体的性腺已

1) 与 2 页脚注同。

发育成熟,并且有3尾已经产过卵、卵巢为VI期的雌鱼,表明中华鲟在大坝下游性腺不但可以发育成熟,而且存在自然繁殖的迹象。1982年3—7月,又在长江中游和河口地区采集到幼鲟137尾(图版II:6),经过年龄鉴定,这些幼鲟不足1龄,都是在1981年秋季出生的。为了进一步了解中华鲟在葛洲坝枢纽下游繁殖的情况,又于1982年秋季开展了调查工作,并获得了预期的结果。

(1) 中华鲟鱼卵的采集: 中华鲟产出的卵粒,粘附在江底的岩石或砾石上发育,常被圆口铜鱼等底层鱼类所吞食。解剖这些鱼类,根据其捕捞地点和所吞食鱼卵的发育期,便可以确定中华鲟产卵的日期和产卵场的大致位置。1982年10月中旬至11月下旬,在宜昌至宜都江段逐日解剖底层鱼类,先后三次检查到圆口铜鱼等吞食中华鲟卵。具体的日期和地点是:11月1—2日和5—6日在宜昌十里红至磨鸡山一带,9—11日在宜昌长航造船厂至万寿桥一带。这三次总共解剖了198尾鱼,其中73尾吞食了鲟卵,总数达3,040粒。出现率最高的是11月9—11日的一批,如11月9日解剖11尾,均吞食鲟卵,许多个体不仅肠道中充满黑褐色的卵粒,甚至在口腔和鳃上尚含有完整的鲟卵,其中一尾的肠道中鲟卵数量高达616粒(图版I:4)。

从肠道中取出的鲟卵,多数处于半消化状态,有的只剩下卵膜,但一部分见于肠道前端的鲟卵外形完整,色泽清晰。在解剖镜下观察,看到这些卵子分别处于卵裂期、神经胚期和原肠期,表明这些鲟卵是正常发育的受精卵。从上述调查结果,证实了在1982年10月底至11月上旬在坝下江段中华鲟曾先后三次产卵。这是首次证明在葛洲坝枢纽下游中华鲟可以自然繁殖。

(2) 中华鲟鱼苗的采集: 如果在坝下采集到早期鱼苗,就可以进一步证实中华鲟在坝下江段自然繁殖的事实。为此,我们在胭脂坝、仙人桥、云池、杨家嘴、白洋和石首等地共设置了45部琼网,并在两条调查船上用圆锥形的鱼苗定量网进行流动采集。

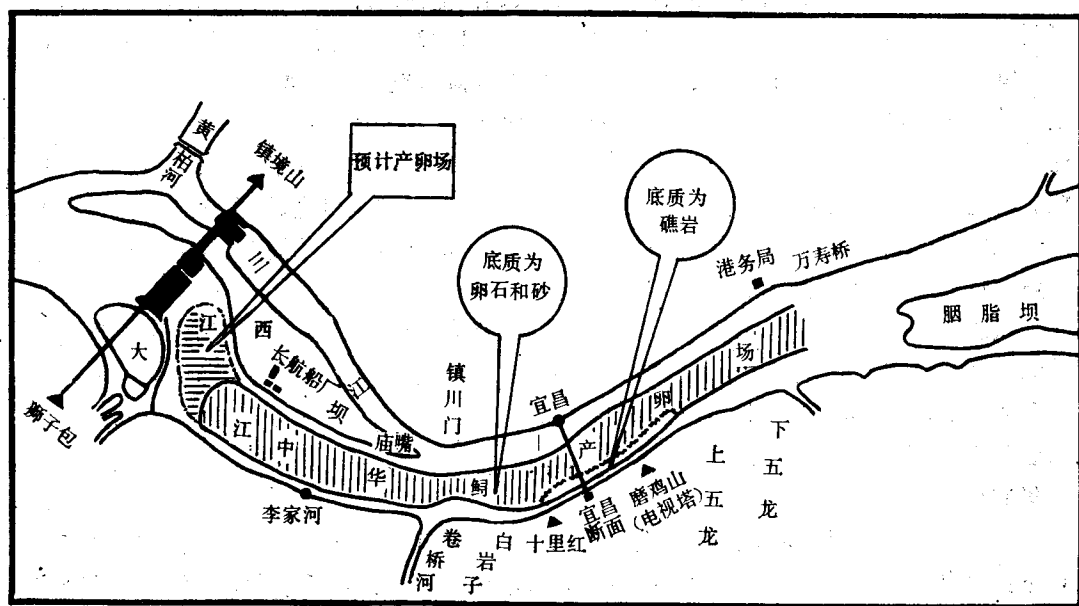
1982年11月6日12时30分至15时,在宜昌下游约20公里的仙人桥附近,用琼网采集到中华鲟鱼苗30尾。这些鱼苗全长14.5—16.0毫米,头部很小,紧贴卵黄囊向下弯曲;嗅囊、听囊明显;视泡无色素,仅在上端有少量暗灰色色素斑;口未张开,仅为凹陷;鳃囊出现;卵黄囊很大,呈卵圆形;肛门未形成;肌节清晰,数目为 $(38-39) + (28-30)$ 对;尾脊索平直,尾鳍褶宽大,末端圆形。这些性状表明所采集到的鲟鱼苗是刚刚孵出不久的。据以往的资料,水温在 $17-18^{\circ}\text{C}$ 时,从受精卵发育至孵化约需123小时¹⁾。据此推算(11月1—5日,坝下的宜昌江段水温为 $18.0-19.0^{\circ}\text{C}$),这批鱼苗是11月1日前后产出的鲟卵孵化出来的(图版II:1、2)。

采集到的鲟鱼苗活泼健壮,饲养在培养缸中常作垂直游动。鱼苗长到5厘米时,身上的五列骨板和歪型尾等特征已很明显,外部形态与成体十分相似(图版II:3、4、5)。1983年3月30日幼鲟的全长已达10.7厘米,略大于同一时期在长江中游采集的幼鲟(1982年3月27日在湖北省沙市附近采集到10尾中华鲟幼鱼,全长7.8—9.4厘米,平均8.4厘米)。

(3) 坝下宜昌江段中华鲟产卵场的范围及其环境: 产卵场的范围是依据吞食鲟卵的圆口铜鱼和铜鱼的捕捞地点和河床的底质确定的。在枢纽下游的宜昌江段,渔民捕捞铜

1) 与2页脚注同。

鱼多用流刺网作业,流程很短,一般为1—2公里;少数用撑竿网和饵钩捕捞,范围更小,地点也较固定。采集样品时,我们经常随同作业的渔船,观察捕捞情况和具体的位置,及时解剖新鲜样品。1982年11月1—2日和5—6日的两批鲟卵材料是在十里红至磨鸡山江段获得的,而9—11日的一批范围更大,从长航宜昌造船厂至卷桥河和磨鸡山至万寿桥一带都曾发现。据此,确定宜昌中华鲟产卵场的范围是在长航宜昌造船厂至万寿桥附近约7公里的江段上,面积大约为5,000亩(见下图)。



葛洲坝枢纽坝下江段中华鲟产卵场范围
Portion of spawning ground of zhonghua sturgeon in the downstream of Gezhouba Project.

此外,二江泄水闸消能坎下游至长航宜昌造船厂一段,河床底质和水文情况也符合产卵场的条件,调查期间曾数次观察到中华鲟亲鱼跃出水面,估计这一水域可能有亲鲟产卵,只是由于水流湍急,流态紊乱,渔民不能作业,无法核实。胭脂坝、虎牙滩和红花套部分水域,底质为砾石夹沙,在1981和1982两年的繁殖季节,曾在上述江段捕获10余尾性腺发育成熟的亲鲟,因此,这些地方也有可能成为中华鲟的产卵场。今后,随着调查工作的深入和亲鲟得到切实保护,有可能在更大范围内发现产卵场。

关于长江上游中华鲟产卵场的自然环境,四川省水产科技工作者已作了详细的调查和记载^{1,2)}。但是,新发现的葛洲坝枢纽下游宜昌中华鲟产卵场的河床地貌和水文状况,与长江上游的都有一些差异,因此,我们认为,在具备适宜的流速、水温 and 含沙量的情况下,中华鲟产卵场最基本的条件是江底分布有岩石或砾石。据长江流域规划办公室宜昌水文站提供的资料,长航宜昌造船厂至卷桥河江段河床底质主要为砾石(图版1:5、6),十里红至磨鸡山江段从断面观察,靠左岸约1/3的河床底质为泥沙,中泓为砾石夹沙,右岸一侧为礁岩,中泓至右岸的底质符合产卵场的基本条件。

1) 四川省重庆市长寿湖渔场水产研究所,1973。金沙江鲟鱼产卵场调查和增殖措施的初步研究。
2) 与2页脚注同。

1982年11月上旬,宜昌江段江面一般宽700—800米,在水位44—45米时,最大水深25米左右。水温为18.0—19.0℃。10月30日宜昌断面平均流速为1.23米/秒,最大流速为1.58米/秒,河床底部流速为0.88米/秒。产卵期间的含沙量较低,约0.25公斤/立方,水位相对稳定。

(4) 葛洲坝枢纽下游宜昌中华鲟产卵场的效能: 1982—1983两年的春、夏两季,在长江中、下游和长江口的崇明县针对中华鲟的幼鱼作了调查,共采集到188尾幼鲟标本。通过访问,还了解到近一、二年来长江中、下游一些地区用小钩、密眼百袋网、撒网等经常捕到中华鲟幼鱼,有时数量相当多。1983年3—5月间,武汉附近的武昌、黄冈两地的渔民曾捕到数百尾幼鲟。崇明县沿海渔民普遍反映,1983年和1982年比较,插网附带捕到的中华鲟幼鱼数量没有明显变化,但是,一些渔民反映,同多年以前比较则有所减少。我们曾统计了每一网次所捕获的中华鲟幼鱼的数量,也未发现两年的数据有明显的变化,但是由于缺乏建坝以前的资料,无法与建坝以前的情况进行比较。

1982年采集的中华鲟幼鱼,是葛洲坝枢纽大江截流的当年出生的,由于截流之前应有一部分亲鲟已溯游至上游,所以在这批幼鲟中,可能既有来自长江上游产卵场的,也有来自葛洲坝枢纽下游产卵场的。这表明新发现的葛洲坝枢纽下游的宜昌产卵场,对于维持中华鲟资源是具有一定作用的。

表5 长江口地区中华鲟幼鱼的长度和重量
Tab. 5 Length and weight of zhonghua sturgeon yearling collected from Changjiang mouth area

项目 年份	全长(厘米)			体长(厘米)			体重(克)		
	幅度	$\bar{x}$	n	幅度	$\bar{x}$	n	幅度	$\bar{x}$	n
1982	19.4—34.0	26.2±3.5	103	14.6—26.4	20.0±2.7	103	20.0—149.0	58.4±25.4	103
1983	21.0—41.0	30.2±4.6	38	16.5—32.3	23.2±3.7	38	32.0—231.0	98.1±48.2	38

表5所列是 1982—1983 两年的6月底、7月初在崇明采集的中华鲟幼鱼的长度和重量¹⁾。可以明显地看出,1983年幼鲟的长度和重量比1982年同期采集到的要大得多,这可能是宜昌中华鲟产卵场距河口的距离较近,幼鲟能较早到达河口地区摄食,因此生长快一些。如果是这样,这对提高幼鲟的成活率将有很大的好处。

四、 讨 论

1. 在葛洲坝枢纽下游发现中华鲟性腺发育成熟和自然繁殖对于保护中华鲟资源的意义

通过对坝下江段中华鲟繁殖生物学的调查研究,获得的成果主要是: ①发现了滞留于坝下江段的亲鲟性腺发育正常,并达到成熟,其成熟系数、繁殖力、一粒卵重、卵径和性比等生物学指标与建坝前长江上游产卵场的亲鱼无任何实质性的差异; ②发现了中华鲟在枢纽下游的宜昌江段自然繁殖,初步确定了新产卵场的位置和范围; ③证实了宜昌产卵场对维持中华鲟资源的延续起着一定的作用; ④分析了繁殖群体的年龄结构,更深刻地认

1) 1983年幼鲟的样品数较少,是由于采集期间长江口地区受大风影响,渔民无法作业,以致采集时间较短。

识到保护已呈现衰退状态的中华鲟资源的迫切性。

这些研究成果说明,中华鲟能够适应长江兴建葛洲坝枢纽后产生的环境变化,仍可依靠自然繁殖保持种的延续。这为全面认识葛洲坝枢纽对中华鲟资源的影响提供了新的科学依据。同时也应看到,对中华鲟种群的长期盲目捕捞,资源已呈现衰退状况。现在,坝下江段的产卵场较为集中,那里河道较开阔,水流较平缓,各种生产活动频繁,因而更容易受到人为的干扰。因此,除了切实保护坝下江段的产卵场和亲鲟外,还有必要采取人工繁殖放流的措施,以增殖资源。这样,中华鲟资源才有可能逐步得到恢复和发展。

中华鲟在葛洲坝枢纽下游性腺成熟并自然繁殖,是对水利工程带来的变化所产生的一种生态适应,类似的情况并非罕见。例如,Трусов, В. З. 指出,伏尔加格勒水电站建成后,俄国鲟被迫在较为不利的条件下越冬和繁殖^[16]。Владимиров, В. И. 报道了第聂伯河修建大坝后,俄国鲟在坝下 2.5—3.0 公里江段上产卵的事实^[17]。Gary, W. Malm 等研究了邦奈维尔水库高首鲟的种群特征¹⁾,记述了哥伦比亚河修建水利枢纽后,洄游性的高首鲟在分隔的水域中各自形成种群的情形。

2. 关于三峡水利枢纽建成后宜昌中华鲟产卵场的前景问题

葛洲坝枢纽下游的中华鲟产卵场,在将来三峡大坝建成后,是否会受到不利的影响?对于这个问题,应从中华鲟产卵时所要求的环境条件和三峡大坝建成后坝下江段水文因素可能产生的变化等方面加以分析。

中华鲟在秋季繁殖,产卵日期通常为 10 月中旬至 11 月中旬。产卵时要求的水温较低,宜宾江段为 17—20℃ (个别情形曾在 15.2℃ 时发生产卵);水质较清,含沙量很小,上游为 0.5 公斤/立方左右,宜昌江段为 0.25 公斤/立方左右。在繁殖季节里,水位比较稳定或缓慢下降。

根据一些已成水库建坝前后水温变化情况的记载,在秋季坝下江段水温变化是不显著的。例如,丹江口水库蓄水后,坝下江段水温变化主要是夏季降低,冬季提高,变化幅度在 4—6℃ 之间,而在 10—11 月间,建坝前后的水温变化不明显^[4]。新安江和七里垅两枢纽建成后,坝下富春江的水温变化也是如此。说明三峡枢纽兴建后,水温变化影响中华鲟繁殖的可能性是很小的。

苏联的实际情况说明了三峡大坝建成后,葛洲坝枢纽工程下游的中华鲟产卵场依然存在。在苏联伏尔加河,鲟科鱼类的产卵场大部分位于伏尔加格勒城上游江段,尤其是欧洲鲟,全部需溯游至伏尔加格勒上游产卵繁殖。现在,包括伏尔加格勒枢纽在内,已在伏尔加河上建成 8 个梯级枢纽,其中古比雪夫和雷宾斯克两个枢纽规模都较大,即使这样,在伏尔加格勒水电站下游仍有大批鲟鳊鱼类在天然的和人工的产卵场内繁殖,特别是欧洲鲟,90% 的个体能在坝下江段产卵²⁾。

3. 关于中华鲟重复繁殖的间隔期问题

我们根据对胸鳍第一根鳍条磨片上的生殖标志的观察,初步判断中华鲟重复繁殖的

1) Gary, W. Malm, 1978. White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) population characteristics in the Bonneville Reservoir of the Columbia River.

2) 管贤泽, 1983. 苏联保护和扩大鲟鱼资源近况——赴苏考察简介。淡水生物学(科技情报), 3: 7—13.

间隔期至少为5—7年,同时还观察到,在不同的个体之间存在很大的差异。重复繁殖的间隔期是估算种群数量的一个重要参数,对于中华鲟来说,准确的数值有待于根据更多材料的深入研究。对于这个问题,近年来国外有一些研究报道。看来随着种类、分布地区和亲鲟年龄的不同,似乎差别甚大。例如北美的高首鲟,性成熟后较年轻的雌鱼每隔4年产卵一次,而老年雌鱼则要相隔9—11年。生活在淡水中的湖鲟,雌鱼隔4—6年繁殖一次,雄鱼则是每年或隔2—3年^[6]。Максунов, В. А. 认为^[16],生活在中亚水体中的裸腹鲟一生中产卵不多于6—7次;拟铲鼻鲟属的三个种一生中产卵的次数不多于3—4次。Шилов, В. И. 等人的研究证实,春季产卵的伏尔加-里海俄国鲟,雌鱼重复繁殖的间隔期为5—14年,雄鱼为4—14年;并且观察到产卵后滞留于水库中的亲鲟,重复繁殖的间隔期雌鱼为7年,雄鱼为5年^[14]。有的作者还指出,除了与鲟鱼类本身的生物学特性有关外,饵料基础的贫乏、食物中微量元素和维生素不足也是影响性腺发育的原因。

4. 关于葛洲坝枢纽下游一部分亲鲟性腺退化的问题

1982年我们在大坝下游的石首江段发现两尾雌鲟卵巢呈现退化现象。其中一尾卵粒已被吸收,整个卵巢完全为脂肪体所充塞;另一尾按其卵径大小属于Ⅲ期性腺,部分卵粒被吸收,其余卵粒稀疏地散布在卵巢中。

引起性腺退化的原因,可能与鱼体受到损伤有关。当亲鲟溯游到大坝附近时,受到泄水闸排出的高速水流的冲击而失去控制,碰撞在水工建筑物上而受伤,甚至死亡。在1981年秋季,葛洲坝工程截流后的第一个繁殖季节内,据不完全统计,在坝下附近江段发现数十尾严重受伤或死亡的中华鲟¹⁾。1982年也曾发现因伤致死的亲鲟。这种情况,在伏尔加格勒水电站大坝截流后的1959年和1960年都曾出现过。据Трысов, В. З. 记载,在冬季甚至夏秋月份,流水诱来的亲鲟游近伏尔加格勒大坝,遇到下泄的强大水流冲击,不由自主地与混凝土墙相撞而受伤,某些月份受伤率竟达83%。1960年3—11月期间,受伤率平均为42%。在大多数情况下,亲鱼受伤后引起性腺发育停滞,性细胞被逐渐吸收。根据最近两年的初步观察,受伤亲鲟的数量似乎有逐年减少的趋势。1983年的繁殖季节,在葛洲坝枢纽下游就较少发现因伤死亡的中华鲟了。今后有必要对这方面的问题开展一些调查研究工作。

5. 关于认真保护中华鲟资源的问题

大江截流后的头两年,在坝下江段群集的中华鲟亲鱼被渔民大量捕获。据不完全统计,1981年秋冬两季在湖北省境内捕捞的中华鲟大约有800多尾,捕捞量相当于建坝前全省多年平均数量145尾的5.5倍。1982年秋冬两季和1983年春季又捕捉了亲鲟近400尾。这样大量捕杀亲鱼,无顾忌地破坏资源的现象是很严重的。虽然国家对保护鲟鱼问题十分重视,拨了巨款用于禁捕,但是,一些地方并未认真贯彻执行,偷捕行为时有发生。

中华鲟繁殖群体年龄结构的研究结果表明,剩余群体所占比例很小,资源处于衰退状态,它说明建坝以前若干年间长江的鲟渔业就一直存在着捕捞过渡的问题。现在坝下江

1) 宜昌市水产研究所,1982。关于1981年宜昌江段(坝下)鲟鱼起水情况的报告。

段的中华鲟已能自然繁殖,人工繁殖的试验工作也在积极开展,在这种情况下,认真作好繁殖保护工作,尽可能使较多的亲鲟繁衍后代,这对保持和发展中华鲟资源是极其重要的。因此,禁捕法令必须切实监督执行,加强法治,在今后若干年内制止一切商业性捕鲟活动,然后在调查研究工作的指导下再进行有计划的开发利用。至于用于人工繁殖的适量捕捞,以及中华鲟研究工作的取材,必须严格审批,限定数额,不应超过湖北省以往的年平均数,避免对资源造成损害。此外,在长江中、下游和河口地区,渔民用撒网、密眼百袋网、小钩、插网等渔具作业时,常常捕获到许多幼鲟,对其资源危害很大。应该对各地渔民加强宣传教育,劝说他们放幼鲟回江,杜绝滥捕幼鲟的行为。如果这个问题不能得到妥善解决,今后人工繁殖放流的鲟苗,数量即使很多,也难以起到增殖资源的作用。

做好坝下江段中华鲟产卵场的保护工作,也是十分重要的。目前在宜昌坝下江段大量开挖沙石,势将损坏中华鲟产卵场。为此,建议尽量避免在产卵场附近大量开挖沙石。苏联为了增加鲟类的产卵场所,曾耗费巨资在一些枢纽下游江段抛投石料制造人工产卵场。我们对自然形成的产卵场更应加以保护。

6. 关于中华鲟人工繁殖问题

依据近年来调查研究的结果,人们越来越清楚地认识到,如果在葛洲坝枢纽上设置鱼道、鱼闸和升鱼机等型式的过鱼建筑物,不可能收到保护和增殖中华鲟资源的效果。Doroshov, S. I.¹⁾ 综述了苏联里海、亚速河流域各水系里专门为鲟鱼修建的各种过鱼建筑物的实际效果得出结论:“用鱼道过鲟鱼是无效的”,“只有鱼闸而不是传统的鱼梯,才能通过极少一部分鲟鱼使其完成正常的产卵洄游”。这些以巨大的经济代价换来的教训,是值得 we 借鉴的。

我们始终主张,救护中华鲟的主要措施之一是采取人工繁殖放流,这是一项保护和增殖资源的切实可行的措施。我们曾引述苏联为补救水利枢纽对鲟鱼生殖洄游的影响,采用人工繁殖和放流幼鲟的措施,取得良好效果的事实^[4]。这些事实,通过国家经委组织的赴苏考察组的实地考察,得到了进一步证实。现在苏联已建成鲟鱼人工繁殖场 25 个,每年放流 1 亿 1 千万尾幼鲟。目前正在兴建年产 3 千万尾幼鲟的繁殖场,投产后将使鲟、鳇鱼类的放流数量再增加三分之一。经过采取人工放流等繁殖保护措施后,鲟鱼资源量逐年增加,产量明显回升,现在已达到年产 3.2 万吨,接近本世纪最高年产量 3.9 万吨的数字。

通过对坝下江段中华鲟繁殖生物学的调查研究,证实了聚集在大坝下游的亲鲟性腺可以正常发育成熟,并已自然繁殖。这就进一步为坝下江段中华鲟人工繁殖放流的技术可行性,提供了可靠的生物学依据。

我们深信,通过有关方面的共同努力,坚决制止盲目滥捕亲鲟和幼鲟,切实保护坝下江段中华鲟产卵场,认真进行人工繁殖放流工作,在这些保护资源的措施付诸实现后,中华鲟资源将有可能得到恢复,并逐步发展。

1) Doroshov, S. I., 1977. Passage of sturgeon through the fishlocks in the USSR.